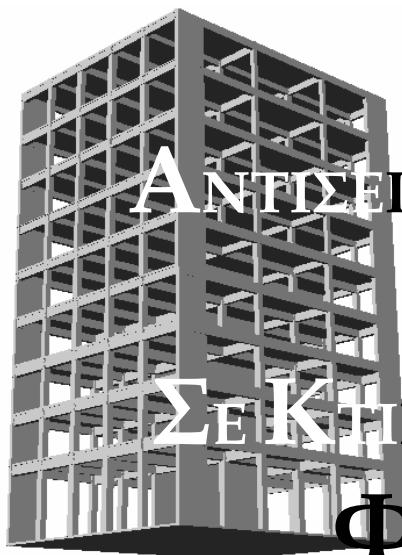


Παναγιώτη Σ. Αντωνιάδη
(Α.Ε.Μ: 10069)



**ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ
ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ
ΣΕΚΤΗΡΙΑ Ο/Σ ΜΕ ΜΙΚΤΟ
ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ**

$$V_{wall,top} \geq V_{wall,base}$$

$$(2/3)h_w$$

$$V_{Ed}$$

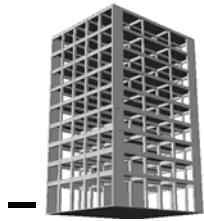
$$V_{wall,base}$$

Διπλωματική εργασία
που υποβλήθηκε στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
της Πολυτεχνικής Σχολής του Α.Π.Θ.

$$(1/3)h_w$$

Θεσσαλονίκη, Φεβρουάριος 2006

*Αφιερώνεται στην
οικογένειά μου*



Πρόλογος

Ένα από τα πιο θεμελιώδη στοιχεία για την επιτυχή απόκριση, ενός κτιρίου οπλισμένου σκυροδέματος, αποτελούμενου τόσο από πλαίσια όσο και από τοιχώματα (μικτό σύστημα), σε μία ισχυρή σεισμική διέγερση, είναι η ορθή διαστασιολόγηση των τελευταίων κατά τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η απόδοση της σεισμικής ενέργειας μόνο στη βάση τους μέσω του σχηματισμού καμπτικού μηχανισμού διαρροής (πλαστική άρθρωση) σε συνδυασμό με την αποφυγή πρόωρης διατμητικής του αστοχίας. Το τελευταίο, προϋποθέτει την επιτυχή πρόβλεψη των μεγίστων τεμνουσών που αναμένεται να αναπτυχθούν στα τοιχώματα, ώστε να καταστεί δυνατή έπειτα, η κατάλληλη όπλιση και κατασκευαστική τους διαμόρφωση. Δοθέντος ότι σε μία ισχυρή σεισμική διέγερση αναμένονται εκτεταμένες ανελαστικοποιήσεις δομικών στοιχείων στη κατασκευή, οι μέγιστες τέμνουσες των τοιχωμάτων θα πρέπει να ανιχνευθούν στην ανελαστική περιοχή συμπεριφοράς των κατασκευών και να αναμένονται πολύ μεγαλύτερες από αυτές που προκύπτουν από μία απλή ελαστική ανάλυση.

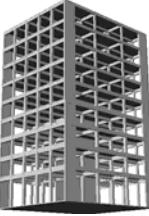
Με την εργασία αυτή επιχειρείται αφενός η θεωρητική προσέγγιση, αφετέρου η ποσοτική εκτίμηση των μεγίστων τεμνουσών τοιχωμάτων δύο χαρακτηριστικών περιπτώσεων εννιαόροφων φορέων όπως προκύπτουν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση αυτών με τη χρήση του προγράμματος DRAIN 2000. Οι τέμνουσες αυτές συγκρίνονται στη συνέχεια τόσο με αυτές που προκύπτουν από τις αντίστοιχες ελαστικές αναλύσεις όσο με τις τέμνουσες σχεδιασμού που προβλέπονται για το σκοπό αυτό στους σύγχρονους κανονισμούς (EAK 2000, EC8) καθώς και σε μοντέλα που έχουν προταθεί από διάφορους ερευνητές (Paulay & Priestley, 1991; Eibl & Keintzel, 1988). Ειδικά το τελευταίο παρέχει τη δυνατότητα βαθμονόμησης των προβλέψεων ισχυουσών (βλέπε EAK 2000) ή εν δυνάμει ισχυουσών κανονισμών (βλέπε EC8).

Δοθείσης της απαίτησης της πρωθύστερης διαστασιολόγησης των φορέων ώστε να καταστεί δυνατή μία ανελαστική δυναμική ανάλυση, επιλέχθηκε αυτή να γίνει με το «πλέγμα» των πλέον σύγχρονων κανονισμών: των τελευταίων εκδόσεων των Ευρωκωδίκων ,EC2 (EN 1992-1-1: 2004) & EC8 (EN 1998-1: 2004), διαδικασία από την οποία προέκυψαν ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις αναφορικά με τη σωστή εφαρμογή ορισμένων από τις διατάξεις των τελευταίων.

Από τη θέση αυτή θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου Ανδρέα I. Κάππο για τη βοήθεια, τη καθοδήγηση και για τις πολύτιμες συμβουλές του σε όλα τα στάδια εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

Θεσσαλονίκη, Φεβρουάριος 2006

Παναγιώτης Σ. Αντωνιάδης



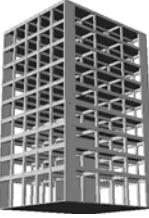
Περιεχόμενα

Πρόλογος	<i>σελ</i> 5
Περιεχόμενα	7
Συμβολισμοί	11
1. Εισαγωγή	17
1.1 Θέση του προβλήματος	18
1.2 Στόχοι της παρούσας εργασίας	19
1.3 Διάρθρωση της εργασίας	19
2. Αντισεισμικός σχεδιασμός μικτών συστημάτων πλαισίων - τοιχωμάτων, από οπλισμένο σκυρόδεμα, σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες (ENV 2004).	
2.1 Παρουσίαση των φορέων	22
2.2 Αρχές αντισεισμικού σχεδιασμού	25
2.2.1 Θεμελιώδεις απαιτήσεις	25
2.2.2 Κριτήρια σχεδιασμού	26
2.3 Υλικά	27
2.3.1 Σκυρόδεμα	27
2.3.1.1 Απερίσφικτο σκυρόδεμα	27
2.3.1.2 Περισφιγμένο σκυρόδεμα	29
2.3.2 Χάλυβας	30
2.4 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των φορέων	32
2.4.1 Φορέας Dual 1	33
2.4.2 Φορέας Dual 2	36
2.5 Δράσεις υπολογισμού	37
2.5.1 Μόνιμες και μεταβλητές δράσεις	37
2.5.1.1 Χαρακτηριστικές τιμές (G_k & Q_k)	37
2.5.1.2 Τιμές σχεδιασμού	37
2.5.2 Σεισμικές δράσεις	38
2.5.2.1 Έδαφος - Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας	38
2.5.2.2 Φάσμα σχεδιασμού για ελαστική ανάλυση	39
2.5.2.3 Φορτία συνεισφέροντα στις αδρανειακές δυνάμεις	44
2.5.2.4 Σεισμικός συνδυασμός δράσεων	46
2.6 Περιγραφή των μοντέλων των δύο φορέων	46
2.6.1 Επιλογή του μοντέλου των φορέων	47
2.6.2 Περιγραφή των μοντέλων	47
2.6.2.1 Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	48
2.6.2.2 Συνεργαζόμενα πλάτη b_{eff}	50
2.7 Ανάλυση για το σεισμικό συνδυασμό δράσεων	54
2.7.1 Υπολογισμός της θεμελιώδους ιδιοπεριόδου των δύο φορέων	55

2.7.2 Επιλογή της μεθόδου ανάλυσης	57
2.7.3 Εφαρμογή της απλοποιημένης φασματικής μεθόδου	58
2.7.4 Αποτελέσματα της ανάλυσης για το σεισμικό συνδυασμό δράσεων	
2.8 Ανάλυση για τον βασικό συνδυασμό δράσεων	77
2.8.1 Αποτελέσματα της ανάλυσης για το βασικό συνδυασμό δράσεων	
2.9 Έλεγχος περιορισμού των βλαβών	91
2.9.1 Υπολογισμός των μετακινήσεων	91
2.9.2 Έλεγχος περιορισμού των σχετικών μετακινήσεων ορόφων	94
2.10 Έλεγχοι έναντι των οριακών καταστάσεων αστοχίας	95
2.10.1 Έλεγχος επιρροής των φαινομένων 2 nd τάξεως	95
2.10.2 Διαστασιολόγηση δοκών έναντι κάμψεως	98
2.10.2.1 Γεωμετρικοί περιορισμοί	99
2.10.2.2 Διαστασιολόγηση σε κάμψη	100
2.10.3 Διαστασιολόγηση υποστυλωμάτων έναντι κάμψεως	120
2.10.3.1 Γεωμετρικοί περιορισμοί	120
2.10.3.2 Διαστασιολόγηση σε κάμψη	120
2.10.4 Εγκάρσιος οπλισμός δοκών	127
2.10.4.1 Τέμνουσες σχεδιασμού V_{Ed}	127
2.10.4.2 Έλεγχος αντοχής σε διάτμηση	131
2.10.4.3 Αποτελέσματα από τη διαστασιολόγηση σε διάτμηση των δοκών των δύο φορέων	134
2.10.5 Εγκάρσιος οπλισμός υποστυλωμάτων	138
2.10.5.1 Τέμνουσες σχεδιασμού V_{Ed}	138
2.10.5.2 Έλεγχος των απαιτήσεων για την εξασφάλιση πλαστιμότητας (αναφορικά με τους εγκάρσιους οπλισμούς των υποστυλωμάτων)	141
2.10.5.3 Έλεγχος περίσφιξης σκυροδέματος στις κρίσιμες περιοχές των υποστυλωμάτων	144
2.10.5.4 Έλεγχος αντοχής σε διάτμηση	146
2.10.5.5 Εγκάρσιος οπλισμός των υπολοίπων υποστυλωμάτων των δύο φορέων	148
2.10.6 Διαστασιολόγηση των κόμβων δοκών – υποστυλωμάτων	154
2.10.6.1 Τέμνουσες σχεδιασμού των κόμβων	154
2.10.6.2 Έλεγχος διατμητικής αντοχής κόμβων	156
2.10.7 Διαστασιολόγηση των τοιχωμάτων	165
2.10.7.1 Ροπές σχεδιασμού (M_{Ed}) των τοιχωμάτων	165
2.10.7.2 Διαμήκεις οπλισμοί και οπλισμοί περίσφιξης των άκρων των τοιχωμάτων	168
2.10.7.3 Τέμνουσες σχεδιασμού (V_{Ed}) των τοιχωμάτων	177
2.10.7.4 Διαστασιολόγηση τοιχωμάτων έναντι διατμήσεως	179
2.10.7.5 Αποτελέσματα από τη διαστασιολόγηση σε διάτμηση των τοιχωμάτων του φορέα Dual 2.	188
2.11 Έλεγχοι έναντι των οριακών καταστάσεων λειτουργικότητας	191
2.11.1 Έλεγχος περιορισμού των τάσεων	191
2.11.2 Έλεγχος περιορισμού της ρηγμάτωσης του σκυροδέματος	192
2.11.3 Έλεγχος περιορισμού των παραμορφώσεων	194
2.12 Κατασκευαστική διαμόρφωση	197
2.12.1 Αγκυρώσεις οπλισμών	197
2.12.1.1 Αγκυρώσεις διαμήκων οπλισμών δοκών	197
2.12.1.2 Αγκυρώσεις διαμήκων οπλισμών υποστυλωμάτων	204
2.12.1.3 Αγκυρώσεις διαμήκων οπλισμών τοιχωμάτων	204
2.12.1.4 Αγκυρώσεις εγκάρσιων οπλισμών	205

2.12.2 Παραθέσεις οπλισμών	206
2.12.2.1 Μήκη παράθεσης	206
2.12.2.2 Εγκάρσιος οπλισμός στις θέσεις παράθεσης	208
3. Ανελαστική δυναμική ανάλυση των φορέων	211
3.1 Μέθοδος διακριτοποίησης των φορέων	212
3.2 Επιλογή των μοντέλων μη - γραμμικής δυναμικής ανάλυσης του προγράμματος DRAIN 2000 για τα δομικά στοιχεία των φορέων	215
3.3 Υπολογισμός των παραμέτρων για τα δομικά στοιχεία	218
3.3.1 Αντοχή δομικών στοιχείων	218
3.3.2 Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	221
3.4 Επιλογή των παραμέτρων δυναμικής ανάλυσης	223
3.4.1 Ενεργός μάζα της κατασκευής	223
3.4.2 Συντελεστές απόσβεσης	224
3.4.3 Σεισμική διέγερση	224
3.4.3.1 Επιλογή των επιταχυνσιογραφημάτων	224
3.4.3.2 Ομαλοποίηση των επιταχυνσιογραφημάτων	225
3.5 Αποτελέσματα από την ανελαστική δυναμική ανάλυση	227
3.5.1 Φορέας Dual 1	227
3.5.1.1 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ	227
3.5.1.2 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Α	271
3.5.1.3 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Κ	313
3.5.2 Φορέας Dual 2	355
3.5.2.1 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ	355
3.5.2.2 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Α	439
3.5.2.3 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Κ	531
4. Βαθμονόμηση της διαδικασίας χάραξης της περιβάλλονσας των τεμνονοσών σχεδιασμού	617
4.1 Το πρόβλημα της διαδικασίας χάραξης της περιβάλλονσας των τεμνονοσών σχεδιασμού στα τοιχώματα μικτών συστημάτων.	618
4.2 Επισκόπηση των διατίθέμενων μεθόδων καθορισμού των τεμνονοσών σχεδιασμού τοιχωμάτων μικτών συστημάτων.	625
4.2.1 EAK 2000	625
4.2.2 EC8 (EN 1998-1 : 2004)	627
4.2.3 Paulay & Priestley (1991) και NZS (1995)	633
4.3 Σχολιασμός των αποτελεσμάτων των ανελαστικών δυναμικών αναλύσεων	637
4.3.1 Φορέας Dual 1	637
4.3.1.1 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ	637
4.3.1.2 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Α	640
4.3.1.3 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Κ	643
4.3.2 Φορέας Dual 2	645
4.3.2.1 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ	645
4.3.2.2 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Α	648
4.3.2.3 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Κ	650
4.4 Συμπεράσματα και προτάσεις διόρθωσης της διαδικασίας πρόβλεψης των τεμνονοσών σχεδιασμού τοιχωμάτων	652
5. Συμπεράσματα	657
5.1 Γενικά συμπεράσματα από την παρούσα εργασία	657

5.1.1	Συμπεράσματα αναφορικά με τη διαστασιολόγηση των φορέων με βάση τους σύγχρονους ευρωπαϊκούς κανονισμούς.	657
5.1.2	Συμπεράσματα αναφορικά με τη βαθμονόμηση της διαδικασίας διόρθωσης της περιβάλλουσας των τεμνουσών σχεδιασμού των σύγχρονων κανονισμών.	660
5.2	<i>Προτάσεις για μελλοντική έρευνα.</i>	661
	Βιβλιογραφία	663



Συμβολισμοί

Κεφαλαία Λατινικά

A_c	εμβαδόν διατομής σκυροδέματος
A_{Ed}	σεισμική δράση σχεδιασμού (=γιΑ _{Ek})
A_{Ek}	χαρακτηριστική τιμή της σεισμικής δράσης για προκαθορισμένη περίοδο επαναφοράς του σεισμικού φαινομένου
A_{sh}	συνολικό εμβαδόν οριζοντίων συνδετήρων σε κόμβο δοκών υποστυλωμάτων
A_{st}	εμβαδόν ενός σκέλους του εγκάρσιου οπλισμού
A_{sv}	συνολικό εμβαδόν του κατακόρυφου οπλισμού κορμού τοιχώματος
$A_{sv,i}$	συνολικό εμβαδόν κατακόρυφων ράβδων υποστυλώματος που βρίσκονται (σε μία διεύθυνση) μεταξύ ακραίων ράβδων εντός του κόμβου δοκού υποστυλώματος
A_w	εμβαδόν διατομής τοιχώματος
ΣA_{si}	συνολικό εμβαδόν κεκλιμένων ράβδων (προς όλες τις διευθύνσεις) σε τοίχωμα οπλισμένο με τέτοιες ράβδους έναντι διατμητικής ολίσθησης.
ΣA_{sj}	συνολικό εμβαδόν κατακόρυφων ράβδων κορμού ενός τοιχώματος και των πρόσθετων ράβδων που τοποθετούνται στις ακραίες περιοχές αυτού ειδικά για την αντιμετώπιση του κινδύνου της διατμητικής ολίσθησης
E_d	δράση σχεδιασμού
E_{cm}	μέση τιμή του επιβατικού μέτρου ελαστικότητας σκυροδέματος
E_s	μέτρο ελαστικότητας χάλυβα
F_i	σεισμικό φορτίο ορόφου I
F_b	τέμνουσα βάσης
$F_{V,Ed}$	συνολικό κατακόρυφο φορτίο δομήματος
H	ύψος κτιρίου, μετρημένο είτε από τη θεμελίωση, είτε από την οροφή πρακτικά απαραμόρφωτου ορόφου
I_c	ροιπή αδράνειας (θεωρώντας αρηγμάτωτη διατομή) του/των δομικών στοιχείων που θεωρούνται πως αντιστέκονται στη οριζόντια μεταθετότητα ενός φορέα
I_g	ροιπή αδράνειας πλήρους διατομής σκυροδέματος
I_{ef}	ροιπή αδράνειας ρηγματωμένης διατομής σκυροδέματος
L	συνολικό ύψος δομήματος μετρούμενο από την υποτιθέμενη πάκτωση
L_{max}, L_{min}	μέγιστη και ελάχιστη διάσταση κάτοψης κτιρίου
M'_{Ed}	ροιπή σε τοίχωμα όπως προέκυψε από την ανάλυση για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων
M_{Ed}	ροιπή σχεδιασμού τοιχώματος
$M_{i,d}$	ροιπή στο άκρο δοκού ή υποστυλώματος για τον υπολογισμό της ικανοτικής τέμνουσας σχεδιασμού
$M_{Rb,i}$	τιμή σχεδιασμού της ροιπής αντοχής στο άκρο ι δοκού
ΣM_{Rb}	άθροισμα των ροιπών αντοχής των δοκών που συμβάλλουν σε ένα κόμβο δοκού υποστυλώματος, κατά τη φορά που ενεργοποιούνται από την αντίστοιχη σεισμική δράση

$M_{Rc,i}$	τιμή σχεδιασμού της ροπής αντοχής στο άκρο ι υποστυλώματος
ΣM_{Rc}	άθροισμα των ροπών αντοχής των υποστυλώματων που συμβάλλουν σε ένα κόμβο δοκού υποστυλώματος, κατά τη φορά που ενεργοποιούνται από την αντίστοιχη σεισμική δράση
M_y	ροπή διαρροής δομικού στοιχείου
N_{Ed}	αξονικό φορτίο από την ανάλυση για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων
N_{SPT}	αριθμός κτύπων της δοκιμής τυπικής διείσδυσης
P_{NCR}	πιθανότητα εκδήλωσης, του σεισμού που συνδέεται με την απαίτηση αποφυγής κατάρρευσης σε 50 χρόνια
P_{tot}	συνολική αξονική δύναμη των κατακορύφων στοιχείων ενός ορόφου υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων
Q	μεταβλητή δράση
R_d	τιμή σχεδιασμού της αντοχής
$S_e(T)$	φασματική επιτάχυνση ελαστικού φάσματος. Για περίοδο $T=0$ η φασματική επιτάχυνση αυτού του φάσματος, ισούται με την επιτάχυνση σχεδιασμού σε έδαφος κατηγορίας A, πολλαπλασιασμένης με το συντελεστή S ο οποίος περιγράφει την επιρροή του είδους του εδάφους τιμή φασματικής επιτάχυνσης σχεδιασμού (για ελαστική ανάλυση)
$S_d(T)$	συντελεστής επιρροής του είδους του εδάφους
S	ιδιοπερίοδος ταλάντωσης ενός ελαστικού μονοβάθμιου ταλαντωτή
T	χαρακτηριστική περίοδος η οποία καθορίζει το άκρο της περιοχής σταθερής επιτάχυνσης του ελαστικού φάσματος (corner period)
T_c	περίοδος επαναφοράς της σεισμικής δράσης που συνδέεται με την απαίτηση αποφυγής κατάρρευσης
T_{NCR}	θεμελιώδης περίοδος ταλάντωσης κτιρίου
T_1	τέμνουσα σε τοίχωμα όπως προέκυψε από την ανάλυση για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων
V'_{Ed}	αντοχή λόγω δράσης βλήτρου των κατακορύφων ράβδων τοιχώματος
V_{dd}	τέμνουσες σε τοίχωμα που προέκυψαν από την εφαρμογή της ισοδύναμης στατικής ανάλυσης
$V_{d,dyn}$	τέμνουσες σε τοίχωμα που προέκυψαν από την εφαρμογή της δυναμικής φασματικής ανάλυσης
$V_{d,cd}$	ικανοτικές τέμνουσες σχεδιασμού τοιχώματος
V_{Ed}	τέμνουσα σχεδιασμού τοιχώματος
$V_{Ed,max}$	μέγιστη τιμή της ικανοτικής τέμνουσας που δρα στο άκρο δοκού
$V_{Ed,min}$	ελάχιστη τιμή της ικανοτικής τέμνουσας που δρα στο άκρο δοκού
V_{fd}	συμβολή της τριβής στην αντοχή τοιχώματος έναντι διατμητικής ολίσθησης
V_{id}	συμβολή των κεκλιμένων ράβδων στην αντοχή τοιχώματος έναντι διατμητικής ολίσθησης
V_{Rd}	αντοχή τοιχωμάτος έναντι διαγώνιου ελκυσμού, τη χρονική στιγμή ανάπτυξης της μέγιστης τέμνουσας κατά την ανελαστική δυναμική ανάλυση με το πρόγραμμα DRAIN 2000.
$V_{Rd,c}$	αντοχή σχεδιασμού δομικών στοιχείων τα οποία δεν διαθέτουν οπλισμό διάτμησης
$V_{Rd,S}$	αντοχή σχεδιασμού έναντι διατμητικής ολίσθησης
$V_{Rd,max}$	αντοχή δομικού στοιχείου έναντι συντριβής των θλιβόμενων διαγωνίων σκυροδέματος
V_{tot}	συνολική τέμνουσα δύναμη των κατακορύφων στοιχείων ενός ορόφου υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων
V_{jhd}	οριζόντια τέμνουσα σχεδιασμού σε κόμβο δοκού υποστυλώματος

W_i φορτία ορόφου ή για τον υπολογισμό της θεμελιώδους ιδιοπεριόδου κατά τη μέθοδο Rayleigh.

Πεζά Λατινικά

a_{gR}	μέγιστη σεισμική επιτάχυνση εδάφους κατηγορίας A
a_g	σεισμική επιτάχυνση σχεδιασμού εδάφους κατηγορίας A
a_l	μήκος μετατόπισης της περιβάλλουσας του διαγράμματος ροπών εξαιτίας της επίδρασης των τεμνουσών δυνάμεων
b	πλάτος νεύρωσης δοκού
b_c	διάσταση διατομής υποστυλώματος
b_{eff}	τιμή του συνεργαζόμενου πλάτους δοκού
b_i	απόσταση μεταξύ διαδοχικών ράβδων υποστυλώματος που συγκρατούνται από συνδετήρα ή εγκάρσιο σύνδεσμο
b_o	πλάτος περισφιγμένου πυρήνα σκυροδέματος σε υποστύλωμα ή σε ακραία περιοχή τοιχώματος
b_w	πλάτος περισφιγμένου τμήματος σε διατομή τοιχώματος ή και πλάτος νεύρωσης σε δοκό
b_{wo}	πλάτος κορμού τοιχώματος
C_{nom}	ονομαστική επικάλυψη σκυροδέματος
C_{min}	ελάχιστη τιμή επικάλυψης σκυροδέματος
c_u	αστράγγιστη συνοχή
d	μετακίνηση ή στατικό ύψος διατομής
d_{bL}	διάμετρος διαμήκους ράβδου
d_{bw}	διάμετρος συνδετήρα
d_r	τιμή σχεδιασμού της σχετικής μετακίνησης ορόφου
e_a	τυχηματική εκκεντρότητα της μάζας τυχόντος ορόφου
f_{bd}	τιμή σχεδιασμού της τάσης συνάφειας σκυροδέματος
f_{cd}	τιμή σχεδιασμού της θλιπτικής αντοχής σκυροδέματος
f_{ctd}	τιμή σχεδιασμού της εφελκυστικής αντοχής σκυροδέματος
f_{ck}	χαρακτηριστική αντοχή κυλίνδρου του σκυροδέματος
$f_{ck,cube}$	χαρακτηριστική αντοχή κύβου του σκυροδέματος
f_{cm}	μέση θλιπτική αντοχή σκυροδέματος
f_{ctm}	μέση τιμή της εφελκυστικής αντοχής του σκυροδέματος
$f_{ctk0.05}$	χαρακτηριστική εφελκυστική αντοχή σκυροδέματος για ποσοστημόριο αστοχίας 5%.
$f_{ctk0.95}$	χαρακτηριστική εφελκυστική αντοχή σκυροδέματος για ποσοστημόριο αστοχίας 95%.
f_{yk}	χαρακτηριστική αντοχή χάλυβα
f_{yd}	αντοχή σχεδιασμού χάλυβα
$f_{yd,h}$	αντοχή σχεδιασμού των οριζοντίων οπλισμών κορμού τοιχώματος
$f_{yd,v}$	αντοχή σχεδιασμού των κατακορύφων οπλισμών κορμού τοιχώματος
f_{yld}	αντοχή σχεδιασμού των διαμήκων οπλισμών
f_{ywd}	αντοχή σχεδιασμού των εγκαρσίων οπλισμών
g	επιτάχυνση της βαρύτητας
h	ύψος ορόφου ή ύψος διατομής
h_c	διάσταση διατομής υποστυλώματος παράλληλη στη διεύθυνση που μας απασχολεί

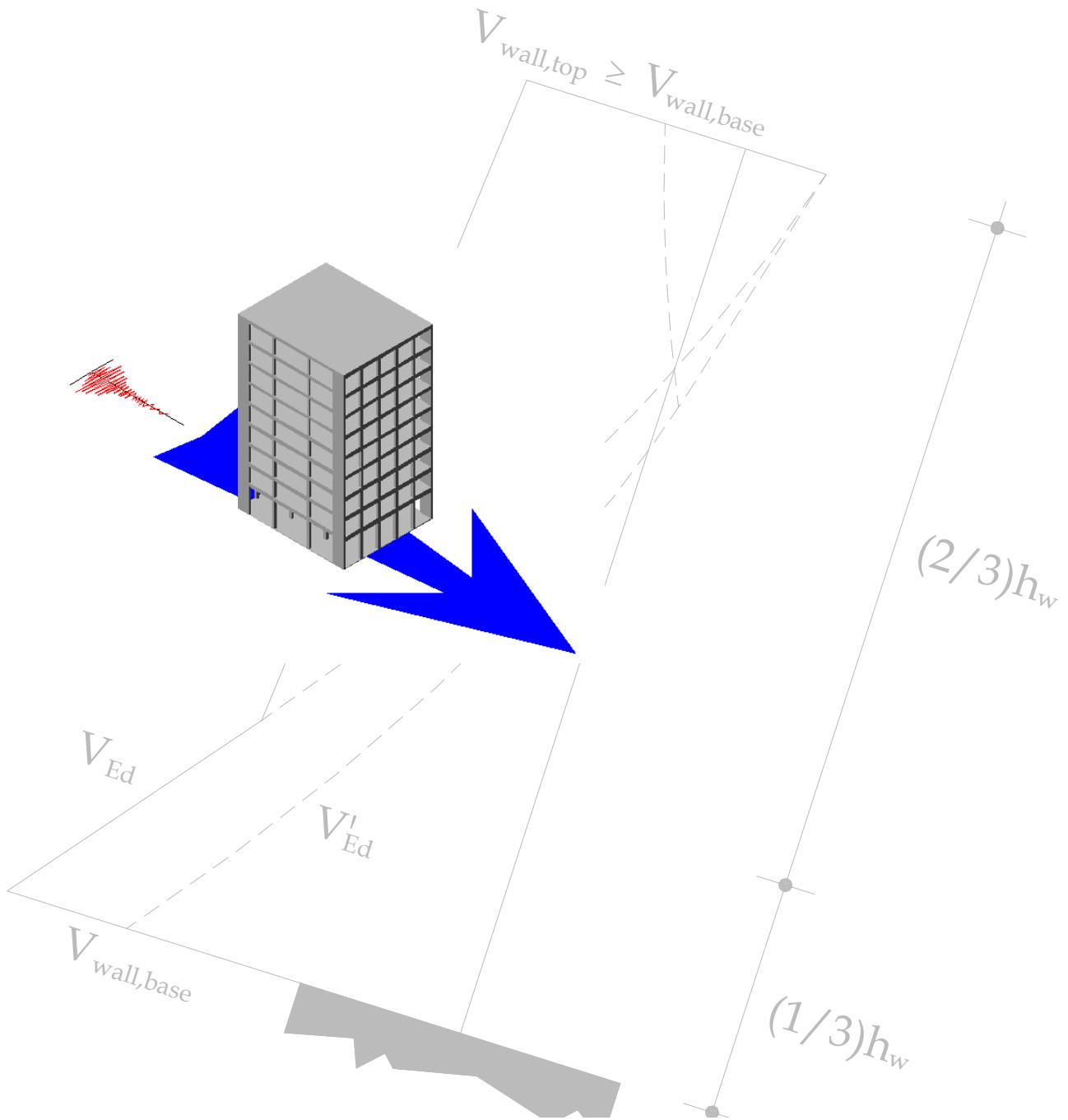
h_{cr}	το ύψος της εφελκυόμενης ζώνης σε μία διατομή, ακριβώς πριν από την εκδήλωση της ρηγμάτωσης
h_f	ύψος πλάκας
h_{jc}	απόσταση μεταξύ των εξωτερικών στρώσεων των οπλισμών υποστυλώματος
h_o	διάσταση περισφιγμένου πυρήνα υποστυλώματος (μετρημένη από το κέντρο του συνδετήρα)
h_s	καθαρό ύψος ορόφου
h_w	ύψος τοιχώματος ή ύψος διατομής δοκού
k_D	συντελεστής εξαρτώμενος από το επίπεδο πλαστιμότητας, για τον υπολογισμό του απαιτούμενου μήκους αγκύρωσης διαμήκους ράβδου δοκού μέσα σε κόμβο δοκού υποστυλώματος, ο οποίος ισούται με 1 για DCH και με 2/3 για DCM
k_w	συντελεστής ο οποίος αντικατοπτρίζει την αναμενόμενη προέχουσα μορφή αστοχίας σε συστήματα με τοιχώματα
$l_{b,rqd}$	βασικό μήκος αγκύρωσης
l_{bd}	μήκος αγκύρωσης σχεδιασμού
l_{cl}	καθαρό μήκος δοκού ή υποστυλώματος
l_{cr}	μήκος κρίσιμης περιοχής
l_o	ισοδύναμο μήκος λυγισμού υποστυλώματος ή μήκος παράθεσης οπλισμών μάζα ορόφου i
n	αριθμός ορόφων κτιρίου πάνω από τη θεμελίωση ή την οροφή πρακτικά απαραμόρφωτου ορόφου. Επίσης συμβολίζεται έτσι και ο συνολικός αριθμός των περιμετρικών οπλισμών υποστυλώματος οι οποίοι συγκρατούνται από συνδετήρες ή/και εγκάρσιους συνδέσμους
n_s	αριθμός ορόφων κτιρίου πάνω από τη θεμελίωση ή την οροφή πρακτικά απαραμόρφωτου ορόφου
q	δείκτης συμπεριφοράς
q_d	δείκτης συμπεριφοράς ο οποίος χρησιμοποιείται στον υπολογισμό των μετακινήσεων
q_0	βασική τιμή του δείκτη συμπεριφοράς
s	απόσταση εγκαρσίων οπλισμών
$v_{s,30}$	μέση τιμή της ταχύτητας διάδοσης των S κυμάτων στο ανώτερο στρώμα εδάφους πάχους 30m σε διατμητική παραμόρφωση της τάξεως του 10^{-3}
v_1	συντελεστής μείωσης της αντοχής του σκυροδέματος εξ' αιτίας της ρηγμάτωσής του από τη διάτμηση
x_u	ύψος ουδέτερου άξονα
w_{max}	μέγιστη αποδεκτή τιμή του εύρους ρωγμής σκυροδέματος
z	μοχλοβραχίονας εσωτερικών δυνάμεων διατομής
z_i	απόσταση μάζας m_i από τη στάθμη εφαρμογής της σεισμικής δράσης

Πεζά Ελληνικά

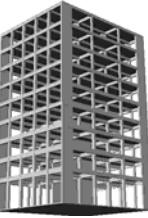
α	λόγος της επιτάχυνσης σχεδιασμού του εδάφους προς την επιτάχυνση της βαρύτητας ή συντελεστής αποδοτικότητας της περίσφιξης ή η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του οπλισμού διάτμησης και του άξονα του δομικού στοιχείου
α_{cc}	συντελεστής ο οποίος λαμβάνει υπόψη τη μείωση της θλιπτικής αντοχής που οφείλεται στη μακροχρόνια δράση των φορτίων

α_{ct}	συντελεστής ο οποίος λαμβάνει υπόψη τη μείωση της εφελκυστικής αντοχής που οφείλεται στη μακροχρόνια δράση των φορτίων
α_{cw}	συντελεστής ο οποίος λαμβάνει υπόψη τη κατανομή των τάσεων στη θλιβόμενη ζώνη του σκυροδέματος
α_s	λόγος διατμήσεως σε τοίχωμα
α_l	τιμή με την οποία θα πρέπει να πολλαπλασιασθούν τα οριζόντια σεισμικά φορτία έτσι ώστε να σχηματισθεί η πρώτη πλαστική άρθρωση στο σύστημα
α_u	τιμή με την οποία θα πρέπει να πολλαπλασιασθούν τα οριζόντια σεισμικά φορτία έτσι ώστε να δημιουργηθεί μηχανισμός κατάρρευσης
β	κάτω όριο του φάσματος σχεδιασμού των οριζοντίων συνιστώσων του σεισμού
γ_l	συντελεστής σπουδαιότητας
γ_c	συντελεστής ασφαλείας σκυροδέματος
γ_{Rd}	συντελεστής υπεραντοχής για τον υπολογισμό των τιμών σχεδιασμού των αντιστάσεων των δομικών στοιχείων
γ_s	συντελεστής ασφαλείας χάλυβα
δ	συντελεστής με τον οποίο μπορεί να ληφθεί προσεγγιστικά υπόψη η επιρροή της τυχηματικής εκκεντρότητας
ε_{c2}	παραμόρφωση σκυροδέματος τη στιγμή ανάπτυξης της μέγιστης θλιπτικής αντοχής σχεδιασμού f_{cd} του σκυροδέματος
ε_{cu2}	οριακή παραμόρφωση αστοχίας απερίσφικτου σκυροδέματος
$\varepsilon_{cu2,c}$	οριακή παραμόρφωση αστοχίας περισφιγμένου σκυροδέματος
$\varepsilon_{su,k}$	χαρακτηριστική τιμή της οριακής παραμόρφωσης του χάλυβα
$\varepsilon_{sy,d}$	τιμή σχεδιασμού της παραμόρφωσης διαρροής του χάλυβα
ζ	λόγος $V_{Ed,min}/V_{Ed,max}$ της ελάχιστης προς τη μέγιστη τιμή των τεμνουσών που δρουν στο άκρο μίας δοκού
η	διορθωτικός συντελεστής απόσβεσης ή μειωτικός συντελεστής της θλιπτικής αντοχής σκυροδέματος εξαιτίας της επίδρασης εγκάρσιων εφελκυστικών τάσεων
θ	δείκτης σχετικής μεταθετότητας ή δείκτης ευαισθησίας πλευρικής παραμόρφωσης ή η γωνία μεταξύ των θλιβόμενων διαγωνίων του σκυροδέματος και του άξονα του δομικού στοιχείου
λ	συντελεστής διόρθωσης για τον υπολογισμό των σεισμικών φορτίων κατά την εφαρμογή της απλοποιημένης φασματικής ανάλυσης ή λυγηρότητα δομικού στοιχείου
λ_{lim}	οριακή τιμή λυγηρότητας υποστυλώματος
μ_f	συντελεστής τριβής μεταξύ επιφανειών σκυροδέματος υπό την επίδραση ανακυκλιζόμενης φόρτισης
μ_ϕ	δείκτης πλαστιμότητας καμπυλοτήτων
μ_δ	δείκτης πλαστιμότητας μετακινήσεων
μ_{Ed}	ανηγμένη ροπή εξαιτίας του σεισμικού συνδυασμού δράσεων
v	μειωτικός συντελεστής ο οποίος λαμβάνει υπόψη το γεγονός της μικρότερης περιόδου επαναφοράς του σεισμικού φατνομένου που συνδέεται με την απαίτηση περιορισμού των βλαβών
v_{Ed}	ανηγμένο αξονικό φορτίο εξαιτίας του σεισμικού συνδυασμού δράσεων
ξ	ποσοστό ιξώδους απόσβεσης ή ανηγμένο (στο ύψος της διατομής) ύψος ουδέτερου άξονα
ρ	γεωμετρικό ποσοστό εφελκυόμενου οπλισμού
ρ'	γεωμετρικό ποσοστό θλιβόμενου οπλισμού στις δοκούς
ρ_h	γεωμετρικό ποσοστό οριζοντίων ράβδων κορμού τοιχώματος
ρ_i	γεωμετρικό ποσοστό διαμήκων ράβδων

ρ_{\max}	μέγιστο επιτρεπόμενο γεωμετρικό ποσοστό εφελκυόμενου οπλισμού στις κρίσιμες περιοχές δοκών
ρ_v	γεωμετρικό ποσοστό κατακορύφων ράβδων κορμού τοιχώματος
ρ_w	γεωμετρικό ποσοστό οπλισμού διάτμησης
φ_y	καμπυλότητα διαρροής, δηλαδή η καμπυλότητα που αντιστοιχεί στο σημείο έναρξης του μετελαστικού κλάδου ενός γραμμικοποιημένου διαγράμματος ροπών - καμπυλοτήτων.
φ_{ef}	ενεργός συντελεστής ερπυσμού
$\psi_{2,i}$	συντελεστής συνδυασμού δράσεων για τον οιονεί - μόνιμο συνδυασμό δράσεων
$\psi_{E,i}$	συντελεστής συνδυασμού της i μεταβλητής δράσης κατά τον υπολογισμό της επιφροής της σεισμικής δράσης σχεδιασμού
ω_v	μηχανικό ποσοστό κατακορύφων ράβδων κορμού τοιχώματος
ω_{wd}	μηχανικό ογκομετρικό ποσοστό του οπλισμού περίσφιξης

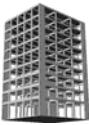


Κεφάλαιο 1



Eισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται σύντομα η θέση του προβλήματος που θα μας απασχολήσει στην έρευνα αυτή καθώς και οι στόχοι και η διάρθρωση της παρούσας εργασίας.



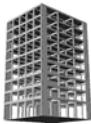
1.1 Θέση του προβλήματος

Σύμφωνα με τη βασική φιλοσοφία σχεδιασμού κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα έναντι του σεισμού επιδιώκεται για αυτές, σε περιπτώσεις πολύ ισχυρών σεισμικών διεγέρσεων, η ιεραρχημένη αστοχία των δομικών τους στοιχείων κατά τρόπο που αφενός να εξασφαλίζει την απόδειξη της σεισμικής ενέργειας μέσα από καμπτικούς και όχι από διατμητικούς ή ολισθητικούς μηχανισμούς διαρροής και αφετέρου να ελαχιστοποιεί την πιθανότητα κατάρρευσης του δομήματος, διαδικασία γνωστή ως ικανοτικός σχεδιασμός ενός έργου.

Στη περίπτωση κατασκευών που αποτελούνται τόσο από πλαίσια όσο από τοιχώματα οπλισμένου σκυροδέματος (μικτά συστήματα), η σωστή διαστασιολόγηση των τελευταίων αποτελεί σημείο κλειδί για ένα επιτυχημένο ικανοτικό σχεδιασμό. Αυτό θεωρούμε πως εξασφαλίζεται αν η διαστασιολόγησή τους γίνει με τρόπο που αφενός να επιτρέπει την καμπτική διαρροή (πλαστική άρθρωση) μόνο στη βάση τους και αφετέρου να αποκλείει την πιθανότητα η αντοχή σε διάτμηση να υπολείπεται της αντίστοιχης καμπτικής. Γίνεται έτσι σαφές πως για να αποφευχθεί το τελευταίο απαιτείται σωστή πρόβλεψη των μεγίστων τεμνουσών δυνάμεων που αναμένεται να καταπονήσουν ένα τοίχωμα κατά τη διάρκεια μίας ισχυρής σεισμικής διέγερσης.

Ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις μικτών συστημάτων έχουν δείξει καθαρά ότι οι τέμνουσες που αναμένεται να αναπτυχθούν στα τοιχώματα είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές που προκύπτουν από μία ελαστική ανάλυση, είτε ισοδύναμη στατική (ψευδοστατική) είτε δυναμική φασματική. Μάλιστα οι μέγιστες τιμές αυτών εξαρτώνται όχι μόνο από την ανάπτυξη της καμπτικής υπεραντοχής στη θέση πλαστικής άρθρωσης, δηλαδή στη βάση του τοιχώματος (όπως θεωρούμε ότι συμβαίνει για τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία, δοκούς και υποστυλώματα), αλλά και από την επιρροή ανώτερων ιδιομορφών στην ανελαστική περιοχή συμπεριφοράς της κατασκευής.

Γίνεται έτσι προφανές ότι το πρόβλημα καθορισμού των τεμνουσών σχεδιασμού των τοιχωμάτων είναι όχι μόνο περισσότερο περίπλοκο αλλά συγχρόνως και περισσότερο κρίσιμο σε σύγκριση με το αντίστοιχο πρόβλημα για τις δοκούς ή τα υποστυλώματα (ειδικά για τα τελευταία όπου οι απαιτήσεις για τη περίσφιξη του σκυροδέματος υπερκαλύπτουν, για τις περισσότερες των περιπτώσεων, την απαιτούμενη διατμητική αντοχή). Αυτό γίνεται φανερό (όπως θα δούμε στο κεφάλαιο 4) ακόμη και από τον τρόπο που αντιμετωπίζεται το θέμα αυτό από τους σύγχρονους κανονισμούς.

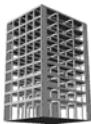


1.2 Στόχοι της παρούσας εργασίας

Σύμφωνα με τα παραπάνω καθίσταται σαφές πως η ανελαστική δυναμική ανάλυση μικτών συστημάτων αποτελεί μονόδρομο για την εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με το θέμα του υπολογισμού των τεμνουσών σχεδιασμού ψηλών τοιχωμάτων. Προς τούτο επιλέχθηκαν δύο τυπικοί εννιαδροφοί φορείς με δύο διαφορετικές διατάξεις τοιχωμάτων. Ο αριθμός των ορόφων (ή ισοδύναμα το ύψος του κτιρίου) επιλέχθηκε κατά τρόπο ώστε να θεωρηθεί εξασφαλισμένη η συμβολή κάποιων ανώτερων ιδιομορφών ταλάντωσης. Δοθέντος ότι απαραίτητη προϋπόθεση για τη διεξαγωγή μίας ανελαστικής δυναμικής ανάλυσης είναι να έχει προηγηθεί η διαστασιολόγηση των φορέων, επιλέχθηκε ένα μέρος της εργασίας να αφιερωθεί με τρόπο αναλυτικό, στο σκοπό αυτό. Προς τούτο επιστρατεύθηκαν οι τελευταίες εκδόσεις των Ευρωκωδίκων (EC8, EN 1998-1: 2004 Part 1 & EC2, EN 1992-1-1: 2004 Part 1).

Έτσι οι στόχοι της παρούσας εργασίας μπορούν να συνοψισθούν στα εξής:

- Εξουκείωση, μέσω της εφαρμογής στη διαστασιολόγηση των φορέων, με το περιεχόμενο των κανονισμών EC8 και EC2.
- Διερεύνηση του ενδεχομένου υπάρξεως τυχόν «προβληματικών» σημείων στην εφαρμογή των προηγούμενων κανονισμών και υπόδειξή τους.
- Εφαρμογή της ανελαστικής δυναμικής ανάλυσης για τους φορείς αυτούς με τη βοήθεια του προγράμματος DRAIN-2000.
- Αναλυτική παρουσίαση του θεωρητικού υποβάθρου του προβλήματος καθορισμού των τεμνουσών σχεδιασμού ψηλών τοιχωμάτων.
- Κριτική επισκόπηση του τρόπου που αντιμετωπίζεται το πρόβλημα αυτό από τους σύγχρονους κανονισμούς και βαθμονόμησή αυτών μέσω των αποτελεσμάτων των ανελαστικών δυναμικών αναλύσεων.
- Εξαγωγή συμπερασμάτων και προτάσεων διόρθωσης (αν αυτό καταστεί δυνατό) των βαθμονομούμενων μοντέλων.



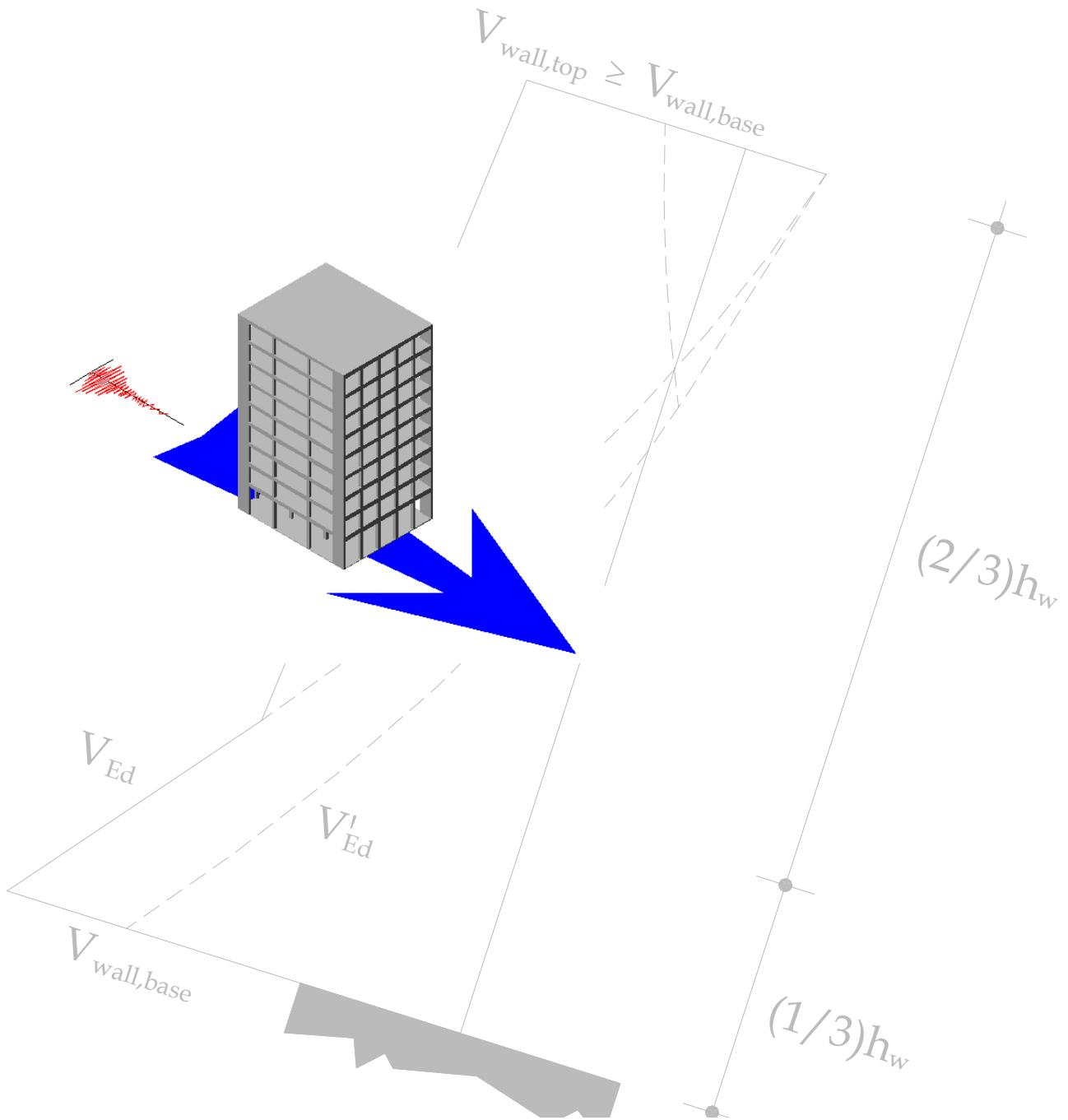
1.3 Διάρθρωση της εργασίας

Η παρούσα εργασία είναι χωρισμένη σε πέντε κεφάλαια:

- Το πρώτο το οποίο αποτελεί την παρούσα εισαγωγή.
- Στο δεύτερο περιγράφεται με όσο το δυνατόν αναλυτικό και διεξοδικό τρόπο ο αντισεισικός σχεδιασμός δύο μικτών φορέων οπλισμένου σκυροδέματος με βάση τις τελευταίες εκδόσεις των κανονισμών EC8 και EC2.
- Στο τρίτο περιγράφονται τα βήματα που απαιτούνται για την εφαρμογή της ανελαστικής δυναμικής ανάλυσης στους παραπάνω φορείς, με τη βοήθεια του προγράμματος DRAIN 2000, ενώ παρατίθενται και τα αντίστοιχα αποτελέσματα των αναλύσεων αυτών.
- Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο του προβλήματος καθορισμού των τεμνουσών σχεδιασμού ψηλών τοιχωμάτων που ανήκουν σε μικτά συστήματα, ερμηνεύονται οι προβλέψεις που περιλαμβάνονται για το θέμα αυτό από τους σύγχρονους κανονισμούς, σχολιάζονται τα αποτελέσματα των

ανελαστικών δυναμικών αναλύσεων του προηγούμενου κεφαλαίου ενώ περιλαμβάνονται και προτάσεις διόρθωσης των διατιθέμενων μεθόδων και μοντέλων.

- Στο τελευταίο κεφάλαιο (πέμπτο) συνοψίζονται τα βασικά συμπεράσματα που προέκυψαν τόσο από τη διαστασιολόγηση στη βάση των κανονισμών EC8 και EC2 όσο από τη βαθμονόμηση των διαδικασιών προσδιορισμού των τεμνουσών σχεδιασμού τοιχωμάτων των σύγχρονων κανονισμών ενώ περιλαμβάνονται και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.



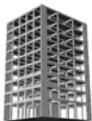
Κεφάλαιο 2

Αντισεισμικός σχεδιασμός μικτών συστημάτων πλαισίων - τοιχωμάτων, από οπλισμένο σκυρόδεμα, σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες.

Το κεφάλαιο αυτό, πραγματεύεται τον πλήρη αντισεισμικό σχεδιασμό δύο μικτών συστημάτων πλαισίων - τοιχωμάτων, από οπλισμένο σκυρόδεμα, σύμφωνα με τη τελευταία «γενιά» των ευρωπαϊκών κανονισμών για τις κατασκευές. Οι Ευρωκώδικες (όπως ονομάζονται αυτοί οι κανονισμοί) οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν για αυτόν τον σχεδιασμό και στους οποίους γίνεται αναφορά στα επόμενα, είναι οι ακόλουθοι:

EN 1990 Ευρωκώδικας (EC)	Βασικές αρχές σχεδιασμού
EN 1991 Ευρωκώδικας 1 (EC1)	Δράσεις επί των κατασκευών
EN 1992 Ευρωκώδικας 2 (EC2)	Σχεδιασμός κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα (EN 1992-1-1 : 2004)
EN 1998 Ευρωκώδικας 8 (EC8)	Αντισεισμικός σχεδιασμός κατασκευών (EN 1998-1 :2004)

Η διαστασιολόγηση που ακολουθεί, προς διευκόλυνση της παρακολούθησης, έχει συνταχθεί κατά διεξοδικό και αναλυτικό τρόπο. Για την ευκολότερη συνοχέτιση του κειμένου που ακολουθεί με το αντίστοιχο των Ευρωκώδικων, υπάρχουν στο δεξιά περιθώριο των σελίδων παραπομπές στις σχετικές παραγράφους των κανονισμών^(*). Επίσης δόθηκε έμφαση και στην ερμηνεία του κάθε βήματος σχεδιασμού, πράγμα απαραίτητο για την κατανόηση της πορείας του αντισεισμικού σχεδιασμού όπως αυτή μορφώνεται μέσα από τα κείμενα των παραπάνω κανονισμών.



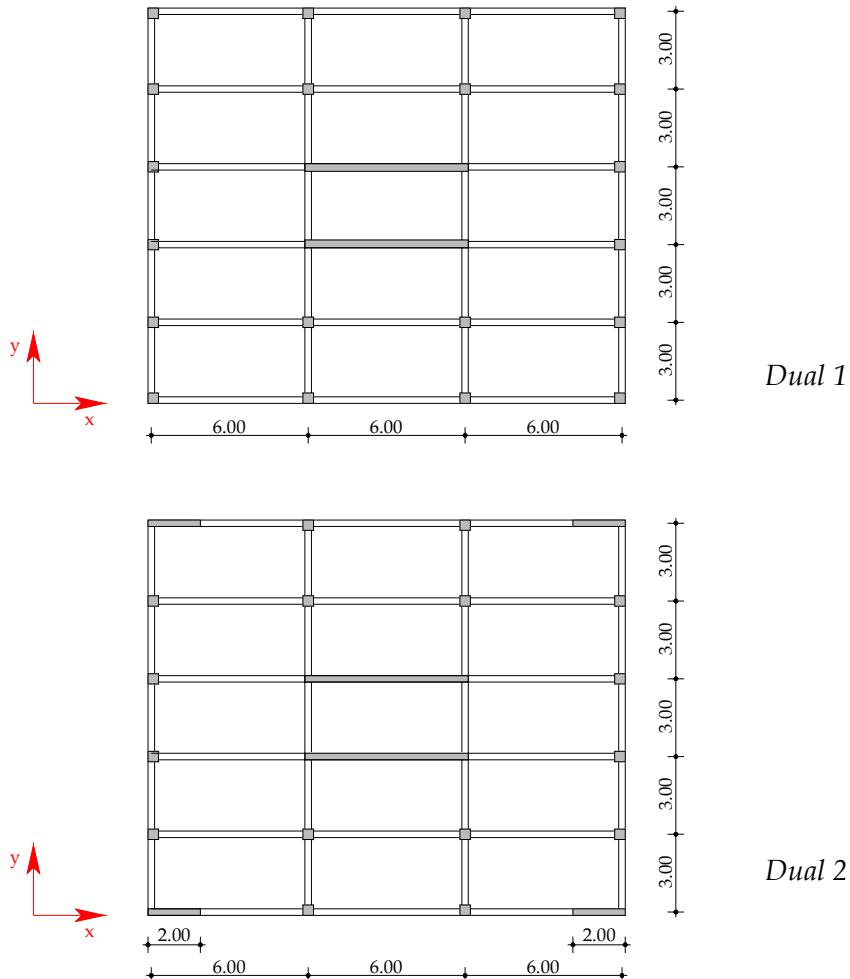
2.1 Παρουσίαση των φορέων

Πρόκειται για δύο εννιαόροφους φορείς με κατόψεις (τυπικών ορόφων) που φαίνονται στο σχήμα 2.1 της επόμενης σελίδας. Τα ύψη των ορόφων είναι και για τους δύο φορείς 3.0m, με εξαίρεση το ύψος των ισογείων το οποίο έχει ληφθεί μεγαλύτερο, στα 4.5m. Και οι δύο φορείς αποτελούνται από 6 πλαίσια ανά διεύθυνση, ωστόσο η ανάλυση η οποία ακολουθεί θα περιορισθεί στη θεώρηση της σεισμικής διέγερσης ως παράλληλης κατά τη διεύθυνση x μόνο. Η ύπαρξη τοιχοποιών έχει ληφθεί υπόψη μόνον αναφορικά με το βάρος τους, το οποίο αυξάνει τα μόνιμα φορτία των κατασκευών ενώ οι φορείς θεωρήθηκαν πως παραμορφώνονται ελεύθερα χωρίς την παρεμβολή των στοιχείων αυτών. Παρόλα αυτά όπου απαιτείται να ληφθεί υπόψη μία ενδεχόμενη παρουσία τοιχοποιών (όπως για παράδειγμα στις κρίσιμες περιοχές των υποστυλωμάτων όπως θα δούμε στα επόμενα) η επιρροή τους θα λαμβάνεται υπόψη ανεξάρτητα από το γεγονός ότι δεν θα έχουν συμπεριληφθεί στην ανάλυση των φορέων.

(*) Στο τμήμα αντό της παρουσίασης θα υπάρχουν όλες οι παραπομπές στα αντίστοιχα άρθρα των κανονισμών για λόγους διευκόλυνσης της μελέτης των κειμένων των αντίστοιχων κανονισμών.

Ο δεύτερος φορέας (ο οποίος στο εξής θα ονομάζεται ως Dual 2) διαφοροποιείται σε σχέση με τον πρώτο (ο οποίος θα ονομάζεται Dual 1), μόνο ως προς την ύπαρξη τεσσάρων τοιχωμάτων πλάτους 2.0m τα οποία έχουν τοποθετηθεί στις άκρες των κατά x όψεων του φορέα (σχήμα 2.1).

Τα υλικά τα οποία επιλέχθηκαν για το σχεδιασμό είναι C20/25 για το σκυρόδεμα και S400 για τον χάλυβα.



Σχήμα 2.1 Κατόψεις τυπικών ορόφων των φορέων Dual 1 και Dual 2.

Στο σχήμα της σελίδας που ακολουθεί (σχήμα 2.2) φαίνονται οι τρισδιάστατες απόψεις των δύο φορέων.

Γενικά, τα κτίρια κατατάσσονται σε τέσσερις κατηγορίες σπουδαιότητας, ανάλογα με τις συνέπειες που θα έχει μία ενδεχόμενη κατάρρευσή τους αναφορικά με την απώλεια ανθρωπίνων ζωών, τις κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις αλλά και την αναγκαιότητά τους κατά τις κρίσιμες ώρες που ακολουθούν ένα σεισμικό φαινόμενο.

Σε κάθε κατηγορία σπουδαιότητας αντιστοιχεί μια τιμή του συντελεστή σπουδαιότητας γι.

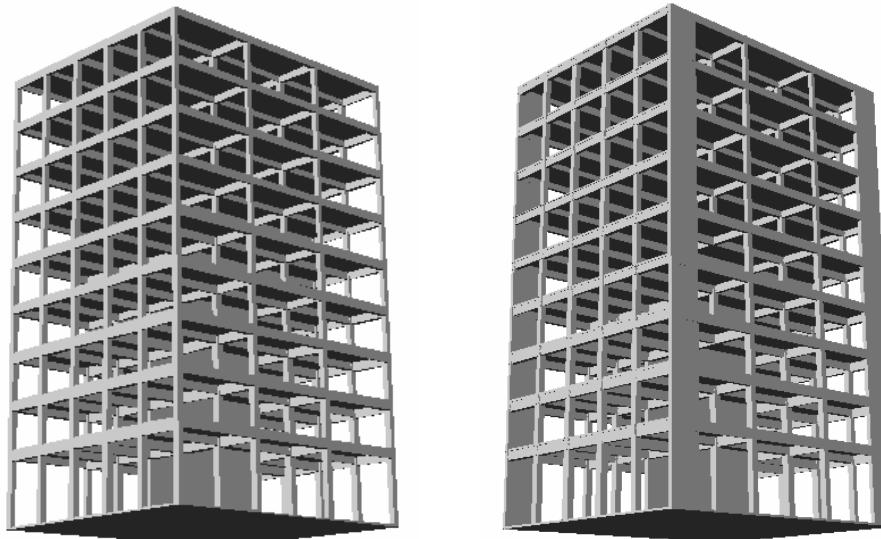
EC8 4.2.5
EC8 4.2.5(1)P

EC8 4.2.5(2)P
EC8 Table 4.3

Οι φορείς που πρόκειται να διαστασιολογηθούν στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θεωρούνται πως ανήκουν στη κατηγορία των συνήθων κτιρίων (Κατηγορία σπουδαιότητας II).

Η τιμή του συντελεστή γι, για την κατηγορία σπουδαιότητας II λαμβάνεται ίση με 1.0 και συνδέεται με ένα σεισμικό φατινόμενο που χαρακτηρίζεται από μία περίοδο επαναφοράς $T_{NCR} = 475$ χρόνια (ή ισοδύναμα με πιθανότητα εμφάνισης $P_{NCR} = 10\%$ σε 50 χρόνια).

EC8 4.2.5(5)P
EC8 4.2.5(3)
EC8 3.2.1(3)
EC8 2.1(1)P



Dual 1

Dual 2

Σχήμα 2.2 Τρισδιάστατες απόψεις των δύο προς μελέτη φορέων. Στο σχήμα φαίνεται καθαρά η διαφοροποίηση του φορέα Dual 2 ως προς την ύπαρξη των τοιχωμάτων στις άκρες των εξωτερικών πλαισίων.

Η ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας στην οποία θεωρείται πως βρίσκονται και τα δύο κτίρια είναι η Ζώνη I.

Η σεισμική επικινδυνότητα εκφράζεται με τη βοήθεια μιας μόνο παραμέτρου, της μέγιστης σεισμικής επιτάχυνσης του εδάφους για κατηγορία εδάφους A, a_{gR} . Η ζητούμενη επιτάχυνση του εδάφους στη Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I, για περίοδο επανάληψης του σεισμού σχεδιασμού $T_{NCR} = 475$ χρόνια (ή ισοδύναμα για πιθανότητα εμφάνισης $P_{NCR} = 10\%$ σε 50 χρόνια) και κατηγορία εδάφους A, είναι ίση με $0.16g$ (όπου g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας $= 9.81 \text{ m/s}^2$).

EC8 3.2.1(2)

EC8 3.2.1(3)
EC8 2.1(1)P

Το έδαφος στο οποίο θεωρούμε πως είναι θεμελιωμένοι οι δύο φορείς είναι κατηγορίας C. Τα εδάφη της κατηγορίας αυτής παρουσιάζουν τα εξής χαρακτηριστικά (με περισσότερο κρίσιμο για την κατάταξή τους το πρώτο):

EC8 3.1.2

- Μέση τιμή της ταχύτητας διάδοσης των S κυμάτων στο ανώτερο στρώμα πάχους 30m σε διατμητική παραμόρφωση της τάξεως του 10^{-5} ή λιγότερο, $v_{s,30} = 180-360 \text{ m/s}$.
- Αριθμός κτύπων στη δοκιμή τυπικής διείσδυσης, $N_{SPT} = 15-50$ κτύποι/30cm.
- Αστράγγιση συνοχής, $c_u = 70-250 \text{ kPa}$.

EC8 Table 3.1
EC8 3.1.2(2)

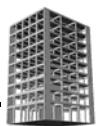
EC8 3.1.2(3)

Τέλος, ανάλογα με τη στάθμη πλαστιμότητας την οποία επιδιώκουμε για το φορέα που σχεδιάζουμε, οι κατασκευές διακρίνονται σε 3 κατηγορίες:

- **Χαμηλής στάθμης πλαστιμότητας (Low Ductility Class, DCL).** Στη κατηγορία αυτήν ανήκουν φορείς που βρίσκονται σε περιοχές με περιορισμένη σεισμικότητα και διαστασιολογούνται αποκλειστικά, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EC2.
- **Μέσης στάθμης πλαστιμότητας (Medium Ductility Class, DCM).**
- **Υψηλής στάθμης πλαστιμότητας (High Ductility Class, DCH).** Τόσο στη κατηγορία αυτή όσο και στην προηγούμενη ανήκουν κτίρια στα οποία ο σχεδιασμός, η διαστασιολόγηση και οι λεπτομέρειες όπλισης υλοποιούνται κατά τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται ο σημαντισμός σταθερών μηχανισμών απόσβεσης σημαντικών ποσοτήτων ενέργειας κατά τη διάρκεια της ανακυκλιζόμενης φόρτισης με ταυτόχρονο αποκλεισμό των ψαθυρών (και συγχρόνως μη πλάστιμων) μορφών αστοχίας: διατμητικών και ολισθητικών.

Οι δύο τελευταίες κατηγορίες διαφοροποιούνται ως προς τον δείκτη συμπεριφοράς q (ο οποίος είναι συνάρτηση της στάθμης πλαστιμότητας που επλέγεται) και ως προς τις απαιτήσεις πλαστιμότητας που θα πρέπει να ικανοποιηθούν σε κάθε είδος δομικού στοιχείου (ως απόρροια της επιλογής του δείκτη συμπεριφοράς).

Για τους φορείς Dual 1 & 2 επιλέχθηκε να γίνει ο σχεδιασμός τους θεωρώντας αυτές ως υψηλής στάθμης πλαστιμότητας κατασκευές (DCH).



2.2 Αρχές αντισεισμικού σχεδιασμού

2.2.1 Θεμελιώδεις απαιτήσεις

Ο αντισεισμικός σχεδιασμός των κατασκευών θα πρέπει να εξασφαλίζει τις ακόλουθες δύο θεμελιώδεις απαιτήσεις:

- **Απαίτηση αποφυγής κατάρρευσης:**
Η κατασκευή θα πρέπει να σχεδιασθεί έτσι ώστε υπό τον σεισμό σχεδιασμού (με περίοδο επαναφοράς $T_{NCR}=475$ χρόνια ή με πιθανότητα εμφάνισης $P_{NCR}=10\%$ στα 50 χρόνια) να αποφεύγεται η κατάρρευση του δομήματος ή τμημάτων του και να εξασφαλίζεται η διατήρηση της ακεραιότητας του, καθώς και η διατήρηση επαρκούς απομένουσας αντοχής μετά τη λήξη της σεισμικής ακολουθίας.
- **Απαίτηση περιορισμού των βλαβών:**
Σε έναν σεισμό με μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης από τον σεισμό σχεδιασμού (με περίοδο επαναφοράς $T_{DLR}=95$ χρόνια ή με πιθανότητα εμφάνισης $P_{DLR}=10\%$ στα 10 χρόνια) η κατασκευή θα πρέπει να ανθίσταται χωρίς βλάβες που συνεπάγονται τον περιορισμό στη χρήση του δομήματος, το κόστος για την επιδιόρθωση των οποίων ενδέχεται να είναι σημαντικά υψηλότερο από το κόστος της κατασκευής αυτής καθ' αυτής.

EC8 5.2.1

EC8 5.2.1(2)P

EC8 3.2.1(4)

EC8 5.2.1(4)P

EC8 5.2.1(5)P

EC8 5.2.2.2

EC8 5.4 - 5.6

EC8 2.1

EC8 2.1(1)P

2.2.2 Κριτήρια σχεδιασμού

Προκειμένου να ικανοποιηθούν οι παραπάνω θεμελιώδεις απαιτήσεις του αντισεισμικού σχεδιασμού, θα πρέπει να ελεγχθούν οι ακόλουθες οριακές καταστάσεις:

Οριακή κατάσταση αστοχίας

Η απαίτηση αποφυγής κατάρρευσης (οριακή κατάσταση αστοχίας) θεωρείται πως ικανοποιείται όταν ικανοποιούνται ταυτόχρονα τα επόμενα:

- Εξασφαλίζεται η απαιτούμενη αντοχή λαμβάνοντας υπόψη την επιρροή των φαινομένων 2nd τάξεως, όπου αυτό απαιτείται.
- Εξασφαλίζεται τοπική (σε επίπεδο δομικών στοιχείων) και καθολική (σε επίπεδο κατασκευής στην ολότητά της) πλαστιμότητα.
- Εξασφαλίζονται οι συνθήκες ισορροπίας του συστήματος κατά τη διάρκεια της σεισμικής διέγερσης, συμπεριλαμβανομένων των ενδεχομένων ανατροπής ή ολισθησης.
- Εξασφαλίζεται η αντοχή των οριζόντιων διαφραγμάτων ώστε να καθίσταται δυνατή η μεταφορά μέσω αυτών, των σεισμικών δράσεων, στα κατακόρυφα στοιχεία του συστήματος παραλαβής των οριζόντιων φορτίων, με τα οποία συνδέονται.
- Εξασφαλίζεται η αντοχή του συστήματος θεμελίωσης του φορέα.
- Εξασφαλίζονται μέτρα προστασίας των κτιρίων από τις δυσμενείς συνέπειες των προσκρούσεων κατά τη διάρκεια του σεισμού, είτε με γειτονικά δομήματα είτε με δομικά ανεξάρτητες μονάδες του ίδιου κτιρίου.

Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας

Θα πρέπει να εξασφαλίζεται ένας ικανοποιητικός βαθμός αξιόπιστης συμπεριφοράς του δομήματος έναντι ανεπιθύμητων βλαβών, μέσω περιορισμού των σχετικών μετακινήσεων των ορόφων (interstorey drift).

Πρόσθετα μέτρα σχεδιασμού

Τέλος προκειμένου να περιορισθούν οι αβεβαιότητες και να εξασφαλισθεί η καλή συμπεριφορά του δομήματος έναντι μιας σεισμικής διέγερσης ισχυρότερης από αυτήν που αντιστοιχεί στον σεισμό σχεδιασμού, θα πρέπει να ληφθούν μια σειρά από πρόσθετα μέτρα, αναφορικά με:

- Τον σχεδιασμό του φορέα.
- Την θεμελίωσή του.
- Την ποιότητα της διαδικασίας σχεδιασμού του.
- Τις αβεβαιότητες που σχετίζονται με την αντοχή των δομικών στοιχείων του φορέα.
- Τις αβεβαιότητες που σχετίζονται με την πλαστιμότητα των δομικών στοιχείων του φορέα.

EC8 2.2

EC8 2.2.1(1)P

EC8 2.2.2 &
EC8 4.4.2

EC8 4.4.2.1(1)P

EC8 4.4.2.2

EC8 4.4.2.3

EC8 4.4.2.4

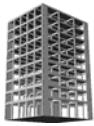
EC8 4.4.2.5

EC8 4.4.2.6
EC8 4.4.2.7EC8 2.2.3 &
EC8 4.4.3

EC8 4.4.3.1

EC8 2.2.4
EC8 2.2.1(2)PEC8 2.2.4.1
EC8 2.2.4.2EC8 2.2.4.3
EC8 5.2.3.7(2)P

EC8 5.2.3.7(3)P



2.3 Υλικά

2.3.1 Σκυρόδεμα

Προκειμένου για κατασκευές υψηλής στάθμης πλαστιμότητας (DCH), δεν επιτρέπεται η χρήση σκυροδέματος ποιότητας κατώτερης του C20/25. Παρατηρούμε συνεπώς πως η χρησιμοποιούμενη ποιότητα είναι η ελάχιστη επιτρεπόμενη.

Δεδομένου ότι τα χαμηλότερης αντοχής σκυροδέματα έχουν μεγαλύτερη πλαστιμότητα, η διάταξη αυτή του κανονισμού μάλλον σχετίζεται με τις απαιτήσεις συνάφειας υπό ανακυκλιζόμενη ένταση και (ενδεχομένως) με την κάλυψη των απαιτήσεων αναφορικά με την ελάχιστη αντοχή των δομικών στοιχείων.

EC8 5.5.1.1(1)P

Παρ.2.1 του παρόντος

2.3.1.1 Απερίσφικτο σκυρόδεμα

Παρακάτω δίνονται τα χαρακτηριστικά στοιχεία για τον τύπο του σκυροδέματος που χρησιμοποιείται:

Χαρακτηριστική αντοχή κυλίνδρου:

$$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$$

(τιμή αντοχής κάτω από την οποία υπάρχει 5% πιθανότητα να βρεθεί η τιμή της αντοχής ενός τυχαίου δοκιμίου)

Χαρακτηριστική αντοχή κύβου:

$$f_{ck,cube} = 25 \text{ MPa}$$

Μέση θλιπτική αντοχή:

$$f_{cm} = 28 \text{ MPa}$$

Μέση εφελκυστική αντοχή σκυροδέματος:

$$(f_{cm} = f_{ck} + 8)$$

$$f_{ctm} = 2.2 \text{ MPa}$$

$$(f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3})$$

$$f_{ctk0.05} = 1.5 \text{ MPa}$$

$$(f_{ctk0.05} = 0.70 \cdot f_{ctm})$$

$$f_{ctk0.95} = 2.9 \text{ MPa}$$

$$(f_{ctk0.95} = 1.30 \cdot f_{ctm})$$

$$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$$

EC2 Table 3.1

Χαρακτηριστική εφελκυστική αντοχή σκυροδέματος για ποσοστημόριο αστοχίας 5%:

Χαρακτηριστική εφελκυστική αντοχή σκυροδέματος για ποσοστημόριο αστοχίας 95%:

Μέση τιμή του επιβατικού μέτρου ελαστικότητας (μεταξύ των τιμών $\sigma_c=0$ και $0.4 \cdot f_{ctm}$):

$$(E_{cm} = 22 \cdot \left[\frac{f_{cm}}{10} \right]^{0.3})$$

f_{cm} σε MPa)

0.2 για αρηγματ.

0 για ρηγματωμ.

O.K.A.: $\gamma_c = 1.5$

O.K.L.: $\gamma_c = 1.0$

$$\alpha_{cc} = 1.0$$

EC2 3.1.3(2)

Λόγος του Poisson (ανάλογα με τη θεώρηση ρηγματωμένου ή μη σκυροδέματος):

Επιμέρους συντελεστές ασφάλειας σκυροδέματος:

EC2 3.1.3(4)

EC2 2.4.2.4(1)

EC8 5.2.4(2)

EC2 2.4.2.4(2)

Συντελεστής που λαμβάνει υπόψη τη μείωση της θλιπτικής αντοχής που οφείλεται στη μακροχρόνια δράση των φορτίων:

EC2 3.1.6(1)P

Συντελεστής που λαμβάνει υπόψη τη μείωση της $\alpha_{ct} = 1.0$
εφελκυστικής αντοχής που οφείλεται στη
μακροχρόνια δράση των φορτίων:

EC2 3.1.6(2)P

Θλιπτική αντοχή σχεδιασμού σκυροδέματος (για την οριακή κατάσταση αστοχίας):

EC2 3.1.6(1)P

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1.0 \cdot \frac{20}{1.5} = 13.33 \text{ MPa}$$

EC2 σχέση 3.15

Εφελκυστική αντοχή σχεδιασμού σκυροδέματος (για την οριακή κατάσταση αστοχίας):

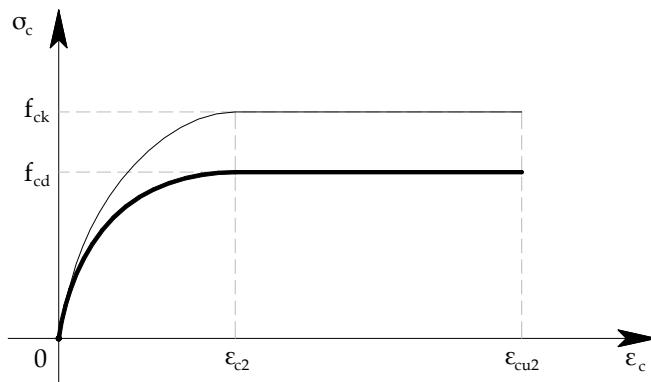
EC2 3.1.6(2)P

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk0.05}}{\gamma_c} = 1.0 \cdot \frac{1.5}{1.5} = 1.0 \text{ MPa}$$

EC2 σχέση 3.16

Σχέση τάσεων παραμορφώσεων ($\sigma_c - \varepsilon_c$) για την διαστασιολόγηση των διατομών (βλ. σχήμα 2.3).

EC2 3.1.7



EC2 figure 3.3

Σχήμα 2.3 Παραβολικό διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων απερίσφικτου σκυροδέματος υπό θλίψη για τη διαστασιολόγηση διατομών οπλισμένου σκυροδέματος.

Η σχέση ($\sigma_c - \varepsilon_c$) για τα 2 τμήματα του παραπάνω διαγράμματος (παραβολικό και ευθύγραμμο αντίστοιχα) δίνεται από τις ακόλουθες σχέσεις:

EC2 3.1.7(1)

$$\begin{cases} \sigma_c = f_{cd} \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{c2}} \right)^n \right], & \text{για } 0 \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_{c2} \\ \sigma_c = f_{cd}, & \text{για } \varepsilon_{c2} \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_{cu2} \end{cases}$$

EC2 σχέση 3.17

EC2 σχέση 3.18

όπου:

ε_{c2} = παραμόρφωση σκυροδέματος τη στιγμή ανάπτυξης της (μέγιστης) θλιπτικής αντοχής σχεδιασμού f_{cd} του σκυροδέματος = 0.2%

EC2 Table 3.1

ε_{cu2} = οριακή παραμόρφωση αστοχίας σκυροδέματος = 0.35%

EC2 Table 3.1

n = 2.0

EC2 Table 3

Συνεπώς:

$$\begin{cases} \sigma_c = 13.33 \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{\varepsilon_c}{2.0} \right)^{2.0} \right] \text{ MPa}, & \text{για } 0 \leq \varepsilon_c \leq 0.2 \% \\ \sigma_c = 13.33 \text{ MPa}, & \text{για } 0.2 \% \leq \varepsilon_c \leq 3.5 \% \end{cases}$$

Τέλος αναφέρουμε πως μία ορθογωνική κατανομή των τάσεων είναι δυνατόν να θεωρηθεί για το σκυρόδεμα, σύμφωνα με το σχήμα 2.4, που χαρακτηρίζεται από τα ακόλουθα:

$$\lambda = 0.8 \text{ και } n = 1.0 \text{ για } f_{ck} = 20 \text{ MPa} < 50$$

ε_{cu3} = οριακή παραμόρφωση σκυροδέματος για

διγραμμική σχέση τάσεων παραμορφώσεων = 0.35 %

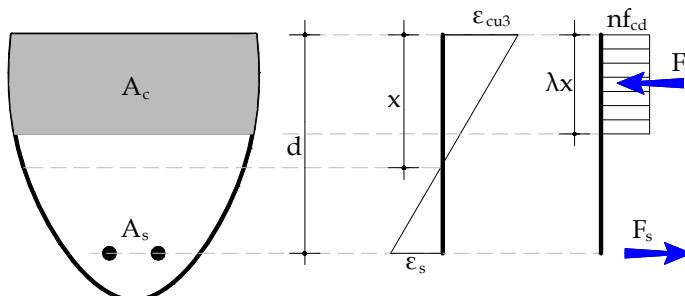
όπου ο συντελεστής λ καθορίζει το ύψος της ορθογωνικής θλιβόμενης ζώνης ενώ ο n την αντοχή σχεδιασμού του σκυροδέματος.

EC2 3.1.7(3)

EC2 σχέση 3.19

EC2 σχέση 3.21

EC2 Table 3.1



EC2 figure 3.5

Σχήμα 2.4 Προσεγγιστική ορθογωνική κατανομή των τάσεων του σκυροδέματος.

2.3.1.2 Περισφιγμένο σκυρόδεμα

EC2 3.1.9

Περισφιγμένο (ή εγκιβωτισμένο) ονομάζεται το σκυρόδεμα στο οποίο λόγω της ύπαρξης εγκάρσιου οπλισμού (κλειστοί συνδετήρες ή σπείρες) εμποδίζεται η πλευρική διόγκωση του μονοαξονικά θλιβόμενου στοιχείου και δημιουργείται τριαξονική επιπόνηση.

Δύο είναι οι επιρροές της περίσφιξης:

EC2 3.1.9(1)

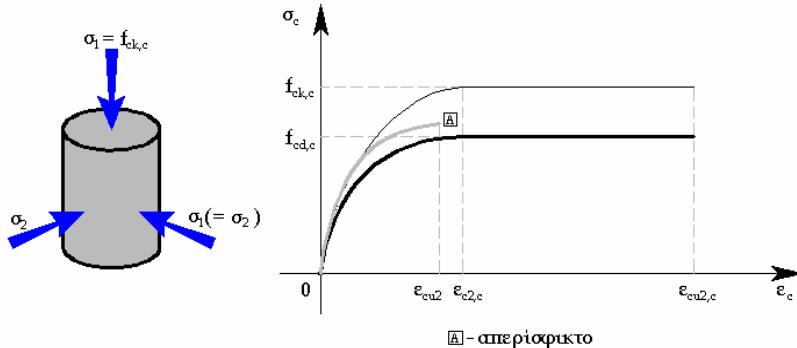
- Αυξάνει την αντοχή του σκυροδέματος (λόγω της δημιουργίας της τριαξονικής θλιπτικής εντατικής κατάστασης) και αναπληρώνει τυχόν απώλειες που δημιουργούνται από την αποφλοίωση όταν οι θλιπτικές παραμορφώσεις ξεπεράσουν το 0.4%.
- Μειώνει τη κλίση του φθίνοντα κλάδου στο διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων και άρα αυξάνει την οριακή (μέγιστη χρήσιμη) παραμόρφωση ε_{cu} , δηλαδή αυξάνει την πλαστιμότητα του σκυροδέματος.

Στην πραγματικότητα η επιρροή της περίσφιξης είναι εντονότερη στη αύξηση της πλαστιμότητας σε σύγκριση με αυτήν της αντοχής του σκυροδέματος.

Το διάγραμμα τάσεων παραμορφώσεων για το περισφιγμένο σκυρόδεμα περιγράφεται από τις ακόλουθες σχέσεις (σχήμα 2.5):

EC2 3.1.9(2)

$f_{ck,c} = f_{ck} \cdot (1.000 + 5.0 \cdot \frac{\sigma_2}{f_{ck}}), \quad \text{για } \sigma_2 \leq 0.05f_{ck}$	EC2 σχέση 3.24
$f_{ck,c} = f_{ck} \cdot (1.125 + 2.5 \cdot \frac{\sigma_2}{f_{ck}}), \quad \text{για } \sigma_2 > 0.05f_{ck}$	EC2 σχέση 3.25
$\varepsilon_{c2,c} = \varepsilon_{c2} \cdot \left(\frac{f_{ck,c}}{f_{ck}} \right)^2$	EC2 σχέση 3.26
$\varepsilon_{cu2,c} = \varepsilon_{cu2} + 0.2 \cdot \frac{\sigma_2}{f_{ck}}$	EC2 σχέση 3.27



Σχήμα 2.5 Διάγραμμα τάσεων παραμορφώσεων για περισφριγμένο σκυρόδεμα.

2.3.2 Χάλυβας

EC2 3.2

Οι κυριότερες απαιτήσεις αντισεισμικότητας για το χάλυβα του οπλισμένου σκυροδέματος είναι οι εξής:

- Η οριακή παραμόρφωση (ε_{su}) του χάλυβα πρέπει να είναι ψηλή ώστε να διασφαλίζεται ικανοποιητική πλαστιμότητα στα αντίστοιχα δομικά στοιχεία. Η απαίτηση αυτή κατά κανόνα ικανοποιείται.
- Το πραγματικό όριο διαρροής (f_y) του χάλυβα δεν πρέπει να ξεπερνά σημαντικά την προδιαγραφόμενη τιμή του, διότι αυξημένη αντοχή οπλισμού ενός στοιχείου σημαίνει δυνατότητα για ανάπτυξη ψηλότερης τέμνουσας από εκείνη που εκτιμήθηκε κατά τον σχεδιασμό. Επίσης, αύξηση της προδιαγραφόμενης αντοχής του οπλισμού σε μία δοκό, σημαίνει ανάπτυξη ροπών μεγαλύτερων από τις αναμενόμενες στα γειτονικά υποστυλώματα, με κίνδυνο να δημιουργηθούν και εκεί πλαστικές αρθρώσεις, πράγμα ανεπιθύμητο σε μια αντισεισμική κατασκευή.
- Η κράτυνση του χάλυβα έχει καταρχήν ευνοϊκή επιρροή στις περιοχές των πλαστικών αρθρώσεων, διότι επιτρέπει την ανάπτυξη ψηλών ροπών και σε διατομές γειτονικές στη κρίσιμη, δημιουργώντας έτοι μεγαλύτερα μήκη ζωνών πλαστικοποίησης, πράγμα θετικό για την κατασκευή. Ωστόσο η κράτυνση δεν πρέπει να αρχίζει πρόωρα (δηλαδή αμέσως μετά τη διαρροή) διότι τότε υπάρχει κίνδυνος να διαταραχθεί η ιεραρχία αντοχών των δομικών στοιχείων που εξασφαλίζει ο ικανοτικός σχεδιασμός καθώς και να δημιουργηθούν πλαστικές αρθρώσεις στα υποστυλώματα.

- Ο χάλυβας σε ένα στοιχείο με απαιτήσεις αντισεισμικότητας πρέπει να είναι σε θέση να συνεργάζεται με το περιβάλλον σκυρόδεμα, ακόμη και στις περιοχές όπου παρουσιάζονται σημαντικές ανακυκλιζόμενες παραμορφώσεις, όπως είναι οι περιοχές των πλαστικών αρθρώσεων.

Σύμφωνα με τον EC2 οι χάλυβες των οπλισμών κατατάσσονται σε 3 κατηγορίες (A,B και C) ανάλογα -κυρίως- με τα παραπάνω χαρακτηριστικά (οριακή παραμόρφωση, πραγματικό όριο διαρροής, κράτυνση). Σύμφωνα με τον EC8, προκειμένου για κατασκευές υψηλής στάθμης πλαστικότητας (DCH), θα πρέπει να εξασφαλίζεται για τις κρίσιμες περιοχές των δομικών στοιχείων, η χρήση χαλύβων που κατατάσσονται στην κατηγορία C.

Η χρησιμοποιούμενη ποιότητα χάλυβα (S400) θεωρούμε πως ικανοποιεί όλες τις προηγούμενες απαιτήσεις.

Παρακάτω δίνονται ορισμένα χαρακτηριστικά στοιχεία για την ποιότητα του χάλυβα που χρησιμοποιείται:

Χαρακτηριστική αντοχή χάλυβα:

$$f_{yk} = 400 \text{ MPa}$$

Επιμέρους συντελεστές ασφάλειας χάλυβα:

$$\text{Ο.Κ.Α.: } \gamma_s = 1.15$$

$$\text{Ο.Κ.Λ.: } \gamma_s = 1.0$$

Μέτρο ελαστικότητας χάλυβα:

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

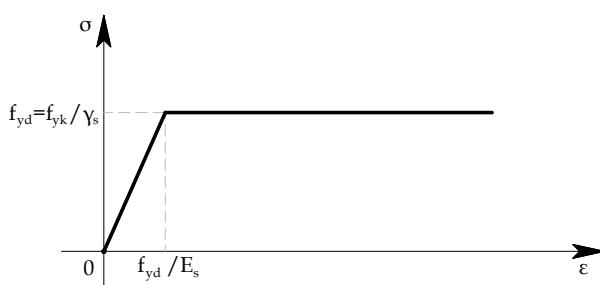
Πυκνότητα χάλυβα:

$$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$$

Αντοχή σχεδιασμού χάλυβα για την οριακή κατάσταση αστοχίας (τόσο για εφελκυσμό όσο και για θλίψη):

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 347.83 \text{ MPa}$$

Το διάγραμμα τάσεων παραμορφώσεων που χρησιμοποιείται στον υπολογισμό φαίνεται στα ακόλουθο σχήμα :



EC2 figure 3.8

Σχήμα 2.6 Διάγραμμα σχεδιασμού, τάσεων – παραμορφώσεων για τον χάλυβα (τόσο για θλίψη όσο και για εφελκυσμό)

Τέλος, απαγορεύεται η χρήση λείων χαλύβων ως διαμήκων οπλισμών (αλλά όχι και ως συνδετήρων ή εγκαρσίων συνδέσμων) στις κρίσιμες περιοχές των δομικών στοιχείων. Από πρακτικής απόψεως βεβαίως δεν είναι δυνατή η χρήση διαφορετικών διαμήκων οπλισμών εντός και εκτός κρισίμων περιοχών, έτσι διαμήκεις χάλυβες με νευρώσεις χρησιμοποιούνται εδώ σε όλη την έκταση των φορέων που μελετάμε.

EC2 ANNEX C

EC2 3.2.2(1)P

EC8 5.5.1.1(3)P

EC2 3.2.2(3)P

EC2 2.4.2.4(1)

EC2 2.4.2.4(2)

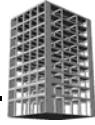
EC2 3.2.7(4)

EC2 3.2.7(3)

EC2 3.2.7

EC2 3.2.7

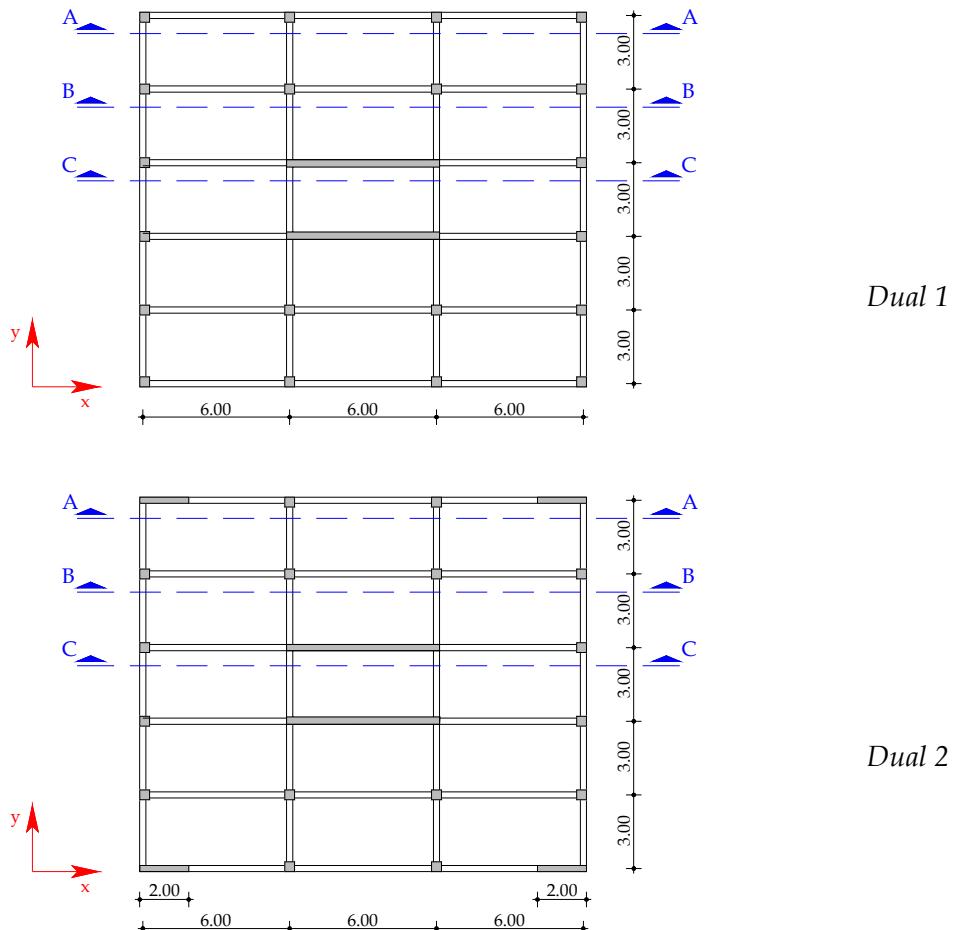
EC8 5.5.1.1(2)P



2.4 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των φορέων

Η μορφή των φορέων έχει ήδη σχολιασθεί στα προηγούμενα (βλέπε παράγραφο 2.1 του παρόντος).

Στο επόμενο σχήμα ορίζονται οι τομές που φαίνονται στα σχήματα των σελίδων που ακολουθούν.



Σχήμα 2.7 Κατόψεις των φορέων Dual 1 και Dual 2 για τον ορισμό των τομών A-A, B-B και C-C.

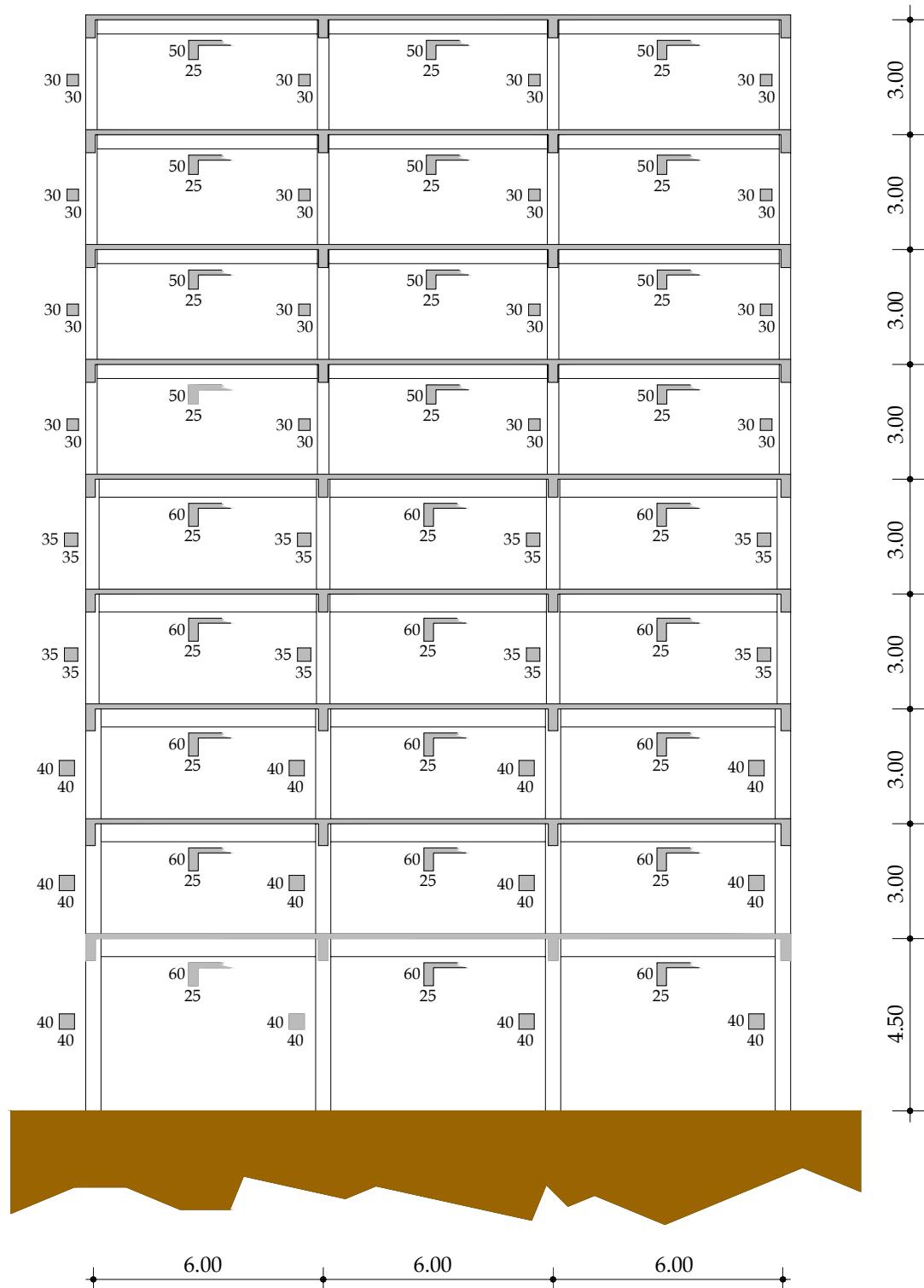
Υπενθυμίζεται ότι η ανάλυση που ακολουθεί θα περιορισθεί στη θεώρηση της σεισμικής διέγερσης ως παράλληλης κατά τη διεύθυνση x μόνο. Για τον λόγο αυτό απαραίτητες είναι μόνο οι τομές που φαίνονται στο προηγούμενο σχήμα (παράλληλες στη διεύθυνση x).

Οι διατομές των δοκών κατά την άλλη διεύθυνση (απαραίτητες για τον υπολογισμό των φορτίων των κατασκευών) λαμβάνονται ως εξής:

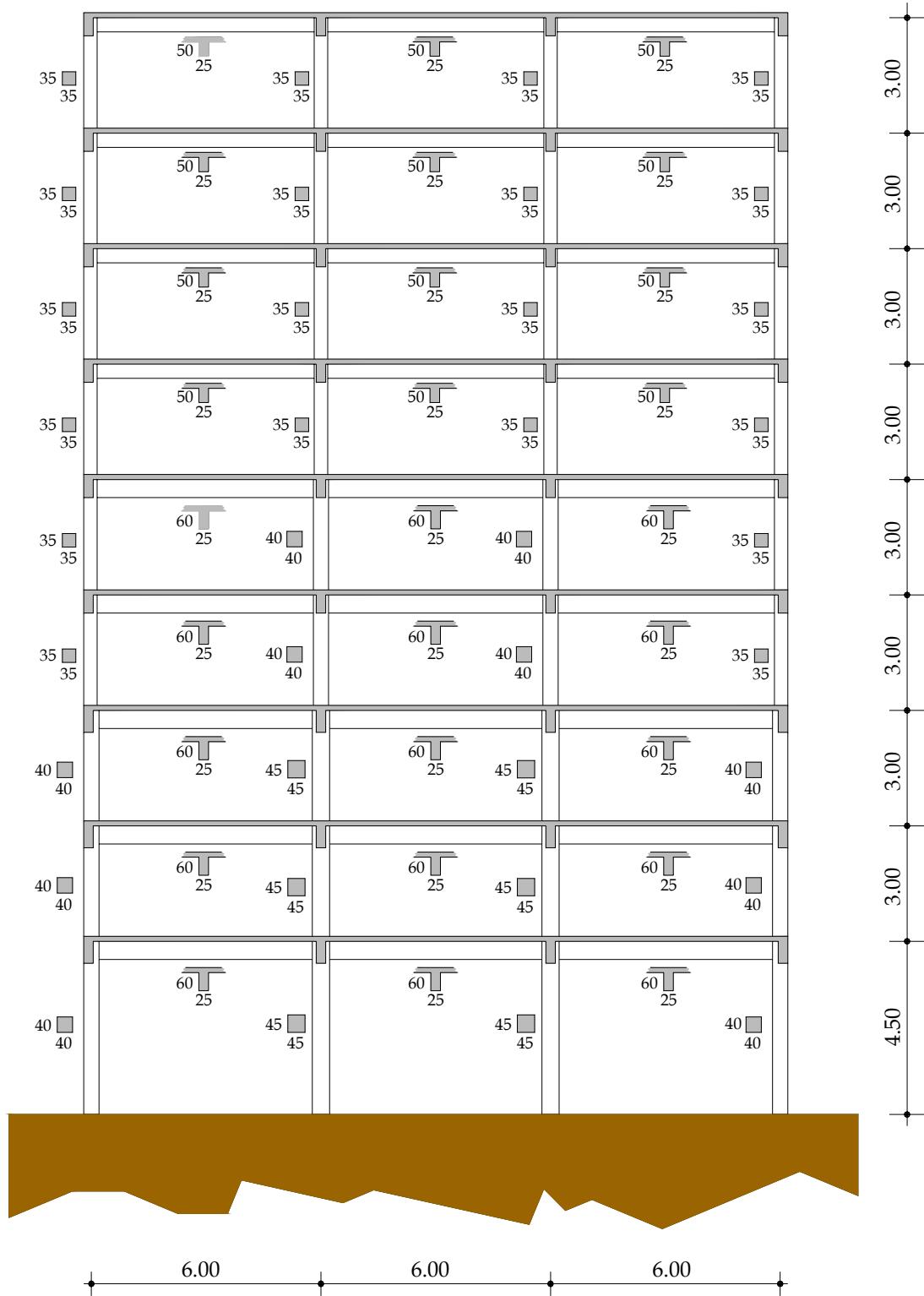
- 25/70 για τους πρώτους 4 ορόφους των φορέων.
- 25/60 για τους υπόλοιπους.

2.4.1 Φορέας Dual 1

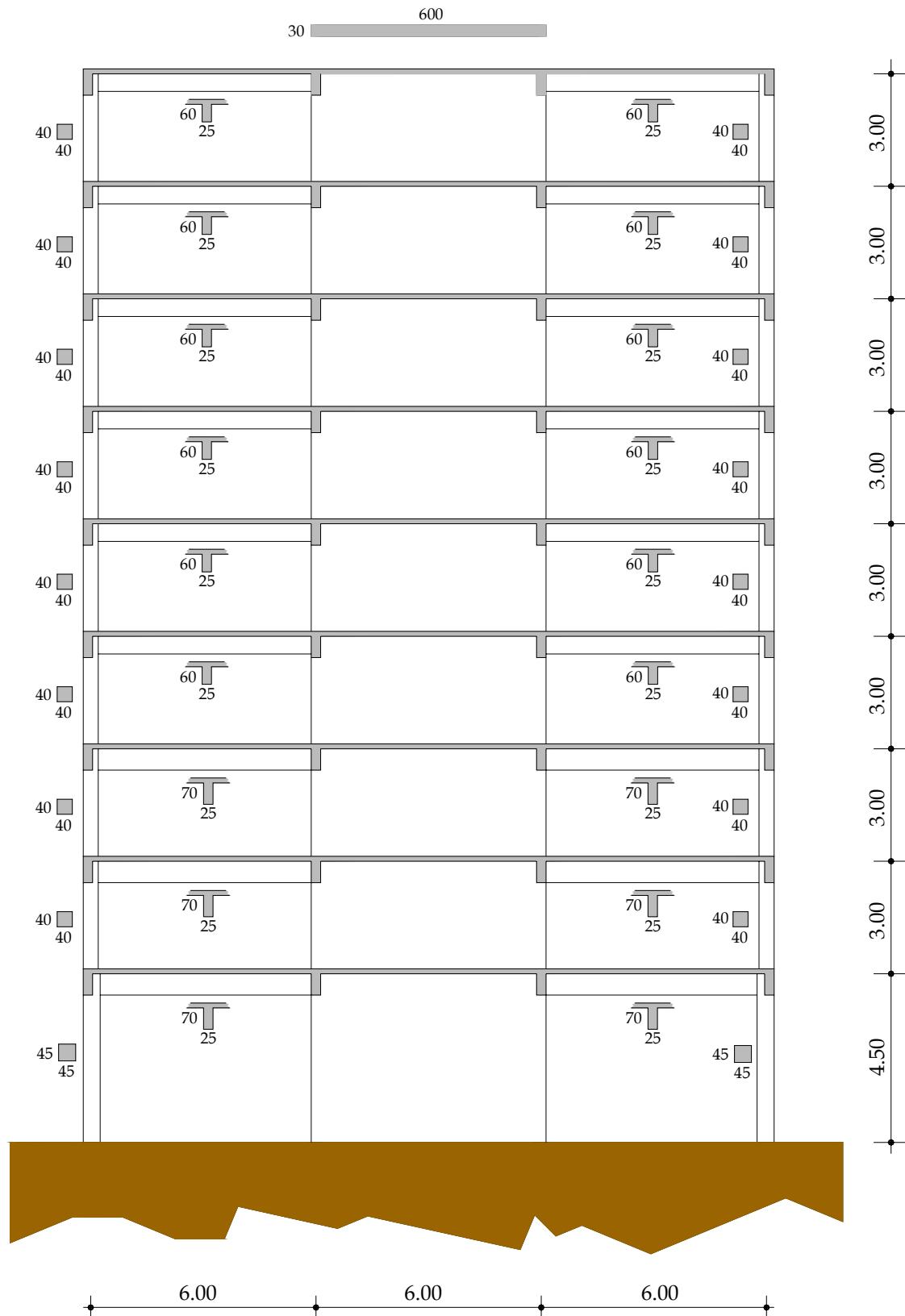
Ακολουθούν τα σχήματα των τομών για τον φορέα Dual 1.



Σχήμα 2.8 Τομή A -A του φορέα Dual 1. (οι διαστάσεις των διατομών δομικών στοιχείων είναι σε cm).



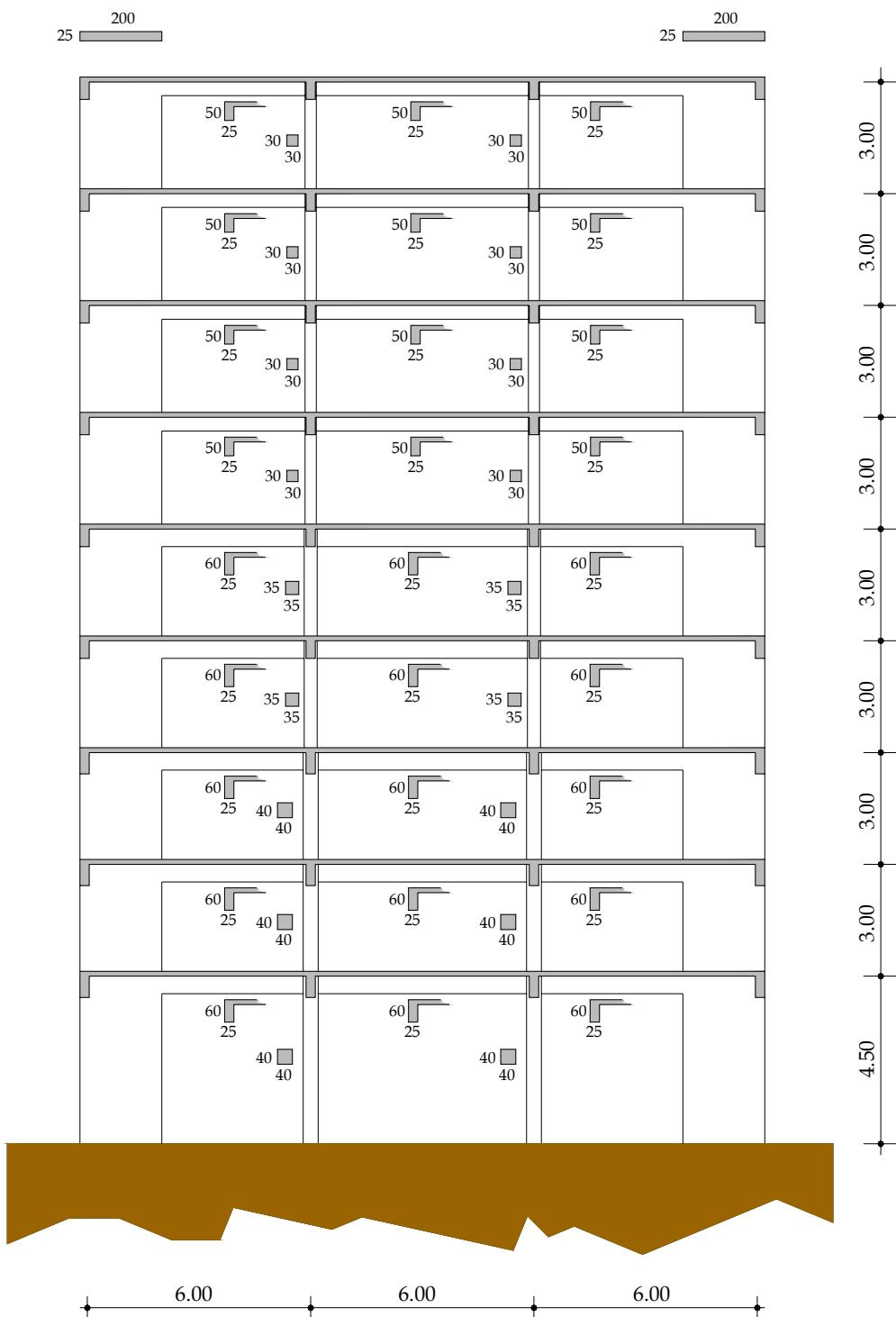
Σχήμα 2.9 Τομή B -B των φορέα Dual 1. (οι διαστάσεις των διατομών δομικών στοιχείων είναι σε cm).



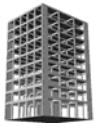
Σχήμα 2.10 Τομή C -C των φορέα Dual 1. (οι διαστάσεις των διατομών δομικών στοιχείων είναι σε cm).

2.4.2 Φορέας Dual 2

Ο φορέας Dual 2 διαφοροποιείται σε σχέση με τον Dual 1 μόνο ως προς την ύπαρξη τεσσάρων τοιχωμάτων πλάτους 2.0m τα οποία είναι τοποθετημένα στις άκρες των κατά x όψεων του φορέα (τομή A-A). Οι υπόλοιπες τομές παραμένουν ίδιες με αυτές του φορέα Dual 1 (βλ. σχήματα 2.9 & 2.10).



Σχήμα 2.11 Τομή A -A του φορέα Dual 2. (οι διαστάσεις των διατομών δομικών στοιχείων είναι σε cm).



2.5 Δράσεις υπολογισμού

2.5.1 Μόνιμες και μεταβλητές δράσεις

2.5.1.1 Χαρακτηριστικές τιμές (G_k & Q_k)

a) Ιδια βάρη δομικών στοιχείων

Τα ίδια βάρη των δομικών στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα, προκύπτουν με βάση τις ονομαστικές διαστάσεις των διατομών τους, θεωρώντας το φατνόμενο βάρος του οπλισμένου σκυροδέματος ίσο με 25 kN/m^3 (για την περίπτωση συνήθων ποσοστών οπλισμού).

b) Φορτία τοιχοποιών

Λαμβάνοντας υπόψη ενδεχόμενα ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες κ.τ.λ), θεωρούμε για τις τοιχοποιίες τις ακόλουθες μέσες τιμές ομοιόμορφων φορτίων:

- Περιμετρικές τοιχοποιίες: $4,0 \text{ kN/m}$
- Εσωτερικές τοιχοποιίες: $3,0 \text{ kN/m}$

c) Πρόσθετα μόνιμα φορτία

Λαμβάνουμε φορτίο επίστρωσης δαπέδων ίσο με $2,0 \text{ kN/m}^2$.

d) Ωφέλιμα φορτία

Λαμβάνουμε ωφέλιμο φορτίο πλακών ίσο με $2,0 \text{ kN/m}^2$.

2.5.1.2 Τιμές σχεδιασμού

Διακρίνουμε τους επόμενους συντελεστές ασφαλείας για τις δράσεις:

α) Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για τις Ο.Κ.Α.(για τον τυχηματικό συνδυασμό με σεισμό βλέπε παρ. 5.2.4):

Βασικός συνδυασμός:

$$\begin{aligned} \text{Μόνιμα φορτία: } \gamma_G &= 1.35 \text{ Δυσμενής } (1.00 \text{ Ευμενής}) \\ \text{Ωφέλιμα φορτία: } \gamma_Q &= 1.50 \text{ Δυσμενής } (0.00 \text{ Ευμενής}) \end{aligned}$$

β) Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για τις Ο.Κ.Λ.:

$$\text{Μόνιμα φορτία: } \gamma_G = 1.00$$

$$\text{Ωφέλιμα φορτία: } \gamma_Q = 1.00$$

Συντελεστής συνδυασμού δράσεων για τον οιονεί - μόνιμο

$$\text{συνδυασμό: } \psi_{2,i} = 0.3$$

Συντελεστής συνδυασμού δράσεων για τον συχνό συνδυασμό:

$$\psi_{1,i} = 0.5$$

α) Οριακή κατάσταση αστοχίας

Εξετάζεται ο ακόλουθος συνδυασμός δράσεων (βασικός συνδυασμός):

$$E_{d1} = E(\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k) = E(1.35 \cdot G_k + 1.50 \cdot Q_k)$$

Η εφαρμογή των φορτίων είναι καθολική, δηλαδή δεν ακολουθείται μια διαδικασία εναλλαγής δυσμενών και ευμενών φορτίων σε γειτονικά ανοίγματα των δοκών για τον προσδιορισμό των ακρότατων τιμών των εντατικών μεγεθών.

Ωστόσο κάτι τέτοιο, μπορεί να ειπωθεί πως είναι απόλυτα επιτρεπτό καθώς συνάδει με την δυνατότητα ανακατανομής των ροπών που έχουν προκύψει από την ελαστική ανάλυση, εφόσον μετά την ανακατανομή ισχύει η συνθήκη ισορροπίας του φορέα (*) και υπό την προϋπόθεση ότι οι δοκοί έχουν την απαραίτητη πλαστιμότητα. Μπορεί δηλαδή να θεωρηθεί απλοϊκά, πως η εντατική κατάσταση που αντιστοιχεί στον ανωτέρω συνδυασμό, θα μπορούσε να εμφανισθεί από την ανακατανομή των ροπών που θα προέκυπταν από μία εναλλασσόμενη φόρτιση προσδιορισμού των ακροτάτων τιμών.

Αναφορικά με το κριτήριο της πλαστιμότητας, είναι προφανές πως αυτό θα ικανοποιείται σε μία κατασκευή υψηλής στάθμης πλαστιμότητας (DCH) όπως αυτές στις οποίες αναφέρεται το παρόν.

β) Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας

Παρόλο που για τις συνήθεις κατασκευές, οι οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας μπορούν να αντιμετωπισθούν μέσω απλοποιητικών ελέγχων (όπως θα δούμε παρακάτω), παραθέτουμε στη συνέχεια για λόγους πληρότητας τους αντίστοιχους συνδυασμούς δράσεων:

$$\text{Σπάνιος συνδυασμός } E_d = E(G_k + Q_k)$$

$$\text{Συχνός συνδυασμός } E_d = E(G_k + \psi_{1,i} \cdot Q_k) = E(G_k + 0.5 \cdot Q_k)$$

$$\text{Οιονεί - μόνιμος } E_d = E(G_k + \psi_{2,i} \cdot Q_k) = E(G_k + 0.3 \cdot Q_k)$$

EC2 5.1.3(1)P

EC2 5.5

EC2 5.5(3)

EC2 7

EC8 3.2

EC8 3.1.2 &
EC8 3.2.1

2.5.2 Σεισμικές δράσεις

2.5.2.1 Έδαφος - Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας

Αναφέρθηκε ήδη (βλέπε παρ.2.1), ότι οι φορείς Dual 1 και Dual 2 θεωρούμε πως είναι θεμελιωμένοι σε έδαφος κατηγορίας C, ενώ η ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας στην οποία ανήκουν είναι η I ($\alpha_{gr} = 0.16g$).

(*) Η δυνατότητα της ανακατανομής στηρίζεται στο κλασικό θεώρημα των κάτω ορίων (στατικό θεώρημα) της θεωρίας πλαστικότητας, σύμφωνα με το οποίο «όλες οι εντατικές καταστάσεις που πληρούν τη συνθήκη ισορροπίας του φορέα και τη συνθήκη οριακής αντοχής $M_R \geq M_E$ είναι αποδεκτές καταστάσεις».

2.5.2.2 Φάσμα σχεδιασμού για ελαστική ανάλυση

EC8 3.2.2.5

Γενικά, η δράση μιας σεισμικής διέγερσης σε ένα ταλαντούμενο σύστημα (όπως για παράδειγμα οι φορείς που εξετάζουμε εδώ), μπορεί να παραληφθεί με δύο τρόπους:

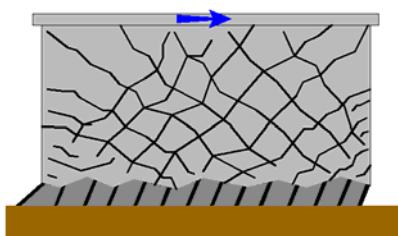
- Με μεγάλες δυνάμεις επαναφοράς και ταλάντωση εντός της ελαστικής περιοχής.
- Με μικρότερες δυνάμεις επαναφοράς και εκμετάλλευση της ικανότητας του συστήματος για πλαστική παραμόρφωση, αρκεί το σύστημα να διαθέτει αυτή τη δυνατότητα. Η ικανότητα αυτή ονομάζεται πλαστιμότητα και είναι μία ιδιότητα ιδιαίτερα σημαντική για τις αντισεισμικές κατασκευές, γιατί παρέχει τη δυνατότητα να τις σχεδιάσουμε για πολὺ μικρότερες δυνάμεις από αυτές που θα απαιτούσε η θεώρησή τους ως ελαστικών συστημάτων. Ανάλογα με την επιδιωκόμενη στάθμη πλαστιμότητας για κάθε φορέα καθορίζεται και το ποσοστό της μείωσης των σεισμικών δυνάμεων.

Η μείωση των δυνάμεων όπως περιγράφηκε παραπάνω, πραγματοποιείται με την εισαγωγή του δείκτη συμπεριφοράς q .

Ο δείκτης συμπεριφοράς q , εκφράζει ως ένα βαθμό την ικανότητα της κατασκευής για πλάστιμη συμπεριφορά. Προσεγγιστικά μπορεί να θεωρηθεί ως ο λόγος των σεισμικών δυνάμεων που θα δρούσαν σε μία κατασκευή υπό την προϋπόθεση πλήρως ελαστικής συμπεριφοράς, προς τις αντίστοιχες δυνάμεις που θα χρησιμοποιηθούν σε έναν «ισοδύναμο στατικό» υπολογισμό σε ελαστική κατάσταση με ταυτόχρονη εξασφάλιση (μέσω κατάλληλης όπλισης και διαμόρφωσης των κρίσιμων περιοχών των δομικών στοιχείων) της δυνατότητας ανάπτυξης μεγάλων πλαστικών παραμορφώσεων ικανών να απορροφήσουν την ενέργεια ενός μεγάλου σεισμού χωρίς κατάρρευση.

Όσο υψηλότερη είναι η στάθμη πλαστιμότητας τόσο χαμηλότερη είναι η σεισμική δράση που θα ληφθεί υπόψη στο σχεδιασμό, δηλαδή τόσο υψηλότερος είναι ο δείκτης συμπεριφοράς. Επιπλέον, όπως θα δούμε παρακάτω, ο δείκτης συμπεριφοράς εξαρτάται:

- Από τον τύπο του φέροντος συστήματος.
- Από την «κανονικότητα» του κτιρίου καθ' ύψος.
- Από την ύπαρξη ή όχι τοιχωμάτων με χαμηλό λόγο διατμήσεως. Η προέχουσα μορφή αστοχίας των τοιχωμάτων αυτών είναι κυρίως διατμητική (διατμητική ολισθηση, σχήμα 2.12) κύριο χαρακτηριστικό της οποίας είναι οι ιδιαίτερα μεγάλες μετακινήσεις κατά μήκος του οριζόντιου διαμπερούς καμπτικού ρήγματος, που συνεπάγονται σημαντική μείωση της δυσκαμψίας και της ικανότητας απόσβεσης ενέργειας του τοιχώματος.



Σχήμα 2.12 Αστοχία από διατμητική ολισθηση «κουνού» τοιχώματος.

EC8 3.2.2.5(2)

EC8 3.2.2.5(3)P

EC8 5.2.2.2

EC8 5.2.2.2(2)

EC8 5.2.2.2(3)

EC8 5.2.2.2(11)P

α) Τόπος των φέροντος συστήματος

Η συνύπαρξη πλαισίων και τοιχωμάτων κατά την διεύθυνση x (που είναι η διεύθυνση η οποία μας ενδιάφερει σε αυτή την ανάλυση), καθιστά την ταξινόμηση των φορέων στα διπλά ή διδύμα συστήματα (dual systems). Στα συστήματα της κατηγορίας αυτής, τα κατακόρυφα φορτία παραλαμβάνονται κατά κύριο λόγο από πλαισιακό χωρικό σύστημα ενώ τα οριζόντια φορτία παραλαμβάνονται τόσο από το πλαισιακό σύστημα όσο και από τα τοιχώματα (τα οποία μπορεί να είναι μεμονωμένα, όπως στους φορείς που αναλύουμε, ή συζευγμένα).

Σύμφωνα με τον EC8, τα διπλά συστήματα ταξινομούνται περαιτέρω ανάλογα με το ποσοστό της τέμνουσας βάσης που παραλαμβάνεται από τα τοιχώματα του φορέα. Έτσι όταν περισσότερο από 50% της τέμνουσας βάσης παραλαμβάνεται από τα τοιχώματα τότε το διπλό σύστημα χαρακτηρίζεται ως ισοδύναμο τοιχωματικό (wall-equivalent dual system), ενώ στη αντίθετη περίπτωση χαρακτηρίζεται ως ισοδύναμο πλαισιακό (frame-equivalent dual system). Όπως θα δειχθεί στα επόμενα (βλ. παραγραφο 2.8.1 του παρόντος) το ποσοστό της τέμνουσας που παραλαμβάνεται από τα τοιχώματα είναι μεγαλύτερο από 90% και για τους δύο φορείς που μελετάμε. Συμπεραίνουμε συνεπώς πως το σύστημα μας κατατάσσεται στα ισοδύναμα τοιχωματικά διπλά συστήματα.

Τέλος θα πρέπει να αναφέρουμε πως σύμφωνα με τον EC8 είναι απαραίτητος ο έλεγχος της στρεπτικής ευαισθησίας των φορέων, προτού ταξινομηθούν σε μία από τις κατηγορίες φερόντων συστημάτων. Ωστόσο εξαιτίας του είδους της ανάλυσης στην οποία θα υποβληθούν οι φορείς (επίπεδη ανάλυση για διέγερση μόνο κατά x), κάτι τέτοιο δεν είναι απαραίτητο εδώ.

β) Έλεγχος της κανονικότητας των φορέων

Για τον αντισεισμικό σχεδιασμό ενός φορέα είναι απαραίτητη η διάκρισή του, σε «κανονικό (regular)» ή όχι.

Η διάκριση αυτή είναι απαραίτητη καθώς επηρεάζει τα εξής:

- Το μοντέλο του φορέα που θα χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση (χωρικό ή επίπεδο).
- Τη μέθοδο της ανάλυσης (δυναμική φασματική ή απλοποιημένη φασματική).
- Την τιμή του δείκτη συμπεριφοράς q (για κτίρια μη κανονικά καθ' ύψος η τιμή του q μειώνεται κατά 20%).

Η κανονικότητα ενός κτιρίου, ελέγχεται τόσο σε κάτοψη όσο και κατά το ύψος του κτιρίου.

Κανονικότητα σε κάτοψη

Η κάτοψη των φορέων χαρακτηρίζεται από 2 άξονες συμμετρίας, δεν υπάρχουν καθόλου εσοχές, ο λόγος των πλευρών των κατόψεων είναι 1.2(=L_{max}/L_{min}=18/15) ενώ η εντός επιπέδου δυσκαμψία των πλακών μπορεί να θεωρηθεί ως ικανοποιητικά υψηλή (συγκριτικά με αυτήν των κατακόρυφων στοιχείων) έτσι ώστε η παραμόρφωση τους να μην αλλοιώνει την ομαλή κατανομή των οριζόντιων σεισμικών δράσεων στα κατακόρυφα στοιχεία του φορέα (διαφραγματική λειτουργία).

EC8 5.2.2.1

EC8 5.1.2(1)

EC8 5.1.2(1)

EC8 5.2.2.1(4)P

EC8 4.2.3.2(6)

Εξισωση (4.1b)

EC8 4.2.3

EC8 4.2.3.1(1)P

EC8 4.2.3.1(2)

EC8 4.2.3.2

EC8 4.2.3.2(2)

EC8 4.2.3.2(3)

EC8 4.2.3.2(5)

EC8 4.2.3.2(4)

Αναφορικά τέλος με τον έλεγχο στρεπτικής ευασθησίας των φορέων ισχύουν τα όσα αναφέρθηκαν στην παράγραφο 2.5.2.2α του παρόντος.

Συνεπώς οι φορείς της παρούσας ανάλυσης θα λαμβάνονται στο εξής ως «κανονικοί σε κάτοψη».

EC8 4.2.3.2(6)

Κανονικότητα καθ' ύψος

Όλα τα κατακόρυφα στοιχεία των φορέων (υποστυλώματα και τοιχώματα) αναπτύσσονται χωρίς καμία διακοπή καθ' ύψος, από τη βάση ως την κορυφή των κτιρίων, οι διαδοχικές (από όροφο σε όροφο) μεταβολές των μαζών και των δυσκαμψιών είναι απολύτως ομαλές ενώ δεν υφίστανται καθόλου εσοχές (setbacks). Συνεπώς οι φορείς που αναλύονται εδώ, μπορούν στο εξής να θεωρούνται και ως «κανονικοί καθ' ύψος».

EC8 4.2.3.3

EC8 4.2.3.3(2)

EC8 4.2.3.3(3)

EC8 4.2.3.3(5)

γ) Δείκτης συμπεριφοράς, q

EC8 5.2.2.2

Ο δείκτης συμπεριφοράς (q) πρέπει να υπολογίζεται ξεχωριστά για κάθε διεύθυνση σχεδιασμού. Επειδή η ανάλυση των φορέων θα περιορισθεί μόνο για σεισμική διέγερση παράλληλη στον άξονα x (βλ. σχήμα 2.1 για τις διευθύνσεις των αξόνων), ο δείκτης συμπεριφοράς θα υπολογισθεί επίσης μόνο για την διεύθυνση αυτή. Η τιμή του δείκτη συμπεριφοράς υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

EC8 5.2.2.2(1)P

$$q = q_0 \cdot k_w$$

όπου

- q_0 η βασική τιμή του δείκτη συμπεριφοράς, η οποία εξαρτάται από τον τύπο του φέροντος συστήματος, τη στάθμη πλαστιμότητας που επιδιώκεται για τον φορέα που σχεδιάζεται καθώς και από την κανονικότητά του καθ' ύψος.
- k_w συντελεστής ο οποίος αντικατοπτρίζει την (αναμενόμενη) προέχουσα μορφή αστοχίας σε συστήματα με τοιχώματα.

EC8 οχέση 5.1

Προκειμένου για ένα κτίριο κανονικό καθ' ύψος και υψηλής στάθμης πλαστιμότητας (DCH), όπως αυτά με τα οποία ασχολούμαστε εδώ, η βασική τιμή του δείκτη συμπεριφοράς θα είναι:

EC8 5.2.2.2(2)

$$q_0 = 4.5 \cdot \left(\frac{\alpha_u}{\alpha_1} \right)$$

όπου

- α_1 η τιμή με την οποία θα πρέπει να πολλαπλασιασθούν τα οριζόντια σεισμικά φορτία έτσι ώστε να σχηματισθεί η πρώτη πλαστική άρθρωση σε οποιοδήποτε στοιχείο του φορέα, την στιγμή που τα υπόλοιπα φορτία της κατασκευής παραμένουν σταθερά.
- α_u η τιμή με την οποία θα πρέπει να πολλαπλασιασθούν τα οριζόντια σεισμικά φορτία έτσι ώστε να σχηματισθεί αριθμός πλαστικών άρθρωσεων (σε όλη την έκταση του φορέα) τέτοιος ώστε να δημιουργηθεί μηχανισμός κατάρρευσης, την στιγμή που τα υπόλοιπα φορτία της κατασκευής παραμένουν σταθερά.

EC8 Table 5.1

EC8 5.2.2.2(4)

Η τιμή του λόγου α_u/α_1 , προκειμένου για κτίρια κανονικά σε κάτοψη, θα είναι:

$$\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1.2 \quad \text{για ισοδύναμα τοιχωματικά διπλά συστήματα.}$$

EC8 5.2.2.2(5)

Εποι η βασική τιμή του δείκτη συμπεριφοράς θα είναι:

$$q_0 = 4.5 \cdot \left(\frac{\alpha_u}{\alpha_1} \right) = 4.5 \cdot 1.2 = 5.4$$

EC8 5.2.2.2(5)b

Ο συντελεστής k_w υπολογίζεται ως εξής:

EC8 5.2.2.2(11)

$$k_w = \begin{cases} 1.0 & \text{για πλαισιακά ή ισοδύναμα πλαισιακά συστήματα} \\ \frac{(1+\alpha_0)}{3} \leq 1.0, & \text{αλλά όχι μικρότερο από 0.5, για τοιχωματικά, ισοδύναμα τοιχωματικά και στρεπτικώς εναίσθητα κτίρια.} \end{cases}$$

EC8 οχέση 5.2

Η τιμή του συντελεστή α_0 δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\alpha_0 = \frac{\sum h_{wi}}{\sum l_{wi}}$$

EC8 5.2.2.2(12)

EC8 οχήμα 5.3

όπου

h_{wi} το ύψος του τοιχώματος i.

l_{wi} το πλάτος του τοιχώματος i.

Για τους φορείς που μελετούμε θα είναι:

Φορέας Dual 1

$$\alpha_0 = \frac{\sum h_{wi}}{\sum l_{wi}} = \frac{2 \cdot 28.5}{2 \cdot 6} = 4.75 \quad (28.5 = \text{συνολικό ύψος του φορέα})$$

Σχήμα 2.10 του παρόντος.

$$k_w = \frac{(1+\alpha_0)}{3} = \frac{(1+4.75)}{3} = 1.917 > 1.0 \text{ συνεπώς } k_w = 1.0.$$

Η τελική τιμή του δείκτη συμπεριφοράς για τον φορέα Dual 1 θα είναι:

$$q = q_0 \cdot k_w = 5.4 \cdot 1.0 = 5.4$$

Φορέας Dual 2

$$\alpha_0 = \frac{\sum h_{wi}}{\sum l_{wi}} = \frac{2 \cdot 28.5 + 4 \cdot 28.5}{2 \cdot 6 + 4 \cdot 2} = 8.55$$

Σχήματα 2.10 & 2.11

$$k_w = \frac{(1+\alpha_0)}{3} = \frac{(1+8.55)}{3} = 3.18 > 1.0 \text{ συνεπώς } k_w = 1.0.$$

Η τελική τιμή του δείκτη συμπεριφοράς για τον φορέα Dual 2 θα είναι:

$$q = q_0 \cdot k_w = 5.4 \cdot 1.0 = 5.4$$

δ) Φάσμα σχεδιασμού

Στον EC8 δίνεται η δυνατότητα επιλογής μεταξύ δύο τύπων ελαστικών φασμάτων, Type 1 & Type 2. Προφανώς για μία χώρα όπως η Ελλάδα, στην οποία εκλύεται το 50% της σεισμικής ενέργειας του Ευρωπαϊκού χώρου δεν μπορεί παρά να επιλεχθεί το Type1 ελαστικό φάσμα ($M_s > 5,5$).

Τα φάσματα σχεδιασμού, προκύπτουν μετά από κατάλληλη διόρθωση των ελαστικών φασμάτων, κατά τρόπο ώστε να ανταποκρίνονται στην ελαστοπλαστική συμπεριφορά των πολυβάθμιων συστημάτων κατά τη διάρκεια της σεισμικής διέγερσης.

Το φάσμα σχεδιασμού του EC8 περιγράφεται από τις ακόλουθες σχέσεις:

$0 \leq T \leq T_B$	$S_d(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$	EC8 σχέση 3.13
$T_B \leq T \leq T_C$	$S_d(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q}$	EC8 σχέση 3.14
$T_C \leq T \leq T_D$	$S_d(T) = \begin{cases} \alpha_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot \alpha_g \end{cases}$	EC8 σχέση 3.15
$T_D \leq T$	$S_d(T) = \begin{cases} \alpha_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot \alpha_g \end{cases}$	EC8 σχέση 3.16

όπου

$S_d(T)$	η τεταγμένη του φάσματος σχεδιασμού	
T	η ιδιοπερίοδος ταλαντώσεως ενός γραμμικού μονοβάθμιου συστήματος	EC8 3.2.2.2(1)P
α_g	οριζόντια σεισμική επιτάχυνση του εδάφους για κατηγορία A $\alpha_g = \gamma_1 \cdot \alpha_{gR} = 1.0 \cdot 0.16g = 0.16g$ (Ζώνη I)	παράγραφος 2.1
T_B	κάτω όριο της σταθερής περιοχής του φάσματος σχεδιασμού. $T_B = 0.20$ sec για κατηγορία εδάφους C.	EC8 Table 3.2
T_C	άνω όριο της σταθερής περιοχής του φάσματος σχεδιασμού. $T_C = 0.60$ sec για κατηγορία εδάφους C.	EC8 Table 3.2
T_D	η τιμή της περιόδου που σηματοδοτεί την αρχή του κλάδου του φάσματος που αντιστοιχεί στην περιοχή των σταθερών μετατοπίσεων. $T_D = 2.0$ sec για κατηγορία εδάφους C.	EC8 Table 3.2
S	παράμετρος που καθορίζει την επιρροή του είδους του εδάφους. $S = 1.15$ για κατηγορία εδάφους C.	EC8 Table 3.2
n	διορθωτικός συντελεστής για ποσοστό ιξώδους απόσβεσης διαφορετικό από 5%. Για $\xi = 5\%$ (όπως συνήθως χρησιμοποιείται για κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα) είναι $n = 1.0$, αλλιώς: $n = \sqrt{\frac{10}{(5 + \xi)}} \geq 0.55 .$	EC8 σχέση 3.6

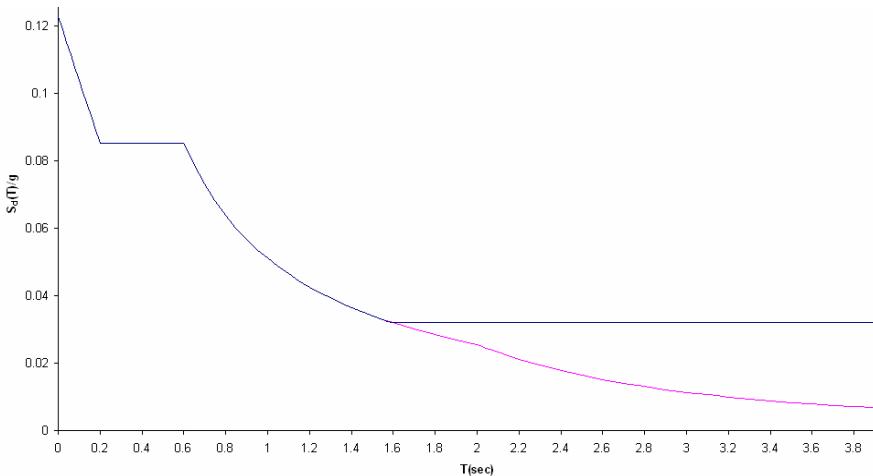
- q δείκτης συμπεριφοράς.
 $q = 5.4$ και για τους δύο φορείς της παρούσας εργασίας.
 β συντελεστής του κατώτερου ορίου του φάσματος σχεδιασμού των οριζόντιων συνιστωσών του σεισμού.
 $\beta = 0.2$

παρ. 2.5.2.2γ
 του παρόντος
 EC8 3.2.2.5(4)P

Με τις τιμές όλων των παραπάνω παραμέτρων, οι εκφράσεις των $S_d(T)$ λαμβάνουν την ακόλουθη μορφή:

$$\begin{aligned} 0 \leq T \leq 0.20 & \quad \frac{S_d(T)}{g} = 0.16 \cdot 1.15 \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{0.20} \cdot \left(\frac{2.5}{5.4} - \frac{2}{3} \right) \right] \\ 0.20 \leq T \leq 0.60 & \quad \frac{S_d(T)}{g} = 0.16 \cdot 1.15 \cdot \frac{2.5}{5.4} = 0.085 \\ 0.6 \leq T \leq 2.0 & \quad \frac{S_d(T)}{g} = \begin{cases} 0.16 \cdot 1.15 \cdot \frac{2.5}{5.4} \cdot \left[\frac{0.60}{T} \right] \\ \geq 0.2 \cdot 0.16 = 0.032 \end{cases} \\ 2.0 \leq T & \quad \frac{S_d(T)}{g} = \begin{cases} 0.16 \cdot 1.15 \cdot \frac{2.5}{5.4} \cdot \left[\frac{0.60 \cdot 2.0}{T^2} \right] \\ \geq 0.2 \cdot 0.16 = 0.032 \end{cases} \end{aligned}$$

Η μορφή του φάσματος σχεδιασμού, όπως αυτή καθορίζεται από τις προαναφερόμενες σχέσεις, φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:



Σχήμα 2.13 Μορφή του φάσματος σχεδιασμού για $\xi=5\%$, κατηγορία εδάφους C, δείκτη συμπεριφοράς $q=5.4$ και ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I.

2.5.2.3 Φορτία συνεισφέροντα στις αδρανειακές δυνάμεις

EC8 3.2.4

Οι μάζες του φορέα οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό των σεισμικών φορτίων, υπολογίζονται από τον ακόλουθο συνδυασμό φορτίων:

EC8 3.2.4(1)P

$$\sum G_{k,j} + \sum \Psi_{E,i} \cdot Q_{k,i}$$

EC8 οχέον 3.17

όπου

- “+” έχει την έννοια του ταυτόχρονου συνδυασμού των αντίστοιχων φορτίων.
 $\psi_{E,i}$ συντελεστής συνδυασμού της i μεταβλητής δράσης.

Ο συντελεστής συνδυασμού $\psi_{E,i}$ δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

EC8 4.2.4(2)P

$$\Psi_{E,i} = \varphi \cdot \Psi_{2,i}$$

EC8 σχέση 4.2

όπου

- $\Psi_{2,i}$ συντελεστής συνδυασμού για τον οιονεί - μόνιμο συνδυασμό $\psi_{2,i} = 0.3$
- φ συντελεστής που λαμβάνει τις ακόλουθες τιμές:
 $\varphi = 1.0$ για την οροφή των φορέων
 $\varphi = 0.5$ για όλους τους υπόλοιπους ορόφους των φορέων, θεωρώντας ανεξάρτητες μεταξύ τους λειτουργίες (π.χ διαμερίσματα ανά όροφο).

EC8 Table 4.2

Με τον συντελεστή συνδυασμού $\psi_{E,i}$ λαμβάνεται υπόψη αφενός η μειωμένη πιθανότητα να βρίσκεται πάνω στον φορέα το σύνολο των κινητών φορτίων $Q_{k,i}$ κατά τη διάρκεια του σεισμικού φαινομένου και αφετέρου η μειωμένη συμμετοχή μαζών που δεν είναι σταθερά συνδεδεμένες στον υπόλοιπο φορέα (έννοια συνμετακινούμενων μαζών).

EC8 3.2.4(3)

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται οι μάζες των ορόφων (*) για τους φορείς Dual 1 και Dual 2.

Όροφος	Μάζες ορόφων (kg)	
	Φορέας Dual 1	Φορέας Dual 2
9ος	98.56	101.69
8ος	133.04	139.31
7ος	133.04	139.31
6ος	133.04	139.31
5ος	136.11	142.14
4ος	136.9	142.67
3ος	140.76	146.25
2ος	141.95	147.15
1ος	149.09	155.59
Σύνολο	1202.5	1253.42

Πίνακας 2.1 Μάζες ορόφων των φορέων Dual 1 & 2 που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό των αδρανειακών δυνάμεων.

Η διαφορά που παρατηρείται στις μάζες των ορόφων, οφείλεται αποκλειστικά στα γωνιακά τοιχώματα που διαφοροποιούν τους δύο φορείς και αυξάνουν το βάρος του φορέα Dual 2 (όλα τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία παραμένουν ίδια).

(*) Ως μάζα ορόφου ορίζεται το άθροισμα των μαζών των οριζοντίων στοιχείων του και των μαζών των κατακορύφων στοιχείων που βρίσκονται εκατέρωθεν αυτού και για μήκος όσο το μισό ύψος του κάθε ορόφου.

2.5.2.4 Σεισμικός συνδυασμός δράσεων

Οι σεισμικές δράσεις ανήκουν στην κατηγορία των τυχηματικών δράσεων και ως εκ τούτου:

- Δεν συνδυάζονται με άλλες τυχηματικές δράσεις.
- Συνδυάζονται μόνο με φορτία βαρύτητας (και προέντασης όταν αντά υπάρχουν).

Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας (για τον τυχηματικό συνδυασμό με σεισμό):

$$\text{Μόνιμα φορτία: } \gamma_G = 1.00$$

$$\text{Ωφέλιμα φορτία: } \gamma_Q = 1.00$$

$$\text{Συντελεστής συνδυασμού δράσεων για τον οιονεί - μόνιμο συνδυασμό: } \psi_{2,i} = 0.3$$

Ο σεισμικός συνδυασμός δράσεων γράφεται ως ακολούθως:

$$E_E = E(G_k + \gamma_1 \cdot A_{Ek} + \psi_{2,i} \cdot Q_k) = E(G_k + A_{Ek} + 0.3 \cdot Q_k)$$

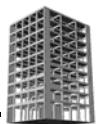
όπου

A_{Ek} χαρακτηριστική τιμή της σεισμικής δράσεως,
ενώ για τα υπόλοιπα σύμβολα έχει ήδη γίνει αναφορά στα ανωτέρω.

Στο σημείο αυτό είναι απαραίτητο να τονισθεί η διαφορά που υπάρχει μεταξύ των φορτίων που θεωρούνται πως συνεισφέρουν στις αδρανειακές δυνάμεις (βλ. παρ. 2.5.2.3 του παρόντος) και στα κατακόρυφα φορτία τα οποία λαμβάνονται στον σεισμικό συνδυασμό δράσεων. Η διαφορά έγκειται στην απουσία του συντελεστή φ ($\psi_{E,i} = \varphi \cdot \psi_{2,i}$) από τον υπολογισμό των κινητών φορτίων που λαμβάνονται υπόψη στον σεισμικό συνδυασμό δράσεων.

EC8 3.2.4(2)P

EC8 4.2.4(1)P



2.6 Περιγραφή των μοντέλων των δύο φορέων

Κριτήριο για την επιλογή του μοντέλου (το αν δηλαδή αυτό θα είναι επίπεδο ή τρισδιάστατο) το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση των δύο φορέων, τόσο για τον βασικό όσο για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων, είναι η κανονικότητά τους σε κάτοψη.

EC8 Table 4.1

Φορείς οι οποίοι είναι κανονικοί σε κάτοψη μπορούν να αναλυθούν με χρήση επίπεδων συστημάτων, είτε με δυναμική φασματική ανάλυση είτε με απλοποιημένη φασματική.

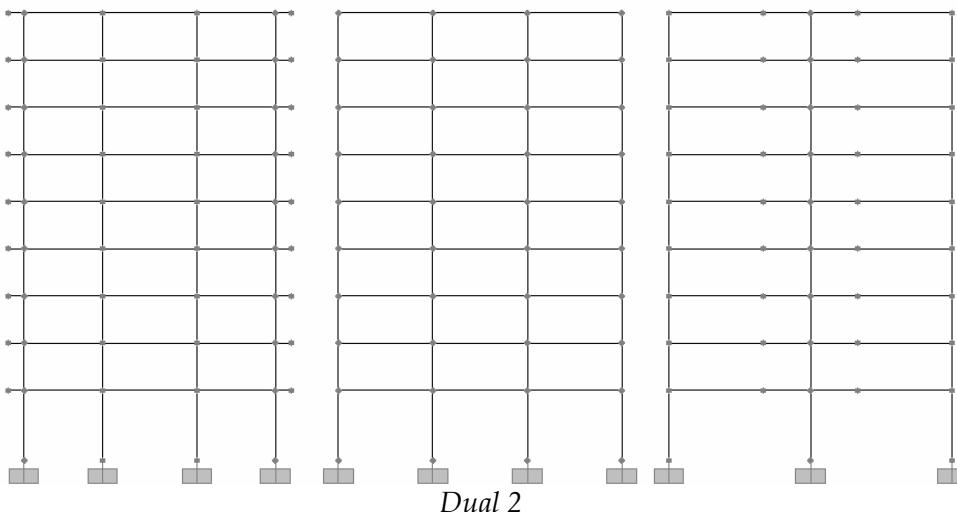
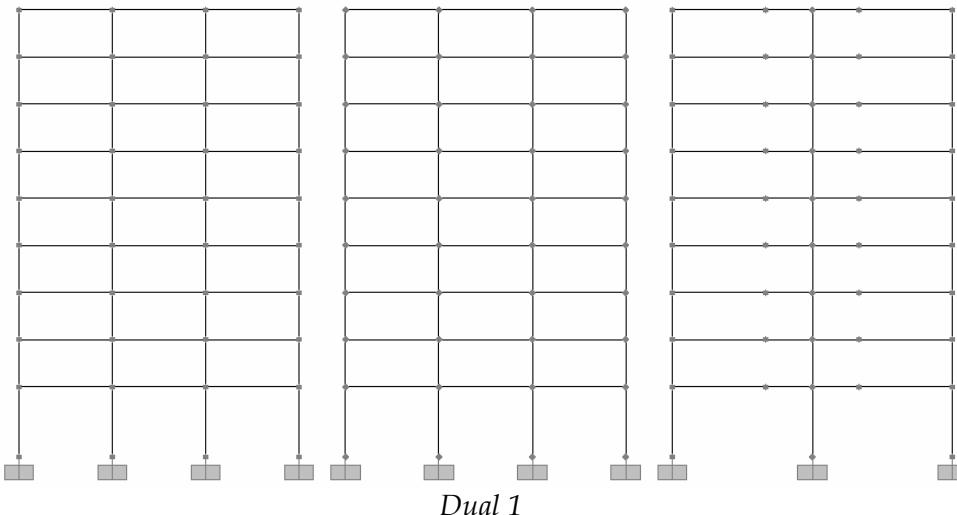
EC8 4.3.1(5)

Όπως δείξαμε στα προηγούμενα (παρ. 2.5.2.2β) οι φορείς που αναλύονται εδώ είναι κανονικοί σε κάτοψη συνεπώς η ανάλυσή τους μπορεί να πραγματοποιηθεί με χρήση επίπεδων μοντέλων τα χαρακτηριστικά των οποίων περιγράφονται στα επόμενα.

2.6.2 Περιγραφή των μοντέλων

Το πρόγραμμα ανάλυσης πεπερασμένων στοιχείων που χρησιμοποιείται σε αυτήν την φάση της εργασίας είναι το SAP 2000 Version 9.

Η διακριτοποίηση των φορέων έγινε με γραμμικά στοιχεία τα οποία εκτείνονται σε πλήρη φατνώματα (σχήμα 2.14).



Σχήμα 2.14 Διακριτοποίηση των φορέων Dual 1 & 2 για ανάλυση έναντι σεισμικής δράσης παραλληλης κατά τη διεύθυνση x , μετά από την αναγωγή τους σε επίπεδους φορείς και την εκμετάλλευση της συμμετρίας της κάτοψης τους.

Βλ. οχήμα 2.7

Γίνεται η παραδοχή (*) πως οι πλάκες λειτουργούν μέσα στο επίπεδό τους ως εντελώς άκαμπτα διαφράγματα (παραδοχή διαφραγματικής λειτουργίας). Κατ’ αυτόν τον τρόπο θεωρούμε πως όλοι οι κόμβοι ενός ορόφου θα παρουσιάζουν τις ίδιες οριζόντιες μετακινήσεις.

EC8 4.3.1(3)

(*)Σύμφωνα με τον EC8 ένα διάφραγμα θα λαμβάνεται ως εντελώς άκαμπτο, όταν οι μετακινήσεις που προκύπτουν για αυτό όταν προσομοιωθεί με την πραγματική του δυσκαμψία (π.χ. επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία) δεν υπερβαίνουν περισσότερο από 10% σε κανένα σημείο της κάτοψης, της αντιστοιχείς μετακινήσεις που προκύπτουν με παραδοχή διαφραγματικής λειτουργίας.

EC8 4.3.1(4)

Η ύπαρξη τοιχοποιιών δεν λαμβάνεται υπόψη στην ανάλυση (εξαιρουμένου του ιδίου βάρους αυτών), δηλαδή οι δύο φορείς θεωρήθηκαν πως παραμορφώνονται ελεύθερα χωρίς την παρεμβολή των στοιχείων πληρώσεως.

Επίσης δεν λαμβάνεται υπόψη η επιρροή της ευκαμψίας της θεμελιώσεως στην απόκριση των φορέων. Κατά συνέπεια τα κατακόρυφα στοιχεία του ισογείου ορόφου θεωρήθηκαν ως πλήρως πακτωμένα στο έδαφος.

Το πεπερασμένο ύψος των υποστυλωμάτων λαμβάνεται υπόψη θεωρώντας απαραμόρφωτα τα τμήματα των δοκών από το κέντρο των υποστυλωμάτων μέχρι τις παρειές τους. Για την περίπτωση των τοιχωμάτων κάτι τέτοιο είναι πάντα υποχρεωτικό. Το πεπερασμένο ύψος των δοκών λαμβάνεται υπόψη θεωρώντας απαραμόρφωτα τα τμήματα των υποστυλωμάτων από την κάτω μέχρι την άνω ίνα των δοκών που συμβάλλουν σε αυτούς (διαμόρφωση στερεού κόμβου, σχήμα 2.15).

EC8 4.3.1(2)



Σχήμα 2.15 Διαμόρφωση των ακραίων περιοχών δοκών και στόλων των μοντέλων των φορέων, με άκαμπτες ζώνες ώστε να ληφθεί υπόψη η πεπερασμένη διάσταση των κόμβων.

Τα τελευταία θέματα τα οποία μένουν να εξετασθούν αναφορικά με την πλήρη περιγραφή των μοντέλων των φορέων είναι αυτά των ενεργών δυσκαμψιών που χρησιμοποιήθηκαν για τα δομικά στοιχεία και των μηκών των συνεργαζόμενων τμημάτων των πλακών στις δοκούς των φορέων.

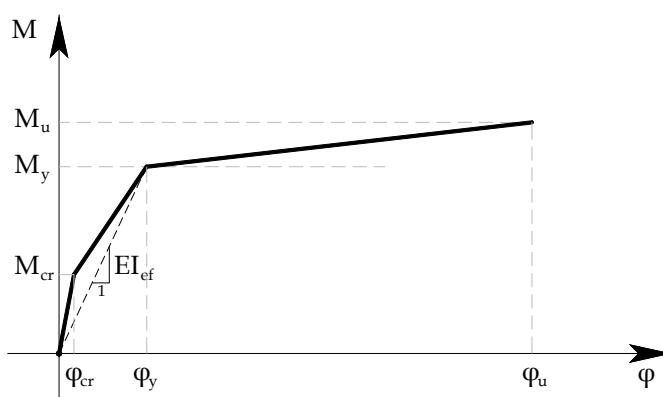
2.6.2.1 Δυσκαμψία δομικών στοιχείων

Η μείωση της δυσκαμψίας των δομικών στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος εξ' αιτίας της ρηγμάτωσης του τελευταίου θα πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη κατά την μόρφωση των μοντέλων που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση.

Ο περισσότερο ακριβής τρόπος υπολογισμού της ενεργού δυσκαμψίας των δομικών στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος, είναι από την κλίση του πρώτου κλάδου ενός διγραμμικοποιημένου διαγράμματος ροπών (M), καμπυλοτήτων (ϕ):

$$EI_{ef} = \frac{M_y}{\phi_y}$$

EC8 4.3.1(6)



Σχήμα 2.16 Διγραμμικοποιημένο διάγραμμα ροπών καμπυλοτήτων για διατομή οπλισμένου σκυροδέματος και υπολογισμός της ενεργού δυσκαμψίας.

Είναι προφανές πως η κατασκευή των διαγραμμάτων ροπών - καμπυλοτήτων για όλες τις διατομές ενός φορέα προϋποθέτει την γνώση των διαστάσεων των διατομών αυτών καθώς και τους οπλισμούς που υπάρχουν σε αυτές. Με άλλα λόγια πρέπει να έχει ήδη προηγηθεί η διαστασιολόγηση του φορέα (με χρήση κάποιων λογικών τιμών δυσκαμψιών), στη συνέχεια να ακολουθήσει ο υπολογισμός των νέων δυσκαμψιών με βάση τα διγραμμικοποιημένα διαγράμματα ροπών - καμπυλοτήτων και τέλος να επαναληφθεί η ανάλυση και να διορθωθεί (ενδεχομένως) η αρχική διαστασιολόγηση. Μια τέτοια επαναληπτική διαδικασία δεν είναι βεβαίως πρακτική για αυτό ορίζεται από τον EC8 ο ακόλουθος προσεγγιστικός τρόπος καθορισμού των δυσκαμψιών των δομικών στοιχείων:

«Η δυσκαμψία σε κάμψη και διάτμηση των δομικών στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος θα πρέπει να λαμβάνεται ίση με την μισή αυτής που αντιστοιχεί στην αρηγμάτωτη διατομή των στοιχείων».

Το τελευταίο έρχεται σε αντίθεση με τα όσα ορίζει ο EC2 για την ελαστική ανάλυση των φορέων, όπου και απαιτεί την θεώρηση αρηγμάτωτων διατομών. Αυτό θα απαιτούσε θεωρητικά την χρήση δύο διαφορετικών μοντέλων: ένα για τον βασικό συνδυασμό δράσεων με αρηγμάτωτες δυσκαμψίες (EC2) και ένα για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων με ρηγματωμένες δυσκαμψίες ίσες με τις μισές των αρηγμάτωτων για όλα τα δομικά στοιχεία των φορέων (EC8).

Ωστόσο κάτι τέτοιο είναι δυνατόν να αποφευχθεί, αν λάβει κανείς υπόψη πως στην ελαστική περιοχή, η κατανομή των εντατικών μεγεθών γίνεται ανάλογα με τη σχετική δυσκαμψία των γειτονικών δομικών στοιχείων που εδώ είναι ίση με μονάδα και στις δύο περιπτώσεις.

Δηλαδή τουλάχιστον όσον αφορά τα εντατικά μεγέθη δεν θα υπάρχει διαφορά είτε με χρήση αρηγμάτωτων είτε ρηγματωμένων δυσκαμψιών. Το σημείο στο οποίο προφανώς θα υπάρχει ουσιαστική διαφορά, είναι οι οριζόντιες μετακινήσεις των φορέων, που είναι κρίσιμες για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων.

Για αυτό επιλέγεται για τα μοντέλα των φορέων Dual 1 & 2 η χρήση ρηγματωμένων δυσκαμψιών για τα δομικά στοιχεία κατά την προσεγγιστική μέθοδο του EC8 (δυσκαμψίες μισές των αρηγμάτωτων).

EC8 4.3.1(7)

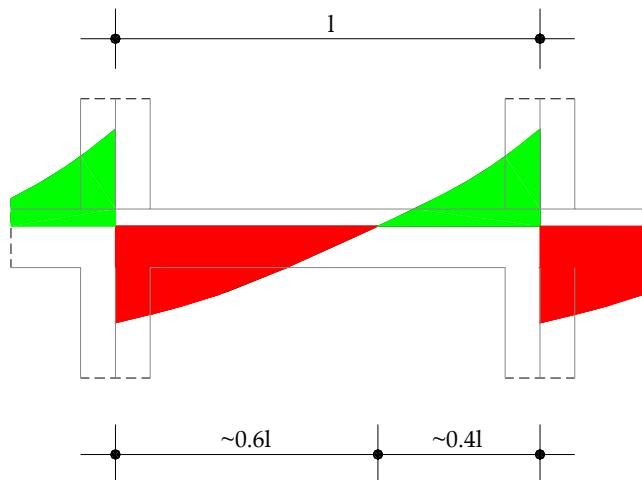
EC2 5.4(2)

2.6.2.2 Συνεργαζόμενα πλάτη b_{eff}

EC2 5.3.2.1

Εξ' αιτίας της συνεργασίας δοκών και πλακών (λόγω της μονολιθικής άκαμπτης σύνδεσης μεταξύ τους) η κάμψη της δοκού συμπαρασύρει σε ανάλογη παραμόρφωση και ένα μέρος της πλάκας, το οποίο ονομάζεται συνεργαζόμενο πλάτος. Το συνεργαζόμενο πλάτος εξαρτάται από τις διαστάσεις της διατομής της δοκού, το είδος της φόρτισης, το άνοιγμα της δοκού, τις στηρίξεις κ.α.

Βασικό στοιχείο για τον υπολογισμό του συνεργαζόμενου πλάτους είναι η απόσταση l_0 μεταξύ διαδοχικών σημείων μηδενισμού του διαγράμματος των ροπών. Για την απόσταση αυτή ισχύουν γενικά όσα φαίνονται στα ακόλουθα σχήματα.

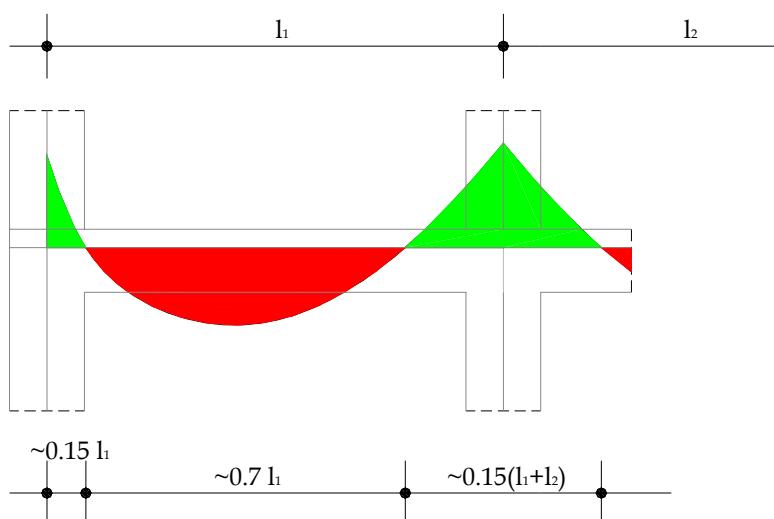


EC2 5.3.2.1(1)P

EC2 5.3.2.1(2)

Για τα μήκη l_0
υπό τον
σεισμικό
συνδυασμό, δεν
γίνεται καμία
αναφορά στον
EC8.

Σχήμα 2.17 Προσεγγιστικά μήκη l_0 για τον υπολογισμό των συνεργαζόμενων πλατών δοκών υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων.



EC2 Figure 5.2

Σχήμα 2.18 Προσεγγιστικά μήκη l_0 για τον υπολογισμό των συνεργαζόμενων πλατών δοκών υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Το συνεργαζόμενο πλάτος μιας διατομής δοκού μορφής T ή L δίνεται από τις ακόλουθες σχέσεις (βλέπε και σχήματα 2.17-2.19):

EC2 5.3.2.1(3)

$$b_{\text{eff}} = \sum b_{\text{eff},i} + b_w \leq b$$

EC2 σχέση 5.7

όπου

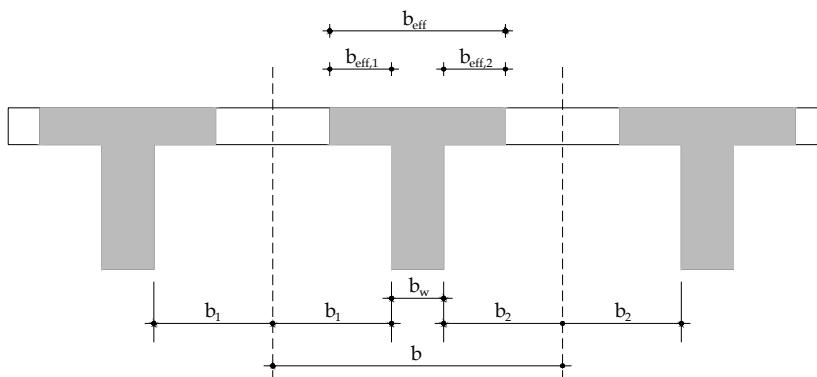
$$b_{\text{eff},i} = 0.2 \cdot b_i + 0.1 \cdot l_0 \leq 0.2 \cdot l_0$$

EC2 σχέση 5.7a

και

$$b_{\text{eff},i} \leq b_i$$

EC2 σχέση 5.7b



EC2 Figure 5.3

Σχήμα 2.19 Σχηματική επεξήγηση όλων των παραμέτρων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό του συνεργαζόμενου πλάτους.

Παρακάτω δίνεται ο υπολογισμός του συνεργαζόμενου πλάτους όλων των δοκών των δύο φορέων της παρούσας ανάλυσης.

■ **Εσωτερικές δοκοί μορφής T (τομές B-B, C-C σχήματος 2.7).**

a) Υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων

Στην περίπτωση αυτή ανάλογα με τη διεύθυνση της σεισμικής διέγερσης θα είναι είτε $l_0 = 0.6 \cdot 1$ είτε $l_0 = 0.4 \cdot 1$.

Για $l_0 = 0.6 \cdot 1 = 0.6 \cdot 6.0 = 3.6\text{m}$ θα έχουμε:

$$b_1 = b_2 = \frac{(l_y - b_w)}{2} = \frac{3 - 0.25}{2} = 1.375\text{m}$$

$$b_{\text{eff},1} = 0.2 \cdot b_1 + 0.1 \cdot l_0 = 0.2 \cdot 1.375 + 0.1 \cdot 3.6 = 0.635\text{m} < 0.2 \cdot l_0 = 0.72\text{m}$$

και

$$b_{\text{eff},2} = 0.635\text{m} < b_2 = 1.375\text{m}$$

Όμοια $b_{\text{eff},2} = 0.2 \cdot b_2 + 0.1 \cdot l_0 = 0.2 \cdot 1.375 + 0.1 \cdot 3.6 = 0.635 < 0.2 \cdot l_0 = 0.72\text{m}$

και

$$b_{\text{eff},2} = 0.635\text{m} < b_2 = 1.375\text{m}$$

Έτσι η τελική τιμή του συνεργαζόμενου πλάτους (για $l_0 = 0.6 \cdot 1$) θα είναι:

$$b_{\text{eff}} = \sum b_{\text{eff},i} + b_w = 0.635 + 0.635 + 0.25 = 1.52\text{m} < b = 3\text{m}$$

Για $l_0 = 0.4 \cdot 1 = 0.4 \cdot 6.0 = 2.4\text{m}$ θα έχουμε:

$$b_1 = b_2 = \frac{(l_y - b_w)}{2} = \frac{3 - 0.25}{2} = 1.375\text{m}$$

$b_{eff,1} = 0.2 \cdot b_1 + 0.1 \cdot l_0 = 0.2 \cdot 1.375 + 0.1 \cdot 2.4 = 0.515m > 0.2 \cdot l_0 = 0.48m$
και έτσι

$$b_{eff,1} = 0.48m < b_1 = 1.375m$$

Όμοια $b_{eff,2} = 0.2 \cdot b_2 + 0.1 \cdot l_0 = 0.2 \cdot 1.375 + 0.1 \cdot 2.4 = 0.515m > 0.2 \cdot l_0 = 0.48m$
και

$$b_{eff,2} = 0.48m < b_2 = 1.375m$$

Έτσι η τελική τιμή του συνεργαζόμενου πλάτους (για $l_0 = 0.4 \cdot 1$) θα είναι:

$$b_{eff} = \sum b_{eff,i} + b_w = 0.48 + 0.48 + 0.25 = 1.21m < b = 3m$$

β) Υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων

Για $l_0 = 0.7 \cdot 1 = 0.7 \cdot 6.0 = 4.2m$ θα έχουμε:

$$b_1 = b_2 = \frac{(l_y - b_w)}{2} = \frac{3 - 0.25}{2} = 1.375m$$

$$b_{eff,1} = 0.2 \cdot b_1 + 0.1 \cdot l_0 = 0.2 \cdot 1.375 + 0.1 \cdot 4.2 = 0.695m < 0.2 \cdot l_0 = 0.84m$$

και

$$b_{eff,1} = 0.695m < b_1 = 1.375m$$

Όμοια $b_{eff,2} = 0.2 \cdot b_2 + 0.1 \cdot l_0 = 0.2 \cdot 1.375 + 0.1 \cdot 4.2 = 0.695 < 0.2 \cdot l_0 = 0.84m$

και

$$b_{eff,2} = 0.695m < b_2 = 1.375m$$

Έτσι η τελική τιμή του συνεργαζόμενου πλάτους (για $l_0 = 0.7 \cdot 1$) θα είναι:

$$b_{eff} = \sum b_{eff,i} + b_w = 0.695 + 0.695 + 0.25 = 1.64m < b = 3m$$

Για $l_0 = 0.15 \cdot 1 = 0.15 \cdot 6.0 = 0.9m$ (ακραία στηρίγματα) ακολουθώντας την ίδια διαδικασία θα έχουμε:

$$b_{eff} = \sum b_{eff,i} + b_w = 0.61m < b = 3m$$

Για $l_0 = 0.15 \cdot (l_l + l_r) = 0.15 \cdot (6.0 + 6.0) = 1.8m$ (ενδιάμεσα στηρίγματα) θα έχουμε:

$$b_{eff} = \sum b_{eff,i} + b_w = 0.97m < b = 3m$$

▪ **Ακραίες δοκοί μορφής Γ (τομές A-A σχήματος 2.7).**

α) Υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων

Όπως και πριν, ανάλογα με τη διεύθυνση της σεισμικής διέγερσης θα είναι είτε $l_0 = 0.6 \cdot 1$ είτε $l_0 = 0.4 \cdot 1$.

Για $l_0 = 0.6 \cdot 1 = 0.6 \cdot 6.0 = 3.6m$ θα έχουμε:

$$b_1 = b_2 = \frac{(l_y - b_w)}{2} = \frac{3 - 0.25}{2} = 1.375m$$

$$b_{eff,1} = 0.2 \cdot b_1 + 0.1 \cdot l_0 = 0.2 \cdot 1.375 + 0.1 \cdot 3.6 = 0.635m < 0.2 \cdot l_0 = 0.72m$$

και

$$b_{eff,1} = 0.635m < b_1 = 1.375m$$

$$b_{eff,2} = 0m$$

Έτσι η τελική τιμή του συνεργαζόμενου πλάτους (για $l_0 = 0.6 \cdot 1$) θα είναι:

$$b_{\text{eff}} = \sum b_{\text{eff},i} + b_w = 0.635 + 0 + 0.25 = 0.885 \text{m} < b = 3 \text{m}$$

Για $l_0 = 0.4 \cdot 1 = 0.4 \cdot 6.0 = 2.4 \text{m}$ θα έχουμε:

$$b_1 = b_2 = \frac{(l_y - b_w)}{2} = \frac{3 - 0.25}{2} = 1.375 \text{m}$$

$$b_{\text{eff},1} = 0.2 \cdot b_1 + 0.1 \cdot l_0 = 0.2 \cdot 1.375 + 0.1 \cdot 2.4 = 0.515 \text{m} > 0.2 \cdot l_0 = 0.48 \text{m}$$

και

$$b_{\text{eff},1} = 0.48 \text{m} < b_1 = 1.375 \text{m}$$

$$b_{\text{eff},2} = 0 \text{m}$$

Έτσι η τελική τιμή του συνεργαζόμενου πλάτους (για $l_0 = 0.4 \cdot 1$) θα είναι:

$$b_{\text{eff}} = \sum b_{\text{eff},i} + b_w = 0.48 + 0 + 0.25 = 0.73 \text{m} < b = 3 \text{m}$$

β) Υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων

Για $l_0 = 0.7 \cdot 1 = 0.7 \cdot 6.0 = 4.2 \text{m}$ θα έχουμε:

$$b_1 = b_2 = \frac{(l_y - b_w)}{2} = \frac{3 - 0.25}{2} = 1.375 \text{m}$$

$$b_{\text{eff},1} = 0.2 \cdot b_1 + 0.1 \cdot l_0 = 0.2 \cdot 1.375 + 0.1 \cdot 4.2 = 0.695 \text{m} < 0.2 \cdot l_0 = 0.84 \text{m}$$

και

$$b_{\text{eff},1} = 0.695 \text{m} < b_1 = 1.375 \text{m}$$

$$b_{\text{eff},2} = 0 \text{m}$$

Έτσι η τελική τιμή του συνεργαζόμενου πλάτους (για $l_0 = 0.7 \cdot 1$) θα είναι:

$$b_{\text{eff}} = \sum b_{\text{eff},i} + b_w = 0.695 + 0 + 0.25 = 0.945 \text{m} < b = 3 \text{m}$$

Για $l_0 = 0.15 \cdot 1 = 0.15 \cdot 6.0 = 0.9 \text{m}$ (ακραία στηρίγματα) ακολουθώντας την ίδια διαδικασία θα έχουμε:

$$b_{\text{eff}} = \sum b_{\text{eff},i} + b_w = 0.43 \text{m} < b = 3 \text{m}$$

Για $l_0 = 0.15 \cdot (l_1 + l_2) = 0.15 \cdot (6.0 + 6.0) = 1.8 \text{m}$ (ενδιάμεσα στηρίγματα) θα έχουμε:

$$b_{\text{eff}} = \sum b_{\text{eff},i} + b_w = 0.61 \text{m} < b = 3 \text{m}$$

Συγκεντρωτικές τιμές των συνεργαζόμενων πλατών για όλες τις περιπτώσεις που αναλύθηκαν προηγουμένως φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Συνεργαζόμενα πλάτη (m)	Σεισμικός συνδυασμός		Βασικός συνδυασμός		
l_0	0.6·1	0.4·1	0.7·1	0.15·1	0.15·(l ₁ +l ₂)
Δοκοί μορφή Τ	1.52	1.21	1.64	0.61	0.97
Δοκοί μορφής Γ	0.885	0.73	0.945	0.43	0.61

Πίνακας 2.2 Συγκεντρωτικές τιμές των συνεργαζόμενων πλατών για όλες τις περιπτώσεις δοκών, και συνδυασμών φόρτωσης.

Ωστόσο επειδή είναι εξαιρετικά δύσκολο να συμπεριληφθούν στην ανάλυση όλα τα προηγούμενα συνεργαζόμενα πλάτη (κάτι τέτοιο θα απαιτούσε διαφορετικά μοντέλα για τον σεισμικό και για τον βασικό συνδυασμό δράσεων και ενδεχομένως μία πικνότερη διακριτοποίηση των γραμμικών στοιχείων των δοκών), και λαμβάνοντας υπόψη την προέχουσα επιρροή των σεισμικών δράσεων έναντι των κατακορύφων (κάτι που θα διαπιστώσουμε και αργότερα από τα αποτελέσματα της ανάλυσης), αποφασίσθηκε να χρησιμοποιηθούν στα μοντέλα των δύο φορέων τα συνεργαζόμενα πλάτη που υπολογίσθηκαν με βάση τα προσεγγιστικά διαγράμματα ροπών ένεκα σεισμικών δράσεων. Τα διαγράμματα αυτά (βλ. σχήμα 2.17) αντιστοιχούν σε μία ορισμένη διεύθυνση σεισμικής δράσης (εν προκειμένω στη διεύθυνση x). Δοθείσης της συνεχούς μεταβολής της διεύθυνσης αυτής κατά τη διάρκεια του σεισμικού φαινομένου, ως πλέον λογική επιλογή φαντάζει ο υπολογισμός ενός μέσου συνεργαζόμενου πλάτους για όλο το μήκος των δοκών, μεταξύ αυτών που υπολογίσθηκαν για $l_0 = 0.6 \cdot 1$ και $l_0 = 0.4 \cdot 1$. Έτοι θα είναι:

Για τις εσωτερικές δοκούς (μορφής T):

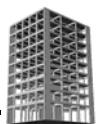
$$b_{\text{eff}} = \frac{1.52 + 1.21}{2} = 1.365 \text{m}$$

Για τις ακραίες δοκούς (μορφής Γ):

$$b_{\text{eff}} = \frac{0.885 + 0.73}{2} = 0.8075 \text{m}$$

Τονίζεται στο σημείο αυτό ότι τα προηγούμενα συνεργαζόμενα πλάτη χρησιμοποιούνται αποκλειστικά και μόνο για την ανάλυση των φορέων. Η διαστασιολόγηση (όπως θα δούμε παρακάτω) γίνεται με τα περιοστέρο ακριβή πλάτη που φαίνονται στον πίνακα 2.2.

2.7 Ανάλυση για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων



EC8 4.3

Όπως ήδη αναφέρθηκε στα προηγούμενα η σεισμική διέγερση θεωρείται μόνο κατά την διεύθυνση x, δηλαδή κατά την ανάλυση αγνοείται η εγκάρσια συνιστώσα της σεισμικής διέγερσης, ενώ αγνοείται και η τυχηματική εκκεντρότητα e_{ai} .

Παρόλα αυτά τόσο η επιρροή της εγκάρσιας συνιστώσας όσο αυτή της τυχηματικής εκκεντρότητας είναι δυνατόν να ληφθεί προσεγγιστικά υπόψη μετά το πέρας της ανάλυσης. Αυτό μπορεί να γίνει ως εξής:

- Αναφορικά με την διαζονική κάμψη των υποστυλωμάτων, αυτή μπορεί να ελεγχθεί προσεγγιστικά για κάθε διεύθυνση αν θεωρήσουμε την αντοχή τους σε μονοαξονική κάμψη μειωμένη κατά 30%, δηλαδή αν ελέγξουμε την ισχύ της ακόλουθης ανισότητας:

EC8 4.3.2

EC8 5.5.3.2.1(2)

$$0.7 \cdot M_{Rid}(N_{Ed}) \geq M_{Eid} \text{ με } i=x,y$$

όπου, M_{Ed} είναι η ροπή που προέκυψε από την ανάλυση για τη διεύθυνση που μας ενδιαφέρει, κατάλληλα τροποποιημένη ώστε να λαμβάνει υπόψη τις απαιτήσεις του ικανοτικού σχεδιασμού όταν αυτό απαιτείται και N_{Ed} η πιο δυσμενής αξονική δύναμη που προέκυψε από την ανάλυση για τις σεισμικές δράσεις αναφορικά με την αντοχή των διατομών σε κάμψη.

Αξίζει τέλος να αναφέρουμε πως από πρακτικής απόψεως, είναι ευκολότερο να θεωρηθούν οι δράσεις αυξημένες κατά 43% ($1.43=1/0.7$) σε σχέση με τον θεωρηθούν οι αντοχές μειωμένες κατά 30%.

- Αναφορικά τέλος με την επιρροή της τυχηματικής εκκεντρότητας, αυτή μπορεί να ληφθεί προσεγγιστικά με πολλαπλασιασμό των εντατικών μεγεθών που προέκυψαν από μία ανάλυση χωρίς την παρεμβολή της εκκεντρότητας, με τον συντελεστή:

$$\delta = 1 + 1.2 \cdot \frac{x}{L_e}$$

EC8 4.3.3.2.4
EC8 4.3.3.2.4(2)

,όπου x είναι η απόσταση του δομικού στοιχείου από το κέντρο μάζας του κτιρίου μετρούμενη κάθετα στη θεωρούμενη σεισμική διέγερση και L_e είναι η απόσταση των δύο πιο ακραίων δομικών στοιχείων του φορέα μετρούμενη επίσης κάθετα στη θεωρούμενη σεισμική διέγερση. Ο συντελεστής 1.2 λαμβάνεται στην περίπτωση που χρησιμοποιείται επίπεδο μοντέλο, ενώ για τρισδιάστατο μειώνεται στο 0.6.

EC8 Σχέση 4.12

EC8 4.3.3.2.4(2)

2.7.1 Υπολογισμός της θεμελιώδους ιδιοπεριόδου των δύο φορέων

Για τον υπολογισμό της θεμελιώδους ιδιοπεριόδου θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος Rayleigh η οποία στηρίζεται στην ακόλουθη σχέση:

$$T_1 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{1}{g} \cdot \frac{\sum W_i \cdot \delta_i^2}{\sum F_i \cdot \delta_i}}$$

όπου :

- | | |
|------------|---|
| F_i | ομάδα δυνάμεων τριγωνικά κατανεμημένων καθ' ύψος του κτιρίου |
| δ_i | οι αντίστοιχες μετακινήσεις των ορόφων υπό την επίδραση των F_i |
| W_i | τα φορτία των ορόφων |

EC8 4.3.3.2.2(2)

Ο προσδιορισμός των φορτίων F_i θα στηριχθεί στον υπολογισμό μιας προσεγγιστικής θεμελιώδους ιδιοπεριόδου σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

EC8 4.3.3.2.2(3)

$$T_1 = 0.075 \cdot (H)^{3/4} = 0.075 \cdot (28.5)^{3/4} = 0.92 \text{ sec}$$

EC8 Σχέση 4.6

όπου H είναι το συνολικό ύψος των φορέων που αναλύουμε. Είναι προφανές πως η προσεγγιστική αυτή ιδιοπεριόδος λαμβάνεται ίδια και για τους δύο φορείς (Dual1 & 2).

Εισάγοντας αυτήν την ιδιοπερίοδο στην αντίστοιχη έκφραση του $S_d(T)$ θα έχουμε:

$$\frac{S_d(T_1)}{g} = 0.16 \cdot 1.15 \cdot \frac{2.5}{5.4} \cdot \left[\frac{0.6}{0.92} \right] = 0.0555 > 0.032$$

2.5.2.2δ του παρόντος

Ακολούθως υπολογίζεται η τέμνουσα βάσης για τους δύο φορείς σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$F_b = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda$$

EC8.3.3.2.2(1)P

όπου

$S_d(T_1)$ η τεταγμένη του φάσματος σχεδιασμού που αντιστοιχεί σε ιδιοπερίοδο T_1 .

T_1 η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος του κτιρίου

m η συνολική μάζα του φορέα, υπολογισμένη σύμφωνα με την παράγραφο 2.5.2.3 του παρόντος (βλ. πίνακα 1.1).

λ συντελεστής διόρθωσης ο οποίος είναι ίσος με 0.85 αν $T_1 \leq 2T_C = 2 \cdot 0.6 = 1.2 \text{ sec}$ και συγχρόνως το κτίριο έχει περισσότερους από 2 ορόφους, διαφορετικά η τιμή του λ είναι 1.0.

EC8 σχέση 4.5

Φορέας Dual 1

$$F_{b1} = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda = 0.0555 \cdot 9.81 \cdot 1202.5 \cdot 0.85 = 556.5 \text{kN}$$

Φορέας Dual 2

$$F_{b2} = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda = 0.0555 \cdot 9.81 \cdot 1253.43 \cdot 0.85 = 580.1 \text{kN}$$

EC8 4.3.3.2.3(3)

Τέλος κατανέμουμε καθ' ύψος τις παραπάνω τέμνουσες βάσης σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση (η οποία στηρίζεται στην υπόθεση γραμμικής καθ' ύψος μεταβολής της πρώτης ιδιομορφής):

$$F_i = F_b \cdot \frac{z_i \cdot m_i}{\sum z_j \cdot m_j}$$

EC8 σχέση 4.11

όπου

F_i η οριζόντια δύναμη η οποία δρα στο όροφο i .

F_b η τέμνουσα βάσης όπως υπολογίσθηκε παραπάνω.

z_i, z_j τα ύψη των μαζών m_i, m_j .

m_i, m_j οι μάζες των ορόφων υπολογισμένες σύμφωνα με την παράγραφο 5.2.3 του παρόντος (πίνακας 1).

Τα φορτία που προκύπτουν από την προηγούμενη σχέση εφαρμόζονται σε όλους τους ορόφους και για τους δύο φορείς.

Ακολουθεί η ανάλυση και ο προσδιορισμός των αντίστοιχων μετακινήσεων δι των ορόφων υπό την δράση των F_i .

Απομένει η εφαρμογή της σχέσης του Rayleigh και ο υπολογισμός της θεμελιώδους ιδιοπεριόδου.

Όλα τα προηγούμενα φαίνονται αναλυτικά για τον φορέα Dual 1 στον πίνακα της σελίδας που ακολουθεί (πίνακας 2.3).

Στάθμη	W_i (kN)	h_i (m)	W_ih_i	F_i (kN)	δ_i (m)	F_iδ_i	W_iδ²
9	966.89	28.5	27556.39	81.939	0.01137	0.931653	0.124997
8	1305.13	25.5	33280.83	98.961	0.01008	0.99753	0.13261
7	1305.13	22.5	29365.44	87.319	0.00872	0.76142	0.09924
6	1305.13	19.5	25450.044	75.676	0.00729	0.55168	0.06936
5	1335.32	16.5	22032.75	65.515	0.00583	0.381952	0.045386
4	1343.0	13.5	18130.57	53.912	0.00439	0.236672	0.025883
3	1380.88	10.5	14499.24	43.114	0.00301	0.129773	0.012511
2	1392.5	7.5	10443.79	31.055	0.0018	0.055899	0.004512
1	1462.63	4.5	6581.84	19.571	0.00082	0.016062	0.000985
Σύνολα	11796.62		187340.89	556.563		4.062642	0.515483

Πίνακας 2.3 Προσδιορισμός όλων των παραμέτρων για την εφαρμογή του τόπου του Rayleigh και τον προσδιορισμό της θεμελιώδους ιδιοπεριόδου του φορέα Dual 1.

Είναι πλέον δυνατή η εφαρμογή της σχέσης του Rayleigh για τον προσδιορισμό της θεμελιώδους ιδιοπεριόδου του φορέα Dual 1:

$$T_1 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{1}{g} \cdot \frac{\sum W_i \cdot \delta_i^2}{\sum F_i \cdot \delta_i}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{1}{9.81} \cdot \frac{0.515483}{4.062642}} = 0.714 \text{ sec}$$

Ακριβώς με τον ίδιο τρόπο υπολογίσθηκε και η θεμελιώδης ιδιοπεριόδος του φορέα Dual 2:

$$T_1 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{1}{g} \cdot \frac{\sum W_i \cdot \delta_i^2}{\sum F_i \cdot \delta_i}} = 0.6872 \text{ sec}$$

Όπως αναμενόταν η θεμελιώδης ιδιοπεριόδος του πλέον δύσκαμπτου φορέα Dual 2 (βλέπε γωνιακά τοιχώματα) είναι μικρότερη από αυτήν του φορέα Dual 1.

2.7.2 Επιλογή της μεθόδου ανάλυσης

Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των φορέων που πρόκειται να αναλυθούν, μία από τις ακόλουθες δύο γραμμικές ελαστικές αναλύσεις μπορούν να εφαρμοσθούν:

- Απλοποιημένη φασματική ή ισοδύναμη στατική μέθοδος, για κτίρια στα οποία πληρούνται οι προϋποθέσεις που αναφέρονται παρακάτω.
- Δυναμική φασματική μέθοδος, η οποία μπορεί να εφαρμοσθεί σε όλα τα είδη φορέων.

Ειδικά για την απλοποιημένη φασματική μέθοδο, αυτή μπορεί γενικά να εφαρμοσθεί σε περιπτώσεις όπου η απόκριση του φορέα δεν επηρεάζεται σημαντικά από ιδιομορφές ανώτερες της θεμελιώδους.

EC8 4.3.3

EC8 4.3.3.1(3)

EC8 4.3.3.2

EC8 4.3.3.3

EC8 4.3.3.2.1(1)

Η παραπάνω απαίτηση θεωρούμε πως ικανοποιείται, όταν ικανοποιούνται ταυτόχρονα τα επόμενα:

- Η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος του φορέα θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να ισχύει:

$$T_1 \leq \begin{cases} 4 \cdot T_C = 4 \cdot 0.60 = 2.4 \text{ sec} \\ 2.0 \text{ sec} \end{cases}$$

όπου T_C είναι χαρακτηριστική περίοδος του φάσματος (βλ. παράγραφο 2.5.2.2δ του παρόντος).

Η προηγούμενη απαίτηση ικανοποιείται καθόσον (όπως φαίνεται στην προηγούμενη σελίδα) η ιδιοπερίοδος του φορέα Dual 1 είναι 0.714 sec, ενώ αυτή του φορέα Dual 2 0.6872 sec, αμφότερες μικρότερες από 2.0 sec.

- Να ικανοποιούνται τα κριτήρια της καθ' ύψος κανονικότητας. Όπως δείξαμε στη παράγραφο 2.5.2.2β οι φορείς της παρούσας ανάλυσης είναι κανονικοί καθ' ύψος.

Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα η απλοποιημένη φασματική μέθοδος είναι δυνατόν να εφαρμοσθεί για την ανάλυση των φορέων Dual 1 & 2.

2.7.3 Εφαρμογή της απλοποιημένης φασματικής μεθόδου

Για την εφαρμογή της απλοποιημένης φασματικής μεθόδου απαιτείται αρχικά ο υπολογισμός της τέμνουσας βάσης για τους δύο φορείς που γίνεται κατά τον τρόπο που δείχθηκε στην παράγραφο 2.7.1.

Εισάγοντας τις θεμελιώδεις ιδιοπεριόδους των φορέων αυτών στην αντίστοιχη έκφραση του $S_d(T)$ θα έχουμε:

Φορέας Dual 1

$$\frac{S_d(T_1)}{g} = 0.16 \cdot 1.15 \cdot \frac{2.5}{5.4} \cdot \left[\frac{0.6}{0.714} \right] = 0.07158 > 0.032$$

Φορέας Dual 2

$$\frac{S_d(T_1)}{g} = 0.16 \cdot 1.15 \cdot \frac{2.5}{5.4} \cdot \left[\frac{0.6}{0.6872} \right] = 0.07437 > 0.032$$

Ακολούθως υπολογίζεται η τέμνουσα βάσης για τους δύο φορείς σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$F_b = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda$$

όπου οι συμβολισμοί έχουν εξηγηθεί στα προηγούμενα.

EC8 4.3.3.2.1(2)

EC8 4.3.3.2.2

EC84.3.3.2.2(1)P

EC8 οχέση 4.5

Φορέας Dual 1

$$F_{b1} = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda = 0.07158 \cdot 9.81 \cdot 1202.5 \cdot 0.85 = 717.73 \text{kN}$$

Φορέας Dual 2

$$F_{b2} = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda = 0.07437 \cdot 9.81 \cdot 1253.43 \cdot 0.85 = 777.29 \text{kN}$$

Τέλος κατανέμουμε καθ' ύψος τις παραπάνω τέμνουσες βάσης σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση (η οποία στηρίζεται στην υπόθεση γραμμικής καθ' ύψος μεταβολής της πρώτης ιδιομορφής):

$$F_i = F_b \cdot \frac{z_i \cdot m_i}{\sum z_j \cdot m_j}$$

EC8 4.3.3.2.3

EC8 4.3.3.2.3(3)

EC8 σχέση 4.11

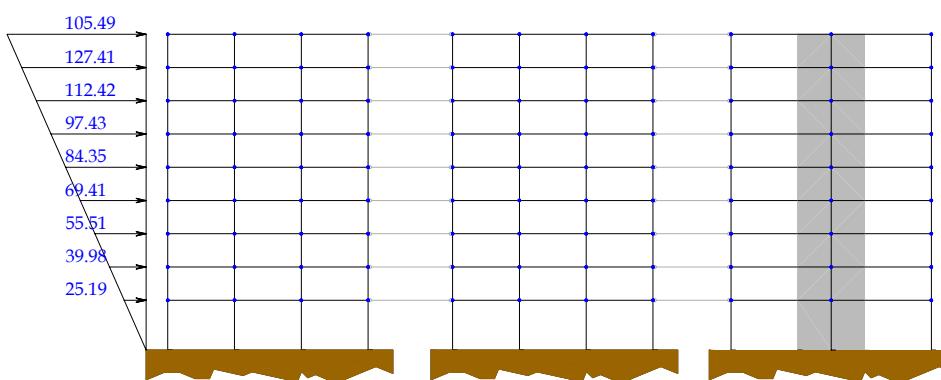
όπου όλα τα σύμβολα έχουν εξηγηθεί στα προηγούμενα.

Τα αποτελέσματα της κατανομής αυτής φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

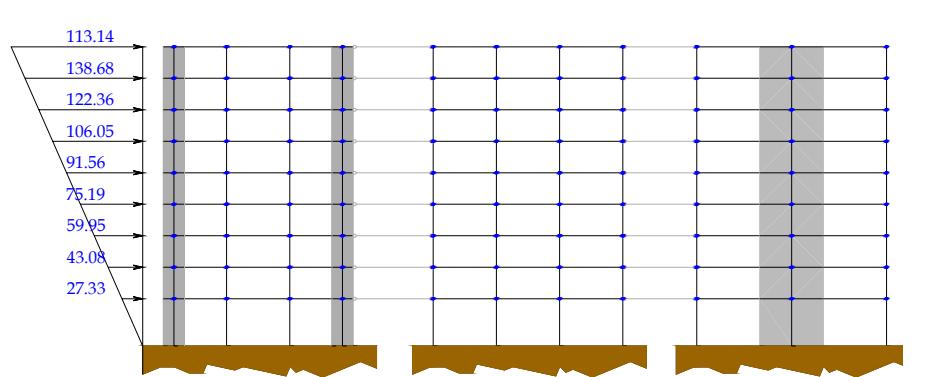
	Δυνάμεις ορόφων F_i(kN)	
Στάθμη	Dual 1	Dual 2
9	105.49	113.14
8	127.41	138.68
7	112.42	122.36
6	97.43	106.05
5	84.35	91.56
4	69.41	75.19
3	55.51	59.95
2	39.98	43.082
1	25.197	27.33
Σύνολα	717.73	777.29

Πίνακας 2.4 Δυνάμεις ορόφων F_i μετά την καθ' ύψος κατανομή των τεμνουσών βάσεως στον δύο φορείς της παρούσας ανάλυσης.

Οι δυνάμεις αυτές εφαρμόζονται στις στάθμες των ορόφων όπως φαίνεται στα σχήματα που ακολουθούν.



Σχήμα 2.20 Καθ' ύψος κατανομή της τέμνουσας βάσης για τον φορέα Dual 1.



Σχήμα 2.21 Καθ' ύψος κατανομή της τέμνονος βάσης για τον φορέα Dual 2.

Τονίζεται στο σημείο αυτό πως το πρόγραμμα SAP 2000 Version 9.0 έχει ενσωματωμένη δυνατότητα προσομοίωσης της διαφραγματικής λειτουργίας στις στάθμες των ορόφων με αποτέλεσμα να μην απαιτείται η προσεγγιστική (με το χέρι) προσομοίωση, μέσω της θεώρησης άπειρης δυσκαμψίας σε αξονική δύναμη (πρακτικά πολύ μεγάλης) για τα οριζόντια στοιχεία των φορέων. Εξ' αιτίας αυτού η εισαγωγή των φορτίων F_i μπορεί να γίνει θεωρώντας αυτά ως συγκεντρωμένα σε οποιοδήποτε κόμβο του κάθε ορόφου (δεν απαιτείται δηλαδή η κατανομή των δυνάμεων F_i κατά το μήκος των φορέων).

Τέλος, όπως άλλωστε απαιτεί ο σεισμικός συνδυασμός δράσεων, τα φορτία αυτά εφαρμόζονται από κοινού με τα κατακόρυφα φορτία που προκύπτουν από τον ακόλουθο συνδυασμό:

$$G_k + 0.3 \cdot Q_k$$

όπου το σύμβολο “+” έχει την έννοια του ταυτόχρονου συνδυασμού των αντίστοιχων φορτίων.

EC84.3.3.2.3(4)P

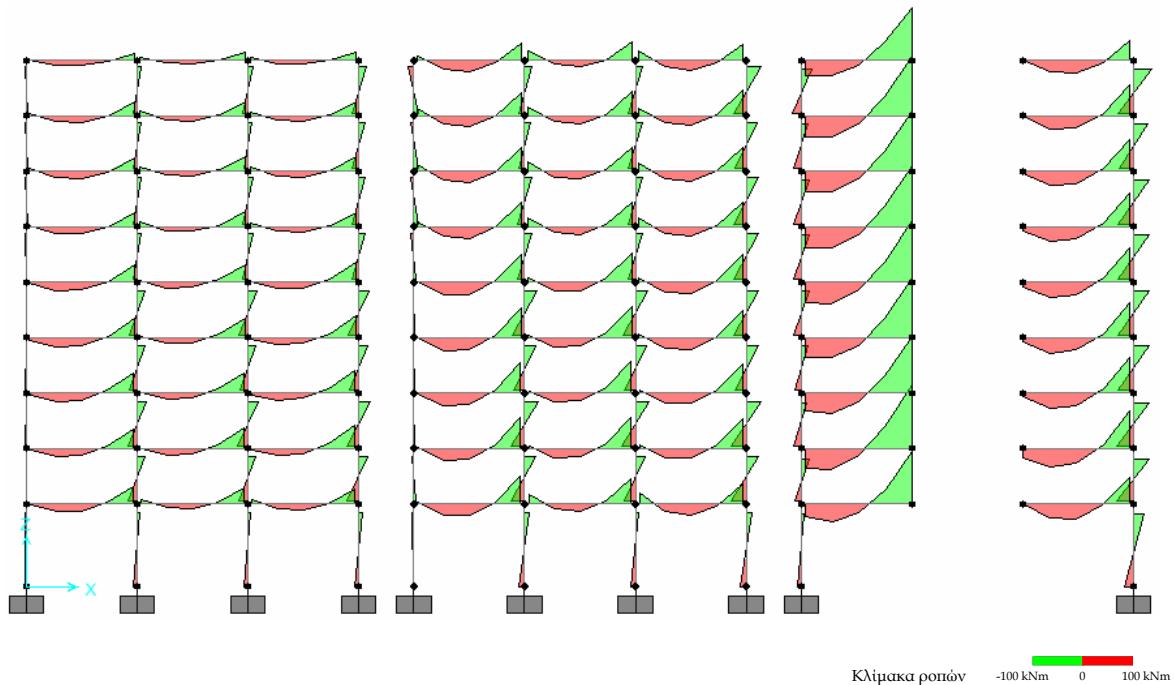
παρ.2.5.2.4 του παρόντος

2.7.4 Αποτελέσματα της ανάλυσης για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων

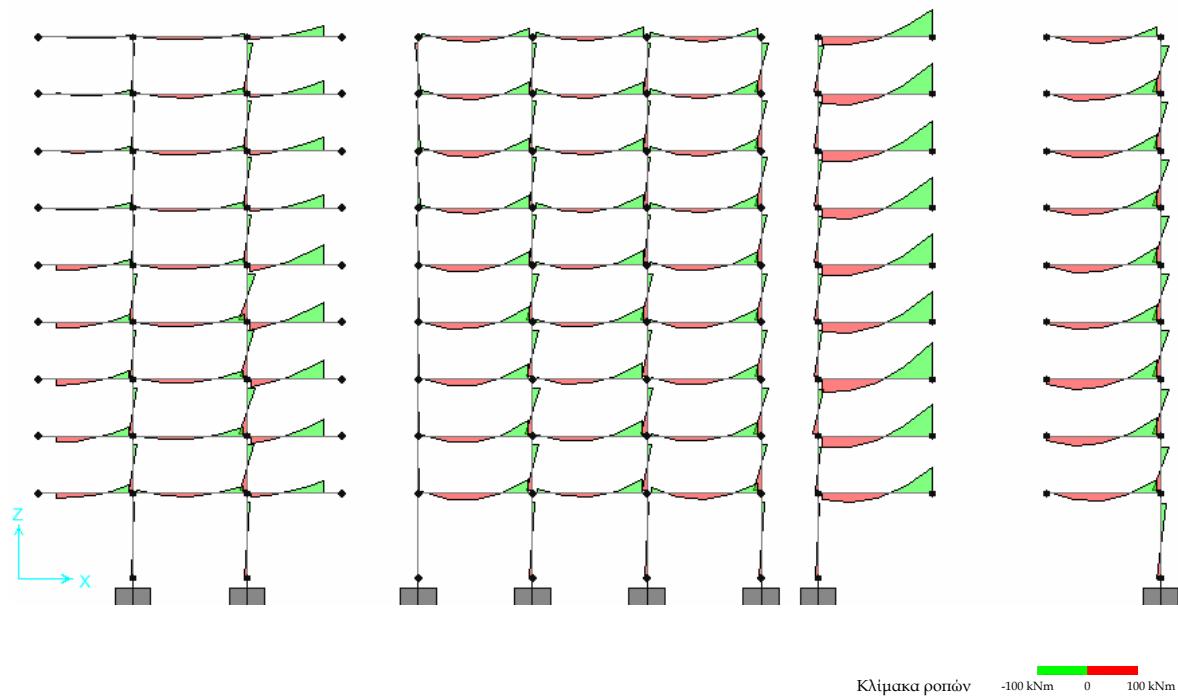
Στις σελίδες που ακολουθούν φαίνονται τα εντατικά μεγέθη (M, V, N) για τους δύο φορείς της παρούσας εργασίας, υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων όπως προέκυψαν από την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια του προγράμματος SAP 2000 Version 9.

Τονίζεται πως οι τιμές των μεγεθών είναι οι τιμές που εμφανίζονται στις παρειές των κόμβων δοκών – στύλων ή δοκών – τοιχωμάτων (λόγω της προσομοίωσης της πεπερασμένης διάστασης των κόμβων όπως περιγράφηκε στη παράγραφο 2.6.2 του παρόντος).

Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνονται τα διαγράμματα των ροπών των φορέων υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων. Η διεύθυνση της σεισμικής διέγερσης θεωρείται κατά τα θετικά του άξονα x. Για σεισμική διέγερση κατά την αντίθετη διεύθυνση προκύπτουν τα αντισυμμετρικά διαγράμματα.

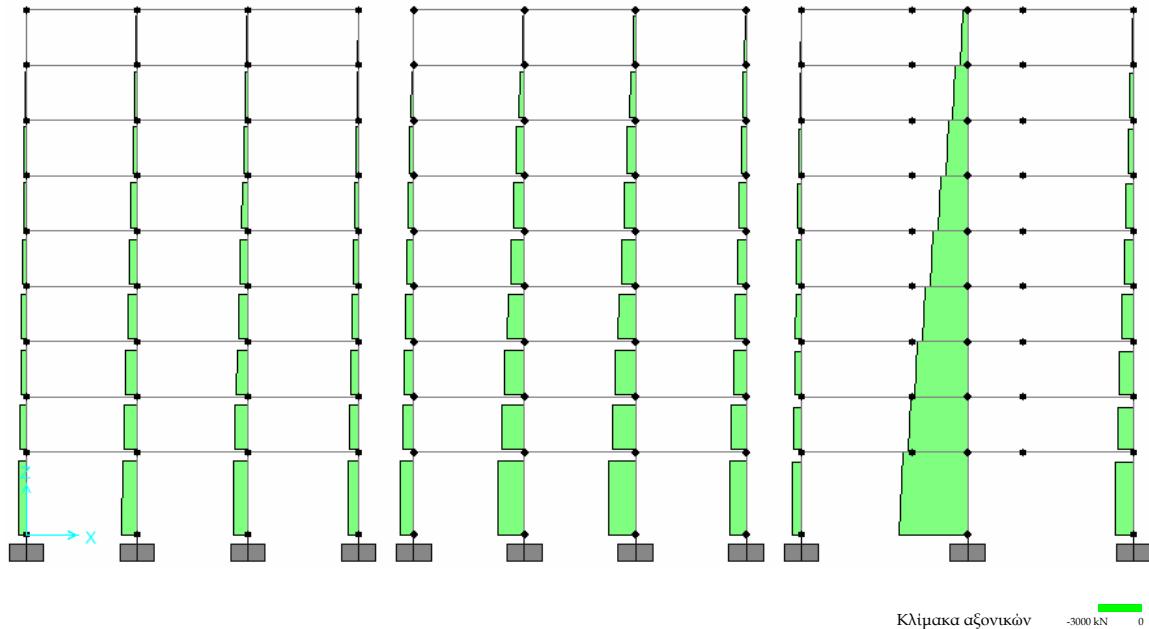


Σχήμα 2.22 Διαγράμματα ροπών του φορέα Dual 1 για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων (τα τοιχώματα λόγω της διαφορετικής τάξης μεγέθους ροπών που εμφανίζει έχει σχεδιασθεί ξεχωριστά παρακάτω).

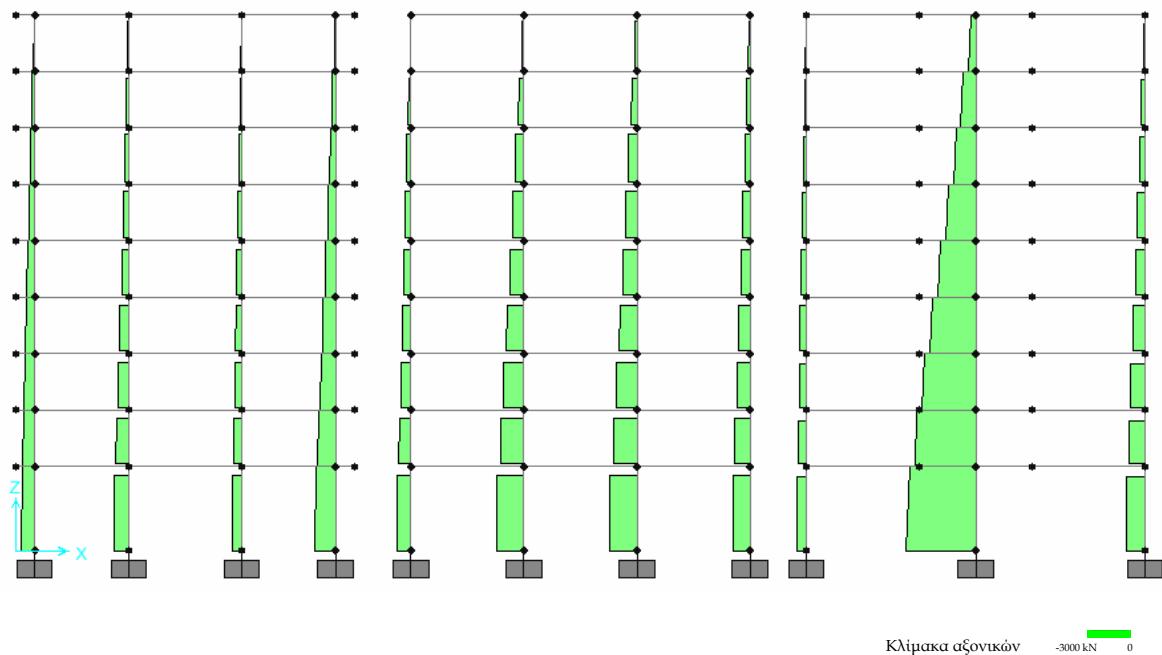


Σχήμα 2.23 Διαγράμματα ροπών του φορέα Dual 2 για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων (τα τοιχώματα λόγω της διαφορετικής τάξης μεγέθους ροπών που εμφανίζουν έχονταν σχεδιασθεί ξεχωριστά παρακάτω).

Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνονται τα διαγράμματα των αξονικών δυνάμεων των στοιχείων των δύο φορέων για σεισμική διέγερση κατά τη διεύθυνση του άξονα x επίσης (για την αντίθετη διεύθυνση προκύπτουν τα αντισυμμετρικά διαγράμματα).

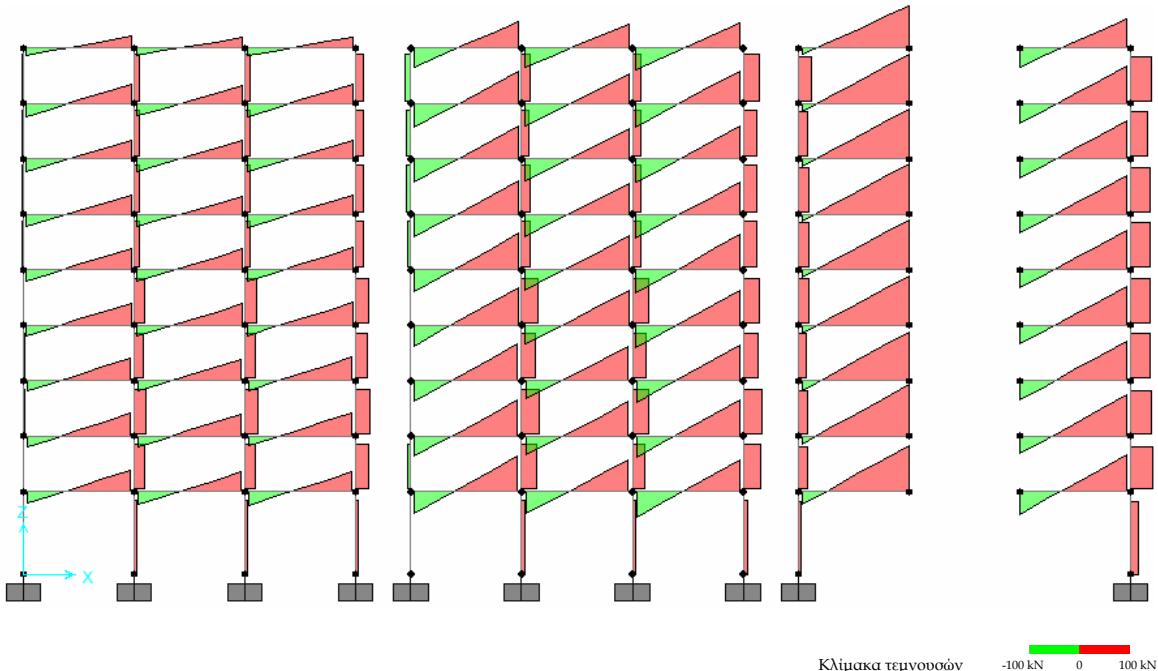


Σχήμα 2.24 Διαγράμματα αξονικών δυνάμεων των φορέα Dual 1 για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων(σεισμική διέγερση κατά τα θετικά των αξόνων x.)

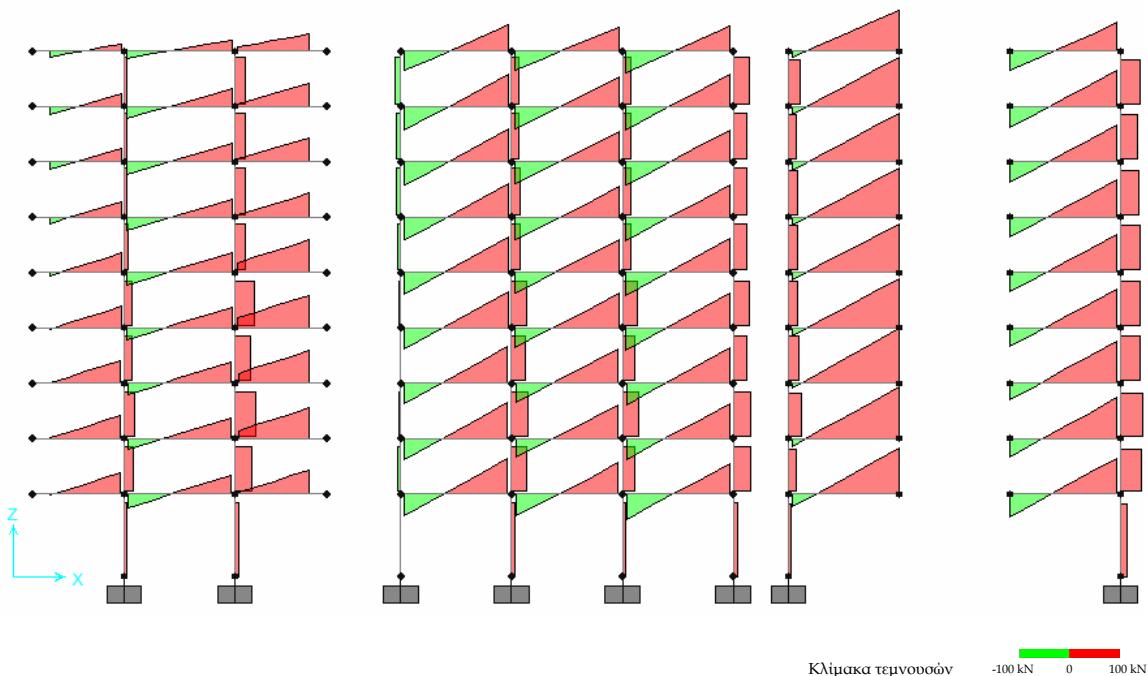


Σχήμα 2.25 Διαγράμματα αξονικών δυνάμεων των φορέα Dual 2 για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων(σεισμική διέγερση κατά τα θετικά των αξόνων x.)

Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνονται τα διαγράμματα των τεμνονοσών δυνάμεων (*) των στοιχείων των δύο φορέων για σεισμική διέγερση κατά τη διεύθυνση του άξονα x (για την αντίθετη διεύθυνση προκύπτουν τα αντισυμμετρικά διαγράμματα).



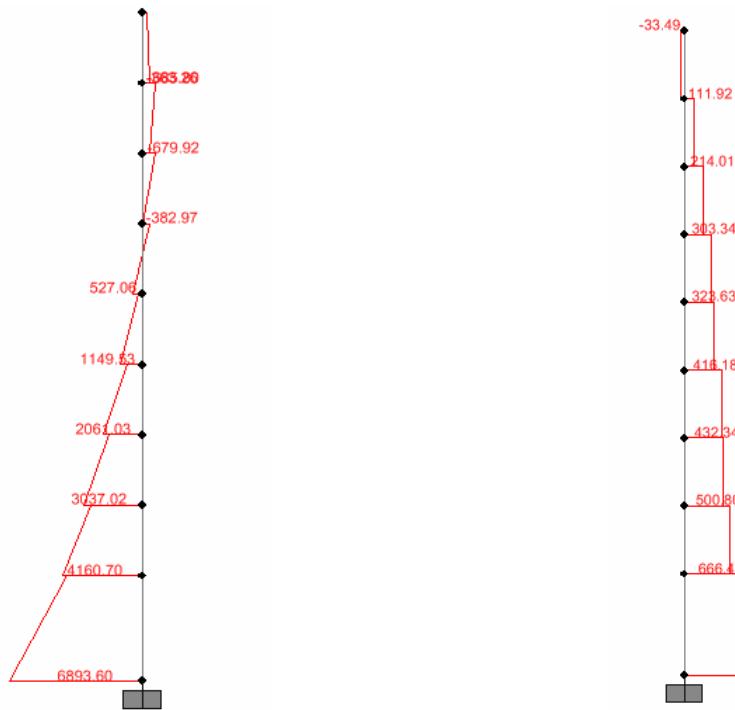
Σχήμα 2.26 Διαγράμματα τεμνονοσών δυνάμεων του φορέα Dual 1 για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων (το τοίχωμα λόγω της διαφορετικής τάξης μεγέθους τεμνονοσών που εμφανίζει έχει σχεδιασθεί ξεχωριστά παρακάτω).



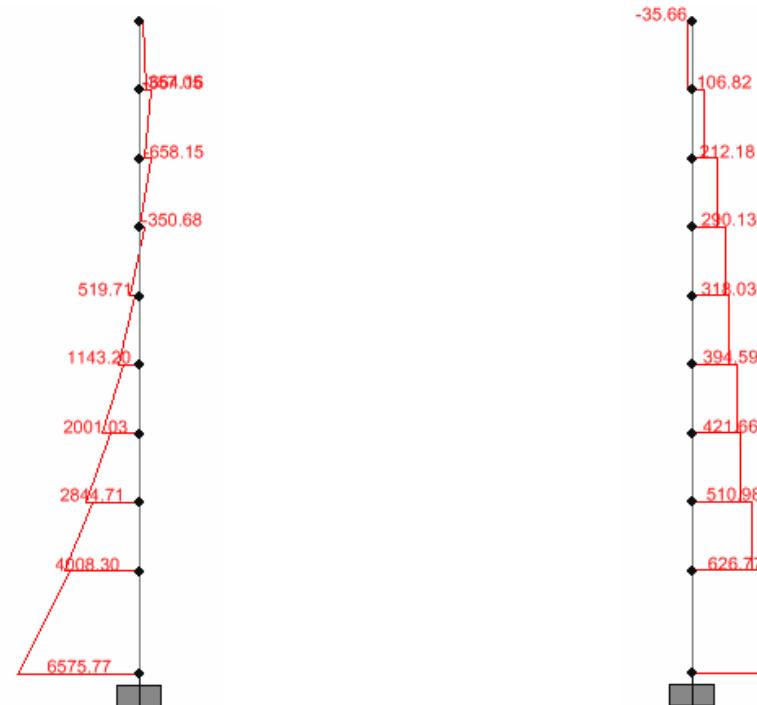
Σχήμα 2.27 Διαγράμματα τεμνονοσών δυνάμεων του φορέα Dual 2 για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων (τα τοιχώματα λόγω της διαφορετικής τάξης μεγέθους τεμνονοσών που εμφανίζονται σχεδιασθεί ξεχωριστά παρακάτω).

(*) Σημειώνουμε πως όπως θα δούμε στα επόμενα η διαστασιολόγηση σε διάτμηση δοκών & στόλων γίνεται με μεγέθη που προκύπτουν από ικανοτικές θεωρήσεις και όχι με τα μεγέθη που προέκυψαν απ' ευθείας από την ανάλυση. Εξαίρεση αποτελεί η διαστασιολόγηση των κόμβων δοκών – στόλων όπου απαιτούνται οι τέμνονσες των υποστολωμάτων όπως προέκυψαν από την ανάλυση.

Τέλος στα επόμενα σχήματα φαίνονται τα αντίστοιχα διαγράμματα ροπών και τεμνονοσών των τοιχωμάτων των δύο φορέων.



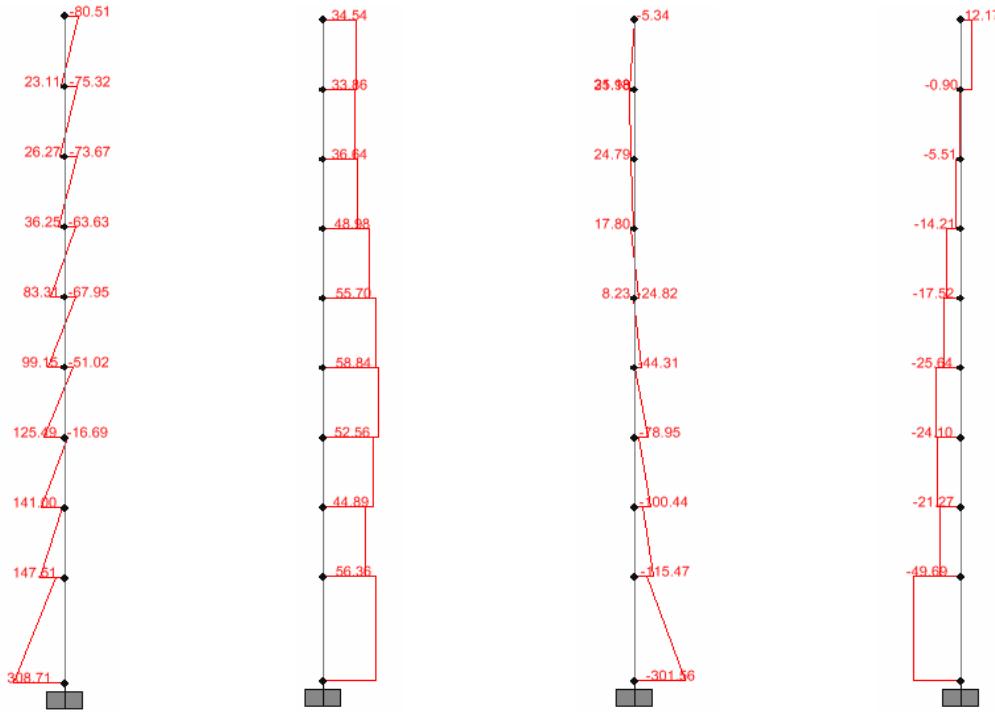
Σχήμα 2.27 Διάγραμμα ροπών τοιχωμάτου φορέα Dual 1 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων(σεισμική διέγερση κατά τη διεύθυνση x).



Σχήμα 2.29 Διάγραμμα ροπών μεγάλου τοιχωμάτου (πλάτους 6m) του φορέα Dual 2 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων(σεισμική διέγερση κατά τη διεύθυνση x).

Σχήμα 2.28 Διάγραμμα τεμνονοσών τοιχωμάτου φορέα Dual 1 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων(σεισμική διέγερση κατά τη διεύθυνση x).

Σχήμα 2.30 Διάγραμμα τεμνονοσών μεγάλου τοιχωμάτου (πλάτους 6m) του φορέα Dual 2 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων(σεισμική διέγερση κατά τη διεύθυνση x).

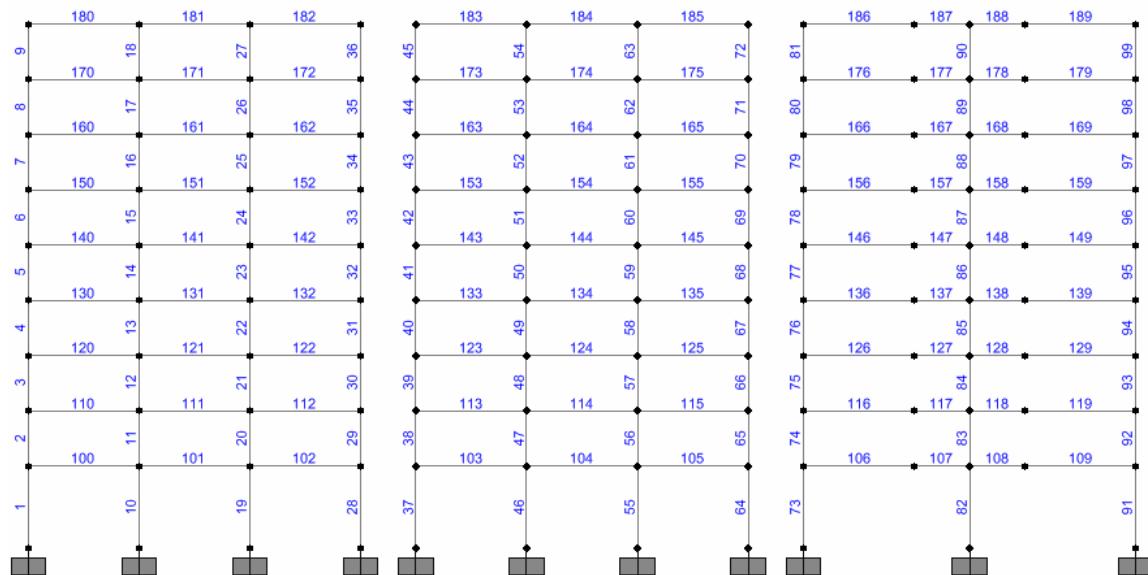


Σχήμα 2.31 Διάγραμμα ροπών & τεμνονοσών μικρού τοιχωμάτος (πλάτους 2m) των φορέα Dual 2 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για σεισμική διέγερση κατά τα θετικά του άξονα x.

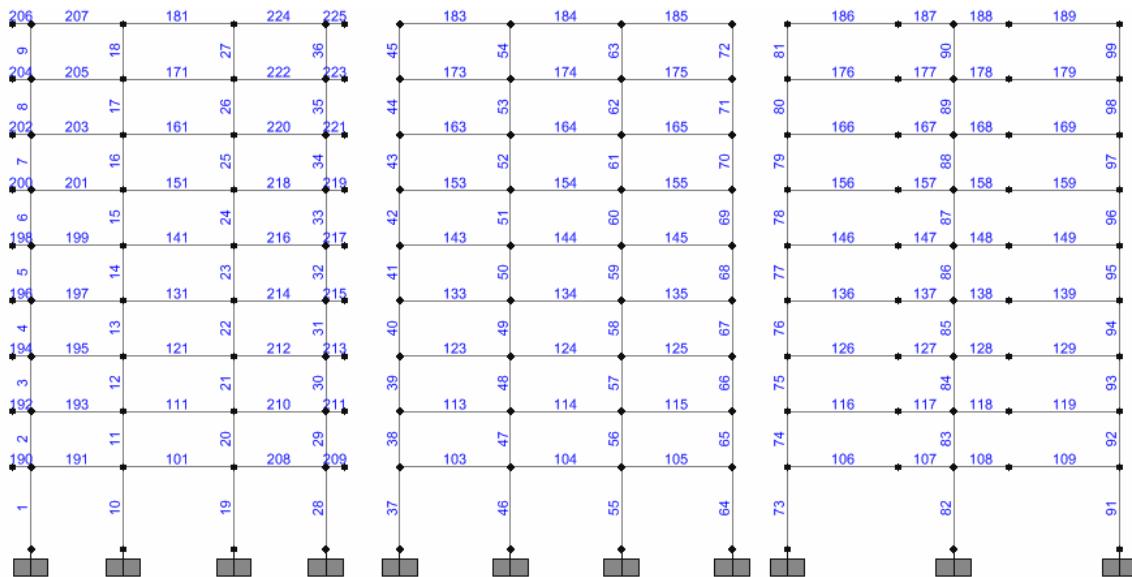
Σχήμα 2.32 Διάγραμμα ροπών & τεμνονοσών μικρού τοιχωμάτος (πλάτους 2m) των φορέα Dual 2 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για σεισμική διέγερση κατά τα αρνητικά του άξονα x.

Ειδικά για την περίπτωση των τοιχωμάτων, τόσο οι ροπές κάμψεως όσο και οι τέμνονοσες που προκύπτουν από την ανάλυση, υφίστανται διόρθωση προτού χρησιμοποιηθούν στη διαστασιολόγηση των στοιχείων αυτών.

Στα επόμενα σχήματα φαίνεται η αριθμηση των δομικών στοιχείων των δύο φορέων.



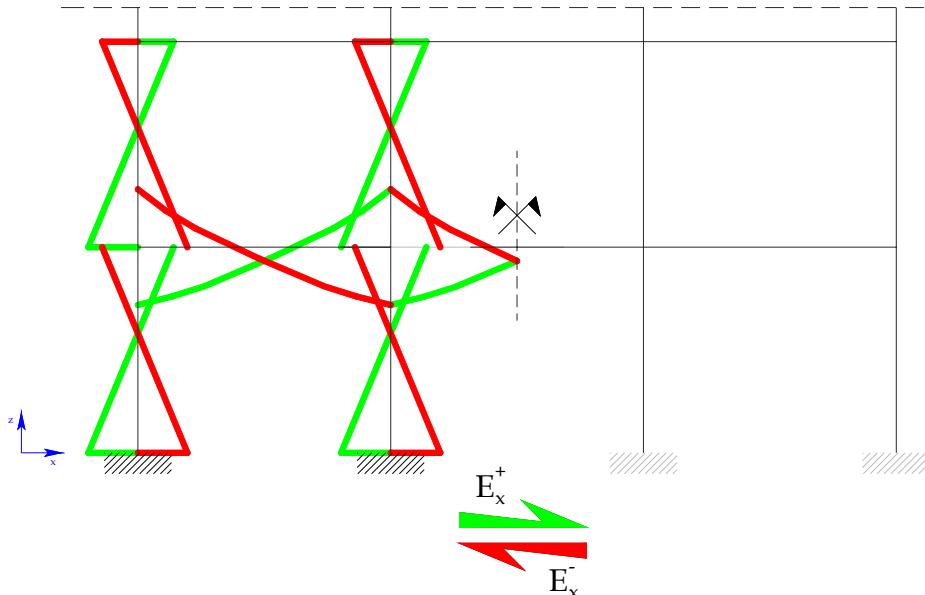
Σχήμα 2.33 Αριθμηση των δομικών στοιχείων των φορέα Dual 1.



Σχήμα 2.34 Αριθμηση των δομικών στοιχείων των φορέα Dual 2.

Στις σελίδες που ακολουθούν φαίνονται τα εντατικά μεγέθη όλων των δομικών στοιχείων των δύο φορέων υπό μορφή πινάκων.

Λόγω της συμμετρίας των πλαισίων που αναλύονται, στους πίνακες που ακολουθούν περιλαμβάνονται τα εντατικά μεγέθη των δομικών στοιχείων που φαίνονται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 2.35 Ενδεικτική παρονόμιαση των εντατικών μεγεθών των πλαισίων που παρονούνται στους πίνακες των σελίδων που ακολουθούν, για τις δύο διαφορετικές διευθύνσεις της σεισμικής διέγερσης και λόγω της συμμετρίας των πλαισίων που αναλύονται.

Dual 1		Ροπές ανάλυσης δοκών (kNm)								
Θέση		Παρειά αριστερά		Άνοιγμα		Παρειά δεξιά		Παρειά αριστερά		
Στάθμη 1 (*)	Τομή A-A	Στοιχείο	100				101			
		E _x ⁺	1.357	21.07	-45.645	-	-12.047	12.82		
		E _x ⁻	-39.977	16.47	-10.989	-	-43.362	12.82		
	Τομή B-B	Στοιχείο	103				104			
		E _x ⁺	-4.889	32.72	-73.32	-	-23.689	20.34		
		E _x ⁻	-52.476	31.11	-28.959	-	-69.245	20.34		
Στάθμη 2	Τομή C-C	Στοιχείο	106							
		E _x ⁺	35.1	48.8	-140.464	-				
		E _x ⁻	-71.412	40.24	-1.68	-				
	Τομή A-A	Στοιχείο	110				111			
		E _x ⁺	5.612	22.38	-53.159	-	0.863	17.61		
		E _x ⁻	-60.471	19.7	4.476	-	-53.728	17.61		
Στάθμη 3	Τομή B-B	Στοιχείο	113				114			
		E _x ⁺	-2.475	31.4	-82.455	-	-6.36	24.73		
		E _x ⁻	-79.727	27.28	-9.369	-	-82.428	24.73		
	Τομή C-C	Στοιχείο	116							
		E _x ⁺	55.794	56.94	-171.987	-				
		E _x ⁻	-99.781	51.58	24.583	-				
Στάθμη 4	Τομή A-A	Στοιχείο	120				121			
		E _x ⁺	8.185	24.44	-52.636	-	1.193	17.76		
		E _x ⁻	-60.553	20.71	5.843	-	-54.121	17.76		
	Τομή B-B	Στοιχείο	123				124			
		E _x ⁺	1.844	34.61	-82.565	-	-5.01	25.19		
		E _x ⁻	-78.113	29.07	-7.413	-	-84.617	25.19		
	Τομή C-C	Στοιχείο	126							
		E _x ⁺	47.815	55.55	-153.605	-				
		E _x ⁻	-95.285	41.17	9.195	-				
Στάθμη 4	Τομή A-A	Στοιχείο	130				131			
		E _x ⁺	6.841	24.68	-49.918	-	-1.5	16.89		
		E _x ⁻	-58.36	19.97	3.375	-	-51.693	16.89		
	Τομή B-B	Στοιχείο	133				134			
		E _x ⁺	1.448	35.76	-80.673	-	-7.236	24.55		
		E _x ⁻	-72.656	31.37	-10.841	-	-84.142	24.55		
	Τομή C-C	Στοιχείο	136							
		E _x ⁺	52.667	55.78	-159.376	-				
		E _x ⁻	-93.153	42.62	13.048	-				

Πίνακας 2.5 Εντατικά μεγέθη δοκών των φορέα Dual 1 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης

(*) Η αριθμητική των στάθμεων ξεκινά από κάτω προς τα πάνω (σχήμα 2.8)

Dual 1		Ροπές ανάλυσης δοκών (kNm)(συνέχεια)									
Θέση		Παρειά αριστερά		Άνοιγμα		Παρειά δεξιά		Παρειά αριστερά		Άνοιγμα	
Στάθμη 5	Τομή A-A	Στοιχείο	140				141				
		E _x ⁺	4.189	23.75	-45.702	-	-4.641	15.5			
		E _x ⁻	-53.191	18.39	-0.449	-	-47.821	15.5			
	Τομή B-B	Στοιχείο	143				144				
		E _x ⁺	-1.988	34.47	-75.529	-	-11.501	22.87			
		E _x ⁻	-73.417	30.08	-12.664	-	-78.795	22.87			
Στάθμη 6	Τομή C-C	Στοιχείο	146								
		E _x ⁺	57.604	58.11	-164.841	-					
		E _x ⁻	-93.528	42.69	13.276	-					
	Τομή A-A	Στοιχείο	150				151				
		E _x ⁺	-3.42	19.91	-38.615	-	-12.353	13.42			
		E _x ⁻	-38.993	16.25	-10.415	-	-39.706	13.42			
Στάθμη 7	Τομή B-B	Στοιχείο	153				154				
		E _x ⁺	-13.785	31.62	-65.535	-	-23.312	22.19			
		E _x ⁻	-66.378	27.13	-21.916	-	-65.792	22.19			
	Τομή C-C	Στοιχείο	156								
		E _x ⁺	58.417	58.44	-165.969	-					
		E _x ⁻	-91.105	41.21	10.485	-					
Στάθμη 8	Τομή A-A	Στοιχείο	160				161				
		E _x ⁺	-5.76	19.52	-37.044	-	-12.39	13.78			
		E _x ⁻	-39.271	16.05	-10.484	-	-38.933	13.78			
	Τομή B-B	Στοιχείο	163				164				
		E _x ⁺	-17.457	31.24	-62.625	-	-23.64	22.49			
		E _x ⁻	-65.628	27.39	-22.147	-	-64.864	22.49			
	Τομή C-C	Στοιχείο	166								
		E _x ⁺	55.789	57.04	-163.686	-					
		E _x ⁻	-86.105	38.61	5.361	-					
Στάθμη 8	Τομή A-A	Στοιχείο	170				171				
		E _x ⁺	-6.416	19.65	-36.147	-	-12.667	13.81			
		E _x ⁻	-39.156	16.14	-10.415	-	-38.594	13.81			
	Τομή B-B	Στοιχείο	173				174				
		E _x ⁺	-20.206	30.67	-61.017	-	-23.524	22.99			
		E _x ⁻	-67.678	26.72	-21.437	-	-63.982	22.99			
	Τομή C-C	Στοιχείο	176								
		E _x ⁺	56.284	57.77	-162.25	-					
		E _x ⁻	-85.069	36.46	2.141	-					

Πίνακας 2.5 (συνέχεια). Εντατικά μεγέθη δοκών των φορέα Dual 1 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης.

Dual 1		Ροπές ανάλυσης δοκών (kNm)(συνέχεια)					
Θέση		Παρειά αριστερά	Άνοιγμα	Παρειά δεξιά	Παρειά αριστερά	Άνοιγμα	
Στάθμη 9	Τομή Α-Α	Στοιχείο	180			181	
		E _x ⁺	-2.152	13.7	-19.733	-6.787	8.77
	Τομή Β-Β	E _x ⁻	-21.963	10.78	-5.85	-22.076	8.77
		Στοιχείο	183			184	
	Τομή C-C	E _x ⁺	-12.095	29.69	-47.141	-24.737	17.94
		E _x ⁻	-41.982	26.04	-24.566	-48.921	17.94
	Στοιχείο		186				
	E _x ⁺	42.928	43.35	-142.036			
	E _x ⁻	-54.561	33.89	-2.076			

Πίνακας 2.5 (συνέχεια). Εντατικά μεγέθη δοκών των φορέα Dual 1 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης.

Dual 1 Εντατικά μεγέθη ακραίων στύλων (M,V,N) πλαισίου τομής Α-Α							
Στοιχείο	Διατομή	E _x ⁺			E _x ⁻		
		M (kNm)	N (kN)	V (kN)	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
1	Πόδας	-3.74	-414.63	0.25	11.78	-550.04	-5.78
	Κεφαλή	-2.73	-398.5		-11.5	-533.92	
2	Πόδας	0.45	-357.06	-0.87	30.03	-478.89	-22.9
	Κεφαλή	-1.63	-347.46		-24.93	-469.29	
3	Πόδας	-3.3	-308.118	1.86	30.01	-407.86	-25.34
	Κεφαλή	1.17	-298.52		-30.82	-398.26	
4	Πόδας	-1.95	-259.66	1.27	23.78	-336.68	-20.13
	Κεφαλή	1.1	-252.31		-24.52	-329.33	
5	Πόδας	-1.32	-214.01	0.97	28.58	-270.06	-24.31
	Κεφαλή	1.02	-206.66		-29.75	-262.71	
6	Πόδας	1.02	-167.26	-1.3	17.26	-205.145	-14.17
	Κεφαλή	-2.26	-161.63		-18.16	-199.52	
7	Πόδας	3.78	-122.05	-2.95	18.75	-148.76	-15.02
	Κεφαλή	-3.59	-116.43		-18.79	-143.14	
8	Πόδας	4.24	-76.16	-3.41	18.2	-92.33	-14.61
	Κεφαλή	-4.3	-70.54		-18.32	-86.71	
9	Πόδας	4.11	-30	-2.95	18.63	-35.91	-15.22
	Κεφαλή	-3.26	-24.37		-19.42	-30.29	

Πίνακας 2.6 Εντατικά μεγέθη των ακραίων στύλων του πλαισίου τομής A-A του φορέα Dual 1 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης.

Dual 1 Εντατικά μεγέθη εσωτερικών στύλων (M,V,N) πλαισίου τομής Α-Α							
Στοιχείο	Διατομή	E _x ⁺			E _x ⁻		
		M (kNm)	N (kN)	V (kN)	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
10	Πόδας	-9.89	-819.25	4.47	9.16	-800.71	-3.97
	Κεφαλή	8.15	-803.13		-6.86	-784.59	
11	Πόδας	-23.95	-712.28	18.54	23.17	-696.12	-18.61
	Κεφαλή	20.55	-702.68		-21.5	-686.52	
12	Πόδας	-26.19	-613.87	21.81	28.89	-600.32	-24.04
	Κεφαλή	26.17	-604.28		-28.82	-590.72	
13	Πόδας	-19.63	-515.37	16.43	21.61	-504.77	-18.19

	Κεφαλή	19.79	-508.02		-22.05	-497.42	
14	Πόδας	-22	-420.3	18.47	25	-412.92	-21.1
	Κεφαλή	22.33	-412.96		-25.63	-405.57	
15	Πόδας	-11.88	-325.33	9.52	13.25	-320.82	-10.48
	Κεφαλή	11.93	-319.7		-12.96	-315.19	
16	Πόδας	-11.43	-236.24	9.11	12.46	-233.31	-10.04
	Κεφαλή	11.35	-230.62		-12.64	-227.68	
17	Πόδας	-10.52	-147.7	8.42	12.12	-145.99	-9.72
	Κεφαλή	10.54	-142.07		-12.17	-140.37	
18	Πόδας	-10.34	-59.32	8.47	12.36	-58.77	-10.19
	Κεφαλή	10.84	-53.69		-13.12	-53.15	

Πίνακας 2.7 Εντατικά μεγέθη των εσωτερικών στύλων του πλαισίου τομής A-A του φορέα Dual 1 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης.

Dual 1 Εντατικά μεγέθη ακραίων στύλων (M,V,N) πλαισίου τομής B-B							
Στοιχείο	Διατομή	Ex+			Ex-		
		M (kNm)	N (kN)	V (kN)	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
37	Πόδας	-2.1	-725.06	-0.88	14.35	-903.21	-7.54
	Κεφαλή	-5.64	-708.94		-16.05	-887.09	
38	Πόδας	6.36	-633.61	-5.37	40.35	-795.28	-31.15
	Κεφαλή	-6.52	-624.01		-34.4	-785.68	
39	Πόδας	1	-550.76	-1.86	39.52	-685.46	-33.55
	Κεφαλή	-3.46	-541.16		-40.99	-675.86	
40	Πόδας	1.28	-468.83	-1.49	31.13	-575.7	-26.5
	Κεφαλή	-2.29	-461.48		-32.47	-568.35	
41	Πόδας	2.14	-390.92	-1.88	-35.23	-472.2	-29.3
	Κεφαλή	-2.36	-383.57		-35.08	-464.8	
42	Πόδας	5.17	-311.48	-5.14	32.48	-368.89	-25.86
	Κεφαλή	-7.67	-303.83		-32.16	-361.24	
43	Πόδας	10.63	-229.79	-8.36	31.79	-270.16	-25.66
	Κεφαλή	-10.26	-222.12		-32.37	-262.5	
44	Πόδας	10.72	-146.91	-8.41	31.01	-171.6	-24.65
	Κεφαλή	-10.29	-139.25		-30.62	-163.9	
45	Πόδας	13.2	-63.26	-11.08	34.63	-72.55	-29.52
	Κεφαλή	-14.49	-55.6		-39.17	-64.89	

Πίνακας 2.8 Εντατικά μεγέθη των ακραίων στύλων του πλαισίου τομής B-B του φορέα Dual 1 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης.

Dual 1 Εντατικά μεγέθη εσωτερικών στύλων (M,V,N) πλαισίου τομής B-B							
Στοιχείο	Διατομή	Ex+			Ex-		
		M (kNm)	N (kN)	V (kN)	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
46	Πόδας	-15.55	-1434.88	6.99	12.88	-1433.26	-5.15
	Κεφαλή	12.61	-1414.49		-7.88	-1412.86	
47	Πόδας	-35.62	-1255.89	27.05	28.99	-1254.34	-23.08
	Κεφαλή	29.29	-1243.74		-26.39	-1242.19	
48	Πόδας	-37.18	-1088.57	30.92	36.99	-1086.58	-30.46
	Κεφαλή	37.04	-1076.42		-36.11	-1074.43	
49	Πόδας	-30.13	-921.24	25.18	28.93	-918.38	-24.15
	Κεφαλή	30.31	-911.64		29.03	-908.8	
50	Πόδας	-33.96	-758.76	28.55	33.47	-754.02	-28.4
	Κεφαλή	34.56	-749.16		-34.68	-744.42	
51	Πόδας	-19.74	-596.21	15.71	19.91	-591.31	-15.77
	Κεφαλή	19.54	-588.55		-19.52	-583.65	

52	Πόδας	-18.46	-439.75	14.75	18.68	-436.84	-15.06
	Κεφαλή	18.41	-432.09		-18.97	-429.18	
53	Πόδας	-16.65	-284.23	13.24	18.3	-282.42	-14.78
	Κεφαλή	16.45	-276.57		-18.65	-274.76	
54	Πόδας	-17.33	-129.34	14.69	-18.56	-128.62	-15.2
	Κεφαλή	19.38	-121.69		-19.44	-120.96	

Πίνακας 2.9 Εντατικά μεγέθη των εσωτερικών στύλων του πλαισίου τομής B-B του φορέα Dual 1 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης.

Dual 1 Εντατικά μεγέθη ακραίων στύλων (M,V,N) πλαισίου τομής C-C							
Στοιχείο	Διατομή	Ex ⁺			Ex ⁻		
		M (kNm)	N (kN)	V (kN)	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
73	Πόδας	-11.82	-525.45	4.44	24.15	-996.48	-13.01
	Κεφαλή	5.63	-505.55		-26.99	-976.59	
74	Πόδας	-19.15	-446.09	16.87	47.06	-874.65	-39.25
	Κεφαλή	19.65	-436.89		-43.22	-865.45	
75	Πόδας	-21.25	-387.14	16.01	44.64	-754.98	-37.55
	Κεφαλή	15.58	-377.94		-41.72	-745.78	
76	Πόδας	-17.09	-323.64	14.75	42.24	-638.75	-35.23
	Κεφαλή	18.31	-314.04		-42.3	-629.15	
77	Πόδας	-21.73	-265.79	17.98	43.92	-526.02	-36.29
	Κεφαλή	21.42	-256.19		-43.18	-516.42	
78	Πόδας	-22.31	-209.73	18.64	43.01	-413.2	-35.72
	Κεφαλή	22.43	-200.13		-42.71	-403.6	
79	Πόδας	-21.89	-154	18.47	41.3	-301.27	-34.52
	Κεφαλή	22.43	-144.4		-41.55	-291.67	
80	Πόδας	-19.49	-97.43	15.98	38.08	-191.09	-31.4
	Κεφαλή	18.86	-87.83		-37.29	-181.49	
81	Πόδας	-23.86	-40.7	22.4	41.83	-81.64	-37.32
	Κεφαλή	29.9	-31.1		-47.71	-72.04	

Πίνακας 2.10 Εντατικά μεγέθη των ακραίων στύλων του πλαισίου τομής C-C του φορέα Dual 1 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης.

Στοιχείο	Διατομή	Ex ⁺ = Ex ⁻		
		M (kNm)	N (kN)	V (kN)
82	Πόδας	6893.599	-3715.54	666.47
	Κεφαλή	3894.48	-3513.04	
83	Πόδας	4160.696	-3235.911	500.798
	Κεφαλή	2658.30	-3100.911	
84	Πόδας	3037.02	-2823.817	432.336
	Κεφαλή	1740.01	-2688.817	
85	Πόδας	2061.034	-2412.84	416.18
	Κεφαλή	812.495	-2277.84	
86	Πόδας	1149.529	-2007.703	323.631
	Κεφαλή	178.637	-1872.703	
87	Πόδας	527.057	-1600.877	303.341
	Κεφαλή	-382.96	-1465.877	
88	Πόδας	-37.9	-1192.817	214.006
	Κεφαλή	-697.92	-1057.817	
89	Πόδας	-350.04	-783.859	111.918
	Κεφαλή	-685.796	-648.859	

90	Πόδας	-363.26	-374.329	-33.493
	Κεφαλή	-262.77	-239.329	

Πίνακας 2.11 Εντατικά μεγέθη τοιχώματος του πλαισίου τομής C-C του φορέα Dual 1 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης.

Ακολουθούν οι αντίστοιχοι πίνακες εντατικών μεγεθών για τον φορέα Dual 2.

Dual 2		Ροπές ανάλυσης δοκών (kNm)					
		Θέση	Παρειά αριστερά	Άνοιγμα	Παρειά δεξιά	Παρειά αριστερά	Άνοιγμα
Στάθμη 1	Τομή A-A	Στοιχείο	191			101	
		E_x^+	25.319	25.32	-40.024	-12.122	17.4
		E_x^-	-65.45	17.97	17.97	-34.12	17.4
	Τομή B-B	Στοιχείο	103			104	
		E_x^+	-5.792	32.69	-72.481	-24.561	20.34
		E_x^-	-51.57	31.14	-29.8	-68.37	20.34
Στάθμη 2	Τομή C-C	Στοιχείο	106				
		E_x^+	31.929	47.31	-136.92		
		E_x^-	-68.81	39.95	-4.86		
	Τομή A-A	Στοιχείο	193			111	
		E_x^+	32.865	32.87	-46.652	1.363	19.41
		E_x^-	-88.88	41.33	41.33	-48.01	19.41
Στάθμη 3	Τομή B-B	Στοιχείο	113			114	
		E_x^+	-3.966	30.64	-81.043	-7.85	23.98
		E_x^-	-78.24	27.32	-10.78	-80.94	23.98
	Τομή C-C	Στοιχείο	116				
		E_x^+	56.769	58.29	-169.52		
		E_x^-	-98.29	49.31	21.06		
Στάθμη 3	Τομή A-A	Στοιχείο	195			121	
		E_x^+	34.816	34.82	-44.93	2.372	20.65
		E_x^-	-99.43	44.02	44.02	-46.09	20.65
	Τομή B-B	Στοιχείο	123			124	
		E_x^+	0	33.64	-80.784	-6.879	24.26
		E_x^-	-76.22	29.12	-9.19	-82.75	24.26
	Τομή C-C	Στοιχείο	126				
		E_x^+	69.056	69.056	-189.53		
		E_x^-	-101.69	55.12	29.94		

Πίνακας 2.12 Εντατικά μεγέθη δοκών του φορέα Dual 2 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης

Dual 2		Ροπές ανάλυσης δοκών (kNm)(συνέχεια)					
Θέση		Παρειά αριστερά	Άνοιγμα	Παρειά δεξιά	Παρειά αριστερά	Άνοιγμα	
Στάθμη 4	Τομή A-A	Στοιχείο	197			131	
		E _x ⁺	30.284	30.28	-38.878	1.44	21.48
		E _x ⁻	-105.48	42.22	42.21	-42.17	21.48
	Τομή B-B	Στοιχείο	133			134	
		E _x ⁺	-0.278	34.87	-79.045	-9.02	23.66
		E _x ⁻	-70.93	31.42	-12.47	-82.36	23.66
Στάθμη 5	Τομή C-C	Στοιχείο	136				
		E _x ⁺	52.205	56.14	-156.55		
		E _x ⁻	-90.93	40.5	9.486		
	Τομή A-A	Στοιχείο	199			141	
		E _x ⁺	24.376	24.95	-32.059	0	22.81
		E _x ⁻	-107.3	37.6	37.59	-36.84	22.81
Στάθμη 6	Τομή B-B	Στοιχείο	143			144	
		E _x ⁺	-3.55	34.27	-74.157	-12.97	22.87
		E _x ⁻	-71.86	30.18	-14.04	-77.33	22.87
	Τομή C-C	Στοιχείο	146				
		E _x ⁺	53.275	56.04	-160.135		
		E _x ⁻	-89.77	40.42	8.99		
Στάθμη 7	Τομή A-A	Στοιχείο	201			151	
		E _x ⁺	6.697	13.16	-23.479	-6.84	19.94
		E _x ⁻	-71.4	18.97	18.97	-32.17	19.94
	Τομή B-B	Στοιχείο	153			154	
		E _x ⁺	-14.92	31.52	-64.596	-24.23	22.19
		E _x ⁻	-65.24	27.23	-22.85	-64.87	22.19
	Τομή C-C	Στοιχείο	156				
		E _x ⁺	54.935	56.88	-161.76		
		E _x ⁻	-87.75	39.04	6.48		
Στάθμη 8	Τομή A-A	Στοιχείο	203			161	
		E _x ⁺	1.2	10.08	-19.304	-5.78	20.39
		E _x ⁻	-71.43	19.05	19.05	-32.32	20.39
	Τομή B-B	Στοιχείο	163			164	
		E _x ⁺	-18.477	31.16	-61.767	-24.521	22.49
		E _x ⁻	-64.61	27.47	-23	-63.98	22.49
	Τομή C-C	Στοιχείο	166				
		E _x ⁺	52.38	55.5	-159.61		
		E _x ⁻	-82.9	36.54	1.52		

Πίνακας 2.12 (συνέχεια). Εντατικά μεγέθη δοκών των φορέα Dual 2 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τις δύο διενθύνσεις σεισμικής δράσης.

Dual 2		Ροπές ανάλυσης δοκών (kNm)(συνέχεια)					
Θέση		Παρειά αριστερά	Άνοιγμα	Παρειά δεξιά	Παρειά αριστερά	Άνοιγμα	
Σταθμός 8	Τομή Α-Α	Στοιχείο	205			171	
		E_x^+	-3.496	8.83	-16.189	-4.712	20.66
	Τομή Β-Β	E_x^-	-70.31	18.71	18.71	-32.86	20.66
		Στοιχείο	173			174	
	Τομή C-C	E_x^+	-21.259	30.58	-60.14	-24.42	22.99
		E_x^-	-66.62	26.81	-22.32	-63.1	22.99
Σταθμός 9	Τομή Α-Α	Στοιχείο	176			181	
		E_x^+	52.798	56.17	-158.2		
		E_x^-	-81.78	34.42	-1.67		
	Τομή Β-Β	Στοιχείο	207			183	
		E_x^+	-2.799	7	-5.728	0.79	16.12
		E_x^-	-58.49	13.55	13.55	-14.96	16.12
	Τομή C-C	Στοιχείο	186			184	
		E_x^+	40.488	42.39	-138.55		
		E_x^-	-52.26	33.4	-5.35		

Πίνακας 2.12 (συνέχεια). Εντατικά μεγέθη δοκών των φορέα Dual 2 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης.

Dual 2		Εντατικά μεγέθη εσωτερικών στόλων (M,V,N) πλαισίου τομής Α-Α					
Στοιχείο	Διατομή	E_x^+			E_x^-		
		M (kNm)	N (kN)	V (kN)	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
10	Πόδας	-8.47	-783.81	3.61	12.57	-520.23	-6.43
	Κεφαλή	6.09	-767.69		-13.36	-504.115	
11	Πόδας	-20.52	-676.01	16.17	38.56	-443.72	-31.08
	Κεφαλή	18.27	-666.41		-36.04	-434.12	
12	Πόδας	-23.82	-575.88	19.7	44.16	-381.15	-37.48
	Κεφαλή	23.46	-566.28		-45.8	-371.55	
13	Πόδας	-16.97	-475.65	14.05	33.94	-322.35	-28.87
	Κεφαλή	16.75	-468.3		-35.34	-315.01	
14	Πόδας	-18.01	-381.16	14.97	40.63	-269.118	-34.47
	Κεφαλή	17.92	-373.81		-42.09	-261.768	
15	Πόδας	-8.42	-288.89	6.47	23.02	-216.46	-18.58
	Κεφαλή	7.76	-283.26		-23.45	-210.83	
16	Πόδας	-6.43	-207.1	6.08	23.76	-157.098	-19.08
	Κεφαλή	6.26	-201.48		-23.93	-151.473	
17	Πόδας	-5.11	-128.04	4.03	23.4	-97.55	-18.74
	Κεφαλή	4.97	-122.42		-23.45	-91.929	
18	Πόδας	-4.52	-51.29	3.79	24.07	-37.348	-19.68
	Κεφαλή	4.96	-45.67		-25.13	-31.722	

Πίνακας 2.13 Εντατικά μεγέθη των εσωτερικών στόλων του πλαισίου τομής Α-Α των φορέα Dual 2 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης.

Dual 2 Εντατικά μεγέθη ακραίων στόλων (M,V,N) πλαισίου τομής Β-Β							
Στοιχείο	Διατομή	E _{x+}			E _{x-}		
		M (kNm)	N (kN)	V (kN)	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
37	Πόδας	-1.66	-728.918	-1.07	13.91	-899.35	-7.36
	Κεφαλή	-5.96	-712.798		-15.73	-883.23	
38	Πόδας	6.87	-637.16	-5.74	39.85	-791.73	-30.78
	Κεφαλή	-6.9	-627.56		-34.02	-782.129	
39	Πόδας	1.94	-553.79	-2.61	38.58	-682.43	-32.8
	Κεφαλή	-4.31	-544.19		-40.14	-672.83	
40	Πόδας	2.02	-471.19	-2.11	30.38	-573.336	-25.87
	Κεφαλή	-3.05	-463.85		-31.71	-565.986	
41	Πόδας	2.84	-392.692	-2.46	34.53	-470.43	-28.71
	Κεφαλή	-3.07	-385.342		-34.37	-463.084	
42	Πόδας	5.78	-312.735	-5.6	31.87	-367.64	-25.39
	Κεφαλή	-8.22	-305.078		-31.61	-359.989	
43	Πόδας	11.06	-230.662	-8.71	31.37	-269.28	-25.31
	Κεφαλή	-10.71	-223.055		-31.91	-261.621	
44	Πόδας	11.17	-147.46	-8.76	30.56	-171.048	-24.3
	Κεφαλή	-10.73	-139.802		-30.18	-163.392	
45	Πόδας	13.69	-63.474	-11.49	34.15	-72.34	-29.11
	Κεφαλή	-15.04	-55.818		-38.62	-64.684	

Πίνακας 2.14 Εντατικά μεγέθη των ακραίων στόλων του πλαισίου τομής Β-Β του φορέα Dual 2 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης.

Dual 2 Εντατικά μεγέθη εσωτερικών στόλων (M,V,N) πλαισίου τομής Β-Β							
Στοιχείο	Διατομή	E _{x+}			E _{x-}		
		M (kNm)	N (kN)	V (kN)	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
46	Πόδας	-14.8	-1434.857	6.66	12.14	-1433.29	-4.82
	Κεφαλή	12.02	-1414.455		-7.29	-1412.89	
47	Πόδας	-34.61	-1255.86	26.28	27.98	-1254.37	-22.31
	Κεφαλή	28.46	-1243.71		-25.57	-1242.224	
48	Πόδας	-35.41	-1088.527	29.5	35.23	-1086.63	-29.03
	Κεφαλή	35.39	-1076.377		-34.45	-1074.478	
49	Πόδας	-28.67	-921.177	23.96	27.47	-918.44	-22.92
	Κεφαλή	28.83	-911.577		-27.55	-908.84	
50	Πόδας	-32.51	-758.65	27.32	32.03	-754.1215	-27.17
	Κεφαλή	33.05	-749.056		-33.18	-744.5215	
51	Πόδας	-18.86	-596.1	15.01	19.03	-591.41	-15.07
	Κεφαλή	18.67	-588.447		-18.65	-583.76	
52	Πόδας	-17.69	-439.68	14.13	17.91	-436.9	-14.44
	Κεφαλή	17.63	-432.028		-18.19	-429.25	
53	Πόδας	-15.88	-284.185	12.63	17.53	-282.46	-14.17
	Κεφαλή	15.68	-276.53		-17.88	-274.8	
54	Πόδας	-16.52	-129.327	14.01	17.75	-128.64	-14.53
	Κεφαλή	18.51	-121.67		-18.57	-120.98	

Πίνακας 2.15 Εντατικά μεγέθη των εσωτερικών στόλων του πλαισίου τομής Β-Β του φορέα Dual 2 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης.

Dual 2 Εντατικά μεγέθη ακραίων στόλων (M,V,N) πλαισίου τομής C-C							
Στοιχείο	Διατομή	E _{x+}			E _{x-}		
		M (kNm)	N (kN)	V (kN)	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
73	Πόδας	-11.09	-524.072	4.11	23.31	-992.249	-12.61
	Κεφαλή	5.07	-504.17		-26.26	-972.35	
74	Πόδας	-16.79	-443.55	14.37	45.39	-871.42	-37.63
	Κεφαλή	16.26	-434.35		-41.16	-862.22	
75	Πόδας	-26.07	-384.34	23.03	45.69	-752.62	-39.68
	Κεφαλή	26.89	-375.145		-45.58	-743.42	
76	Πόδας	-24.52	-330.7	18.38	44.41	-631.697	-35.98
	Κεφαλή	19.6	-321.1		-41.94	-622.097	
77	Πόδας	-18.44	-272.28	15.72	41.72	-519.971	-34.66
	Κεφαλή	19.28	-262.68		-41.46	-510.371	
78	Πόδας	-21.02	-214.67	17.48	41.61	-408.531	-34.52
	Κεφαλή	20.92	-205.06		-41.23	-398.931	
79	Πόδας	-20.36	-157.62	17.2	39.89	-297.87	-33.34
	Κεφαλή	20.92	-148.017		-40.123	-288.27	
80	Πόδας	-18.08	-99.755	14.83	36.74	-188.9	-30.31
	Κεφαλή	17.5	-90.155		-36	-179.3	
81	Πόδας	-22.21	-41.723	20.91	40.31	-80.68	-35.91
	Κεφαλή	27.96	-32.123		-45.88	-71.08	

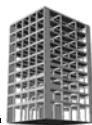
Πίνακας 2.16 Εντατικά μεγέθη των ακραίων στόλων των πλαισίου τομής C-C του φορέα Dual 2 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης.

Dual 2 Εντατικά μεγέθη τοιχώματος τομής C-C						
Στοιχείο	Διατομή	E _{x+} = E _{x-}				
		M (kNm)	N (kN)	V (kN)	M (kNm)	N (kN)
82	Πόδας	6575.766	-3721.15	626.77		
	Κεφαλή	3755.3	-3518.65			
83	Πόδας	4008.3	-3241.68	510.979		
	Κεφαλή	2475.36	-3106.68			
84	Πόδας	2844.71	-2828.98	421.664		
	Κεφαλή	1579.71	-2693.98			
85	Πόδας	2001.031	-2412.83	394.594		
	Κεφαλή	817.248	-2277.83			
86	Πόδας	1143.2	-2007.265	318.028		
	Κεφαλή	189.116	-1872.26			
87	Πόδας	519.71	-1600.61	290.132		
	Κεφαλή	-350.684	-1465.61			
88	Πόδας	-21.614	-1192.6	212.177		
	Κεφαλή	-658.147	-1057.6			
89	Πόδας	-343.69	-783.72	106.822		
	Κεφαλή	-664.16	-648.72			
90	Πόδας	-357.05	-374.269	-35.661		
	Κεφαλή	-250.069	-239.269			

Πίνακας 2.17. Εντατικά μεγέθη τοιχώματος του πλαισίου τομής C-C του φορέα Dual 2 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης.

Dual 2		Εντατικά μεγέθη ακραίων τοιχωμάτων πλαισίου τομής A-A					
Στοιχείο	Διατομή	E _{x+}			E _{x-}		
		M (kNm)	N (kN)	V (kN)	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
1	Πόδας	301.556	-724.95	49.689	-308.71	-1093.38	-56.36
	Κεφαλή	77.95	-668.69		-55.1	-1037.13	
2	Πόδας	115.47	-628.82	21.271	-147.51	-958.11	-44.89
	Κεφαλή	51.65	-591.32		-12.84	-920.61	
3	Πόδας	100.44	-555.17	24.098	-140.99	-829.27	-52.56
	Κεφαλή	28.15	-517.67		16.69	-791.77	
4	Πόδας	78.95	-481.58	25.642	-125.49	-696.94	-58.84
	Κεφαλή	2.012	-444.08		51.02	-659.44	
5	Πόδας	44.31	-405.89	17.516	-99.15	-564.56	-55.7
	Κεφαλή	-8.23	-368.39		67.95	-527.06	
6	Πόδας	24.82	-326.88	14.209	-83.31	-432.91	-48.98
	Κεφαλή	-17.8	-289.38		63.63	-395.41	
7	Πόδας	-8.27	-243.27	5.506	-36.25	-317.99	-36.64
	Κεφαλή	-24.79	-205.77		73.67	-280.48	
8	Πόδας	-23.27	-157.143	0.904	-26.27	-203.033	-33.863
	Κεφαλή	-25.98	-119.54		75.32	-165.53	
9	Πόδας	-31.18	-68.99	-12.174	-23.11	-88.46	-34.539
	Κεφαλή	5.34	-31.49		80.5	-50.96	

Πίνακας 2.18 Εντατικά μεγέθη των ακραίων τοιχωμάτων του πλαισίου τομής A-A του φορέα Dual 2 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης.



2.8 Ανάλυση για τον βασικό συνδυασμό δράσεων

Για τον προσδιορισμό των εντατικών μεγεθών των δύο φορέων υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων χρησιμοποιείται το ίδιο μοντέλο με αυτό που χρησιμοποιήθηκε και στον σεισμικό συνδυασμό δράσεων ενώ η μέθοδος ανάλυσης που ακολουθείται είναι η γραμμική ελαστική.

Όπως ήδη τονίσθηκε στην περί δυσκαμψίας παράγραφο 2.6.2.1 του παρόντος, η διαφορετική τιμή των δυσκαμψιών (50% για όλα τα δομικά στοιχεία υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων και 100% για τον βασικό συνδυασμό δράσεων) δεν απαιτεί την θεώρηση ξεχωριστού μοντέλου για την κάθε εντατική κατάσταση καθώς στην ελαστική περιοχή συμπεριφοράς των υλικών η κατανομή των εντατικών μεγεθών είναι ανάλογη προς τις σχετικές δυσκαμψίες των γειτονικών δομικών στοιχείων, που στην περίπτωσή μας είναι ιδιες και για τις δύο προς μελέτη καταστάσεις (προφανώς κάτι δεν τέτοιο δεν ισχύει για την περίπτωση των μετακινήσεων).

EC2 5.4(1)

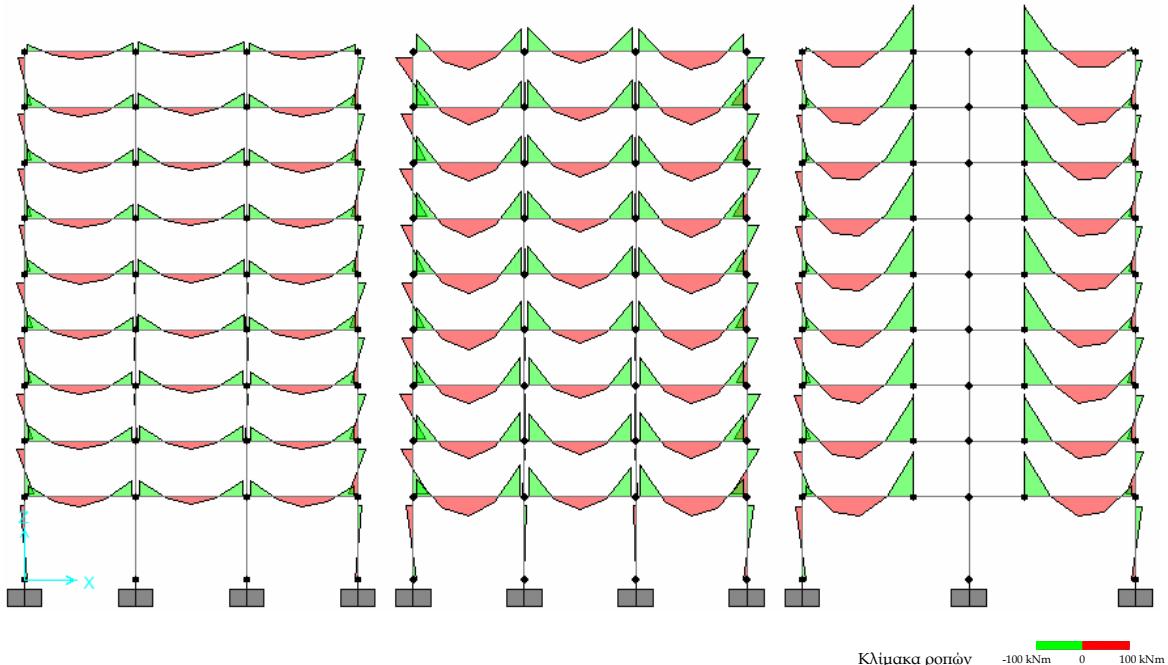
EC8 4.3.1(7)
EC2 5.4(2)

2.8.1 Αποτελέσματα της ανάλυσης για τον βασικό συνδυασμό δράσεων

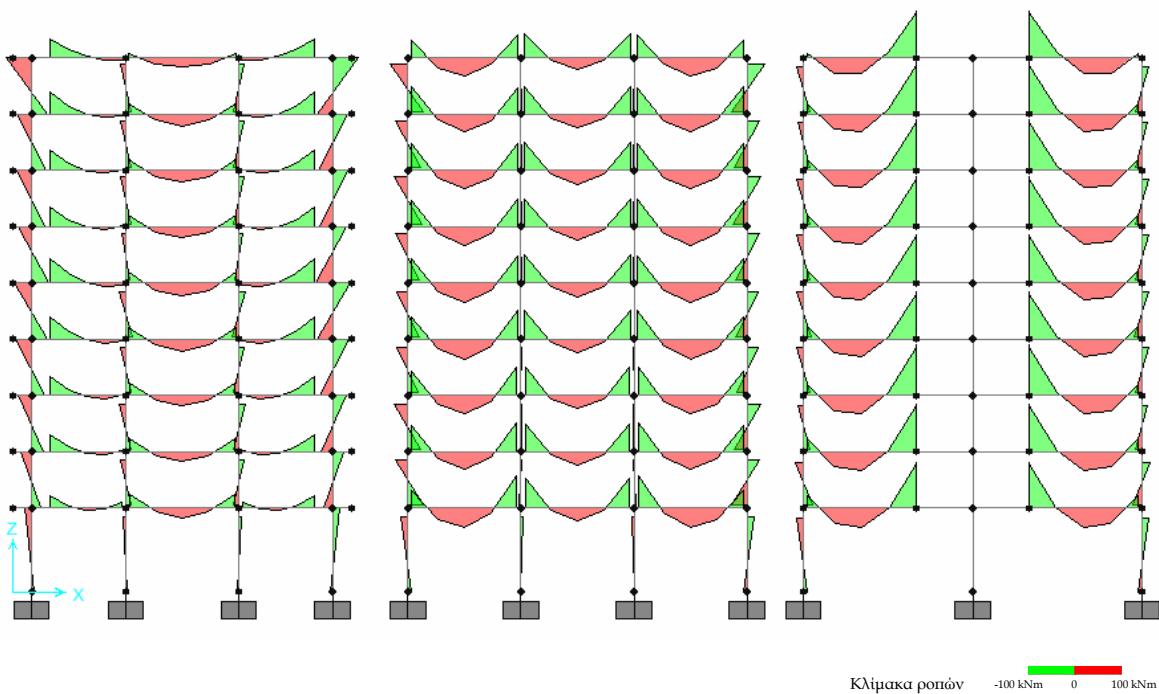
Οι σελίδες που ακολουθούν περιέχουν όλα τα εντατικά μεγέθη των δύο φορέων, όπως προέκυψαν από την γραμμική ελαστική ανάλυση για τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Τονίζεται πως οι τιμές των μεγεθών είναι οι τιμές που εμφανίζονται στις παρειές των κόμβων δοκών - στύλων ή δοκών - τοιχωμάτων (λόγω της προσομοίωσης της πεπερασμένης διάστασης των κόμβων όπως περιγράφηκε στη παράγραφο 2.6.2 του παρόντος).

Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνονται τα διαγράμματα των ροπών υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

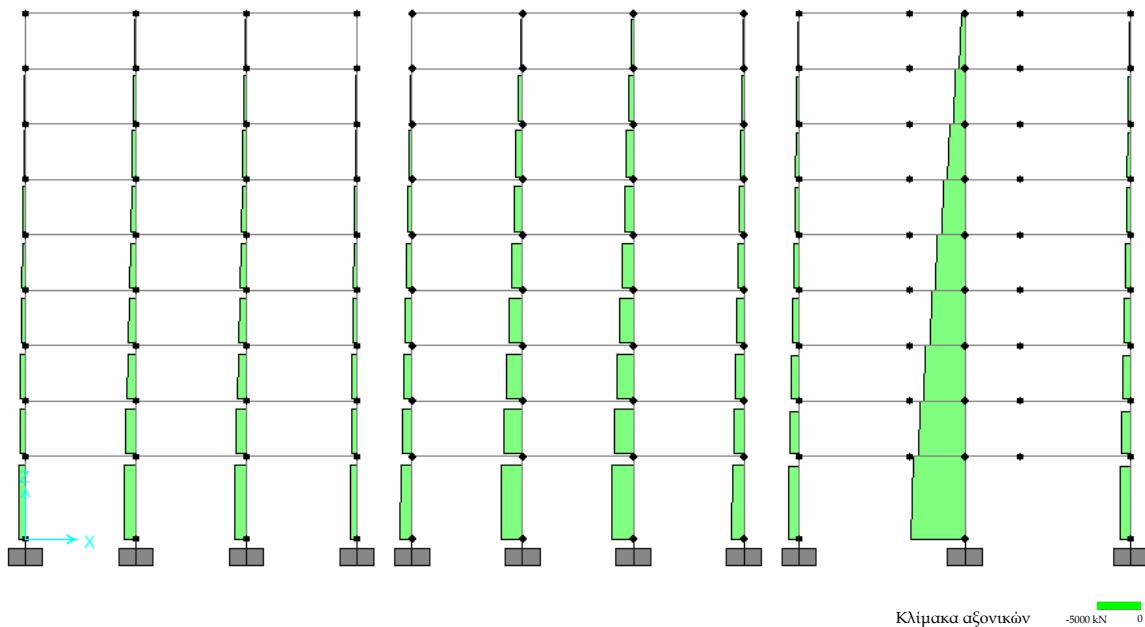


Σχήμα 2.36 Διαγράμματα ροπών του φορέα Dual 1 για τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

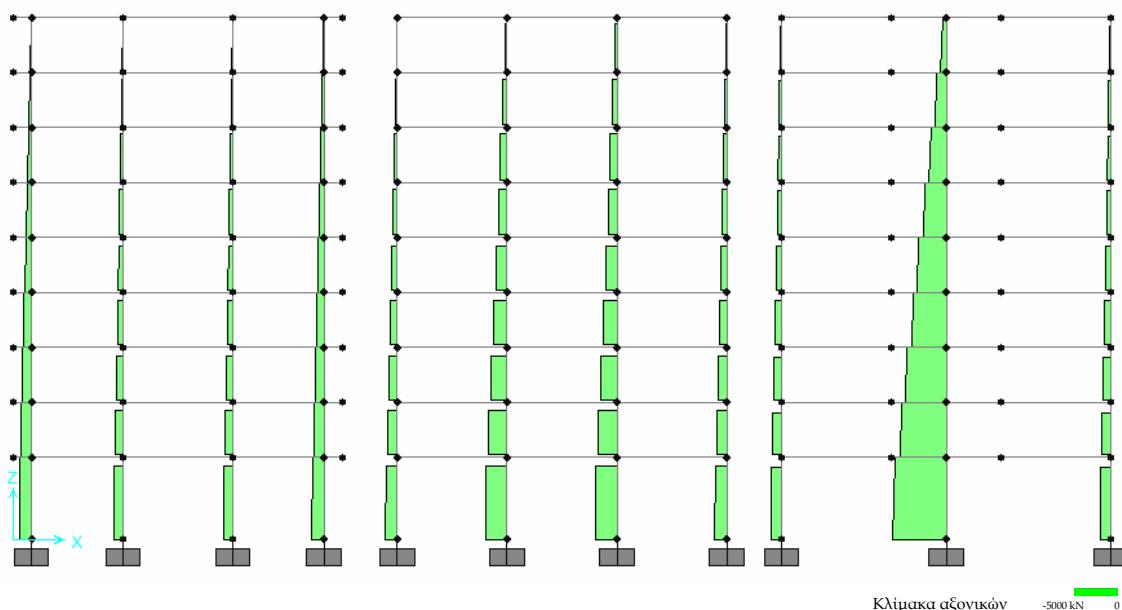


Σχήμα 2.37 Διαγράμματα ροπών του φορέα Dual 2 για τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνονται τα διαγράμματα των αξονικών δυνάμεων των στοιχείων των δύο φορέων υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

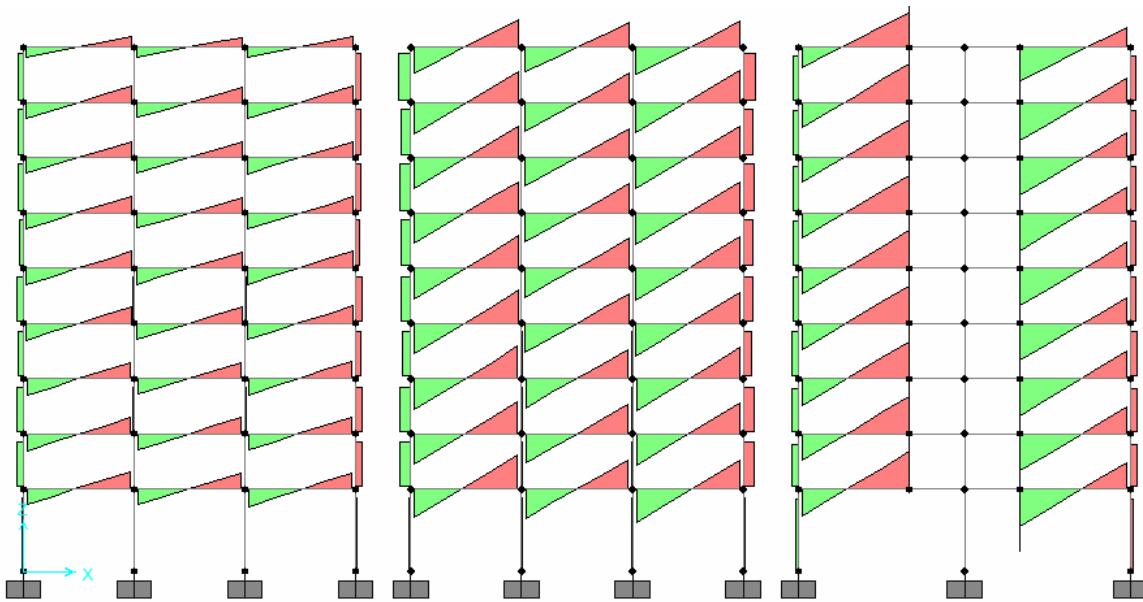


Σχήμα 2.38 Διαγράμματα αξονικών δυνάμεων των φορέα Dual 1 για τον βασικό συνδυασμό δράσεων

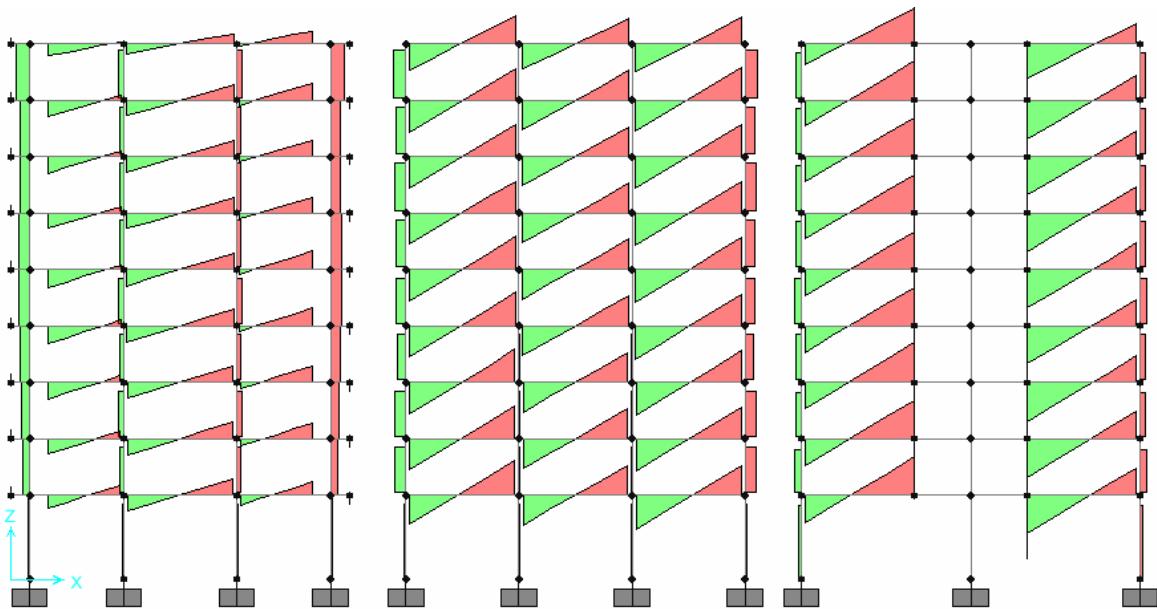


Σχήμα 2.39 Διαγράμματα αξονικών δυνάμεων των φορέα Dual 2 για τον βασικό συνδυασμό δράσεων

Τέλος, στα σχήματα της επόμενης σελίδας φαίνονται τα διαγράμματα των τεμνουσών δυνάμεων των φορέων Dual 1 & 2 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.



Σχήμα 2.40 Διαγράμματα τεμνονοσών δυνάμεων του φορέα Dual 1 για τον βασικό συνδυασμό δράσεων



Σχήμα 2.41 Διαγράμματα τεμνονοσών δυνάμεων του φορέα Dual 2 για τον βασικό συνδυασμό δράσεων

Η αρίθμηση των δομικών στοιχείων των δύο φορέων διατηρείται η ίδια όπως και για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων (βλ. σχήματα 2.33 & 2.34).

Στις σελίδες που ακολουθούν περιλαμβάνονται πίνακες με όλες τις τιμές των εντατικών μεγεθών των δύο φορέων για τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Όπως έγινε για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων, έτσι και εδώ, λόγω της συμμετρίας των πλαισίων που αναλύονται, στους πίνακες που ακολουθούν περιλαμβάνονται μόνο οι απαραίτητες τιμές εντατικών μεγεθών (βλ. σχήμα 2.35) για τα δομικά στοιχεία των δύο φορέων.

Dual 1			Εντατικά μεγέθη (M,V) δοκών			
Θέση		Παρειά αριστερά	Άνοιγμα	Παρειά δεξιά	Παρειά αριστερά	Άνοιγμα
Στάθμη 1	Τομή A-A	Στοιχείο	100			101
		M(kNm)	-29.394	27.41	-42.375	-41.52
		V (kN)	42.889	0	-47.525	43.368
	Τομή B-B	Στοιχείο	103			104
		M(kNm)	-47.905	52.93	-84.161	-76.559
		V (kN)	78.852	0	-91.858	79.311
Στάθμη 2	Τομή C-C	Στοιχείο	106			
		M(kNm)	-30.311	52.87	-115.914	
		V (kN)	72.439	0	-102.085	
	Τομή A-A	Στοιχείο	110			111
		M(kNm)	-41.854	24.26	-36.202	-39.565
		V (kN)	46.217	0	-44.198	43.368
Στάθμη 3	Τομή B-B	Στοιχείο	113			114
		M(kNm)	-68.811	46.96	-75.201	-73.079
		V (kN)	84.209	0	-86.501	79.311
	Τομή C-C	Στοιχείο	116			
		M(kNm)	-37.051	48.73	-119.65	
		V (kN)	73.399	0	-101.881	
Στάθμη 4	Τομή A-A	Στοιχείο	120			121
		M(kNm)	-40.066	25.93	-34.66	-39.586
		V (kN)	46.173	0	-44.242	43.368
	Τομή B-B	Στοιχείο	123			124
		M(kNm)	-64.036	50.21	-73.447	-73.738
		V (kN)	83.661	0	-87.48	79.311
	Τομή C-C	Στοιχείο	126			
		M(kNm)	-40.038	48.45	-117.215	
		V (kN)	74.334	0	-100.947	
	Τομή A-A	Στοιχείο	130			131
		M(kNm)	-39.501	27.49	-34.37	-39.748
		V (kN)	46.519	0	-44.703	43.755
	Τομή B-B	Στοιχείο	133			134
		M(kNm)	-59.936	53.85	-74.573	-75.137
		V (kN)	83.518	0	-88.723	80.026
	Τομή C-C	Στοιχείο	136			
		M(kNm)	-34.732	46.58	-119.17	
		V (kN)	70.634	0	-99.753	

Πίνακας 2.19 Εντατικά μεγέθη δοκών του φορέα Dual 1 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Dual 1		Εντατικά μεγέθη (Μ, V) δοκών...(συνέχεια)									
Θέση		Παρειά αριστερά		Άνοιγμα		Παρειά δεξιά		Παρειά αριστερά		Άνοιγμα	
Στάθμη 5	Τομή A-A	Στοιχείο	140				141				
		M(kNm)	-37.64	28.6		-34.021	-39.144	22.66			
		V (kN)	46.252	0		-44.971	43.755	0			
	Τομή B-B	Στοιχείο	143				144				
		M(kNm)	-63.584	53.47		-71.684	-74.156	37.88			
		V (kN)	84.68	0		-87.56	80.026	0			
Στάθμη 6	Τομή C-C	Στοιχείο	146								
		M(kNm)	-31.222	46.3		-123.233					
		V (kN)	69.329	0		-101.057					
	Τομή A-A	Στοιχείο	150				151				
		M(kNm)	-32.585	27.51		-36.689	-39.19	20.29			
		V (kN)	42.89	0		-44.33	41.738	0			
Στάθμη 7	Τομή B-B	Στοιχείο	153				154				
		M(kNm)	-67.622	49.02		-71.976	-73.796	36.88			
		V (kN)	83.349	0		-84.89	78.357	0			
	Τομή C-C	Στοιχείο	156								
		M(kNm)	-28.704	46.03		-126.287					
		V (kN)	68.369	0		-102.018					
Στάθμη 8	Τομή A-A	Στοιχείο	160				161				
		M(kNm)	-34.643	27.07		-35.497	-38.624	20.85			
		V (kN)	43.46	0		-43.76	41.738	0			
	Τομή B-B	Στοιχείο	163				164				
		M(kNm)	-70.05	48.95		-69.695	-73.297	37.38			
		V (kN)	84.1826	0		-84.0567	78.356	0			
	Τομή C-C	Στοιχείο	166								
		M(kNm)	-26.76	45.87		-128.557					
		V (kN)	67.642	0		-102.745					
Στάθμη 8	Τομή A-A	Στοιχείο	170				171				
		M(kNm)	-35.353	27.12		-34.687	-38.499	20.98			
		V (kN)	43.727	0		-43.493	41.738	0			
	Τομή B-B	Στοιχείο	173				174				
		M(kNm)	-74.493	47.75		-67.644	-72.37	38.31			
		V (kN)	85.332	0		-82.907	78.356	0			
	Τομή C-C	Στοιχείο	176								
		M(kNm)	-26.017	45.65		-129.736					
		V (kN)	67.311	0		-103.076					

Πίνακας 2.19(συνέχεια). Εντατικά μεγέθη δοκών του φορέα Dual 1 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Dual 1		Εντατικά μεγέθη (Μ,Ν) δοκών...(συνέχεια)				
Θέση		Παρειά αριστερά	Άνοιγμα	Παρειά δεξιά	Παρειά αριστερά	Άνοιγμα
Στάθμη 9	Τομή Α-Α	Στοιχείο	180			181
		M(kNm)	-19.165	20.11	-21.052	-23.57
		V (kN)	27.889	0	-28.551	26.348
	Τομή Β-Β	Στοιχείο	183			184
		M(kNm)	-46.636	48.39	-61.903	-63.629
		V (kN)	69.976	0	-75.38	66.915
	Τομή C-C	Στοιχείο	186			
		M(kNm)	-11.913	40.88	-120.254	
		V (kN)	54.769	0	-92.128	

Πίνακας 2.19(συνέχεια). Εντατικά μεγέθη δοκών των φορέα Dual 1 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Dual 1 Εντατικά μεγέθη ακραίων στόλων τομής Α-Α				
Στοιχείο	Διατομή	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
1	Πόδας	6.1	-714.5569	-4.2
	Κεφαλή	-10.8	-692.79	
2	Πόδας	23.17	-620.928	-18.0
	Κεφαλή	-20.22	-607.968	
3	Πόδας	20.38	-532.77	-17.92
	Κεφαλή	-22.63	-519.815	
4	Πόδας	16.69	-444.83	-14.42
	Κεφαλή	-17.91	-434.91	
5	Πόδας	20.88	-361.84	-17.87
	Κεφαλή	-22.01	-351.92	
6	Πόδας	14.03	-279.26	-11.88
	Κεφαλή	-15.67	-271.67	
7	Πόδας	17.33	-203.72	-13.82
	Κεφαλή	-17.22	-196.13	
8	Πόδας	17.21	-127.61	-13.8
	Κεφαλή	-17.29	-120.01	
9	Πόδας	17.82	-51.234	-14.38
	Κεφαλή	-18.14	-43.64	

Πίνακας 2.20 Εντατικά μεγέθη των ακραίων υποστολωμάτων του πλαισίου τομής A-A του φορέα Dual 1 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Dual 1 Εντατικά μεγέθη εσωτ. στόλων τομής Α-Α				
Στοιχείο	Διατομή	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
10	Πόδας	-0.55	-1230.96	0.38
	Κεφαλή	0.97	-1209.19	
11	Πόδας	-0.56	-1072.59	-0.09
	Κεφαλή	-0.77	-1059.63	
12	Πόδας	2.14	-926.35	-1.78
	Κεφαλή	-2.12	-913.39	

13	Πόδας	1.6	-780.23	-1.43
	Κεφαλή	-1.83	-770.31	
14	Πόδας	2.43	-638.95	-2.13
	Κεφαλή	-2.67	-629.03	
15	Πόδας	1.13	-497.55	-0.79
	Κεφαλή	-0.86	-489.95	
16	Πόδας	0.85	-362.99	-0.76
	Κεφαλή	-1.05	-355.4	
17	Πόδας	1.34	-229.01	-1.09
	Κεφαλή	-1.38	-221.42	
18	Πόδας	1.58	-95.295	-1.31
	Κεφαλή	-1.7	-87.7	

Πίνακας 2.21 Εντατικά μεγέθη των εσωτερικών υποστυλωμάτων του πλαισίου τομής A-A του φορέα Dual 1 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Dual 1 Εντατικά μεγέθη ακραίων στύλων τομής B-B				
Στοιχείο	Διατομή	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
37	Πόδας	10.21	-1280.32	-7.02
	Κεφαλή	-18.07	-1258.56	
38	Πόδας	38.96	-1126.61	-30.47
	Κεφαλή	-34.17	-1113.65	
39	Πόδας	33.92	-976.34	-29.64
	Κεφαλή	-37.22	-963.38	
40	Πόδας	27.18	-826.79	-23.48
	Κεφαλή	-29.17	-816.87	
41	Πόδας	31.41	-684.31	-26.20
	Κεφαλή	-31.48	-674.38	
42	Πόδας	31.69	-540.66	-26.09
	Κεφαλή	-33.53	-530.32	
43	Πόδας	35.76	-398.49	-28.68
	Κεφαλή	-35.95	-388.16	
44	Πόδας	35.07	-255.49	-27.73
	Κεφαλή	-34.26	-245.16	
45	Πόδας	40.83	-111.35	-34.88
	Κεφαλή	-46.37	-101.01	

Πίνακας 2.22 Εντατικά μεγέθη των ακραίων υποστυλωμάτων του πλαισίου τομής B-B του φορέα Dual 1 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Dual 1 Εντατικά μεγέθη εσωτ. στύλων τομής B-B				
Στοιχείο	Διατομή	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
46	Πόδας	-2.2	-1280.32	1.52
	Κεφαλή	3.92	-1258.56	
47	Πόδας	-5.43	-1126.61	3.22
	Κεφαλή	2.29	-1113.65	
48	Πόδας	0	-976.34	0.21
	Κεφαλή	0.55	-963.38	
49	Πόδας	-0.79	-826.79	0.68
	Κεφαλή	0.84	-816.87	
50	Πόδας	-0.082	-684.31	-0.16
	Κεφαλή	-0.47	-674.38	

51	Πόδας	0.35	-540.66	-0.21
	Κεφαλή	-0.17	-530.32	
52	Πόδας	0.35	-398.49	-0.39
	Κεφαλή	-0.63	-388.16	
53	Πόδας	1.61	-255.49	-1.49
	Κεφαλή	-2.12	-245.16	
54	Πόδας	1.16	-111.35	-0.48
	Κεφαλή	-0.04	-101.01	

Πίνακας 2.23 Εντατικά μεγέθη των εσωτερικών υποστολωμάτων του πλαισίου τομής B-B του φορέα Dual 1 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Dual 1 Εντατικά μεγέθη ακραίων στόλων τομής C-C				
Στοιχείο	Διατομή	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
73	Πόδας	10.2	-1180.55	-7.09
	Κεφαλή	-17.67	-1153.69	
74	Πόδας	23.23	-1027.63	-18.68
	Κεφαλή	-19.74	-1015.21	
75	Πόδας	19.61	-889.759	-18.02
	Κεφαλή	-21.84	-877.339	
76	Πόδας	21.15	-750.957	-17.28
	Κεφαλή	-20.32	-737.997	
77	Πόδας	18.97	-618.554	-15.66
	Κεφαλή	-18.62	-605.594	
78	Πόδας	17.78	-487.455	-14.68
	Κεφαλή	-17.45	-474.495	
79	Πόδας	16.81	-357.317	-13.92
	Κεφαλή	-16.6	-344.357	
80	Πόδας	16.01	-227.9	-13.23
	Κεφαλή	-15.75	-214.945	
81	Πόδας	16.3	-98.825	-13.82
	Κεφαλή	-16.88	-85.866	

Πίνακας 2.24 Εντατικά μεγέθη των ακραίων υποστολωμάτων του πλαισίου τομής C-C του φορέα Dual 1 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Dual 1 Εντατικά μεγέθη τοιχώματος τομής C-C				
Στοιχείο	Διατομή	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
82	Πόδας	0	-5799.844	0
	Κεφαλή	0	-5526.469	
83	Πόδας	0	-5065.436	0
	Κεφαλή	0	-4883.186	
84	Πόδας	0	-4422.561	0
	Κεφαλή	0	-4240.311	
85	Πόδας	0	-3781.554	0
	Κεφαλή	0	-3599.304	
86	Πόδας	0	-3147.999	0
	Κεφαλή	0	-2965.749	
87	Πόδας	0	-2511.834	0
	Κεφαλή	0	-2329.584	
88	Πόδας	0	-1873.747	0
	Κεφαλή	0	-1691.497	
89	Πόδας	0	-1234.208	0

	Κεφαλή	0	-1051.958	
90	Πόδας	0	-594.006	
	Κεφαλή	0	-411.756	0

Πίνακας 2.25 Εντατικά μεγέθη τοιχώματος των πλαισίων τομής C-C του φορέα Dual 1 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Ακολουθούν οι αντίστοιχοι πίνακες εντατικών μεγεθών για τον φορέα Dual 2.

Dual 2							
Θέση			Παρειά αριστερά	Άνοιγμα	Παρειά δεξιά	Παρειά αριστερά	Άνοιγμα
Στάθμη 1	Τομή A-A	Στοιχείο	191			101	
		M(kNm)	-30.9	5.66	-16.05	-34.55	26.17
		V (kN)	34.58	0	-26.77	43.368	0
	Τομή B-B	Στοιχείο	103			104	
		M(kNm)	-47.905	52.93	-84.161	-76.559	33.49
		V (kN)	78.852	0	-91.858	79.311	0
Στάθμη 2	Τομή C-C	Στοιχείο	106				
		M(kNm)	-30.767	52.79	-115.62		
		V (kN)	72.57	0	-101.96		
	Τομή A-A	Στοιχείο	193			111	
		M(kNm)	-43.29	8.72	-3.1	-34.815	25.9
		V (kN)	41.25	0	-20.09	43.368	0
Στάθμη 3	Τομή B-B	Στοιχείο	113			114	
		M(kNm)	-68.811	46.96	-75.201	-73.079	36.96
		V (kN)	84.209	0	-86.501	79.311	0
	Τομή C-C	Στοιχείο	116				
		M(kNm)	-35.07	49.29	-120.49		
		V (kN)	72.9	0	-102.37		
	Τομή A-A	Στοιχείο	195			121	
		M(kNm)	-50.09	9.68	0.464	-32.53	28.18
		V (kN)	43.98	0	-17.37	43.368	0
	Τομή B-B	Στοιχείο	123			124	
		M(kNm)	-64.036	50.21	-73.477	-73.738	36.31
		V (kN)	83.661	0	-87.48	79.311	0
	Τομή C-C	Στοιχείο	126				
		M(kNm)	-28.15	48.43	-129.14		
		V (kN)	70.23	0	-105.05		

Πίνακας 2.26 Εντατικά μεγέθη δοκών του φορέα Dual 2 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Dual 2		Εντατικά μεγέθη (Μ, V) δοκών...(συνέχεια)									
Θέση		Παρειά αριστερά		Άνοιγμα		Παρειά δεξιά		Παρειά αριστερά		Άνοιγμα	
Στάθμη 4	Τομή A-A	Στοιχείο	197				131				
		M(kNm)	-58.39	10.44	3.855	-	-30.19	31.61			
		V (kN)	47.15	0	-14.6	-	43.755	0			
	Τομή B-B	Στοιχείο	133				134				
		M(kNm)	-59.936	53.85	-74.573	-	-75.137	36.9			
		V (kN)	83.518	0	-88.723	-	80.026	0			
	Τομή C-C	Στοιχείο	136								
		M(kNm)	-33.3	46.99	-119.76	-					
		V (kN)	70.29	0	-100.1	-					
Στάθμη 5	Τομή A-A	Στοιχείο	199				141				
		M(kNm)	-64.47	10.25	5.62	-	-27.181	34.62			
		V (kN)	49.2	0	-12.55	-	43.755	0			
	Τομή B-B	Στοιχείο	143				144				
		M(kNm)	-63.584	53.47	-71.684	-	-74.156	37.88			
		V (kN)	84.68	0	-87.56	-	80.026	0			
	Τομή C-C	Στοιχείο	146								
		M(kNm)	-31.677	46.24	-122.89	-					
		V (kN)	69.47	0	-100.9	-					
Στάθμη 6	Τομή A-A	Στοιχείο	201				151				
		M(kNm)	-50.3	6.82	-2.49	-	-29.17	30.3			
		V (kN)	41.87	0	-17.03	-	41.738	0			
	Τομή B-B	Στοιχείο	153				154				
		M(kNm)	-67.622	49.02	-71.976	-	-73.796	36.88			
		V (kN)	83.349	0	-84.89	-	78.357	0			
	Τομή C-C	Στοιχείο	156								
		M(kNm)	-28.8	46.06	-126.13	-					
		V (kN)	68.41	0	-101.97	-					
Στάθμη 7	Τομή A-A	Στοιχείο	203				161				
		M(kNm)	-54.64	8.23	0.84	-	-28.44	31.03			
		V (kN)	43.87	0	-15.05	-	41.738	0			
	Τομή B-B	Στοιχείο	163				164				
		M(kNm)	-70.05	48.95	-69.695	-	-73.297	37.38			
		V (kN)	84.1826	0	-84.0567	-	78.356	0			
	Τομή C-C	Στοιχείο	166								
		M(kNm)	-26.92	45.88	-128.37	-					
		V (kN)	67.7	0	-102.68	-					

Πίνακας 2.26(συνέχεια). Εντατικά μεγέθη δοκών του φορέα Dual 2 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Dual 2		Εντατικά μεγέθη (Μ, Β) δοκών...(συνέχεια)									
Θέση		Παρειά αριστερά		Άνοιγμα		Παρειά δεξιά		Παρειά αριστερά		Άνοιγμα	
Στάθμη 8	Τομή A-A	Στοιχείο	205				171				
		M(kNm)	-57.52	9.22	3.12		-28.04	31.44			
		V (kN)	45.2	0	-13.7		41.738	0			
	Τομή B-B	Στοιχείο	173				174				
		M(kNm)	-74.493	47.75	-67.644		-72.37	38.31			
		V (kN)	85.332	0	-82.907		78.356	0			
Στάθμη 9	Τομή C-C	Στοιχείο	176								
		M(kNm)	-26.17	45.67	-129.55						
		V (kN)	67.37	0	-103.01						
	Τομή A-A	Στοιχείο	207				181				
		M(kNm)	-48.43	5.75	5.46		-11.787	25.76			
		V (kN)	33.06	0	-5.06		26.348	0			
	Τομή B-B	Στοιχείο	183				184				
		M(kNm)	-46.636	48.39	-61.903		-63.629	30.89			
		V (kN)	69.976	0	-75.38		66.915	0			
	Τομή C-C	Στοιχείο	186								
		M(kNm)	-12.03	40.83	-120.09						
		V (kN)	54.82	0	-92.08						

Πίνακας 2.26(συνέχεια). Εντατικά μεγέθη δοκών των φορέα Dual 2 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Dual 2 Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων τομής Α-Α				
Στοιχείο	Διατομή	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
1	Πόδας	-5.6	-1321.07	-5.22
	Κεφαλή	17.89	-1245.13	
2	Πόδας	-25.08	-1155.75	-18.47
	Κεφαλή	30.33	-1105.12	
3	Πόδας	-31.7	-1009.07	-22.27
	Κεφαλή	35.12	-958.44	
4	Πόδας	-36.45	-859.66	-25.96
	Κεφαλή	41.45	-809.04	
5	Πόδας	-42.85	-708.35	-29.84
	Κεφαλή	46.69	-657.73	
6	Πόδας	-45.75	-554.99	-27.24
	Κεφαλή	35.97	-504.36	
7	Πόδας	-34.97	-410.64	-24.45
	Κεφαλή	38.37	-360.02	
8	Πόδας	-38.89	-264.31	-25.87
	Κεφαλή	38.73	-213.68	
9	Πόδας	-42.75	-116.63	-37.03
	Κεφαλή	68.35	-66	

Πίνακας 2.27 Εντατικά μεγέθη των τοιχωμάτων του πλαισίου τομής Α-Α των φορέα Dual 2 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Dual 2 Εντατικά μεγέθη εσωτ. στύλων τομής Α-Α				
Στοιχείο	Διατομή	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
10	Πόδας	3.13	-987.43	-6.43
	Κεφαλή	-5.53	-965.67	
11	Πόδας	13.77	-849.82	-31.08
	Κεφαλή	-13.59	-836.86	
12	Πόδας	15.63	-727.68	-37.48
	Κεφαλή	-17.19	-714.72	
13	Πόδας	13.08	-608.43	-28.87
	Κεφαλή	-14.34	-598.51	
14	Πόδας	17.47	-497.25	-34.47
	Κεφαλή	-18.68	-487.33	
15	Πόδας	11.28	-388.26	-18.59
	Κεφαλή	-12.12	-380.27	
16	Πόδας	13.39	-281	-19.08
	Κεφαλή	-13.66	-273.41	
17	Πόδας	14.14	-175.73	-18.74
	Κεφαλή	-14.29	-168.14	
18	Πόδας	15.25	-71.81	-19.68
	Κεφαλή	-15.83	-64.2	

Πίνακας 2.28 Εντατικά μεγέθη των εσωτερικών υποστυλωμάτων του πλαισίου τομής Α-Α του φορέα Dual 2 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Dual 2 Εντατικά μεγέθη ακραίων στύλων τομής Β-Β				
Στοιχείο	Διατομή	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
37	Πόδας	10.21	-1280.32	-7.36
	Κεφαλή	-18.07	-1258.56	
38	Πόδας	38.96	-1126.61	-30.78
	Κεφαλή	-34.17	-1113.65	
39	Πόδας	33.92	-976.34	-32.80
	Κεφαλή	-37.22	-963.38	
40	Πόδας	27.18	-826.79	-25.87
	Κεφαλή	-29.17	-816.87	
41	Πόδας	31.41	-684.31	-28.71
	Κεφαλή	-31.48	-674.38	
42	Πόδας	31.69	-540.66	-25.39
	Κεφαλή	-33.53	-530.32	
43	Πόδας	35.76	-398.49	-25.31
	Κεφαλή	-35.95	-388.16	
44	Πόδας	35.07	-255.49	-24.30
	Κεφαλή	-34.26	-245.16	
45	Πόδας	40.83	-111.35	-29.11
	Κεφαλή	-46.37	-101.01	

Πίνακας 2.29 Εντατικά μεγέθη των ακραίων υποστυλωμάτων του πλαισίου τομής Β-Β του φορέα Dual 2 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Dual 2 Εντατικά μεγέθη εσωτ. στύλων τομής Β-Β				
Στοιχείο	Διατομή	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
46	Πόδας	-2.2	-2327.13	-4.82
	Κεφαλή	3.92	-2299.59	
47	Πόδας	-5.43	-2041.078	-22.31
	Κεφαλή	2.29	-2024.67	
48	Πόδας	0	-1771.52	-29.03
	Κεφαλή	0.55	-1755.11	
49	Πόδας	-0.79	-1501.59	-22.92
	Κεφαλή	0.84	-1488.63	
50	Πόδας	-0.082	-1237.41	-27.17
	Κεφαλή	-0.47	-1224.45	
51	Πόδας	0.35	-974.56	-15.07
	Κεφαλή	-0.17	-964.22	
52	Πόδας	0.35	-721.45	-14.44
	Κεφαλή	-0.63	-711.11	
53	Πόδας	1.61	-469.17	-14.17
	Κεφαλή	-2.12	-458.84	
54	Πόδας	1.16	-218.05	-14.53
	Κεφαλή	-0.04	-207.71	

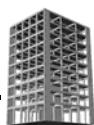
Πίνακας 2.30 Εντατικά μεγέθη των εσωτερικών υποστυλωμάτων του πλαισίου τομής Β-Β του φορέα Dual 2 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Dual 2 Εντατικά μεγέθη ακραίων στύλων τομής Σ-Σ				
Στοιχείο	Διατομή	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
73	Πόδας	10.12	-1176.1	-12.61
	Κεφαλή	-17.54	-1149.23	
74	Πόδας	23.79	-1023.04	-37.63
	Κεφαλή	-20.79	-1010.62	
75	Πόδας	16.58	-885.66	-39.68
	Κεφαλή	-15.87	-873.24	
76	Πόδας	16.94	-750.96	-35.98
	Κεφαλή	-18.99	-738	
77	Πόδας	19.85	-618.9	-34.66
	Κεφαλή	-18.96	-605.94	
78	Πόδας	17.7	-487.67	-34.52
	Κεφαλή	-17.47	-474.71	
79	Πόδας	16.9	-357.48	-33.34
	Κεφαλή	-16.68	-344.52	
80	Πόδας	16.07	-228.01	-30.31
	Κεφαλή	-15.81	-215.01	
81	Πόδας	16.38	-98.87	-35.91
	Κεφαλή	-16.97	-85.91	

Πίνακας 2.31 Εντατικά μεγέθη των ακραίων υποστυλωμάτων του πλαισίου τομής Σ-Σ του φορέα Dual 2 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Dual 2 Εντατικά μεγέθη τοιχώματος τομής C-C				
Στοιχείο	Διατομή	M (kNm)	N (kN)	V (kN)
82	Πόδας	0	-5808.762	0
	Κεφαλή	0	-5535.387	
83	Πόδας	0	-5074.613	0
	Κεφαλή	0	-4892.363	
84	Πόδας	0	-4430.763	0
	Κεφαλή	0	-4248.513	
85	Πόδας	0	-3781.545	0
	Κεφαλή	0	-3599.295	
86	Πόδας	0	-3147.3	0
	Κεφαλή	0	-2965.05	
87	Πόδας	0	-2511.41	0
	Κεφαλή	0	-2329.159	
88	Πόδας	0	-1873.41	0
	Κεφαλή	0	-1691.16	
89	Πόδας	0	-1233.99	0
	Κεφαλή	0	-1051.74	
90	Πόδας	0	-593.91	0
	Κεφαλή	0	-411.66	

Πίνακας 2.32 Εντατικά μεγέθη τοιχώματος του πλαισίου τομής C-C του φορέα Dual 2 υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων.



2.9 Έλεγχος περιορισμού των βλαβών

EC8 4.4.3

Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 2.2 του παρόντος, ο έλεγχος περιορισμού των βλαβών υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων θεωρείται πως ικανοποιείται, όταν για ένα σεισμό με πιθανότητα εμφάνισης μεγαλύτερης από αυτήν του σεισμού σχεδιασμού, οι σχετικές μετακινήσεις των ορόφων είναι χαμηλότερες ενός προδιαγεγραμμένου ορίου.

Ωστόσο ως έλεγχος οριακής καταστάσεως λειτουργικότητας θα έπρεπε λογικά να παρουσιάζεται στο αντίστοιχο κεφάλαιο (βλ. παράγραφο 2.11 του παρόντος) το οποίο διαπραγματεύεται τους ελέγχους αυτούς. Η ενδεχόμενη κρισιμότητά του όμως σε συνδυασμό με τις διατομές των κατακόρυφων στοιχείων που έχουν αρχικά εκλεγεί και που καθορίζουν το αποτέλεσμα του ελέγχου αυτού, απαιτούν την πρωθυστερη εξέτασή του όχι μόνο σε σχέση με τους υπολοίπους ελέγχους λειτουργικότητας αλλά κυρίως σε σχέση με τους ελέγχους οριακής κατάστασης αστοχίας!

2.9.1 Υπολογισμός των μετακινήσεων

EC8 4.3.4

Για τον υπολογισμό των πραγματικών (ανελαστικών) μετακινήσεων του συστήματος, οι μετακινήσεις που προκύπτουν από μια γραμμική ελαστική ανάλυση υπό την σεισμική δράση σχεδιασμού, θα πολλαπλασιάζονται επί τον αντίστοιχο δείκτη συμπεριφοράς q:

EC8 4.3.4(1)P

$$d_s = q_d \cdot d_e$$

όπου

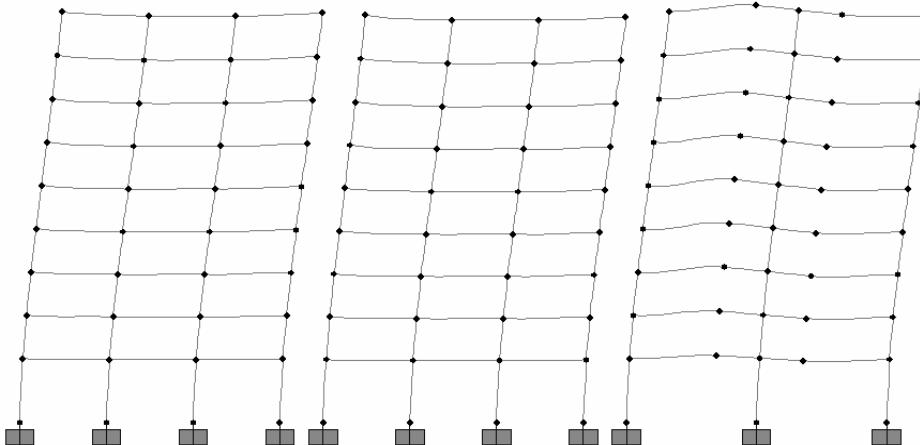
d_s η πραγματική (ανελαστική) μετακίνηση του θεωρούμενου σημείου της κατασκευής.

q_d ο δείκτης συμπεριφοράς που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των μετακινήσεων. Συνήθως θεωρείται ίσος με τον δείκτη συμπεριφοράς q (γενικά ο συντελεστής q_d είναι μεγαλύτερος από τον q όταν η θεμελιώδης περίοδος του φορέα είναι μικρότερη από την χαρακτηριστική περίοδο του φάσματος T_C κάτι που δεν ισχύει για τους φορείς της παρούσας ανάλυσης).

d_e η μετακίνηση που προκύπτει για το θεωρούμενο σημείο της κατασκευής, από μια γραμμική ελαστική ανάλυση σύμφωνα με το φάσμα σχεδιασμού.

παρ. 2.5.2.2δ
του παρόντος

Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνονται οι παραμορφωμένες καταστάσεις των δύο φορέων, ενώ στους αντίστοιχους πίνακες οι μετακινήσεις d_e & d_s .

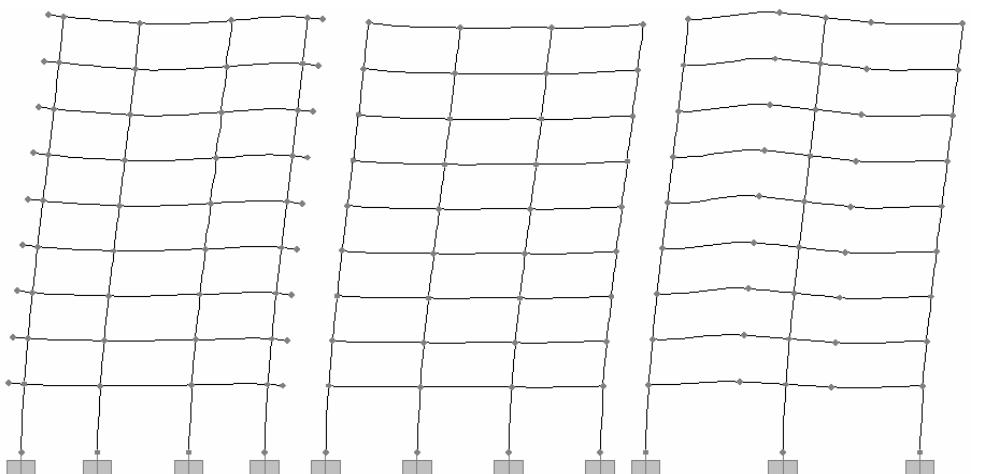


Σχήμα 2.43 Παραμορφωμένη κατάσταση του φορέα Dual 1 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων.

Στάθμη	d_e (m)	d_s (m)
9	0.0146	0.0790
8	0.0129	0.0700
7	0.0112	0.0606
6	0.0093	0.0507
5	0.0075	0.0405
4	0.0056	0.0305
3	0.0039	0.0209
2	0.0023	0.0125
1	0.0011	0.0057

Πίνακας 2.33 Ελαστικές και ανελαστικές μετακινήσεις του φορέα Dual 1 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων. (Οι ανελαστικές μετακινήσεις έχουν προκύψει από τις ελαστικές έπειτα από πολλαπλασιασμό με τον δείκτη συμπεριφοράς $q=5.4$)

παρ. 2.5.2.2γ
του παρόντος



Σχήμα 2.44 Παραμορφωμένη κατάσταση του φορέα Dual 2 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων.

Στάθμη	d_e (m)	d_s (m)
9	0.0139	0.0755
8	0.0124	0.0670
7	0.0107	0.0579
6	0.0089	0.0484
5	0.0071	0.0387
4	0.0054	0.0291
3	0.0037	0.0200
2	0.0022	0.0120
1	0.0010	0.0054

Πίνακας 2.34 Ελαστικές και ανελαστικές μετακινήσεις του φορέα Dual 2 υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων. (Οι ανελαστικές μετακινήσεις έχουν προκύψει από τις ελαστικές έπειτα από πολλαπλασιασμό με τον δείκτη συμπεριφοράς $q=5.4$)

Τέλος θα πρέπει να ελεγχθεί πως οι τιμές των d_s που προέκυψαν παραπάνω, δεν είναι μεγαλύτερες από αυτές που θα προέκυπταν από μία ελαστική ανάλυση με βάση όμως το ελαστικό φάσμα και όχι το φάσμα σχεδιασμού.

EC8 4.3.4(1)P

Οι ιδιοπερίοδοι των φορέων Dual 1 & 2 που αναλύονται εδώ, βρίσκονται στο τρίτο τμήμα του φάσματος ($T_C \leq T \leq T_D$). Οι αντίστοιχες εκφράσεις των $S_e(T)$ και $S_d(T)$ είναι:

$$S_e(T) = \alpha_g \cdot S \cdot 2.5 \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$S_d(T) = \begin{cases} \alpha_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot \alpha_g \end{cases}$$

EC8 Σχέση 3.4

(χωρίς το κάτω όριο $\beta \cdot \alpha_g$ να είναι κρίσιμο στις περιπτώσεις που αναλύονται εδώ. Βλ. παράγραφο 2.7.3 του παρόντος)

EC8 Σχέση 3.15

Είναι προφανές από τις προηγούμενες σχέσεις, πως μία ελαστική ανάλυση με τη φασματική τιμή $S_e(T)$, θα έδινε ότι φορές μεγαλύτερες μετακινήσεις από αυτές που έδωσε η ανάλυση με τις τιμές $S_d(T)$, δηλαδή μετακινήσεις ίδιες με τις d_s που υπολογίσθηκαν προηγουμένως.

2.9.2 Έλεγχος περιορισμού των σχετικών μετακινήσεων ορόφων

EC8 4.4.3.2

Προκειμένου να ικανοποιείται ο έλεγχος περιορισμού των σχετικών μετακινήσεων των ορόφων (ή ισοδύναμα έλεγχος περιορισμού των βλαβών) θα πρέπει να ισχύει:

$$d_r \cdot v \leq 0.005 \cdot h \quad (\text{θεωρώντας την ύπαρξη τοιχοποιών σε επαφή με τα δομικά στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος})$$

όπου

d_r η σχετική μετακίνηση ορόφου η οποία υπολογίζεται ως η διαφορά των μετακινήσεων d_s των στάθμεων στην κορυφή και στη βάση του υπόψη ορόφου.

h το ύψος του ορόφου.

v μειωτικός συντελεστής, ο οποίος λαμβάνει υπόψη το γεγονός της μικρότερης περιόδου επαναφοράς του σεισμικού φαινομένου που συνδέεται με την απαίτηση περιορισμού των βλαβών («σεισμός λειτουργικότητας»). Η τιμή του συντελεστή v εξαρτάται επίσης από την κατηγορία σπουδαιότητας στην οποία ανήκει ο φορέας ο οποίος διαστασιογείται. Συγκεκριμένα για κατηγορία σπουδαιότητας II (στην οποία θεωρούμε πως ανήκουν οι φορείς της παρούσας ανάλυσης) είναι $v=0.5$.

Τέλος γίνεται η υπόθεση πως το ελαστικό φάσμα που αντιστοιχεί στον «σεισμό λειτουργικότητας» έχει την ίδια μορφή με το ελαστικό φάσμα που αντιστοιχεί στον «σεισμό αστοχίας» (ή σεισμό σχεδιασμού για την οριακή κατάσταση αστοχίας).

Οι απαιτούμενοι υπολογισμένοι φαίνονται συγκεντρωμένοι στον ακόλουθο πίνακα.

EC8 4.4.3.2(1)

EC8 Σχέση 4.31

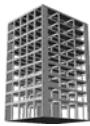
EC8 4.4.2.2(2)

EC8 4.4.3.2(2)

Στάθμη	Υψος ορόφου	Dual 1			Dual 2			Έλεγχος
		d_s (m)	d_r (m)	$d_r \cdot v$	d_s (m)	d_r (m)	$d_r \cdot v$	
9	3	0.0790	0.0089	0.0044	0.0755	0.0085	0.0043	0.015
8	3	0.0700	0.0095	0.0047	0.0670	0.0091	0.0045	0.015
7	3	0.0606	0.0099	0.0049	0.0579	0.0095	0.0047	0.015
6	3	0.0506	0.01018	0.0051	0.0484	0.0097	0.0048	0.015
5	3	0.0405	0.0100	0.0050	0.0387	0.0095	0.0047	0.015
4	3	0.0305	0.0095	0.0048	0.0291	0.0091	0.0045	0.015
3	3	0.0209	0.0084	0.0042	0.0200	0.0080	0.0040	0.015
2	3	0.0125	0.0068	0.0034	0.0120	0.0066	0.0033	0.015
1	4.5	0.0057	0.0057	0.0028	0.0054	0.0054	0.0027	0.0225

Πίνακας 2.35 Έλεγχος περιορισμού των σχετικών μετακινήσεων των ορόφων των φορέων Dual 1 & 2.

Είναι προφανές πως η όπαρξη τοιχωμάτων στους φορείς που αναλύονται εδώ, καθιστούν μειωμένη την κρισιμότητα του ελέγχου αυτού.



2.10 Έλεγχοι έναντι των οριακών καταστάσεων αστοχίας

EC8 4.4.2

Στις παραγράφους που ακολουθούν περιλαμβάνονται όλοι οι απαίτημενοι(*) έλεγχοι οι οποίοι εξασφαλίζουν την ικανοποίηση της απαίτησης αποφυγής καταρρεύσεως (οριακή κατάσταση αστοχίας).

2.10.1 Έλεγχος επιρροής φαινομένων 2^{ης} τάξης

EC8 4.4.2.2(2)

Η επιρροή των φαινομένων 2^{ης} τάξεως μπορεί να παραληφθεί για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων, εφόσον σε όλους τους ορόφους του δομήματος ισχύει η ακόλουθη σχέση:

$$\theta = \frac{P_{\text{tot}} \cdot d_r}{V_{\text{tot}} \cdot h} \leq 0.10$$

EC8 Σχέση 4.28

όπου

- θ δείκτης σχετικής μεταθετότητας ή δείκτης ευαισθησίας πλευρικής παραμόρφωσης.
- P_{tot} η συνολική αξονική δύναμη των κατακορύφων στοιχείων του ορόφου που εξετάζεται, υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων.
- V_{tot} η συνολική τέμνουσα δύναμη των κατακορύφων στοιχείων του ορόφου που εξετάζεται, υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων.
- d_r η σχετική μετακίνηση ορόφου η οποία υπολογίζεται ως η διαφορά των μετακινήσεων d_s των στάθμεων στην κορυφή και στη βάση του υπόψη ορόφου.
- h το ύψος του ορόφου.

Εάν ισχύει πως $0.1 < \theta \leq 0.2$ τότε η επιρροή των φαινομένων 2^{ης} τάξεως μπορεί να ληφθεί προσεγγιστικά υπόψη, με πολλαπλασιασμό των αποτελεσμάτων της αντίστοιχης σεισμικής δράσης με τον συντελεστή:

$$\frac{1}{(1-\theta)}$$

EC8 4.4.2.2(3)

Τέλος ο δείκτης σχετικής μεταθετότητας δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει την τιμή 0.3.

EC8 4.4.2.2(4)

Είναι ακόμη προφανές, πως κρίσιμος συνδυασμός φόρτισης, αναφορικά με τον κίνδυνο πλευρικής μεταθετότητας είναι ο σεισμικός και όχι ο βασικός συνδυασμός.

(*) Είναι προφανές πως ορισμένοι από τους ελέγχους που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 2.2 τον παρόντος αναφορικά με τον αποκλεισμό της πιθανότητας καταρρεύσεως (όπως ο έλεγχος αντοχής της θεμελίωσης, ο περιορισμός των επιπτώσεων από τις προσκρούσεις γειτονικών κτιρίων, η εξασφάλιση της αντοχής των ορίζοντιων διαφραγμάτων) δεν ελέγχονται εδώ για ευνόητους λόγους.

Όλοι οι απαιτούμενοι υπολογισμοί για τον έλεγχο των τιμών του θ φαίνονται στους επόμενους πίνακες.

Στάθμη	Υψος ορόφου	d_r	P_{tot} (kN)	V_{tot} (kN)	θ
9	3	0.0089	1078.266	105.495	0.0305<0.1
8	3	0.0095	2423.532	232.906	0.0328<0.1
7	3	0.0099	3768.798	345.327	0.0361<0.1
6	3	0.0102	5114.064	442.759	0.0392<0.1
5	3	0.0100	6497.205	527.108	0.0411<0.1
4	3	0.00955	7880.346	596.518	0.0420<0.1
3	3	0.00843	9312.987	652.026	0.0401<0.1
2	3	0.0068	10745.628	692.008	0.0353<0.1
1	4.5	0.0057	12318.519	717.206	0.0218<0.1

Πίνακας 2.36 Έλεγχος επιρροής των φαινομένων 2^{ης} τάξης για τον φορέα Dual 1.

Στάθμη	Υψος ορόφου	d_r	P_{tot} (kN)	V_{tot} (kN)	θ
9	3	0.0085	1139.766	113.147	0.0287<0.1
8	3	0.0091	2546.532	251.827	0.0305<0.1
7	3	0.0095	3953.298	374.193	0.0335<0.1
6	3	0.0097	5360.064	480.242	0.0362<0.1
5	3	0.0095	6799.83	571.799	0.0379<0.1
4	3	0.0091	8239.596	646.991	0.0385<0.1
3	3	0.0080	9723.237	706.938	0.0369<0.1
2	3	0.0066	11206.878	750.021	0.0327<0.1
1	4.5	0.0054	12856.269	777.355	0.0199<0.1

Πίνακας 2.37 Έλεγχος επιρροής των φαινομένων 2^{ης} τάξης για τον φορέα Dual 2.

Συμπεραίνουμε επομένως πως δεν απαιτείται να ληφθεί υπόψη η επιρροή των φαινομένων 2^{ης} τάξης στους φορείς της παρούσας ανάλυσης.

Για λόγους πληρότητας παραθέτουμε και τον αντίστοιχο έλεγχο ο οποίος προδιαγράφεται από τον EC2 για τις άλλες (πλην της σεισμικής) δράσεις.

Σύμφωνα λοιπόν με τον EC2 η καθολική (δηλαδή σε επίπεδο κατασκευής και όχι δομικού στοιχείου) επιρροή των φαινομένων 2^{ης} τάξης μπορεί να αγνοηθεί όταν ισχύει πως:

$$F_{V,Ed} \leq k_1 \cdot \frac{n_s}{n_s + 1.6} \cdot \frac{\sum E_{cd} \cdot I_c}{L^2}$$

όπου

$F_{V,Ed}$ το συνολικό κατακόρυφο φορτίο της κατασκευής.

n_s ο αριθμός των ορόφων της κατασκευής.

L το συνολικό ύψος της κατασκευής μετρούμενο από την υποτιθέμενη πάκτωση.

EC2 5.8

EC2 5.8.2(6)

EC2 5.8.3.3(1)

EC2 Σχέση 5.18

E_{cd}	τιμή σχεδιασμού για το μέτρο ελαστικότητας του σκυροδέματος.
I_c	η ροπή αδράνειας (θεωρώντας αρηγμάτων διατομή) του/των δομικών στοιχείων που θεωρούνται πως αντιστέκονται στην οριζόντια μεταθετότητα του φορέα.
k_1	συντελεστής με τιμή 0.31

Στη συνέχεια θα εφαρμόσουμε το παραπάνω κριτήριο για τον φορέα Dual 1.

Το συνολικό κατακόρυφο φορτίο (*) του φορέα αυτού για τον βασικό συνδυασμό δράσεων προκύπτει ίσο με:

$$F_{V,Ed} = 19266.903 \text{ kN}$$

Η τιμή σχεδιασμού του μέτρου ελαστικότητας του σκυροδέματος δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$E_{cd} = \frac{E_{cm}}{\gamma_{cE}} = \frac{30 \cdot 10^6}{1.2} = 25 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$$

EC2 5.8.6(3)

EC2 Σχέση 5.20

Τέλος θεωρούμε απλοποιητικά πως μόνο τα τοιχώματα συνεισφέρουν στην οριζόντια ακαμψία του κτιρίου, για τα οποία ισχύει:

$$I_c = \frac{0.3 \cdot 6^3}{12} = 5.4 \text{ m}^4$$

Βλ.οχήμα 2.10
του παρόντος
για την διατομή
των τοιχώματος.

Έτσι η εφαρμογή του παραπάνω κριτηρίου θα έχει ως εξής:

$$k_1 \cdot \frac{n_s}{n_s + 1.6} \cdot \frac{\sum E_{cd} \cdot I_c}{L^2} = 0.31 \cdot \frac{9}{9 + 1.6} \cdot \frac{25 \cdot 10^6 \cdot 5.4}{28.5^2} = 43746.4 \text{ kN}$$

και

$$F_{V,Ed} = 19266.903 \text{ kN} < 43746.4 \text{ kN}$$

Με τον ίδιο τρόπο αποδεικνύεται η ισχύ του κριτηρίου και για τον φορέα Dual 2.

Διευκρινίζεται τέλος πως η απαλλαγή από τον έλεγχο των επιρροών 2^{ης} τάξεως λόγω μεταθετότητας που παρουσιάστηκαν εδώ, καλύπτουν κάθε επιρροή 2^{ης} τάξεως στην ένταση λόγω μεταθετότητας των ορόφων. Επομένως ο περιστέρω έλεγχος κατακόρυφων θλιβόμενων στοιχείων, είτε υπό την επίδραση του σεισμικού είτε του βασικού συνδυασμού δράσεων, μπορεί να γίνει θεωρώντας ότι τα αντίστοιχα άκρα των στοιχείων είναι αμετάθετα.

Ο έλεγχος επιρροής των φαινομένων 2^{ης} τάξεως μεμονωμένων θλιβόμενων στοιχείων με αμετάθετα άκρα («έλεγχος λυγισμού θλιβόμενου στοιχείου») παρουσιάζεται στην παράγραφο 2.10.3 του παρόντος όπου γίνεται αναφορά στη διαστασιολόγηση των υποστυλωμάτων.

EC2 5.8.3.1(1)

(*) Λόγω της συμμετρίας κατά τον άξονα x το φορτίο αντό αντιστοιχεί στον μισό φορέα Dual 1. Για τον λόγο αυτό, κατά την εφαρμογή του κριτηρίου στον όρο I_c συμπεριλαμβάνεται μόνο το ένα εκ των δύο τοιχωμάτων.

2.10.2 Διαστασιολόγηση δοκών έναντι κάμψεως

Θα πρέπει να εξασφαλισθεί η ικανοποίηση της ακόλουθης σχέσεως:

$$E_d \leq R_d$$

όπου

E_d η τιμή σχεδιασμού της ροπής κάμψεως είτε για τον σεισμικό είτε για τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

R_d η αντοχή σχεδιασμού έναντι ροπής κάμψεως.

EC8 Σχέση 4.27

Κατά τον EC8 ως δοκοί αντιμετωπίζονται κυρίως τα οριζόντια δομικά στοιχεία τα οποία υπόκεινται σε εγκάρσια φορτία και των οποίων το ανηγμένο αξονικό φορτίο πληροί την ακόλουθη σχέση (διαφορετικά εφαρμόζονται οι απαιτήσεις διαστασιολόγησης των υποστυλωμάτων):

EC8 5.1.2

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} \leq 0.1 \text{ (η θλιψη λαμβάνεται θετική)}$$

Όλα τα οριζόντια στοιχεία των φορέων της παρούσας ανάλυσης πληρούν τις παραπάνω προυποθέσεις, συνεπώς θα διαστασιολογηθούν σύμφωνα με τις απαιτήσεις των κανονισμών που αναφέρονται στις δοκούς.

Τέλος θα πρέπει να ελεγχθεί το ενδεχόμενο ύπαρξης «κοντών δοκών» στους φορείς που αναλύονται, καθότι αυτές λόγω της διαφορετικής προέχουσας μορφής αστοχίας που εμφανίζουν (διατμητική ολισθηση), υπόκεινται σε διαφορετικούς κανόνες διαστασιολόγησης από τις υπόλοιπες.

EC8 5.5.3.5

Κατά τον EC8 και προκειμένου για κατασκευές υψηλής στάθμης πλαστιμότητας (DCH), θα πρέπει ένα τουλάχιστον από τα ακόλουθα να ισχύει ώστε η δοκός να μη χαρακτηρίζεται ως κοντή:

- Να είναι μειωμένη η πιθανότητα ρηγμάτωσης κατά τις δύο διαγώνιες διευθύνσεις του στοιχείου. Αυτό θεωρούμε πως ισχύει αν:

EC8 5.5.3.5(2)

$$V_{Ed} \leq f_{ctd} \cdot b_w \cdot d$$

- Να αναμένεται κυρίως καμπτική προέχουσα μορφή αστοχίας. Αυτό θεωρούμε πως εξασφαλίζεται αν για το υπόψη δομικό στοιχείο ισχύει:

$$\frac{1}{h} \geq 3$$

Η απαίτηση αυτή περιλαμβάνεται και στον EC2 ως το μοναδικό μέτρο διαχωρισμού των κοντών από τις υπόλοιπες δοκούς.

EC2 5.3.1(3)

Οι δοκοί των φορέων της παρούσας ανάλυσης έχουν μήκος 6 m κάτι που σύμφωνα με την τελευταία σχέση σημαίνει πως θα έπρεπε να έχουν ύψος (h) τουλάχιστον 2 m για να χαρακτηρισθούν ως κοντές.

Είναι προφανές τέλος, πως το δεύτερο κριτήριο είναι περισσότερο προσιτό, τουλάχιστον στα πλαίσια ενός προκαταρκτικού υπολογισμού, καθότι δεν απαιτεί προηγουμένως να έχει πραγματοποιηθεί η ανάλυση του φορέα.

2.10.2.1 Γεωμετρικοί περιορισμοί

EC8 5.5.1.2.1

Για κατασκευαστικούς λόγους, αλλά και για λόγους μείωσης της λιγηρότητας των δοκών, θα πρέπει οι διαστάσεις τους να έχουν ορισμένες ελάχιστες τιμές που προκύπτουν περισσότερο από την προηγούμενη εμπειρία παρά από σχετική έρευνα.

Έτσι ο EC8 καθορίζει για τις δοκούς ένα ελάχιστο πλάτος (b_w) ίσο με 200 mm. Δεδομένου ότι οι δοκοί και των δύο φορέων που αναλύονται εδώ έχουν πλάτος b_w ίσο προς 250 mm η προηγούμενη απαίτηση ικανοποιείται.

Προκειμένου να αποφευχθεί η πιθανότητα αστάθειας (στρέβλωση κορμού) στις περιοχές των πλαστικών αρθρώσεων κρίνεται σκόπιμο να τεθεί κάποιο όριο στο λόγο h/b_w . Ο λόγος αυτός θα πρέπει να ικανοποιεί την ακόλουθη έκφραση (η σχέση αυτή συμπεριλαμβάνεται στον EC2):

$$\frac{l_{ot}}{b_w} \leq \frac{70}{\left(\frac{h}{b_w}\right)^{1/3}} \quad \text{και} \quad \frac{h}{b_w} \leq 3.5$$

όπου

l_{ot} η απόσταση μεταξύ στηρίξεων οι οποίες απαγορεύουν τη στρέψη του δομικού στοιχείου.

h το ύψος της δοκού στο μέσο του ανοίγματος l_{ot} .

b_w το πλάτος της νεύρωσης της δοκού.

Δεδομένου ότι άμεση στρέψη δεν υφίστανται στις δοκούς της παρούσας ανάλυσης, κρίσιμη για τον παραπάνω έλεγχο είναι η δεύτερη σχέση, η οποία για $b_w = 250$ mm (κοινό για όλες τις δοκούς) θα δώσει:

$$\frac{h}{b_w} \leq 3.5 \Rightarrow h \leq 3.5 \cdot 250 = 875 \text{ mm}$$

Το μέγιστο ύψος δοκών που χρησιμοποιείται εδώ είναι 700 mm (τομή C-C, σχήμα 2.10 του παρόντος) το οποίο και ικανοποιεί τον παραπάνω περιορισμό.

Προκειμένου να διασφαλισθεί η μεταφορά σεισμικών ροπών στις συνδέσεις δοκών - υποστυλωμάτων που ανήκουν στο κύριο σύστημα παραλαβής των σεισμικών δυνάμεων, η εκκεντρότητα του κεντροβαρικού άξονα της δοκού συγκριτικά με αυτόν του υποστυλώματος που τη στηρίζει θα πρέπει να περιορίζεται στην τιμή $b_c/4$, όπου b_c είναι η διάσταση του υποστυλώματος η κάθετη στον διαμήκη άξονα της δοκού.

EC8 5.5.1.2.1(1)

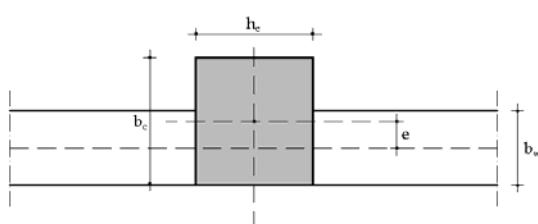
EC8 5.5.1.2.1(2)

EC2 5.9.(3)

EC2 Σχέση
5.40b

EC8 5.5.1.2.1(3)

EC8 5.5.1.2.1(4)



Σχήμα 2.45 Κάτοψη έκκεντρης σύνδεσης δοκού υποστυλώματος.

Όπως φαίνεται στις κατόπιν εις του σχήματος 2.7, μόνο στα πλαίσια της τομής Α-Α παρατηρούνται έκκεντρες συνδέσεις δοκών υποστυλωμάτων (μαζί ενδιαφέρει η διεύθυνση της ανάλυσης -x- και όχι η εγκάρσια) . Η έκκεντροτητα ε υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$e = \frac{(b_c - b_w)}{2}$$

Ο έλεγχος της έκκεντροτητας συνοψίζεται στον πίνακα που ακολουθεί (τόσο για τον φορέα Dual 1 όσο για τον Dual 2 αφού οι διατομές δοκών και υποστυλωμάτων των δύο φορέων δεν διαφέρουν).

b_c (cm)	b_c/4 (cm)	b_w (cm)	e=(b_c - b_w)/2 (cm)
40	10	25	7.5 < b _c /4
35	8.75	25	5 < b _c /4
30	7.5	25	2.5 < b _c /4

Πίνακας 2.38 Έλεγχος της έκκεντρης σύνδεσης δοκών υποστυλωμάτων για τους φορείς Dual 1 & 2.

Τέλος προκειμένου να εκμεταλλευτούμε την ευνοϊκή επιρροή του θλιπτικού αξονικού φορτίου των υποστυλωμάτων, στη βελτίωση των συνθηκών συνάφειας των οριζοντίων ράβδων που διέρχονται μέσα από τους κόμβους δοκών – υποστυλωμάτων, το πλάτος b_w των δοκών θα πρέπει να ικανοποιεί την ακόλουθη έκφραση:

$$b_w \leq \min \begin{cases} b_c + h_w \\ 2 \cdot b_c \end{cases}$$

EC8 5.5.1.2.1(5)

όπου

h_w το ύψος της δοκού

b_c (όπως και πριν) η διάσταση του υποστυλώματος η κάθετη στον διαμήκη άξονα της δοκού.

EC8 Σχέση 5.6

Είναι προφανές πως ο παραπάνω έλεγχος είναι κρίσιμος στις περιπτώσεις στύλων μικρού πλάτους b_c.

Για τους φορείς που αναλύονται εδώ ισχύει πως:

$$b_w = 250 \text{ mm} < \min b_c = 300 \text{ mm}$$

,συνεπώς ικανοποιείται και ο τελευταίος γεωμετρικός περιορισμός των δοκών που ανήκουν σε φορείς με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (DCH).

2.10.2.2 Διαστασιολόγηση σε κάμψη

Παρακάτω περιγράφεται η διαδικασία διαστασιολόγησης των δοκών των δύο φορέων σε κάμψη, τόσο για τον βασικό όσο για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων μαζί με όλες τις απαιτήσεις εξασφάλισης πλαστιμότητας, οι οποίες προδιαγράφονται από τον EC8.

a) Υπολογισμός απαιτούμενης επικάλυψης

Ως επικάλυψη χαρακτηρίζεται η στρώση σκυροδέματος μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας ράβδων οπλισμού και της πλησιέστερης επιφάνειας του δομικού στοιχείου.

Η ονομαστική επικάλυψη η οποία τίθεται ως βασικό μέγεθος στην διαστασιολόγηση, στα κατασκευαστικά σχέδια κτλ, ορίζεται ως το άθροισμα της ελάχιστης τιμής επικάλυψης c_{min} και της ανοχής Δc_{dev} (για την κάλυψη ενδεχόμενων ανακριβειών και αβεβαιοτήτων):

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

Η ελάχιστη επικάλυψη c_{min} πρέπει να παρέχεται για να εξασφαλίζει:

- Την ασφαλή μεταβίβαση των δυνάμεων συνάφειας.
- Την προστασία του χάλυβα έναντι διαβρώσεως.
- Μια επαρκή αντίσταση σε πυρκαγιά.

Για την ελάχιστη τιμή της επικάλυψης c_{min} ισχύει πως:

$$c_{min} = \max \begin{cases} c_{min,b} \\ c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add} \\ 10 \text{ mm} \end{cases}$$

όπου

$c_{min,b}$ ελάχιστη επικάλυψη για την ασφαλή μεταβίβαση των δυνάμεων συνάφειας και την εξασφάλιση επαρκούς συμπόκνωσης του σκυροδέματος.

$c_{min,b}$ = διάμετρος της ράβδου που επικαλύπτεται = 16 mm για τις δοκούς, 18 mm για τα υποστυλώματα και 20 mm για τα τοιχώματα (αυτές οι διάμετροι αντιστοιχούν στις μέγιστες χρησιμοποιούμενες διαμέτρους ράβδων οπλισμού που προέκυψαν από τους ελέγχους οριακής κατάστασης αστοχίας).

$c_{min,dur}$ ελάχιστη επικάλυψη ανάλογα με την κατηγορία έκθεσης σε συνθήκες περιβάλλοντος και την κατηγορία κατασκευής. Για κατηγορία έκθεσης XC3 (κανονική υγρασία) και κατηγορία κατασκευής S4 (διάρκεια σχεδιασμού της τάξεως των 50 ετών) είναι:

$$c_{min,dur} = 25 \text{ mm}$$

$\Delta c_{dur,\gamma}$ πρόσθετο στοιχείο ασφαλείας
= 0 (συνιστώμενη τιμή)

$\Delta c_{dur,st}$ μείωση που λαμβάνεται υπόψη όταν χρησιμοποιείται ανοξείδωτος χάλυβας.
= 0 (συνιστώμενη τιμή)

$\Delta c_{dur,add}$ μείωση που λαμβάνεται υπόψη όταν εξασφαλίζονται πρόσθετα μέτρα προστασίας του σκυροδέματος.
= 0 (συνιστώμενη τιμή)

Συνεπώς:

$$c_{min} = \max \begin{cases} 16 \text{ ή } 18 \text{ ή } 20 \text{ mm} \\ 25 + 0 - 0 - 0 = 25 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{cases}$$

EC2 4.4.1

EC2 4.4.1.1(1)P

EC2 4.4.1.1(2)P

EC2 Σχέση 4.1

EC2 4.4.1.2(1)P

EC2 4.4.1.2(2)P

EC2 Σχέση 4.2

EC2 4.4.1.2(3)

EC2 Table 4.2

EC2 4.4.1.2(5)

EC2 Table 4.4N

EC2 4.4.1.2(6)

EC2 4.4.1.2(7)

EC2 4.4.1.2(8)

Η τιμή της ανοχής Δc_{dev} η οποία θα πρέπει να προστεθεί στην ελάχιστη τιμή της επικάλυψης είναι ίση με 10 mm (συνιστώμενη τιμή).

Κατ' αυτόν τον τρόπο η ονομαστική τιμή της επικάλυψης θα είναι:

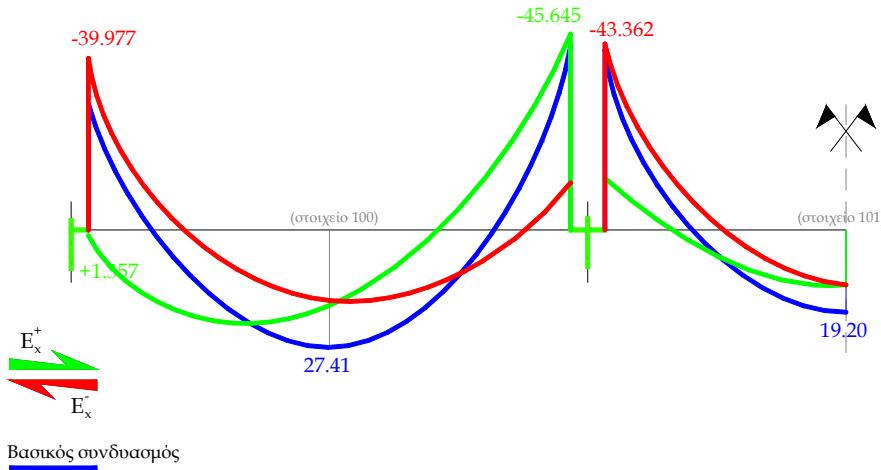
$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 25 + 10 = 35 \text{ mm}$$

για όλα τα δομικά στοιχεία και των δύο φορέων της παρούσας ανάλυσης.

Στα επόμενα θα δοθεί η πλήρης διαστασιολόγηση της συνεχούς δοκού τριών ανοιγμάτων του ισογείου ορόφου που ανήκει στο εξωτερικό πλαίσιο (τομή A-A) των φορέα Dual 1 (στοιχεία 100 -101 -102, σχήμα 2.33) καθώς και σχολιασμός των αποτελεσμάτων που προέκυψαν για τις υπόλοιπες δοκούς και των δύο φορέων.

β) Διαγράμματα ροπών της συνεχούς δοκού των φορέα Dual 1 που αποτελείται από τα στοιχεία 100 - 101 -102.

Στο σχήμα που ακολουθεί δίνονται τα διαγράμματα των ροπών της συνεχούς δοκού του φορέα Dual 1 που αποτελείται από τα στοιχεία 100 - 101 -102, τόσο για τον βασικό όσο και για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων. Η διατομή της δοκού είναι 25/60.



Σχήμα 2.46 Διαγράμματα ροπών των στοιχείων 100 και 101 υπό τον βασικό και τους σεισμικούς συνδυασμούς δράσεων.

γ) Υπολογισμός και διάταξη των απαιτούμενων διαμήκων οπλισμών

Στη συνέχεια υπολογίζονται οι απαιτούμενοι οπλισμοί στις θέσεις των ανοιγμάτων και των στηριγμάτων για τις ροπές της ανάλυσης, ελέγχονται οι απαιτήσεις του κανονισμού αναφορικά με τους διαμήκεις οπλισμούς των δοκών και καθορίζεται η τελική τους διάταξη.

Εξωτερικές στηρίξεις^(*):

Η μέγιστη θετική και αρνητική (σε απόλυτη τιμή) ροπή που προέκυψαν από την ανάλυση είναι:

$$M_{Ed}^- = 39.977 \text{ kNm} \text{ και } M_{Ed}^+ = 1.357 \text{ kNm}$$

Για την αρνητική ροπή, η διατομή της δοκού λειτουργεί ως ορθογωνική. Για να υπολογίσουμε το στατικό ύψος της, θεωρούμε πως η διάμετρος των διαμήκων ράβδων είναι 14 mm και αυτή των συνδετήρων 6 mm. Έτσι το στατικό ύψος (d) υπολογίζεται ως εξής:

$$d = h - c_{nom} - d_{bw} - \frac{d_{bl}}{2} = 600 - 35 - 6 - \frac{14}{2} = 552 \text{ mm} \approx 0.55 \text{ m}$$

όπου

d_{bl} η διάμετρος των διαμήκων οπλισμών

d_{bw} η διάμετρος των συνδετήρων

Η ανηγμένη ροπή σχεδιασμού θα είναι:

$$\mu_{Ed1} = \frac{M_{Ed}^-}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{39.977}{0.25 \cdot 0.55^2 \cdot 13333} = 0.039$$

Χρησιμοποιώντας τον πίνακα σχεδιασμού της CEB για τον υπολογισμό ορθογωνικών διατομών χωρίς θλιβόμενο οπλισμό, σε κάμψη με ή χωρίς ορθή δύναμη, βρίσκουμε πως η τιμή του μηχανικού ποσοστού οπλισμού ω_1 , η οποία αντιστοιχεί στην παραπάνω τιμή μ_{Ed1} , είναι 0.04. Έτσι το εμβαδόν του απαιτούμενου οπλισμού θα είναι:

$$A_{s1} = \omega_1 \cdot b_w \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.04 \cdot 25 \cdot 55 \cdot \frac{13.33}{347.83} = 2.11 \text{ cm}^2$$

Το αντίστοιχο γεωμετρικό ποσοστό οπλισμού ρ_1 θα είναι:

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{2.11}{25 \cdot 55} = 0.153 \%$$

Για την θετική ροπή, η διατομή της δοκού λειτουργεί ως πλακοδοκός. Το συνεργαζόμενο πλάτος b_{eff} έχει υπολογισθεί ίσο με 0.885 m θεωρώντας ως μήκος l_0 μεταξύ διαδοχικών σημείων μηδενισμού του διαγράμματος των ροπών ίσο με 0.6 l (το μήκος αυτό ανταποκρίνεται στο διάγραμμα ροπών που προκαλείται από τον αντίστοιχο σεισμικό συνδυασμό E_x^+). Η ανηγμένη ροπή σχεδιασμού θα είναι:

$$\mu_{Ed2} = \frac{M_{Ed}^+}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1.357}{0.885 \cdot 0.55^2 \cdot 13333} = 0.0004$$

παρ. 2.6.2.2 του
παρόντος

Σχήμα 2.17&46
του παρόντος

^(*) Στα επόμενα θα επεξηγούνται μόνο εκείνα τα σύμβολα των σχέσεων, τα οποία δεν έχουν ήδη επεξηγηθεί σε προηγούμενες παραγράφους.

Χρησιμοποιώντας τον αντίστοιχο πίνακα σχεδιασμού της CEB για πλακοδοκούς υπό κάμψη με ή χωρίς αξονική δύναμη, παρατηρούμε πως η τιμή μ_{Ed2} είναι μικρότερη από την ελάχιστη ανηγμένη ροπή που περιλαμβάνεται στον πίνακα. Για το λόγο αυτό οδηγούμαστε στη χρησιμοποίηση των προσεγγιστικών σχέσεων που ισχύουν για πλακοδοκούς με σχετικά μεγάλο συνεργαζόμενο πλάτος, συγκριτικά με το πάχος της νεύρωσης (λεπτές πλακοδοκοί):

$$A_{s2} = \frac{1}{f_{yd}} \cdot \left(\frac{M_{Ed}^+}{d - (h_f / 2)} \right) = \frac{1}{34.783} \cdot \left(\frac{1.357}{0.55 - (0.13 / 2)} \right) = 0.1 \text{ cm}^2$$

όπου

h_f το πάχος της πλάκας που είναι ίσο με 13 cm.

Το αντίστοιχο γεωμετρικό ποσοστό οπλισμού ρ_2 θα είναι:

$$\rho_2 = \frac{A_{s2}}{b_w \cdot d} = \frac{0.1}{25 \cdot 55} = 0.007 \%$$

Ανοιγμα δοκού (στοιχείο 100 & 102):

Για το άνοιγμα της δοκού θα έχουμε:

$$M_{Ed}^+ = 27.41 \text{ kNm}$$

Για τους ίδιους λόγους που αναπτύξαμε για την εξωτερική στήριξη, χρησιμοποιούμε και εδώ τον προσεγγιστικό τόπο των «λεπτών» πλακοδοκών:

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} \cdot \left(\frac{M_{Ed}^+}{d - (h_f / 2)} \right) = \frac{1}{34.783} \cdot \left(\frac{27.41}{0.55 - (0.13 / 2)} \right) = 1.62 \text{ cm}^2$$

Το αντίστοιχο γεωμετρικό ποσοστό οπλισμού ρ θα είναι:

$$\rho = \frac{A_s}{b_w \cdot d} = \frac{1.62}{25 \cdot 55} = 0.118 \%$$

Εσωτερικές στήριξης:

Μόνο αρνητικές ροπές αναπτύσσονται στη στήριξη αυτή, η μέγιστη εκ των οποίων είναι:

$$M_{Ed}^- = 45.645 \text{ kNm}$$

Η ανηγμένη ροπή σχεδιασμού θα είναι:

$$\mu_{Ed1} = \frac{M_{Ed}^-}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{45.645}{0.25 \cdot 0.55^2 \cdot 13333} = 0.045$$

που αντιστοιχεί σε μηχανικό ποσοστό οπλισμού $\omega_1 = 0.047$.

Έτσι το εμβαδόν του απαιτούμενου οπλισμού θα είναι:

$$A_{s1} = \omega_1 \cdot b_w \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.047 \cdot 25 \cdot 55 \cdot \frac{13.33}{347.83} = 2.47 \text{ cm}^2$$

και το αντίστοιχο γεωμετρικό ποσοστό οπλισμού ρ_1 θα είναι:

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{2.47}{25 \cdot 55} = 0.179 \%$$

Άνοιγμα δοκού (στοιχείο 101):

Για το άνοιγμα της δοκού θα έχουμε:

$$M_{Ed}^+ = 19.2 \text{ kNm}$$

Χρησιμοποιούμε και εδώ τον προσεγγιστικό τόπο των «λεπτών» πλακοδοκών:

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} \cdot \left(\frac{M_{Ed}^+}{d - (h_f / 2)} \right) = \frac{1}{34.783} \cdot \left(\frac{19.2}{0.55 - (0.13 / 2)} \right) = 1.14 \text{ cm}^2$$

Το αντίστοιχο γεωμετρικό ποσοστό οπλισμού ρ θα είναι:

$$\rho = \frac{A_s}{b_w \cdot d} = \frac{1.62}{25 \cdot 55} = 0.082 \%$$

δ) Έλεγχος των απαιτήσεων για την εξασφάλιση πλαστιμότητας (αναφορικά με τους διαμήκεις οπλισμούς)

EC8 5.5.3.1.3

Θα πρέπει αρχικά, να διασφαλίσουμε την ικανοποίηση των ακόλουθων απαιτήσεων:

EC8
5.5.3.1.3(5)P

- Ένα ελάχιστο ποσοστό διαμήκους οπλισμού θα πρέπει να παρέχεται σε κάθε εφελκυόμενο τμήμα της δοκού ώστε να εξασφαλίζεται ικανή απομένουσα αντοχή μετά τη ρηγμάτωση του σκυροδέματος. Το ελάχιστο αυτό ποσοστό δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\rho_{min} = 0.5 \cdot \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) = 0.5 \cdot \left(\frac{2.2}{400} \right) = 0.275 \%$$

EC8 Σχέση 5.12

Παρατηρούμε πως σε καμία από τις θέσεις που ελέγχηθηκαν το απαιτούμενο γεωμετρικό ποσοστό οπλισμού δεν υπερβαίνει το ελάχιστο.

Ο ελάχιστος απαιτούμενος οπλισμός, αυτός δηλαδή που αντιστοιχεί στο ελάχιστο γεωμετρικό ποσοστό οπλισμού, είναι:

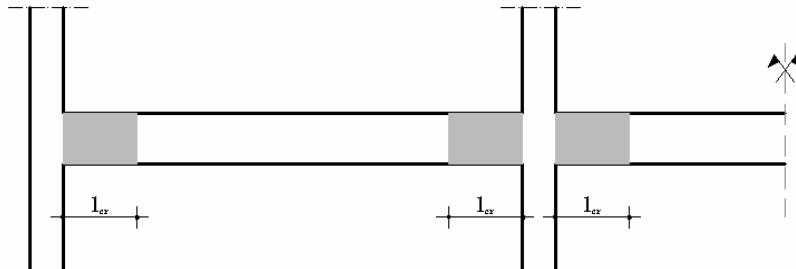
$$A_{s,min} = \rho_{min} \cdot (b_w \cdot d) = 0.275(\%) \cdot 25 \cdot 55 = 3.78 \text{ cm}^2$$

Επιλέγουμε 3 ράβδους διαμέτρου 14 mm (συνολικό εμβαδόν 4.62 cm²). Ο οπλισμός αυτός θα πρέπει να εξασφαλίζεται σε κάθε εφελκυόμενη ζώνη καθ' όλο το μήκος της δοκού (βλ. παράγραφο 2.10.2.2στ του παρόντος).

- Τουλάχιστον δύο ράβδοι διαμέτρου 14 mm θα πρέπει τοποθετούνται σε όλο το μήκος της δοκού τόσο στο πάνω όσο και στο κάτω πέλμα της.
- Σε όλο το μήκος του πάνω πέλματος πρέπει να εκτείνεται τουλάχιστον το ¼ του μεγαλύτερου από τους οπλισμούς πάνω πέλματος των εκατέρωθεν στηρίξεων. Δοθέντος ότι ο άνω οπλισμός των στηρίξεων αποτελείται από 3 ράβδους διαμέτρου 14 mm, και ότι τουλάχιστον οι δύο από αυτές θα πρέπει να συνεχίζουν σε όλο το μήκος της δοκού, η απαίτηση αυτή ικανοποιείται.

Ως κρίσιμες περιοχές δοκών (περιοχές πιθανών πλαστικών αρθρώσεων) θεωρούνται τα ακραία τμήματα της δοκού με μήκος $l_{cr} = 1.5 \cdot h_w$ (όπου h_w είναι το ύψος της δοκού) από τις παρειές στήριξης σε υποστόλωμα ή τοίχωμα. Στην περίπτωσή μας θα είναι:

$$l_{cr} = 1.5 \cdot h_w = 1.5 \cdot 0.6 = 0.9 \text{ m}$$



Σχήμα 2.47 Κρίσιμες περιοχές δοκών.

Στις κρίσιμες περιοχές των δοκών θα πρέπει να εξασφαλίζεται μια τιμή του δείκτη πλαστιμότητας καμπυλοτήτων μ_φ (*) τουλάχιστον ίση με:

$$\begin{cases} \mu_\varphi = 2 \cdot q_0 - 1 & \text{av } T_1 \geq T_C \\ \mu_\varphi = 1 + 2 \cdot (q_0 - 1) \cdot \frac{T_C}{T_1} & \text{av } T_1 \leq T_C \end{cases}$$

όπου για $T_1 = 0.714 \text{ sec}$ (φορέας Dual 1) $> T_C = 0.6 \text{ sec}$ θα είναι:

$$\mu_\varphi = 2 \cdot q_0 - 1 = 2 \cdot 5.4 - 1 = 9.8$$

(*) Ο δείκτης πλαστιμότητας καμπυλοτήτων ορίζεται ως $\mu_\varphi = \varphi_u / \varphi_y$, όπου φ_u είναι η καμπυλότητα των στοιχείων τη στιγμή της αστοχίας και φ_y η καμπυλότητα διαρροής, δηλαδή το σημείο στο οποίο αρχίζει ο μετελαστικός κλάδος ενός γραμμικοποιημένου διαγράμματος M-φ όπως αντό του σχήματος 2.16 του παρόντος.

EC8
5.5.3.1.3(1)P

EC8
5.5.3.1.3(3)P

EC8 Σχέση 5.4

EC8 Σχέση 5.5

Η παραπάνω τιμή του δείκτη πλαστιμότητας καμπυλοτήτων θεωρείται πως εξασφαλίζεται όταν:

- Το γεωμετρικό ποσοστό οπλισμού στη θλιβόμενη ζώνη δεν είναι μικρότερο από το μισό του αντίστοιχου ποσοστού της εφελκυόμενης (για κάθε διεύθυνση σεισμικής δράσης).

Σκοπός του κανόνα αυτού είναι να εξασφαλίσει ικανοποιητική πλαστιμότητα στις κρίσιμες περιοχές καθώς και να καλύψει το ενδεχόμενο αντιστροφής της φοράς της καμπτικής έντασης κοντά στις στηρίξεις. Γενικά η ύπαρξη θλιβόμενου οπλισμού βοηθά στο κλείσιμο των ρωγμών της εφελκυόμενης ζώνης όταν το πρόσημο της ροπής αντιστραφεί κατά την ανακύκλιση, γεγονός που αυξάνει την δυσκαμψία και προκαλεί το «γέμισμα» των βρόχων υστέρησης (μεγαλύτερη δυνατότητα απόσβεσης ενέργειας δηλαδή μεγαλύτερη πλαστιμότητα).

Κρίσιμες περιοχές εξωτερικών στηρίξεων:

Στις περιοχές αυτές, τόσο στο πάνω όσο και στο κάτω πέλμα έχει τοποθετεί ο ελάχιστος οπλισμός (3 ράβδοι με $d_{bL} = 14 \text{ mm}$) δηλαδή ισχύει $A_{s,\text{θλιβ.}} = A_{s,\text{εφελ.}}$ και για τις δύο διεύθυνσεις σεισμικής δράσης.

(Για τη διέγερση E_x^+ εφελκύεται η κάτω παρειά της εξωτερικής στήριξης όπως φαίνεται στο σχήμα 2.46 συνεπώς ο περιορισμός του μισού εφελκυόμενου θα πρέπει να ελεγχθεί για τον άνω οπλισμό! Το αντίθετο ισχύει για τη διέγερση E_x^- . Θα πρέπει ωστόσο να τονίσουμε πως η περίπτωση να εφελκύεται η πάνω παρειά είναι σχεδόν πάντα περισσότερο κρίσιμη για αυτόν τον έλεγχο, καθότι οι αρνητικές ροπές στις στηρίξεις λόγω των σεισμικών δράσεων ενισχύονται από τις αντίστοιχες αρνητικές ροπές λόγω των κατακορύφων φορτίων και αντίστοιχα μειώνονται οι ενδεχόμενες θετικές.)

Κρίσιμες περιοχές εσωτερικών στηρίξεων:

Στις θέσεις αυτές μόνο αρνητικές ροπές εμφανίζονται και ο οπλισμός που διατίθεται είναι επίσης 3 ράβδοι με $d_{bL} = 14 \text{ mm}$ (ο ελάχιστος οπλισμός).

Συνεπώς ο έλεγχος που περιγράφηκε παραπάνω ισχύει εδώ μόνο για τον οπλισμό του κάτω πέλματος.

Δοθέντος ότι οι 3 ράβδοι των 14 mm αντίστοιχουν σε εμβαδόν 4.62 cm^2 θα πρέπει στο κάτω πέλμα να υπάρχει οπλισμός εμβαδού τουλάχιστον ίσο με $4.62/2=2.31 \text{ cm}^2$.

Λαμβάνοντας υπόψη και τον οπλισμό του κάτω πέλματος των εκατέρωθεν ανοιγμάτων, που είναι επίσης ο ελάχιστος, συνεπάγεται πως η καλύτερη λύση είναι να επεκτείνουμε τις 2 από τις 3 ράβδους των 14 mm ως τη στήριξη (εμβαδόν 3.08 cm^2).

Ωστόσο όπως θα δούμε στα επόμενα, λαμβάνοντας υπόψη και τα απαιτούμενα μήκη αγκύρωσης των οπλισμών, η προσφορότερη από πρακτικής απόψεως λύση δεν είναι άλλη από την επέκταση όλου του οπλισμού του ανοιγμάτος προς τις στηρίξεις δηλαδή και τις 3 ράβδους των 14 mm οπότε θα ισχύει για τις εσωτερικές στηρίξεις ότι και για τις εξωτερικές ($A_{s,\text{θλιβ.}} = A_{s,\text{εφελ.}}$).

EC8 5.5.3.1.3(4)

- Το ποσοστό του εφελκυόμενου οπλισμού ρ στις κρίσιμες περιοχές δεν πρέπει να υπερβαίνει μία μέγιστη τιμή που δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\rho_{\max} = \rho' + \frac{0.0018}{\mu_{\varphi} \cdot \varepsilon_{sy,d}} \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

EC8 Σχέση 5.11

όπου

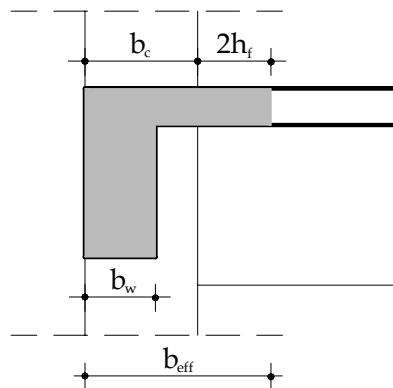
 ρ' γεωμετρικό ποσοστό θλιβόμενου οπλισμού. $\varepsilon_{sy,d}$ παραμόρφωση σχεδιασμού του χάλυβα κατά την διαρροή.

Εάν η εφελκυόμενη ζώνη περιλαμβάνει και πλάκα, τότε το ποσοστό εφελκυόμενου οπλισμού που θα πρέπει να ελεγχθεί σύμφωνα με την παραπάνω σχέση, πρέπει να περιλαμβάνει και ένα τμήμα οπλισμών της πλάκας παραλλήλων προς τη δοκό.

Οι οπλισμοί αυτοί βρίσκονται εντός ενός πλάτους εκατέρωθεν της δοκού το οποίο μετράται είτε από την παρειά του υποστυλώματος είτε από την παρειά της δοκού (όπου βρίσκεται σε μεγαλύτερη απόσταση από τον άξονα της δοκού) και εξαρτάται από τη θέση του υποστυλώματος (εσωτερικό ή εξωτερικό) και από την όπαρξη ή όχι εγκάρσιας δοκού παρομοίου όψους.

Οι δοκοί που αναλύονται εδώ (στοιχεία 100-101-102) συνδέονται με εξωτερικά υποστυλώματα ενώ υπάρχουν και εγκάρσιες δοκοί παρομοίου όψους (0.70 m). Το πλάτος της πλάκας το οποίο θα ληφθεί υπόψη φαίνεται στο επόμενο σχήμα και δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$b_{eff} = b_c + 2 \cdot h_f = 0.40 + 2 \cdot 0.13 = 0.66m$$



EC8 Figure 5.5

Σχήμα 2.48 Συνεργαζόμενο πλάτος b_{eff} για τον συνυπολογισμό των οπλισμών των πλακών.

Θεωρώντας πως οι διαμήκεις οπλισμοί της πλάκας τοποθετούνται εκτός της νεύρωσης της δοκού και πως αυτοί αποτελούνται από ράβδους διαμέτρου 8 mm σε απόσταση 250 mm μεταξύ τους ($a_s=2.01cm^2/m$), η συνολική ποσότητα οπλισμού πλακών που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη για τον έλεγχο του μέγιστου ποσοστού εφελκυόμενου οπλισμού είναι:

$$A_s^{plakow} = (b_{eff} - b_w) \cdot a_s = (0.66 - 0.25) \cdot 2.01 = 0.82 cm^2$$

Λαμβάνοντας υπόψη και τους άνω οπλισμούς της δοκού (3 ράβδοι με $d_{bL}=14$ mm για όλες τις στηρίξεις) θα έχουμε:

$$A_s = 4.62 + 0.82 = 5.44 \text{ cm}^2$$

και το αντίστοιχο γεωμετρικό ποσοστό οπλισμού θα είναι:

$$\rho = \frac{A_s}{b_w \cdot d} = \frac{5.44}{25 \cdot 55} = 0.396(\%)$$

Η παραμόρφωση σχεδιασμού του χάλυβα κατά τη διαρροή ($\varepsilon_{sy,d}$) θα είναι:

$$\varepsilon_{sy,d} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{347.83}{200000} = 0.00174$$

Διακρίνουμε έτσι τις ακόλουθες περιπτώσεις:

Ακραίες στηρίξεις:

Όταν εφελκύεται ο οπλισμός της κάτω πλευράς (σεισμική δράση κατά τα θετικά των x):

$$\rho' = \frac{4.62}{25 \cdot 55} = 0.338(\%) \quad (3 \text{ ράβδοι με } d_{bL}=14 \text{ mm})$$

$$\rho_{max} = \rho' + \frac{0.0018}{9.8 \cdot 0.00174} \cdot \frac{13.33}{347.83} = 0.338 + 0.404 = 0.742(\%)$$

$$\rho = \frac{4.62}{25 \cdot 55} = 0.338(\%) \quad (3 \text{ ράβδοι με } d_{bL}=14 \text{ mm}) \text{ και}$$

$$\rho_{max} > \rho$$

Όταν εφελκύεται ο οπλισμός της άνω πλευράς (σεισμική δράση κατά τα αρνητικά των x):

$$\rho' = \frac{4.62}{25 \cdot 55} = 0.338(\%) \quad (3 \text{ ράβδοι με } d_{bL}=14 \text{ mm})$$

$$\rho_{max} = \rho' + \frac{0.0018}{9.8 \cdot 0.00174} \cdot \frac{13.33}{347.83} = 0.338 + 0.404 = 0.742(\%)$$

$$\rho = 0.396(\%) \quad (3 \text{ ράβδοι με } d_{bL}=14 \text{ mm} + \text{οπλ. πλακών}) \text{ και}$$

$$\rho_{max} > \rho$$

Εσωτερικές στηρίξεις:

Για κάθε σεισμικό συνδυασμό μόνο ο οπλισμός της άνω πλευράς εφελκύεται:

$$\rho' = \frac{4.62}{25 \cdot 55} = 0.338(\%) \quad (3 \text{ ράβδοι με } d_{bL}=14 \text{ mm})$$

$$\rho_{max} = \rho' + \frac{0.0018}{9.8 \cdot 0.00174} \cdot \frac{13.33}{347.83} = 0.338 + 0.404 = 0.742(\%)$$

$$\rho = 0.396(\%) \quad (3 \text{ ράβδοι με } d_{bL}=14 \text{ mm} + \text{οπλ. πλακών}) \text{ και}$$

$$\rho_{max} > \rho$$

Αναφορικά με τον σκοπό οριοθέτησης του μέγιστου πιστού οπλισμού θα πρέπει να επισημάνουμε πως αυτός είναι η εξασφάλιση καλής σκυροδέτησης, συμπύκνωσης καθώς και ικανοποιητικής πλαστιμότητας.

Αναφέρουμε τέλος ότι εκτός των κρισίμων περιοχών καθώς και με εξαίρεση τις θέσεις όπου έχουμε ενώσεις οπλισμών, το μέγιστο επιτρεπτό εμβαδόν διαμήκους οπλισμού δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$A_{s,\max} = 0.04 \cdot A_c = 0.04 \cdot (b_w \cdot h) = 0.04 \cdot 25 \cdot 55 = 55 \text{ cm}^2$$

όπου

A_c το εμβαδόν της διατομής της δοκού

EC2 9.2.1.1(3)

Με την ικανοποίηση όλων των προηγούμενων απαιτήσεων, πέρα από την εξασφάλιση επαρκούς πλαστιμότητας, καλύπτεται και το ενδεχόμενο κατανομής των καμπτικών ροπών με τρόπο διαφορετικό από αυτόν που προέκυψε από την ανάλυση.

ε) Ελεγχος της επιτρεπόμενης διαμέτρου των διαμήκων ράβδων d_{bL}

EC8 5.6.2.2(2)P

Προκειμένου να αποφευχθεί το ενδεχόμενο αστοχίας των κόμβων δοκών - υποστυλωμάτων, εξ' αιτίας της αστοχίας της αγκύρωσης των διαμήκων ράβδων των δοκών που διέρχονται από τους κόμβους αυτούς (κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε πτώση της αντοχής, σημαντικές τοπικές στροφές στη διεπιφάνεια δοκού - υποστυλώματος και τελικά υποβάθμιση της δυσκαμψίας της δοκού), θα πρέπει η διάμετρος d_{bL} των ράβδων αυτών να περιορίζεται σύμφωνα με τα ακόλουθα:

Εξωτερικοί κόμβοι:

$$\frac{d_{bL}}{h_c} \leq \frac{7.5 \cdot f_{ctm}}{\gamma_{Rd} \cdot f_{yd}} \cdot (1 + 0.8 \cdot v_d)$$

όπου

h_c η διάσταση του υποστυλώματος η παράλληλη στις ράβδους, η διάμετρος των οποίων ελέγχεται με την παραπάνω σχέση.

$$h_c = 400 \text{ mm}$$

EC8
Σχέση 5.50a

v_d η ελάχιστη ανηγμένη αξονική δύναμη σχεδιασμού, που αντιστοιχεί στη θέση του πόδα του υποστυλώματος πάνω από τον κόμβο που ελέγχεται, υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων.

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot A_c} = \frac{357.06}{13333 \cdot 0.40^2} = 0.167 \quad (\text{η θλίψη λαμβάνεται θετική})$$

Σχήμα 2.8 του παρόντος

γ_{Rd} συντελεστής υπεραντοχής ο οποίος λαμβάνει υπόψη την κράτυνση του χάλυβα των δοκών. Εξαρτάται από τη στάθμη πλαστιμότητας για την οποία σχεδιάζεται η κατασκευή. Προκειμένου για υψηλή επιδιωκόμενη στάθμη πλαστιμότητας (DCH) είναι:

$$\gamma_{Rd} = 1.2$$

Πίνακας 2.6 του παρόντος

Τα υπόλοιπα σύμβολα έχουν ήδη εξηγηθεί στα προηγούμενα.

Έτσι η διάμετρος των διαμήκων ράβδων δοκών οι οποίες διέρχονται από τους εξωτερικούς κόμβους της συνεχούς δοκού που αναλύεται εδώ, θα πρέπει να περιορίζεται σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$d_{bl} \leq \frac{400 \cdot 7.5 \cdot 2.2}{1.2 \cdot 347.83} \cdot (1 + 0.8 \cdot 0.167) = 17.9 \text{ mm}$$

Η χρησιμοποιούμενη διάμετρος $d_{bl} = 14 \text{ mm}$ ικανοποιεί τον προηγούμενο περιορισμό.

Εσωτερικοί κόμβοι:

$$\frac{d_{bl}}{h_c} \leq \frac{7.5 \cdot f_{ctm}}{\gamma_{Rd} \cdot f_{yd}} \cdot \frac{1 + 0.8 \cdot v_d}{1 + 0.75 \cdot k_D \cdot \left(\frac{\rho'}{\rho_{max}} \right)}$$

όπου

k_D συντελεστής ο οποίος εξαρτάται από τη στάθμη πλαστιμότητας της κατασκευής.

$k_D = 1$ για υψηλή στάθμη πλαστιμότητας (DCH).

ρ' το γεωμετρικό ποσοστό του θλιβόμενου οπλισμού που διέρχεται από τον εσωτερικό κόμβο.

$\rho' = 0.338 \text{ (%)}$

ρ_{max} το μέγιστο επιτρέπόμενο ποσοστό του εφελκυόμενου οπλισμού στις κρίσιμες περιοχές των δοκών, όπως υπολογίσθηκε στην προηγούμενη παράγραφο (για τις κρίσιμες περιοχές των εσωτερικών στηρίξεων)

v_d η ελάχιστη ανηγμένη αξονική δύναμη σχεδιασμού, που αντιστοιχεί στη θέση του πόδα του υποστυλώματος πάνω από τον κόμβο που ελέγχεται, υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων.

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot A_c} = \frac{696.12}{13333 \cdot 0.40^2} = 0.326 \text{ (η θλίψη λαμβάνεται θετική)}$$

EC8
Σχέση 5.50b

Παρ. 2.10.2.2δ
του παρόντος.

Παρ. 2.10.2.2δ
του παρόντος.

Πίνακας 2.7 του
παρόντος

Τα υπόλοιπα σύμβολα έχουν ήδη εξηγηθεί στα προηγούμενα.

Έτσι η διάμετρος των διαμήκων ράβδων δοκών οι οποίες διέρχονται από τους εσωτερικούς κόμβους της συνεχούς δοκού που αναλύεται εδώ, θα πρέπει να περιορίζεται σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$d_{bl} \leq \frac{400 \cdot 7.5 \cdot 2.2}{1.2 \cdot 347.83} \cdot \frac{1 + 0.8 \cdot 0.326}{1 + 0.75 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0.338}{0.742} \right)} = 14.86 \text{ mm}$$

Η χρησιμοποιούμενη διάμετρος $d_{bl} = 14 \text{ mm}$ μόλις που ικανοποιεί τον προηγούμενο περιορισμό.

Είναι ήδη προφανές πως ο έλεγχος αυτός θα είναι πολύ περιοριστικός σε κόμβους ανωτέρων ορόφων όπου αφενός τα αξονικά φορτία ελαττώνονται αφετέρου οι διαστάσεις των υποστυλωμάτων (h_c) μειώνονται.

στ) Τελική διάταξη των διαμήκων οπλισμών

EC2 9.2.1.3

Για την τελική διαμόρφωση των οπλισμών των δοκών, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και η επιρροή των τεμνουσών δυνάμεων οι οποίες αυξάνουν την τάση των διαμήκων ράβδων.

Η πρόσθετη εφελκυστική δύναμη ΔF_{td} , του διαμήκους οπλισμού εξ' αιτίας της επιδρασης της τέμνουσας V_{Ed} μπορεί να υπολογισθεί από την επόμενη σχέση:

$$\Delta F_{td} = 0.5 \cdot V_{Ed} \cdot (\cot \theta - \cot \alpha)$$

όπου

- θ η γωνία μεταξύ των θλιβόμενων διαγωνίων του σκυροδέματος και του άξονα της δοκού.

Γενικά για τις τιμές του όρου $\cot \theta$ θα πρέπει να ισχύει:

$$1 \leq \cot \theta \leq 2.5$$

EC2 Σχέση 6.18

Όπως θα δούμε στα επόμενα, για την διαστασιολόγηση σε διάτμηση υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων, μπορεί να θεωρηθεί πως $\cot \theta = 1$ ($\theta=45^\circ$) στις κρίσιμες περιοχές των δοκών που ανήκουν σε φορείς με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (DCH). Για όλες τις άλλες περιπτώσεις (υπόλοιποι συνδυασμοί δράσεων, άλλες κατηγορίες πλαστιμότητας και περιοχές εκτός των κρισίμων) ισχύει μόνο ο αρκετά γενικός περιορισμός του $\cot \theta$ μεταξύ των τιμών 1 και 2.5.

- α η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του οπλισμού διατμήσεως και του άξονα της δοκού. Για κατακόρυφους συνδετήρες είναι $\alpha=90^\circ$ ($\cot \alpha=0$).

Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο κανόνας της μετατόπισης της περιβάλλουσας του διαγράμματος των ροπών. Για δομικά στοιχεία οπλισμένα έναντι διατμήσεως η μετατόπιση αυτή δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$a_1 = z \cdot \frac{(\cot \theta - \cot \alpha)}{2}$$

EC8
5.5.3.1.2(2)P

όπου

- a_1 το μήκος μετατόπισης της περιβάλλουσας

z μοχλοβραχίονας των εσωτερικών δυνάμεων. Συνήθως λαμβάνεται: $z = 0.9 \cdot d = 0.9 \cdot 0.55 = 0.495$ m

- $\cot \theta$ επειδή η μετατόπιση του διαγράμματος των ροπών είναι μεγαλύτερη στα άκρα των δοκών (στα οποία βρίσκονται οι κρίσιμες περιοχές) λαμβάνεται $\cot \theta = 1$.

Έτσι θα είναι:

$$a_1 = 0.495 \cdot \frac{(1 - 0)}{2} = 0.247 \approx 0.25m$$

EC2 6.2.3(1)

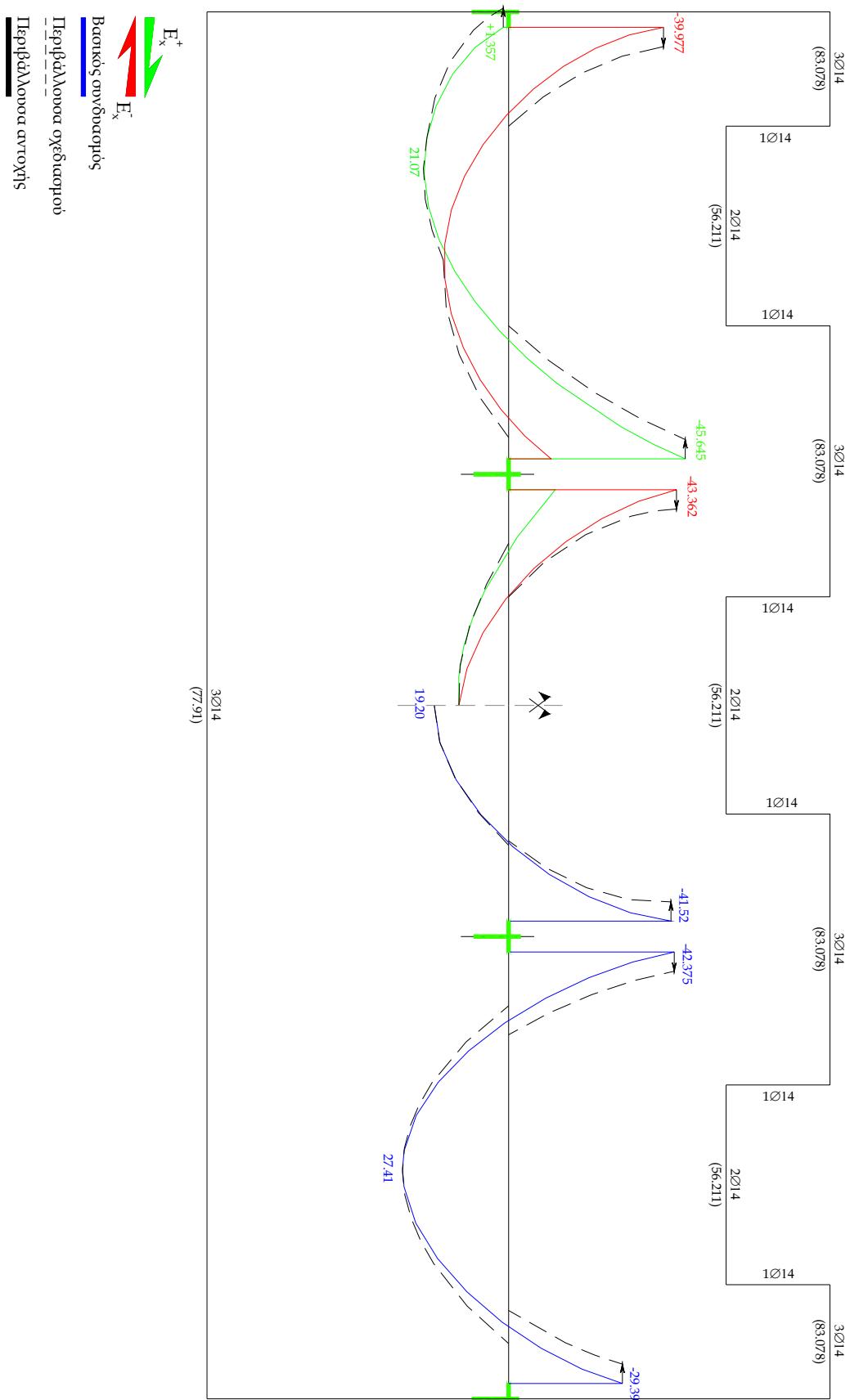
EC2 9.2.1.3(2)

EC2 Σχέση 9.2

Τέλος, θα πρέπει όλοι οι διαμήκεις ράβδοι δοκών που διέρχονται μέσα από εσωτερικούς κόμβους, να μην αγκυρώνονται εντός ενός μήκους ίσο με l_{cr} από τη παρειά του κόμβου.

EC8 5.6.2.2(4)P

Στο σχήμα της σελίδας που ακολουθεί έχει σχεδιασθεί η περιβάλλουσα των ροπών, η μετατόπισμένη περιβάλλουσα καθώς και η περιβάλλουσα αντοχής της συνεχούς δοκού που διαστασιολογήθηκε εδώ.



Σχήμα 2.49 Σχεδιασμός της περιβάλλοντας αντοχής για τη συνεχή δοκό των ισογείων (στοιχεία 100-101-102) που ανήκει στο πλαίσιο της τομής A-A του φρούρια Dual 1.

Θα πρέπει να τονίσουμε πως, όπως φαίνεται στην περιβάλλουσα των ροπών σχεδιασμού, τα τμήματα της δοκού των οποίων δεν εφελκύεται το κάτω πέλμα τους υπό οποιονδήποτε από τους συνδυασμούς δράσεων, είναι πολύ περιορισμένα σε μήκος (κυρίως γύρω από τις εσωτερικές στηρίξεις). Για αυτό και οι 3 ράβδοι με $d_{yL} = 14 \text{ mm}$ που τοποθετούνται στο κάτω πέλμα συνεχίζονται σε όλο το μήκος της δοκού.

Ω Αποτελέσματα από τη διαστασιολόγηση σε κάμψη των υπολοίπων δοκών των δύο φορέων

Η διαστασιολόγηση των υπολοίπων δοκών των φορέων Dual 1 & 2 έγινε σύμφωνα με την πορεία των υπολογισμών που παρουσιάσθηκε στα παραπάνω.

Τα αποτελέσματα της διαστασιολόγησης φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Dual 1 Διαμήκεις οπλισμοί δοκών					
Θέση		Παρειά αριστερά	Άνοιγμα	Παρειά δεξιά	Παρειά αριστερά
Στάθμη 1	Τομή A-A	Στοιχείο	100		101
		άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	3Ø14
	Τομή B-B	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14
		Στοιχείο	103		104
	Τομή C-C	άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	2Ø14+1Ø16
		κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14
Στάθμη 2	Τομή A-A	Στοιχείο	106		
		άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	
	Τομή B-B	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	
		Στοιχείο	110		111
	Τομή C-C	άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	3Ø14
		κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14
Στάθμη 3	Τομή A-A	Στοιχείο	113		114
		άνω πέλμα	2Ø14+1Ø16	2Ø14	2Ø14+1Ø16
	Τομή B-B	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14
		Στοιχείο	116		
	Τομή C-C	άνω πέλμα	2Ø14+2Ø12	2Ø14	3Ø14+2Ø16
		κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14
	Τομή A-A	Στοιχείο	120		121
		άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	3Ø14
	Τομή B-B	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14
		Στοιχείο	123		124
	Τομή C-C	άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	2Ø14+1Ø16
		κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14
	Στοιχείο	126			
	άνω πέλμα	2Ø14+1Ø16	2Ø14		
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14	

Dual 1		Διαμήκεις οπλισμοί δοκών... (συνέχεια)			
Θέση	Παρειά αριστερά	Άνοιγμα	Παρειά δεξιά	Παρειά αριστερά	Άνοιγμα
Στάθμη 4	Στοιχείο	130		131	
	άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	3Ø14	2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14	3Ø14
	Στοιχείο	133		134	
	άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	2Ø14+1Ø16	2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14	3Ø14
Στάθμη 5	Στοιχείο	136			
	άνω πέλμα	3Ø14+1Ø12	2Ø14	4Ø14+3Ø12	
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14+1Ø12	
	Στοιχείο	140		141	
	άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	3Ø14	2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14	3Ø14
Στάθμη 6	Στοιχείο	143		144	
	άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	3Ø14	2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14	3Ø14
	Στοιχείο	146			
	άνω πέλμα	3Ø14+1Ø12	2Ø14	4Ø14+3Ø12	
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14+1Ø12	
Στάθμη 7	Στοιχείο	150		151	
	άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	3Ø14	2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	2Ø14	3Ø14
	Στοιχείο	153		154	
	άνω πέλμα	2Ø14+1Ø16	2Ø14	2Ø14+1Ø12	2Ø14
	κάτω πέλμα	2Ø14+1Ø12	2Ø14+1Ø12	2Ø14+1Ø12	2Ø14+1Ø12
Στάθμη 7	Στοιχείο	156			
	άνω πέλμα	3Ø14+1Ø12	2Ø14	5Ø14+2Ø12	
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14+1Ø12	
	Στοιχείο	160		161	
	άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	3Ø14	2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	2Ø14	3Ø14
Στάθμη 7	Στοιχείο	163		164	
	άνω πέλμα	2Ø14+1Ø16	2Ø14	2Ø14+1Ø16	2Ø14
	κάτω πέλμα	2Ø14+1Ø12	2Ø14+1Ø12	2Ø14+1Ø12	2Ø14+1Ø12
	Στοιχείο	166			
	άνω πέλμα	2Ø14+1Ø16	2Ø14	5Ø14+2Ø12	
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14+1Ø12	

Πίνακας 2.39 Οπλισμοί των δοκών των φορέα Dual 1.

Dual 1		Διαμήκεις οπλισμοί δοκών... (συνέχεια)				
Θέση		Παρειά αριστερά	Άνοιγμα	Παρειά δεξιά	Παρειά αριστερά	Άνοιγμα
Στάθμη 8	Τομή A-A	Στοιχείο	170		171	
		άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	3Ø14	2Ø14
	Τομή B-B	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14	3Ø14
		Στοιχείο	173		174	
	Τομή C-C	άνω πέλμα	2Ø14+2Ø12	2Ø14	2Ø14+1Ø16	2Ø14
		κάτω πέλμα	2Ø14+1Ø12	2Ø14+1Ø12	2Ø14+1Ø12	2Ø14+1Ø12
		Στοιχείο	176			
Στάθμη 9	Τομή A-A	άνω πέλμα	2Ø14+1Ø16	2Ø14	4Ø14+3Ø12	
		κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14+1Ø12	
	Τομή B-B	Στοιχείο	180		181	
		άνω πέλμα	2Ø14+1Ø12	2Ø14	2Ø14+1Ø12	2Ø14
	Τομή C-C	κάτω πέλμα	2Ø14+1Ø12	2Ø14+1Ø12	2Ø14+1Ø12	2Ø14+1Ø12
		Στοιχείο	183		184	
		άνω πέλμα	2Ø14+1Ø12	2Ø14	3Ø14	2Ø14
		κάτω πέλμα	2Ø14+1Ø12	2Ø14+1Ø12	2Ø14+1Ø12	2Ø14+1Ø12
	Στοιχείο	186				
	άνω πέλμα	2Ø14+1Ø12	2Ø14	5Ø14+1Ø12		
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14		

Πίνακας 2.39(συνέχεια). Οπλισμοί των δοκών του φορέα Dual 1

Ακολουθούν οι αντίστοιχοι πίνακες για τους οπλισμούς δοκών του φορέα Dual 2.

Dual 2		Διαμήκεις οπλισμοί δοκών				
Θέση		Παρειά αριστερά	Άνοιγμα	Παρειά δεξιά	Παρειά αριστερά	Άνοιγμα
Στάθμη 1	Τομή A-A	Στοιχείο	191		101	
		άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	3Ø14	2Ø14
	Τομή B-B	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14	3Ø14
		Στοιχείο	103		104	
	Τομή C-C	άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	2Ø14+1Ø16	2Ø14
		κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14	3Ø14
		Στοιχείο	106			
	άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	3Ø14+1Ø16		
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14		

Πίνακας 2.40 Οπλισμοί των δοκών του φορέα Dual 2.

Dual 2		Διαμήκεις οπλισμοί δοκών... (συνέχεια)				
Θέση		Παρειά αριστερά	Άνοιγμα	Παρειά δεξιά	Παρειά αριστερά	Άνοιγμα
Στάθμη 2	Στοιχείο	193			111	
	άνω πέλμα	2Ø14+1Ø16	2Ø14	3Ø14		2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14		3Ø14
	Στοιχείο	113			114	
	άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	3Ø14		2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14		3Ø14
Στάθμη 3	Στοιχείο	116			116	
	άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	3Ø14+2Ø16		
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14		3Ø14
	Στοιχείο	195			121	
	άνω πέλμα	3Ø14+1Ø12	2Ø14	3Ø14		2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14		3Ø14
Στάθμη 4	Στοιχείο	123			124	
	άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	3Ø14		2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14		3Ø14
	Στοιχείο	126			126	
	άνω πέλμα	2Ø14+1Ø16	2Ø14	4Ø14+3Ø12		
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14+1Ø12		
Στάθμη 5	Στοιχείο	197			131	
	άνω πέλμα	4Ø14	2Ø14	3Ø14		2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14		3Ø14
	Στοιχείο	133			134	
	άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	3Ø14		2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14		3Ø14
Στάθμη 5	Στοιχείο	136			136	
	άνω πέλμα	2Ø14+1Ø16	2Ø14	4Ø14+3Ø12		
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14+1Ø12		
	Στοιχείο	199			141	
	άνω πέλμα	4Ø14	2Ø14	3Ø14		2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14		3Ø14
Στάθμη 5	Στοιχείο	143			144	
	άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	3Ø14		2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14		3Ø14
	Στοιχείο	146			146	
	άνω πέλμα	2Ø14+2Ø12	2Ø14	4Ø14+3Ø12		
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14+1Ø12		

Πίνακας 2.40 (συνέχεια). Οπλισμοί των δοκών του φορέα Dual 2.

Dual 2		Διαμήκεις οπλισμοί δοκών... (συνέχεια)				
Θέση		Παρειά αριστερά	Άνοιγμα	Παρειά δεξιά	Παρειά αριστερά	Άνοιγμα
Στάθμη 6	Τομή A-A	Στοιχείο	201		151	
	άνω πέλμα	2Ø14+1Ø16	2Ø14	3Ø14		2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø12	3Ø12	3Ø12		3Ø12
	Τομή B-B	Στοιχείο	153		154	
	άνω πέλμα	2Ø14+1Ø16	2Ø14	2Ø14+2Ø12		2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14		3Ø14
Στάθμη 7	Τομή C-C	Στοιχείο	156			
	άνω πέλμα	2Ø14+1Ø16	2Ø14	4Ø14+3Ø12		
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14+1Ø12		
	Τομή A-A	Στοιχείο	203		161	
	άνω πέλμα	2Ø14+1Ø16	2Ø14	3Ø14		2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø12	3Ø12	3Ø12		3Ø12
Στάθμη 8	Τομή B-B	Στοιχείο	163		164	
	άνω πέλμα	2Ø14+1Ø16	2Ø14	2Ø14+1Ø16		2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14		3Ø14
	Τομή C-C	Στοιχείο	166			
	άνω πέλμα	2Ø14+2Ø16	2Ø14	4Ø14+3Ø12		
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14+1Ø12		
Στάθμη 9	Τομή A-A	Στοιχείο	205		171	
	άνω πέλμα	2Ø14+1Ø16	2Ø14	3Ø14		2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø12	3Ø12	3Ø12		3Ø12
	Τομή B-B	Στοιχείο	173		174	
	άνω πέλμα	2Ø14+2Ø12	2Ø14	2Ø14+1Ø16		2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14		3Ø14
Στάθμη 9	Τομή C-C	Στοιχείο	176			
	άνω πέλμα	3Ø14	2Ø14	4Ø14+3Ø12		
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14+1Ø12		
	Τομή A-A	Στοιχείο	207		161	
	άνω πέλμα	2Ø14+1Ø12	2Ø14	2Ø14+1Ø12		2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø12	3Ø12	3Ø12		3Ø12
Στάθμη 9	Τομή B-B	Στοιχείο	163		164	
	άνω πέλμα	2Ø14+1Ø12	2Ø14	3Ø14		2Ø14
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14		3Ø14
	Τομή C-C	Στοιχείο	166			
	άνω πέλμα	2Ø14+1Ø12	2Ø14	5Ø14+1Ø12		
	κάτω πέλμα	3Ø14	3Ø14	3Ø14		

Πίνακας 2.40 (συνέχεια). Οπλισμοί των δοκών του φορέα Dual 2.

Θα πρέπει ωστόσο να επισημάνουμε δύο προβλήματα που ανέκυψαν κατά την εφαρμογή των ανωτέρω, τα οποία έγιναν, ως ένα βαθμό, αντιληπτά στη μέχρι τώρα παρουσίαση της πορείας διαστασιολόγησης.

Το πρώτο από αυτά, αναφέρεται στην υπέρβαση του μέγιστου ποσοστού εφελκυόμενου οπλισμού (ρ_{max}) που παρατηρήθηκε και στους δύο φορείς, στον οπλισμό άνω πέλματος των θέσεων συμβολής των δοκών στο τοίχωμα πλάτους 6 m (τομές C-C). Το γεωμετρικό ποσοστό διαμήκους οπλισμού των θέσεων αυτών κυμαίνεται μεταξύ των τιμών $\rho=0.45\% \div 0.70\%$ που συγκριτικά με το ελάχιστο ποσοστό αντιστοιχούν σε τιμές της τάξεως του $\rho=(1.7 \div 2.5)\rho_{min}$. Αν λάβουμε υπόψη και τους οπλισμούς των πλακών (όπως απαιτεί ο EC8 για τον έλεγχο αυτόν) τότε τα παραπάνω ποσοστά αυξάνονται αντίστοιχα σε $\rho=0.70\% \div 0.95\%$ ή $\rho=(2.5 \div 3.4)\rho_{min}$. Τα αντίστοιχα μέγιστα επιτρεπόμενα ποσοστά κυμαίνονται για τις ίδιες θέσεις στις τιμές $\rho_{max}=0.68\% \div 0.92\%$. Η υπέρβαση βεβαίως στη περίπτωση αυτή δεν είναι μεγάλη αλλά πιθανόν να μην μπορούσαμε να ισχυριστούμε το ίδιο για ένα φορέα ο οποίος θα έπρεπε να διαστασιολογηθεί για $a_{gr}=0.24$ ή 0.32g όπου ενδεχομένως το πρόβλημα να εμφανιζόταν και σε άλλες δοκούς του φορέα. Το τελευταίο που θα πρέπει να αναφέρουμε για το θέμα αυτό είναι πως η μοναδική λύση στη περίπτωση αυτή δεν είναι άλλη από την τοποθέτηση πρόσθετου θλιβόμενου οπλισμού (αυξάνει την τιμή του ρ_{max}) κάτι όμως που δεν αποτελεί τίποτα παραπάνω από «τέχνασμα» για την ικανοποίηση του ορίου αυτού (υπό την προϋπόθεση πως έχουμε εξασφαλίσει ότι το ποσοστό του θλιβόμενου οπλισμού είναι μεγαλύτερο από το μισό του εφελκυόμενου). Στην περίπτωσή μας αφενός ποσοστά εφελκυόμενου οπλισμού της τάξεως του $\rho=(1.7 \div 2.5)\rho_{min}$ θεωρήθηκαν απολύτως φυσιολογικά, αφετέρου η υπέρβαση που παρατηρήθηκε θεωρήθηκε σχετικά μικρή οπότε κανένα «τέχνασμα» ή τροποποίηση δεν πραγματοποιήθηκε.

EC8 5.4.3.1.2(4)

Το δεύτερο πρόβλημα (το οποίο ως ένα σημείο ίσως να πηγάζει από το προηγούμενο) είναι αυτό του περιορισμού της διαμέτρου των διαμήκων ράβδων που διέρχονται μέσα από τους κόμβους δοκών – υποστυλωμάτων. Σύμφωνα με τον τρόπο υπολογισμού που παρουσιάστηκε στην παρ. 2.10.2.2e του παρόντος θα πρέπει η μέγιστη επιτρεπόμενη διάμετρος διαμήκους οπλισμού να κυμαίνεται από 14 ως 8 mm (καθώς προχωρούμε από τους χαμηλότερους ορόφους προς τους υψηλότερους) για τα εξωτερικά πλαίσια των δύο φορέων (τομές A-A), από 16 ως 10 mm για τα εσωτερικά (τομές B-B) και από 20 ως 16mm για τα πλαίσια που περιλαμβάνουν τα τοιχώματα πλάτους 6m (τομές C-C). Οι χαμηλότερες τιμές που αντιστοιχούν στους υψηλότερους ορόφους οφείλονται αφενός στο μικρότερο αξονικό φορτίο αφετέρου στις μικρότερες διαστάσεις των υποστυλωμάτων (h_c) των ορόφων αυτών. Είναι προφανές πως ο παραπάνω περιορισμός είναι αρκετά αυστηρός και όχι χωρίς επιπλοκές. Όπως θα δούμε παρακάτω η απόσταση των συνδετήρων μέσα στις κρίσιμες περιοχές των δοκών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον κίνδυνο σε λυγισμό των διαμήκων ράβδων, που είναι προφανώς μεγαλύτερος όσο μικρότερη είναι η διάμετρος της ράβδου! Έτσι οι χρησιμοποιούμενες διάμετροι (12, 14 & 16 σε περιορισμένες θέσεις) θεωρήθηκαν ως οι καταλληλότερες για να συμβιβάσουν τις παραπάνω προβληματικές απαιτήσεις του κανονισμού έχοντας και ως δεδομένο ότι μικρότερες από αυτές δεν χρησιμοποιούνται στη πράξη.

2.10.3 Διαστασιολόγηση των υποστυλωμάτων έναντι κάμψεως

Θα πρέπει να εξασφαλίζεται η ικανοποίηση της ακόλουθης σχέσεως:

$$E_d \leq R_d$$

όπου

E_d η τιμή σχεδιασμού της ροπής κάμψεως είτε για τον σεισμικό είτε για τον βασικό συνδυασμό δράσεων.

R_d η αντοχή σχεδιασμού έναντι ροπής κάμψεως υπό την συνεπίδραση του αξονικού φορτίου.

EC8 Σχέση 4.27

Κατά τον EC8 ως υποστυλώματα αντιμετωπίζονται τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία τα οποία μεταφέρουν τα βαρυτικά φορτία μέσω θλίψης ή όταν για το ανηγμένο αξονικό τους φορτίο ισχύει:

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} > 0.1 \text{ (με τη θλίψη να λαμβάνεται ως θετική)}$$

EC8 5.1.2

Κατά τον EC2 ως υποστυλώματα χαρακτηρίζονται τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία στα οποία το ύψος της διατομής τους δεν υπερβαίνει το τετραπλάσιο του πλάτους τους και το ύψος τους είναι τουλάχιστον ίσο με το τριπλάσιο του ύψους της διατομής τους. Διαφορετικά θεωρούνται ως τοιχώματα.

EC2 5.3.1(7)

Αξίζει ακόμη να αναφέρουμε πως ο τελευταίος διαχωρισμός υφίστανται και στον EC8 όπου τα τοιχώματα διαφοροποιούνται ως προς τα υποστυλώματα με βάση τον λόγο των διαστάσεων των διατομών τους, δηλαδή όταν $l_w/b_w > 4$.

EC8 5.1.2

2.10.3.1 Γεωμετρικοί περιορισμοί

Ο μοναδικός γεωμετρικός περιορισμός για υποστυλώματα τα οποία ανήκουν σε φορείς υψηλής στάθμης πλαστιμότητας (DCH) και στα οποία έχουν αποκλειστεί οι επιρροές 2^{ης} τάξεως ($\theta < 0.1$), είναι αυτός της ελάχιστης διαστάσεως διατομής που είναι 250 mm.

EC8 5.5.1.2.2

EC8 5.5.1.2.2(2)

EC8 5.5.1.2.2(1)

Στους φορείς της παρούσας ανάλυσης η ελάχιστη διάσταση υποστυλώματος είναι 300 mm (στους 2 τελευταίους ορόφους των εξωτερικών πλαισίων).

2.10.3.2 Διαστασιολόγηση σε κάμψη

Για να εξασφαλίζεται επαρκής πλαστιμότητα σε υποστυλώματα τα οποία ανήκουν σε υψηλής στάθμης πλαστιμότητας φορείς (DCH) θα πρέπει οι τιμές των ανηγμένων αξονικών τους φορτίων υπό τους σεισμικούς συνδυασμούς δράσεων, να περιορίζονται σύμφωνα με τη σχέση

EC8
5.5.3.2.1(3)P

$$v_d \leq 0.55$$

Οι διατομές των υποστυλωμάτων και των δύο φορέων επιλέχθηκαν κατά τρόπο ώστε να εξυπηρετούν την παραπάνω απαίτηση.

α) Έλεγχος επιρροών 2^{ης} τάξης μεμονωμένου υποστυλώματος

EC2 5.8.3.1

Στην παράγραφο 2.10.1 του παρόντος είδαμε, πως με τον έλεγχο των επιρροών 2^{ης} τάξεως λόγω μεταθετότητας, μπορούμε να απαλλαχθούμε από κάθε επιρροή 2^{ης} τάξεως στην ένταση λόγω μεταθετότητας των ορόφων και μόνο. Αυτό σημαίνει πως μπορούμε απλά να συνεχίσουμε τη διαστασιολόγηση των κατακόρυφων θλιβόμενων στοιχείων θεωρώντας πως τα άκρα τους είναι αμετάθετα. Απαιτείται έτσι ένας περαιτέρω έλεγχος του κάθε μεμονωμένου υποστυλώματος με αμετάθετα άκρα έναντι του ενδεχομένου λυγισμού αντού υπό την επίδραση των κατακορύφων φορτίων.

Στην συνέχεια θα ελεγχθεί έναντι λυγισμού το εσωτερικό υποστύλωμα του πλαισίου της τομής Β-Β (σχήμα 2.7 του παρόντος) που ανήκει στον φορέα Dual 1 (στοιχείο 46). Το υποστύλωμα αυτό έχει το χαρακτηριστικό αφενός να είναι το υποστύλωμα που φέρει το μεγαλύτερο αξονικό φορτίο, αφετέρου να έχει το μεγαλύτερο ύψος 4.5 m. Είναι συνεπώς το περισσότερο επικίνδυνο από την άποψη του ενδεχομένου λυγισμού υποστύλωμα.

Ο έλεγχος συνίσταται στη σύγκριση της λυγηρότητας (λ) του στοιχείου με μία οριακή τιμή λυγηρότητας (λ_{lim}). Η οριακή τιμή της λυγηρότητας (λ_{lim}) δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

EC2 5.8.3.1(1)

$$\lambda_{lim} = 20 \cdot \frac{A \cdot B \cdot C}{\sqrt{n}}$$

EC2 Σχέση
5.13N

όπου

$$A = \frac{1}{(1 + 0.2 \cdot \varphi_{ef})}$$

φ_{ef} ενεργός συντελεστής ερπυσμού. Στην περίπτωση που αυτός δεν είναι γνωστός λαμβάνεται $A = 0.7$

$$B = \sqrt{1 + 2 \cdot \omega}$$

$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}}$, το μηχανικό ποσοστό οπλισμού. Στην περίπτωση που αυτό δεν είναι γνωστό, λαμβάνεται $B = 1.1$

$$C = 1.7 - r_m$$

$$r_m = \frac{M_{01}}{M_{02}}$$

όπου M_{01} και M_{02} είναι οι ροπές 1^{ης} τάξεως, για τις οποίες πρέπει να ισχύει:

$$|M_{02}| \geq |M_{01}|$$

Εάν το r_m δεν είναι γνωστό, λαμβάνεται $C = 0.7$

Τέλος, εάν οι ροπές M_{01} και M_{02} εφελκύουν την αντί πλευρά του υποστυλώματος, το r_m θα λαμβάνεται θετικό ($C \leq 1.7$), διαφορετικά θα λαμβάνεται ως αρνητικό ($C > 1.7$).

n το ανηγμένο αξονικό φορτίο του συνδυασμού δράσεων για τον οποίο ελέγχεται το υποστύλωμα:

$$n = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$$

Διακρίνουμε τις ακόλουθες περιπτώσεις (*):

- Βασικός συνδυασμός δράσεων: $N_{Ed} = 2327.13 \text{ kN}$

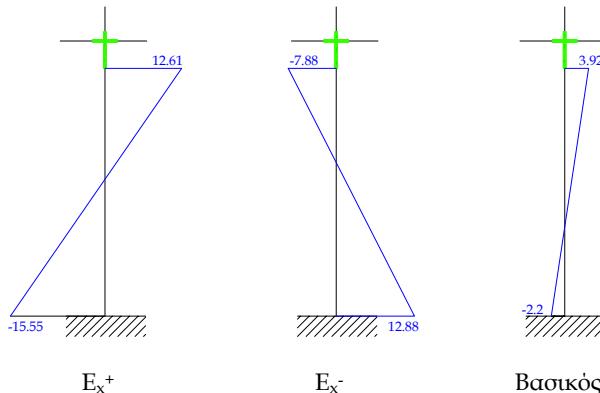
$$n = \frac{2327.13}{0.45^2 \cdot 13333} = 0.86$$

- Σεισμικός συνδυασμός δράσεων:

$$E_x^+ : N_{Ed} = 1434.88 \text{ kN} \Rightarrow n = 0.53$$

$$E_x^- : N_{Ed} = 1433.26 \text{ kN} \Rightarrow n = 0.53$$

Τα διαγράμματα των ροπών των στόλων για τους αντίστοιχους συνδυασμούς δράσεων φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα:



Σχήμα 2.50 Διαγράμματα ροπών μεμονωμένου υποστυλώματος (kNm)

Ετοι για τις τιμές του συντελεστή r_m θα έχουμε:

$$r_m = \frac{12.61}{-15.55} = -0.81 \text{ για τον σεισμικό συνδυασμό } E_x^+.$$

$$r_m = \frac{-7.88}{12.88} = -0.61 \text{ για τον σεισμικό συνδυασμό } E_x^-.$$

$$r_m = \frac{-2.2}{3.92} = -0.56 \text{ για τον βασικό συνδυασμό δράσεων.}$$

Αντίστοιχα οι τιμές του συντελεστή C θα είναι:

$$C = 1.7 - r_m = 1.7 + 0.81 = 2.51 \text{ για τον σεισμικό συνδυασμό } E_x^+.$$

$$C = 1.7 - r_m = 1.7 + 0.61 = 2.31 \text{ για τον σεισμικό συνδυασμό } E_x^-.$$

$$C = 1.7 - r_m = 1.7 + 0.56 = 2.26 \text{ για τον βασικό συνδυασμό δράσεων.}$$

Αναφορικά με το μηχανικό ποσοστό οπλισμού (εφόσον δεν έχει προηγηθεί διαστασιολόγηση του υποστυλώματος, έστω και με τις ροπές 1^{ης} τάξεως) μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτό που θα αντιστοιχεί στο ελάχιστο επιτρεπτό γεωμετρικό ποσοστό οπλισμού που είναι $\rho = 0.01$. Δηλαδή:

$$\omega_{min} = \rho_{min} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = 0.01 \cdot \frac{347.83}{13.33} = 0.261$$

EC8
5.5.3.2.2(1)p

(*) Η θλίψη λαμβάνεται ως θετική ενώ το αξονικό φορτίο που χρησιμοποιείται αντιστοιχεί στη θέση των πόδων των στοιχείων, ως το δυσμενέστερο.

Η τιμή του συντελεστή B θα είναι έτοι (ίδια για όλους τους συνδυασμούς δράσεων):

$$B = \sqrt{1 + 2 \cdot \omega_{\min}} = \sqrt{1 + 2 \cdot 0.261} = 1.23$$

Η οριακή τιμή της λυγηρότητας θα πάρει τις ακόλουθες τιμές (λαμβάνοντας για τον συντελεστή A την προσεγγιστική τιμή 0.7):

$$\lambda_{\lim} = 20 \cdot \frac{0.7 \cdot 1.23 \cdot 2.51}{\sqrt{0.53}} = 59.4 \text{ για τον σεισμικό συνδυασμό } E_x^+.$$

$$\lambda_{\lim} = 20 \cdot \frac{0.7 \cdot 1.23 \cdot 2.31}{\sqrt{0.53}} = 54.6 \text{ για τον σεισμικό συνδυασμό } E_x^-.$$

$$\lambda_{\lim} = 20 \cdot \frac{0.7 \cdot 1.23 \cdot 2.26}{\sqrt{0.86}} = 41.9 \text{ για τον βασικό συνδυασμό δράσεων.}$$

Δυσμενέστερη από όλες είναι προφανώς η ελάχιστη, δηλαδή αυτή που αντιστοιχεί στον βασικό συνδυασμό δράσεων.

Για τον υπολογισμό της λυγηρότητας του υποστυλώματος λ , θα πρέπει να υπολογίσουμε αρχικά την ακτίνα αδράνειας i :

$$i = \sqrt{\frac{I_{yy}}{A}} = \sqrt{\frac{0.45^4}{\frac{12}{0.45^2}}} = 0.13$$

Η λυγηρότητα λ δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{l_0}{0.13} = 7.69 \cdot l_0$$

,όπου

l_0 είναι το ισοδύναμο μήκος λυγισμού του υποστυλώματος. Το μήκος αυτό δίνεται συναρτήσει του πραγματικού μήκους του δομικού στοιχείου ανάλογα με τις συνθήκες απαγόρευσης της στροφής των αμετάθετων άκρων του (π.χ πακτώσεις, αρθρώσεις, ελαστικές στηρίξεις κτλ).

Στην περίπτωση μας, ακόμη και αν θεωρήσουμε για το μήκος λυγισμού του υποστυλώματος την πιο δυσμενή περίπτωση που είναι αυτή του αμφιαρθρωτού στοιχείου ($l_0 = 1 = 4.5 \text{ m}$), θα έχουμε:

$$\lambda = 7.69 \cdot l_0 = 7.69 \cdot 4.5 = 34.6 < \min \lambda_{\lim} = 41.9$$

παρατηρούμε δηλαδή πως ακόμη και χωρίς τον ακριβή υπολογισμό του συντελεστή A στην οριακή τιμή της λυγηρότητας (λ_{\min}) και με τη θεώρηση αμφιαρθρωτού δομικού στοιχείου, το υποστύλωμα προκύπτει μη ευλόγιστο, συνεπώς η διαστασιολόγησή του θα γίνει με τα εντατικά μεγέθη που προέκυψαν από την ανάλυση 1^{ης} τάξεως.

Όλα τα υποστυλώματα των δύο φορέων της παρούσας ανάλυσης (Dual 1 & 2) ελέγχθηκαν αναφορικά με την ευλυγισία τους με τον τρόπο που παρουσιάσθηκε παραπάνω. Κανένα από αυτά δεν προέκυψε ευλόγιστο και έτοι η διαστασιολόγησή τους μπορεί να γίνει με βάση τα εντατικά μεγέθη που υπολογίσθηκαν από την ανάλυση 1^{ης} τάξεως.

EC2 5.8.3.2(1)

EC2 Σχέση 5.14

EC2 5.8.3.1(2)

EC2 Figure 5.7

EC2 Figure 5.7a

β) Απαιτούμενοι διαμήκεις οπλισμοί υποστυλωμάτων

Στη συνέχεια θα δειχθεί ο τρόπος υπολογισμού των διαμήκων οπλισμών του υποστυλώματος που ελέγχθηκε προηγουμένως σε λυγισμό. Τα εντατικά μεγέθη που προέκυψαν για τον πόδα και την κεφαλή αντίστοιχα είναι:

Πόδας

$$\text{Συνδυασμός } E_x^+ \quad M_{Ed} = 15.55 \text{ kNm} \quad N_{Ed} = -1434.88 \text{ kN}$$

$$\text{Συνδυασμός } E_x^- \quad M_{Ed} = 12.88 \text{ kNm} \quad N_{Ed} = -1433.26 \text{ kN}$$

$$\text{Βασικός συνδυασμός } M_{Ed} = 2.2 \text{ kNm} \quad N_{Ed} = -2327.13 \text{ kN}$$

Οι ανηγμένες τιμές αυτών των εντατικών μεγεθών δίνονται από τις ακόλουθες σχέσεις:

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{A_c \cdot h \cdot f_{cd}} \quad \text{και} \quad v = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$$

Εφαρμόζοντας τις προηγούμενες σχέσεις θα έχουμε (θυμίζουμε ότι η διατομή του υποστυλώματος είναι $0.45x0.45$):

$$\text{Συνδυασμός } E_x^+ \quad \mu = 0.013 \quad v = -0.531$$

$$\text{Συνδυασμός } E_x^- \quad \mu = 0.011 \quad v = -0.531$$

$$\text{Βασικός συνδυασμός } \mu = 0.002 \quad v = -0.862$$

Χρησιμοποιώντας το αντίστοιχο διάγραμμα της CEB για υποστυλώματα υπό μονοαξονική κάμψη, χάλυβα ποιότητας S400 και λόγο $d_1/h = 0.10$ βρίσκουμε τα αντίστοιχα μηχανικά ποσοστά οπλισμού:

$$\text{Συνδυασμός } E_x^+ \quad \omega_{tot} = 0$$

$$\text{Συνδυασμός } E_x^- \quad \omega_{tot} = 0$$

$$\text{Βασικός συνδυασμός } \omega_{tot} = 0.02$$

Κεφαλή

$$\text{Συνδυασμός } E_x^+ \quad M_{Ed} = 12.61 \text{ kNm} \quad N_{Ed} = -1414.49 \text{ kN}$$

$$\text{Συνδυασμός } E_x^- \quad M_{Ed} = 7.88 \text{ kNm} \quad N_{Ed} = -1412.86 \text{ kN}$$

$$\text{Βασικός συνδυασμός } M_{Ed} = 3.92 \text{ kNm} \quad N_{Ed} = -2299.59 \text{ kN}$$

Αντίστοιχα οι ανηγμένες τιμές των μεγεθών αυτών θα είναι:

$$\text{Συνδυασμός } E_x^+ \quad \mu = 0.010 \quad v = -0.524$$

$$\text{Συνδυασμός } E_x^- \quad \mu = 0.006 \quad v = -0.523$$

$$\text{Βασικός συνδυασμός } \mu = 0.003 \quad v = -0.852$$

Χρησιμοποιώντας το ίδιο διάγραμμα της CEB, βρίσκουμε τα αντίστοιχα μηχανικά ποσοστά οπλισμού:

$$\text{Συνδυασμός } E_x^+ \quad \omega_{tot} = 0$$

$$\text{Συνδυασμός } E_x^- \quad \omega_{tot} = 0$$

$$\text{Βασικός συνδυασμός } \omega_{tot} = 0.02$$

Συμπεραίνουμε πως η δυσμενέστερη τιμή απαιτούμενου μηχανικού ποσοστού οπλισμού είναι αυτή που εμφανίζεται τόσο στη κεφαλή όσο και στο πόδα του υποστυλώματος υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων ($\omega_{tot}=0.02$)

**γ) Έλεγχος των απαιτήσεων για την εξασφάλιση πλαστιμότητας
(αναφορικά με τους διαμήκεις οπλισμούς)**

EC8 5.5.3.2.2

Θα πρέπει να διασφαλίσουμε την ικανοποίηση των ακόλουθων απαιτήσεων:

- Το γεωμετρικό ποσοστό διαμήκους οπλισμού ρ_1 δεν θα πρέπει να είναι μικρότερο από 0.01 αλλά ούτε και μεγαλύτερο από 0.04. Σε διατομές οι οποίες είναι συμμετρικές ο οπλισμός που θα τοποθετηθεί θα πρέπει να είναι επίσης συμμετρικός.

Το ελάχιστο γεωμετρικό ποσοστό οπλισμού αντιστοιχεί σε ένα ελάχιστο μηχανικό ποσοστό οπλισμού:

$$\omega_{\min} = \rho_{\min} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = 0.01 \cdot \frac{347.83}{13.33} = 0.261$$

Το ποσοστό αυτό είναι προφανώς μεγαλύτερο από το απαιτούμενο που υπολογίσθηκε στην προηγούμενη παράγραφο.

Ο απαιτούμενος οπλισμός για κάθε πλευρά μπορεί τώρα να υπολογισθεί με βάση τη σχέση:

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{1}{2} \cdot \omega_{\min} \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{1}{2} \cdot 0.261 \cdot 45^2 \cdot \frac{13.33}{347.83} = 10.13 \text{ cm}^2$$

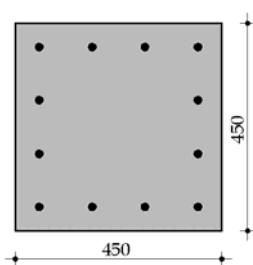
- Τουλάχιστον μία ενδιάμεση ράβδος θα πρέπει να παρέχεται μεταξύ των ακραίων ράβδων σε κάθε πλευρά μιας διατομής υποστυλώματος ώστε να εξασφαλίζεται η ακεραιότητα του κόμβου δοκού υποστυλώματος.
- Η απόσταση μεταξύ διαδοχικών διαμήκων ράβδων οι οποίες συγκρατούνται από συνδετήρα ή κάποιο εγκάρσιο σύνδεσμο δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 150 mm. Αυτή η απαιτήση είναι που καθορίζει τον αριθμό των ράβδων που θα χρησιμοποιηθούν τελικά στην διατομή.

Επιλέγουμε για κάθε πλευρά της διατομής 4 ράβδους διαμέτρου $d_{bL} = 18 \text{ mm}$, οι οποίες αντιστοιχούν σε εμβαδόν (ανά πλευρά) 10.17 cm^2 .

Καταλήγουμε δηλαδή να οπλίζουμε κάθε πλευρά της διατομής του υποστυλώματος παρόλο που αυτό καταπονείται σε μονοαξονική κάμψη.

Η απόσταση μεταξύ διαδοχικών διαμήκων ράβδων θα είναι έτσι:

$$s = \frac{b - 2 \cdot c_{\text{nom}} - 2 \cdot d_{bw} - d_{bL}}{3} = \frac{450 - 2 \cdot 35 - 2 \cdot 8 - 18}{3} = 115 \text{ mm}$$



Σχήμα 2.51 Διατομή υποστυλώματος διαστάσεων 0.45×0.45 και διαμόρφωση διαμήκων οπλισμών.

EC8
5.5.3.2.2(1)p

EC8
5.5.3.2.2(2)p

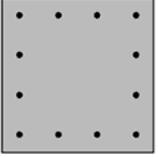
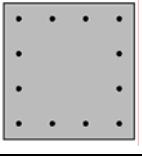
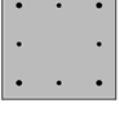
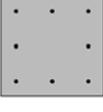
EC8
5.5.3.2.2(12)c

- Τέλος θα πρέπει ο διαμήκης οπλισμός που τοποθετείται στους πόδες των υποστυλωμάτων που συνδέονται με τη θεμελίωση να μην είναι λιγότερος από αυτόν που τοποθετείται στις κεφαλές των αυτών υποστυλωμάτων. Κάτι τέτοιο δεν ισχύει εδώ αφού τόσο στη κεφαλή όσο και στον πόδα του υποστυλώματος ισογείου που διαστασιολογήσαμε τοποθετήθηκε ο ίδιος διαμήκης οπλισμός, ο ελάχιστος.

δ) Αποτελέσματα από τη διαστασιολόγηση σε κάμψη των υπολοίπων υποστυλωμάτων των δύο φορέων

Ακολουθώντας την προηγούμενη διαδικασία, για τα υπόλοιπα υποστυλώματα των δύο φορέων, καταλήγουμε στο ότι οι ελάχιστοι οπλισμοί ($\rho_{min} = 0.01$, $\omega_{min} = 0.261$) απαιτούνται για αυτά όπως και στο υποστύλωμα που παρουσιάσθηκε παραπάνω.

Λαμβάνοντας υπόψη και τις απαιτήσεις για την εξασφάλιση πλαστιμότητας που αναφέρονται στους διαμήκεις οπλισμούς (βλέπε προηγούμενη παράγραφο), η τελική διάταξη (σε τομή) των διαμήκων οπλισμών για όλες τις διαφορετικές διατομές υποστυλωμάτων θα είναι αυτή που φαίνεται στα σχήματα του πίνακα που ακολουθεί:

Σχήμα	Διαστάσεις διατομής (m)	Οπλισμοί (ανά πλευρά)
	0.45 x 0.45	4Ø18
	0.40 x 0.40	4Ø16
	0.35 x 0.35	2Ø18+1Ø14
	0.30 x 0.30	3Ø14

Πίνακας 2.41 Διατομές των υποστυλωμάτων των δύο φορέων και διαμόρφωση των διαμήκων οπλισμών σε τομή.

2.10.4 Εγκάρσιος οπλισμός δοκών

2.10.4.1 Τέμνουσες σχεδιασμού V_{Ed}

EC8 5.5.2.1

EC8 5.5.2.1(2)P

Οι τέμνουσες σχεδιασμού των δοκών δεν προκύπτουν απ' ευθείας από την ανάλυση (με εξαίρεση βεβαίως τις τέμνουσες που αντιστοιχούν στο βασικό συνδυασμό δράσεων) αλλά σύμφωνα με την θεώρηση του ικανοτικού σχεδιασμού, με βάση την οποία οι τιμές των V_{Ed} θα πρέπει να προέρχονται από τη ισορροπία της κάθε δοκού υπό την επιφροή:

- του εγκαρσίου στη δοκό φορτίου που αντιστοιχεί στο σεισμικό συνδυασμό δράσεων ($g+0.3q$).
- των ροπών $M_{i,d}$ των άκρων της δοκού (όπου $i = 1 \text{ ή } 2$ να δηλώνουν τα δύο άκρα της δοκού) που αντιστοιχούν στο σχηματισμό πλαστικής άρθρωσης για κάθε διεύθυνση σεισμικής δράσης. Οι τιμές των $M_{i,d}$ θα πρέπει να λαμβάνουν το ενδεχόμενο σχηματισμός των πλαστικών αρθρώσεων να μην αναμένεται στα άκρα της δοκού αλλά στα υποστυλώματα με τα οποία συνδέεται η δοκός αυτή.

Ο υπολογισμός θα πρέπει να καταλήγει στο καθορισμό δύο τιμών τεμνουσών για κάθε άκρο δοκού: μίας μέγιστης τιμής $V_{Ed,max,i}$ και μίας ελάχιστης τιμής $V_{Ed,min,i}$ οι οποίες αντιστοιχούν στις μέγιστες θετικές και μέγιστες αρνητικές τιμές των ροπών $M_{i,d}$ που αναπτύσσονται σε κάθε άκρο της δοκού.

Οι τιμές $M_{i,d}$ των άκρων μίας δοκού θα πρέπει να καθορίζονται με βάση την ακόλουθη σχέση:

$$M_{i,d} = \gamma_{Rd} \cdot M_{Rb,i} \cdot \min\left(1, \frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}}\right)$$

EC8 5.5.2.1(3)

όπου

γ_{Rd} συντελεστής υπεραντοχής εξ' αιτίας της κράτυνσης του χάλυβα. Για υψηλής στάθμης πλαστιμότητας δοκούς (DCH) λαμβάνεται:

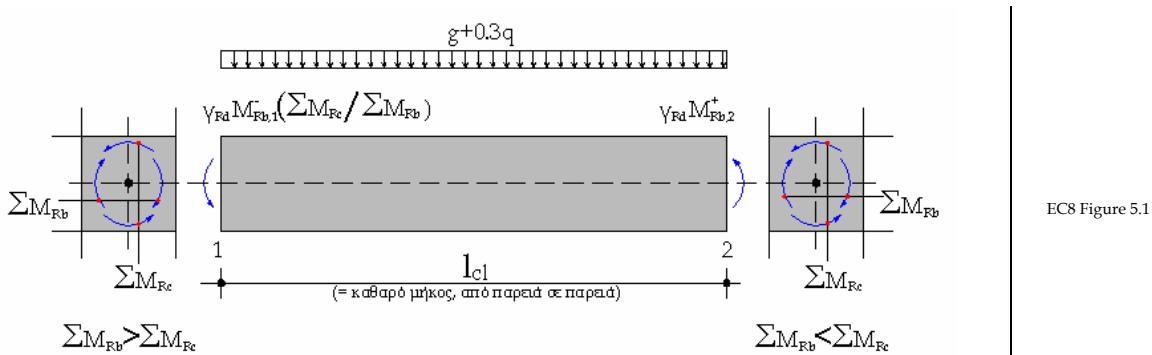
$$\gamma_{Rd} = 1.2$$

$M_{Rb,i}$ η ροπή αντοχής του άκρου i της δοκού κατά τη φορά που ενεργοποιείται από την αντίστοιχη σεισμική δράση. Τονίζεται πως για τον υπολογισμό των ροπών αντοχής των δοκών θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η συνεισφορά στην αντοχή, του οπλισμού των πλακών που τοποθετείται παράλληλα στην υπόψη δοκό εντός ενός πλάτους b_{eff} , το οποίο υπολογίζεται με τον τρόπο που δείχαμε στη παράγραφο 2.10.2.2 δ του παρόντος.

$\sum M_R$ τα αθροίσματα των ροπών αντοχής των στύλων (δείκτης c) και των δοκών (δείκτης b) αντίστοιχα, που συμβάλλουν σε κάθε κόμβο δοκού - υποστυλώματος κατά την φορά που ενεργοποιούνται από την αντίστοιχη σεισμική δράση. Ειδικά για τις ροπές αντοχής των υποστυλωμάτων αυτές θα υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη και το αξονικό φορτίο του αντίστοιχου συνδυασμού δράσεων.

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται μία εφαρμογή για την περίπτωση δοκού στην οποία πλαστική άρθρωση (για τη σεισμική δράση που θεωρείται) αναμένεται μόνο στο ένα άκρο της (το δεξιό) ενώ στο άλλο η πλαστική άρθρωση αναμένεται να σχηματισθεί πρώτα στο υποστύλωμα.

EC8 Σχέση 5.8



Σχήμα 2.52 Παράδειγμα εφαρμογής του ικανοτικού κανόνα για τον προσδιορισμό των τεμνουσών σχεδιασμού σε δοκό σύμφωνα με τον EC8. Στο παράδειγμα αυτό ο σχηματισμός πλαστικών αρθρώσεων αναμένεται στους στόλους για το αριστερό άκρο (άκρο 1) και στις δοκούς για το δεξιό άκρο (άκρο 2).

Με γνωστές τις ροπές στα άκρα του στοιχείου και το εγκάρσιο φορτίο κατά μήκος αυτού, μπορούμε να εφαρμόσουμε τη σχέση της ομόλογης δοκού (ή συμπληρωματικής τέμνουσας) για τον υπολογισμό των τεμνουσών σχεδιασμού. Η εφαρμογή των σχέσεων αυτών για τη δοκό του παραπάνω σχήματος θα δώσει:

$$V_{Ed,1} = \frac{(g + 0.3q) \cdot l_{cl}}{2} + \frac{M_{2,d} + M_{1,d}}{l_{cl}} = V_{Ed,max,1}$$

$$V_{Ed,2} = -\frac{(g + 0.3q) \cdot l_{cl}}{2} + \frac{M_{2,d} + M_{1,d}}{l_{cl}} = V_{Ed,max,2}$$

όπου

$$M_{1,d} = \gamma_{Rd} \cdot M_{Rb,1} \cdot \frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}}$$

$$M_{2,d} = \gamma_{Rd} \cdot M_{Rb,2}$$

Από τη θεώρηση της σεισμικής διέγερσης με αντίθετη φορά θα προκύψουν και οι άλλες δύο ζητούμενες τιμές των τεμνουσών σχεδιασμού $V_{Ed,min,1}$ και $V_{Ed,min,2}$.

Στα επόμενα θα παρουσιασθεί ο τρόπος καθορισμού των τεμνουσών σχεδιασμού για τις δοκούς που διαστασιογράφηθηκαν σε κάμψη στη παράγραφο 2.10.2 του παρόντος (στοιχεία 100, 101 και 102 του φορέα Dual 1, βλέπε και σχήμα 2.33).

Αρχικά θα πρέπει να προσδιορίσουμε τις ροπές αντοχής των άκρων των δοκών και των υποστυλωμάτων που συμβάλλουν στους κόμβους της συνεχούς δοκού που διαστασιογράφημε.

Σε όλες τις στηρίξεις της δοκού αυτής, έχουν τοποθετηθεί τόσο στο άνω όσο στο κάτω πέλμα 3 ράβδοι διαμέτρου 14mm (4.62 cm^2). Ο οπλισμός των πλακών που πρέπει να συνυπολογισθεί βρέθηκε ίσος με 0.82 cm^2 .

Έτσι θα έχουμε:

Θετική ροπή αντοχής

$$M_{Rb}^+ = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{h_f}{2} \right) = 4.62 \cdot 34.783 \cdot \left(0.55 - \frac{0.13}{2} \right) = 77.9 \text{ kNm}$$

(χρησιμοποιήθηκε και πάλι ο τόπος των «λεπτών» πλακοδοκών).

Αρνητική ροπή αντοχής

$$A_s = A_{s,\delta\text{οκού}}^{\text{άνω}} + A_{s,\text{πλάκας}} = 4.62 + 0.82 = 5.44 \text{ cm}^2$$

$$\omega_{Rb}^- = \frac{A_s}{b_w \cdot d} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{5.44}{25 \cdot 55} \cdot \frac{347.83}{13.333} = 0.102$$

Χρησιμοποιώντας τον πίνακα σχεδιασμού της CEB για τον υπολογισμό ορθογωνικών διατομών χωρίς θλιβόμενο οπλισμό σε κάμψη, με ή χωρίς ορθή δύναμη, βρίσκουμε πως η τιμή της αντηγμένης ροπής αντοχής που αντιστοιχεί στη παραπάνω τιμή του μηχανικού ποσοστού οπλισμού είναι:

$$\mu_{Rb}^- = 0.096$$

Έτσι η ροπή αντοχής θα είναι:

$$M_{Rb}^- = \mu_{Rb}^- \cdot b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.096 \cdot 0.25 \cdot 0.55^2 \cdot 13333 = 96.79 \text{ kNm}$$

Στη συνέχεια θα πρέπει να προχωρήσουμε στον υπολογισμό των ροπών αντοχής των διατομών των υποστυλωμάτων, λαμβάνοντας όμως υπόψη και τα αντίστοιχα αξονικά φορτία (ανάλογα με τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων στον οποίο αναφερόμαστε).

Διακρίνουμε τις ακόλουθες περιπτώσεις:

Κεφαλή ακραίου υποστυλώματος ισογείου (στοιχείο 1, διατομή 40x40)

Για τον υπολογισμό της αντοχής του θα λάβουμε υπόψη μόνο τον οπλισμό των 2 πλευρών του που είναι κάθετες στη διεύθυνση της σεισμικής δράσης (4 ράβδοι με $d_{bL} = 16 \text{ mm}$ σε κάθε πλευρά).

Σχήμα 2.8&2.33
του παρόντος.

$$\omega_{Rc} = \frac{A_s}{A_c} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{2 \cdot 8.04}{40^2} \cdot \frac{347.83}{13.333} = 0.262$$

$$\text{Συνδυασμός } E_x^+ \quad N_{Ed} = 398.5 \text{ kN} \Rightarrow v_{Ed} = 0.18 \Rightarrow \mu_{Rc} = 0.175$$

$$M_{Rc} = \mu_{Rc} \cdot A_c \cdot h \cdot f_{cd} = 0.175 \cdot 0.40^3 \cdot 13333 = 149.3 \text{ kNm}$$

$$\text{Συνδυασμός } E_x^- \quad N_{Ed} = 533.92 \text{ kN} \Rightarrow v_{Ed} = 0.25 \Rightarrow \mu_{Rc} = 0.192$$

$$M_{Rc} = \mu_{Rc} \cdot A_c \cdot h \cdot f_{cd} = 0.192 \cdot 0.40^3 \cdot 13333 = 163.8 \text{ kNm}$$

Πίνακας 2.6
του παρόντος

Πόδας ακραίου υποστυλώματος 1^ο ορόφου (στοιχείο 2, διατομή 40x40)

Όπως προηγουμένως για τον υπολογισμό της αντοχής του θα λάβουμε υπόψη μόνο τον οπλισμό των 2 πλευρών του που είναι κάθετες στη διεύθυνση της σεισμικής δράσης (4 ράβδοι με $d_{bL} = 16 \text{ mm}$ σε κάθε πλευρά).

Σχήμα 2.8&2.33
του παρόντος.

$$\omega_{Rc} = \frac{A_s}{A_c} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{2 \cdot 8.04}{40^2} \cdot \frac{347.83}{13.333} = 0.262$$

$$\text{Συνδυασμός } E_x^+ \quad N_{Ed} = 357.06 \text{ kN} \Rightarrow v_{Ed} = 0.167 \Rightarrow \mu_{Rc} = 0.169$$

$$M_{Rc} = \mu_{Rc} \cdot A_c \cdot h \cdot f_{cd} = 0.169 \cdot 0.40^3 \cdot 13333 = 144.2 \text{ kNm}$$

$$\text{Συνδυασμός } E_x^- \quad N_{Ed} = 478.89 \text{ kN} \Rightarrow v_{Ed} = 0.225 \Rightarrow \mu_{Rc} = 0.186$$

$$M_{Rc} = \mu_{Rc} \cdot A_c \cdot h \cdot f_{cd} = 0.186 \cdot 0.40^3 \cdot 13333 = 158.7 \text{ kNm}$$

Πίνακας 2.6
του παρόντος

Έτσι για τον ακραίο κόμβο της δοκού, μπορούμε να υπολογίσουμε τα αθροισματα των ροπών αντοχής των υποστυλωμάτων και των δοκών που συμβάλλουν σε αυτόν:

$$\Sigma \text{Συνδυασμός } E_x^+ = \sum M_{Rc} = 149.3 + 144.2 = 293.5 \text{kNm}$$

$$\sum M_{Rb} = 77.9 \text{kNm}$$

$$\Sigma \text{Συνδυασμός } E_x^- = \sum M_{Rc} = 163.8 + 158.7 = 322.5 \text{kNm}$$

$$\sum M_{Rb} = 96.79 \text{kNm}$$

Στη συνέχεια θα πρέπει να υπολογίσουμε τους λόγους των αθροισμάτων των ροπών αντοχής:

$$\Sigma \text{Συνδυασμός } E_x^+ = \frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}} = \frac{293.5}{77.9} = 3.767 > 1$$

$$\Sigma \text{Συνδυασμός } E_x^- = \frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}} = \frac{322.5}{96.79} = 3.33 > 1$$

Είναι προφανές πως και για τις δύο φορές της σεισμικής δράσης οι πλαστικές αρθρώσεις αναμένεται να σχηματισθούν στη δοκό και όχι στα υποστυλώματα που συμβάλλουν στον ακραίο κόμβο.

Αντίστοιχα για τον εσωτερικό κόμβο της δοκού που μελετούμε εδώ, οι τιμές του λόγου αυτού προκύπτουν:

$$\Sigma \text{Συνδυασμός } E_x^+ = \frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}} = 2.042 > 1$$

$$\Sigma \text{Συνδυασμός } E_x^- = \frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}} = 2.035 > 1$$

,δηλαδή οι πλαστικές αρθρώσεις αναμένονται και εδώ στις δοκούς και όχι στα υποστυλώματα που συμβάλλουν στο κόμβο.

Μπορούμε να υπολογίσουμε έτσι τις τέμνουσες που αναπτύσσονται στα άκρα της δοκού για τις δύο διευθύνσεις της σεισμικής δράσης.

Συνδυασμός E_x^+

$$l_{cl} = 6 - \frac{0.40}{2} - \frac{0.40}{2} = 5.6 \text{m}$$

$$M_{1,d}^+ = \gamma_{Rd} \cdot M_{Rb,1}^+ \cdot \min\left(1, \frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}}\right) = 1.2 \cdot 77.9 \cdot 1 = 93.48 \text{kNm}$$

$$M_{2,d}^- = \gamma_{Rd} \cdot M_{Rb,2}^- \cdot \min\left(1, \frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}}\right) = 1.2 \cdot 96.79 \cdot 1 = 116.15 \text{kNm}$$

$$V_{Ed,min,1} = \frac{10.7025 \cdot 5.6}{2} - \frac{93.49 + 116.15}{5.6} = 29.967 - 37.43 = -7.46 \text{kN}$$

$$V_{Ed,min,2} = -\frac{10.7025 \cdot 5.6}{2} - \frac{93.49 + 116.15}{5.6} = -29.967 - 37.43 = -67.39 \text{kN}$$

Συνδυασμός E_x

$$l_{cl} = 6 - \frac{0.40}{2} - \frac{0.40}{2} = 5.6\text{m}$$

$$M_{1,d}^- = \gamma_{Rd} \cdot M_{Rb,1}^- \cdot \min\left(1, \frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}}\right) = 1.2 \cdot 96.79 \cdot 1 = 116.15\text{kNm}$$

$$M_{2,d}^+ = \gamma_{Rd} \cdot M_{Rb,2}^+ \cdot \min\left(1, \frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}}\right) = 1.2 \cdot 77.9 \cdot 1 = 93.48\text{kNm}$$

$$V_{Ed,max,1} = \frac{10.7025 \cdot 5.6}{2} + \frac{93.49 + 116.15}{5.6} = 29.967 + 37.43 = 67.397\text{kN}$$

$$V_{Ed,max,2} = -\frac{10.7025 \cdot 5.6}{2} + \frac{93.49 + 116.15}{5.6} = -29.967 + 37.43 = 7.463\text{kN}$$

Οι τέμνουσες των θέσεων αυτών για τον βασικό συνδυασμό δράσεων είναι αντίστοιχα:

$$V_{Ed,1} = 42.889\text{kN}$$

$$V_{Ed,2} = -47.525\text{kN}$$

Πίνακας 2.17
του παρόντος

2.10.4.2 Έλεγχος αντοχής σε διάτμηση

Όπως δείξαμε στη παράγραφο 10.2.2.4 ως κρίσιμες περιοχές της δοκού ορίζονται οι περιοχές που απέχουν απόσταση $l_{cr}=1.5 \cdot h_w=1.5 \cdot 0.6=0.9\text{m}$.

Ως αντοχή σε διάτμηση ενός δομικού στοιχείου με κατακόρυφο οπλισμό διάτμησης ορίζεται η ελάχιστη τιμή από τις ακόλουθες:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$$

και

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot \frac{f_{cd}}{(\cot \theta + \tan \theta)}$$

EC8 5.5.3.1.2

EC8
5.5.3.1.3(1)P

EC8
5.5.3.1.2(1)P
EC2 6.2.3(3)

EC2 Σχέση 6.8

EC2 Σχέση 6.9

όπου

A_{sw} η διατομή του οπλισμού διάτμησης (όλα τα σκέλη)

s η απόσταση των συνδετήρων

f_{ywd} η αντοχή σχεδιασμού του οπλισμού διάτμησης

v_1 συντελεστής μείωσης της αντοχής του σκυροδέματος εξ' αιτίας της ρηγμάτωσής του από τη διάτμηση.

α_{cw} συντελεστής ο οποίος λαμβάνει υπόψη τη κατανομή των τάσεων στη θλιβόμενη ζώνη του σκυροδέματος.

z μοχλοβραχίονας των εσωτερικών δυνάμεων. Γενικά λαμβάνεται ίσος με $0.90d$.

θ η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του διαμήκους άξονα της δοκού και των θλιβόμενων διαγωνίων του σκυροδέματος. Προκειμένου για υψηλής στάθμης πλαστιμότητας (DCH) δοκούς, μπορεί να λαμβάνεται $\theta = 45^\circ$ μέσα στις κρίσιμες περιοχές (για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων).

Για τον βασικό συνδυασμό και εκτός κρισίμων περιοχών για τον

EC2 6.2.3(1)

EC8
5.5.3.1.2(2)P

σεισμικό συνδυασμό δράσεων, μπορεί η τιμή του $\cot\theta$ να λαμβάνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\cot\theta = 1.25 + 3 \cdot v_{Ed} \leq 1.75$$

όπου v_{Ed} είναι το ανηγμένο αξονικό φορτίο της διατομής.

Για τις δοκούς (απουσία αξονικού φορτίου) προκύπτει $\cot\theta = 1.25$.

Προκειμένου να εξασφαλίζονται οι απαιτήσεις του EC8 για την εξασφάλιση πλαστιμότητας, σε ότι αφορά την τοποθέτηση των εγκαρσίων οπλισμών θα πρέπει για τις κρίσιμες περιοχές των δοκών να εξασφαλίζονται οι ακόλουθες δύο απαιτήσεις:

- Η διάμετρος d_{bw} των συνδετήρων δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από 6 mm.
- Η απόσταση s των συνδετήρων δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από:

$$s = \min \begin{cases} h_w / 4 = 600 / 4 = 150 \text{mm} \\ 24 \cdot d_{bw} = 24 \cdot 6 = 144 \text{mm} = 84 \text{mm} \\ 175 \text{mm} \\ 6 \cdot d_{bL} = 6 \cdot 14 = 84 \text{mm} \end{cases}$$

όπου

d_{bL} η ελάχιστη διάμετρος διαμήκους ράβδου της δοκού.

h_w το ύψος της δοκού.

Στη προηγούμενη παράγραφο δείξαμε πως οι τέμνουσες που προέκυψαν από το σεισμικό συνδυασμό δράσεων για τα άκρα της δοκού είναι δυσμενέστερες από αυτές που αντιστοιχούν στο βασικό συνδυασμό.

Κριτήριο για την διάταξη των συνδετήρων εντός των κρισίμων περιοχών είναι η αλγεβρική τιμή του λόγου:

$$\zeta = \frac{V_{Ed,min,i}}{V_{Ed,max,i}}$$

για το κάθε άκρο δοκού. Ανάλογα με την τιμή του ζ θα έχουμε:

- Αν $\zeta \geq -0.5$ τότε ο οπλισμός διάτημης υπολογίζεται κατά τον τρόπο που υποδεικνύεται στον EC2.
- Αν $\zeta < -0.5$, όπου αναμένεται μία σχεδόν πλήρης αντιστροφή των τεμνουσών δυνάμεων, τότε διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις:

- Αν $|V_E|_{max} \leq (2 + \zeta) \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d$

όπου f_{ctd} είναι η εφελκυστική αντοχή σχεδιασμού του σκυροδέματος, τότε ισχύουν όσα αναφέρθηκαν στο a.

- Αν η προηγούμενη σχέση δεν ικανοποιείται τότε θα πρέπει να τοποθετηθεί διδιαγώνιος οπλισμός (είτε σε διεύθυνση $\pm 45^\circ$ είτε στη διεύθυνση των διαγωνίων της δοκού αυτής) έναντι της μισής τιμής της $|V_E|_{max}$ και συνδετήρες οι οποίοι θα παραλαμβάνουν την άλλη μισή.

EC8
5.5.3.1.3(6)P

EC8 5.5.3.1.2(3)

EC8 Σχέση 5.27

Στην περίπτωσή μας θα είναι:

$$\text{Για το άκρο 1 } \zeta = \frac{V_{Ed,min,1}}{V_{Ed,max,1}} = \frac{-7.46}{67.397} = -0.11 > -0.5$$

$$\text{Για το άκρο 2 } \zeta = \frac{V_{Ed,min,2}}{V_{Ed,max,2}} = \frac{7.46}{-67.397} = -0.11 > -0.5$$

Είμαστε δηλαδή στη περίπτωση α οπότε οι απαιτήσεις σε διάτμηση μπορούν να καλυφθούν από συνδετήρες σύμφωνα με τον EC2.

Για τα άκρα της δοκού που διαστασιολογούμε θα έχουμε αντίστοιχα:

$$\text{Για το άκρο 1 } |V_{Ed}|_{max,1} = 67.397 \text{ kN}$$

$$\text{Για το άκρο 2 } |V_{Ed}|_{max,2} = 67.397 \text{ kN}$$

Αν θεωρήσουμε πως στις κρίσιμες περιοχές της δοκού αυτής τοποθετούμε δίτμητους συνδετήρες διαμέτρου 6 mm (εμβαδόν ράβδου 0.28 cm²) σε αποστάσεις 80 mm τότε η αντοχή σε διάτμηση των θέσεων αυτών θα είναι η ελάχιστη από τις ακόλουθες τιμές:

$$V_{Rd,s} = \frac{2 \cdot 0.28}{8} \cdot 0.9 \cdot 55 \cdot 34.78 \cdot \cot 45 = 120.51 \text{ kN}$$

και

$$V_{Rd,max} = 1 \cdot 0.25 \cdot (0.9 \cdot 0.55) \cdot 0.552 \cdot \frac{13333}{(1+1)} = 455.39 \text{ kN}$$

όπου

$\alpha_{cw} = 1$ για μη προεντεταμένα στοιχεία

EC2 6.2.3(3)

$$v_1 = v = 0.6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0.6 \left[1 - \frac{20}{250} \right] = 0.552$$

EC2 6.2.3(3)

όπου το f_{ck} εισάγεται σε MPa.

EC2 6.2.2(6)

EC2 Σχέση 6.6N

Διαπιστώνουμε έτσι πως:

$$\min V_{Rd} = 120.51 \text{ kN} > |V_{Ed}|_{max,i} = 67.397 \text{ kN} \quad (i = 1, 2)$$

συνεπώς οι συνδετήρες με την ελάχιστη επιτρεπόμενη διάμετρο (6 mm), τοποθετημένοι στη μέγιστη επιτρεπόμενη απόσταση ($6d_{bL} = 84$ mm) αρκούν για να διασφαλίσουν έναντι διατμητικής αστοχίας, τις κρίσιμες περιοχές της δοκού.

Αυτό που θα πρέπει στη συνέχεια να ελεγχθεί, είναι η αντοχή σε διάτμηση εκτός της κρίσιμης περιοχής της δοκού.

Η μέγιστη σε απόλυτη τιμή τέμνουσα που εμφανίζεται σε απόσταση l_{cr} από τις παρειές της δοκού, είναι:

$$|V_{Ed}|_{max(x=l_{cr})} = 57.832 \text{ kN}$$

και οφείλεται στο σεισμικό συνδυασμό δράσεων (για τον συνδυασμό E_x^+ εμφανίζεται στο τέλος της δεξιά κρίσιμης περιοχής και για τον συνδυασμό E_x^- στο τέλος της αριστερά κρίσιμης περιοχής της δοκού).

Θα πρέπει να διασφαλίσουμε την τήρηση της ακόλουθης σχέσεως (χρησιμοποιούμε και εδώ συνδετήρες διαμέτρου 6mm):

$$V_{Rd,s} = 57.832 = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = \frac{2 \cdot 0.28}{s} \cdot 0.9 \cdot 55 \cdot 34.78 \cdot 1.25$$

Προκύπτει $s = 210$ mm.

Τέλος θα πρέπει να ελέγξουμε τις απαιτήσεις του EC2 για τη διάταξη των συνδετήρων εκτός των κριτίμων περιοχών. Σύμφωνα λοιπόν με τον EC2 θα πρέπει:

- Το γεωμετρικό ποσοστό του οπλισμού διάτμησης ρ_w να είναι μεγαλύτερο ενός ελαχίστου ποσοστού που δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\rho_{w,min} = \frac{0.08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{0.08 \cdot \sqrt{20}}{400} = 0.089\%$$

EC2 9.2.2

EC2 9.2.2(5)

EC2 Σχέση 9.4

Το υπάρχων γεωμετρικό ποσοστό οπλισμού διάτμησης ρ_w (για το εκτός κριτίμων περιοχών τμήμα της δοκού) θα είναι:

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{s \cdot b_w \cdot \sin \alpha} = \frac{2 \cdot 0.28}{21 \cdot 25 \cdot \sin 90} = 0.107\% > \rho_{w,min}$$

EC2 Σχέση 9.5N

όπου

α είναι η γωνία που σχηματίζει ο οπλισμός διάτμησης με το διαμήκη άξονα της δοκού.

- Η απόσταση s μεταξύ διαδοχικών οπλισμών διάτμησης δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από:

$$s_{1,max} = 0.75d \cdot (1 + \cot \alpha) = 0.75 \cdot 0.55 \cdot (1 + \cot 90) = 0.41m$$

EC2 Σχέση 9.6N

κάτι που ικανοποιείται στη δοκό που διαστασιολογήσαμε.

2.10.4.3 Αποτελέσματα από τη διαστασιολόγηση σε διάτμηση των υπολοιπών δοκών.

Με τον τρόπο που υποδείξαμε παραπάνω, πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός του εγκάρσιου οπλισμού των δοκών και των δύο φορέων της παρούσας ανάλυσης, τόσο εντός όσο και εκτός κριτίμων περιοχών.

Σε όλες τις δοκούς χρησιμοποιήθηκαν κατακόρυφοι συνδετήρες διαμέτρου 6 mm.

Βασικό συμπέρασμα από τη διαστασιολόγηση αυτή, είναι πως οι αποστάσεις των συνδετήρων μέσα στις κρίσιμες περιοχές, καθορίζονται για όλες τις δοκούς από τον όρο:

$6d_{bL}$

EC8
5.5.3.1.3(6)P
Σχέση 5.29

όπου d_{bL} είναι η ελάχιστη διάμετρος διαμήκους ράβδου της δοκού.

Συγκεντρωτικά, τα αποτελέσματα φαίνονται στους πίνακες των σελίδων που ακολουθούν.

Dual 1		Εγκάρσιοι οπλισμοί δοκών									
Θέση		Αριστερή κρίσιμη περ.		Εκτός κρίσιμης περ.		Δεξιά κρίσιμη περ.		Αριστερή κρίσ. περ.		Εκτός κρίσ. περ.	
		Στοιχείο		100				101			
		οπλισμός		Ø6/80		Ø6/210		Ø6/80		Ø6/210	
		Στοιχείο		103				104			
		οπλισμός		Ø6/80		Ø6/150		Ø6/80		Ø6/150	
		Στοιχείο		106							
		οπλισμός		Ø6/80		Ø6/140		Ø6/70			
		Στοιχείο		110				111			
		οπλισμός		Ø6/80		Ø6/210		Ø6/80		Ø6/210	
		Στοιχείο		113				114			
		οπλισμός		Ø6/80		Ø6/140		Ø6/80		Ø6/140	
		Στοιχείο		116							
		οπλισμός		Ø6/70		Ø6/130		Ø6/80			
		Στοιχείο		120				121			
		οπλισμός		Ø6/80		Ø6/210		Ø6/80		Ø6/210	
		Στοιχείο		123				124			
		οπλισμός		Ø6/80		Ø6/140		Ø6/80		Ø6/140	
		Στοιχείο		126							
		οπλισμός		Ø6/80		Ø6/140		Ø6/70			
		Στοιχείο		130				131			
		οπλισμός		Ø6/80		Ø6/210		Ø6/80		Ø6/210	
		Στοιχείο		133				134			
		οπλισμός		Ø6/80		Ø6/140		Ø6/80		Ø6/140	
		Στοιχείο		136							
		οπλισμός		Ø6/70		Ø6/120		Ø6/70			
		Στοιχείο		140				141			
		οπλισμός		Ø6/80		Ø6/210		Ø6/80		Ø6/210	
		Στοιχείο		143				144			
		οπλισμός		Ø6/80		Ø6/150		Ø6/80		Ø6/150	
		Στοιχείο		146							
		οπλισμός		Ø6/70		Ø6/120		Ø6/70			
		Στοιχείο		150				151			
		οπλισμός		Ø6/80		Ø6/190		Ø6/80		Ø6/190	
		Στοιχείο		153				154			
		οπλισμός		Ø6/70		Ø6/130		Ø6/70		Ø6/130	
		Στοιχείο		156							
		οπλισμός		Ø6/70		Ø6/120		Ø6/70			
		Στοιχείο		160				161			
		οπλισμός		Ø6/80		Ø6/200		Ø6/80		Ø6/200	
		Στοιχείο		163				164			
		οπλισμός		Ø6/70		Ø6/130		Ø6/70		Ø6/130	
		Στοιχείο		166							
		οπλισμός		Ø6/80		Ø6/120		Ø6/70			

Dual 1 Εγκάρσιοι οπλισμοί δοκών... (συνέχεια)						
Θέση		Αριστερή κρίσιμη περ.	Εκτός κρίσιμης περ.	Δεξιά κρίσιμη περ.	Αριστερή κρίσ. περ.	Εκτός κρίσ. περ.
Στοιχείο	Α-Α	170		171		
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/210	Ø6/80	Ø6/210
Στοιχείο	B-B	173		174		
		οπλισμός	Ø6/70	Ø6/130	Ø6/70	Ø6/130
Στοιχείο	C-C	176				
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/120	Ø6/70	
Στοιχείο	A-A	180		181		
		οπλισμός	Ø6/70	Ø6/250 (*)	Ø6/70	Ø6/250
Στοιχείο	B-B	183		184		
		οπλισμός	Ø6/70	Ø6/170	Ø6/70	Ø6/170
Στοιχείο	C-C	186				
		οπλισμός	Ø6/70	Ø6/140	Ø6/70	

Πίνακας 2.42 Εγκάρσιοι οπλισμοί των δοκών του φορέα Dual 1.

Dual 2 Εγκάρσιοι οπλισμοί δοκών						
Θέση		Αριστερή κρίσιμη περ.	Εκτός κρίσιμης περ.	Δεξιά κρίσιμη περ.	Αριστερή κρίσ. περ.	Εκτός κρίσ. περ.
Στοιχείο	Α-Α	191		101		
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/210	Ø6/80	Ø6/210
Στοιχείο	B-B	103		104		
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/140	Ø6/80	Ø6/140
Στοιχείο	C-C	106				
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/140	Ø6/80	
Στοιχείο	A-A	193		111		
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/210	Ø6/80	Ø6/210
Στοιχείο	B-B	113		114		
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/140	Ø6/80	Ø6/140
Στοιχείο	C-C	116				
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/130	Ø6/80	
Στοιχείο	A-A	195		121		
		οπλισμός	Ø6/70	Ø6/200	Ø6/80	Ø6/200
Στοιχείο	B-B	123		124		
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/140	Ø6/80	Ø6/140
Στοιχείο	C-C	126				
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/130	Ø6/70	
Στοιχείο	A-A	197		131		
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/190	Ø6/80	Ø6/190
Στοιχείο	B-B	133		134		
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/150	Ø6/80	Ø6/150
Στοιχείο	C-C	136				
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/120	Ø6/70	

Dual 2		Εγκάρσιοι οπλισμοί δοκών... (συνέχεια)					
Θέση		Αριστερή κρίσιμη περ.	Εκτός κρίσιμης περ.	Δεξιά κρίσιμη περ.	Αριστερή κρίσ. περ.	Εκτός κρίσ. περ.	
Στοιχείο	Α-Α	199		141			
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/200	Ø6/80	Ø6/200	Ø6/200
Στοιχείο	B-B	143		144			
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/150	Ø6/80	Ø6/150	Ø6/150
Στοιχείο	C-C	146					
		οπλισμός	Ø6/70	Ø6/120	Ø6/70	Ø6/130	Ø6/130
Στοιχείο	A-A	201		151			
		οπλισμός	Ø6/70	Ø6/200	Ø6/70	Ø6/200	Ø6/200
Στοιχείο	B-B	153		154			
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/130	Ø6/70	Ø6/130	Ø6/130
Στοιχείο	C-C	156					
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/120	Ø6/70	Ø6/130	Ø6/130
Στοιχείο	A-A	203		161			
		οπλισμός	Ø6/70	Ø6/200	Ø6/70	Ø6/200	Ø6/200
Στοιχείο	B-B	163		164			
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/130	Ø6/80	Ø6/130	Ø6/130
Στοιχείο	C-C	166					
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/120	Ø6/70	Ø6/130	Ø6/130
Στοιχείο	A-A	205		171			
		οπλισμός	Ø6/70	Ø6/210	Ø6/70	Ø6/210	Ø6/210
Στοιχείο	B-B	173		174			
		οπλισμός	Ø6/70	Ø6/130	Ø6/80	Ø6/130	Ø6/130
Στοιχείο	C-C	176					
		οπλισμός	Ø6/80	Ø6/120	Ø6/70	Ø6/130	Ø6/130
Στοιχείο	A-A	207		181			
		οπλισμός	Ø6/70	Ø6/250 (*)	Ø6/70	Ø6/250	Ø6/250
Στοιχείο	B-B	183		184			
		οπλισμός	Ø6/70	Ø6/170	Ø6/80	Ø6/170	Ø6/170
Στοιχείο	C-C	186					
		οπλισμός	Ø6/70	Ø6/130	Ø6/70	Ø6/130	Ø6/130

Πίνακας 2.43 Εγκάρσιοι οπλισμοί των δοκών των φορέα Dual 2.

(*) Οι αποστάσεις αντέξ, ήταν οι μόνες αποστάσεις που προέκυψαν από την απαίτηση ικανοποίησης των ελάχιστον γεωμετρικού ποσοστού διατυήσεως $\rho_{w,min}$ όπως δείχνει στη παράγραφο 2.10.4.2 των παρόντος.

2.10.5 Εγκάρσιος οπλισμός υποστυλωμάτων

2.10.5.1 Τέμνουσες σχεδιασμού V_{Ed}

EC8 5.5.2.2

Οι τέμνουσες σχεδιασμού των υποστυλωμάτων δεν προκύπτουν απευθείας από την ανάλυση αλλά σύμφωνα με τη θεωρία του ικανοτικού σχεδιασμού, με βάση την οποία οι τιμές των V_{Ed} θα πρέπει να προέρχονται από την ισορροπία του υποστυλώματος υπό την επιρροή των ροπών $M_{i,d}$ των άκρων του (όπου $i = 1 \text{ ή } 2$ δηλώνουν τα δύο άκρα του υποστυλώματος) που αντιστοιχούν στο σχηματισμό πλαστικής άρθρωσης για κάθε διεύθυνση σεισμικής δράσης. Οι τιμές των $M_{i,d}$ θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη το ενδεχόμενο ο σχηματισμός των πλαστικών αρθρώσεων να μην αναμένεται στα άκρα των δοκών που συνδέονται με το υπόψη υποστύλωμα, αλλά στα άκρα του τελευταίου (αν αναμένεται να σχηματισθούν εκεί πρώτα).

Οι τιμές $M_{i,d}$ των άκρων ενός υποστυλώματος θα πρέπει να καθορίζονται με βάση την ακόλουθη σχέση:

$$M_{i,d} = \gamma_{Rd} \cdot M_{Rc,i} \cdot \min\left(1, \frac{\sum M_{Rb}}{\sum M_{Rc}}\right)$$

EC8 5.5.2.2(3)

όπου

γ_{Rd} συντελεστής υπεραντοχής εξ' αιτίας της κράτυνσης του χάλυβα. Για υψηλής στάθμης πλαστιμότητας στύλους (DCH), λαμβάνεται:

$$\gamma_{Rd} = 1.3$$

$M_{Rc,i}$ η ροπή αντοχής του άκρου i του υποστυλώματος κατά τη φορά που ενεργοποιείται από την αντίστοιχη σεισμική δράση (λαμβάνοντας υπόψη το αξονικό φορτίο του αντίστοιχου συνδυασμού δράσεων).

$\sum M_R$ τα αθροίσματα των ροπών αντοχής των στύλων (δείκτης c) και των δοκών (δείκτης b) αντίστοιχα, που συμβάλλουν σε κάθε κόμβο δοκού - υποστυλώματος κατά την φορά που ενεργοποιούνται από την αντίστοιχη σεισμική δράση. Ειδικά για τις ροπές αντοχής των υποστυλωμάτων αυτές θα υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη και το αξονικό φορτίο του αντίστοιχου συνδυασμού δράσεων.

Στο σχήμα 2.53 παρουσιάζεται μία εφαρμογή για την περίπτωση υποστυλώματος στο οποίο πλαστική άρθρωση (για τη σεισμική δράση που θεωρείται) αναμένεται μόνο στο ένα άκρο του (το άνω) ενώ στο άλλο η πλαστική άρθρωση αναμένεται να σχηματισθεί πρώτα στις δοκούς που συμβάλλουν στο κόμβο εκείνο.

Με γνωστές τις ροπές στα άκρα του στοιχείου μπορούμε να εφαρμόσουμε τη σχέση της ομόλογης δοκού (ή συμπληρωματικής τέμνουσας) για τον υπολογισμό των τεμνουσών σχεδιασμού. Η εφαρμογή των σχέσεων αυτών για το υποστύλωμα του παραπάνω σχήματος θα δώσει:

$$V_{Ed,1} = \frac{M_{2,d} + M_{1,d}}{l_{cl}} = V_{Ed,2}$$

EC8 5.5.2.2(1)

EC8 5.5.2.2(2)

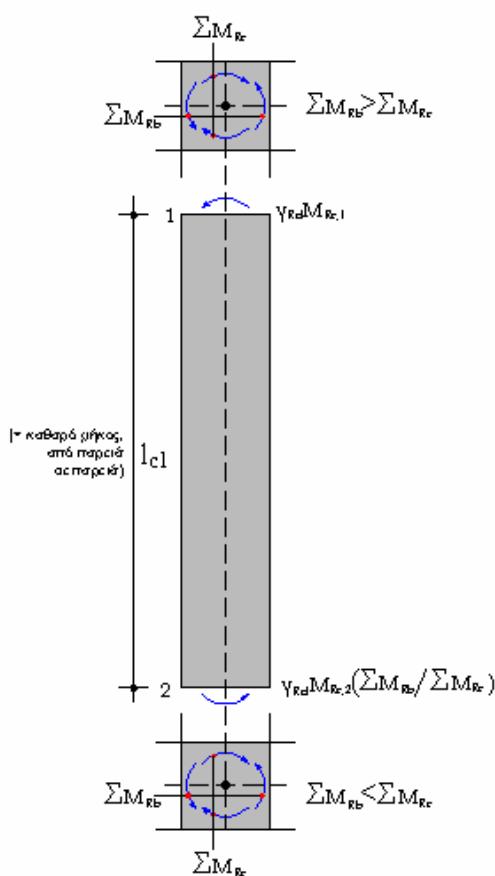
EC8 5.5.2.2(3)

EC8 Σχέση 5.9

EC8 5.5.2.2(4)

EC8 5.5.2.2(4)

Από τη θεώρηση της σεισμικής διέγερσης με αντίθετη φορά θα προκύψουν και οι άλλες δύο ζητούμενες τιμές των τεμνουσών σχεδιασμού του υποστυλώματος.



EC8 Figure 5.2

Σχήμα 2.53 Παράδειγμα εφαρμογής του ικανοτικού κανόνα για τον προσδιορισμό των τεμνονοσών σχεδιασμού σε υποστόλωμα σύμφωνα με τον EC8. Στο παράδειγμα αυτό ο σχηματισμός πλαστικών αρθρώσεων αναμένεται στα υποστολώματα για το άνω άκρο (άκρο 1) και στις δοκούς για το κάτω άκρο (άκρο 2).

Στη συνέχεια θα υπολογισθούν οι τέμνουνσες σχεδιασμού για το ακραίο υποστόλωμα ισογείου του εξωτερικού πλαισίου του φορέα Dual 1 (τομή A-A σχήματος 2.7 & στοιχείο 1 σχήματος 2.33 του παρόντος).

Στη παράγραφο 2.10.4.1 του παρόντος υπολογίσαμε τις ροπές αντοχής και τα αθροίσματα των ροπών αντοχής των υποστυλωμάτων και της δοκού που συμβάλλουν στο κόμβο της κεφαλής του υπόψη υποστυλώματος (ο άλλος κόμβος θεωρείται πακτωμένος στη θεμελίωση):

Κεφαλή ακραίου υποστυλώματος ισογείου (στοιχείο 1, διατομή 40x40)

$$\text{Συνδυασμός } E_x^+ \quad M_{Rc} = 149.3 \text{ kNm}$$

$$\text{Συνδυασμός } E_x^- \quad M_{Rc} = 163.8 \text{ kNm}$$

Πόδας ακραίου υποστυλώματος ισογείου (στοιχείο 1, διατομή 40x40)

$$\text{Συνδυασμός } E_x^+ \quad M_{Rc} = 151.5 \text{ kNm}$$

$$\text{Συνδυασμός } E_x^- \quad M_{Rc} = 165.9 \text{ kNm}$$

Πόδας ακραίου υποστυλώματος 1^ο ορόφου (στοιχείο 2, διατομή 40x40)

$$\text{Συνδυασμός } E_x^+ \quad M_{Rc} = 144.2 \text{ kNm}$$

$$\text{Συνδυασμός } E_x^- \quad M_{Rc} = 158.7 \text{ kNm}$$

Δοκός (στοιχείο 100)

$$\begin{array}{ll} \text{Θετική ροπή αντοχής} & M_{Rb}^+ = 96.79 \text{ kNm} \\ \text{Αρνητική ροπή αντοχής} & M_{Rb}^- = 77.9 \text{ kNm} \end{array}$$

Μπορούμε έτσι να υπολογίσουμε τα αθροίσματα των ροπών αντοχής των υποστυλωμάτων και της δοκού που συμβάλλουν στο κόμβο κεφαλής του υποστυλώματος ισογείου που μελετούμε εδώ:

$$\begin{array}{ll} \text{Συνδυασμός } E_x^+ & \sum M_{Rc} = 149.3 + 144.2 = 293.5 \text{ kNm} \\ & \sum M_{Rb} = 77.9 \text{ kNm} \\ \text{Συνδυασμός } E_x^- & \sum M_{Rc} = 163.8 + 158.7 = 322.5 \text{ kNm} \\ & \sum M_{Rb} = 96.79 \text{ kNm} \end{array}$$

Έτσι οι λόγοι των αθροισμάτων αντοχής δοκών και στύλων για κάθε διεύθυνση σεισμικής δράσης θα είναι:

$$\begin{array}{ll} \text{Συνδυασμός } E_x^+ & \frac{\sum M_{Rb}}{\sum M_{Rc}} = \frac{77.9}{293.5} = 0.265 < 1 \\ \text{Συνδυασμός } E_x^- & \frac{\sum M_{Rb}}{\sum M_{Rc}} = \frac{96.79}{322.5} = 0.3 < 1 \end{array}$$

Μπορούμε να υπολογίσουμε έτσι τις τέμνουσες που αναπτύσσονται στα άκρα του υποστυλώματος για τις δύο διευθύνσεις της σεισμικής δράσης.

Συνδυασμός E_x^+

$$\begin{aligned} l_{cl} &= 4.5 - 0.38 = 4.12 \text{ m (*)} \\ M_{1,d} &= \gamma_{Rd} \cdot M_{Rc,1} \cdot \min\left(1, \frac{\sum M_{Rb}}{\sum M_{Rc}}\right) = 1.3 \cdot 149.3 \cdot 0.265 = 51.4 \text{ kNm} \\ M_{2,d} &= \gamma_{Rd} \cdot M_{Rc,2} \cdot \min\left(1, \frac{\sum M_{Rb}}{\sum M_{Rc}}\right) = 1.3 \cdot 151.5 \cdot 1 = 196.95 \text{ kNm} \\ V_{Ed,1} &= \frac{51.4 + 196.95}{4.12} = 60.28 \text{ kN} = V_{Ed,2} \end{aligned}$$

Συνδυασμός E_x^-

$$\begin{aligned} M_{1,d} &= \gamma_{Rd} \cdot M_{Rc,1} \cdot \min\left(1, \frac{\sum M_{Rb}}{\sum M_{Rc}}\right) = 1.3 \cdot 163.8 \cdot 0.3 = 63.9 \text{ kNm} \\ M_{2,d} &= \gamma_{Rd} \cdot M_{Rc,2} \cdot \min\left(1, \frac{\sum M_{Rb}}{\sum M_{Rc}}\right) = 1.3 \cdot 165.9 \cdot 1 = 215.67 \text{ kNm} \\ V_{Ed,1} &= \frac{63.9 + 215.67}{4.12} = 67.8 \text{ kN} = V_{Ed,2} \end{aligned}$$

(*) Το κέντρο βάρους της πλακοδοκού έχει υπολογισθεί σε απόσταση 0.38 m από την κάτω παρειά της δοκού (για τις διαστάσεις της διατομής βλ. παρ. 2.10.2.2γ των παρόντος).

Η τέμνουσα του υποστυλώματος αυτού για το βασικό συνδυασμό δράσεων προέκυψε (πίνακας 18 του παρόντος):

$$V_{Ed,1} = 4.2kN = V_{Ed,2}$$

Η πορεία υπολογισμού του εγκάρσιου οπλισμού των υποστυλωμάτων, όπως θα παρουσιασθεί στις παραγράφους που ακολουθούν, μπορεί να μεθοδευτεί σύμφωνα με τα παρακάτω:

1. Έλεγχος των απαιτήσεων του EC8 για την εξασφάλιση πλαστιμότητας στις κρίσιμες περιοχές των υποστυλωμάτων (αναφορικά με τον εγκάρσιο οπλισμό). Εδώ καθορίζεται η έκταση των κρισίμων περιοχών των υποστυλωμάτων, ο τρόπος διάταξης του εγκάρσιου οπλισμού, η ελάχιστη επιτρεπόμενη διάμετρος των συνδετήρων και η μέγιστη επιτρεπόμενη απόστασή τους.
2. Έλεγχος των απαιτήσεων του EC8 αναφορικά με την ικανότητα περίσφιξης του σκυροδέματος, που προσφέρει η επιλεχθείσα διάταξη του εγκάρσιου οπλισμού, στις κρίσιμες περιοχές του υποστυλώματος.
3. Έλεγχος της αντοχής του υποστυλώματος σε διάτημη. Ο έλεγχος αυτός θα πρέπει να πραγματοποιείται τόσο εντός όσο και εκτός κρισίμων περιοχών του υποστυλώματος (με βάση τις απαιτήσεις διάταξης του εγκάρσιου οπλισμού υποστυλωμάτων που περιλαμβάνονται στον EC2).

EC8 5.5.3.2.2

EC8 5.5.3.2.2(9)

EC8
5.5.3.2.1(1)P

2.10.5.2 Έλεγχος των απαιτήσεων για την εξασφάλιση πλαστιμότητας (αναφορικά με τους εγκάρσιους οπλισμούς των υποστυλωμάτων)

EC8 5.5.3.2.2

Ως κρίσιμες περιοχές υποστυλωμάτων (περιοχές πιθανών πλαστικών αρθρώσεων) για υποστυλώματα με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (DCH), θεωρούνται τα ακραία τμήματα του υποστυλώματος πάνω και κάτω από τους κόμβους, με μήκος l_{cr} από την παρειά του κόμβου το οποίο δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$l_{cr} = \max \left\{ \frac{1.5 \cdot h_c}{6}, \frac{l_{cl}}{6}, 0.6 \right\} = \begin{cases} 1.5 \cdot 0.4 = 0.6m \\ \frac{l_{cl}}{6} = \frac{4.12}{6} = 0.69m \Rightarrow l_{cr} = 0.69m \\ 0.6m \end{cases}$$

EC8
5.5.3.2.2(3)P

EC8 5.5.3.2.2(4)

EC8 Σχέση 5.30

όπου

h_c η μεγαλύτερη διάσταση της διατομής του υποστυλώματος (σε μέτρα).

l_{cl} το καθαρό μήκος του υποστυλώματος (από παρειά σε παρειά) όπως υπολογίσθηκε στην προηγούμενη παράγραφο.

Ειδικά για τα υποστυλώματα των δύο κατώτερων ορόφων κάθε φορέα υψηλής στάθμης πλαστιμότητας (DCH), θα πρέπει η διαμόρφωση των εγκαρσίων οπλισμών στις κρίσιμες περιοχές αυτών να επεκτείνεται σε ένα πρόσθετο μήκος ίσο με το μισό του κρισίμου ή ισοδύναμα να θεωρείται κρίσιμη περιοχή με μήκος:

$$l_{cr} = 1.50 \cdot 0.69 = 1.03m$$

EC8
5.5.3.2.2(13)P

Τέλος, όπως τονίσθηκε και στη παράγραφο 2.1 του παρόντος, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η επιρροή των τοιχοποιιών στο καθορισμό των κρισίμων περιοχών των υποστυλωμάτων, παρόλο που αυτές δεν έχουν συμπεριληφθεί στο μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση του φορέα (ο φορέας δηλαδή θεωρήθηκε πως παραμορφώνεται ανεξάρτητα από την ύπαρξη των στοιχείων πληρώσεως).

EC8 5.9

Οι κρισιμες περιοχές των υποστυλωμάτων που υπολογίσθηκαν όπως ανωτέρω, τροποποιούνται λόγω της ύπαρξης των τοιχοποιιών στις δύο ακόλουθες περιπτώσεις:

- 'Όταν ο τοίχος δεν εκτείνεται σε ολόκληρο το καθαρό ύψος του υποστυλώματος.
- 'Όταν ο τοίχος εκτείνεται σε ολόκληρο το καθαρό ύψος του υποστυλώματος αλλά υπάρχει μόνο από την μία πλευρά του (π.χ. γωνιακά υποστυλώματα)

EC8 5.9(2)

EC8 5.9(3)

Από τις προηγούμενες δύο περιπτώσεις, μόνο η δεύτερη συναντάται στους φορείς που μελετούμε καθότι θεωρούμε πως οι όλες οι τοιχοποιίες εκτείνονται σε ολόκληρο το ύψος των υποστυλωμάτων. Στη περίπτωση αυτή ολόκληρο το ύψος του αντίστοιχου υποστυλώματος θα θεωρείται ως κρίσιμο.

EC8 5.9(3)

Το υποστύλωμα που διαστασιογείται εδώ αναλυτικά (στοιχείο 1 της τομής A-A του φορέα Dual 1, βλέπε σχήμα 2.33 του παρόντος), είναι ένα γωνιακό υποστύλωμα (βλέπε και σχήμα 2.7) συνεπώς ολόκληρο το ύψος του θα θεωρηθεί ως κρίσιμο.

EC8
5.5.3.2.2(11)P

Η διάμετρος και η απόσταση των συνδετήρων των κρισίμων περιοχών των υποστυλωμάτων θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε αφενός να εξασφαλίζεται ένα ελάχιστο επίπεδο πλαστιμότητας, αφετέρου να εμποδίζεται ο λυγισμός των διαμήκων ράβδων οπλισμού του υποστυλώματος. Η διάταξή τους (σε κάτοψη) θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε η διατομή του υποστυλώματος να επωφελείται από τη δημιουργία της τριαξονικής εντατικής κατάστασης που παράγουν οι κατάλληλα διαταγμένοι συνδετήρες.

Τα προηγούμενα θεωρούμε πως εξασφαλίζονται όταν ικανοποιούνται οι ακόλουθες τρεις απαιτήσεις:

EC8
5.5.3.2.2(12)

- Η διάμετρος d_{bw} των συνδετήρων ικανοποιεί την ακόλουθη έκφραση:

$$d_{bw} \geq 0.4 \cdot d_{bL,max} \cdot \sqrt{\frac{f_{ydl}}{f_{ydw}}} = 0.4 \cdot 16 \cdot 1 = 6.4\text{mm}$$

EC8 Σχέση 5.31

όπου

$d_{bL,max}$ η μέγιστη διάμετρος διαμήκους ράβδου του υποστυλώματος.

f_{ydl} η αντοχή σχεδιασμού του διαμήκους οπλισμού.

f_{ydw} η αντοχή σχεδιασμού του εγκάρσιου οπλισμού. Τόσο για τους διαμήκεις όσο για τους εγκάρσιους οπλισμούς λαμβάνεται ποιότητα χάλυβα S400 (βλέπε παράγραφο 3.2 του παρόντος).

- Η απόσταση των συνδετήρων (μετρημένη σε χιλιοστά) δεν θα πρέπει να υπερβαίνει την ακόλουθη τιμή:

$$s = \min \begin{cases} b_0/3 = 314/3 = 105\text{mm} \\ 125\text{mm} \\ 6 \cdot d_{bw} = 6 \cdot 16 = 96\text{mm} \end{cases} \Rightarrow s = 96\text{mm}$$

EC8 Σχέση 5.32

όπου

b_0 η ελάχιστη διάσταση του περισφιγμένου πυρήνα (μετρημένη από την εσωτερική πλευρά των συνδετήρων). Θεωρώντας συνδετήρες διαμέτρου 8 mm και την ονομαστική τιμή της επικάλυψης του σκυροδέματος που υπολογίσθηκε στη παράγραφο 2.10.2.2α θα έχουμε:

$$b_0 = b_c - 2 \cdot c_{nom} - 2 \cdot d_{bw} = 400 - 2 \cdot 35 - 2 \cdot 8 = 314\text{mm}$$

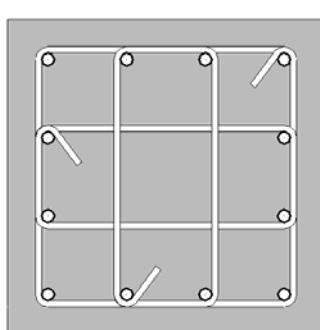
d_{bw} η ελάχιστη διάμετρος διαμήκους ράβδου του υποστυλώματος.

c. Η απόσταση διαδοχικών διαμήκων ράβδων οπλισμού του υποστυλώματος που συγκρατούνται από συνδετήρες ή εγκαρσίους συνδέσμους δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 150 mm. Είδαμε στη παράγραφο 2.10.3.2γ πως η απαίτηση αυτή καθορίζει τον αριθμό των διαμήκων ράβδων που θα τοποθετηθούν σε κάθε πλευρά της διατομής ώστε η μεταξύ τους απόσταση να μην υπερβαίνει τα 150 mm (υπό την προϋπόθεση πως όλοι τους συγκρατούνται από συνδετήρες ή εγκαρσίους συνδέσμους).

Στο υποστύλωμα που διαστασιολογείται εδώ έχουν τοποθετηθεί 4 ράβδοι διαμέτρου 16 mm σε κάθε πλευρά (πίνακας 2.39 του παρόντος). Η μεταξύ τους απόσταση θα είναι:

$$s = \frac{b - 2 \cdot c_{nom} - 2 \cdot d_{bw} - d_{bw}}{3} = \frac{400 - 2 \cdot 35 - 2 \cdot 8 - 16}{3} = 99\text{mm}$$

Επιλέγουμε (αρχικά τουλάχιστον) την τοποθέτηση συνδετήρων διαμέτρου 8 mm σε απόσταση 90mm μεταξύ τους, σε διάταξη που φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:



Σχήμα 2.54 Διάταξη των εγκαρσίων οπλισμού (συνδετήρες) σε κάτοψη, στη διατομή υποστυλώματος με διαστάσεις 0.40 x 0.40, ώστε να ικανοποιούνται οι ελάχιστες απαίτησεις του EC8 για την εξασφάλιση πλάστιμης συμπεριφοράς στις κρίσιμες περιοχές.

2.10.5.3 Έλεγχος περίσφιξης σκυροδέματος στις κρίσιμες περιοχές των υποστυλωμάτων

Στις κρίσιμες περιοχές των υποστυλωμάτων θα πρέπει να εξασφαλίζεται μία τιμή του δείκτη πλαστιμότητας καμπυλοτήτων μ_φ τουλάχιστον ίση με:

$$\begin{cases} \mu_\varphi = 2 \cdot q_0 - 1 & \text{αν } T_1 \geq T_C \\ \mu_\varphi = 1 + 2 \cdot (q_0 - 1) \cdot \frac{T_C}{T_1} & \text{αν } T_1 \leq T_C \end{cases}$$

EC8 5.5.3.2.2(7)

EC8 5.2.3.4(3)

EC8 Σχέση 5.4

EC8 Σχέση 5.5

όπου για $T_1 = 0.714$ sec (φορέας Dual 1) $> T_C = 0.6$ sec, θα είναι:

$$\mu_\varphi = 2 \cdot q_0 - 1 = 2 \cdot 5.4 - 1 = 9.8$$

όπου

q_0 η βασική τιμή του δείκτη συμπεριφοράς όπως υπολογίσθηκε στη παράγραφο 2.5.2.2γ του παρόντος.

Εάν για την παραπάνω τιμή του δείκτη πλαστιμότητας καμπυλοτήτων, απαιτείται σε κάποια θέση της διατομής, ανηγμένη παραμόρφωση σκυροδέματος μεγαλύτερη από την τιμή $\varepsilon_{cu2} = 0.0035$, η μείωση της αντοχής που θα προκληθεί από την αποφλοίωση του σκυροδέματος της επικάλυψης θα πρέπει να αναπληρώνεται μέσω της περίσφιξης του πυρήνα σκυροδέματος από τους εγκάρσιους οπλισμούς.

Οι προηγούμενες απαιτήσεις θεωρούμε πως ικανοποιούνται όταν ισχύει η ακόλουθη σχέση:

$$\alpha \cdot \omega_{wd} \geq 30 \cdot \mu_\varphi \cdot v_d \cdot \varepsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0.035$$

EC8
5.5.3.2.2(8)P

EC8 5.5.3.2.2(9)

όπου

ω_{wd} το μηχανικό ογκομετρικό ποσοστό των εγκαρσίων οπλισμών της κρίσιμης περιοχής του υποστυλώματος. Δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\omega_{wd} = \frac{\text{όγκος συνδετήρων}}{\text{όγκος πυρήνα σκυροδέματος}} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \rho_w \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$$

μ_φ η απαιτούμενη τιμή του δείκτη πλαστιμότητας καμπυλοτήτων, όπως υπολογίσθηκε στην αρχή αυτής της παραγράφου.

v_d η ανηγμένη τιμή του αξονικού φορτίου σχεδιασμού (N_{Ed}).

$\varepsilon_{sy,d}$ παραμόρφωση σχεδιασμού του χάλυβα κατά τη διαρροή.

h_c ύψος διατομής υποστυλώματος (η διάσταση του υποστυλώματος η παράλληλη στη διεύθυνση στην οποία υπολογίσθηκε η παραπάνω απαιτούμενη τιμή του μ_φ)

h_0 ύψος του πυρήνα σκυροδέματος (μετρούμενο από τον άξονα των εξωτερικών συνδετήρων)

b_c πλάτος διατομής υποστυλώματος .

b_0 πλάτος πυρήνα σκυροδέματος (μετρούμενο από τον άξονα των εξωτερικών συνδετήρων)

α συντελεστής αποδοτικότητας της περίσφιξης που είναι ίσος με:

$$\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s$$

EC8 Σχέση 5.15

- α_n συντελεστής ο οποίος λαμβάνει υπόψη τα απερίσφικτα τμήματα (παραβολικής μορφής) που εμφανίζονται στο επίπεδο των συνδετήρων ανάλογα με τη διάταξη των τελευταίων. Για ορθογωνικές διατομές, λαμβάνεται:

$$\alpha_n = 1 - \sum_n \frac{b_i^2}{6 \cdot b_0 \cdot h_0}$$

EC8
Σχέση 5.16a

- α_s συντελεστής παρόμοιος με τον προηγούμενο, ο οποίος λαμβάνει υπόψη τα απερίσφικτα τμήματα σκυροδέματος, που εμφανίζονται στις περιοχές μεταξύ των (διαφορετικών επιπέδων) συνδετήρων. Για ορθογωνικές διατομές, λαμβάνεται:

$$\alpha_s = \left(1 - \frac{s}{2 \cdot b_0}\right) \cdot \left(1 - \frac{s}{2 \cdot h_0}\right)$$

EC8
Σχέση 5.17a

- n ο συνολικός αριθμός διαμήκων ράβδων της διατομής που συγκρατούνται από συνδετήρες ή εγκαρσίους συνδέσμους.
- b_i απόσταση μεταξύ διαδοχικών διαμήκων ράβδων οι οποίες συγκρατούνται από συνδετήρες ή εγκαρσίους συνδέσμους.
- s απόσταση συνδετήρων

Αν εφαρμόσουμε τα προηγούμενα στο ακραίο υποστύλωμα ισογείου του εξωτερικού πλαισίου του φορέα Dual 1 (τομή A-A σχήματος 2.7 & στοιχείο 1 σχήματος 2.33 του παρόντος) θα έχουμε:

$$b_c = h_c = 400\text{mm}$$

$$b_0 = h_0 = b_c - 2 \cdot c_{\text{nom}} - d_{\text{bw}} = 400 - 2 \cdot 35 - 8 = 322\text{mm}$$

$$s = 90\text{mm}$$

$$\rho_w = \frac{\left(8 \cdot b_0 + 4 \cdot \left(\frac{b_0}{3}\right)\right) \cdot \frac{\pi \cdot 8^2}{4}}{b_0^2 \cdot s} = \frac{\left(8 \cdot 322 + 4 \cdot \left(\frac{322}{3}\right)\right) \cdot 50.26}{322^2 \cdot 90} = 0.01618$$

$$\omega_{wd} = \rho_w \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = 0.01618 \cdot \frac{347.83}{13.33} = 0.422$$

$$\alpha_n = 1 - \sum_n \frac{b_i^2}{6 \cdot b_0 \cdot h_0} = 1 - \frac{12 \cdot \left(\frac{322}{3}\right)^2}{6 \cdot 322^2} = 0.777$$

$$\alpha_s = \left(1 - \frac{s}{2 \cdot b_0}\right) \cdot \left(1 - \frac{s}{2 \cdot h_0}\right) = \left(1 - \frac{90}{2 \cdot 322}\right)^2 = 0.74$$

$$\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s = 0.777 \cdot 0.74 = 0.575$$

$$\varepsilon_{sy,d} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{347.83}{200000} = 0.00174$$

Αναφορικά με το ανηγμένο αξονικό φορτίο σχεδιασμού v_{Ed} είναι προφανές πως δυσμενέστερο είναι το μεγαλύτερο ανηγμένο αξονικό φορτίο που εμφανίζεται σε κάθε κρίσιμη περιοχή υποστυλώματος για το σεισμικό συνδυασμό δράσεων.

Δοθέντος πως για το (γωνιακό) υποστύλωμα που ελέγχεται εδώ ολόκληρο το ύψος του θεωρείται ως κρίσιμο, στον προηγούμενο έλεγχο θα χρησιμοποιηθεί το μεγαλύτερο ανηγμένο αξονικό φορτίο της βάσης του:

$$v_{Ed} = 0.257 \text{ (η θλίψη λαμβάνεται θετική)}$$

Έτσι ο έλεγχος του υπάρχοντος μηχανικού ογκομετρικού ποσοστού οπλισμού μπορεί να γίνει ως εξής:

$$30 \cdot \mu_\varphi \cdot v_d \cdot \varepsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0.035 = 30 \cdot 9.8 \cdot 0.257 \cdot 0.00174 \cdot \frac{0.4}{0.322} - 0.035 = 0.128$$

και

$$\alpha \cdot \omega_{wd} = 0.575 \cdot 0.422 = 0.243 > 0.128$$

Είναι προφανές δηλαδή πως τηρώντας τις ελάχιστες απαιτήσεις του κανονισμού αναφορικά με τη διάταξη του εγκάρσιου οπλισμού στις κρίσιμες περιοχές των υποστυλωμάτων, επιτυγχάνεται τέτοιος βαθμός περίσφιξης ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη τιμή του δείκτη πλαστιμότητας καμπυλοτήτων.

Τέλος μία ελάχιστη τιμή του μηχανικού ογκομετρικού ποσοστού ω_{wd} θα πρέπει να εξασφαλίζεται:

- $\omega_{wd} \geq 0.12$ στις βάσεις των υποστυλωμάτων
- $\omega_{wd} \geq 0.08$ στις υπόλοιπες κρίσιμες περιοχές εκτός των βάσεων

Θα πρέπει στο σημείο αυτό να τονίσουμε πως παρόλο που η διατύπωση του αντίστοιχου άρθρου του κανονισμού (EC8 5.5.3.2.2(10)) δεν είναι ξεκάθαρη (αναφορικά με τις θέσεις ελέγχου της ελάχιστης τιμής του ω_{wd}), σε καμία κρίσιμη περιοχή υποστυλώματος των φορέων που αναλύονται εδώ δεν διαπιστώθηκε τιμή του ω_{wd} μικρότερη από 0.12 (που είναι η δυσμενέστερη εκ των δύο ελαχίστων που ορίζονται παραπάνω).

EC8
5.5.3.2.2(10)

2.10.5.4 Έλεγχος αντοχής σε διάτμηση

EC8
5.5.3.2.1(1)P

Η αντοχή σε διάτμηση υπολογίζεται με τις σχέσεις που παρουσιάσθηκαν στην αντίστοιχη παράγραφο των δοκών (παρ. 2.10.4.2).

Μοναδική διαφοροποίηση συγκριτικά με τις δοκούς, είναι πως η κλίση των θλιβόμενων διαγωνίων ως προς τον διαμήκη άξονα του υποστυλώματος, υπολογίζεται ακόμη και για τις κρίσιμες περιοχές αυτών από την ακόλουθη σχέση:

$$\cot\theta = 1.25 + 3 \cdot v_{Ed} \leq 1.75$$

όπου v_{Ed} είναι το ανηγμένο αξονικό φορτίο της διατομής (η θλίψη λαμβάνεται θετική).

Διακρίνομε τις ακόλουθες περιπτώσεις:

Συνδυασμός E_x^+

$$v_{Ed} = 0.194 \Rightarrow \cot\theta = 1.25 + 3 \cdot 0.194 = 1.832 > 1.75 \Rightarrow \tan\theta = \frac{1}{\cot\theta} = \frac{1}{1.75} = 0.57$$

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta = \frac{4 \cdot 0.5}{9} \cdot (0.9 \cdot 35) \cdot 34.78 \cdot 1.75 = 426.05 \text{kN}$$

και

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z \cdot v_1 \frac{f_{cd}}{(\cot\theta + \tan\theta)} = 1 \cdot 0.4 \cdot 0.9 \cdot 0.35 \cdot 0.552 \cdot \frac{13333.33}{1.75 + 0.57} = 399.7 \text{kN}$$

Είναι έτοι:

$$\min V_{Rd} = 399.7 \text{kN} > V_{Ed} = 60.28 \text{kN}$$

Κεφαλή

$$v_{Ed} = 0.186 \Rightarrow \cot\theta = 1.25 + 3 \cdot 0.186 = 1.808 > 1.75 \Rightarrow \tan\theta = \frac{1}{\cot\theta} = \frac{1}{1.75} = 0.57$$

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta = \frac{4 \cdot 0.5}{9} \cdot (0.9 \cdot 35) \cdot 34.78 \cdot 1.75 = 426.05 \text{kN}$$

και

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z \cdot v_1 \frac{f_{cd}}{(\cot\theta + \tan\theta)} = 1 \cdot 0.4 \cdot 0.9 \cdot 0.35 \cdot 0.552 \cdot \frac{13333.33}{1.75 + 0.57} = 399.7 \text{kN}$$

Είναι έτοι:

$$\min V_{Rd} = 399.7 \text{kN} > V_{Ed} = 60.28 \text{kN}$$

Συνδυασμός E_x^-

Πόδας

$$v_{Ed} = 0.258 \Rightarrow \cot\theta = 1.25 + 3 \cdot 0.258 = 2.024 > 1.75 \Rightarrow \tan\theta = \frac{1}{\cot\theta} = \frac{1}{1.75} = 0.57$$

Προκύπτει πάλι:

$$\min V_{Rd} = 399.7 \text{kN} > V_{Ed} = 67.8 \text{kN}$$

Κεφαλή

$$v_{Ed} = 0.25 \Rightarrow \cot\theta = 1.25 + 3 \cdot 0.25 = 2.0 > 1.75 \Rightarrow \tan\theta = \frac{1}{\cot\theta} = \frac{1}{1.75} = 0.57$$

Προκύπτει πάλι:

$$\min V_{Rd} = 399.7 \text{kN} > V_{Ed} = 67.8 \text{kN}$$

Παρόλο που στο συγκεκριμένο υποστύλωμα (και σε όλα τα υπόλοιπα των δύο φορέων που έχουν τοιχοποιία μόνο από τη μία πλευρά τους) ως κρίσιμο θεωρήθηκε ολόκληρο το ύψος του, στα υποστυλώματα που αυτό δεν συμβαίνει θα πρέπει να πραγματοποιηθεί έλεγχος σε διάτμηση και εκτός των κρισίμων περιοχών.

Η διαμόρφωση των συνδετήρων διατηρείται όπως και εντός των κρισίμων περιοχών του αντίστοιχου υποστυλώματος που ελέγχεται, αλλά ανδάνεται η απόστασή τους έτσι ώστε να ικανοποιείται η ακόλουθη έκφραση:

$$s = \min \begin{cases} 20 \cdot d_{bL,min} \\ \min(b_c, h_c) \\ 400\text{mm} \end{cases}$$

Η ελάχιστη διάμετρος εγκάρσιου οπλισμού εκτός κρισίμων περιοχών, δίνεται από την ακόλουθη έκφραση:

$$d_{bw,min} = \begin{cases} 6\text{mm} \\ d_{bL,max}/4 \end{cases}$$

Δοθέντος ότι η μέγιστη διάμετρος διαμήκουνς ράβδου υποστυλώματος που χρησιμοποιείται στους φορείς της παρούσας ανάλυσης είναι 18 mm προκύπτει από την προηγούμενη έκφραση $d_{bw,min} = 6 \text{ mm} < 8 \text{ mm}$ που είναι η διάμετρος που χρησιμοποιείται στους εγκάρσιους οπλισμούς όλων των υποστυλωμάτων των δύο φορέων.

Συμπεραίνουμε, τέλος πως για το υποστύλωμα που ελέγχθηκε εδώ, αρκούν συνδετήρες διαμέτρου 8 mm, σε διάταξη όπως αυτή του σχήματος 54 και σε καθ' ύψος απόσταση ίση με 90 mm για όλο το ύψος του στοιχείου.

2.10.5.5 Εγκάρσιος οπλισμός των υπολοίπων υποστυλωμάτων των δύο φορέων

Για τα υπόλοιπα υποστυλώματα των δύο φορέων της παρούσας ανάλυσης υπολογίσθηκε ο απαιτούμενος εγκάρσιος οπλισμός, ακολουθώντας τη διαδικασία που περιγράφηκε με λεπτομέρεια στις προηγούμενες παραγράφους (2.10.5.1 – 2.10.5.4 του παρόντος).

Βασικό συμπέρασμα από την προηγούμενη διαδικασία είναι πως αν εξαιρέσουμε τις παρακάτω δύο περιπτώσεις υποστυλωμάτων, για όλα τα υπόλοιπα οι ελάχιστες απαιτήσεις του κανονισμού για την εξασφάλιση πλαστιμότητας αρκούν για να εξασφαλίσουν ικανοποιητική περίσφιξη και αντοχή σε διάτμηση στις κρίσιμες περιοχές τους. Οι δύο περιπτώσεις υποστυλωμάτων στις οποίες απαιτήθηκε πόκνωση των συνδετήρων (μικρότερο s) ήταν αυτές στις οποίες το ανηγμένο αξονικό φορτίο σχεδιασμού (για τους σεισμικούς συνδυασμούς δράσεων) πλησίαζε περισσότερο το μέγιστο επιτρεπτό (0.55) και ήταν:

- τα εσωτερικά υποστυλώματα των 3 πρώτων ορόφων των πλαισίων τομής B-B και των δύο φορέων (βλ. σχήματα 2.7 & 2.9).
- τα ακραία υποστυλώματα του ισογείου των πλαισίων τομής C-C και των δύο φορέων (βλ. σχήματα 2.7 & 2.10).

EC2 9.5.3(2)

EC2 9.5.3(1)

EC8
5.5.3.2.1(3)p

Αναφορικά τέλος, με τον έλεγχο εκτός κρισίμων περιοχών, η τοποθέτηση των συνδετήρων στις αποστάσεις που ορίζει ο EC2 (βλ. παράγραφο 2.10.5.4 του παρόντος) βρέθηκε επαρκής για την αντιμετώπιση του κυνδύνου διατμητικής αστοχίας στις περισσότερες περιπτώσεις υποστυλωμάτων που μελετήθηκαν εδώ.

Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται οι εγκάρσιοι οπλισμοί που υπολογίσθηκαν για τα υποστυλώματα των δύο φορέων της παρούσας ανάλυσης.

Dual 1 Εγκάρσιοι οπλισμοί υποστυλωμάτων πλαισίου τομής Α -Α					
Στοιχείο	Θέση	Οπλισμοί	Στοιχείο	Θέση	Οπλισμοί
1	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/90	10	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/90
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Γωνιακό υποστύλωμα (*)		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα (*)
2	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/90	11	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/90
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Γωνιακό υποστύλωμα		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
3	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/90	12	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/90
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Γωνιακό υποστύλωμα		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
4	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/80	13	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/80
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Γωνιακό υποστύλωμα		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
5	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/80	14	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/80
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Γωνιακό υποστύλωμα		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
6	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/70	15	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/70
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Γωνιακό υποστύλωμα		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
7	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/70	16	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/70
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Γωνιακό υποστύλωμα		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
8	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/70	17	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/70
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Γωνιακό υποστύλωμα		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
9	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/70	18	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/70
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Γωνιακό υποστύλωμα		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα

Πίνακας 2.44 Εγκάρσιοι οπλισμοί των υποστυλωμάτων της τομής Α-Α του φορέα Dual 1 (η αρίθμηση των δομικών στοιχείων φαίνεται στο σχήμα 2.34 ενώ οι τομές στο σχήμα 2.7 του παρόντος).

Dual 1 Εγκάρσιοι οπλισμοί υποστυλωμάτων πλαισίου τομής Β -Β					
Στοιχείο	Θέση	Οπλισμοί	Στοιχείο	Θέση	Οπλισμοί
37	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/90	46	Κρίσιμες περιοχές	Ø8/70
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα (*)		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ø8/360

(*) Τα γωνιακά και τα ακραία υποστυλώματα έρχονται σε επαφή με τοιχοποιία μόνο με την μία τους πλευρά (τουλάχιστον), οπότε σύμφωνα με όσα ελέχθησαν στη παρ.2.10.5.2 του παρόντος, θα πρέπει ολόκληρο το καθαρό τους ύψος να θεωρείται ως κρίσιμο.

38	Κρισμες περιοχές	Ø8/90	47	Κρισμες περιοχές	Ø8/80
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστόλωμα		Εκτός κρισμών περιοχών	Ø8/360
39	Κρισμες περιοχές	Ø8/90	48	Κρισμες περιοχές	Ø8/90
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστόλωμα		Εκτός κρισμών περιοχών	Ø8/330
40	Κρισμες περιοχές	Ø8/80	49	Κρισμες περιοχές	Ø8/90
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστόλωμα		Εκτός κρισμών περιοχών	Ø8/320
41	Κρισμες περιοχές	Ø8/80	50	Κρισμες περιοχές	Ø8/90
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστόλωμα		Εκτός κρισμών περιοχών	Ø8/300
42	Κρισμες περιοχές	Ø8/80	51	Κρισμες περιοχές	Ø8/70
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστόλωμα		Εκτός κρισμών περιοχών	Ø8/280
43	Κρισμες περιοχές	Ø8/80	52	Κρισμες περιοχές	Ø8/80
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστόλωμα		Εκτός κρισμών περιοχών	Ø8/280
44	Κρισμες περιοχές	Ø8/80	53	Κρισμες περιοχές	Ø8/80
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστόλωμα		Εκτός κρισμών περιοχών	Ø8/280
45	Κρισμες περιοχές	Ø8/80	54	Κρισμες περιοχές	Ø8/80
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστόλωμα		Εκτός κρισμών περιοχών	Ø8/280

Πίνακας 2.45 Εγκάρσιοι οπλισμοί των υποστυλωμάτων της τομής Β-Β του φορέα Dual 1 (η αριθμηση των δομικών στοιχείων φαίνεται στο σχήμα 2.34 ενώ οι τομές στο σχήμα 2.7 τον παρόντος). Οι οπλισμοί που είναι γραμμένοι με κόκκινο χρώμα αντιστοιχούν στις περιπτώσεις (τόσο ευτός όσο εκτός κρισμών περιοχών) που οι αποστάσεις των συνδετήρων είναι μειωμένες συγκριτικά με τις μέγιστες απαιτούμενες του κανονισμού.

Dual 1 Εγκάρσιοι οπλισμοί υποστυλωμάτων πλαισίου τομής C-C		
Στοιχείο	Θέση	Οπλισμοί
73	Κρισμες περιοχές	Ø8/90
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστόλωμα
74	Κρισμες περιοχές	Ø8/90
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστόλωμα
75	Κρισμες περιοχές	Ø8/90
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστόλωμα
76	Κρισμες περιοχές	Ø8/90
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστόλωμα
77	Κρισμες περιοχές	Ø8/90
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστόλωμα

78	Κρίσιμες περιοχές	$\varnothing 8/90$
	Εκτός κρίσιμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
79	Κρίσιμες περιοχές	$\varnothing 8/90$
	Εκτός κρίσιμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
80	Κρίσιμες περιοχές	$\varnothing 8/90$
	Εκτός κρίσιμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
81	Κρίσιμες περιοχές	$\varnothing 8/90$
	Εκτός κρίσιμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα

Πίνακας 2.46 Εγκάρσιοι οπλισμοί των υποστυλωμάτων της τομής C-C του φορέα Dual 1 (η αριθμηση των δομικών στοιχείων φαίνεται στο σχήμα 2.34 ενώ οι τομές στο σχήμα 2.7 του παρόντος). Οι οπλισμοί που είναι γραμμένοι με κόκκινο χρόμα αντιστοιχούν στη περίπτωση που η απόσταση των συνδετήρων είναι μειωμένη συγκριτικά με τη μέγιστη απαιτούμενη του κανονισμού.

Ακολουθούν οι αντίστοιχοι πίνακες που αναφέρονται στον φορέα Dual 2.

Dual 2 Εγκάρσιοι οπλισμοί υποστυλωμάτων πλαισίου τομής Α-Α		
Στοιχείο	Θέση	Οπλισμοί
10	Κρίσιμες περιοχές	$\varnothing 8/90$
	Εκτός κρίσιμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
11	Κρίσιμες περιοχές	$\varnothing 8/90$
	Εκτός κρίσιμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
12	Κρίσιμες περιοχές	$\varnothing 8/90$
	Εκτός κρίσιμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
13	Κρίσιμες περιοχές	$\varnothing 8/80$
	Εκτός κρίσιμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
14	Κρίσιμες περιοχές	$\varnothing 8/80$
	Εκτός κρίσιμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
15	Κρίσιμες περιοχές	$\varnothing 8/70$
	Εκτός κρίσιμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
16	Κρίσιμες περιοχές	$\varnothing 8/70$
	Εκτός κρίσιμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
17	Κρίσιμες περιοχές	$\varnothing 8/70$
	Εκτός κρίσιμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
18	Κρίσιμες περιοχές	$\varnothing 8/70$
	Εκτός κρίσιμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα

Πίνακας 2.47 Εγκάρσιοι οπλισμοί των υποστυλωμάτων της τομής Α-Α του φορέα Dual 2 (η αρίθμηση των δομικών στοιχείων φαίνεται στο σχήμα 2.34 ενώ οι τομές στο σχήμα 2.7 του παρόντος).

Dual 2		Εγκάρσιοι οπλισμοί υποστυλωμάτων πλαισίου τομής Β-Β			
Στοιχείο	Θέση	Οπλισμοί	Στοιχείο	Θέση	Οπλισμοί
37	Κρίσμες περιοχές	Ø8/90	46	Κρίσμες περιοχές	Ø8/70
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ø8/360
38	Κρίσμες περιοχές	Ø8/90	47	Κρίσμες περιοχές	Ø8/80
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ø8/360
39	Κρίσμες περιοχές	Ø8/90	48	Κρίσμες περιοχές	Ø8/90
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ø8/340
40	Κρίσμες περιοχές	Ø8/80	49	Κρίσμες περιοχές	Ø8/90
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ø8/320
41	Κρίσμες περιοχές	Ø8/80	50	Κρίσμες περιοχές	Ø8/90
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ø8/300
42	Κρίσμες περιοχές	Ø8/80	51	Κρίσμες περιοχές	Ø8/70
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ø8/280
43	Κρίσμες περιοχές	Ø8/80	52	Κρίσμες περιοχές	Ø8/80
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ø8/280
44	Κρίσμες περιοχές	Ø8/80	53	Κρίσμες περιοχές	Ø8/80
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ø8/280
45	Κρίσμες περιοχές	Ø8/80	54	Κρίσμες περιοχές	Ø8/80
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα		Εκτός κρισίμων περιοχών	Ø8/280

Πίνακας 2.48 Εγκάρσιοι οπλισμοί των υποστυλωμάτων της τομής Β-Β του φορέα Dual 2 (η αρίθμηση των δομικών στοιχείων φαίνεται στο σχήμα 2.34 ενώ οι τομές στο σχήμα 2.7 του παρόντος). Οι οπλισμοί που είναι γραμμένοι με κόκκινο χρώμα αντιποιχούν στις περιπτώσεις (τόσο εντός όσο εκτός κρισίμων περιοχών) που οι αποστάσεις των συνδετήρων είναι μειωμένες συγκριτικά με τις μέγιστες απαιτούμενες του κανονισμού.

Dual 2 Εγκάρσιοι οπλισμοί υποστυλωμάτων πλαισίου τομής Σ-Σ		
Στοιχείο	Θέση	Οπλισμοί
73	Κρίσμες περιοχές	Ø8/90
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
74	Κρίσμες περιοχές	Ø8/90
	Εκτός κρισίμων περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα

75	Κρίσμες περιοχές	$\varnothing 8/90$
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
76	Κρίσμες περιοχές	$\varnothing 8/90$
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
77	Κρίσμες περιοχές	$\varnothing 8/90$
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
78	Κρίσμες περιοχές	$\varnothing 8/90$
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
79	Κρίσμες περιοχές	$\varnothing 8/90$
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
80	Κρίσμες περιοχές	$\varnothing 8/90$
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα
81	Κρίσμες περιοχές	$\varnothing 8/90$
	Εκτός κρισμών περιοχών	Ακραίο υποστύλωμα

Πίνακας 2.49 Εγκάρσιοι οπλισμοί των υποστυλωμάτων της τομής C-C του φορέα Dual 2 (η αριθμηση των δομικών στοιχείων φαίνεται στο σχήμα 2.34 ενώ οι τομές στο σχήμα 2.7 του παρόντος). Οι οπλισμοί που είναι γραμμένοι με κόκκινο χρώμα αντιστοιχούν στη περίπτωση που η απόσταση των συνδετήρων είναι μειωμένη συγκριτικά με τη μέγιστη απαιτούμενη του κανονισμού.

Τέλος στον πίνακα που ακολουθεί, δίνονται οι διατάξεις των εγκαρσίων οπλισμών των υπολοίπων διατομών (εκτός της διατομής 0.4×0.4 που παρουσιάσθηκε στο σχήμα 2.54).

Διαστάσεις διατομής	Διάταξη συνδετήρων στη διατομή
0.45×0.45	
0.35×0.35	
0.30×0.30	

Πίνακας 2.50 Τελική διάταξη των εγκαρσίων οπλισμών στις διατομές των υποστυλωμάτων των δύο φορέων της παρούσας ανάλυσης.

2.10.6 Διαστασιολόγηση των κόμβων δοκών – υποστυλωμάτων

Ο έλεγχος των κόμβων δοκών – υποστυλωμάτων περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

1. Καθορισμός των οριζόντιων τεμνουσών δυνάμεων V_{jhd} που ασκούνται τόσο στους εξωτερικούς όσο στους εσωτερικούς κόμβους.
2. Έλεγχος της διατμητικής αντοχής των κόμβων, τόσο στην οριζόντια όσο στην κατακόρυφη διεύθυνση.
3. Εξασφάλιση της ασφαλούς αγκύρωσης των διαμήκων ράβδων των δοκών οι οποίες είτε διέρχονται μέσα από τους κόμβους (π.χ. εσωτερικοί κόμβοι) είτε αγκυρώνονται μέσα σε αυτούς (π.χ. εξωτερικοί κόμβοι).

EC8 5.5.2.3

EC8 5.5.3.3

EC8 5.6.2.2(2)P

Ο τελευταίος έλεγχος έχει ήδη πραγματοποιηθεί στο στάδιο διαστασιολόγησης των δοκών έναντι κάμψεως (βλέπε παράγραφο 2.10.2.2ε του παρόντος) καθότι είναι απαραίτητος για τον καθορισμό των διαμέτρων των διαμήκων ράβδων που θα χρησιμοποιηθούν τελικά στις δοκούς.

Παρακάτω θα παρουσιασθεί αναλυτικά η διαστασιολόγηση ενός εξωτερικού και ενός εσωτερικού κόμβου. Συγκεκριμένα θα μελετηθούν οι κόμβοι της δοκού ισογείου του εξωτερικού πλαισίου (τομής Α-Α του σχήματος 2.7) του φορέα Dual 1 (βλέπε και σχήμα 2.33).

2.10.6.1 Τέμνουσες σχεδιασμού των κόμβων

Ο καθορισμός των τεμνουσών σχεδιασμού των κόμβων δοκών υποστυλωμάτων θα πρέπει να γίνεται κάτω από την επιρροή των πιο δυσμενών συνθηκών που δημιουργούνται από τους σεισμικούς συνδυασμούς δράσεων (θεώρηση του ικανοτικού σχεδιασμού για τις δοκούς, χρήση των μικρότερων τεμνουσών για τα υποστυλώματα που συνδέονται στους κόμβους).

EC8 5.5.2.3

EC8 5.5.2.3(1)P

Η οριζόντια τέμνουσα που ασκείται σε ένα κόμβο δοκού υποστυλώματος μπορεί να υπολογισθεί από τις ακόλουθες απλοποιητικές σχέσεις, ανάλογα με το αν ο κόμβος είναι εσωτερικός ή εξωτερικός:

EC8 5.5.2.3(2)

- Για εσωτερικούς κόμβους χρησιμοποιείται η ακόλουθη σχέση:

$$V_{jhd} = V_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} - V_C$$

EC8 Σχέση 5.22

- Για εξωτερικούς κόμβους χρησιμοποιείται η ακόλουθη σχέση:

$$V_{jhd} = V_{Rd} \cdot A_{s1} \cdot f_{yd} - V_C$$

EC8 Σχέση 5.23

όπου

- A_{s1} το εμβαδόν του οπλισμού άνω πέλματος, της δοκού.
- A_{s2} το εμβαδόν του οπλισμού κάτω πέλματος, της δοκού.
- V_C η τέμνουσα του υποστυλώματος όπως προέκυψε από την ανάλυση για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων.
- V_{Rd} συντελεστής υπεραντοχής εξ' αιτίας της κράτυνσης του χάλυβα ο οποίος μπορεί να λαμβάνεται ίσος με 1.2

Οι τέμνουσες σχεδιασμού των κόμβων θα πρέπει να αντιστοιχούν στη δυσμενέστερη φορά της σεισμικής δράσης, η οποία επηρεάζει τις τιμές των A_{s1} , A_{s2} και V_C που θα χρησιμοποιηθούν στις προηγούμενες σχέσεις.

Για τις τιμές των V_C ισχύει ο ακόλουθος πίνακας:

	Εξωτερικός κόμβος (*)		Εσωτερικός κόμβος (**)	
	$V_C^{\text{άνω}}$ (=τέμνουσα πόδα άνω υποστυλώματος)	$V_C^{\text{κάτω}}$ (=τέμνουσα κεφαλής κάτω υποστυλώματος)	$V_C^{\text{άνω}}$ (=τέμνουσα πόδα άνω υποστυλώματος)	$V_C^{\text{κάτω}}$ (=τέμνουσα κεφαλής κάτω υποστυλώματος)
E_x^+	0.87	0.25	18.54	4.47
E_x^-	22.9	5.78	18.61	3.97

EC8 5.5.2.3(3)

Βλέπε και
πίνακες 2.6&7
του παρόντος

Πίνακας 2.51 Τέμνουσες υποστυλωμάτων V_C (kN), όπως προέκυψαν από την ανάλυση, για τον υπολογισμό των τεμνουσών σχεδιασμού των κόμβων δοκών – υποστυλωμάτων.

Και για τους δύο κόμβους που μελετούνται εδώ, ο οπλισμός άνω και κάτω πέλματος αποτελείται από 3 ράβδους διαμέτρου $d_{bL} = 14$ mm, δηλαδή:

$$A_{s1} = A_{s2} = 4.62 \text{cm}^2$$

Μπορούμε έτσι να προχωρήσουμε στον υπολογισμό των τεμνουσών σχεδιασμού των κόμβων:

- **Εξωτερικός κόμβος**

Για τον σεισμικό συνδυασμό E_x^+ θα είναι:

$$V_{jhd} = 1.2 \cdot 4.62 \cdot 34.78 - 0.87 = 191.9 \text{kN}$$

όπου για τη τιμή του V_C χρησιμοποιήθηκε η τέμνουσα του πόδα του υποστυλώματος άνωθεν του κόμβου.

Αντίστοιχα για τον σεισμικό συνδυασμό E_x^- θα είναι:

$$V_{jhd} = 1.2 \cdot 4.62 \cdot 34.78 - 22.9 = 170 \text{kN}$$

όπου για τη τιμή του V_C ισχύει η ίδια παρατήρηση όπως και προηγουμένως.

- **Εσωτερικός κόμβος**

Για τον σεισμικό συνδυασμό E_x^+ θα είναι:

$$V_{jhd} = 1.2 \cdot (4.62 + 4.62) \cdot 34.78 - 4.47 = 381.2 \text{kN}$$

όπου ως V_C χρησιμοποιήθηκε η μικρότερη (σε απόλυτη τιμή) τέμνουσα που αναπτύσσεται σε υποστύλωμα γύρω από τον κόμβο (αυτή δίνει τη δυσμενέστερη τιμή στη V_{jhd}).

(*) Ο εξωτερικός κόμβος είναι ο κόμβος συμβολής των στοιχείων 1,2(στόλοι) και 100(δοκοί) των σχήματος 2.33(φορέας Dual 1).

(**) Ο εσωτερικός κόμβος είναι ο κόμβος συμβολής των στοιχείων 10,11(στόλοι) και 100,101 (δοκοί) των σχήματος 2.33(φορέας Dual 1).

Παράγραφος
2.10.2.2 δ του
παρόντος

Αντίστοιχα για τον σεισμικό συνδυασμό E_x θα είναι:

$$V_{jhd} = 1.2 \cdot (4.62 + 4.62) \cdot 34.78 - 3.97 = 381.7 \text{ kN}$$

όπου για τη τιμή του V_c ισχύει η ίδια παρατήρηση όπως και προηγουμένως.

Αναφορικά με τις τέμνουσες V_c που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των V_{jhd} των εξωτερικών κόμβων θα πρέπει να διευκρινιστεί πως η χρήση των τεμνουσών που αντιστοιχούν στις θέσεις άνω των κόμβων, είναι συμβατή με τη χρήση του εμβαδού του άνω οπλισμού (A_{s1}) του κόμβου που εισάγεται στη σχέση υπολογισμού της V_{jhd} .

2.10.6.2 Έλεγχος διατμητικής αντοχής κόμβων

EC8 5.5.3.3

Ο έλεγχος της διατμητικής αντοχής των κόμβων θα ικανοποιείται όταν ικανοποιούνται ταυτόχρονα:

- Ο έλεγχος περιορισμού της θλιπτικής τάσης των διαγωνίων θλιπτήρων του κόμβου.
- Ο έλεγχος εξασφάλισης του κόμβου έναντι του κινδύνου αστοχίας λόγω λοξού εφελκυσμού.

a) Περιορισμός της θλιπτικής τάσης των διαγωνίων θλιπτήρων των κόμβων

Η διαγώνια θλιπτική τάση στο σκυρόδεμα του κόμβου δεν θα πρέπει να υπερβαίνει την θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος, θεωρώντας και την επιρροή των εγκάρσιων εφελκυστικών παραμορφώσεων στον κόμβο.

Αν δεν μπορεί να γίνει λεπτομερέστερος υπολογισμός, η προηγούμενη απαίτηση θεωρούμε πως εξασφαλίζεται όταν:

- a) Για εσωτερικούς κόμβους δοκών - υποστυλωμάτων ισχύει η ακόλουθη έκφραση:

$$V_{jhd} \leq n \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{n}} \cdot b_j \cdot h_{jc}$$

όπου

$$n = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \quad (f_{ck} \text{ σε MPa})$$

h_{jc} η απόσταση μεταξύ των εξωτερικών στρώσεων των οπλισμών του υποστυλώματος.

b_j ενεργό πλάτος κόμβους (όπως ορίζεται παρακάτω).

v_d ανηγμένο αξονικό φορτίο σχεδιασμού του υποστυλώματος που βρίσκεται άνωθεν του κόμβου.

V_{jhd} τέμνουσα σχεδιασμού του εσωτερικού κόμβου όπως υπολογίσθηκε στη προηγούμενη παράγραφο.

EC8 5.5.3.3(1)P

EC8 5.5.3.3(2)

EC8 Σχέση 5.33

- b) Για εξωτερικούς κόμβους δοκών – υποστυλωμάτων θα πρέπει η τιμή της V_{jhd} να είναι μικρότερη από το 80% της τιμής του δεξιά μέλους της αντίστοιχης έκφρασης που ισχύει για τους εσωτερικούς κόμβους.

Το ενεργό πλάτος του κόμβου b_j , θα δίνεται από τις ακόλουθες εκφράσεις:

$$a) \text{ αν } b_c > b_w : b_j = \min \begin{cases} b_c \\ b_w + 0.5 \cdot h_c \end{cases}$$

EC8 Σχέση
5.34a

$$b) \text{ αν } b_c < b_w : b_j = \min \begin{cases} b_w \\ b_c + 0.5 \cdot h_c \end{cases}$$

EC8 Σχέση
5.34b

όπου όλα τα σύμβολα έχουν ήδη εξηγηθεί σε προηγούμενα.

Παρακάτω θα εφαρμόσουμε τα προηγούμενα στους δύο κόμβους, τις τέμνουσες σχεδιασμού (V_{jhd}) των οποίων, υπολογίσαμε στη προηγούμενη παράγραφο.

Εσωτερικός κόμβος

Για τον κόμβο αυτόν ισχύει:

$$b_c = h_c = 0.4m \text{ και } b_w = 0.25m < b_c$$

$$b_j = \min \begin{cases} 0.4m \\ 0.25 + 0.5 \cdot 0.4 = 0.45m \end{cases} \Rightarrow b_j = 0.4m$$

$$h_{jc} = h_c - 2 \cdot c_{nom} - 2 \cdot d_{bw} - 2 \cdot d_{bL} = 400 - 2 \cdot 35 - 2 \cdot 8 - 2 \cdot 16 = 282mm$$

$$n = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{20}{250} \right) = 0.552$$

Για τον σεισμικό συνδυασμό E_x^+ θα είναι:

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{712.28}{0.4^2 \cdot 13333.33} = 0.334$$

και έτσι

$$V_{jhd} = 381.2kN < 0.552 \cdot 13333.33 \cdot \sqrt{1 - \frac{0.334}{0.552}} \cdot 0.4 \cdot 0.282 = 521.73kN$$

Για τον σεισμικό συνδυασμό E_x^- θα είναι:

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{696.12}{0.4^2 \cdot 13333.33} = 0.326$$

και έτσι

$$V_{jhd} = 381.7kN < 0.552 \cdot 13333.33 \cdot \sqrt{1 - \frac{0.326}{0.552}} \cdot 0.4 \cdot 0.282 = 531.2kN$$

Εξωτερικός κόμβος

Για τον κόμβο αυτόν ισχύει:

$$b_c = h_c = 0.4m \text{ και } b_w = 0.25m < b_c$$

$$b_j = \min \begin{cases} 0.4m \\ 0.25 + 0.5 \cdot 0.4 = 0.45m \end{cases} \Rightarrow b_j = 0.4m$$

$$h_{jc} = h_c - 2 \cdot c_{nom} - 2 \cdot d_{bw} - 2 \cdot d_{bL} = 400 - 2 \cdot 35 - 2 \cdot 8 - 2 \cdot 16 = 282mm$$

$$n = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{20}{250}\right) = 0.552$$

Για τον σεισμικό συνδυασμό E_x^+ θα είναι:

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{357.06}{0.4^2 \cdot 13333.33} = 0.167$$

και έτσι

$$V_{jhd} = 191.9kN < 0.8 \cdot 0.552 \cdot 13333.33 \cdot \sqrt{1 - \frac{0.167}{0.552}} \cdot 0.4 \cdot 0.282 = 554.4kN$$

Για τον σεισμικό συνδυασμό E_x^- θα είναι:

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{478.89}{0.4^2 \cdot 13333.33} = 0.224$$

και έτσι

$$V_{jhd} = 170kN < 0.8 \cdot 0.552 \cdot 13333.33 \cdot \sqrt{1 - \frac{0.224}{0.552}} \cdot 0.4 \cdot 0.282 = 511.9kN$$

β) Περιορισμός της διαγώνιας εφελκυστικής τάσης των σκυροδέματος των κόμβων

Θα πρέπει να εξασφαλίζεται επαρκής περίσφιξη (τόσο κατά την οριζόντια, όσο κατά την κατακόρυφη έννοια) του κόμβου, κατά τρόπο ώστε η μέγιστη διαγώνια εφελκυστική τάση του σκυροδέματος σ_c να παραμένει μικρότερη από την εφελκυστική αντοχή σχεδιασμού f_{ctd} .

EC8 5.5.3.3(3)

Στη περίπτωση που δεν πραγματοποιείται λεπτομερέστερος έλεγχος, η προηγούμενη απαίτηση θεωρούμε πιως ικανοποιείται όταν μέσα στο κόμβο τοποθετούνται οριζόντιοι συνδετήρες διαμέτρου όχι μικρότερης των 6 mm, έτσι ώστε να ισχύει:

$$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{\left(\frac{V_{jhd}}{b_j \cdot h_{jc}}\right)^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{cd}} - f_{ctd}$$

EC8 Σχέση 5.35

όπου

A_{sh} το συνολικό εμβαδόν των οριζόντιων συνδετήρων του κόμβου.

$V_{jh\delta}$	τέμνουσα σχεδιασμού του κόμβου όπως ορίσθηκε στη παράγραφο 2.10.6.1
h_{jw}	η απόσταση των οπλισμών άνω και κάτω πέλματος της δοκού.
h_{jc}	η απόσταση μεταξύ των εξωτερικών στρώσεων των οπλισμών του υποστυλώματος.
b_j	το ενεργό πλάτος του κόμβου όπως ορίσθηκε στη παράγραφο 2.10.6.2 α
v_d	το ανηγμένο αξονικό φορτίο σχεδιασμού του υποστυλώματος άνωθεν του κόμβου που εξετάζεται.
f_{ctd}	η εφελκυστική αντοχή σχεδιασμού του σκυροδέματος (βλ. παράγραφο 2.3.1.1)

Εναλλακτικά, μπορούμε αντί να εφαρμόσουμε την προηγούμενη σχέση να τοποθετήσουμε οριζόντιους συνδετήρες στους κόμβους το συνολικό εμβαδόν των οποίων θα δίνεται από την ικανοποίηση των ακόλουθων σχέσεων:

- *Για εσωτερικούς κόμβους*

$$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0.8 \cdot v_d)$$

όπου

v_d ανηγμένο αξονικό φορτίο σχεδιασμού του υποστυλώματος που βρίσκεται άνωθεν του κόμβου.

γ_{Rd} συντελεστής υπεραντοχής. Λαμβάνεται ίσος με 1.2

EC8 5.5.3.3(4)

EC8 Σχέση 5.36a

- *Για εξωτερικούς κόμβους*

$$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0.8 \cdot v_d)$$

όπου

v_d ανηγμένο αξονικό φορτίο σχεδιασμού του υποστυλώματος που βρίσκεται κάτω από τον κόμβο.

γ_{Rd} συντελεστής υπεραντοχής. Λαμβάνεται ίσος με 1.2

EC8 Σχέση 5.36b

Οι υπόλοιποι συμβολισμοί των δύο τελευταίων σχέσεων έχουν ήδη εξηγηθεί στα προηγούμενα.

Οι απαιτούμενοι συνδετήρες (σύμφωνα με τα προηγούμενα) θα πρέπει να κατανεμηθούν ομοιόμορφα μέσα στο ύψος h_{jw} , μεταξύ των οπλισμών άνω και κάτω πέλματος των δοκών. Ειδικά για τους εξωτερικούς κόμβους, θα πρέπει οι συνδετήρες αυτοί να περικλείουν και τις καμπιτόμενες διαμήκεις ράβδους των δοκών που αγκυρώνονται μέσα στους κόμβους αυτούς.

EC8 5.5.3.3(5)

Ο κατακόρυφος οπλισμός των υποστυλωμάτων $A_{sv,i}$, που διέρχεται μέσα από τους κόμβους θα πρέπει να είναι τόσος ώστε να ισχύει:

$$A_{sv,i} \geq \frac{2}{3} \cdot A_{sh} \cdot \left(\frac{h_{jc}}{h_{jw}} \right)$$

όπου

A_{sh} το συνολικό απαιτούμενο εμβαδόν των οριζόντιων συνδετήρων του κόμβου, υπολογισμένο με οποιαδήποτε από τις δύο μεθόδους που παρουσιάσθηκαν παραπάνω.

EC8 5.5.3.3(6)

EC8 Σχέση 5.37

$A_{sv,i}$ το συνολικό εμβαδόν των ενδιάμεσων ράβδων (συμπεριλαμβανομένων των διαμήκων ράβδων των υποστυλωμάτων) που βρίσκονται στις αντίστοιχες πλευρές του κόμβου μεταξύ των γωνιακών ράβδων του υποστυλώματος.

Τα τελευταία που θα πρέπει να αναφέρουμε αναφορικά με το σχεδιασμό των κόμβων έναντι διαγώνιου ελκυσμού, είναι τα εξής:

- Ο οριζόντιος οπλισμός (υπό μορφή συνδετήρων) που θα τοποθετηθεί στο κόμβο δεν θα πρέπει να είναι λιγότερος από αυτόν που τοποθετείται στις κρίσιμες περιοχές των υποστυλωμάτων που συνδέονται στο κόμβο αυτό.
- Εξαιρούνται από τον παραπάνω κανόνα κόμβοι στους οποίους συνδέονται δοκοί και στις τέσσερις πλευρές τους, και το πλάτος τους είναι τουλάχιστον $\frac{3}{4}$ της αντίστοιχης παράλληλης πλευράς του υποστυλώματος. Στους κόμβους αυτούς οι συνδετήρες επιτρέπεται να τοποθετούνται σε αποστάσεις διπλάσιες από αυτές που ορίζονται με βάση τον προηγούμενο κανόνα, αλλά όχι μεγαλύτερες από 150 mm.
- Τέλος τουλάχιστον μία ενδιάμεση ράβδος (μεταξύ των γωνιακών του υποστυλώματος) θα πρέπει να υπάρχει σε κάθε πλευρά του κόμβου που ελέγχεται.

EC8 5.5.3.3(7)

EC8 5.5.3.3(8)

EC8 5.5.3.3(9)P

Τώρα θα εφαρμόσουμε τα προηγούμενα στους κόμβους, την μελέτη των οποίων ξεκινήσαμε στη παράγραφο 2.10.6.1.

Εσωτερικός κόμβος

Για τον κόμβο αυτόν θα ισχύει:

$$h_{jc} = h_c - 2 \cdot c_{nom} - 2 \cdot d_{bw} - 2 \cdot d_{bL} = 400 - 2 \cdot 35 - 2 \cdot 8 - 2 \cdot 16 = 282\text{mm}$$

$$h_{jw} = h - 2 \cdot c_{nom} - 2 \cdot d_{bw} - 2 \cdot d_{bL} = 600 - 2 \cdot 35 - 2 \cdot 6 - 2 \cdot 14 = 490\text{mm}$$

$$b_c = h_c = 0.4\text{m} \quad \text{και} \quad b_w = 0.25\text{m} < b_c$$

$$b_j = \min \begin{cases} 0.4\text{m} \\ 0.25 + 0.5 \cdot 0.4 = 0.45\text{m} \end{cases} \Rightarrow b_j = 0.4\text{m}$$

Για τον σεισμικό συνδυασμό E_x^+ θα είναι:

$$v_d^{\text{avω}} = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = 0.334$$

Η εφαρμογή της σχέσης 5.35 του EC8 θα μας δώσει:

$$\frac{A_{sh} \cdot 347830}{0.4 \cdot 0.49} \geq \frac{\left(\frac{381.2}{0.4 \cdot 0.282} \right)^2}{1000 + 0.334 \cdot 13333.33} - 1000 \Rightarrow A_{sh} \geq 6.16\text{cm}^2$$

Για τον σεισμικό συνδυασμό E_x^- θα είναι:

$$v_d^{\text{avω}} = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = 0.326$$

και

$$\frac{A_{sh} \cdot 347830}{0.4 \cdot 0.49} \geq \frac{\left(\frac{381.7}{0.4 \cdot 0.282} \right)^2}{1000 + 0.326 \cdot 13333.33} - 1000 \Rightarrow A_{sh} \geq 6.43 \text{cm}^2$$

Αν εφαρμόσουμε την αντίστοιχη προσεγγιστική σχέση (5.36a του EC8), θα έχουμε:

$$A_{sh} \cdot 34.78 \geq 1.2 \cdot (4.62 + 4.62) \cdot 34.78 \cdot (1 - 0.8 \cdot 0.334) \Rightarrow A_{sh} \geq 8.125 \text{cm}^2$$

και

$$A_{sh} \cdot 34.78 \geq 1.2 \cdot (4.62 + 4.62) \cdot 34.78 \cdot (1 - 0.8 \cdot 0.326) \Rightarrow A_{sh} \geq 8.19 \text{cm}^2$$

για κάθε διεύθυνση σεισμικής δράσης.

Αν τοποθετήσουμε τους οπλισμούς με την ίδια διάταξη όπως στις κρίσιμες περιοχές των υποστυλωμάτων άνω και κάτω του κόμβου (σχήμα 2.54) τότε η καθ' ύψος απόστασή τους θα πρέπει να είναι (για το δυσμενέστερο απαιτούμενο εμβαδόν οπλισμού 8.19 cm², και για διάμετρο συνδετήρων d_{bw} = 8mm) το πολύ 120 mm. Διθέντος ότι η απόσταση των συνδετήρων στις κρίσιμες περιοχές άνω και κάτω του κόμβου είναι 90 mm συμπεραίνουμε πως ο οπλισμός αυτός θα πρέπει να συνεχίζεται με την ίδια διαμόρφωση και μέσα στο κόμβο.

Ο κατακόρυφος οπλισμός των υποστυλωμάτων A_{sv,i}, που διέρχεται μέσα από τον κόμβο θα πρέπει να είναι τόσος ώστε να ισχύει:

$$A_{sv,i} \geq \frac{2}{3} \cdot 8.19 \cdot \left(\frac{282}{490} \right) = 3.14 \text{cm}^2$$

Οι ενδιάμεσοι διαμήκεις ράβδοι του υποστυλώματος που βρίσκονται στη πλευρά την παράλληλη στη διεύθυνση που μας απασχολεί (διεύθυνση x) είναι τέσσερις με διάμετρο d_{BL} = 16 mm και συνολικό εμβαδόν 8.04 cm² που είναι μεγαλύτερο από το απαιτούμενο. Επίσης περισσότερες από μία ενδιάμεσες ράβδοι παρέχονται σε κάθε πλευρά του κόμβου ώστε να ικανοποιείται και αυτή η απαίτηση του κανονισμού.

Εξωτερικός κόμβος

$$h_{jc} = h_c - 2 \cdot c_{nom} - 2 \cdot d_{bw} - 2 \cdot d_{bL} = 400 - 2 \cdot 35 - 2 \cdot 8 - 2 \cdot 16 = 282 \text{mm}$$

$$h_{jw} = h - 2 \cdot c_{nom} - 2 \cdot d_{bw} - 2 \cdot d_{bL} = 600 - 2 \cdot 35 - 2 \cdot 6 - 2 \cdot 14 = 490 \text{mm}$$

$$b_c = h_c = 0.4 \text{m} \quad \text{και} \quad b_w = 0.25 \text{m} < b_c$$

$$b_j = \min \begin{cases} 0.4 \text{m} \\ 0.25 + 0.5 \cdot 0.4 = 0.45 \text{m} \end{cases} \Rightarrow b_j = 0.4 \text{m}$$

Για τον σεισμικό συνδυασμό E_x⁺ θα είναι:

$$V_d^{\alpha v \omega} = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = 0.167$$

Η εφαρμογή της σχέσης 5.35 του EC8 θα μας δώσει:

$$\frac{A_{sh} \cdot 347830}{0.4 \cdot 0.49} \geq \frac{\left(\frac{191.9}{0.4 \cdot 0.282}\right)^2}{1000 + 0.167 \cdot 13333.33} - 1000 \Rightarrow A_{sh} < 0$$

δηλαδή για αυτήν τη διεύθυνση της σεισμικής δράσης (E_x^+) δεν απαιτείται εγκάρσιος οπλισμός στο κόμβο.

Για τον σεισμικό συνδυασμό E_x^- θα είναι:

$$v_d^{\text{άνω}} = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = 0.224$$

και

$$\frac{A_{sh} \cdot 347830}{0.4 \cdot 0.49} \geq \frac{\left(\frac{170}{0.4 \cdot 0.282}\right)^2}{1000 + 0.224 \cdot 13333.33} - 1000 \Rightarrow A_{sh} < 0$$

Αν εφαρμόσουμε την αντίστοιχη προσεγγιστική σχέση (5.36b του EC8), θα έχουμε:

- Για τον σεισμικό συνδυασμό E_x^+ .
 $v_d^{\text{κάτω}} = 0.187$
 $A_{sh} \cdot 34.78 \geq 1.2 \cdot 4.62 \cdot 34.78 \cdot (1 - 0.8 \cdot 0.187) \Rightarrow A_{sh} \geq 4.71 \text{cm}^2$
- Για τον σεισμικό συνδυασμό E_x^- .
 $v_d^{\text{κάτω}} = 0.25$
 $A_{sh} \cdot 34.78 \geq 1.2 \cdot 4.62 \cdot 34.78 \cdot (1 - 0.8 \cdot 0.25) \Rightarrow A_{sh} \geq 4.43 \text{cm}^2$

Αν τοποθετήσουμε τους οπλισμούς με την ίδια διάταξη όπως στις κρίσμες περιοχές των υποστυλωμάτων άνω και κάτω του κόμβου (σχήμα 2.54) τότε η καθ' ύψος απόστασή τους θα πρέπει να είναι (για το δυσμενέστερο απαιτούμενο εμβαδόν οπλισμού 4.71cm^2 , και για διάμετρο συνδετήρων $d_{bw} = 8 \text{mm}$) το πολύ 210 mm . Δοθέντος ότι η απόσταση των συνδετήρων στις κρίσμες περιοχές άνω και κάτω του κόμβου είναι 90 mm συμπεραίνουμε πως ο οπλισμός αυτός θα πρέπει να συνεχίζεται με την ίδια διαμόρφωση και μέσα στο κόμβο.

Ο κατακόρυφος οπλισμός των υποστυλωμάτων $A_{sv,i}$, που διέρχεται μέσα από τον κόμβο θα πρέπει να είναι τόσος ώστε να ισχύει:

$$A_{sv,i} \geq \frac{2}{3} \cdot 4.71 \cdot \left(\frac{282}{490} \right) = 1.81 \text{cm}^2$$

Οι ενδιάμεσοι διαμήκεις ράβδοι του υποστυλώματος που βρίσκονται στη πλευρά την παράλληλη στη διεύθυνση που μας απασχολεί (διεύθυνση x) είναι τέσσερις με διάμετρο $d_{vl} = 16 \text{ mm}$ και συνολικό εμβαδόν 8.04 cm^2 που είναι μεγαλύτερο από το απαιτούμενο. Επίσης περισσότερες από μία ενδιάμεσες ράβδοι παρέχονται σε κάθε πλευρά του κόμβου ώστε να ικανοποιείται και αυτή η απαίτηση του κανονισμού.

γ) Αποτελέσματα από τον έλεγχο της διατμητικής αντοχής των υπολοιπών κόμβων των δύο φορέων

Όλοι οι κόμβοι των δύο φορέων της παρούσας ανάλυσης διαστασιολογήθηκαν σε διάτμηση σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράφηκε στις προηγούμενες παραγράφους.

Πριν περάσουμε στην παρουσίαση και σχολιασμό των αποτελεσμάτων, θα πρέπει να αναφερθούμε σε ένα πρόβλημα που παρουσιάσθηκε κατά την εφαρμογή της σχέσης 5.35 του EC8 για τον προσδιορισμό του απαιτούμενου εγκάρσιου οπλισμού των κόμβων.

Ας θεωρήσουμε τον (εσωτερικό) κόμβο συμβολής των στοιχείων 17, 18 (υποστυλώματα) και 170, 171 (δοκοί) που βρίσκεται στο πλαίσιο τομής A-A του φορέα Dual 1 (βλέπε σχήμα 2.33).

Για τον κόμβο αυτόν υπολογίσθηκαν οι εξής τέμνουσες σχεδιασμού:

$$V_{jhd} = 377.1 \text{ kN} \text{ για τον σεισμικό συνδυασμό } E_x^+.$$

$$V_{jhd} = 375.8 \text{ kN} \text{ για τον σεισμικό συνδυασμό } E_x^-.$$

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κόμβου είναι:

$$b_j = 0.3 \text{ m}$$

$$h_{jw} = 0.39 \text{ m}$$

$$h_{jc} = 0.186 \text{ m}$$

Οι τιμές των ανηγμένων αξονικών φορτίων σχεδιασμού πάνω από τον κόμβο προέκυψαν:

$$v_d = 0.049 \text{ για τον σεισμικό συνδυασμό } E_x^+.$$

$$v_d = 0.049 \text{ για τον σεισμικό συνδυασμό } E_x^-.$$

Η εφαρμογή της σχέσης 5.35 του EC8 θα μας δώσει:

- Για τον σεισμικό συνδυασμό E_x^+

$$\frac{A_{sh} \cdot 347830}{0.3 \cdot 0.39} \geq \frac{\left(\frac{377.1}{0.3 \cdot 0.186} \right)^2}{1000 + 0.049 \cdot 13333.33} - 1000 \Rightarrow A_{sh} \geq 89.5 \text{ cm}^2$$

- Για τον σεισμικό συνδυασμό E_x^-

$$\frac{A_{sh} \cdot 347830}{0.3 \cdot 0.39} \geq \frac{\left(\frac{375.8}{0.3 \cdot 0.186} \right)^2}{1000 + 0.049 \cdot 13333.33} - 1000 \Rightarrow A_{sh} \geq 88.9 \text{ cm}^2$$

Είναι προφανές πως τα παραπάνω απαιτούμενα εμβαδά εγκάρσιου οπλισμού του κόμβου κάθε άλλο παρά ανταποκρίνονται στη πραγματικότητα, τη στιγμή που οι προσεγγιστικές σχέσεις δίνουν τιμή 10.6 cm^2 .

Η εμφάνιση υπερβολικών απαιτούμενων εμβαδών, χαρακτηρίζει όλους τους εσωτερικούς κόμβους που βρίσκονται στο ανώτερο μισό του ύψους των δύο φορέων. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν σε όλη την έκταση των δύο φορέων οι προσεγγιστικές σχέσεις προσδιορισμού του απαιτούμενου εγκάρσιου εμβαδού των κόμβων (σχέσεις 5.36a & b του EC8).

Από την διαστασιολόγηση όλων των κόμβων των δύο φορέων προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Σε κανένα από τους κόμβους των δύο φορέων δεν παρουσιάσθηκε κίνδυνος αστοχίας από συντριβή των θλιβόμενων διαγωνίων.
- Με εξαίρεση τις περιπτώσεις που αναφέρονται στη συνέχεια, ως εγκάρσιος οπλισμός των κόμβων αποφασίσθηκε να συνεχιστεί ο εγκάρσιος οπλισμός των κρισίμων περιοχών των υποστυλωμάτων. Οι περιπτώσεις στις οποίες αυτό δεν αποδείχθηκε επαρκές για να καλύψει τον απαιτούμενο οπλισμό ήταν οι εξής:
 - a. Οι εσωτερικοί κόμβοι των ανώτερων τριών ορόφων, που βρίσκονται στο εσωτερικό πλαίσιο (τομές Β-Β του σχήματος 2.7) και των δύο φορέων. Στις περιπτώσεις αυτές, οι αποστάσεις των συνδετήρων στις κρίσιμες περιοχές (80 mm), έπρεπε να μειωθούν στα 60 mm στο εσωτερικό των κόμβων.
 - b. Η μείωση αυτή (από 70 mm στις κρίσιμες περιοχές σε 60 mm μέσα στους κόμβους) έπρεπε να γίνει και στους ακραίους κόμβους των δύο τελευταίων ορόφων του ακραίου πλαισίου (τομή Α-Α του σχήματος 2.7) του φορέα Dual 1.
- Αναφορικά τέλος με τους απαιτούμενους ενδιάμεσους διαμήκεις οπλισμούς των κόμβων, προέκυψε πως οι υπάρχοντες ενδιάμεσοι διαμήκεις ράβδοι των υποστυλωμάτων (όπως προέκυψαν από τη διαστασιολόγηση των τελευταίων σε κάμψη και την ικανοποίηση των απαιτήσεων πλαστιμότητας του EC8) ήταν αρκετοί για τη κάλυψη των απαιτήσεων αυτών.

2.10.7 Διαστασιολόγηση των τοιχωμάτων

Η διαστασιολόγηση των τοιχωμάτων των δύο φορέων θα πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

- Καθορισμό των ροπών και τεμνουσών σχεδιασμού (M_{Ed} & V_{Ed}).
- Διαστασιολόγηση έναντι κάμψεως.
- Διαστασιολόγηση έναντι διατμήσεως (έλεγχοι έναντι διαγώνιας σύνθλιψης, διαγώνιου εφελκυσμού και διατμητικής ολίσθησης).

Συγχρόνως θα πρέπει να ικανοποιούνται όλες οι απαρτήσεις εξασφάλισης πλαστιμότητας του EC8 (αναφορικά με τους διαμήκεις οπλισμούς, τους εγκάρσιους οπλισμούς και τους οπλισμούς κορμού του τοιχώματος).

2.10.7.1 Ροπές σχεδιασμού (M_{Ed}) των τοιχωμάτων

EC8 5.5.2.4.1

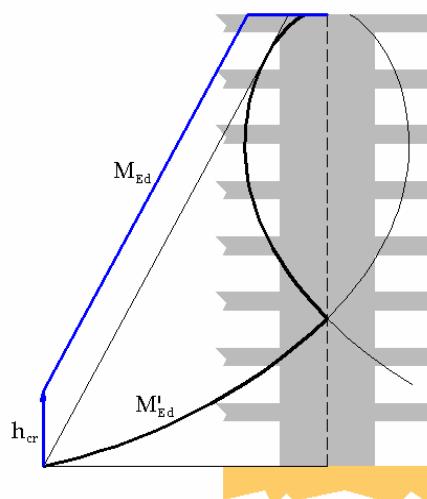
Τόσο οι αβεβαιότητες που εμπεριέχονται σε κάθε είδους ανάλυση, όσο η απόκριση του φορέα στη μετελαστική του περιοχή, θα πρέπει πάντα να λαμβάνονται υπόψη, τουλάχιστον διαφέσου απλοποιητικών μεθόδων όπως αυτές που θα παρουσιασθούν στη συνέχεια (σχεδιασμός της περιβάλλουσας σχεδιασμού για τις ροπές και χρήση μεγεθυντικών συντελεστών για τις τέμνουσες).

Οι αβεβαιότητες αναφορικά με την κατανομή των ροπών καθ' ύψος των τοιχωμάτων (αναφερόμαστε σε τοιχώματα που δεν είναι «κοντά», δηλαδή για τα οποία ισχύει $h_w/l_w > 2$, όπως συμβαίνει σε όλα τα τοιχώματα των φορέων που αναλύονται εδώ) στη μετελαστική φάση της απόκρισης του φορέα θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαστασιολόγηση.

Οι ροπές σχεδιασμού (M_{Ed}) των τοιχωμάτων θα λαμβάνονται από την περιβάλλουσα των ροπών που προέκυψαν από την ανάλυση, όταν αυτή μετατοπισθεί κατά το ύψος της κρίσιμης περιοχής της βάσης του τοιχώματος. Η περιβάλλουσα θα έχει γραμμική μορφή όπως φαίνεται στο σχήμα 2.55.

EC8
5.5.2.4.1(1)PEC8
5.5.2.4.1(4)P

EC8 5.5.2.4.1(5)



EC8 Figure 5.3

Σχήμα 2.55 Διάγραμμα ροπών από την ανάλυση (M'_{Ed}) και η μετατοπισμένη περιβάλλουσα των ροπών σχεδιασμού (M_{Ed}) για τοίχωμα που ανήκει σε μικτό σύστημα πλαισίων τοιχωμάτων.

Στα επόμενα θα ασχοληθούμε αναλυτικά με τη διαστασιολόγηση του μοναδικού τοιχώματος του φορέα Dual 1 που βρίσκεται στο πλαίσιο τομής C-C (βλ. σχήμα 2.7 & 2.10 του παρόντος). Τα αποτελέσματα από τη διαστασιολόγηση των τοιχωμάτων του φορέα Dual 2 θα δοθούν στο τέλος της παραγράφου 2.10.7.

Το ύψος της κρίσιμης περιοχής h_{cr} πάνω από τη βάση των τοιχωμάτων θα λαμβάνεται σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

EC8 5.5.3.4.5(1)

$$h_{cr} = \max \begin{cases} l_w \\ h_w / 6 \end{cases}$$

EC8 Σχέση
5.19a

αλλά

$$h_{cr} \leq \begin{cases} 2 \cdot l_w \\ h_s \text{ για } n \leq 6 \text{ ορόφους} \\ 2 \cdot h_s \text{ για } n \geq 7 \text{ ορόφους} \end{cases}$$

EC8 Σχέση
5.19b

όπου

 l_w πλάτος διατομής τοιχώματος. h_w ύψος τοιχώματος. h_s καθαρό ύψος του ορόφου πάνω από τη βάση του τοιχώματος. Ως βάση τοιχώματος θεωρείται η στάθμη πακτώσεως στη θεμελίωση ή η στάθμη οροφής πρακτικά απαραμόρφωτων υπογείων.

Για το τοίχωμα του φορέα Dual 1 θα είναι:

$$h_{cr} = \max \begin{cases} 6m \\ 28.5 / 6 = 4.75m \end{cases} \Rightarrow h_{cr} = 6m$$

Σχήμα 2.10 του παρόντος

και

$$h_{cr} = 6m < \begin{cases} 2 \cdot 6 = 12m \\ 2 \cdot 4.12 = 8.24m \text{ για } n = 9 > 7 \text{ ορόφους} \end{cases}$$

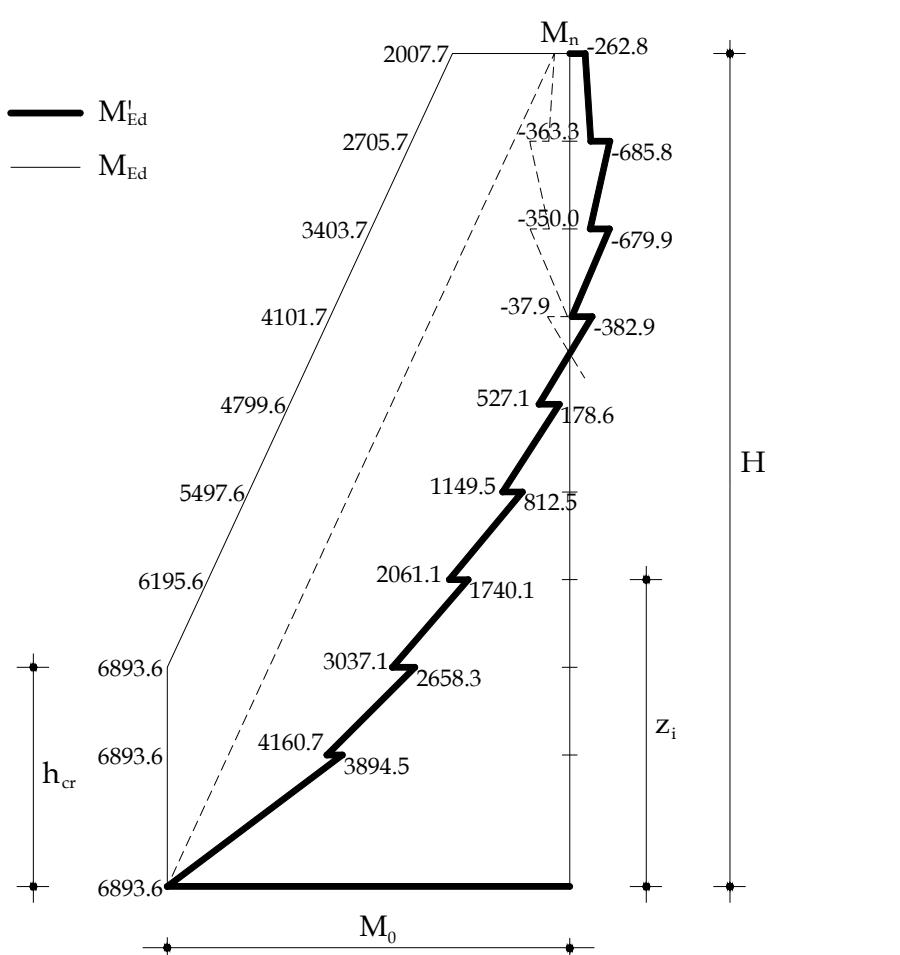
όπου το καθαρό ύψος του ορόφου $h_s (=4.12m)$ έχει υπολογισθεί στη παράγραφο 2.10.5.1 (καθαρό ύψος του υποστυλώματος ισογείου l_{cl}).

Το ύψος των 6m όπως προέκυψε το ύψος της κρίσιμης περιοχής, αντιστοιχεί σε όλο το ύψος του ισογείου και στο μισό ύψος του πρώτου ορόφου. Επειδή οι απαιτήσεις όπλισης της κρίσιμης περιοχής διαφέρουν από αυτές της εκτός κρισίμου περιοχής, είναι προφανές πως από πρακτικής απόψεως, δεν είναι εύκολο να επιτευχθεί μια τέτοια διαφοροποίηση των οπλισμών μέσα στο ύψος ενός ορόφου. Συνεπώς είναι προτιμότερο να ληφθεί ως κρίσιμη περιοχή αυτή που αντιστοιχεί στο ύψος των δύο πρώτων ορόφων δηλαδή:

$$h_{cr} = 4.5 + 3 = 7.5m$$

Στο σχήμα της σελίδας που ακολουθεί φαίνονται τα εξής:

- Το διάγραμμα των ροπών του τοιχώματος (M'_{Ed}) όπως προέκυψε για το σεισμικό συνδυασμό δράσεων (ίδιο για E_x^+ και E_x^-). Οι αντίστοιχες ροπές του τοιχώματος υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων λόγω της συμμετρίας του πλαισίου είναι μηδενικές.
- Η περιβάλλουσα του παραπάνω διαγράμματος καθώς και η μετατοπισμένη κατά h_{cr} , περιβάλλουσα σχεδιασμού (M_{Ed}).



Σχήμα 2.56 Παρούσιαση του διαγράμματος των ροπών (kNm) του τοιχώματος του φορέα Dual 1 όπως προέκυψε από την ανάλυση (M'_{Ed} βλέπε και σχήμα 2.27), της περιβάλλονσας αυτού, καθώς και της μετατοπισμένης κατά h_{cr} περιβάλλονσας σχεδιασμού (M_{Ed}). Για τα ύψη των στάθμεων του φορέα (z_i) καθώς και το συνολικό ύψος H παραπέμπουμε στο σχήμα 2.10 του παρόντος.

Για τον υπολογισμό των τιμών των ροπών σχεδιασμού του τοιχώματος (M_{Ed} , δηλαδή των τιμών της μετατοπισμένης περιβάλλονσας) χρησιμοποιήθηκε η ακόλουθη σχέση η οποία βασίζεται στη γεωμετρία των διαγραμμάτων του σχήματος 2.56:

$$\begin{cases} M_{Ed}(z_i) = (M_0 - M_n) \cdot \left(1 - \frac{z_i - h_{cr}}{H}\right) + M_n & \text{για } z_i \geq h_{cr} \\ M_{Ed} = M_0 & \text{για } z_i < h_{cr} \end{cases}$$

όπου

M_0 η ροπή που προέκυψε από την ανάλυση στη βάση του τοιχώματος (βλέπε σχήμα 2.27 του παρόντος).

M_n η ροπή που προέκυψε από την ανάλυση στο υψηλότερο σημείο του τοιχώματος (βλέπε σχήμα 2.27 του παρόντος).

z_i στάθμη του κάθε ορόφου μετρημένη από τη βάση του τοιχώματος (βλέπε σχήμα 2.10 του παρόντος).

h_{cr} κρίσιμη περιοχή τοιχώματος στη βάση του.

2.10.7.2 Διαμήκεις οπλισμοί και οπλισμοί περισφιξης των άκρων του τοιχώματος

Για τη διαστασιολόγηση του τοιχώματος έναντι κάμψεως, αυτό θεωρείται ως ορθογωνική διατομή με τους οπλισμούς συμμετρικά διατεταγμένους στα άκρα της ώστε να είναι δυνατή η χρησιμοποίηση των διαγραμμάτων σχεδιασμού της CEB για μονοαξονική κάμψη με αξονική δύναμη.

Για λόγους πλαστιμότητας θα πρέπει, όπως και στα υποστυλώματα, να περιορίζεται η τιμή του ανηγμένου αξονικού φορτίου των τοιχωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (DCH), με βάση την ακόλουθη σχέση:

$$v_d \leq 0.35$$

Τα εντατικά μεγέθη σχεδιασμού της βάσεως του τοιχώματος είναι:

$$M_{Ed} = 6893.6 \text{ kN} \text{ και } N_{Ed} = -3715.54 \text{ kN}$$

Οι διαστάσεις της διατομής του τοιχώματος όπως φαίνονται και στο σχήμα 10 του παρόντος είναι:

$$\begin{aligned} b_{w0} &= 0.30 \text{ m} \\ l_w &= 6.0 \text{ m} \end{aligned}$$

Έτσι οι ανηγμένες τιμές σχεδιασμού στη βάση του τοιχώματος θα είναι:

$$\mu_{Ed} = \frac{6893.6}{0.3 \cdot 6^2 \cdot 13333.33} = 0.048 \text{ και } v_{Ed} = \frac{-3715.54}{0.3 \cdot 6 \cdot 13333.33} = -0.155$$

Παρατηρούμε πως η ανηγμένη τιμή του αξονικού φορτίου (η οποία αντιστοιχεί στη δυσμενέστερη αναφορικά με τη τιμή του αξονικού θέση, δηλαδή τη βάση του τοιχώματος) πληροί την παραπάνω απαίτηση του EC8.

Χρησιμοποιώντας έτσι το διάγραμμα σχεδιασμού της CEB για μονοαξονική κάμψη με αξονική δύναμη, χάλυβα ποιότητας S400 και λόγο $d_1/h=0.10$, υπολογίζουμε το απαιτούμενο μηχανικό ποσοστό οπλισμού στη βάση του τοιχώματος $\omega_{tot} \approx 0$ κάτι που συνεπάγεται μηδενική τιμή και στο γεωμετρικό ποσοστό οπλισμού ρ_{tot} . Το αυτό γεωμετρικό ποσοστό οπλισμού προέκυψε σε όλες τις στάθμες του τοιχώματος αυτού.

Έτσι ο διαμήκης οπλισμός των άκρων των τοιχωμάτων θα προκύψει αφενός με βάση τις απαιτήσεις για τον ελάχιστο οπλισμό, αφετέρου με βάση τις απαιτήσεις για εξασφάλιση πλαστιμότητας στη κρίσιμη περιοχή του τοιχώματος.

Στις κρίσιμες περιοχές των τοιχωμάτων θα πρέπει να εξασφαλίζεται μία τιμή του δείκτη πλαστιμότητας καμπυλοτήτων μ_φ τουλάχιστον ίση με:

$$\begin{cases} \mu_\varphi = 2 \cdot q_0 \cdot \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} - 1 \text{ αν } T_1 \geq T_C \\ \mu_\varphi = 1 + 2 \cdot \left(q_0 \cdot \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} - 1 \right) \cdot \frac{T_C}{T_1} \text{ αν } T_1 \leq T_C \end{cases}$$

EC8
5.5.3.4.1(1)P

Για τη τιμή του αξονικού φορτίου βλέπε πίνακα 2.11 του παρόντος

EC8 5.5.3.4.5(2)

όπου

T_1 Θεμελιώδης ιδιοπερίοδος του φορέα.

T_c Χαρακτηριστική περίοδος του φάσματος σχεδιασμού.

M_{Ed} Ροπή στη βάση του τοιχώματος όπως προέκυψε απευθείας από την ανάλυση.

M_{Rd} Ροπή αντοχής στη βάση του τοιχώματος.

Η εξασφάλιση της παραπάνω τιμής της μ_φ (η οποία δεν είναι δυνατόν να υπολογισθεί στο στάδιο αυτό καθότι δεν είναι γνωστή η ροπή αντοχής της βάσης του τοιχώματος) γίνεται με τοποθέτηση οπλισμού περίσφιξης στα άκρα της διατομής του. Το απαιτούμενο μηχανικό ογκομετρικό ποσοστό του οπλισμού περίσφιξης ω_{wd} , θα πρέπει να ικανοποιεί την ακόλουθη σχέση:

$$\alpha \cdot \omega_{wd} \geq 30 \cdot \mu_\varphi \cdot (v_d + \omega_v) \cdot \varepsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0.035$$

EC8 5.5.3.4.5(3)

EC8 5.5.3.4.5(4)

EC8 Σχέση 5.20

όπου

v_d το ανηγμένο αξονικό φορτίο σχεδιασμού.

ω_v το μηχανικό ποσοστό οπλισμού του κατακόρυφου οπλισμού του κορμού. Δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\omega_v = \rho_v \cdot \frac{f_{yd,v}}{f_{cd}}$$

b_c το πλάτος της διατομής του τοιχώματος.

b_0 το πλάτος του περισφιγμένου πυρήνα σκυροδέματος των άκρων της διατομής του τοιχώματος.

α συντελεστής αποδοτικότητας της περίσφιξης (βλέπε και παράγραφο 2.10.5.3 του παρόντος).

$\varepsilon_{sy,d}$ παραμόρφωση σχεδιασμού του χάλυβα κατά τη διαρροή.

μ_φ δείκτης πλαστιμότητας καμπυλοτήτων όπως υπολογίσθηκε παραπάνω.

Ο οπλισμός περίσφιξης θα πρέπει να εκτείνεται κατά την κατακόρυφη διεύθυνση τουλάχιστον όσο το κρίσιμο ύψος του τοιχώματος και κατά την οριζόντια από το άκρο της διατομής ως τη θέση στην οποία αναμένεται αποφλοίωση του μη περισφιγμένου σκυροδέματος. Η παραμόρφωση του σκυροδέματος η οποία θεωρείται ότι αντιστοιχεί στην έναρξη της αποφλοίωσης είναι ίση με $\varepsilon_{cu2}=0.0035$. Ετοι το περισφιγμένο μήκος l_c της διατομής του τοιχώματος (το οποίο μετράται από τον άξονα του εξωτερικού συνδετήρα της ακραίας περιοχής) μπορεί να υπολογισθεί από την επόμενη σχέση:

$$l_c = x_u \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{cu2,c}} \right)$$

EC8 5.5.3.4.5(6)

όπου

x_u το ύψος της θλιβόμενης ζώνης της διατομής, το οποίο μπορεί να υπολογισθεί από την επόμενη προσεγγιστική σχέση:

$$x_u = (v_d + \omega_v) \cdot \frac{l_w \cdot b_c}{b_0}$$

EC8 Σχέση
5.21

όπου όλα τα σύμβολα έχουν εξηγηθεί στα προηγούμενα.

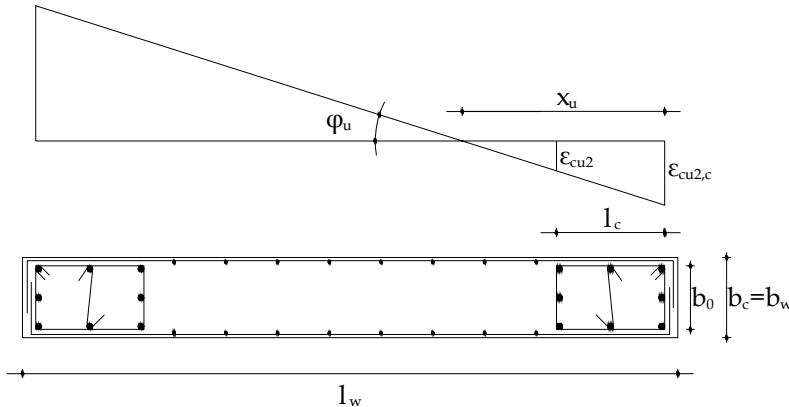
$\varepsilon_{cu2,c}$ η οριακή παραμόρφωση αστοχίας του περισφιγμένου σκυροδέματος, η οποία δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

EC8 5.5.3.4.5(6)

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0.0035 + 0.1 \cdot \alpha \cdot \omega_{wd}$$

Αναφορικά με το μήκος l_c δεν θα πρέπει να λαμβάνεται μικρότερο από:

$$l_c \geq \max \begin{cases} 0.15 \cdot l_w \\ 1.50 \cdot b_w \end{cases}$$



EC8 Figure 5.8

Σχήμα 2.57 Διατομή του τοιχώματος με τις περισφιγμένες ακραίες περιοχές και παραμορφώσεις του σκυροδέματος κατά τη στιγμή ανάπτυξης της οριακής καμπυλότητας φ_u.

Το ποσοστό του διαμήκους οπλισμού κάθε ακραίας περιοχής δεν θα πρέπει να είναι μικρότερο από 0.005.

EC8 5.5.3.4.5(7)

Οι γεωμετρικοί περιορισμοί που θέτει ο EC8 για τις διαστάσεις των διατομών των τοιχωμάτων συνοψίζονται στα εξής:

- Προκειμένον ένα κατακόρυφο δομικό στοιχείο να θεωρηθεί ως τοίχωμα θα πρέπει να ισχύει πως:

$$\frac{l_w}{b_w} > 4$$

EC8 5.1.2(1)

- Το πλάτος του κορμού του τοιχώματος b_{w0} (σε μέτρα) θα πρέπει να ικανοποιεί την ακόλουθη έκφραση:

$$b_{w0} \geq \max \begin{cases} 0.15m \\ h_s / 20 \end{cases}$$

EC8 5.5.1.2.3(2)

όπου h_s είναι το καθαρό ύψος του ορόφου.

EC8 Σχέση 5.7

Η ελάχιστη διάμετρος και η μέγιστη απόσταση των εγκάρσιων οπλισμών στα ακραία τμήματα των κρίσιμων περιοχών του τοιχώματος καθορίζονται από τις ίδιες σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν και για τις κρίσιμες περιοχές των υποστυλωμάτων (βλέπε παράγραφο 2.10.5.2 του παρόντος). Στα ακραία τμήματα των κρίσιμων περιοχών θα πρέπει να εξασφαλίζεται μία ελάχιστη τιμή του μηχανικού ογκομετρικού ποσοστού οπλισμού ίση με 0.12

EC8
5.5.3.4.5(10)

Η διαμόρφωση των ακραίων περιοχών θα πρέπει να συνεχίζεται και για έναν επιπλέον όροφο πάνω από την κρισιμή περιοχή, με την προϋπόθεση πως θα παρέχεται τουλάχιστον η μισή περίσφιξη από αυτήν των ακραίων περιοχών εντός κρισίμου περιοχής.

Εκτός των κρισιμών περιοχών θα πρέπει να εξασφαλίζεται ένα ελάχιστο ποσοστό διαμήκους οπλισμού ίσο με 0.005 πέρα από εκείνες τις θέσεις στις οποίες υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων η παραμόρφωση του σκυροδέματος υπερβαίνει το 0.002. Αναφορικά με τον διαμήκη οπλισμό εκτός κρισίμων περιοχών αυτός καθορίζεται από τις αντίστοιχες απαιτήσεις του EC2 που είναι:

- Το ελάχιστο συνολικό εμβαδόν του κατακόρυφου οπλισμού τοιχώματος εκτός κρισίμου περιοχής είναι:

$$A_{s,v\min} = 0.002 A_c$$

- Το μέγιστο συνολικό εμβαδόν του κατακόρυφου οπλισμού τοιχώματος εκτός κρισίμου περιοχής και εκτός θέσεων ενώσεως οπλισμών είναι:

$$A_{s,v\max} = 0.04 A_c$$

όπου

A_c το εμβαδόν της διατομής του τοιχώματος

- Σε όλες τις περιπτώσεις στις οποίες απαιτείται ο ελάχιστος οπλισμός $A_{s,v\min}$ θα πρέπει μισός από αυτόν να τοποθετείται σε κάθε πλευρά της διατομής.
- Η απόσταση μεταξύ διαδοχικών διαμήκων ράβδων θα πρέπει να πληροί την ακόλουθη έκφραση:

$$s \leq \min \begin{cases} 3 \cdot b_w \\ 400 \text{mm} \end{cases}$$

Στη συνέχεια θα εφαρμόσουμε τις παραπάνω απαιτήσεις στο τοίχωμα του φορέα Dual 1 για τον οποίον όπως είδαμε στην αρχή της παραγράφου αυτής προκύπτουν μηδενικά απαιτούμενα ποσοστά διαμήκους οπλισμού.

Ελέγχουμε κατ' αρχήν την γεωμετρική συνθήκη κατάταξης του δομικού στοιχείου στην ομάδα των τοιχωμάτων:

$$\frac{l_w}{b_w} = \frac{6}{0.3} = 20 > 4$$

καθώς και το επαρκές του πάχους του κορμού του τοιχώματος b_{w0} (στη περίπτωσή μας είναι προφανώς $b_{w0} = b_w$ όπου ως b_{w0} ορίζεται το πλάτος του κορμού του ενώ ως b_w το πλάτος των ακραίων περισφιγμένων τμημάτων του τοιχώματος):

$$b_{w0} = 0.30 \text{m} > \max \begin{cases} 0.15 \text{m} \\ h_s / 20 \end{cases} = \max \begin{cases} 0.15 \text{m} \\ 4.12 / 20 = 0.21 \text{m} \end{cases} = 0.21 \text{m}$$

όπου h_s είναι το καθαρό ύψος του ορόφου (βλέπε και παρ. 2.10.7.1).

EC8
5.5.3.4.5(11)

EC8
5.5.3.4.5(12)

EC2 9.6.2

EC2 9.6.2(1)

EC2 9.6.2(2)

EC2 9.6.2(3)

EC8 5.1.2(1)

EC8 5.5.1.2.3(2)

EC8 Σχέση 5.7

Το όριο αυτό μειώνεται περισσότερο στους υπόλοιπους ορόφους όπου το καθαρό ύψος αυτών είναι μικρότερο σε σχέση με το καθαρό ύψος του ισογείου, οπότε ο επιπλέον έλεγχος περιττεύει.

Βασική προϋπόθεση για την συνέχεια των υπολογισμών είναι η γνώση της διάστασης του περισφιγμένου πυρήνα σκυροδέματος των άκρων του τοιχώματος (l_c). Επειδή αυτή αφενός δεν είναι γνωστή εξ' αρχής αφετέρου εξαρτάται από παράγοντες οι οποίοι επίσης δεν είναι γνωστοί στο στάδιο αυτό (ογκομετρικό ποσοστό εγκάρσιου οπλισμού στα άκρα, διάταξη αυτού κ.α) ο υπολογισμός της μπορεί να γίνει με μία επαναληπτική διαδικασία.

Επειδή πολλές φορές κατά τη διαστασιολόγηση των τοιχωμάτων ως κρίσιμο μήκος l_c προκύπτει το ελάχιστο απαιτούμενο, η τιμή αυτού θεωρείται ως η καταλληλότερη για να ξεκινήσει κανείς αυτόν τον υπολογισμό.

$$l_c \geq \max \begin{cases} 0.15 \cdot l_w \\ 1.50 \cdot b_w \end{cases} = \max \begin{cases} 0.15 \cdot 6 = 0.9\text{m} \\ 1.50 \cdot 0.3 = 0.45\text{m} \end{cases} \Rightarrow l_c = 0.9\text{m}$$

EC8 5.5.3.4.5(6)

(βλέπε και σχήμα 56 του παρόντος για τους συμβολισμούς)

Το εμβαδόν του ελάχιστου κατακόρυφου οπλισμού κάθε ακραίου τμήματος θα είναι τότε:

EC8 5.5.3.4.5(7)

$$A_{s,min} = 0.005 \cdot l_c \cdot b_w = 0.005 \cdot 90 \cdot 30 = 13.5\text{cm}^2$$

Επλέγουμε να τοποθετήσουμε σε κάθε άκρο του τοιχώματος 12 ράβδους με διάμετρο $d_{bL} = 10 \text{ mm}$ και 4 ράβδους με $d_{bL} = 12 \text{ mm}$, συνολικό εμβαδού 13.95 cm^2 (η επιλογή του αριθμού των ράβδων εξηγείται παρακάτω).

Το μηχανικό ποσοστό ω_{tot} που αντιστοιχεί στον παραπάνω οπλισμό θα είναι:

$$\omega_{tot} = \frac{A_{s,tot}}{b_w \cdot l_w} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{2 \cdot 13.95}{30 \cdot 600} \cdot \frac{347.83}{13.333} = 0.04$$

Αν λάβουμε υπόψη ότι στη βάση του τοιχώματος η αντιγμένη τιμή του αξονικού φορτίου είναι:

$$V_{Ed} = \frac{-3715.54}{0.3 \cdot 6 \cdot 13333.33} = -0.155$$

τότε από το ίδιο διάγραμμα σχεδιασμού της CEB που χρησιμοποιήσαμε και στην αρχή αυτής της παραγράφου, θα έχουμε:

$$\mu_{Rd} = 0.075$$

Έτσι η ροπή αντοχής M_{Rd} στη βάση του τοιχώματος θα είναι:

$$M_{Rd} = \mu_{Rd} \cdot b_w \cdot l_w^2 \cdot f_{cd} = 0.075 \cdot 0.3 \cdot 6^2 \cdot 13333.33 = 10800\text{kNm}$$

Μπορούμε έτσι να υπολογίσουμε την απαιτούμενη τιμή του δείκτη πλαστιμότητας καμπυλοτήτων μ_ϕ για τη κρίσιμη περιοχή του τοιχώματος.

Δεδομένου πως $T_1 = 0.714 \text{ sec}$ (για τον φορέα Dual 1) > $T_C = 0.6 \text{ sec}$ θα είναι:

$$\mu_\varphi = 2 \cdot q_0 \cdot \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} - 1 = 2 \cdot 5.4 \cdot \frac{6893.6}{10800} - 1 = 5.89$$

EC8 5.5.3.4.5(2)

Η διάταξη των εγκαρσίων οπλισμών γίνεται σύμφωνα με τους κανόνες που περιγράψαμε στην παράγραφο 2.10.5.2 για τις κρίσιμες περιοχές των υποστυλωμάτων. Θα έχουμε:

- Η διάμετρος d_{bw} των συνδετήρων ικανοποιεί την ακόλουθη έκφραση:

$$d_{bw} \geq 0.4 \cdot d_{bL,max} \cdot \sqrt{\frac{f_{ydl}}{f_{ydw}}} = 0.4 \cdot 12 \cdot 1 = 4.8 \text{ mm}$$

EC8
5.5.3.4.5(10)

EC8 Σχέση 5.31

όπου

$d_{bL,max}$ η μέγιστη διάμετρος διαμήκους ράβδου της ακραίας περιοχής του τοιχώματος.

f_{ydl} η αντοχή σχεδιασμού του διαμήκους οπλισμού.

f_{ydw} η αντοχή σχεδιασμού του εγκάρσιου οπλισμού. Τόσο για τους διαμήκεις όσο για τους εγκάρσιους οπλισμούς λαμβάνεται ποιότητα χάλυβα S400 (βλέπε παράγραφο 2.3.2 του παρόντος).

- Η απόσταση των συνδετήρων (μετρημένη σε χιλιοστά) δεν θα πρέπει να υπερβαίνει την ακόλουθη τιμή:

$$s = \min \begin{cases} b_0 / 3 = 218 / 3 = 73 \text{ mm} \\ 125 \text{ mm} \\ 6 \cdot d_{bL} = 6 \cdot 10 = 60 \text{ mm} \end{cases} \Rightarrow s = 60 \text{ mm}$$

EC8 Σχέση 5.32

όπου

b_0 η ελάχιστη διάσταση του περισφιγμένου πυρήνα (μετρημένη από την εσωτερική πλευρά των συνδετήρων). Θεωρώντας συνδετήρες διαμέτρου 6 mm και την ονομαστική τιμή της επικάλυψης του σκυροδέματος που υπολογίσθηκε στη παράγραφο 2.10.2.2α θα έχουμε:

$$b_0 = b_w - 2 \cdot c_{nom} - 2 \cdot d_{bw} = 300 - 2 \cdot 35 - 2 \cdot 6 = 218 \text{ mm}$$

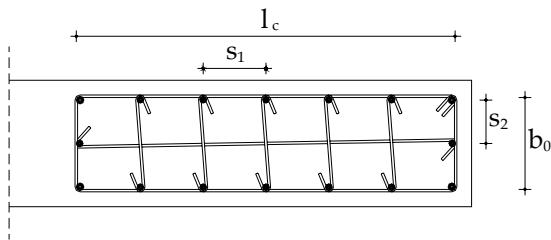
d_{bL} η ελάχιστη διάμετρος διαμήκους ράβδου της ακραίας περιοχής του τοιχώματος.

- Η απόσταση διαδοχικών διαμήκων ράβδων οπλισμού των άκρων του τοιχώματος που συγκρατούνται από συνδετήρες ή εγκαρσίους συνδέσμους δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 150 mm. Η απαίτηση αυτή καθορίζει τελικά και τον αριθμό των ράβδων που θα χρησιμοποιηθούν στην ακραία περιοχή του τοιχώματος. Επιλέχθηκαν 16 συνολικά ράβδοι οι οποίες διατάσσονται με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα της επόμενης σελίδας.

Οι αποστάσεις των ράβδων θα είναι:

$$s_1 = \frac{900 - 6 - 12}{6} = 147 \text{ mm} \text{ και } s_2 = \frac{218 - 12}{2} = 103 \text{ mm} < 150 \text{ mm}$$

Επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε εγκάρσιους οπλισμούς διαμέτρου 6 mm, η καθ' ύψος απόσταση των οποίων θα είναι 60 mm.



Σχήμα 2.58 (αρχική) Διάταξη των διαμήκων και των εγκάρσιων οπλισμών της ακραίας περιοχής του τοιχώματος του φορέα Dual 1 σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EC8 για την εξασφάλιση πλάστιμης συμπεριφοράς στις κρίσμες περιοχές.

Θυμίζουμε πως η απόσταση l_c μετράται από τον άξονα του εξωτερικού συνδετήρα ενώ η b_0 (για τον υπολογισμό της απόστασης των συνδετήρων) από την εσωτερική του πλευρά. Η απόσταση b_0 που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των συντελεστών α_n και α_s κατά τον υπολογισμό της περίσφιξης μετράται από τον άξονα του εξωτερικού συνδετήρα.

Θα υπολογίσουμε στη συνέχεια τον όρο $\alpha \cdot \omega_{wd}$, απαραίτητο για τον υπολογισμό της οριακής παραμόρφωσης αισθοχίας του περισφιγμένου σκυροδέματος $\varepsilon_{cu2,c}$.

$$l_c = 900 \text{ mm}$$

$$b_0 = b_w - 2 \cdot c_{nom} - d_{bw} = 300 - 2 \cdot 35 - 6 = 224 \text{ mm}$$

$$s = 60 \text{ mm}$$

$$\rho_w = \frac{(7 \cdot b_0 + 3 \cdot l_c) \cdot \frac{\pi \cdot 6^2}{4}}{b_0 \cdot l_c \cdot s} = \frac{(7 \cdot 224 + 3 \cdot 900) \cdot 28.27}{224 \cdot 900 \cdot 60} = 0.0099$$

$$\omega_{wd} = \rho_w \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = 0.0099 \cdot \frac{347.83}{13.33} = 0.26 > \omega_{wd,min} = 0.12$$

$$\alpha_n = 1 - \sum_n \frac{b_i^2}{6 \cdot b_0 \cdot l_c} = 1 - \frac{12 \cdot 147^2 + 4 \cdot 103^2}{6 \cdot 224 \cdot 900} = 0.75$$

$$\alpha_s = \left(1 - \frac{s}{2 \cdot b_0}\right) \cdot \left(1 - \frac{s}{2 \cdot l_c}\right) = \left(1 - \frac{60}{2 \cdot 224}\right) \cdot \left(1 - \frac{60}{2 \cdot 900}\right) = 0.837$$

$$\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s = 0.75 \cdot 0.837 = 0.628$$

$$\varepsilon_{sy,d} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{347.83}{200000} = 0.00174$$

$$\text{και } \alpha \cdot \omega_{wd} = 0.628 \cdot 0.26 = 0.163$$

Ο έλεγχος του υπάρχοντος μηχανικού ογκομετρικού ποσοστού οπλισμού μπορεί πλέον να γίνει ως εξής:

$$30 \cdot \mu_{\varphi} \cdot (v_d + \omega_v) \cdot \varepsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0.035 = 30 \cdot 5.89 \cdot (0.155 + 0.052) \cdot 0.00174 \cdot \frac{300}{224} - 0.035 \\ = 0.05 < \alpha \cdot \omega_{wd} = 0.163$$

όπου το v_d λαμβάνεται θετικό για θλίψη, ενώ για τον υπολογισμό του ω_v γίνεται η υπόθεση πως το ποσοστό του κατακόρυφου οπλισμού κορμού είναι ίσο με το ελάχιστο $\rho_v=0.002$:

$$\omega_v = \rho_v \cdot \frac{f_{yd,v}}{f_{cd}} = 0.002 \cdot \frac{347.83}{13.33} = 0.052$$

Η οριακή παραμόρφωση αστοχίας του περισφιγμένου σκυροδέματος θα είναι:

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0.0035 + 0.1 \cdot \alpha \cdot \omega_{wd} = 0.0035 + 0.1 \cdot 0.163 = 0.0198$$

Προσεγγιστικά, το ύψος της θλιβόμενης ζώνης θα είναι:

$$x_u = (v_d + \omega_v) \cdot \frac{l_w \cdot b_c}{b_0} = (0.155 + 0.052) \cdot \frac{6 \cdot 0.3}{0.224} = 1.66m$$

EC8
5.5.3.4.5(11)P

όπου για τα v_d και ω_v ισχύουν οι ίδιες παρατηρήσεις όπως και παραπάνω. Έτσι το απαιτούμενο περισφιγμένο μήκος l_c των άκρων του τοιχώματος επαναπροσδιορίζεται ως:

$$l_c = x_u \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{cu2,c}}\right) = 1.66 \cdot \left(1 - \frac{0.0035}{0.0198}\right) = 1.37m > 0.9m$$

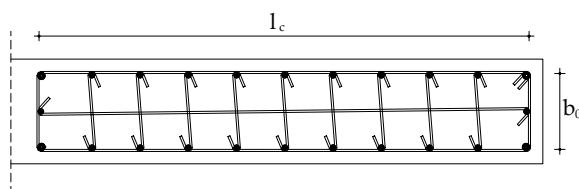
EC8 Σχέση 5.21

είναι δηλαδή μεγαλύτερο από το ελάχιστο που χρησιμοποιήθηκε στους παραπάνω υπολογισμούς. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να επαναληφθεί όλη η προηγούμενη σειρά υπολογισμών θεωρώντας όμως ως περισφιγμένο μήκος των άκρων $l_c = 1.4m$

Το ελάχιστο εμβαδόν κάθε ακραίου τμήματος προκύπτει ίσο με $21cm^2$, οπότε επιλέγουμε να τοποθετήσουμε 20 ράβδους με διάμετρο $d_{bL} = 10 mm$ και 4 ράβδους με $d_{bL} = 14 mm$ (οι γωνιακές ράβδοι), συνολικού εμβαδού $21.86 cm^2$.

Η ροπή αντοχής στη βάση του τοιχώματος προκύπτει $11520 kNm$ και η απαιτούμενη τιμή του δείκτη πλαστιμότητας καμπυλοτήτων $\mu_{\varphi}=5.46$.

Η διάταξη των οπλισμών γίνεται σύμφωνα με το ακόλουθο σχήμα. Χρησιμοποιήθηκαν συνδετήρες και σύνδεσμοι διαμέτρου 6mm σε καθ' ύψος αποστάσεις των 60 mm, ικανοποιώντας τις απαιτήσεις του EC8 για την ελάχιστη διάμετρο και τις μέγιστες αποστάσεις τόσο των διαμήκων όσο των εγκάρσιων οπλισμών.



Σχήμα 2.59 Διάταξη των διαμήκων και των εγκάρσιων οπλισμών της ακραίας περιοχής του τοιχώματος του φορέα Dual 1 σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EC8 για την εξασφάλιση πλάστιμης συμπεριφοράς στις κρίσιμες περιοχές.

Για τη διάταξη αυτή ο έλεγχος του υπάρχοντος ογκομετρικού ποσοστού οπλισμού ω_{wd} έδωσε (για τη βάση του τοιχώματος όπου ο έλεγχος αυτός είναι κρισμότερος):

$$\alpha \cdot \omega_{wd} = 0.169 > 30 \cdot \mu_\varphi \cdot (v_d + \omega_v) \cdot \epsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0.035 = 0.044$$

Η οριακή παραμόρφωση αστοχίας του περισφιγμένου σκυροδέματος προέκυψε $\epsilon_{cu2,c} = 0.0204$ και το απαιτούμενο περισφιγμένο μήκος $l_c = 1.38m \approx 1.4m$ όσο δηλαδή θεωρήθηκε παραπάνω.

Η διαμόρφωση αυτή των ακραίων περιοχών συνεχίζεται για ένα επιπλέον όροφο πάνω από την κρίσιμη περιοχή, δηλαδή τον τρίτο εδώ, με την προϋπόθεση πως θα παρέχεται τουλάχιστον η μισή περισφιξή σε σχέση με αυτήν που παρέχεται εντός κρισίμου περιοχής. Έτσι η διάταξη των οπλισμών που παρουσιάζεται στο σχήμα 2.59 συνεχίζεται και στον τρίτο όροφο αλλά με καθ' ύψος απόσταση μεταξύ των εγκαρσίων οπλισμών (συνδετήρων και εγκαρσίων συνδέσμων) 100 mm (αντί για 60 που είναι εντός της κρισίμου περιοχής). Το ογκομετρικό ποσοστό ω_{wd} της διάταξης αυτής προέκυψε 0.156 που είναι μεγαλύτερο από το ελάχιστο 0.12.

Το εμβαδόν του ελάχιστου κατακόρυφου οπλισμού του τοιχώματος θα είναι:

$$A_{s,v\min} = 0.002 A_c = 0.002 \cdot 30 \cdot 600 = 36cm^2$$

EC8
5.5.3.4.5(11)

και το μέγιστο

$$A_{s,v\max} = 0.04 A_c = 0.04 \cdot 30 \cdot 600 = 720cm^2$$

EC2 9.6.2(1)

Ακόμη και αν δεν λάβουμε τον οπλισμό του κορμού, παρά μόνο τον διαμήκη οπλισμό των ακραίων περιοχών (για τη κρίσιμη περιοχή και τον επιπλέον όροφο πάνω από την κρίσιμη περιοχή) θα είναι:

$$A_s = 2 \cdot 21.86 = 43.72 > A_{s,v\min} = 36cm^2$$

EC8
5.5.3.4.5(12)

Τα προηγούμενα αναφέρονταν στον διαμήκη και τον εγκάρσιο οπλισμό των ακραίων τμημάτων της κρίσιμης περιοχής του τοιχώματος καθώς και ενός επιπλέον ορόφου υπεράνω αυτής.

Στους υπόλοιπους ορόφους, σε καμία θέση του τοιχώματος η παραμόρφωση του σκυροδέματος δεν ξεπέρασε το 0.002 (χρησιμοποιήθηκε το διάγραμμα σχεδιασμού της CEB για μονοαξονική κάμψη με αξονική δύναμη για χάλυβα ποιότητας S400 και λόγο $d_1/h=0.10$) συνεπώς δεν απαιτείται η διαμόρφωση ακραίων περιοχών όπως στη κρίσιμη περιοχή.

Όπως ευπόθηκε και στην αρχή της παραγράφου αυτής, τα απαιτούμενα ποσοστά διαμήκους οπλισμού είναι αμελητέα σε όλες τις στάθμες του τοιχώματος. Συνεπώς ο ελάχιστος διαμήκης οπλισμός θα πρέπει να τοποθετηθεί στο τοίχωμα πάνω από τον τρίτο όροφο.

EC2 9.6.2(2)

Στη περίπτωση αυτή μισός απ' τον ελάχιστο οπλισμό θα πρέπει να τοποθετηθεί σε κάθε πλευρά της διατομής. Επιλέγουμε να τοποθετήσουμε στις ακραίες περιοχές του τοιχώματος 6 ράβδους διαμέτρου $d_{bL} = 20 mm$ (συνολικό εμβαδόν 37.7 cm²).

2.10.7.3 Τέμνουσες σχεδιασμού (V_{Ed}) των τοιχωμάτων

Κατά τον υπολογισμό των τεμνουσών σχεδιασμού (V_{Ed}) των τοιχωμάτων, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ενδεχόμενη αύξηση αυτών τόσο λόγο του σχηματισμού πλαστικής άρθρωσης στη βάση του τοιχώματος (την εξασφάλιση του οποίου επιτάσσει ο ικανοτικός σχεδιασμός) όσο λόγο της επιρροής των ανώτερων ιδιομορφών (για τοιχώματα με λόγο $h_w/l_w > 2$ οπως αυτά των φορέων που αναλύονται εδώ).

Η απαίτηση αυτή θεωρούμε πως εξασφαλίζεται, εάν τροποποιήσουμε τις τέμνουσες που προέκυψαν από την ανάλυση με βάση τον παρακάτω κανόνα:

$$V_{Ed} = \varepsilon \cdot V'_{Ed}$$

όπου

V'_{Ed} οι τέμνουσες που προέκυψαν από την ανάλυση.

ε αυξητικός συντελεστής, ο οποίος υπολογίζεται με βάση την ακόλουθη σχέση

$$\varepsilon = q \cdot \sqrt{\left(\frac{\gamma_{Rd}}{q} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} \right)^2 + 0.1 \cdot \left(\frac{S_e(T_c)}{S_e(T_1)} \right)^2} \leq q$$

όπου

q ο δείκτης συμπεριφοράς.

M_{Ed} η ροπή σχεδιασμού στη βάση του τοιχώματος.

M_{Rd} η ροπή αντοχής της βάσεως του τοιχώματος.

γ_{Rd} συντελεστής υπεραντοχής κυρίως λόγω της επιρροής της κράτυνσης του χάλυβα. Στη περίπτωση που δεν γίνεται ακριβέστερος υπολογισμός θα λαμβάνεται ίσος με 1.2

T_1 η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος του φορέα (κατά τη διεύθυνση της V_{Ed}).

T_c χαρακτηριστική περίοδος (άνω όριο της σταθερής περιοχής) του φάσματος σχεδιασμού.

$S_e(T)$ η τεταγμένη του ελαστικού φάσματος απόκρισης.

Ο συντελεστής ε δεν θα πρέπει να λαμβάνεται μικρότερος από 1.5.

Έτσι για τον υπολογισμό του συντελεστή ε θα έχουμε:

$$q = 5.4 \text{ (παρ. 2.5.2.2γ του παρόντος)}$$

$$M_{Ed} = 6893.6 \text{ kNm (παρ. 2.10.7.1 του παρόντος)}$$

$$M_{Rd} = 11520 \text{ kNm (παρ. 2.10.7.2 του παρόντος)}$$

$$\gamma_{Rd} = 1.2$$

$$T_1 = 0.714 \text{ sec (παρ. 2.7.1 του παρόντος)} \text{ και } T_c = 0.60 \text{ sec (παρ. 2.5.2.2δ)}$$

$$\frac{S_e(T_c)}{g} = \alpha_g \cdot S \cdot n \cdot 2.5 = 0.16 \cdot 1.15 \cdot 1 \cdot 2.5 = 0.46$$

EC8
5.5.2.4.1(6)P

EC8 5.5.2.4.1(7)

EC8 Σχέση 5.24

EC8 Σχέση 5.25

$$\frac{S_e(T_1)}{g} = \alpha_g \cdot S \cdot n \cdot 2.5 \cdot \left[\frac{T_c}{T} \right] = 0.46 \cdot \frac{0.6}{0.714} = 0.38 \text{ για } T_1 > T_c.$$

EC8 Σχέση 3.3

EC8 Σχέση 3.4

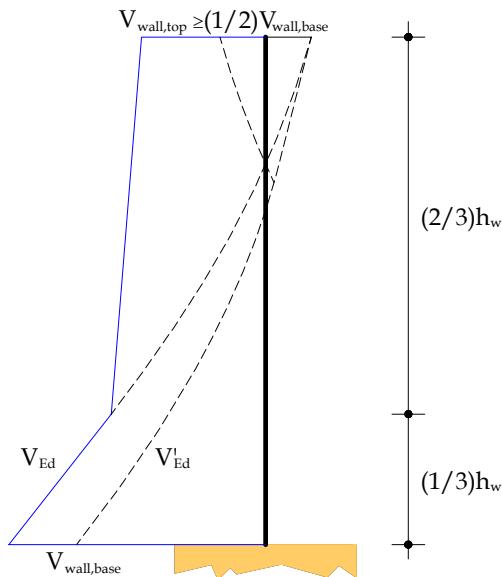
Έτσι η τιμή του συντελεστή ε θα είναι:

$$\varepsilon = 5.4 \cdot \sqrt{\left(\frac{1.2}{5.4} \cdot \frac{11520}{6893.6}\right)^2 + 0.1 \cdot \left(\frac{0.46}{0.38}\right)^2} = 2.856 < q \text{ και } > 1.5$$

Προκειμένου για τοιχώματα με λόγο $h_w/l_w > 2$ (όπως αυτά των δύο φορέων της παρούσας ανάλυσης), τα οποία ανήκουν σε μικτά συστήματα πλαισίων - τοιχωμάτων, η περιβάλλοντα των τεμνουσών σχεδιασμού (V_{Ed}) όπως υπολογίσθηκαν με χρήση του συντελεστή ε , θα πρέπει να τροποποιηθεί κατά τον ακόλουθο τρόπο (βλέπε και σχήμα 2.60) ώστε να ληφθούν υπόψη ενδεχόμενες επιρροές από ανώτερες ιδιομορφές:

EC8 5.5.2.4.1(8)

- Στο κατώτερο 1/3 του ύψους του τοιχώματος, διατηρούνται οι τιμές που προέκυψαν όπως προηγουμένως με χρήση του μεγεθυντικού συντελεστή ε .
- Στο υπόλοιπο ύψος του κτιρίου θα έχουμε γραμμική μεταβολή του διαγράμματος των τεμνουσών σχεδιασμού από τη τιμή που αντιστοιχεί στο 1/3 του ύψους του τοιχώματος, ως τη τιμή της μισής τέμνουσας σχεδιασμού της βάσης, την οποία θεωρούμε για την κορυφή του τοιχώματος.

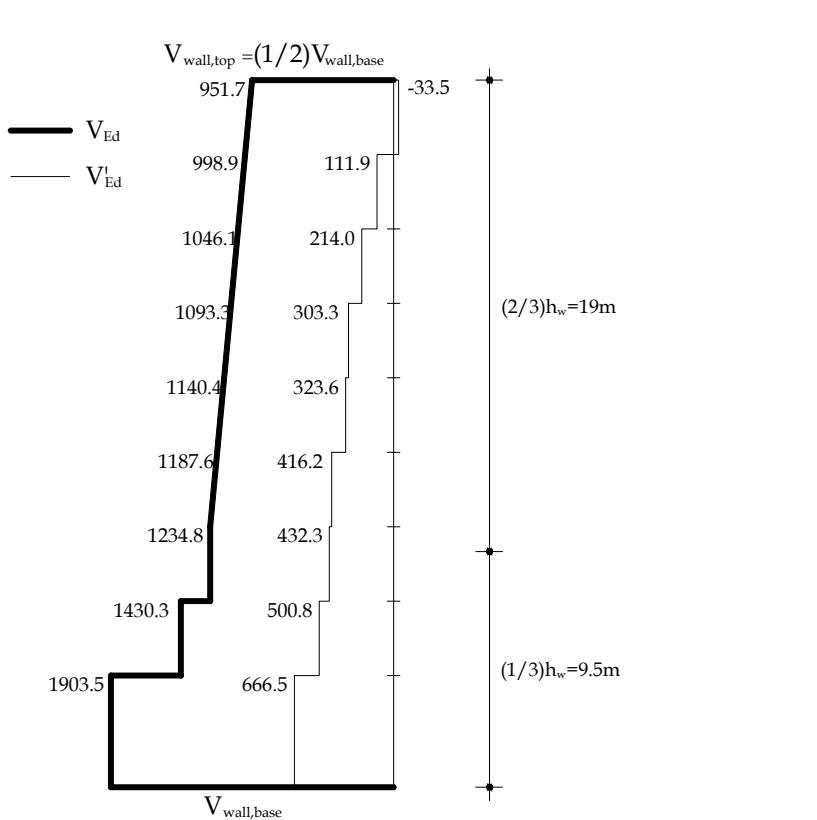


EC8 Figure 5.4

Σχήμα 2.60 Διάγραμμα τεμνουσών από την ανάλυση (V'_{Ed}) και η τροποποιημένη περιβάλλοντα των τεμνουσών σχεδιασμού (V_{Ed}) για τοίχωμα που ανήκει σε μικτό σύστημα πλαισίων τοιχωμάτων.

Στο σχήμα της σελίδας που ακολουθεί φαίνονται τα εξής:

- Το διάγραμμα των τεμνουσών του τοιχώματος (V'_{Ed}) όπως προέκυψε για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων (ίδιο για E_x^+ και E_x^-). Οι αντίστοιχες τέμνουσες του τοιχώματος υπό τον βασικό συνδυασμό δράσεων λόγω της συμμετρίας του πλαισίου είναι μηδενικές.
- Η περιβάλλοντα σχεδιασμού (V_{Ed}) υπολογισμένη κατά τον τρόπο που παρουσιάσθηκε παραπάνω.



Σχήμα 2.61 Παρούσιαση των διαγράμματος των τεμνονοσών (kN) των τοιχώματος του φορέα Dual 1 όπως προέκυψε από την ανάλογη (V'_{Ed} βλέπε και σχήμα 2.28 ή πίνακα 2.11), καθώς και της περιβάλλοντας σχεδιασμού (V_{Ed}).

2.10.7.4 Διαστασιολόγηση τοιχωμάτων έναντι διατμήσεως

Η διαστασιολόγηση των τοιχωμάτων έναντι διατμήσεως πρέπει να περιλαμβάνει τους ακόλουθους τρεις ελέγχους:

- Έλεγχος έναντι συντριβής των θλιβόμενων διαγωνίων σκυροδέματος του κορμού του τοιχώματος.
- Έλεγχος έναντι λοξού εφελκυσμού του σκυροδέματος του κορμού του τοιχώματος.
- Έλεγχος έναντι διατμητικής ολισθήσεως.

Στα επόμενα θα παρουσιασθούν όλοι οι παραπάνω έλεγχοι για το τοίχωμα του φορέα Dual 1, οι τέμνοντες σχεδιασμού του οποίου υπολογίσθηκαν στη προηγούμενη παράγραφο.

α) Έλεγχος έναντι συντριβής των θλιβόμενων διαγωνίων σκυροδέματος του κορμού του τοιχώματος

EC8 5.5.3.4.2

Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιείται με σύγκριση των τεμνονοσών σχεδιασμού του τοιχώματος με την αντοχή σε συντριβή των θλιβόμενων διαγωνίων σκυροδέματος που αντιπροσωπεύεται από την τιμή του όρου $V_{Rd,max}$ που συναντήσαμε στη διαστασιολόγηση σε διάτμηση των δοκών και των υποστυλωμάτων (παρ. 2.10.4.2 & 2.10.5.4 του παρόντος).

EC8 5.5.3.4.2(1)

Η τιμή του όρου $V_{Rd,max}$ υπολογίζεται με τον εξής τρόπο:

- **Εκτός κρισίμου περιοχής.**

Με τον τρόπο που παρουσιάσθηκε στη παράγραφο 2.10.4.2 του παρόντος για τις δοκούς λαμβάνοντας επιπρόσθετα υπόψη πως ο μοχλοβραχίονας των εσωτερικών δυνάμεων (z) θα λαμβάνεται ίσος με $0.8 \cdot l_w$ και πως για τη κλίση των θλιβόμενων διαγωνίων σκυροδέματος ως προς τον άξονα του τοιχώματος (δηλαδή την κατακόρυφο) θα λαμβάνεται $\tan\theta = 1.0$

- **Εντός κρισίμου περιοχής.**

Θα λαμβάνεται το 40% της τιμής που υπολογίσθηκε εκτός της κρισίμου περιοχής.

Έτσι για την περιοχή εκτός του κρισίμου τμήματος του τοιχώματος ($h > 7.5m$ δηλαδή από τον τρίτο όροφο και άνω) θα είναι:

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \frac{f_{cd}}{\cot\theta + \tan\theta} = 1 \cdot 0.3 \cdot (0.8 \cdot 6) \cdot 0.552 \cdot \frac{13333}{1+1} = 5299.2 \text{kN}$$

Όπως φαίνεται στο σχήμα 2.61 (βλ. προηγούμενη σελίδα) σε καμία θέση εκτός κρισίμου περιοχής οι τέμνουσες σχεδιασμού δεν υπερβαίνουν την προηγούμενη τιμή, συνεπώς σε αυτό το τμήμα του τοιχώματος δεν υπάρχει κίνδυνος συντριβής των θλιβόμενων διαγωνίων σκυροδέματος.

Εντός της κρίσιμης περιοχής θα είναι:

$$V_{Rd,max} = 40\% \cdot 5299.2 = 2119.68 \text{kN}$$

Η τιμή αυτή είναι μεγαλύτερη από τη μεγαλύτερη τέμνουσα σχεδιασμού της κρίσιμης περιοχής του τοιχώματος, που εμφανίζεται στο ισόγειο (1903.5 kN). Συνεπώς ούτε εντός κρισίμου περιοχής υφίσταται κίνδυνος συντριβής των θλιβόμενων διαγωνίων σκυροδέματος.

β) Έλεγχος έναντι λοξού εφελκυσμού του σκυροδέματος του κορμού

EC8 5.5.3.4.3

Ο οπλισμός του κορμού του τοιχώματος θα πρέπει να υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη το λόγο διατμήσεως α_s :

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w}$$

όπου M_{Ed} και V_{Ed} είναι τα εντατικά μεγέθη του τοιχώματος όπως προέκυψαν από την ανάλυση.

Για τον έλεγχο έναντι λοξού εφελκυσμού κρίσιμη είναι η μεγαλύτερη τιμή του α_s σε κάθε όροφο. Διακρίνουμε δύο περιπτώσεις ανάλογα με την τιμή του α_s :

- Εάν $\alpha_s \geq 2.0$ τότε ο έλεγχος γίνεται με τον υπολογισμό του $V_{Rd,s}$ όπως έγινε στις δοκούς και στα υποστυλώματα (2.10.4.2 & 2.10.5.4 του παρόντος) με τις παρατηρήσεις που έγιναν στην προηγούμενη παράγραφο για τις τιμές των z και $\tan\theta$, να ισχύουν και εδώ.

EC8 5.5.3.4.3(2)

- Εάν $\alpha_s < 2.0$, τότε ισχύουν τα ακόλουθα:
 - Οι οριζόντιες ράβδοι του κορμού θα πρέπει να ικανοποιούν την ακόλουθη έκφραση:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} + 0.75 \cdot \rho_h \cdot f_{yd,h} \cdot b_{w0} \cdot \alpha_s \cdot l_w$$

EC8 5.5.3.4.3(3)

EC8 Σχέση 5.38

όπου

ρ_h το γεωμετρικό ποσοστό των οριζόντιων οπλισμών του κορμού ($\rho_h = A_h / (b_{w0} \cdot s_h)$)

$f_{yd,h}$ η αντοχή σχεδιασμού του χάλυβα των οριζόντιων ράβδων του κορμού του τοιχώματος.

$V_{Rd,c}$ η τιμή σχεδιασμού της αντοχής έναντι διατμήσεως δομικών στοιχείων χωρίς οπλισμό διάτμησης.

Η τιμή του όρου $V_{Rd,c}$ θα λαμβάνεται ίση με μηδέν εντός της κρισίμου περιοχής του τοιχώματος αν το αξονικό φορτίο N_{Ed} είναι εφελκυστικό.

- Οι κατακόρυφες ράβδοι του κορμού πρέπει να ενώνονται και να αγκυρώνονται κατά το ύψος του τοιχώματος ενώ θα πρέπει να ικανοποιούν και την ακόλουθη έκφραση:

$$\rho_h \cdot f_{yd,h} \cdot b_{w0} \cdot z \leq \rho_v \cdot f_{yd,v} \cdot b_{w0} \cdot z + \min N_{Ed}$$

EC8 Σχέση 5.39

όπου

ρ_v το γεωμετρικό ποσοστό των κατακόρυφων οπλισμών του κορμού ($\rho_v = A_v / (b_{w0} \cdot s_v)$).

$f_{yd,v}$ η αντοχή σχεδιασμού του χάλυβα των κατακόρυφων ράβδων του κορμού του τοιχώματος.

ενώ η τιμή του αξονικού φορτίου N_{Ed} λαμβάνεται θετική αν το φορτίο είναι θλιπτικό.

Προκειμένου να αποφευχθεί η πρώιμη διατμητική αστοχία του κορμού του τοιχώματος, θα πρέπει να παρέχεται ένα ελάχιστο ποσοστό οπλισμού κορμού τόσο κατά την οριζόντια όσο κατά την κατακόρυφη διεύθυνση:

$$\rho_{v,min} = \rho_{h,min} = 0.002$$

EC8
5.5.3.4.5(13)P

Ο οπλισμός του κορμού έχει τη μορφή σχαρών, αποτελούμενων από ράβδους υψηλής συνάφειας, οι οποίες τοποθετούνται στις δύο όψεις του τοιχώματος και θα πρέπει να συγκρατούνται με εγκάρσιους συνδέσμους ανά αποστάσεις των 500mm περίπου.

EC8
5.5.3.4.5(14)

Η διάμετρος του οπλισμού του κορμού δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από 8mm αλλά και όχι μεγαλύτερη από το 1/8 του πλάτους του κορμού b_{w0} .

EC8
5.5.3.4.5(15)

Οι αποστάσεις μεταξύ διαδοχικών ράβδων του οπλισμού κορμού (τόσο οριζόντιων όσο κατακόρυφων) θα πρέπει να ικανοποιεί την ακόλουθη έκφραση:

$$s_v \text{ ή } s_h = \min \begin{cases} 250\text{mm} \\ 25 \cdot (\text{διάμετρο των ράβδων}) \end{cases}$$

Στη συνέχεια θα εφαρμόσουμε τα παραπάνω για να υπολογίσουμε τον οπλισμό κορμού του τοιχώματος του φορέα Dual 1.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η μέγιστη τιμή του λόγου διατμήσεως για κάθε όροφο του φορέα Dual 1.

Λόγος διατμήσεως α_s	
όροφος	α_s
1ος	1.72
2ος	1.38
3ος	1.17
4ος	0.82
5ος	0.59
6ος	0.29
7ος	0.53
8ος	1.02
9ος	1.81

Πίνακας 2.52 Τιμές του λόγου διατμήσεως α_s για το τοίχωμα του φορέα Dual 1.

Παρατηρούμε πως οι τιμές του α_s είναι όλες μικρότερες του 2.0, συνεπώς τόσο οριζόντιος όσο κατακόρυφος οπλισμός κορμού θα πρέπει να υπολογισθεί κατά τα προαναφερθέντα.

Για το τμήμα του τοιχώματος που βρίσκεται στο ισόγειο, εφόσον $\alpha_s=1.72 < 2.0$ θα έχουμε:

- Οριζόντιος οπλισμός κορμού

Θα πρέπει να ελεγχθεί η ισχύς της σχέσης 5.38 του EC8. Προς τούτο θα πρέπει να υπολογίσουμε τα ακόλουθα:

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d, (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$$

EC8 5.5.3.4.3(3)

EC2 Σχέσεις
6.2a & 6.2b

όπου

f_{ck} σε MPa

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0$$

με το στατικό ύψος d σε mm. Έτσι θα είναι:

$$d = l_w - c_{nom} - \frac{d_{bw}}{2} - \frac{l_c}{2} = 6000 - 35 - \frac{8}{2} - \frac{1400}{2} = 5261 \text{ mm}$$

(θεωρήσαμε ότι το στατικό ύψος d εκτείνεται ως το κέντρο της περισφιγμένης περιοχής του άκρου του τοιχώματος)

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{5261}} = 1.195 < 2.0$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02$$

όπου A_{sl} είναι το εμβαδόν του εφελκυόμενου οπλισμού. Για την περίπτωσή μας θα θεωρηθεί ως το εμβαδόν των διαμήκων οπλισμών του ενός περισφιγμένου άκρου:

$$\rho_1 = \frac{21.86}{30 \cdot 526.1} = 0.00138 < 0.02$$

b_w το πλάτος της εφελκυόμενης παρειάς του τοιχώματος
 $= 300 \text{ mm}$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0.2f_{cd} \text{ (σε MPa)}$$

όπου N_{Ed} είναι το αξονικό φορτίο σχεδιασμού της διατομής του τοιχώματος σε N (θετικό για θλίψη) και A_c είναι το εμβαδόν της διατομής του τοιχώματος (σε mm^2). Για τη βάση του τοιχώματος θα είναι:

$$\sigma_{cp} = \frac{3715.54 \cdot 1000}{6000 \cdot 30} = 2.064 \text{ MPa} < 0.2 \cdot 13.33 = 2.667 \text{ MPa}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0.18}{\gamma_c} = \frac{0.18}{1.5} = 0.12$$

$$k_1 = 0.15$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.195^{3/2} \cdot 20^{1/2} = 0.204$$

Ετοι η αντοχή σχεδιασμού έναντι διατμήσεως της διατομής του τοιχώματος χωρίς τη χρήση οπλισμού διάτμησης θα είναι:

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \frac{[0.12 \cdot 1.195(100 \cdot 0.00138 \cdot 20)^{1/3} + 0.15 \cdot 2.064]300 \cdot 5261}{(0.204 + 0.15 \cdot 2.064) \cdot 300 \cdot 5261} \Rightarrow \right.$$

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \frac{806566.33 \text{ N}}{811395.56 \text{ N}} = 811.39 \text{ kN} \right.$$

Ετοι το δεύτερο μέλος της σχέσης 5.38 του EC8 θα είναι (για το γεωμετρικό ποσοστό του οριζόντιου οπλισμού του κορμού ρ_h θεωρήθηκε το ελάχιστο δηλαδή 0.002):

$$V_{Rd,c} + 0.75 \cdot \rho_h \cdot f_{yd,h} \cdot b_{w0} \cdot \alpha_s \cdot l_w = \\ 811.39 + 0.75 \cdot 0.002 \cdot \frac{400}{1.15} \cdot 1000 \cdot 0.3 \cdot 1.72 \cdot 6 = 2426.7 \text{ kN}$$

και

$$V_{Ed} = 1903.5 \text{ kN} < 2426.7 \text{ kN}$$

Σχήμα 2.61 του παρόντος

Για τη διάμετρο των οριζόντιων οπλισμών του κορμού θα πρέπει να ισχύει:

EC8
5.5.3.4.5(15)

$$d_h = \begin{cases} \geq 8 \text{ mm} \\ \leq (1/8) \cdot b_{w0} = (1/8) \cdot 300 = 37.5 \text{ mm} \end{cases}$$

Επιλέγουμε οπλισμούς διαμέτρου 8 mm.

Η μέγιστη απόσταση μεταξύ διαδοχικών οριζόντιων οπλισμών του κορμού θα πρέπει να ικανοποιεί την ακόλουθη σχέση:

$$s_h = \min \left\{ \frac{250 \text{ mm}}{25 \cdot 8 = 200 \text{ mm}} \Rightarrow s_{h,max} = 200 \text{ mm} \right.$$

Προκειμένου να εξασφαλίσουμε το ελάχιστο γεωμετρικό ποσοστό (το οποίο αποδείχθηκε επαρκές) , η απόσταση των ράβδων θα πρέπει να είναι:

$$s_h = \frac{A_h}{\rho_h \cdot b_{w0}} = \frac{2 \cdot 50.26}{0.002 \cdot 300} = 167 \text{ mm} < 200 \text{ mm}$$

Επιλέγουμε συνεπώς να τοποθετήσουμε ως οριζόντιο οπλισμό κορμού του τοιχώματος στο ισόγειο του φορέα Dual 1, ράβδους διαμέτρου 8 mm σε αποστάσεις 160 mm και στις δύο όψεις του τοιχώματος.

- *Κατακόρυφος οπλισμός κορμού*

Θα πρέπει να ελεγχθεί η ισχύς της σχέσης 5.39 του EC8. Για τον έλεγχο αυτό θεωρούμε πως το γεωμετρικό ποσοστό του κατακόρυφου οπλισμού κορμού ρ_v , είναι ίσο με το ελάχιστο δηλαδή 0.002.

$$\rho_h \cdot f_{yd,h} \cdot b_{w0} \cdot z = 0.002 \cdot \frac{400}{1.15} \cdot 1000 \cdot 0.3 \cdot (0.8 \cdot 6) = 1001.74 \text{ kN}$$

και

$$\begin{aligned} \rho_v \cdot f_{yd,v} \cdot b_{w0} \cdot z + \min N_{Ed} = \\ 0.002 \cdot \frac{400}{1.15} \cdot 1000 \cdot 0.3 \cdot (0.8 \cdot 6) + 3715.54 = 4717.3 \text{ kN} > 1001.74 \end{aligned}$$

Έτσι ο ελάχιστος κατακόρυφος οπλισμός κορμού είναι επαρκής επιμένως θα τοποθετήσουμε και εδώ ράβδους διαμέτρου 8 mm σε αποστάσεις 160 mm.

Καταλήγουμε συνεπώς να χρησιμοποιούμε για το τμήμα του ισογείου του τοιχώματος του φορέα Dual 1 τετραγωνικό πλέγμα οπλισμών διαμέτρου 8mm σε αποστάσεις 160 mm τοποθετούμενο και στις δύο όψεις του τοιχώματος. Ο προηγούμενος έλεγχος πραγματοποιήθηκε για το τοίχωμα σε όλους τους ορόφους του φορέα. Σε όλες τις θέσεις του τοιχώματος χρησιμοποιείται τετραγωνικό πλέγμα οπλισμών διαμέτρου 8 mm σε αποστάσεις 160 mm (και για τις δύο όψεις) εκτός από τις εξής περιοχές:

- Το τμήμα του τοιχώματος του 5^{ου} ορόφου όπου οι οριζόντιοι οπλισμοί της σχάρας θα έχουν διάμετρο 10 mm σε αποστάσεις 130 mm, ενώ οι κατακόρυφοι θα είναι όπως στους υπόλοιπους ορόφους (δηλαδή διαμέτρου 8 mm σε αποστάσεις 160 mm).
- Το τμήμα του τοιχώματος του 6^{ου} ορόφου όπου οι οριζόντιοι οπλισμοί της σχάρας θα έχουν διάμετρο 8 mm σε αποστάσεις 140 mm, ενώ οι κατακόρυφοι θα είναι όπως στους υπόλοιπους ορόφους. Εμφανίζεται έτσι μία αναίτια μεγάλη απαίτηση σε οριζόντιο οπλισμό για τις θέσεις αυτές, που μάλλον σχετίζεται με κάποιο «κενό» στην υπολογιστική διαδικασία (θεώρηση του τοιχώματος ανά όροφο και όχι σε ολόκληρο το ύψος του) παρά σε πραγματική ανάγκη για αυτή τη ποσότητα οπλισμού.

γ) Έλεγχος έναντι διατμητικής ολίσθησης

EC8 5.5.3.4.4

Σε όλες τις θέσεις της κρίσιμης περιοχής ενός τοιχώματος όπου αναμένεται αστοχία από διατμητική ολίσθηση (π.χ. η βάση του τοιχώματος και οι κατασκευαστικοί αρμοί) θα πρέπει να εξασφαλίζεται πως:

EC8
5.5.3.4.4(1)P

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,S}$$

όπου ως $V_{Rd,S}$ ορίζεται η αντοχή σχεδιασμού του τοιχώματος έναντι διατμητικής ολίσθησης.

Η τιμή της $V_{Rd,S}$ υπολογίζεται ως ακολούθως:

EC8 5.5.3.4.4(2)

$$V_{Rd,S} = V_{dd} + V_{id} + V_{fd}$$

EC8 Σχέση 5.40

όπου

$$V_{dd} = \min \begin{cases} 1.3 \cdot \sum A_{sj} \cdot \sqrt{f_{cd} \cdot f_{yd}} \\ 0.25 \cdot f_{yd} \cdot \sum A_{sj} \end{cases}$$

EC8 Σχέση 5.41

$$V_{id} = \sum A_{si} \cdot f_{yd} \cdot \cos \varphi$$

EC8 Σχέση 5.42

$$V_{fd} = \min \begin{cases} \mu_f \cdot [(\sum A_{sj} \cdot f_{yd} + N_{Ed}) \cdot \xi + \frac{M_{Ed}}{z}] \\ 0.5 \cdot n \cdot f_{cd} \cdot \xi \cdot l_w \cdot b_{w0} \end{cases}$$

EC8 Σχέση 5.43

Ακολουθεί η επεξήγηση των συμβόλων των προηγούμενων σχέσεων:

V_{dd} η αντοχή λόγω της δράσης βλήτρου των κατακορύφων οπλισμών

V_{id} η αντοχή έναντι διάτμησης των κεκλιμένων ράβδων που σχηματίζουν γωνία φ με το ενδεχόμενο επίπεδο διατμητικής ολίσθησης.

V_{fd} η αντίσταση λόγω τριβής

μ_f συντελεστής τριβής μεταξύ επιφανειών σκυροδέματος λόγω ανακυκλιζόμενης φόρτισης. Μπορεί να θεωρηθεί ίσος με 0.6 για ομαλές επιφάνειες και 0.7 για τραχείες.

z ο μοχλοβραχίονας των εσωτερικών δυνάμεων

ξ η ανηγμένη τιμή του ύψους του ουδέτερου άξονα της διατομής.

ΣA_{sj} το άθροισμα όλων των κατακόρυφων ράβδων του κορμού και όλων των πρόσθετων ράβδων που τοποθετούνται για το σκοπό αυτό (αντίσταση έναντι διατμητικής ολίσθησης) στις ακραίες περιοχές του τοιχώματος.

ΣA_{si} το άθροισμα όλων των κεκλιμένων ράβδων ως προς οποιαδήποτε διεύθυνση. Συνίσταται η χρήση ράβδων μεγάλης διαμέτρου.

$$n = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right)$$

όπου το f_{ck} εισάγεται σε MPa.

N_{Ed} λαμβάνεται θετικό όταν είναι θλιπτικό.

Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί ο έλεγχος έναντι διατμητικής ολίσθησης στη βάση του τοιχώματος του φορέα Dual 1.

Αντοχή λόγω της δράσης βλήτρου των κατακόρυφων οπλισμών

Ο κατακόρυφος οπλισμός του κορμού αποτελείται από ράβδους διαμέτρου 8 mm ανά αποστάσεις 160 mm ($3.14 \text{ cm}^2/\text{m}$) και τοποθετείται και στις δύο όψεις του τοιχώματος. Ο απαιτούμενος οπλισμός των ακραίων περιοχών προέκυψε αμελητέος συνεπώς μπορούμε να θεωρήσουμε πως ο τοποθετούμενος (21.86 cm^2 ανά πλευρά) μπορεί να συνεισφέρει στην αντίσταση του τοιχώματος έναντι διατμητικής ολίσθησης. Έτσι θα είναι:

$$\sum A_{sj} = 2 \cdot 21.86 + 2 \cdot 3.14 \cdot (l_w - 2 \cdot c_{nom} - d_{bw} - 2 \cdot l_c) = 63.74 \text{ cm}^2$$

$$V_{dd} = \min \begin{cases} 1.3 \cdot 63.74 \cdot \sqrt{\frac{20}{1.5} \cdot \frac{400}{1.15}} \cdot \frac{1}{10} = 564.3 \text{ kN} \\ 0.25 \cdot \frac{400}{1.15} \cdot 63.74 \cdot \frac{1}{10} = 554.26 \text{ kN} \end{cases} \Rightarrow V_{dd} = 554.26 \text{ kN}$$

Αντοχή λόγω της τριβής μεταξύ των επιφανειών σκυροδέματος

$$\mu_\varphi = 0.6 \text{ (δυσμενέστερο)}$$

$$z = 0.8 \cdot l_w = 0.8 \cdot 6 = 4.8 \text{ m}$$

$$\xi = \frac{x_u}{l_w} = \frac{1.66}{6} = 0.276$$

$$N_{Ed} = 3715.54 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 6893.6 \text{ kNm}$$

$$n = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{20}{250}\right) = 0.552$$

$$V_{fd} = \min \begin{cases} 0.6 \cdot [(63.74 \cdot \frac{400}{1.15} \cdot \frac{1}{10} + 3715.54) \cdot 0.276 + \frac{6893.6}{4.8}] = 1844.1 \text{ kN} \\ 0.5 \cdot 0.552 \cdot \frac{20}{1.5} \cdot 1000 \cdot 0.276 \cdot 6 \cdot 0.3 = 1828.2 \text{ kN} \end{cases}$$

συνεπώς

$$V_{fd} = 1828.2 \text{ kN}$$

Παρατηρούμε πως ακόμη και αν δεν υπολογίσουμε τον όρο που αντιστοιχεί στη αντοχή έναντι διατμητικής ολίσθησης λόγω των κεκλιμένων οπλισμών θα είναι:

$$V_{Ed} = 1903.5 \text{ kN} < V_{dd} + V_{fd} = 554.26 + 1828.2 = 2382.46 \text{ kN}$$

Συμπεραίνουμε δηλαδή πως δεν απαιτείται κεκλιμένος οπλισμός στη βάση του τοιχώματος του φορέα Dual 1 για την ικανοποίηση του ελέγχου έναντι διατμητικής ολίσθησης.

Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιήθηκε επίσης σε όλους τους κατασκευαστικούς αρμούς της κρίσιμης περιοχής του τοιχώματος, όπου και διαπιστώθηκε πως σε καμία θέση δεν απαιτείται η τοποθέτηση κεκλιμένου οπλισμού για την αντιμετώπιση του κινδύνου έναντι διατμητικής ολίσθησης.

παρ.2.10.7.4β
του παρόντος

παρ.2.10.7.2 του
παρόντος

Ο τελευταίος έλεγχος που θα πρέπει να πραγματοποιηθεί αφορά στην εξασφάλιση της ύπαρξης ενός ελάχιστου ποσοστού κατακόρυφου οπλισμού ο οποίος διαπερνά τους κατασκευαστικούς αρμούς του τοιχώματος έτσι ώστε να αντισταθμίζεται το ενδεχόμενο της ρηγμάτωσης κατά μήκος αυτών. Το ελάχιστο ποσοστό αυτό ρ_{min} δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\rho_{min} \geq \begin{cases} \left(1.3 \cdot f_{ctd} - \frac{N_{Ed}}{A_w} \right) \\ 0.0025 \end{cases} \quad \begin{cases} \diagup \\ \diagdown \end{cases} \quad \begin{cases} f_{yd} \cdot \left(1 + 1.5 \cdot \sqrt{\frac{f_{cd}}{f_{yd}}} \right) \end{cases}$$

EC8
5.5.3.4.5(16)

EC8 Σχέση 5.47

όπου

A_w το συνολικό εμβαδόν της διατομής του τοιχώματος
 N_{Ed} αξονικό φορτίο σχεδιασμού το οποίο θα λαμβάνεται θετικό όταν είναι θλιπτικό.

Για τον έλεγχο αυτόν η κριτιμότερη θέση δεν είναι αυτή της βάσεως ενός τοιχώματος, αλλά της κορυφής του όπου το αξονικό φορτίο είναι το μικρότερο. Έτσι για τη κορυφή του τοιχώματος του φορέα Dual 1 το οποίο μελετούμε εδώ σε μεγαλύτερη λεπτομέρεια, ο έλεγχος αυτός θα δώσει:

$$\rho_{min} \geq \begin{cases} \left(1.3 \cdot 1.0 \cdot 1000 - \frac{239.3}{6 \cdot 0.3} \right) \\ 0.0025 \end{cases} \quad \begin{cases} \diagup \\ \diagdown \end{cases} \quad \begin{cases} 347.83 \cdot 1000 \cdot \left(1 + 1.5 \cdot \sqrt{\frac{13.33}{347.83}} \right) = 0.0026 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\rho_{min} = 0.0026$$

Για τη τιμή του αξονικού φορτίου βλέπε πίνακα 2.11 του παρόντος.

Δεδομένου πως το ποσοστό του κατακόρυφου οπλισμού κορμού είναι το ελάχιστο 0.002, αν λάβουμε υπόψη και τους οπλισμούς που τοποθετούνται στα άκρα (18.85 cm^2 σε κάθε άκρο) τότε το συνολικό ποσοστό του κατακόρυφου οπλισμού προκύπτει:

$$\rho_{top.} = 0.002 + \frac{2 \cdot 18.85}{600 \cdot 30} = 0.0041 > \rho_{min} = 0.0026$$

Παράγραφος
2.10.7.4.1 &
2.10.7.4.2 του παρόντος

Με τον τρόπο αυτό ολοκληρώθηκε η παρουσίαση και η επιλεκτική εφαρμογή στο τοίχωμα του φορέα Dual 1, όλων των προδιαγραφόμενων ελέγχων έναντι της οριακής κατάστασης αστοχίας από κοινού με την ικανοποίηση όλων των απαιτήσεων για την εξασφάλιση πλαστιμότητας.

Στη παράγραφο που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή των ανωτέρω για τα τοιχώματα του δεύτερου φορέα της παρούσας ανάλυσης, Dual 2.

2.10.7.5 Αποτελέσματα από τη διαστασιολόγηση των τοιχωμάτων του φορέα Dual 2

α)Τοιχώματα όψης (τομή A-A) του φορέα Dual 2

Σχήμα 2.11 του παρόντος

Για τα τοιχώματα αυτά προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα :

Διατομή:

$$l_w = 2m$$

$$b_{w0} = b_w = 0.25m$$

Κρίσιμη περιοχή:

$$h_{cr} = 7.5m$$

Διάσταση περισφιγμένου πυρήνα

στις κρίσιμες περιοχές:

$$l_c = 0.6m$$

Οπλισμός ακραίων τμημάτων της

κρίσιμης περιοχής του τοιχώματος:

$$12\otimes 10 \text{ (9.42 cm}^2)$$

Οπλισμός άκρων εκτός της κρίσιμης

περιοχής του τοιχώματος:

$$3\otimes 16 \text{ (6.03 cm}^2)$$

Εγκάρσιος οπλισμός ακραίων τμημάτων

της κρίσιμης περιοχής:

Συνδετήρες και εγκάρσιοι σύνδεσμοι διαμέτρου 6mm σε αποστάσεις των 55 mm.

Για τον πρώτο όροφο πάνω από την κρίσιμη περιοχή συνεχίζεται η ίδια διαμόρφωση αλλά με καθ' ύψος απόσταση των εγκαρσίων οπλισμών στα 100mm.

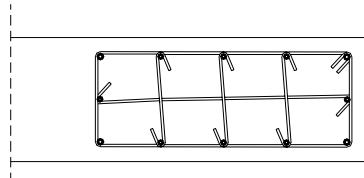
$$\varepsilon=4.673$$

Αυξητικός συντελεστής τεμνουσών:

Οπλισμός κορμού:

τετραγωνική σχάρα οπλισμών με διάμετρο 8 mm σε αποστάσεις 200 mm ($\rho=\rho_{min}=0.002$) τοποθετούμενη και στις δύο όψεις του τοιχώματος.

Επίσης πραγματοποιήθηκαν χωρίς πρόβλημα και οι έλεγχοι συντριβής των θλιβόμενων διαγωνίων του σκυροδέματος κορμού, ο έλεγχος έναντι διατμητικής ολίσθησης και ο έλεγχος εξασφάλισης ενός ελάχιστου ποσοστού κατακόρυφου οπλισμού που να διέρχεται από όλους τους κατασκευαστικούς αρμούς του τοιχώματος.



Σχήμα 2.62 Διάταξη διαμήκων και εγκάρσιων οπλισμών της ακραίας περιοχής των τοιχώματος της όψης του φορέα Dual 2 σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EC8 για την εξασφάλιση πλάστιμης συμπεριφοράς στις κρίσιμες περιοχές.

β) Τοίχωμα τομής C-C του φορέα Dual 2

Σχήμα 2.10 του παρόντος

Για το τοίχωμα αυτό προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα :

Διατομή:

$$l_w = 6\text{m}$$

$$b_{w0} = b_w = 0.30\text{m}$$

$$h_{cr} = 7.5\text{m}$$

Κρίσιμη περιοχή:

Διάσταση περισφιγμένου πυρήνα στις κρίσιμες περιοχές:

$$l_c = 1.4\text{m}$$

Οπλισμός ακραίων τμημάτων της κρίσιμης περιοχής του τοιχώματος:

$$20\varnothing 10 \text{ και } 4\varnothing 14 \text{ (} 21.86 \text{ cm}^2 \text{)}$$

Οπλισμός άκρων εκτός της κρίσιμης

$$6\varnothing 20 \text{ (} 18.85 \text{ cm}^2 \text{)}$$

περιοχής του τοιχώματος:

Εγκάρσιος οπλισμός ακραίων τμημάτων της κρίσιμης περιοχής:

Συνδετήρες και εγκάρσιοι σύνδεσμοι διαμέτρου 6mm σε αποστάσεις των 60 mm.

Για τον πρώτο όροφο πάνω από την κρίσιμη περιοχή συνεχίζεται η ίδια διαμόρφωση αλλά με καθ' ύψος απόσταση των εγκαρσίων οπλισμών στα 100mm.

$$\varepsilon = 2.87$$

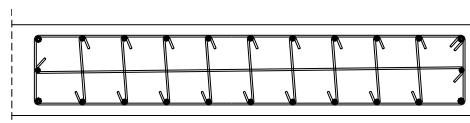
Αυξητικός συντελεστής τεμνουνσών:

Οπλισμός κορμού:

τετραγωνική σχάρα οπλισμών με διάμετρο 8 mm σε αποστάσεις 160 mm ($\rho = \rho_{min} = 0.002$) τοποθετούμενη και στις δύο όψεις του τοιχώματος. Εξαιρέσεις:

- a) οριζόντιος οπλισμός κορμού του 5^{ου} ορόφου ($\varnothing 10/140$)
- b) οριζόντιος οπλισμός κορμού του 6^{ου} ορόφου ($\varnothing 8/150$)

Επίσης πραγματοποιήθηκαν χωρίς πρόβλημα και οι έλεγχοι συντριβής των θλιβόμενων διαγωνίων του σκυροδέματος κορμού, ο έλεγχος έναντι διατμητικής ολίσθησης και ο έλεγχος εξασφάλισης ενός ελάχιστου ποσοστού κατακόρυφου οπλισμού που να διέρχεται από όλους τους κατασκευαστικούς αρμούς του τοιχώματος.



Σχήμα 2.63 Διάταξη διαμήκων και εγκάρσιων οπλισμών της ακραίας περιοχής του τοιχώματος της τομής C-C του φορέα Dual 2 σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EC8 για την εξασφάλιση πλάστιμης συμπεριφοράς στις κρίσιμες περιοχές.

Θα πρέπει ωστόσο να επισημάνουμε ορισμένες βασικές διαφορές που προέκυψαν σε σχέση με τις παλαιότερες εκδόσεις των Ευρωκωδίκων αναφορικά με τη διαστασιολόγηση σε διάτμηση και συγκεκριμένα με τον έλεγχο συντριβής των θλιβόμενων διαγωνίων σκυροδέματος του κορμού του τοιχώματος.

- Έλεγχος σύμφωνα με τον EC8 (1995, ENV 1998-1-1/2/3) και τον EC2 (1991, ENV 1992-1-1):

Εκτός κρισίμων περιοχών:

$$V_{Rd2} = \frac{1}{2} \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z_e$$

όπου

$$z_e = 0.8 \cdot l_w$$

$$v = \left(0.7 - \frac{f_{ck}}{200} \right) \geq 0.5$$

Εντός κρισίμων περιοχών (λαμβάνεται το 80% της τιμής εκτός κρισίμων περιοχών):

$$V_{Rd2} = (0.8) \cdot \frac{1}{2} \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z_e$$

- Έλεγχος σύμφωνα με τον EC8 (ENV 1998-1:2004) και τον EC2 (ENV 1992-1-1:2004):

Εκτός κρισίμων περιοχών:

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw}}{\cot \theta + \tan \theta} \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z_e = \frac{1}{2} \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z_e$$

εφόσον

$$\tan \theta = 1 = \cot \theta$$

$\alpha_{cw} = 1$ για μη προεντεταμένα στοιχεία.

και

$$v_1 = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = \left(0.6 - \frac{f_{ck}}{417} \right)$$

EC8 5.5.3.4.2(1)

EC2 6.2.3(3)

EC8 Σχέση 6.9

EC8 Σχέση 6.6N

Παρατηρούμε πως η μοναδική διαφορά κατά τον έλεγχο της συντριβής των θλιβόμενων διαγωνίων εκτός κρισίμων περιοχών συνίσταται στους συντελεστές v_1 και v . Για σκυρόδεμα ποιότητας C20/25 όπως για τους φορείς που αναλύονται εδώ η διαφορά των δύο συντελεστών είναι της τάξεως του 8% ($v=0.6$ και $v_1=0.552$)

Εντός κρισίμων περιοχών (λαμβάνεται το 40% της τιμής εκτός κρισίμων περιοχών):

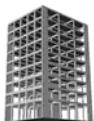
$$V_{Rd,max} = 0.4 \frac{\alpha_{cw}}{\cot \theta + \tan \theta} \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z_e = (0.4) \frac{1}{2} \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z_e$$

EC8 5.5.3.4.2(1)

Η διαφορά στη περίπτωση αυτή συνίσταται στο ποσοστό μείωσης της αντοχής που λαμβάνεται 40% σε σχέση με το 80% που συνέβαινε παλαιότερα. Η διαφοροποίηση αυτή με τον συντελεστών v_1 και v και οδηγεί ενδεχόμενα στην ανάγκη αύξησης των διαστάσεων των διατομών των τοιχωμάτων.

Αυτό συνέβη και στη περίπτωσή μας καθώς ήταν ο παράγοντας που καθόρισε το πάχος των τοιχωμάτων των δύο φορέων (0.3m για τα εσωτερικά τοιχώματα πλάτους 6m και 0.25 για τα τοιχώματα της όψης του φορέα Dual 2 πλάτους 2m).

Αξίζει να αναφέρουμε πως σύμφωνα με τους ελέγχους των παλαιότερων κανονισμών θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε ακόμη και τοιχώματα πλάτους 0.20m λαμβάνοντας υπόψη και τους γεωμετρικούς περιορισμούς. Για τον έλεγχο συντριβής των διαγωνίων σκυροδέματος, αυτόν καθ' αυτόν, ακόμη και ένα πάχος τοιχώματος 0.15 m θα ήταν αρκετό.



2.11 Έλεγχοι έναντι των οριακών καταστάσεων λειτουργικότητας

Στις παραγράφους που ακολουθούν παρουσιάζονται οι έλεγχοι των οριακών καταστάσεων λειτουργικότητας όπως προδιαγράφονται στον EC2, με εξαίρεση τον έλεγχο περιορισμού των βλαβών (ή έλεγχο περιορισμού των σχετικών μετακινήσεων ορόφων) ο οποίος αναφέρεται στον σεισμικό συνδυασμό δράσεων (δηλαδή συμπεριλαμβάνεται στον EC8) και ο οποίος λόγω της σπουδαιότητάς του αναφορικά με τον καθορισμό των διατομών των κατακόρυφων στοιχείων θα πρέπει να ελέγχεται στην αρχή, πριν από οποιονδήποτε έλεγχο οριακής κατάστασης αστοχίας (βλέπε παράγραφο 2.9 του παρόντος).

Οι βασικοί έλεγχοι οριακής κατάστασης λειτουργικότητας είναι οι εξής:

- Περιορισμός των τάσεων του σκυροδέματος και του χάλυβα.
- Περιορισμός της ρηγμάτωσης του σκυροδέματος.
- Περιορισμός των παραμορφώσεων.

2.11.1 Έλεγχος περιορισμού των τάσεων

Η θλιπτική τάση στο σκυρόδεμα θα πρέπει να περιορίζεται έτοι ώστε να αποφεύγονται ενδεχόμενες διαμήκεις ρηγματώσεις, μικρορηγματώσεις ή υψηλά επίπεδα ερπυσμού, τα οποία θα μπορούσαν να εμποδίσουν την ομαλή λειτουργία της κατασκευής.

Διαμήκεις ρηγματώσεις ενδέχεται να συμβούν, στη περίπτωση που το επίπεδο των τάσεων του σκυροδέματος υπό τον χαρακτηριστικό συνδυασμό δράσεων υπερβαίνει μία ορισμένη τιμή. Οι ρηγματώσεις αυτές μπορεί να μειώσουν την ανθεκτικότητα του σκυροδέματος. Για το λόγο αυτό (στη περίπτωση που δεν λαμβάνονται άλλα μέτρα όπως η αύξηση του πάχους επικάλυψης του σκυροδέματος ή περισφιξη της θλιβόμενης ζώνης με χρήση εγκάρσιου οπλισμού), η τάση του σκυροδέματος θα πρέπει να περιορίζεται στη τιμή $0.6 \cdot f_{ck}$ όταν η κατηγορία έκθεσης της κατασκευής είναι XD, XF και XS. Δεδομένου ότι για τους φορείς που αναλύονται εδώ θεωρήθηκε κατηγορία έκθεσης XC, ο έλεγχος αυτός δεν είναι απαραίτητος.

EC2 7

EC2 7.1(1)P

EC2 7.2

EC2 7.2(1)P

EC2 7.2(2)

EC2 Table 4.1
Παρ.2.10.2.2α
του παρόντος

Απαράδεκτες παραμορφώσεις ή ρηγματώσεις, μπορούμε να θεωρήσουμε πως αποφεύγονται όταν υπό τον χαρακτηριστικό συνδυασμό δράσεων, η εφελκυστική τάση του χάλυβα των οπλισμών δεν υπερβαίνει την τιμή $0.8 \cdot f_{yk} = 0.8 \cdot 400 = 320$ MPa. Παρατηρούμε πως η τάση αυτή είναι λίγο μικρότερη από την αντοχή σχεδιασμού που θεωρήθηκε για τον χάλυβα $f_{yd} = 347.83$ MPa. Με άλλα λόγια θα πρέπει σε όλες τις περιπτώσεις που ο χαρακτηριστικός συνδυασμός δράσεων αποδείχθηκε ο καθοριστικός για την επιλογή των οπλισμών, να ισχύει πως:

$$\frac{A_{s,avail}}{A_{s,req}} = \frac{347.83}{320} = 1.086$$

όπου

$A_{s,avail}$ ο τοποθετούμενος οπλισμός σε κάθε διατομή που ο χαρακτηριστικός συνδυασμός δράσεων αποδείχθηκε κρίσιμος για τον σχεδιασμό.

$A_{s,req}$ ο απαιτούμενος οπλισμός σε κάθε διατομή που ο χαρακτηριστικός συνδυασμός δράσεων αποδείχθηκε κρίσιμος για τον σχεδιασμό.

Θα πρέπει δηλαδή ο τοποθετούμενος οπλισμός να είναι 1.086 φορές περισσότερος από τον απαιτούμενο.

Για παράδειγμα θα θεωρήσουμε το ακραίο άνοιγμα της συνεχούς δοκού ισογείου (στοιχείο 100) της τομής A-A του φορέα Dual 1(βλέπε σχήμα 2.7 και 2.33 του παρόντος). Για τη δοκό αυτή η οποία διαστασιολογήθηκε αναλυτικά στη παράγραφο 2.10.2.2γ του παρόντος ισχύουν τα εξής:

$$A_{s,req} = 1.62 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,avail} = 4.62 \text{ cm}^2 \text{ (3 ράβδοι διαμέτρου } d_{bL}=14 \text{ mm}).$$

Θα είναι έτοι:

$$\frac{A_{s,avail}}{A_{s,req}} = \frac{4.62}{1.62} = 2.85 > 1.086$$

η ισοδύναμα η τάση των ράβδων που τοποθετούνται τελικά θα είναι:

$$\sigma_s = \frac{1.62}{4.62} \cdot 347.83 = 121.9 \text{ MPa} < 0.8 \cdot f_{yk} = 0.8 \cdot 400 = 320 \text{ MPa}$$

Με τον τρόπο αυτό πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος περιορισμού των τάσεων του χάλυβα για όλες τις δοκούς των δύο φορέων χωρίς πουθενά να εμφανισθεί πρόβλημα υπέρβασης της επιτρεπόμενης τάσης.

EC2 7.2(5)

2.11.2 Έλεγχος περιορισμού της ρηγμάτωσης του σκυροδέματος

EC2 7.3

Η ρηγμάτωση του σκυροδέματος θα πρέπει να περιορίζεται κατά τρόπο ώστε να μην εμποδίζεται η λειτουργία ή η ανθεκτικότητα του σκυροδέματος της κατασκευής ή ακόμη για να μην επηρεάζεται η εμφάνισή της.

EC2 7.3.1(1)P

Η μέγιστη αποδεκτή τιμή του εύρους ρωγμής, λαμβάνοντας υπόψη και την κατηγορία του περιβάλλοντος στην οποία θεωρούμε πως εκτίθεται η κατασκευή (XC3) είναι:

EC2 7.3.1(5)

$$w_{\max} = 0.3 \text{ mm}$$

EC2 Table 7.1N

Παρόλο που ο EC2 προτείνει συγκεκριμένη μέθοδο καθορισμού του εύρους των ρωγμών, η συνήθης πρακτική συνίσταται στη χρήση του απαλλακτικού ελέγχου του εύρους των ρωγμών μέσω περιορισμού της διαμέτρου και της απόστασης των ράβδων.

EC2 7.3.1(9)

Στη συνέχεια θα εφαρμόσουμε τον απαλλακτικό έλεγχο του εύρους των ρωγμών για το ακραίο άνοιγμα της συνεχούς δοκού ισογείου (στοιχείο 100) της τομής Α-Α του φορέα Dual 1 (σχήματα 2.7 & 2.32 του παρόντος).

EC2 7.3.3

Ο έλεγχος γίνεται με σύγκριση της μέγιστης διαμέτρου οπλισμού καθώς και της μέγιστης απόστασης οπλισμών που διατίθενται στο δομικό στοιχείο με τις μέγιστες επιτρεπόμενες ανάλογα με το επιτρεπτό εύρος ρωγμής w_{\max} και την τάση του χάλυβα των οπλισμών. Προς τούτο χρησιμοποιούνται οι πίνακες 7.2N και 7.3N του EC2.

Είδαμε στη προηγούμενη παράγραφο πως η τάση των οπλισμών της διατομής της δοκού που ελέγχουμε εδώ, υπό τον χαρακτηριστικό συνδυασμό δράσεων είναι της τάξεως των 122 MPa. Έτσι για τον οιονεί μόνιμο συνδυασμό δράσεων για τον οποίο θα πρέπει να πραγματοποιηθεί ο έλεγχος αυτός η τάση αυτή θα είναι ακόμη μικρότερη, τη στιγμή που η ελάχιστη τιμή των πινάκων του EC2 είναι για τάσεις χάλυβα 160 MPa. Μπορούμε έτσι (και είναι προς την πλευρά της ασφάλειας) να χρησιμοποιήσουμε τις τιμές των πινάκων που αντιστοιχούν σε τάση 160 MPa και οι οποίες για επιτρεπόμενο εύρος ρωγμής $w_{\max}=0.3\text{mm}$ είναι:

EC2 Table 7.2N

EC2 Table 7.3N

$$\varnothing_s^* = 32 \text{ mm} \text{ και } s_{\max} = 300 \text{ mm}$$

Τα προηγούμενα έχουν προκύψει με βάση διάφορες υποθέσεις για τις τιμές ορισμένων παραμέτρων. Για την περίπτωση που οι υποθέσεις αυτές δεν ανταποκρίνονται πλήρως στην εξεταζόμενη κατάσταση, υπάρχει η δυνατότητα διόρθωσης, μόνο όμως της μέγιστης επιτρεπόμενης διαμέτρου κατά την ακόλουθη σχέση:

$$\varnothing_s = \varnothing_s^* \cdot \left(\frac{f_{ct,eff}}{2.9} \right) \cdot \frac{k_c \cdot h_{cr}}{2 \cdot (h - d)}$$

EC2 Σχέση 7.6N

όπου

$f_{ct,eff}$ = f_{ctm} η μέση τιμή της εφελκυστικής αντοχής του σκυροδέματος
 k_c συντελεστής ο οποίος λαμβάνει υπόψη την κατανομή των τάσεων καθ' ύψος της διατομής του σκυροδέματος ακριβώς πριν από την εκδήλωση της ρηγμάτωσης. Η προσεγγιστική τιμή 0.4 που χρησιμοποιείται για τον συντελεστή αυτόν στη κατάστρωση των τιμών των πινάκων θεωρείται ικανοποιητική.

EC2 7.3.2(2)

EC2 Table 7.2N

Note 1

- h_{cr} το ύψος της εφελκυόμενης ζώνης ακριβώς πριν από την εκδήλωση της ρηγμάτωσης. Για το ύψος αυτό γίνεται η παραδοχή πως είναι ίσο με το μισό του ύψους της διατομής του σκυροδέματος ($=0.5h$).
 $h-d$ η απόσταση αυτή είναι περίπου ίση με $0.10h$ όπως και θεωρείται από τον κανονισμό.

Έτσι για $f_{ct,eff}=f_{ctm}=2.2 \text{ MPa}$ (C20/25) μπορούμε με ικανοποιητική προσέγγιση να θεωρήσουμε πως:

$$\varnothing_s = 32 \cdot \left(\frac{2.2}{2.9} \right) \cdot \frac{0.4 \cdot 0.5 \cdot h}{2 \cdot 0.1 \cdot h} = 23 \text{ mm} > 14 \text{ mm}$$

όπου 14 mm είναι η μέγιστη χρησιμοποιούμενη διάμετρος ράβδου της διατομής που αναλύουμε εδώ.

Αναφορικά με τη μέγιστη απόσταση μεταξύ των οπλισμών, δεδομένου πως στη διατομή χρησιμοποιούνται 3 ράβδοι με $d_{bL} = 14 \text{ mm}$ αυτή θα είναι:

$$s_{avail} = \frac{b_w - 2c_{nom} - 2d_{bw} - d_{bL}}{2} = \frac{250 - 2 \cdot 35 - 2 \cdot 6 - 14}{2} = 77 \text{ mm} < s_{max}$$

Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατόν να δειχθεί πως σε καμία θέση η χρησιμοποιούμενη διάμετρος ράβδων δεν υπερβαίνει τη μέγιστη επιτρεπτή ενώ το ίδιο συμβαίνει και με τις αποστάσεις μεταξύ τους.

Τέλος προβλέπεται από τον κανονισμό η χρήση διαμήκους οπλισμού κατά το ύψος του εφελκυόμενου τμήματος της διατομής μιας δοκού για καλύτερο έλεγχο της ρηγμάτωσης σε όλες τις περιπτώσεις που το ύψος αυτής υπερβαίνει τα 1000 mm . Αυτό δεν συμβαίνει σε καμία δοκό των φορέων της παρούσας ανάλυσης οπότε και δεν απαιτείται η ανάγκη τοποθέτησης τέτοιου οπλισμού.

EC2 Table 7.2N
Note 1

2.11.3 Έλεγχος περιορισμού των παραμορφώσεων

EC2 7.3.3(3)

Οι παραμορφώσεις των δομικών στοιχείων μίας κατασκευής δεν θα πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να επηρεάζεται η λειτουργία ή η εμφάνιση της τελευταίας.

Αυτή η οριακή κατάσταση λειτουργικότητας μπορεί να ελεγχθεί είτε:

- Μέσω περιορισμού του λόγου άνοιγμα/στατικό ύψος (l/d).
- Μέσω υπολογισμού του αναμενόμενου μεγέθους παραμόρφωσης και σύγκρισής του με μία οριακή, επιτρεπόμενη τιμή.

Γενικά δεν είναι απαραίτητο να υπολογίζουμε πάντα τις παραμορφώσεις καθώς υπάρχουν απλοί κανόνες οι οποίοι περιορίζουν το λόγο l/d σε τέτοιες τιμές ώστε να θεωρείται πως οι αναμενόμενες παραμορφώσεις δεν θα δημιουργήσουν προβλήματα στη κατασκευή. Μόνο όταν τα όρια αυτά δεν ικανοποιούνται θα πρέπει κανείς να καταφεύγει στις ακριβέστερες μεθόδους υπολογισμού των παραμορφώσεων.

EC2 7.4.1(1)P

Όταν οι δοκοί ή οι πλάκες μίας κατασκευής έχουν διαστασιολογηθεί κατά τρόπο ώστε να ικανοποιούνται τα παρακάτω όρια l/d , τότε θεωρείται πως οι αναμενόμενες παραμορφώσεις αυτών των δομικών στοιχείων δεν υπερβαίνουν τα επιτρεπόμενα όρια.

EC2 7.4.1(6)P

EC2 7.4.2(1)P

EC2 7.4.2(2)

Οι τιμές των $1/d$ που παρουσιάζονται παρακάτω θα πρέπει να πολλαπλασιάζονται με διορθωτικούς συντελεστές ανάλογα με το τύπο χάλυβα που χρησιμοποιείται κ.α.

$$\frac{1}{d} = K \left[11 + 1.5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3.2 \sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right] \text{ αν } \rho \leq \rho_0$$

EC2 Σχέση
7.16a

$$\frac{1}{d} = K \left[11 + 1.5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \sqrt{\frac{\rho'}{\rho_0}} \right] \text{ αν } \rho \leq \rho_0$$

EC2 Σχέση
7.16b

όπου

$1/d$ η οριακή τιμή του λόγου ανοίγματος/στατικό ύψος

K συντελεστής ο οποίος λαμβάνει υπόψη τη μορφή του δομικού συστήματος.

ρ_0 ενδεικτικό γεωμετρικό ποσοστό οπλισμού
 $= \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3}$

ρ το απαιτούμενο (για την ανάληψη της ροπής σχεδιασμού) γεωμετρικό ποσοστό του εφελκυόμενου οπλισμού στη μέση του ανοίγματος του δομικού στοιχείου (για προβόλους στη στήριξη).

ρ' το απαιτούμενο (για την ανάληψη της ροπής σχεδιασμού) γεωμετρικό ποσοστό του θλιβόμενου οπλισμού στη μέση του ανοίγματος του δομικού στοιχείου (για προβόλους στη στήριξη).

f_{ck} σε MPa.

Οι προηγούμενες εκφράσεις έχουν προκύψει με βάση την υπόθεση πως η τάση των οπλισμών για την οριακή κατάσταση λειτουργικότητας στη μέση του ανοίγματος του δομικού στοιχείου υπό τη θεώρηση ρηγματωμένης διατομής, είναι 310 MPa (το οποίο αντιστοιχεί περίπου σε $f_{yk}=500$ MPa). Στην περίπτωση όπου χρησιμοποιείται διαφορετικής ποιότητας χάλυβας οι προηγούμενες εκφράσεις των $1/d$ θα πρέπει να πολλαπλασιαστούν με 310/ σ_s . Προσεγγιστικά μπορούμε να θεωρήσουμε πως:

$$\frac{310}{\sigma_s} = \frac{500}{\left(f_{yk} \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} \right)}$$

όπου

σ_s η εφελκυστική τάση του χάλυβα στη μέση του ανοίγματος του δομικού στοιχείου (στις στήριξεις για τους προβόλους) υπό τη δράση σχεδιασμού της οριακής κατάστασης λειτουργικότητας.

$A_{s,prov}$ το διατιθέμενο εμβαδόν οπλισμού στη διατομή.

$A_{s,req}$ το απαιτούμενο εμβαδόν οπλισμού όπως προέκυψε κατά την οριακή κατάσταση αισθάνσας.

Για διατομές μορφής T στις οποίες το πλάτος της διατομής υπερβαίνει το τριπλάσιο του πλάτους της νεύρωσης θα πρέπει να πολλαπλασιάσουμε την παραπάνω τιμή του λόγου $1/d$ με 0.8

Θα πρέπει τέλος να σημειώσουμε πως ο κανονισμός δίνει προσεγγιστικές τιμές του λόγου $1/d$ με βάση διάφορες παραδοχές (Table 7.4N) αναφορικά με τις ποιότητες των υλικών, τα ποσοστά οπλισμού κ.α.

EC2 Table7.4N

Στη συνέχεια θα ελεγχθεί ο λόγος $1/d$ για το ακραίο άνοιγμα της συνεχούς δοκού ισογείου (στοιχείο 100) της τομής A-A του φορέα Dual 1 (βλέπε σχήμα 2.7 και 2.33 του παρόντος).

Για το άνοιγμα της δοκού αυτής ισχύουν:

$$\rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = 0.447\%$$

$$\rho = 0.118\%$$

$$\rho' = 0$$

K=1.3 (προκειμένου για ακραίο άνοιγμα συνεχούς δοκού)

$$\frac{310}{\sigma_s} = \frac{500}{\left(\frac{f_{yk} A_{s,req}}{A_{s,prov}} \right)} = \frac{500}{400 \cdot \frac{1.62}{4.62}} = 3.56$$

$$\frac{b_{eff}}{b_w} = \frac{0.885}{0.25} = 3.54 > 3$$

και $\rho < \rho_0$ οπότε:

$$\begin{aligned} \frac{1}{d} &= 3.56 \cdot 0.8 \cdot K \left[11 + 1.5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3.2 \sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right] \Rightarrow \\ \frac{1}{d} &= 3.7 \left[11 + 1.5 \sqrt{20} \frac{0.447}{0.118} + 3.2 \sqrt{20} \left(\frac{0.447}{0.118} - 1 \right)^{3/2} \right] \Rightarrow \frac{1}{d} = 381 \end{aligned}$$

Η υπάρχουσα τιμή του λόγου 1/d είναι:

$$\left(\frac{1}{d} \right)_{prov} = \frac{6}{0.55} = 11 < 381$$

Μπορούμε δηλαδή να θεωρήσουμε χωρίς ακριβή υπολογισμό των παραμορφώσεων, πως για το άνοιγμα αυτό της δοκού οι αναμενόμενες παραμορφώσεις θα είναι κατώτερες των επιτρεπόμενων.

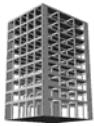
Σημειώνουμε τέλος πως η αντίστοιχη οριακή τιμή του λόγου 1/d για ελαφρώς οπλισμένο σκυρόδεμα, όπως δίνεται στον πίνακα 7.4N του EC2, είναι ίση με 26. Η τιμή αυτή είναι σημαντικά μικρότερη από αυτή που υπολογίσαμε παραπάνω, αλλά σε καμία περίπτωση μικρότερη από την υπάρχουσα τιμή του λόγου 1/d.

Ακολουθώντας την παραπάνω διαδικασία ελέγχθηκαν όλες οι δοκοί των δύο φορέων της παρούσας ανάλυσης χωρίς σε καμία από αυτές να παρουσιασθεί υπέρβαση των οριακών τιμών του λόγου 1/d.

παρ.2.10.2.2γ
του παρόντος

EC2 Table7.4N

Πίνακας 2.2 του
παρόντος



2.12 Κατασκευαστική διαμόρφωση

EC2 8

Στο τελευταίο αυτό τμήμα του αντισεισμικού σχεδιασμού των μικτών φορέων Dual 1 & 2 παρουσιάζονται όλες οι απαιτήσεις των κανονισμών EC2 και EC8 αναφορικά με τη διάταξη των οπλισμών, δηλαδή αναφορικά με:

- τις αγκυρώσεις των οπλισμών.
- και τις ενώσεις (ή παραθέσεις) τους.

2.12.1 Αγκυρώσεις οπλισμών

EC2 8.4

2.12.1.1 Αγκυρώσεις διαμήκων οπλισμών δοκών

EC2 8.4.1(1)P

Όλοι οι οπλισμοί θα πρέπει να αγκυρώνονται επαρκώς κατά τρόπο ώστε οι δυνάμεις συνάφειας να μεταφέρονται με ασφάλεια στο περιβάλλον σκυροδέμα χωρίς να εμφανίζονται διαμήκεις ρωγμές ή αποφλοίωση. Αν αυτό είναι απαραίτητο προκειμένου να αποφευχθούν τα παραπάνω θα πρέπει να παρέχεται εγκάρσιος οπλισμός.

a) Οριακή τάση συνάφειας

EC2 8.4.2

Η τιμή σχεδιασμού της τάσης συνάφειας f_{bd} για ράβδους με νευρώσεις θα λαμβάνεται ως εξής:

EC2 8.4.2(2)

$$f_{bd} = 2.25 \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot f_{ctd}$$

όπου

- f_{ctd} αντοχή σχεδιασμού σε εφελκυσμό του σκυροδέματος
- n_1 συντελεστής ο οποίος εξαρτάται από ποιότητα της συνάφειας και τη θέση της ράβδου κατά τη σκυροδέτηση.
- $n_1 = 1.0$ για ευνοϊκές συνθήκες συνάφειας
- $n_1 = 0.7$ για όλες τις υπόλουπες περιπτώσεις.
- n_2 συντελεστής ο οποίος εξαρτάται από τη διάμετρο της ράβδου.
- $n_2 = 1.0$ για $\emptyset \leq 32 \text{ mm}$
- $n_2 = \frac{132 - \emptyset}{100}$ για $\emptyset > 32 \text{ mm}$

EC2 Σχέση 8.2

Σε περιοχές με δυσμενείς συνθήκες συνάφειας ανήκουν ράβδοι για τις οποίες ισχύουν όλες οι παρακάτω συνθήκες:

EC2 Figure 8.2

- Έχουν κλίση ως προς την οριζόντια 0-45° για κατακόρυφη σκυροδέτηση.
- Βρίσκονται σε στοιχεία με πάχος κατά τη διεύθυνση σκυροδέτησης μεγαλύτερο από 250 mm.
- Είναι τοποθετημένες στο πάνω μισό πάχος του στοιχείου.
- Το πάχος του σκυροδέματος που τις καλύπτει είναι μικρότερο από 300 mm.

Όλες οι άλλες ράβδοι θεωρείται πως ανήκουν σε περιοχή με ευμενείς συνθήκες συνάφειας.

Παρόλα αυτά θα μπορούσαμε να λάβουμε υπόψη μας την ευνοϊκή επιρροή της περίσφιξης στη βελτίωση της συνάφειας των ράβδων με το περιβάλλον σκυρόδεμα με το να θεωρήσουμε ευνοϊκές συνθήκες συνάφειας για όλες τις ράβδους που αγκυρώνονται μέσα στις κρίσμες περιοχές δοκών ακόμη και μέσα στους κόμβους (λόγω του πυκνού εγκάρσιου οπλισμού) ανεξάρτητα από τη θέση τους όπως περιγράφηκε παραπάνω.

Για την περίπτωση των δοκών που αναλύονται εδώ δεδομένου πως σε καμία θέση δεν χρησιμοποιούνται ράβδοι με διάμετρο μεγαλύτερη των 32mm θα έχουμε:

- Για ευνοϊκές συνθήκες συνάφειας:
 $f_{bd} = 2.25 \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot f_{ctd} = 2.25 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 2.25 \text{ MPa}$
- Για δυσμενείς συνθήκες συνάφειας:
 $f_{bd} = 2.25 \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot f_{ctd} = 2.25 \cdot 0.7 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 1.575 \text{ MPa}$

β) Βασικό μήκος αγκύρωσης ($l_{b,rqd}$)

EC2 8.4.3

Το βασικό μήκος αγκύρωσης, $l_{b,rqd}$, για την «αγκύρωση» της δύναμης $A_s \cdot \sigma_{sd}$ σε μία ευθεία ράβδο, με τη θεώρηση κατά μήκος σταθερής τάσης συνάφειας, ίσης με f_{bd} , θα είναι:

EC2 8.4.3(2)

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}$$

EC2 Σχέση 8.3

όπου

- \emptyset η διάμετρος της ράβδου που αγκυρώνεται
- σ_{sd} η τάση σχεδιασμού της ράβδου, ακριβώς στη θέση από την οποία θα ξεκινήσει η αγκύρωσή της.
- f_{bd} οριακή τάση συνάφειας όπως υπολογίσθηκε στη προηγούμενη παράγραφο.

Για καμπτόμενες ράβδους το βασικό αλλά και το μήκος αγκύρωσης σχεδιασμού που θα δούμε στη συνέχεια, θα μετράται κατά το μήκος του άξονα της καμπτόμενης ράβδου.

EC2 8.4.3(3)

Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε τα βασικά μήκη αγκύρωσης των ράβδων της συνεχούς δοκού ισογείου του εξωτερικού πλαισίου (τομή A-A) του φορέα Dual 1 (σχήμα 2.7). Η δοκός αυτής αποτελείται από τα στοιχεία 100, 101 και 102 (σχήμα 2.33) και διαστασιολογήθηκε αναλυτικά στην παράγραφο 2.10.2 του παρόντος.

Από την περιβάλλουσα αντοχής της δοκού αυτής (σχήμα 2.49) γίνεται φανερό πως οι οπλισμοί του ανοίγματος, τόσο για το κάτω πέλμα τα 3∅14, όσο για το άνω πέλμα τα 2∅14, θα πρέπει να συνεχίζονται σε όλο το μήκος της δοκού κάτι που είναι δυνατό να συμβεί μόνο μέσω της παράθεσης τους περίπου στο μέσο του ενδιάμεσου ανοίγματος (το αντίστοιχο μήκος παράθεσης υπολογίζεται παρακάτω). Για τους οπλισμούς αυτούς όμως θα πρέπει να υπολογισθεί το βασικό μήκος αγκύρωσής τους στους ακραίους κόμβους.

Το ίδιο θα πρέπει να συμβεί και για τις ράβδους διαμέτρου επίσης 14 mm οι οποίες θα πρέπει να αγκυρωθούν εκατέρωθεν των εσωτερικών στηρίξεων (αλλά εκτός των κρισίμων περιοχών) και από την εσωτερική πλευρά των εξωτερικών στηρίξεων (αυτές οι ράβδοι τοποθετούνται ως πρόσθετες στη πάνω πλευρά κάθε στήριξης).

EC8 5.6.2.2(4)P

Αγκύρωση κάτω ράβδων στους ακραίους κόμβους

Για τις ράβδους (είτε ράβδους δοκών είτε υποστυλωμάτων) οι οποίες αγκυρώνονται μέσα στους κόμβους δοκών-υποστυλωμάτων θα πρέπει το μήκος αγκύρωσης να μετράται μετά από απόσταση $5d_{bL}$ από την παρειά του κόμβου ώστε να περιορισθεί το φαινόμενο της μείωσης της συνάφειας λόγω της διείσδυσης της διαρροής των διαμήκων οπλισμών από τις γειτονικές πλαστικές αρθρώσεις στον κόμβο.

Δεδομένου πως οι κόμβοι έχουν προσομοιωθεί μέσω της χρήσης άκαμπτων ζωνών ως τις παρειές τους με τα γειτονικά δομικά στοιχεία, ο υπολογισμός της τάσης σχεδιασμού σ_{sd} θα γίνει στη παρειά του κόμβου και όχι σε απόσταση $5d_{bL}$ από την οποία και ξεκινάει η αγκύρωση των ράβδων.

Από την μετατοπισμένη περιβάλλουσα σχεδιασμού προκύπτει για την παρειά του κόμβου:

$$M_{Ed}^+ = 8.34 \text{ kNm}$$

Ο απαιτούμενος οπλισμός υπό τη θεώρηση πως η τάση σχεδιασμού είναι ίση με την αντοχή σχεδιασμού σε εφελκυσμό του χάλυβα (f_{yd}) θα είναι (χρησιμοποιούμε και εδώ όπως και στη παράγραφο 2.10.2.2γ τον τόπο των «λεπτών» πλακοδοκών για λόγους που εξηγούνται στην προαναφερόμενη παράγραφο):

$$A_{s,req} = \frac{1}{f_{yd}} \cdot \left(\frac{M_{Ed}^+}{d - (h_f / 2)} \right) = \frac{1}{34.783} \cdot \left(\frac{8.34}{0.55 - (0.13 / 2)} \right) = 0.5 \text{ cm}^2$$

Δεδομένου πως το εμβαδόν του διατιθέμενου οπλισμού (για τις 3 ράβδους με $d_{bL} = 14 \text{ mm}$) είναι $A_{s,avail} = 4.62 \text{ cm}^2$ μπορούμε με τον ακόλουθο προσεγγιστικό τύπο να υπολογίσουμε τη τάση σχεδιασμού των ράβδων του κάτω πέλματος στη παρειά των ακραίων κόμβων:

$$\sigma_{sd} = f_{yd} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} = 347.83 \cdot \frac{0.5}{4.62} = 37.64 \text{ MPa}$$

Έτσι το βασικό μήκος αγκύρωσης θα είναι (θεωρούμε ευνοϊκές συνθήκες αγκύρωσης μέσα στο κόμβο):

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{14}{4} \cdot \frac{37.64}{2.25} = 60 \text{ mm}$$

Αγκύρωση άνω ράβδων στους ακραίους κόμβους

Ακολουθώντας τη προηγούμενη διαδικασία θα έχουμε:

$$M_{Ed}^- = 39.977 \text{ kNm}$$

$$A_{s,req} = 2.11 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{sd} = f_{yd} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} = 347.83 \cdot \frac{2.11}{4.62} = 159 \text{ MPa}$$

EC8 5.6.1(3)P

Σχήμα 2.49 του παρόντος

Έτσι το βασικό μήκος αγκύρωσης θα είναι (θεωρούμε ευνοϊκές συνθήκες αγκύρωσης μέσα στο κόμβο):

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{14}{4} \cdot \frac{159}{2.25} = 250\text{mm}$$

Με τον τρόπο αυτόν μπορούμε να υπολογίσουμε και το βασικό μήκος αγκύρωσης των ράβδων διαμέτρου $d_{bd} = 14$ mm οι οποίες τοποθετούνται ως πρόσθετες στην άνω πλευρά όλων των στηρίξεων της δοκού. Τονίζουμε στη περίπτωση αυτή πως οι ράβδοι αυτές που τοποθετούνται στις εσωτερικές στηρίξεις δεν θα πρέπει να τερματίζονται εντός των κρισίμων περιοχών εκατέρωθεν της στήριξης αυτής.

Αυτό που έχουμε να παρατηρήσουμε για τις περιπτώσεις αυτές είναι πως το βασικό μήκος αγκύρωσης ουσιαστικά προκύπτει μηδενικό, καθότι εφόσον τα $3\emptyset 14$ είναι ο ελάχιστος οπλισμός ο οποίος θα πρέπει να εξασφαλίζεται σε κάθε εφελκυόμενο τμήμα της δοκού, το $1\emptyset 14$ μπορεί να τερματισθεί μόνο σε θέσεις στις οποίες δεν εμφανίζεται υπό οποιονδήποτε συνδυασμό δράσεων ροπή στην αντίστοιχη πλευρά της δοκού. Αυτό με τη σειρά του συνεπάγεται πως $\sigma_{sd} = 0$ και κατά συνέπεια $l_{b,rqd} = 0$.

γ) Μήκος αγκύρωσης σχεδιασμού (l_{bd})

EC2 8.4.4

Το μήκος αγκύρωσης σχεδιασμού, l_{bd} δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

EC2 8.4.4(1)

EC2 Σχέση 8.4

όπου $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ και α_5 είναι συντελεστές οι οποίοι δίνονται στον πίνακα 8.2 του EC2 και οι οποίοι εκφράζουν τα εξής:

- α₁ λαμβάνει υπόψη τη μορφή της αγκύρωσης των ράβδων θεωρώντας επαρκές πάχος επικάλυψης.
- α₂ λαμβάνει υπόψη την επιρροή της ελάχιστης επικάλυψης σκυροδέματος.
- α₃ λαμβάνει υπόψη την επιρροή της περισφιξής από την ύπαρξη εγκάρσιου οπλισμού.
- α₄ λαμβάνει υπόψη την επιρροή της ύπαρξης μίας ή περισσοτέρων εγκάρσια συγκολλημένων ράβδων κατά μήκος του σχεδιαστικού μήκους αγκύρωσης l_{bd} .
- α₅ λαμβάνει υπόψη το ενδεχόμενο της υπάρξεως πίεσης εγκάρσιας στο επίπεδο της διάρρηξης κατά μήκος του σχεδιαστικού μήκους αγκύρωσης l_{bd} .

Θα πρέπει να ισχύει πως:

$$(\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5) \geq 0.7$$

EC2 Σχέση 8.5

$l_{b,rqd}$ το βασικό μήκος αγκύρωσης όπως υπολογίσθηκε στη προηγούμενη παράγραφο.

$l_{b,min}$ το ελάχιστο μήκος αγκύρωσης (αν αυτό δεν περιορίζεται με διαφορετικό τρόπο) το οποίο είναι:

$$l_{b,min} > \max \begin{cases} 0.3 \cdot l_{b,rqd} \\ 10 \cdot \emptyset \\ 100 \text{mm} \end{cases} \quad \text{για ράβδους υπό εφελκυσμό}$$

EC2 Σχέση 8.6

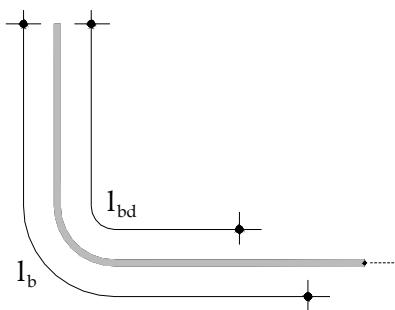
$$l_{b,min} > \max \begin{cases} 0.6 \cdot l_{b,rqd} \\ 10 \cdot \emptyset \\ 100 \text{mm} \end{cases} \quad \text{για ράβδους υπό θλίψη}$$

EC2 Σχέση 8.7

Για παράδειγμα θα υπολογίσουμε το μήκος αγκύρωσης l_{bd} για τις ράβδους που αγκυρώνονται στους ακραίους κόμβους της συνεχούς δοκού που μελετούμε από την προηγούμενη παράγραφο.

Οι ράβδοι αυτές επεκτείνονται στην απέναντι πλευρά του κόμβου και κάμπτονται προς το εσωτερικό αυτού. Το μήκος αγκύρωσης (τόσο το βασικό όσο το σχεδιαστικό) θα πρέπει να μετράται κατά το μήκος του άξονα της ράβδου οπότε η αγκύρωση αυτή μπορεί να θεωρείται ως ευθεία (straight).

EC2 8.4.3(3)



EC2 Figure 8.1a

Σχήμα 2.64 Βασικό και σχεδιαστικό μήκος αγκύρωσης για καμπτόμενη ράβδο μετρημένο κατά τον διαμήκη άξονα αντής.

Για τους συντελεστές $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ και α_5 θα ισχύουν τα εξής:

$\alpha_1 = 1.0$ τόσο για θλιβόμενη όσο για εφελκυόμενη ράβδο.

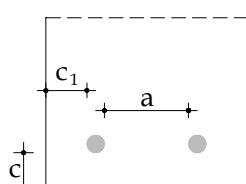
$\alpha_2 = 1.0$ για θλιβόμενη ράβδο.

$$\alpha_3 = 1 - 0.15 \cdot \left(\frac{c_d - \emptyset}{\emptyset} \right) \begin{cases} \geq 0.7 \\ \leq 1.0 \end{cases} \quad \text{για εφελκυόμενη ράβδο.}$$

EC2 Table 8.2

Όπου το c_d δίνεται από την ακόλουθη σχέση (βλέπε και το επόμενο σχήμα):

$$c_d = \min \begin{cases} a/2 \\ c_1 \\ c \end{cases}$$



EC2 Figure 8.3a

Σχήμα 2.65 Καθορισμός των παραμέτρων a, c_1, c για τον υπολογισμό του όρου c_d απαραίτητο για τον καθορισμό του συντελεστή α_2 σε εφελκυόμενες ράβδους.

Για τη περίπτωσή μας θα είναι:

$$c = c_1 = c_{\text{nom}} + d_{\text{bw}} = 35 + 6 = 41 \text{ mm}$$

$$a = \frac{b_w - 2 \cdot c_{\text{nom}} - 2 \cdot d_{\text{bw}} - d_{\text{bl}}}{2} = \frac{250 - 2 \cdot 35 - 2 \cdot 6 - 14}{2} = 77 \text{ mm}$$

Έτσι ο συντελεστής c_d θα είναι:

$$c_d = \min \begin{cases} a/2 \\ c_1 \\ c \end{cases} = 41 \text{ mm}$$

και ο α_2 για εφελκυόμενη ράβδο:

$$\alpha_2 = 1 - 0.15 \cdot \left(\frac{41 - 14}{14} \right) = 0.71 \begin{cases} > 0.7 \\ < 1.0 \end{cases}$$

$\alpha_3 = 1.0$ για θλιβόμενη ράβδο.

$$= 1 - K \cdot \lambda \begin{cases} \geq 0.7 \\ \leq 1.0 \end{cases} \text{ για εφελκυόμενη ράβδο.}$$

όπου

$$\lambda = \frac{\sum A_{st} - \sum A_{st,min}}{A_s}$$

$\sum A_{st}$ το συνολικό εμβαδόν του εγκάρσιου οπλισμού που βρίσκεται κατά το μήκος του σχεδιαστικού μήκους αγκύρωσης l_{bd} .

$\sum A_{st,min}$ ο ελάχιστος εγκάρσιος οπλισμός = $0.25 \cdot A_s$

A_s εμβαδόν της ράβδου που αγκυρώνεται.

K συντελεστής οι τιμές του οποίου δίνονται στο σχήμα 8.4 του EC2.

Επειδή οι προηγούμενες απαιτήσεις αναφέρονται περισσότερο στα ανοίγματα των δοκών όπου είναι σαφής ο καθορισμός των παραπάνω μεγεθών και προκειμένου για τον καθορισμό του μήκους αγκύρωσης ράβδου στο εσωτερικό κόμβου, μπορούμε προς το μέρος της ασφάλειας να θεωρήσουμε πως $\alpha_3 = 1.0$.

α_4, α_5 συντελεστές οι τιμές των οποίων θα ληφθούν ίσες με 1.0 καθότι αναφέρονται σε καταστάσεις (νόπαρξη εγκάρσια συγκολλημένου οπλισμού και εγκάρσιας πίεσης ρ αντίστοιχα) οι οποίες δεν υφίστανται στις εξεταζόμενες περιπτώσεις.

Το ελάχιστο μήκος αγκύρωσης για τους οπλισμούς κάτω πέλματος των ακραίων κόμβων θα είναι:

$$l_{b,min} > \max \begin{cases} 0.3 \cdot l_{b,rqd} = 0.3 \cdot 60 = 18 \text{ mm} \\ 10 \cdot \emptyset = 10 \cdot 14 = 140 \text{ mm} = 140 \text{ mm} \text{ όταν αντέξει εφελκύονται} \\ 100 \text{ mm} \end{cases}$$

$$l_{b,min} > \max \begin{cases} 0.6 \cdot l_{b,rqd} = 0.6 \cdot 60 = 36 \text{ mm} \\ 10 \cdot \emptyset = 10 \cdot 14 = 140 \text{ mm} = 140 \text{ mm} \text{ όταν αντέξει θλιβούνται} \\ 100 \text{ mm} \end{cases}$$

Το ελάχιστο μήκος αγκύρωσης για τους οπλισμούς άνω πέλματος των ακραίων κόμβων θα είναι:

$$l_{b,min} > \max \begin{cases} 0.3 \cdot l_{b,rqd} = 0.3 \cdot 250 = 75\text{mm} \\ 10 \cdot \emptyset = 10 \cdot 14 = 140\text{mm} = 140\text{mm} \text{ όταν αυτές εφελκύονται} \\ 100\text{mm} \end{cases}$$

$$l_{b,min} > \max \begin{cases} 0.6 \cdot l_{b,rqd} = 0.6 \cdot 250 = 150\text{mm} \\ 10 \cdot \emptyset = 10 \cdot 14 = 140\text{mm} = 150\text{mm} \text{ όταν αυτές θλίβονται} \\ 100\text{mm} \end{cases}$$

Το μήκος αγκύρωσης l_{bd} θα είναι για τις ακόλουθες περιπτώσεις:

- *Οπλισμοί κάτω πέλματος ακραίων κόμβων*

Όταν αυτοί βρίσκονται υπό εφελκυσμό (σεισμικός συνδυασμός E_x^+):

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1.0 \cdot 0.71 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 60 = 43\text{mm} < l_{b,min}$$

$$l_{bd} = l_{b,min} = 140\text{mm}$$

Όταν αυτοί βρίσκονται υπό θλίψη (σεισμικός συνδυασμός E_x^-):

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 60 = 60\text{mm} < l_{b,min}$$

$$l_{bd} = l_{b,min} = 140\text{mm}$$

Ετοι τα $3\emptyset 14$ του κάτω πέλματος αγκυρώνονται στους ακραίους κόμβους με μήκος αγκύρωσης 140 mm μετρούμενο μετά από απόσταση $5d_{bL}=5 \cdot 14=70\text{mm}$ από την παρειά του κόμβου.

- *Οπλισμοί άνω πέλματος ακραίων κόμβων*

Όταν αυτοί βρίσκονται υπό εφελκυσμό (σεισμικός συνδυασμός E_x^+):

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1.0 \cdot 0.71 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 250 = 178\text{mm} > l_{b,min}$$

$$l_{bd} = 180\text{mm}$$

Όταν αυτοί βρίσκονται υπό θλίψη (σεισμικός συνδυασμός E_x^-):

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 250 = 250\text{mm} > l_{b,min}$$

$$l_{bd} = 250\text{mm}$$

Ετοι τα $3\emptyset 14$ του άνω πέλματος αγκυρώνονται στους ακραίους κόμβους με μήκος αγκύρωσης 250 mm (το δυσμενέστερο εκ των δύο προηγούμενων) μετρούμενο μετά από απόσταση $5d_{bL}=5 \cdot 14=70\text{mm}$ από την παρειά του κόμβου.

2.12.1.2 Αγκυρώσεις διαμήκων οπλισμών υποστυλωμάτων

Ο υπολογισμός του μήκους αγκύρωσης διαμήκων ράβδων υποστυλωμάτων γίνεται με τους ίδιους κανόνες που παρουσιάσαμε για τις δοκούς με μόνη διαφοροποίηση, ότι θα πρέπει στις κρίσιμες περιοχές αυτών να λαμβάνεται :

EC8 5.6.1(3)P

$$\frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} = 1.0 \Rightarrow \sigma_{sd} = f_{yd} \text{ και } l_{b,rqd} = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}}$$

Έτσι για τον υπολογισμό του βασικού μήκους αγκύρωσης των ράβδων του ακραίου υποστυλώματος ισογείου που ανήκει στο εξωτερικό πλαίσιο (τομή A-A) του φορέα Dual 1 θα έχουμε (η διατομή του υποστυλώματος είναι 40x40 και αποτελείται από 4Ø16 ανά πλευρά):

Σχήμα 2.7 του παρόντος

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} = \frac{16}{4} \cdot \frac{347.83}{2.25} = 620\text{mm}$$

Πίνακας 2.39 του παρόντος

όπου θεωρήθηκαν ευνοϊκές συνθήκες συνάφειας για αγκύρωση εντός των κρισίμων περιοχών λόγω της επιρροής της περίσφιξης των εγκάρσιων οπλισμών του υποστυλώματος.

Για τον υπολογισμό των συντελεστών $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ (οι α_4 και α_5 όπως και στις δοκούς αναφέρονται σε καταστάσεις οι οποίες δεν υφίστανται στην εξεταζόμενη περίπτωση) δεδομένου πως οι οπλισμοί αυτοί εφελκύονται κατά τη μία διεύθυνση της σεισμικής δράσης και θλιβούνται κατά την αντίθετη, μπορούμε επί το δυσμενέστερο να θεωρήσουμε πως είναι ίσοι με 1.0. Το ελάχιστο μήκος αγκύρωσης θα είναι:

$$l_{b,min} > \max \begin{cases} 0.6 \cdot l_{b,rqd} = 0.6 \cdot 620 = 372\text{mm} \\ 10 \cdot \emptyset = 10 \cdot 16 = 160\text{mm} \\ 100\text{mm} \end{cases} = 372\text{mm}$$

Θεωρώντας πως οι ράβδοι θλιβούνται (δυσμενέστερο). Έτσι το μήκος αγκύρωσης l_{bd} θα είναι:

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 620 = 620\text{mm} > l_{b,min}$$

Ακολουθώντας την προηγούμενη διαδικασία μπορούμε να υπολογίσουμε τα μήκη αγκύρωσης όλων των διαμήκων ράβδων υποστυλωμάτων των δύο φορέων της παρούσας ανάλυσης.

2.12.1.3 Αγκυρώσεις διαμήκων οπλισμών τοιχωμάτων

Ο υπολογισμός του μήκους αγκύρωσης διαμήκων ράβδων των τοιχωμάτων γίνεται με τους ίδιους κανόνες που παρουσιάσαμε για τις δοκούς.

Έτσι για τον υπολογισμό του βασικού μήκους αγκύρωσης των ράβδων των ακραίων περισφιγμένων τμημάτων της κρίσιμης περιοχής του τοιχώματος (τομή C-C) τον φορέα Dual 1 θα έχουμε (στη περιοχή αυτή υπάρχουν ράβδοι διαμέτρου $d_{bL}=10$ mm καθώς και ράβδοι διαμέτρου $d_{bd}=14$ mm):

$$\frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} = 0 \Rightarrow \sigma_{sd} = 0 \text{ και } l_{b,rqd} = 0$$

καθότι ο απαιτούμενος οπλισμός των ακραίων περιοχών προέκυψε αμελητέρος.

Για τον υπολογισμό των συντελεστών $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ (οι α_4 και α_5 όπως και στις δοκούς αναφέρονται σε καταστάσεις οι οποίες δεν υφίστανται στην εξεταζόμενη περίπτωση) δεδομένου πως οι οπλισμοί αυτοί εφελκύονται κατά τη μία διεύθυνση της σεισμικής δράσης και θλίβονται κατά την αντίθετη, μπορούμε επί το δυσμενέστερο (όταν θλίβονται) να θεωρήσουμε πως είναι ίσοι με 1.0. Το ελάχιστο μήκος αγκύρωσης θα είναι:

$$l_{b,min} > \max \begin{cases} 0.6 \cdot l_{b,rqd} = 0.6 \cdot 0 = 0 \text{mm} \\ 10 \cdot \emptyset = 10 \cdot 14 = 140 \text{mm} = 140 \text{mm για τις ράβδους } \emptyset 14 \\ 100 \text{mm} \end{cases}$$

$$l_{b,min} > \max \begin{cases} 0.6 \cdot l_{b,rqd} = 0.6 \cdot 0 = 0 \text{mm} \\ 10 \cdot \emptyset = 10 \cdot 10 = 100 \text{mm} = 100 \text{mm για τις ράβδους } \emptyset 10 \\ 100 \text{mm} \end{cases}$$

Θεωρώντας πως οι ράβδοι θλίβονται (δυσμενέστερο). Έτσι το μήκος αγκύρωσης l_{bd} θα είναι:

- Για τις ράβδους $\emptyset 14$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0 = 0 \text{mm} < l_{b,min}$$

$$l_{bd} = l_{b,min} = 140 \text{mm}$$

- Για τις ράβδους $\emptyset 10$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0 = 0 \text{mm} < l_{b,min}$$

$$l_{bd} = l_{b,min} = 100 \text{mm}$$

2.12.1.4 Αγκυρώσεις εγκάρσιων οπλισμών

Οι συνδετήρες οι οποίοι χρησιμοποιούνται ως εγκάρσιοι οπλισμοί υποστυλωμάτων, δοκών και τοιχωμάτων θα πρέπει να διαμορφώνονται με άγκιστρο γωνίας 135° το οποίο θα πρέπει να εκτείνεται σε μήκος $10d_{bw}$

EC8 5.6.1(2)P

2.12.2 Παραθέσεις οπλισμών

EC2 8.7

2.12.2.1 Μήκη παράθεσης

EC2 8.7.3

Το μήκος παράθεσης που θα χρησιμοποιείται στον σχεδιασμό δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{0,min}$$

EC2 Σχέση 8.10

όπου

$$l_{0,min} > \max \begin{cases} 0.3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \\ 15 \cdot \emptyset \\ 200 \text{mm} \end{cases}$$

EC2 Σχέση 8.11

Θα υπολογίσουμε το μήκος παράθεσης των 3 ράβδων διαμέτρου 14 mm του κάτω πέλματος της δοκού που εξετάσαμε στις προηγούμενες παραγράφους. Η παράθεση των ράβδων αυτών θα γίνει στο μέσο του ενδιάμεσου ανοιγματος της συνεχούς δοκού (στοιχείο 101, βλέπε και σχήμα 2.33). Για τις ράβδους αυτές θα ισχύουν τα εξής:

$$\frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} = \frac{1.14}{4.62} = 0.25 \Rightarrow \sigma_{sd} = 0.25 \cdot f_{yd} = 87 \text{MPa}$$

$$\text{και } l_{b,rqd} = \frac{14}{4} \cdot \frac{87}{2.25} = 135 \text{mm}$$

όπου ευνοικές συνθήκες θεωρήθηκαν για τη συνάφεια των ράβδων.

Οι ράβδοι αυτές βρίσκονται πάντα υπό εφελκυσμό συνεπώς θα έχουμε:

$$\alpha_1 = 1.0$$

$$c = c_1 = c_{nom} + d_{bw} = 35 + 6 = 41 \text{mm}$$

$$a = \frac{b_w - 2 \cdot c_{nom} - 2 \cdot d_{bw} - d_{bl}}{2} = \frac{250 - 2 \cdot 35 - 2 \cdot 6 - 14}{2} = 77 \text{mm}$$

$$c_d = \min \begin{cases} a/2 \\ c_1 \\ c \end{cases} = 41 \text{mm}$$

$$\alpha_2 = 1 - 0.15 \cdot \left(\frac{41 - 14}{14} \right) = 0.71 \begin{cases} > 0.7 \\ < 1.0 \end{cases}$$

EC2 Table 8.2

EC2 Figure 8.3a

Εγκάρσιος οπλισμός στη θέση παράθεσης Ø6/210 (1.345 cm²/m). Στο βασικό μήκος αγκύρωσης (θεωρούμε πως $l_{b,rqd} = l_{bd}$ καθότι δεν γνωρίζουμε εξ' αρχής το μήκος αγκύρωσης σχεδιασμού) θα έχουμε:

$$\sum A_{st} = 1.345 \cdot 0.135 = 0.18 \text{cm}^2$$

$$\sum A_{st,min} = A_s \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{yd}} = 1.54 \cdot 0.25 = 0.385$$

Πίνακας 40 του παρόντος

EC2 8.7.3(1)

$A_s = 1.54 \text{ cm}^2$ το εμβαδόν της μίας ράβδου Ø14.

$$\lambda = \frac{0.18 - 0.385}{1.54} < 0$$

Τότε επειδή θα είναι $\alpha_3 = 1 - K\lambda > 1$ και επειδή το α_3 δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο του 1, λαμβάνουμε $\alpha_3 = 1.0$
 $\alpha_5 = 1.0$ (επί το δυσμενέστερο)

Τέλος δεδομένου πως αποφασίσουμε την παράθεση και των 3 ράβδων διαμέτρου $\varnothing 14$ στην ίδια θέση ($\rho_1 = 100\%$) θα είναι:
 $\alpha_6 = 1.5$

EC2 Table 8.3

Έτσι το μήκος παράθεσης που θα χρησιμοποιηθεί στον σχεδιασμό θα δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} = 1.0 \cdot 0.71 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.5 \cdot 135 = 145 \text{ mm} < l_{0,\min}$$

όπου

$$l_{0,\min} > \max \begin{cases} 0.3 \cdot 1.5 \cdot 135 = 60 \text{ mm} \\ 15 \cdot \varnothing = 15 \cdot 14 = 210 \text{ mm} \Rightarrow l_{0,\min} = 210 \text{ mm} \\ 200 \text{ mm} \end{cases}$$

$$\Sigma \text{υνεπώς } l_0 = l_{0,\min} = 210 \text{ mm}$$

Με τον ίδιο τρόπο μπορούμε να υπολογίσουμε το μήκος παράθεσης των ράβδων του ακραίου υποστυλώματος ισογείου της τομής A-A του φορέα Dual 1. Όπως είδαμε προηγουμένως το υποστύλωμα αυτό αποτελείται από 4 ράβδους διαμέτρου 16mm σε κάθε πλευρά του. Η παράθεση των ράβδων αυτών με τις ράβδους του υποστυλώματος του ανώτερου ορόφου γίνεται στη κατώτερη κρίσιμη περιοχή του υποστυλώματος του υπεράνω ορόφου. Τονίζεται πως η παράθεση των οπλισμών εντός κρισίμων περιοχών δεν απαγορεύεται από τον κανονισμό.

Θα έχουμε:

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.5 \cdot 620 = 930 \text{ mm} > l_{0,\min}$$

όπου

$$l_{0,\min} > \max \begin{cases} 0.3 \cdot 1.5 \cdot 620 = 279 \text{ mm} \\ 15 \cdot \varnothing = 15 \cdot 16 = 240 \text{ mm} \Rightarrow l_{0,\min} = 210 \text{ mm} \\ 200 \text{ mm} \end{cases}$$

Οι συντελεστές α_1 ως α_5 λαμβάνονται επί το δυσμενέστερο ίσοι με 1.0 (καθότι οι ράβδοι του υποστυλώματος θλίβονται κατά τη μία διεύθυνση της σεισμικής δράσης και εφελκύονται κατά την άλλη) ενώ ο συντελεστής α_6 λαμβάνεται ίσος με 1.5 καθότι το σύνολο των ράβδων θα ενωθούν με παράθεση στη ίδια θέση ($\rho=100\%$)

EC2 Table 8.2

Με τον ίδιο τρόπο υπολογίζεται το μήκος παράθεσης και των οπλισμών του τοιχώματος, το μήκος αγκύρωσης των οποίων υπολογίσθηκε στη προηγούμενη παράγραφο.

2.12.2.2 Εγκάρσιος οπλισμός στις θέσεις παράθεσης

EC2 8.7.4

Στις θέσεις παράθεσης θα πρέπει να παρέχουμε εγκάρσιο οπλισμό ο οποίος θα παραλαμβάνει τις εγκάρσιες εφελκυστικές τάσεις.

Σε κάθε περίπτωση σύμφωνα με τον EC2, εάν η διάμετρος των ράβδων που επικαλύπτονται είναι μικρότερη των 20 mm όπως συμβαίνει σε όλα τα δομικά στοιχεία των φορέων της παρούσας ανάλυσης, τότε ο εγκάρσιος οπλισμός που υπάρχει στις θέσεις παράθεσης για οποιοδήποτε άλλο λόγο θεωρείται επαρκής για να παραλάβει τις εγκάρσιες εφελκυστικές τάσεις τόσο για την περίπτωση που οι ράβδοι εφελκύονται όσο για τη περίπτωση που οι ράβδοι θλίβονται.

Ωστόσο ο EC8 γίνεται περισσότερο αυστηρός στο θέμα αυτό αφού ορίζει επιπρόσθετα στις απαιτήσεις του EC2 και τα ακόλουθα:

- Η απόσταση s των εγκάρσιων οπλισμών στις θέσεις παράθεσης (σε mm) δεν θα πρέπει να υπερβαίνει την ακόλουθη τιμή:

$$s = \min \begin{cases} h/4 \\ 100\text{mm} \end{cases}$$

EC8 5.6.3

EC8 5.6.3(3)P c

EC8 Σχέση 5.51

EC8 5.6.3(4)

- όπου h είναι το ύψος της διατομής του δομικού στοιχείου (σε mm).
- Το απαιτούμενο εμβαδόν του εγκάρσιου οπλισμού A_{st} στις θέσεις παράθεσης του διαμήκους οπλισμού των υποστυλωμάτων ή του διαμήκους οπλισμού των ακραίων περιοχών των τοιχωμάτων, θα πρέπει να υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$A_{st} = s \cdot \frac{d_{bL}}{50} \cdot \frac{f_{yld}}{f_{ywd}}$$

EC8 Σχέση 5.52

όπου

- A_{st} το εμβαδόν του ενός σκέλους του εγκάρσιου οπλισμού
 d_{bL} η διάμετρος της ράβδου η οποία επικαλύπτεται στη θέση αυτή.
 s η απόσταση των εγκάρσιων οπλισμών.
 f_{yld} η αντοχή σχεδιασμού του διαμήκους οπλισμού
 f_{ywd} η αντοχή σχεδιασμού του εγκάρσιου οπλισμού

Για τη θέση παράθεσης των οπλισμών της δοκού που εξετάσαμε στη προηγούμενη παράγραφο θα υπολογίσουμε εδώ τον απαιτούμενο εγκάρσιο οπλισμό.

Ο υπάρχων εγκάρσιος οπλισμός στη θέση παράθεσης είναι Ø6/210. Η μέγιστη απόσταση των εγκάρσιων οπλισμών στη θέση αυτή θα είναι σύμφωνα με τα παραπάνω:

$$s = \min \begin{cases} h/4 = 600/4 = 150\text{mm} \\ 100\text{mm} \end{cases} \Rightarrow s = 100\text{mm}$$

Πίνακας 2.40
του παρόντος

Έτσι σε όλο το μήκος παράθεσης των οπλισμών του ανοίγματος της δοκού αυτής (το οποίο υπολογίσθηκε στη προηγούμενη παράγραφο ίσο με 210 mm) θα πρέπει να τοποθετηθούν συνδετήρες Ø6/100, δηλαδή συνολικά 3 συνδετήρες σε όλο το μήκος παράθεσης.

Με τον ίδιο τρόπο θα υπολογίσουμε και τον απαιτούμενο εγκάρσιο οπλισμό στη θέση παράθεσης των διαμήκων οπλισμών του ακραίου υποστυλώματος ισογείου, της τομής A-A (σχήματα 2.7 και 2.33) του φορέα Dual 1 (η παράθεση αυτών των οπλισμών με τους οπλισμούς του υπεράνω υποστυλώματος γίνεται στη κάτω κρίσιμη περιοχή του τελευταίου).

Ο υπάρχων εγκάρσιος οπλισμός στη θέση παράθεσης είναι $\varnothing 8/90$. Η μέγιστη απόσταση των εγκάρσιων οπλισμών στη θέση αυτή θα είναι σύμφωνα με τα παραπάνω:

$$s = \min \begin{cases} h/4 = 400/4 = 100\text{mm} \\ 100\text{mm} \end{cases} \Rightarrow s = 100\text{mm} > 90\text{mm}$$

Στη περίπτωση αυτή θα πρέπει επιπρόσθετα, να ελέγξουμε και το απαιτούμενο εμβαδόν του ενός σκέλους του εγκάρσιου οπλισμού. Θα έχουμε:

$$d_{bl} = 16\text{mm}$$

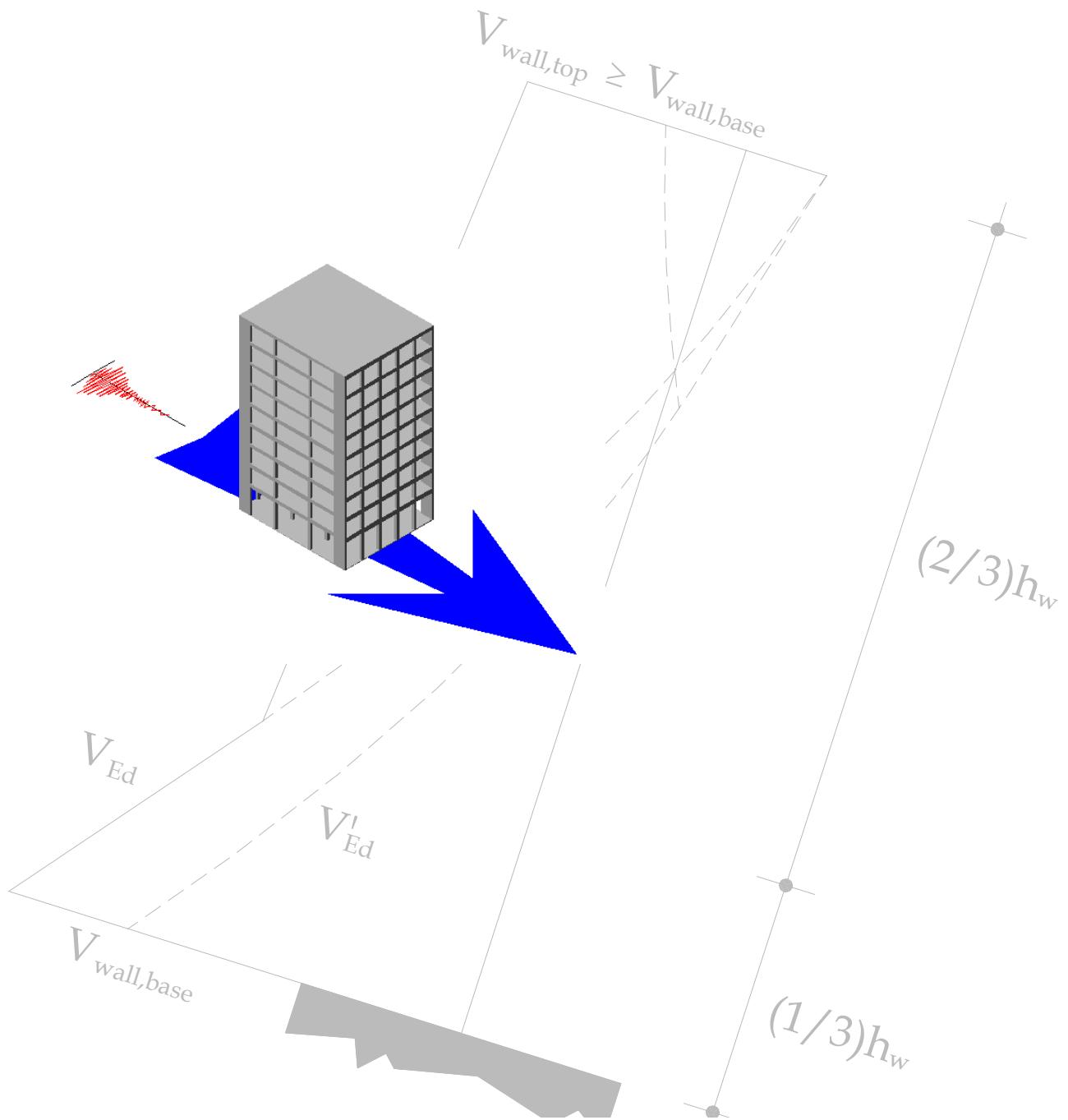
$$s = 90\text{mm}$$

$$f_{yld} = f_{ywd} = 347.83\text{MPa}$$

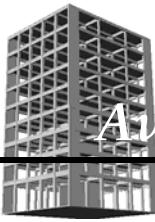
$$A_{st} = s \cdot \frac{d_{bl}}{50} \cdot \frac{f_{yld}}{f_{ywd}} = 90 \cdot \frac{16}{50} \cdot \frac{347.83}{347.83} = 28.8\text{mm}^2$$

Το εμβαδόν αυτό αναφέρεται στο ένα σκέλος του εγκάρσιου οπλισμού. Δεδομένου πως ο υπάρχων εγκάρσιος οπλισμός $\varnothing 8$ έχει εμβαδόν $50\text{ mm}^2 > 28.8\text{ mm}^2$ συμπεραίνουμε αυτός είναι επαρκής τόσο αναφορικά με την απόσταση όσο με το εμβαδόν του ενός σκέλους του.

Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να ελέγξουμε τον εγκάρσιο οπλισμό που υπάρχει σε όλες τις θέσεις παράθεσης είτε αυτές βρίσκονται σε δοκούς είτε σε υποστυλώματα είτε σε τοιχώματα.

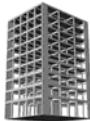


Κεφάλαιο 3



Ανελαστική δυναμική ανάλυση των φορέων

Στο κεφάλαιο αυτό, περιγράφεται η διαδικασία προσομοίωσης των φορέων της παρούσας εργασίας (Dual 1 και Dual 2) και επιλογής, αφενός όλων των παραμέτρων της δυναμικής ανάλυσης (σεισμικές διεγέρσεις, συντελεστές απόσβεσης και ενεργός μάζα των κατασκευών) και αφετέρου όλων των παραμέτρων που αφορούν τα δομικά στοιχεία (μοντέλα για τη περιγραφή της μη γραμμικής συμπεριφοράς τους, αντοχές και δυσκαμψίες), οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν στα πλαίσια μιας σειράς ανελαστικών δυναμικών αναλύσεων με τη βοήθεια του προγράμματος DRAIN 2000. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων αυτών παρουσιάζονται στο τέλος του κεφαλαίου αυτού ενώ ο σχολιασμός αυτών περιλαμβάνεται στο επόμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας.



3.1 Διακριτοποίηση των φορέων

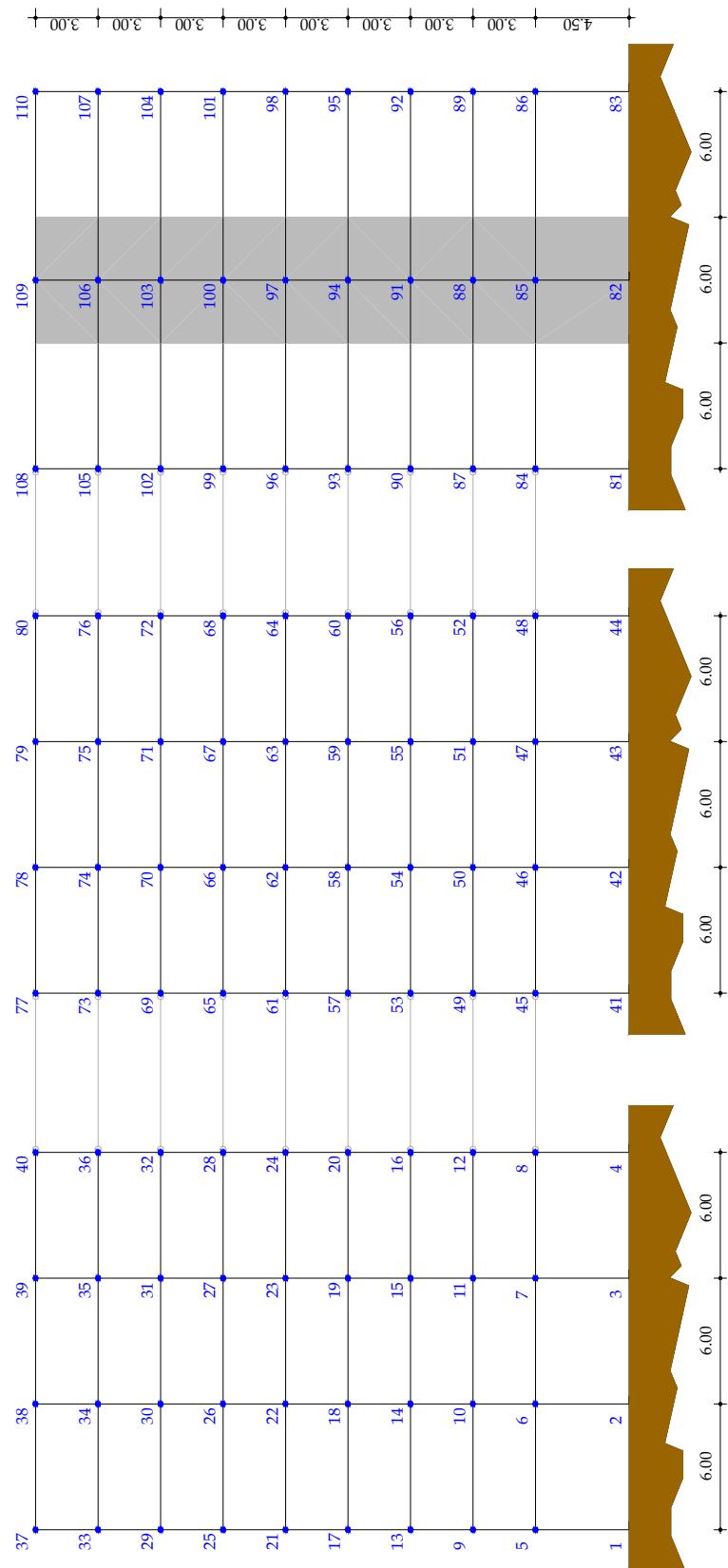
Η μορφή και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των φορέων που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας εργασίας έχουν παρουσιασθεί αναλυτικά στο κεφάλαιο 2 (παράγραφοι 2.1 και 2.4 καθώς και τα αντίστοιχα σχήματα των παραγράφων αυτών 2.1, 2.2 και 2.7 ως 2.11). Έτσι στα επόμενα θα ασχοληθούμε αποκλειστικά με τη περιγραφή των μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια των ανελαστικών δυναμικών αναλύσεων του προγράμματος DRAIN 2000.

Ουσιαστικής σημασίας για την επιτυχή εξαγωγή συμπερασμάτων από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων μίας ανελαστικής δυναμικής ανάλυσης και μίας «κανονιστικής» ελαστικής (απλοποιημένης φασματικής ή δυναμικής φασματικής) είναι οπωσδήποτε, η κατά το δυνατόν πλήρης αντιστοίχηση των μοντέλων που θα χρησιμοποιηθούν στις αναλύσεις αυτές, με όλες τις παραδοχές που τα συνοδεύουν. Αυτό σημαίνει καταρχήν πως θα χρησιμοποιηθούν επίπεδα μοντέλα εφόσον για τη διαστασιολόγηση αυτών επετράπη από τον EC8 η αναγωγή των αρχικά τρισδιάστατων φορέων σε επίπεδους προκειμένου να αναλυθούν με χρήση της απλοποιημένης φασματικής μεθόδου. Άλλωστε και η εφαρμογή του προγράμματος DRAIN 2000 περιορίζεται σε επίπεδους φορείς μόνο.

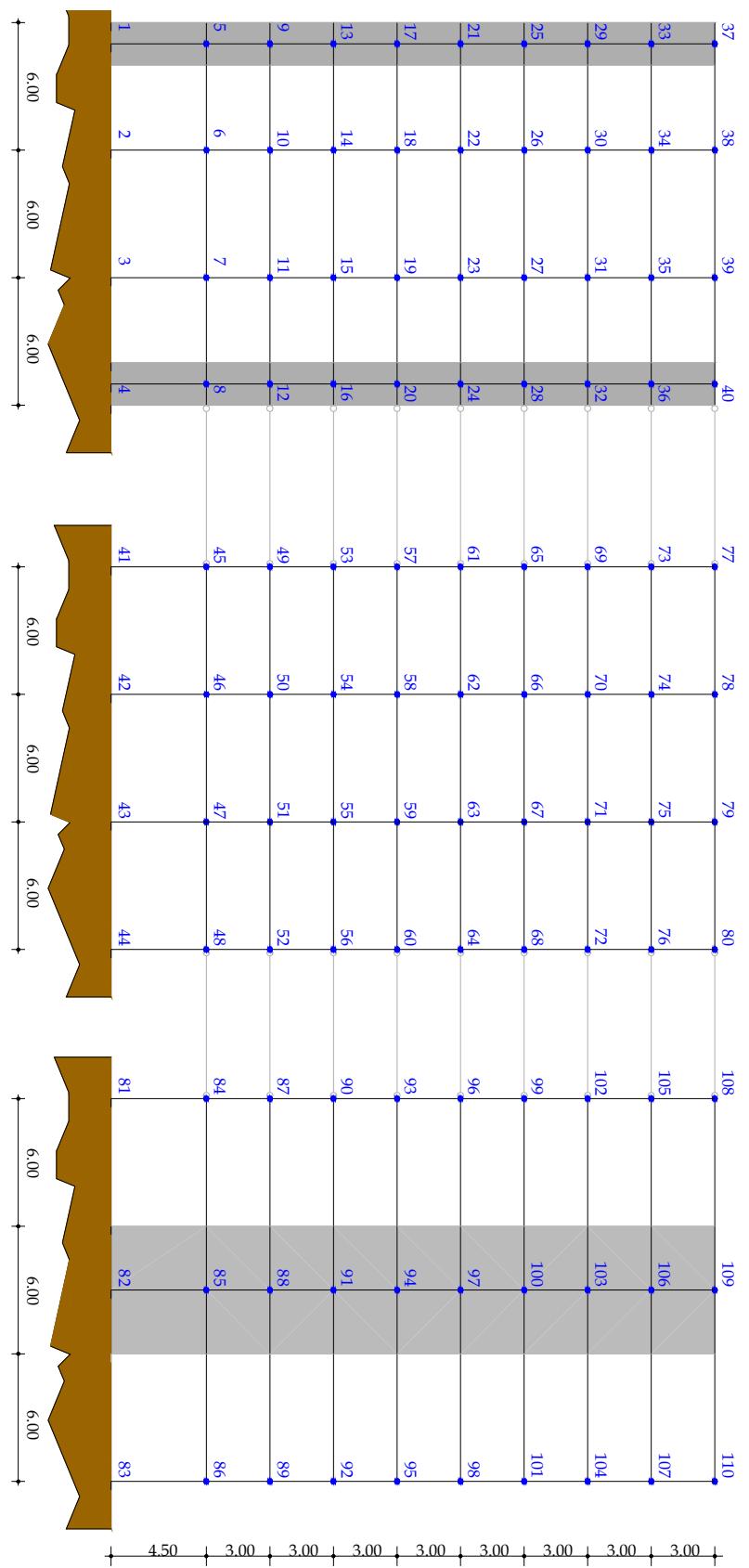
Η διακριτοποίηση των φορέων αυτών έγινε με γραμμικά στοιχεία τα οποία εκτείνονται κατά πλήρη φατνώματα (βλέπε σχήματα 3.1 και 3.2). Τα μοντέλα και των δύο φορέων αποτελούνται από 110 κόμβους, ενώ ο συνολικός αριθμός των δομικών στοιχείων που περιλαμβάνουν είναι 171 (για περισσότερες λεπτομέρειες αναφορικά με τη συμπλήρωση των αρχείων δεδομένων των δύο φορέων, τα τελευταία περιλαμβάνονται στο συνοδευτικό CD της παρούσας εργασίας).

Γίνεται επίσης η παραδοχή πως οι πλάκες λειτουργούν μέσα στο επίπεδό τους ως εντελώς άκαμπτα διαφράγματα (παραδοχή διαφραγματικής λειτουργίας) ενώ τα κατακόρυφα στοιχεία του ισογείου θεωρήθηκαν πλήρως πακτωμένα στο έδαφος, δηλαδή αγνοήθηκε η επιρροή της ευκαμψίας της θεμελίωσης στην απόκριση των φορέων.

Η ύπαρξη τοιχοποιιών πλήρωσης δεν λαμβάνεται υπόψη στις αναλύσεις που ακολουθούν (εξαιρουμένου του ιδίου βάρους αυτών), δηλαδή οι δύο φορείς θεωρήθηκαν πως παραμορφώνονται ελεύθερα χωρίς την παρεμβολή τέτοιων στοιχείων.



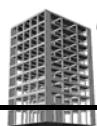
Σχήμα 3.1 Διακριτοποίηση των φορέα Dual 1 για την εισαγωγή των στο πρόγραμμα ανελαστικής δυναμικής ανάλυσης DRAIN 2000. Στο σχήμα φαίνεται το επίπεδο μοντέλο του φορέα, η «σχηματική» προσομοίωση της διαφραγματικής λειτουργίας των ορόφων του καθώς και η αριθμηση όλων των κόμβων του.



Σχήμα 3.2 Διακριτοποίηση των φορέα Dual 2 για την εισαγωγή του στο πρόγραμμα ανελαστικής δυναμικής ανάλυσης DRAIN 2000. Στο σχήμα φαίνεται το επίπεδο μοντέλο των φορέα, η «σχηματική» προσομοίωση της διαφραγματικής λειτουργίας των ορόφων του καθώς και η αριθμητική όλων των κόμβων του.

Όπως έγινε και στα μοντέλα που εισήχθησαν στο πρόγραμμα SAP 2000 προκειμένου να πραγματοποιηθεί η απλοποιημένη φασματική ανάλυση (βλέπε παράγραφο 2.6.2 του παρόντος) το πεπερασμένο ύψος των υποστυλωμάτων λαμβάνεται υπόψη θεωρώντας απαραμόρφωτα τα τμήματα των δοκών από το κέντρο των υποστυλωμάτων μέχρι τις παρειές τους. Για τα τοιχώματα κάτι τέτοιο είναι οπωσδήποτε υποχρεωτικό. Το πεπερασμένο ύψος των δοκών με τη σειρά του, λαμβάνεται υπόψη θεωρώντας απαραμόρφωτα τα τμήματα των υποστυλωμάτων από την κάτω μέχρι την άνω ίνα των δοκών που συμβάλλουν σε αυτά (βλέπε σχήμα 2.15).

3.2 Επιλογή των μοντέλων μη γραμμικής - δυναμικής ανάλυσης του προγράμματος DRAIN 2000 για τα δομικά στοιχεία των φορέων

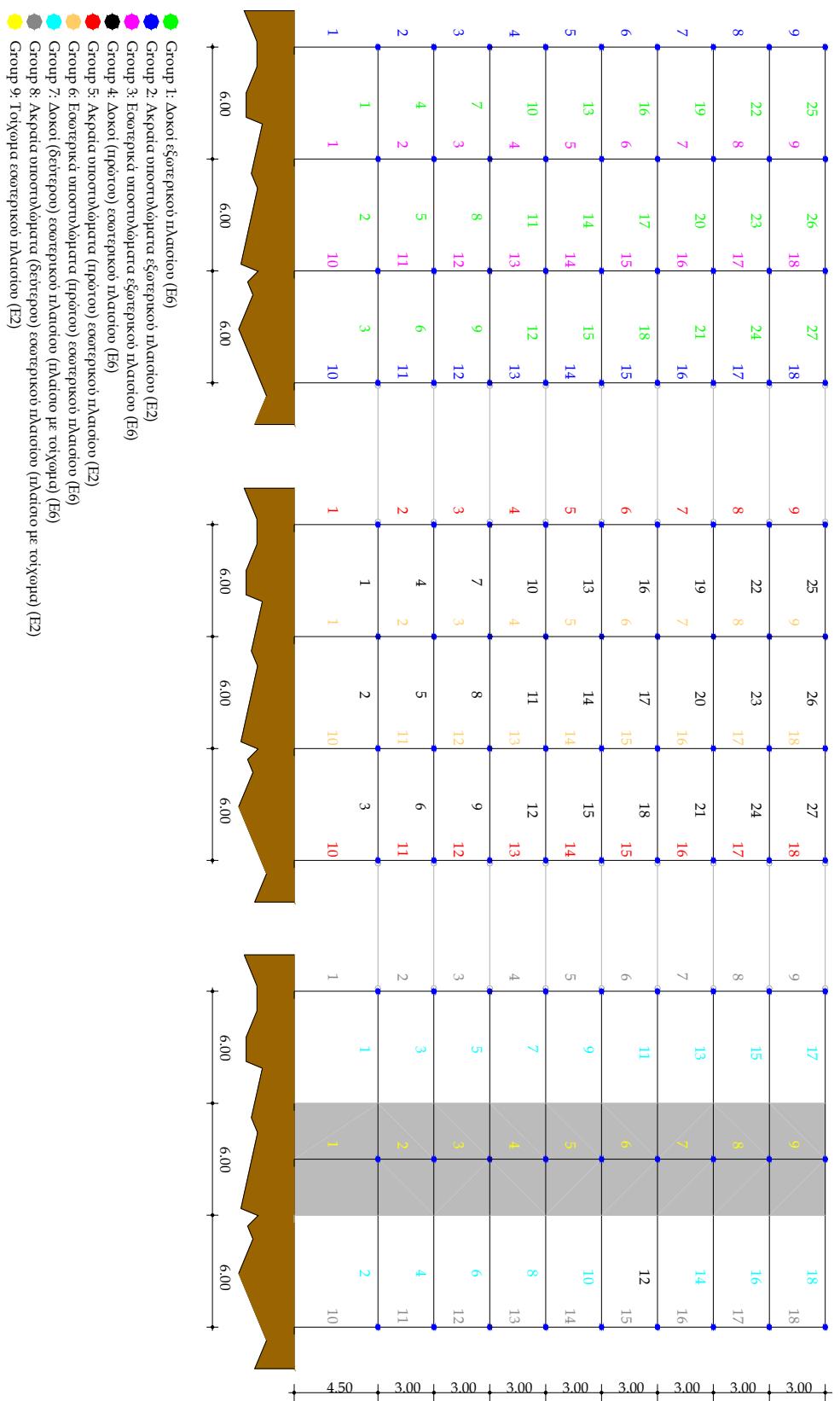


Το πρόγραμμα DRAIN 2000 παρέχει (εξαιρουμένων των μοντέλων που χρησιμοποιούνται για τη προσομοίωση στοιχείων πληρώσεως, τοιχοποιιών ή ράβδων δικτυώματος) τη δυνατότητα χρησιμοποίησης δύο βασικών στοιχείων για τη προσομοίωση της μη γραμμικής συμπεριφοράς δοκών, υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων τα οποία συμβολίζονται ως E2 και E6 αντίστοιχα. Η διαφοροποίηση στα μοντέλα που χρησιμοποιούν τα δύο προηγούμενα στοιχεία αφορά τη μετελαστική φάση της απόκρισής τους, τη φάση δηλαδή κατά τη διάρκεια της οποίας έχουμε σχηματισμό πλαστικής άρθρωσης στο ένα ή και στα δύο άκρα του στοιχείου.

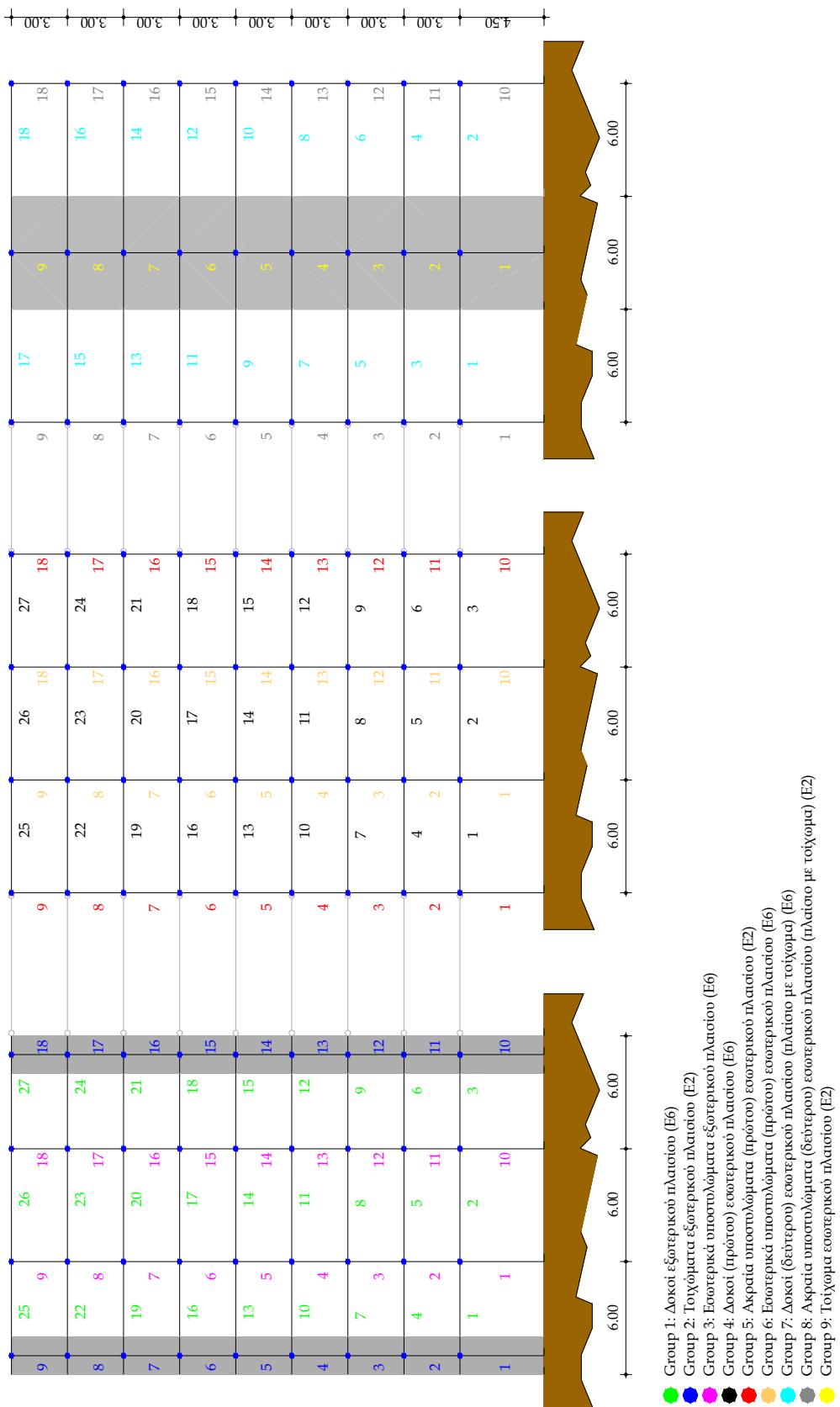
Το στοιχείο E2, περιλαμβάνει το μοντέλο των δύο συνιστωσών (το οποίο προτάθηκε από τους Clough, Benuška και Wilson το 1965) σύμφωνα με το οποίο το δομικό στοιχείο θεωρείται ότι συντίθεται από δύο επιμέρους ιδεατά στοιχεία σε παράλληλη σύνδεση το πρώτο εκ των οποίων είναι ελαστικό ενώ το δεύτερο ελαστοπλαστικό (χωρίς κράτυνση). Η παράλληλη διάταξη των δύο στοιχείων επιτρέπει την άθροιση των δυσκαμψιών τους οδηγώντας τελικά σε ένα διγραμμικό ελαστοπλαστικό μοντέλο και μάλιστα με κοινό δείκτη κρατύνσεως για τα δύο άκρα του δομικού στοιχείου. Βασική δυνατότητα του στοιχείου αυτού για τη προσομοίωση δομικών στοιχείων με έντονα μεταβαλλόμενο αξονικό φορτίο, είναι η έστω και προσεγγιστική θεώρηση της αλληλεπίδρασης των ροπών διαρροής M_y των άκρων του στοιχείου με το επίπεδο του αξονικού φορτίου.

Το στοιχείο E6 συντίθεται από μια ελαστική δοκό που στα άκρα της φέρει σημειακά στροφικά ανελαστικά ελατήρια συνδεδεμένα σε σειρά με τη δοκό (μοντέλο ελαστικής δοκού με ανελαστικά ελατήρια, Giberson 1967). Η συμπεριφορά των ανελαστικών ελατήριων χαρακτηρίζεται από το διγραμμικό μοντέλο Takeda (1970) το οποίο προτάθηκε από τους Otani και Sozen (1972) και τροποποιήθηκε από τον Litton (1975, μοντέλο φθίνουσας δυσκαμψίας). Ωστόσο θα πρέπει να σημειώσουμε πως το στοιχείο E6 δεν λαμβάνει υπόψη την αλληλεπίδραση M -N στον υπολογισμό των ροπών διαρροής.

Λεπτομερή αναφορά στις δυνατότητες των στοιχείων αυτών μπορεί κανείς να βρει στο [12]. Στα σχήματα των σελίδων που ακολουθούν φαίνεται η «ομαδοποίηση» των δομικών στοιχείων των δύο φορέων η οποία έγινε ανά είδος (δοκοί, υποστυλώματα, τοιχώματα) και ανά θέση δομικού στοιχείου (εξωτερικά ή εσωτερικά πλαίσια και ακραία ή ενδιάμεσα κατακόρυφα δομικά στοιχεία).



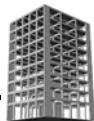
Σχήμα 3.3 Ομαδοποίηση των δομικών στοιχείων των φορέα Dual 1 αναφορικά με: (a) τη θέση των δομικών στοιχείων (β) το είδος των και (γ) το μοντέλο περιγραφής της μη - γραμμικής συμπεριφοράς (E2 ή E6) που επιλέχθηκε.



Σχήμα 3.4 Ομαδοποίηση των δομικών στοιχείων του φορέα Dual 2 αναφορικά με: (a) τη θέση των δομικού στοιχείου (β) το είδος του και (γ) το μοντέλο περιγραφής της μη - γραμμικής συμπεριφοράς (E2 ή E6) που επιλέχθηκε.

- Group 1: Δοκοί εξοπερικού πλαστού (E6)
- Group 2: Τούχωμα εξοπερικού πλαστού (E2)
- Group 3: Εσοπερικά υποστρώματα εξοπερικού πλαστού (E6)
- Group 4: Δοκοί (πρώτον) εσοπερικού πλαστού (E6)
- Group 5: Ακραία υποστρώματα (πρώτον) εσοπερικού πλαστού (E2)
- Group 6: Εσοπερικά υποστρώματα (πρώτον) εσοπερικού πλαστού (E6)
- Group 7: Δοκοί (δεύτερον) εσοπερικού πλαστού (πλαστού με τούχωμα) (E6)
- Group 8: Ακραία υποστρώματα (δεύτερον) εσοπερικού πλαστού (πλαστού με τούχωμα) (E2)
- Group 9: Τούχωμα εσοπερικού πλαστού (E2)

Για κάθε μία από αυτές τις ομάδες δομικών στοιχείων (groups) επιλέχθηκε το ίδιο μοντέλο περιγραφής της μη - γραμμικής συμπεριφοράς (Ε2 ή Ε6). Κριτήριο για μία τέτοια επιλογή ήταν η μικρή ή μεγάλη (αναμενόμενη) διακύμανση του αξονικού φορτίου στα δομικά στοιχεία της κάθε ομάδας. Έτσι για τις περιπτώσεις ακραίων υποστυλωμάτων ή τοιχωμάτων όπου η διακύμανση του αξονικού φορτίου κατά τη διάρκεια του σεισμικού φαινομένου αναμένεται να είναι μεγάλη επιλέχθηκε η χρήση του στοιχείου Ε2 λόγω της δυνατότητας που διαθέτει να λαμβάνει (έστω και προσεγγιστικά) υπόψη την αλληλεπίδραση ροπών διαρροής (M_y) και αξονικού φορτίου. Για τις δοκούς και τα εσωτερικά υποστυλώματα, όπου θεωρούμε πως το αξονικό φορτίο δεν θα μεταβληθεί σημαντικά κατά τη διάρκεια του σεισμού μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το στοιχείο Ε6 το οποίο μπορεί να μη διαθέτει τη δυνατότητα προσομοίωσης της αλληλεπίδρασης M_y-N αλλά δίνει τη δυνατότητα θεώρησης πιο πολύπλοκων διαγραμμάτων ροπών - στροφών (όπως το τροποποιημένο μοντέλο Takeda) που μπορούν να προσεγγίσουν με ικανοποιητική ακρίβεια τους πραγματικούς βρόγχους υστερήσεως στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα. Στα σχήματα των προηγούμενων σελίδων (σχήματα 3.3 & 3.4) φαίνεται το είδος του στοιχείου περιγραφής της μη γραμμικής συμπεριφοράς (Ε2 ή Ε6) που έχει επιλεγεί για κάθε ομάδα (group) δομικών στοιχείων, καθενός από τους δύο φορείς της παρούσας ανάλυσης.



3.3 Υπολογισμός των παραμέτρων για τα δομικά στοιχεία των φορέων

Στις παραγράφους που ακολουθούν γίνεται αναφορά στο τρόπο υπολογισμού των παραμέτρων αντοχής και δυσκαμψίας για τα δύο μοντέλα στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος (Ε2 και Ε6) που χρησιμοποιήθηκαν στη προσομοίωση των φορέων της παρούσας ανάλυσης.

3.3.1 Αντοχή δομικών στοιχείων

Για τις δοκούς των φορέων για τις οποίες χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία Ε6, τα δεδομένα αντοχής που απαιτούνται για την ανάλυση είναι οι θετικές και αρνητικές ροπές διαρροής (M_y) και αστοχίας (M_u) καθώς και οι αντίστοιχες καμπυλότητες (ϕ_y και ϕ_u) που είναι βέβαια διαφορετικές για τις διατομές πλακοδοκών. Για τα υποστυλώματα και τα τοιχώματα στα οποία η διακύμανση του αξονικού φορτίου είναι μεγάλη, οπότε χρησιμοποιούνται στοιχεία Ε2 χρειάζεται η γνώση του διαγράμματος αλληλεπίδρασης M_y-N . Στα υποστυλώματα όπου η διακύμανση της αξονικής δύναμης στη διάρκεια του σεισμού είναι μικρή, οπότε χρησιμοποιούνται στοιχεία Ε6, αφενός δεν απαιτείται η πλήρης γνώση του διαγράμματος αλληλεπίδρασης, αφετέρου τα προηγούμενα δεδομένα (M_y , M_u , ϕ_y και ϕ_u) υπολογίζονται για αξονικό φορτίο που αντιστοιχεί στο N λόγω της κατακόρυφης φόρτισης (για τον ορισμό των φορτίων βλέπε παράγραφο 3.4.1).

Προς τούτο χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα RCCOLA-90 στο οποίο η κάθε προς ανάλυση διατομή χωρίζεται σε στρώσεις ενώ για την κατανομή των παραμορφώσεων γίνεται δεκτή η αρχή της επιπεδότητας της διατομής. Για δεδομένο αξονικό φορτίο N και δεδομένη τιμή της παραμόρφωσης στην ακραία θλιβόμενη ίνα (ϵ_c) είναι δυνατό να βρεθεί η ροπή M της διατομής και η αντίστοιχη καμπυλότητα φ. Λαμβάνεται μία πρώτη τιμή για το ύψος του ουδέτερου άξονα οπότε καθορίζεται το διάγραμμα των παραμορφώσεων.

Για δεδομένη την παραμόρφωση στο κέντρο κάθε μίας από τις λωρίδες στις οποίες είχε αρχικά χωρισθεί η διατομή, καθορίζεται από το διάγραμμα $\sigma_c - \epsilon_c$ (που μπορεί να έχει οποιαδήποτε μορφή) η τάση σ_{ci} στη λωρίδα. Αντίστοιχα από τις παραμορφώσεις ϵ_{si} υπολογίζονται οι αντίστοιχες τάσεις σ_{si} στις διάφορες στρώσεις οπλισμών με βάση το διάγραμμα $\sigma_s - \epsilon_s$ (που επίσης έχει τυχούσα μορφή). Αν τώρα ο αριθμός των στρώσεων σκυροδέματος είναι n και των στρώσεων των οπλισμών είναι m θα πρέπει να πληρούται η ακόλουθη συνθήκη ισορροπίας:

$$N = \sum_{i=1}^n \sigma_{ci} \cdot A_{ci} + \sum_{i=1}^m \sigma_{si} \cdot A_{si}$$

Εφόσον η προηγούμενη σχέση δεν πληρούται, τότε διορθώνεται το ύψος του ουδέτερου άξονα και η διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου προσδιορισθεί το ύψος x , για το οποίο πληρούται η συνθήκη ισορροπίας. Τότε η ροπή που αναλαμβάνει η διατομή μπορεί να υπολογισθεί από τη σχέση:

$$M = \sum_{i=1}^n \sigma_{ci} \cdot A_{ci} \cdot y_{ci} + \sum_{i=1}^m \sigma_{si} \cdot A_{si} \cdot y_{si}$$

όπου y_{ci}, y_{si} είναι οι αποστάσεις των στρώσεων σκυροδέματος και χάλυβα αντίστοιχα από έναν άξονα αναφοράς που μπορεί να είναι το κέντρο βάρους της διατομής του σκυροδέματος ή η ακραία θλιβόμενη ίνα. Η αντίστοιχη καμπυλότητα δίνεται από τη σχέση:

$$\varphi = \frac{\epsilon_c}{x}$$

Με τον τρόπο αυτό μπορεί να προσδιορισθεί το πλήρες διάγραμμα $M-\varphi$ της διατομής (σχήμα 3.5) ενώ αν η ανάλυση επαναληφθεί για διάφορα επίπεδα αξονικής φόρτισης είναι δυνατόν να προσδιορισθούν και διαγράμματα αλληλεπίδρασης $M-N$ (σχήμα 3.6). Είναι προφανές πως με τη προηγούμενη διαδικασία οι τιμές που υπολογίζονται αντιστοιχούν σε μονότονη φόρτιση της διατομής.

Άλλες παραδοχές του προγράμματος RCCOLA-90 είναι πως η αντοχή του σκυροδέματος σε εφελκυσμό αγνοείται ενώ για το χάλυβα λαμβάνεται η ίδια καμπύλη σε για εφελκυσμό και θλίψη κάτι που ισχύει εφόσον δεν επέρχεται πρόωρος λυγισμός των θλιβόμενων ράβδων, προϋπόθεση που πληρούται όταν η απόσταση των συνδετήρων είναι επαρκώς μικρή. Το πρόγραμμα είναι εξοπλισμένο με μία μεθοδολογία καθορισμού της θλυπτικής παραμόρφωσης ϵ_{cu} της ακραίας θλιβόμενης ίνας σκυροδέματος για την οποία θεωρείται πως ξεκινά ο λυγισμός των θλιβόμενων διαμήκων ράβδων χάλυβα. Λαμβάνεται επίσης υπόψη το εμπειρικό κριτήριο του κανονισμού της Νέας Ζηλανδίας σύμφωνα με το οποίο πρόωρη αστοχία από λυγισμό των θλιβόμενων διαμήκων ράβδων χάλυβα θα πρέπει να αναμένουμε όταν η τάση διαρροής ενός συνδετήρα είναι μικρότερη από το $1/16$ της τάσης διαρροής των διαμήκων ράβδων που συγκρατούνται από αυτόν τον συνδετήρα.

Με εξαίρεση τον λυγισμό των θλιβόμενων διαμήκων ράβδων που αναφέρθηκε προηγούμενως, καθορίζονται από το πρόγραμμα άλλα 3 κριτήρια αστοχίας που είναι:

- Θραύση των συνδετήρων εξαιτίας της διόγκωσης του περισφιγμένου σκυροδέματος
- Πτώση της αντοχής του σκυροδέματος στο $0.85f_c$ κατά μήκος του φθίνοντα κλάδου του διαγράμματος $\sigma_c - \epsilon_c$.

- Θραύση των διαμήκων εφελκυόμενων ράβδων εξαιτίας της υπέρβασης της οριακής παραμόρφωσής τους ε_{su} .

Μία ακόμη δυνατότητα του προγράμματος αυτού είναι ότι μπορεί να λαμβάνει υπόψη την αποφλοίωση του σκυροδέματος (θραύση του σκυροδέματος της επικάλυψης των οπλισμών) η οποία επέρχεται όταν οι θλιπτικές παραμορφώσεις ξεπεράσουν το 0.4% περίπου. Θα πρέπει ακόμη να τονίσουμε πως το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα επιλογής μεταξύ 9 διαφορετικών μοντέλων σ_c - ε_c για το σκυρόδεμα και 2 για το χάλυβα.

Δύο τελευταία θέματα τα οποία θα πρέπει να διευκρινιστούν αφορούν τις τιμές των συνεργαζόμενων πλατών b_{eff} (για τις πλακοδοκούς) καθώς και τις τιμές των αντοχών των υλικών (χάλυβα και σκυροδέματος) που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτήν τη διαδικασία.

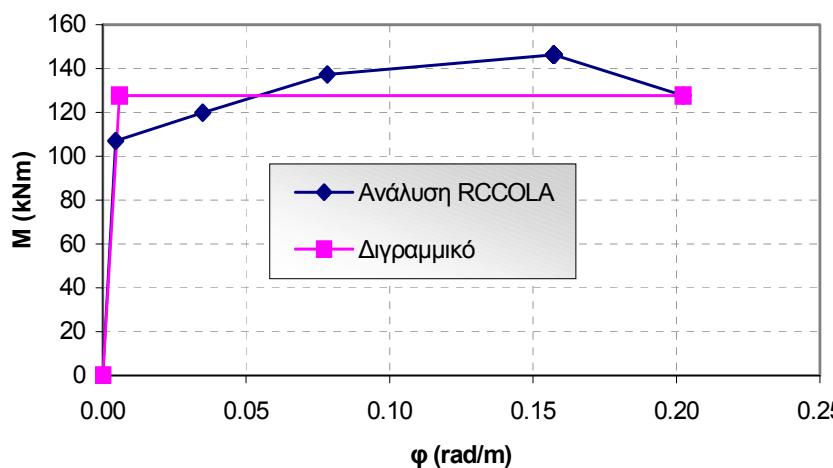
Αναφορικά με τις τιμές των συνεργαζόμενων πλατών b_{eff} που θεωρήθηκαν στον υπολογισμό των θετικών ροπών διαρροής και αντοχής από το πρόγραμμα RCCOLA-90 θα πρέπει να επισημάνουμε πως χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές που ορίζονται στον EC2 και οι οποίες υπολογίσθηκαν στη παράγραφο 2.6.2.2 του παρόντος (βλέπε πίνακα 2.2). Όσον αφορά τον υπολογισμό των αρνητικών ροπών διαρροής και αντοχής, στον άνω οπλισμό των δοκών συνυπολογίσθηκε και ο οπλισμός των πλάκων που τοποθετείται εντός ενός πλάτους b_{eff} (διαφορετικό από το προηγούμενο συνεργαζόμενο πλάτος) το οποίο καθορίζεται κατά τον τρόπο που δεικνύετε στη παράγραφο 2.10.2.2(δ).

Αναφορικά με τις τιμές των αντοχών χάλυβα και σκυροδέματος αποφασίσθηκε η χρησιμοποίηση των μέσων τιμών των αντοχών των δύο υλικών, δηλαδή:

- Για το σκυρόδεμα: $f_c = 28 \text{ MPa}$ ($f_{cm} = f_{ck} + 8 = 20 + 8 \text{ MPa}$ για C20/25)
- Για το χάλυβα: $f_y = 440 \text{ MPa}$ και $f_u = 550 \text{ MPa}$ (για χάλυβα S400).

Στο σχήμα 3.5 φαίνεται το αρχικό αλλά και το διγραμμικοποιημένο διάγραμμα M-φ που προέκυψε με βάση το πρόγραμμα RCCOLA-90 για τη θετική ροπή μιας διατομής δοκού με τα εξής χαρακτηριστικά:

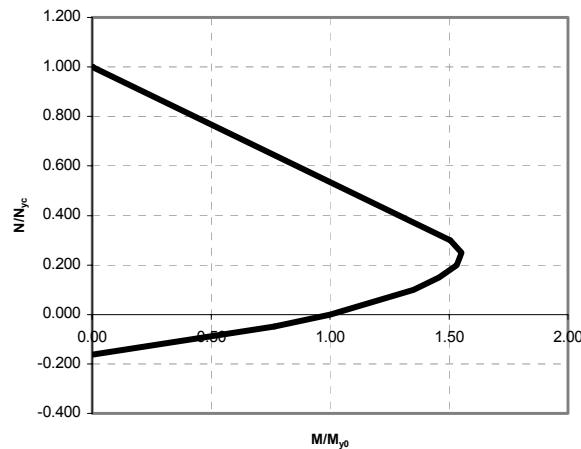
- $b_{eff} = 0.885\text{m}$
- $b_w = 0.25\text{m}$
- $h = 0.60\text{m}$
- $h_f = 0.13\text{m}$
- $c_{nom} = 3.5\text{cm}$
- Συνεργαζόμενος οπλισμός πλάκας: 2Ø8
- Άνω οπλισμός δοκού: 3Ø14
- Κάτω οπλισμός δοκού: 3Ø14



Σχήμα 3.5 Διάγραμμα ροπών καμπυλοτήτων (όπως προέκυψε από την ανάλυση με το πρόγραμμα RCCOLA και μετά από κατάλληλη διγραμμικοποίηση) για μία πλακοδοκό των φορέων της παρούσας ανάλυσης.

Με αντίστοιχο τρόπο υπολογίσθηκαν όλες οι παράμετροι για όλες τις δοκούς των δύο φορέων.

Για τα υποστυλώματα και τα τοιχώματα η ανάλυση με το πρόγραμμα RCCOLA περιλαμβάνει όπως είπαμε και προηγουμένως διαφορετικά επίπεδα αξονικής φόρτισης ώστε να είναι δυνατή η χάραξη του διαγράμματος αλληλεπίδρασης. Διαγράμματα της μορφής αυτής που παρουσιάσθηκε στο σχήμα 3.5, προέκυψαν για κάθε βήμα φόρτισης, ενώ στο σχήμα 3.6 παρουσιάζεται το διάγραμμα αλληλεπίδρασης M_y-N όπως προέκυψε για ένα τετραγωνικό υποστύλωμα, διαστάσεως διατομής 0.40 m οπλισμένο με 4 ράβδους διαμέτρου 16mm σε κάθε πλευρά της διατομής του.



Σχήμα 3.6 Διάγραμμα αλληλεπίδρασης M_y-N για ένα από τα υποστυλώματα των φορέων της παρούσας ανάλυσης με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν με τη χρήση του προγράμματος RCCOLA.

3.3.2 Δυσκαμψία δομικών στοιχείων

Όπως αναφέρθηκε και στη παράγραφο 2.6.2.1 του παρόντος, η μείωση της δυσκαμψίας των δομικών στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος εξ' αιτίας της ρηγμάτωσης του τελευταίου θα πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη κατά τη μόρφωση των μοντέλων που χρησιμοποιούνται στις κάθε λογής αναλύσεις.

Για την εφαρμογή της απλοποιημένης φασματικής μεθόδου σύμφωνα με τον EC8, η επιρροή της ρηγμάτωσης του σκυροδέματος είχε ληφθεί με τον προσεγγιστικό τρόπο που υποδεικνύει ο κανονισμός σύμφωνα με τον οποίο η δυσκαμψία σε κάμψη και διάτμηση των δομικών στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος θα πρέπει να λαμβάνεται ίση με την μισή αυτής που αντιστοιχεί στην αρηγμάτωτη διατομή του στοιχείου (παρ. 2.6.2.1 του παρόντος).

Για τις περιπτώσεις που οι τιμές M_y , ϕ_y έχουν υπολογισθεί για τις διατομές ενός φορέα (όπως στη περίπτωσή μας με τη βοήθεια του προγράμματος RCCOLA-90) η ενεργός δυσκαμψία (σε κάμψη) είναι δυνατόν να υπολογισθεί απευθείας από τη σχέση:

$$EI_{ef} = \frac{M_y}{\phi_y}$$

που πρακτικά αντιστοιχεί στην κλίση του πρώτου κλάδου ενός διγραμμικοποιημένου διαγράμματος M - φ (βλέπε σχήματα 2.16 & 3.5). Για την περίπτωση πλακοδοκού επισημαίνουμε πως το EI_{ef} έχει δύο διαφορετικές τιμές: μία που αντιστοιχεί στη θετική ροπή και μία που αντιστοιχεί στην αρνητική. Η δυσκαμψία δηλαδή της ρηγματωμένης

πλακοδοκού σε κάμψη είναι διαφορετική σε κάθε τμήμα της και εξαρτάται από το πρόσημο της ροπής. Στη περίπτωση αυτή λαμβάνεται ένας μέσος όρος των τιμών των δυσκαμψιών που αντιστοιχούν σε θετική και σε αρνητική ροπή.

Ετοι οι φορείς της παρούσας εργασίας αποφασίσθηκε να αναλυθούν δύο φορές, μία με τις προσεγγιστικές δυσκαμψίες του κανονισμού και μία με τις δυσκαμψίες που αντιστοιχούν στους πρώτους κλάδους κατάλληλα διγραμμικούμενων διαγραμμάτων Μ-φ όλων των στοιχείων τους.

Αναφορικά με τη δυσκαμψία σε διάτμηση, δεδομένου ότι η επιφροή των διατμητικών παραμορφώσεων στους πλαισιακούς φορείς είναι συνήθως μικρή, αποφασίσθηκε (για τη δεύτερη περίπτωση ανάλυσης των φορέων) οι διατμητικές παραμορφώσεις να ληφθούν υπόψη μόνο για τα τοιχώματα με δυσκαμψία σε διάτμηση ίση με:

$$GA_{ef} = \alpha \cdot G \cdot \left(\frac{5}{6} \cdot A \right)$$

όπου A είναι το εμβαδόν της διατομής (ορθογωνικής) ενώ α είναι το ποσοστό μείωσης της δυσκαμψίας λόγω ρηγμάτωσης το οποίο ελήφθη ίσο 50%.

Αναφορικά τέλος με το θέμα της δυσκαμψίας στην ανελαστική περιοχή συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων αυτή λαμβάνεται προσεγγιστικά μέσω της θεώρησης της κλίσης του κλάδου διαφροής (ή κράτυνσης) ως ένα ποσοστό αυτής που αντιστοιχεί στην ελαστική περιοχή (πρώτος κλάδος του διαγράμματος Μ-φ). Το ποσοστό αυτό ονομάζεται συντελεστής κράτυνσης και λαμβάνεται ίσο με 5% για τις δοκούς και τα τοιχώματα και ίσο με 4% για τα υποστυλώματα των φορέων Dual 1 & 2.

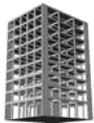
Για την πρώτη περίπτωση ανάλυσης των φορέων (δυσκαμψίες EC8) η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος καθενός από τους δύο φορείς της παρούσας εργασίας υπολογίσθηκε με τη μέθοδο Rayleigh όπως παρουσιάσθηκε στη παράγραφο 2.7.1 του παρόντος.

Η ίδια μέθοδος είναι δυνατόν να εφαρμοσθεί με τη βοήθεια του προγράμματος DRAIN 2000 αυτή τη φορά, για να υπολογίσουμε τις θεμελιώδεις ιδιοπεριόδους των δύο φορέων στη περίπτωση που ως δυσκαμψία χρησιμοποιείται για τα δομικά στοιχεία η κλίση του πρώτου κλάδου του διαγράμματος Μ-φ. Τα αποτελέσματα αυτής της διαδικασίας φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί (πίν. 3.1)

Δυσκαμψία	EC8	M_y/ϕ_y
T_1 (Dual 1)	0.714 sec	1.369 sec
T_1 (Dual 2)	0.6872 sec	1.355 sec

Πίνακας 3.1 Θεμελιώδεις ιδιοπερίοδοι των δύο φορέων της παρούσας εργασίας για τις δύο περιπτώσεις ανάλυσης (προσεγγιστική δυσκαμψία του κανονισμού και M_y/ϕ_y).

Γίνεται φανερό από τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα πως η θεώρηση πλήρους ρηγμάτωσης (M_y/ϕ_y) για όλα τα δομικά στοιχεία ενός φορέα καθιστά αυτόν περισσότερο εύκαμπτο με αποτέλεσμα να αυξάνεται σημαντικά η ιδιοπερίοδός του. Η αύξηση αυτή είναι της τάξεως του 91.7% για τον φορέα Dual 1 και της τάξεως του 97.1% για τον φορέα Dual 2.



3.4 Υπολογισμός των παραμέτρων για την δυναμική ανάλυση

Στις παραγράφους που ακολουθούν γίνεται αναφορά στο καθορισμό των παραμέτρων που αφορούν τη δυναμική ανάλυση δηλαδή στην ενεργό μάζα που θεωρήθηκε για τις κατασκευές, στην απόσβεση και στις σεισμικές διεγέρσεις που επιλέχθηκαν και ομαλοποιήθηκαν.

3.4.1 Ενεργός μάζα των κατασκευών

Το βασικό πρόβλημα για τον καθορισμό των διακριτοποιημένων ενεργών μαζών (εφόσον στις αναλύσεις που πραγματοποιούμε δεν θεωρούμε την κατακόρυφη συνιστώσα της σεισμικής διέγερσης) είναι η εκλογή του ποσοστού των κινητών φορτίων της κατασκευής που θα συνεκτιμήθουν στην ενεργό μάζα.

Για την περίπτωση των φορέων που αναλύονται εδώ αφενός λόγω των όσων αναφέρθηκαν στην αρχή της παραγράφου 3.1 (αναφορικά με την αντιστοιχία των παραδοχών για τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται στις ελαστικές και στις ανελαστικές αναλύσεις) αφετέρου λόγω της ορθολογικότητας του σκεπτικού του αντίστοιχου άρθρου του αντισεισμικού κανονισμού που χρησιμοποιείται στην εργασία αυτή, επιλέγεται για τον καθορισμό των ενεργών μαζών ο τρόπος υπολογισμού που περιέχεται στον EC8 (παρ. 3.2.4 του κανονισμού) και ο οποίος παρουσιάσθηκε ήδη στη παράγραφο 2.5.2.3 του παρόντος. Οι μάζες που προέκυψαν κατ' αυτόν τον τρόπο και οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στις ως τώρα αναλύσεις, φαίνονται στον πίνακα 1.1 και είναι αυτές οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν και στις δυναμικές ανελαστικές αναλύσεις που θα ακολουθήσουν.

Τονίζουμε στο σημείο αυτό πως οι μάζες αυτές θεωρούνται συγκεντρωμένες σε κάθε στάθμη ορόφου και πως λόγω της διαφραγματικής λειτουργίας που υποθέσαμε αρχικά (παράγραφος 3.1) μπορούν να αποδοθούν σε ένα και μόνο κόμβο κάθε στάθμης.

Κρίνουμε σκόπιμο τέλος, να τονίσουμε και πάλι την διαφορά που υπάρχει μεταξύ των φορτίων που θεωρούνται πως συνεισφέρουν στις αδρανειακές δυνάμεις (δρώσα ή ενεργός μάζα κατασκευής) και δίνονται από τη σχέση:

$$G + \varphi \cdot 0.3 \cdot Q$$

και στα κατακόρυφα φορτία τα οποία λαμβάνονται στον σεισμικό συνδυασμό δράσεων:

$$G + 0.3 \cdot Q$$

Όπως φαίνεται από τις παραπάνω σχέσεις η διαφορά έγκειται στην απουσία του συντελεστή φ (ο οποίος λαμβάνεται ίσος με 0.5 με εξαίρεση τον τελευταίο όροφο όπου λαμβάνεται ίσος με 1.0) με τον οποίο λαμβάνεται υπόψη αφενός η μειωμένη πιθανότητα να βρίσκεται επάνω στο φορέα το σύνολο των κινητών φορτίων Q κατά τη διάρκεια του σεισμικού φαινομένου και αφετέρου η μειωμένη συμμετοχή μαζών που δεν είναι σταθερά συνδεδεμένες στον υπόλοιπο φορέα (έννοια συνμετακινούμενων μαζών).

3.4.2 Συντελεστές απόσβεσης

Η γενικότερη μορφή του μητρώου αποσβέσεως $[C_T]$ δίνεται από ένα γραμμικό συνδυασμό του μητρώου μάζας $[M]$, του μητρώου εφαπτομενικής δυσκαμψίας $[K_T]$ το οποίο σε μία τυπική κατασκευή μεταβάλλεται σε κάθε χρονική στιγμή που ένα ή περισσότερα στοιχεία περνούν από την ελαστική στην μετελαστική φάση ή αντίστροφα και του μητρώου αρχικής δυσκαμψίας $[K_0]$, δηλαδή θα ισχύει:

$$[C_T] = \alpha \cdot [M] + \beta_T \cdot [K_T] + \beta_0 \cdot [K_0]$$

όπου για τις τιμές των συντελεστών α , β_T και β_0 μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ακόλουθες σχέσεις:

$$\alpha = \frac{4\pi \cdot (\xi_1 \cdot T_1 - \xi_2 \cdot T_2)}{T_1^2 - T_2^2}$$

$$\beta = \frac{T_1 \cdot T_2 \cdot (\xi_2 \cdot T_1 - \xi_1 \cdot T_2)}{\pi \cdot (T_1^2 - T_2^2)}$$

$$\beta = \beta_0 + \beta_T$$

όπου $T_i (i=1,2)$ είναι οι ιδιοπερίοδοι του συστήματος και ξ_i οι αντίστοιχοι λόγοι απόσβεσης οι οποίοι λαμβάνονται ίσοι με 5% για όλες τις ιδιομορφές.

Σύμφωνα με την τελευταία σχέση η απόσβεση που παίρνεται ανάλογη προς την δυσκαμψία του συστήματος μπορεί να καταμεριστεί με οποιοδήποτε τρόπο ανάμεσα σε $\beta_T [K_T]$ και $\beta_0 [K_0]$ απόσβεση. Ωστόσο η απόσβεση τόπου β_T έχει το μειονέκτημα ότι μειώνεται στην φάση της ανελαστικοποίησης των στοιχείων πράγμα που δεν συμφωνεί με το πραγματικό φυσικό φαινόμενο (αύξηση της απόσβεσης ενέργειας όσο η ρηγμάτωση ενός φορέα από οπλισμένο σκυρόδεμα αυξάνει). Επομένως, από φυσική άποψη πρέπει να προτιμάται η απόσβεση η οποία είναι ανάλογη προς την αρχική δυσκαμψία του φορέα.

Για την περίπτωση των φορέων που αναλύονται εδώ επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε τον συνδυασμό των συντελεστών α και β_0 θεωρώντας $\beta_T = 0$.

Για τον φορέα Dual 1 προκύπτουν $\alpha = 0.699$ και $\beta_0 = 0.0023$ ($T_1 = 0.714$ sec και $T_2 = 0.184$ sec) ενώ για τον φορέα Dual 2 προκύπτουν αντίστοιχα $\alpha = 0.7276$ και $\beta_0 = 0.0022$ ($T_1 = 0.6872$ sec και $T_2 = 0.178$ sec).

3.4.3 Σεισμική διέγερση

Από όλες τις παραμέτρους της δυναμικής ανάλυσης αυτές που φαίνεται πως επηρεάζουν περισσότερο τα αποτελέσματα αυτής, είναι αυτές που σχετίζονται με τη σεισμική διέγερση, δηλαδή τα επιταχυνσιογραφήματα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν αλλά και η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί για την αναγωγή τους στην επιθυμητή στάθμη έντασης.

3.4.3.1 Επιλογή των επιταχυνσιογραφημάτων

Για την ανελαστική δυναμική ανάλυση των φορέων της παρούσας ανάλυσης επιλέχθηκαν συνολικά 5 διαφορετικά επιταχυνσιογραφήματα εκ των οποίων τα 2 είναι

πραγματικά (από τους σεισμούς του Αιγίου και της Αθήνας) και τα 3 είναι συνθετικά (από τους σεισμούς του Βόλου και της Θεσσαλονίκης, ενώ χρησιμοποιήθηκε και ένα επιταχυνσιογράφημα το οποίο είναι προσομοίωση της ισχυρής δόνησης ενός μεγάλου σεισμού ($M=7.8$) στη ζώνη κατάδυσης του Ν.Αιγαίου, βλέπε και πίνακα 3.2).

3.4.3.2 Ομαλοποίηση των επιταχυνσιογραφημάτων

Η ομαλοποίηση των επιταχυνσιογραφημάτων έχει ως στόχο την αναγωγή τους στην επιθυμητή στάθμη έντασης και θα γίνει με μία τροποποιημένη μέθοδο του Housner η οποία προτάθηκε από τον Κάππιο (1991) σύμφωνα με την οποία ο συντελεστής αναγωγής στην επιθυμητή στάθμη έντασης είναι ίσος με το λόγο:

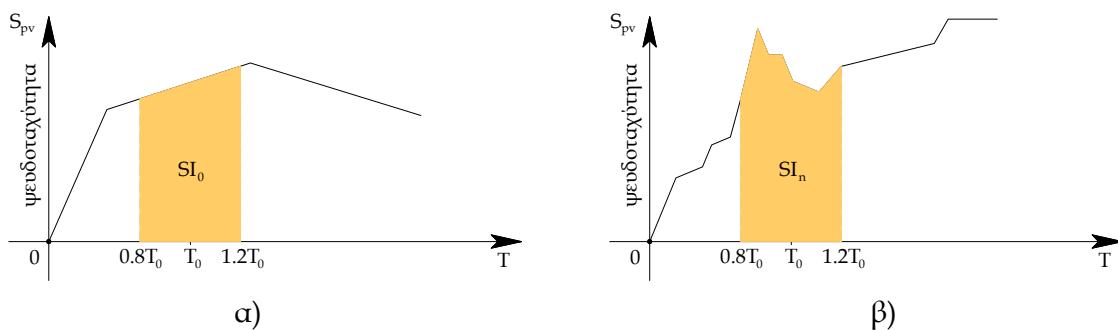
$$\text{SI}_0 / \text{SI}_n$$

όπου ως SI ορίζεται η φασματική ένταση κατά Housner (για τον ορισμό των SI_0 και SI_n βλέπε σχήμα 3.7), σύμφωνα με τη σχέση:

$$\text{SI} = \int_{T_1}^{T_2} S_v dT$$

Κατά τον Housner τα όρια ολοκλήρωσης για τον υπολογισμό της φασματικής έντασης λαμβάνονται ίσα με 0.1sec και 2.5sec ενώ σύμφωνα με τον Κάππιο τα όρια αυτά θα πρέπει να περιορίζονται κοντά στη περιοχή της θεμελιώδους ιδιοπεριόδου του φορέα (βλέπε σχήμα 3.7) δεδομένου ότι στις περισσότερες περιπτώσεις ανελαστικής ανάλυσης φορέων για σεισμική φόρτιση η απόκριση κυριαρχείται από την πρώτη ιδιομορφή. Ετσι αν T_0 είναι η θεμελιώδης ιδιοπεριόδος του φορέα τα όρια ολοκλήρωσης για τον υπολογισμό της φασματικής έντασης SI μπορούν να περιορισθούν στα $0.8T_0$ και $1.2T_0$ δηλαδή θα ισχύει:

$$\text{SI} = \int_{0.8T_0}^{1.2T_0} S_v dT$$



Σχήμα 3.7 Ορισμός των φασματικών εντάσεων SI_0 και SI_n α) φάσμα ψευδοταχυτήτων που αντιστοιχεί στο ελαστικό φάσμα επιταχύνσεων που χρησιμοποιήθηκε στο σχεδιασμό (εδώ θα χρησιμοποιηθεί αντό του EC8) β) φάσμα ψευδοταχυτήτων της αντίστοιχης σεισμικής διέγερσης που θεωρείται.

Η ομαλοποίηση των επιταχυνσιογραφημάτων έγινε σε τρεις στάθμες της αντίστοιχης σεισμικής επιτάχυνσης του εδάφους που χρησιμοποιήθηκε στο σχεδιασμό ($A=0.16g$), οι οποίες είναι:

- $A_d = (0.5)A=0.08g$: Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ
- $A_d = (1.0)A=0.16g$: Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Α
- $A_d = (2.0)A=0.32g$: Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Κ(αταρρεύσεως)

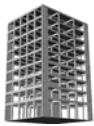
Είναι σημαντικό στη περίπτωση αυτή να τονίσουμε πως εφόσον ο υπολογισμός των συντελεστών αναγωγής εξαρτάται από τη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο του φορέα, οι τιμές αυτών θα μεταβάλλονται σημαντικά ανάλογα με τις δυσκαμψίες που θεωρούνται για τα δομικά στοιχεία (προσεγγιστικές του EC8 ή ίσες με M_y/ϕ_y) καθότι όπως είδαμε στη παράγραφο 3.3.2 οι αντίστοιχες ιδιοπερίοδοι διαφέρουν περισσότερο από 90% για τις δύο αυτές περιπτώσεις.

Οι τιμές των συντελεστών αναγωγής για όλες τις περιπτώσεις επιταχυνσιογραφημάτων, φορέων, στάθμεων έντασης και δυσκαμψιών δίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Σεισμός	Φορέας Dual 1						Φορέας Dual 2					
	EI _g (EC8)			EI _g = M_y/ϕ_y			EI _g (EC8)			EI _g = M_y/ϕ_y		
	0.5A	1.0A	2.0A	0.5A	1.0A	2.0A	0.5A	1.0A	2.0A	0.5A	1.0A	2.0A
Αθήνα (A399_L)	0.6	1.2	2.4	1.36	2.72	5.44	0.578	1.156	2.311	1.36	2.72	5.44
Αίγιο (Aigx)	0.28	0.56	1.12	0.43	0.86	1.74	0.274	0.548	1.096	0.43	0.86	1.74
Βόλος (A4)	0.731	1.46	2.92	0.53	1.06	2.14	0.723	1.445	2.891	0.53	1.06	2.14
Θεσ/νίκη (I20_855)	0.188	0.377	0.754	0.39	0.79	1.58	0.180	0.360	0.720	0.39	0.79	1.58
Σενάριο $M=7.8$ (IRA 14)	0.183	0.366	0.731	0.164	0.329	0.658	0.18	0.36	0.72	0.164	0.329	0.658

Πίνακας 3.2 Συντελεστές αναγωγής των χρησιμοποιούμενων επιταχυνσιογραφημάτων στις επιθυμητές στάθμες έντασης (0.5A, 1.0A και 2.0A) σύμφωνα με τη τροποποιημένη μέθοδο Housner (Κάππος, 1991).

Η ανελαστική δυναμική ανάλυση θα πραγματοποιηθεί για καθένα από τους δύο φορείς (Dual 1 & 2), για κάθε μία από τις δύο διαφορετικές θεωρήσεις της δυσκαμψίας των δομικών τους στοιχείων (προσεγγιστική του EC8 ή M_y/ϕ_y). Για κάθε μία από τις δύο αυτές θεωρήσεις της δυσκαμψίας η ανάλυση θα πραγματοποιηθεί για τις τρεις στάθμες έντασης (0.5A, 1.0A και 2.0A) με τους αντίστοιχους συντελεστές αναγωγής. Επιπρόσθετα θα πραγματοποιηθεί μία ακόμη σειρά αναλύσεων των δύο φορέων για δυσκαμψία M_y/ϕ_y αλλά με τους συντελεστές αναγωγής που αντιστοιχούν στο φορέα με τις προσεγγιστικές δυσκαμψίες του EC8. Κατ' αυτόν τον τρόπο προκύπτουν συνολικά 90 αναλύσεις, τα αποτελέσματα των οποίων (στο μέτρο που μας ενδιαφέρουν για το θέμα της παρούσας ανάλυσης) παρουσιάζονται στην επόμενη παράγραφο.



3.5 Αποτελέσματα των ανελαστικών δυναμικών αναλύσεων

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις 90 διαφορετικές αναλύσεις των δύο φορέων της παρούσας εργασίας. Η παρουσίαση διαφοροποιείται ανάλογα με τον φορέα (Dual 1 ή 2), την επιδιωκόμενη στάθμη έντασης (σεισμός ελέγχου οριακής κατάστασης λειτουργικότητας ή αστοχίας ή καταρρεύσεως), την παραδοχή που γίνεται για τη δυσκαμψία των δομικών στοιχείων και τους αντίστοιχους συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων καθώς και το είδος της σεισμικής διέγερσης που θεωρείται (Αθήνας, Αιγίου, Βόλου, Θεσσαλονίκης ή αυτής που αντιστοιχεί στο σενάριο $M=7.8$).

Ο όγκος των αποτελεσμάτων που μπορούν να ληφθούν και να αξιοποιηθούν από μία ανελαστική δυναμική ανάλυση είναι τέτοιος που να καθιστά αναγκαίο στα πλαίσια των αναλύσεων της παρούσας εργασίας να περιορισθούμε στα απαραίτητα για την εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με τη δυναμική ενίσχυση των τεμνοντών των τοιχωμάτων στην ανελαστική περιοχή συμπεριφοράς των κατασκευών (βλέπε την πρώτη ανάλυση της παρ. 3.5.1.1).

3.5.1 Φορέας Dual 1

Υπενθυμίζουμε ότι στον φορέα αυτόν υπάρχει μόνο ένα κεντρικό τοίχωμα πλάτους 6m (βλέπε σχήματα 1.1, 1.2 του παρόντος).

3.5.1.1 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ (0.5A_d)

1) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 1

Για όλες τις αναλύσεις που θα ακολουθήσουν, τα στοιχεία που θα χαρακτηρίζουν κάθε μία από αυτές θα παρουσιάζονται σε ένα πίνακα όπως αυτόν που ακολουθεί:

Στοιχεία ανάλυσης 1	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Αθηνών
Στάθμη έντασης	0.5 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπεριόδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.3 Στοιχεία ανάλυσης 1.

Στον επόμενο πίνακα (πίνακας 3.4) αναγράφονται για κάθε όροφο του φορέα, οι εξής τέμνουσες τοιχώματος:

- Οι τέμνουσες που προέκυψαν από την απλοποιημένη φασματική ανάλυση (ισοδύναμη στατική), $V_{d,st}$.
- Οι τέμνουσες που προέκυψαν από την δυναμική φασματική ανάλυση του φορέα, $V_{d,dyn}$.
- Οι ικανοτικές τέμνουσες σχεδιασμού του τοιχώματος όπως προκύπτουν από τις $V_{d,st}$ (*) με βάση τους κανόνες χάραξης της περιβάλλουσας σχεδιασμού που προβλέπονται από τον EC8, $V_{d,cd(EC8)}$.
- Οι αντίστοιχες με τις προηγούμενες τέμνουσες, υπολογισμένες με βάση τις προβλέψεις του EAK 2000, $V_{d,cd(EAK)}$.
- Οι αντίστοιχες με τις προηγούμενες τέμνουσες, υπολογισμένες με βάση το μοντέλο που προτάθηκε το 1991 από τους Paulay και Priestley και το οποίο υιοθετήθηκε (εν μέρει) από τον αντίστοιχο αντισεισμικό κανονισμό της Νέας Ζηλανδίας (NZS 1995), $V_{d,cd(P&P)}$.

Ο τρόπος υπολογισμού των ικανοτικών τεμνουσών του τοιχώματος για όλες τις προηγούμενες περιπτώσεις αναλύεται διεξοδικά στη παράγραφο 4.1 του παρόντος. Ωστόσο ειδικά για τον EC8 η μεθοδολογία (αλλά όχι το θεωρητικό υπόβαθρο) έχει ήδη παρουσιασθεί στη παράγραφο 2.10.7.3.

Όροφος	$V_{d,st}$ [kN]	$V_{d,dyn}$ [kN]	$V_{d,cd(EC8)}$, [kN]	$V_{d,cd(EAK)}$, [kN]	$V_{d,cd(P&P)}$, [kN]
Ισόγειο	666.5	603.7	1903.5	1447.87	1734.55
1ος	500.8	456.26	1430.3	1087.96	1303.37
2ος	432.3	395.29	1234.8	939.23	1125.19
3ος	416.2	383.44	1187.6 (**)	904.13	1103.7 (**)
4ος	323.6	305.7	1140.4	703.07	1060.72
5ος	303.3	296.71	1093.3	658.99	1017.73
6ος	214	226.5	1046.1	482.62	974.74
7ος	111.9	144.83	998.9	482.62	931.76
8ος	33.5	58.93	951.7	482.62	888.77

Πίνακας 3.4 Τέμνουσες ισοδύναμης φασματικής και δυναμικής φασματικής ανάλυσης και ικανοτικές τέμνουσες σχεδιασμού κατά EC8, EAK και κατά το μοντέλο των Paulay και Priestley .

Τονίζουμε στο σημείο αυτό πως οι τέμνουσες αυτές έχουν προκύψει για τιμή της σεισμικής επιτάχυνσης του εδάφους ίση με 0.16g. Αντιστοιχούν κατ' αυτόν τον τρόπο στις τέμνουσες που θα υπολόγιζε κάποιος μελετητής ο οποίος θα επιθυμούσε να διαστασιολογήσει το εν λόγω τοίχωμα, με κάποιον από τους παραπάνω κανονισμούς ή μοντέλα. Οι τιμές αυτές δεν εξαρτώνται από την ανελαστική δυναμική ανάλυση και είναι προφανώς σταθερές για όλες τις αναλύσεις του ίδιου φορέα οπότε ο πίνακας αυτός δεν χρειάζεται να συμπεριληφθεί ξανά στα επόμενα.

Οι ικανοτικές τέμνουσες σχεδιασμού ($V_{d,cd}$) θα πρέπει στη συνέχεια να συγκριθούν με αυτές που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για την ακρίβεια με τις μέγιστες τέμνουσες που αναπτύχθηκαν οποιαδήποτε χρονική στιγμή του φαινομένου, για κάθε στοιχείο του τοιχώματος. Οι τέμνουσες αυτές (V_{in}) που αντιστοιχούν στα στοιχεία αυτής της ανάλυσης (ανάλυση 1) περιλαμβάνονται στον πίνακα 3.5.

(*) Αν και αυτό δεν αναφέρεται ρητά σε κανένα κανονισμό, τοπικά όλες οι μεθοδολογίες προσδιορισμού της ικανοτικής περιβάλλουσας σχεδιασμού έχουν ως «αφετηρία» τις τέμνουσες που προκύπτουν από την ισοδύναμη φασματική ανάλυση και όχι την δυναμική φασματική. Για περισσότερες λεπτομέρειες βλέπε και παρ. 4.1.

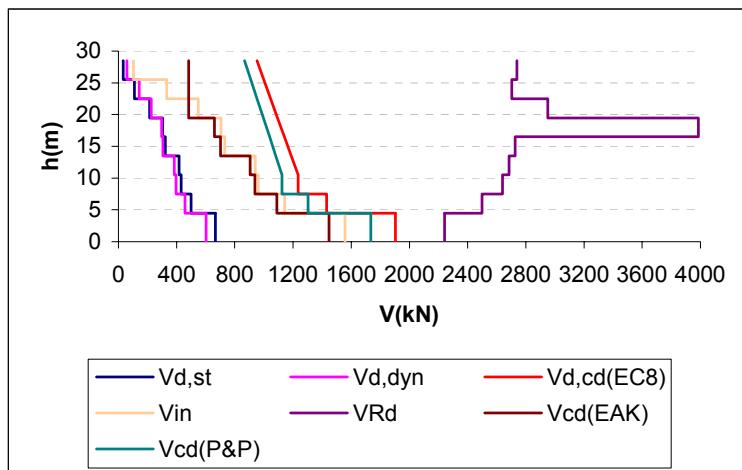
(**) Για τον EC8 και το μοντέλο των Paulay και Priestley, στα άνω 2/3 τον όφους των κτιρίου η περιβάλλουσα σχεδιασμού προβλέπει γραμμική μεταβολή των τεμνουσών σε αντίθεση με όλες τις άλλες περιπτώσεις που παρουσιάζονται στον πίνακα (αλλά και την περίπτωση της ανελαστικής δυναμικής ανάλυσης που παρουσιάζεται στον πίνακα 3.5) όπου οι τέμνουσες είναι σταθερές ανά όροφο (βλέπε και σχήμα 3.8). Έτοιμη για αυτές τις 3 περιπτώσεις οι τιμές που αναγράφονται στον πίνακα αντιστοιχούν στην τιμή της τέμνουσας σχεδιασμού της κεφαλής των κάθε όροφου. Η αντίστοιχη τιμή για τον πάδα, ταντίζεται με αυτήν της κεφαλής των κάτωθεν όροφων.

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Iσόγειο	1557.81	2242.744
1ος	1143.56	2499.585
2ος	962.45	2640.466
3ος	940.19	2685.49
4ος	730.52	2726.838
5ος	705.49	3985.819
6ος	549.78	2951.047
7ος	332.38	2704.475
8ος	104.33	2738.32

Πίνακας 3.5 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Στον ίδιο πίνακα περιλαμβάνονται και οι αντίστοιχες αντοχές σε διάτμηση (διαγώνιος εφελκυσμός) V_{Rd} που διατίθενται από τα δομικά στοιχεία, τη χρονική στιγμή ανάπτυξης των μέγιστων (σε απόλυτη τιμή) τεμνουσών V_{in} (για τον τρόπο υπολογισμού της αντοχής σε διαγώνιο ελκυσμό βλέπε [11] της βιβλιογραφίας). Αντίστοιχος πίνακας περιλαμβάνεται σε όλες τις αναλύσεις που ακολουθούν.

Όλες οι τέμνουσες των πινάκων 3.4 και 3.5 φαίνονται στο σχήμα 3.8. Αντίστοιχο σχήμα (χωρίς όμως τις $V_{d,cd}(EAK)$ και $V_{d,cd}(P&P)$ για λόγους ευκρίνειας του σχήματος) περιλαμβάνεται επίσης σε όλες τις αναλύσεις που ακολουθούν.



Σχήμα 3.8 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(EC8)$ & $V_{d,cd}(EAK)$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(P&P)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για τα στοιχεία της ανάλυσης 1(πίνακας 3.3) καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αντές.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να εξηγήσουμε πως η απότομη αύξηση της αντοχής σε διάτμηση στο στοιχείο του 5^{ου} ορόφου, οφείλεται στη πολύ μικρή τιμή του ανοίγματος διατμήσεως a_s (0.29) που εμφανίσθηκε στον άριθμο αυτό, που είχε ως συνέπεια την ανάγκη αύξησης του οριζόντιου οπλισμού κορμού, σε αντίθεση με τους υπόλοιπους ορόφους, όπου οι τιμές των a_s ήταν μεγαλύτερες από 0.5 και όπου απαιτήθηκε το ελάχιστο ποσοστό οριζόντιου οπλισμού κορμού (0.002) (βλέπε και παρ. 2.10.7.4).

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς:

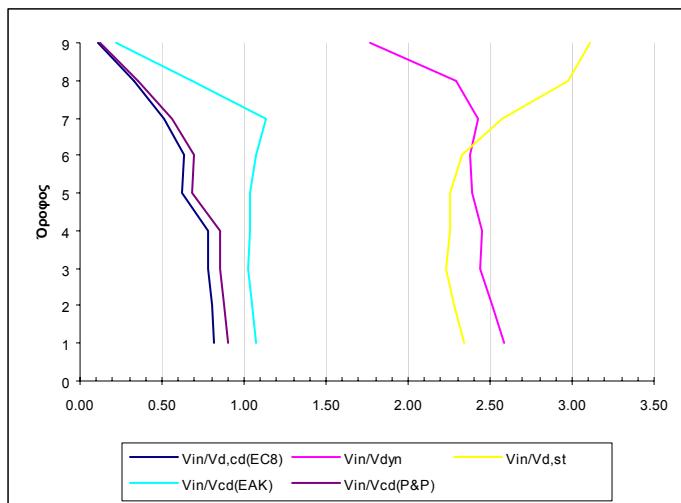
- τις τέμνουσες που προέκυψαν από την ισοδύναμη φασματική ανάλυση.
- τις τέμνουσες που προέκυψαν από την δυναμική φασματική ανάλυση.
- τις ικανοτικές τέμνουσες τις προσδιορισμένες κατά τη μεθοδολογία του EC8.

4. τις ικανοτικές τέμνουσες τις προσδιορισμένες κατά τη μεθοδολογία του EAK 2000.
5. και τις ικανοτικές τέμνουσες τις προσδιορισμένες κατά το μοντέλο των Paulay και Priestley.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.34	2.58	0.82	1.08	0.90
1ος	2.28	2.51	0.80	1.05	0.88
2ος	2.23	2.43	0.78	1.02	0.86
3ος	2.26	2.45	0.78	1.04	0.85
4ος	2.26	2.39	0.63	1.04	0.69
5ος	2.33	2.38	0.63	1.07	0.69
6ος	2.57	2.43	0.51	1.14	0.56
7ος	2.97	2.29	0.33	0.69	0.36
8ος	3.11	1.77	0.11	0.22	0.12

Πίνακας 3.6 Λόγοι των μέγιστων απολύτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).

Τα στοιχεία του προηγούμενου πίνακα φαίνονται στο επόμενο σχήμα:

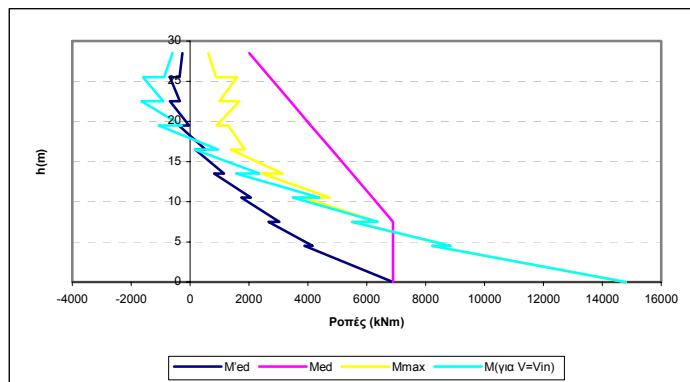


Σχήμα 3.9 Λόγοι των μέγιστων απολύτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).

Στον επόμενο πίνακα ο οποίος αποτελεί και τον τελευταίο ο οποίος θα παρουσιάζεται για κάθε μία από τις παρακάτω αναλύσεις, αναγράφονται οι ροπές που προέκυψαν για το τοίχωμα από την ισοδύναμη φασματική ανάλυση (M_{Ed}), οι ροπές σχεδιασμού του τοιχώματος (μετατοπισμένη περιβάλλουσα, M_{Ed}), οι μέγιστες απόλυτες ροπές που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και οι ροπές που εμφανίζονται για κάθε δομικό στοιχείο, κατά τη χρονική στιγμή εκδήλωσης των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών της ανελαστικής δυναμικής ανάλυσης ($M_{για V=Vin}$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	14794.3	14794.3
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	8223.28	8223.28
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	8842.49	8842.49
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	5500.66	5500.26
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	6373.93	6370.17
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	3839.36	3490.44
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	4744.39	4380.57
	Κεφαλή	812.5	5497.6	2432.71	1565.92
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	3137.94	2348.92
	Κεφαλή	178.6	4799.6	1378.06	157.35
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	1862.17	949.18
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	1295.65	-1062.61
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	896.94	-281.57
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	1671.71	-1652.79
8ος	Πόδας	-350	3403.7	998.2	-913.96
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	1597.08	-1596.95
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	881.64	-876.22
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	615.1	-598.31

Πίνακας 3.7 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.10 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{για V=V_{in}}$).

Η τελευταία αναφορά σε κάθε ανάλυση αφορά την ύπαρξη πλαστικών αρθρώσεων ή/και ενδεχόμενων αστοχιών στο τοίχωμα. Στη προκειμένη περίπτωση καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε στο τοίχωμα του φορέα Dual 1.

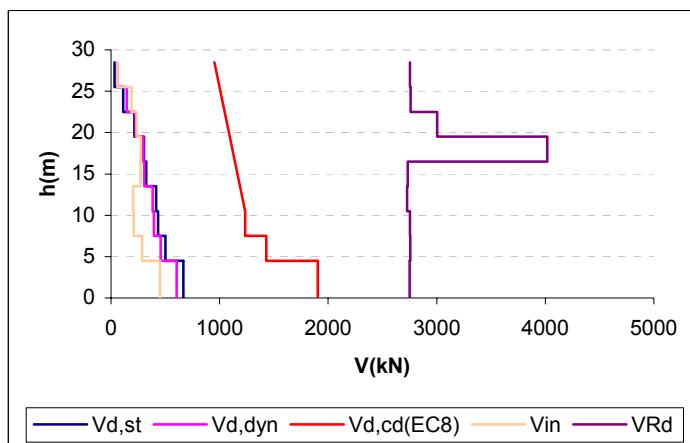
2) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 2

Στοιχεία ανάλυσης 2	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Αθηνών
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef} = M_y / \phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.8 Στοιχεία ανάλυσης 2.

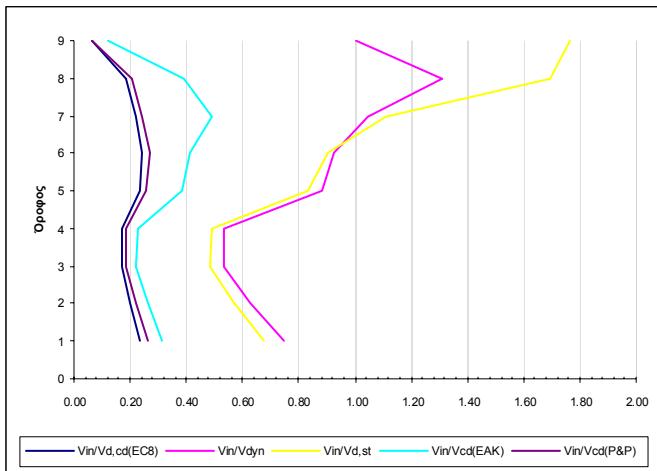
Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Iσόγειο	451.42	2749.208
1ος	285.76	2755.641
2ος	210.34	2753.141
3ος	203.63	2725.971
4ος	270.53	2732.626
5ος	273.97	4017.155
6ος	237.02	3004.056
7ος	189.22	2758.309
8ος	59.21	2753.953

Πίνακας 3.9 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.11 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	0.68	0.75	0.24	0.31	0.26
1ος	0.57	0.63	0.20	0.26	0.22
2ος	0.49	0.53	0.17	0.22	0.19
3ος	0.49	0.53	0.17	0.23	0.18
4ος	0.84	0.88	0.23	0.38	0.26
5ος	0.90	0.92	0.25	0.42	0.27
6ος	1.11	1.05	0.22	0.49	0.24
7ος	1.69	1.31	0.19	0.39	0.20
8ος	1.77	1.00	0.06	0.12	0.07

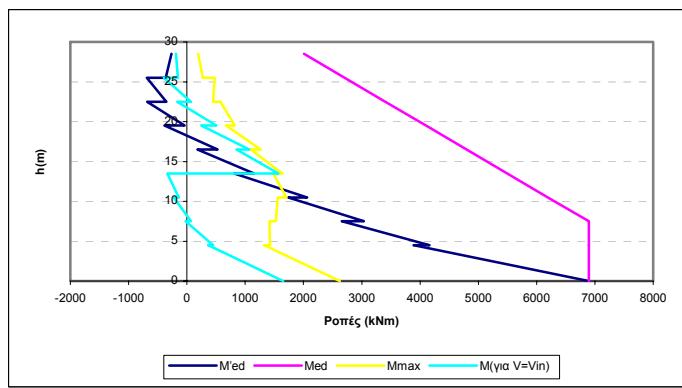
Πίνακας 3.10 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.12 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	2622.14	1652.75
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	1329.57	369.02
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	1424.41	451
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	1415.47	-23.74
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	1524.61	72.19
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	1559.96	-226.96
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	1708.01	-140.42
	Κεφαλή	812.5	5497.6	1481.7	-337.35
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	1634.16	1571.14
	Κεφαλή	178.6	4799.6	1099.25	847.43
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	1269.79	1070.14
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	669.45	248.23
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	824.98	504.32
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	575.74	-168
8ος	Πόδας	-350	3403.7	446.72	71.55
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	475.02	-397.32
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	273.39	-156.75
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	189.55	-189.42

Πίνακας 3.11 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.13 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλωση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας ($M_{για V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε στο τοίχωμα του φορέα Dual 1.

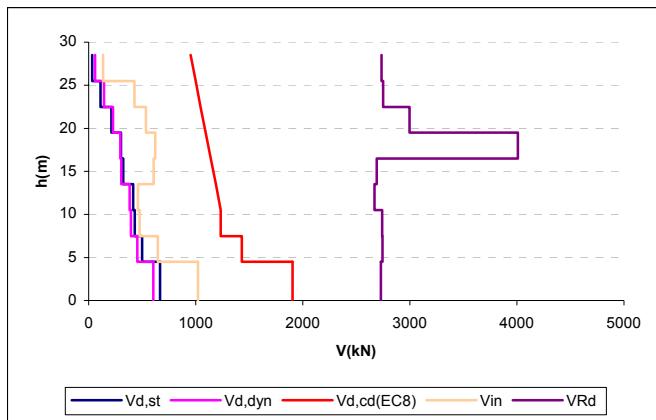
3) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 3

Στοιχεία ανάλυσης 3	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Αθηνών
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef} = M_y / \phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef} = M_y / \phi_y$

Πίνακας 3.12 Στοιχεία ανάλυσης 3.

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Iσόγειο	1022.21	2729.533
1ος	646.74	2746.242
2ος	475.53	2742.388
3ος	461.61	2671.354
4ος	606.41	2690.373
5ος	623.22	4007.846
6ος	535.56	2996.978
7ος	427.88	2751.64
8ος	133.86	2737.423

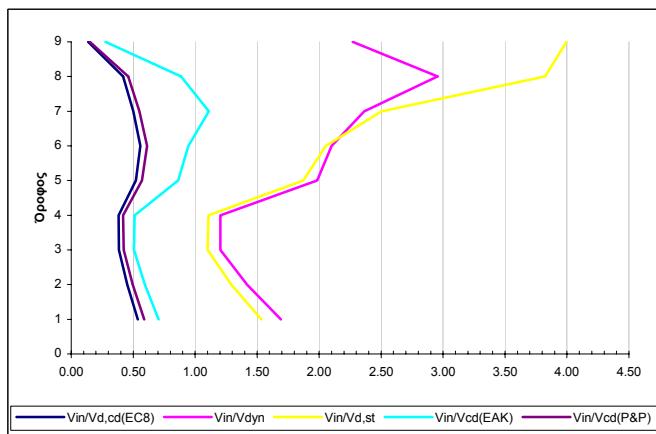
Πίνακας 3.13 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.14 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγιστών απολόγων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (VR_d) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.53	1.69	0.54	0.71	0.59
1ος	1.29	1.42	0.45	0.59	0.50
2ος	1.10	1.20	0.39	0.51	0.42
3ος	1.11	1.20	0.38	0.51	0.42
4ος	1.87	1.98	0.52	0.86	0.57
5ος	2.05	2.10	0.56	0.95	0.61
6ος	2.50	2.36	0.50	1.11	0.55
7ος	3.82	2.95	0.42	0.89	0.46
8ος	4.00	2.27	0.14	0.28	0.15

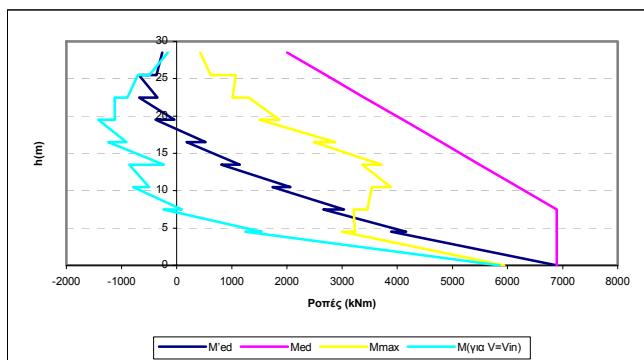
Πίνακας 3.14 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.15 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	5944.74	5852.44
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	3005.18	1252.49
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	3232.63	1541.52
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	3214.03	-238.12
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	3462.1	93.65
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	3544.62	-788.11
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	3881.25	-496.29
	Κεφαλή	812.5	5497.6	3369.84	-857.27
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	3716.73	-234.05
	Κεφαλή	178.6	4799.6	2486.3	-1241.38
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	2874.42	-912.77
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	1506.76	-1419.02
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	1860.54	-1121.47
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	1308.17	-1124.99
8ος	Πόδας	-350	3403.7	1014.63	-891.69
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	1075.07	-703.75
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	618.96	-490.95
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	429.74	-164

Πίνακας 3.15 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.16 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{για V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε στο τοίχωμα του φορέα Dual 1.

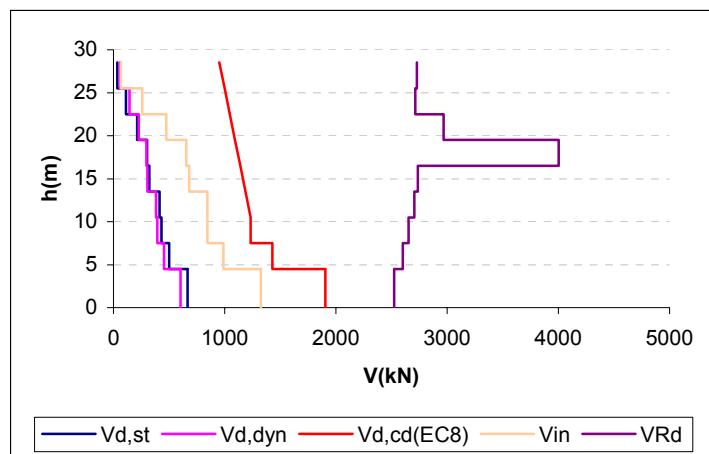
4) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 4

Στοιχεία ανάλυσης 4	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Βόλου
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.16 Στοιχεία ανάλυσης 4.

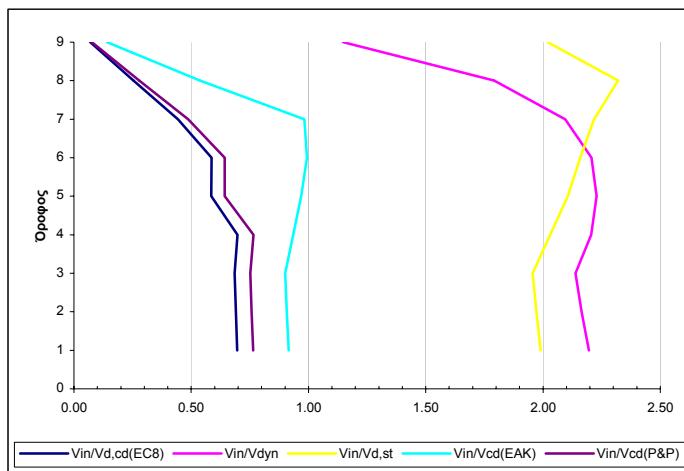
Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1325.81	2525.352
1 ^{ος}	987.51	2602.82
2 ^{ος}	845.36	2655.025
3 ^{ος}	845.37	2706.916
4 ^{ος}	681.39	2736.506
5 ^{ος}	654.81	4002.506
6 ^{ος}	474.48	2969.212
7 ^{ος}	259.52	2714.644
8 ^{ος}	67.66	2728.226

Πίνακας 3.17 Μέγιστρες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.17 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in}/V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	1.99	2.20	0.70	0.92	0.76
1ος	1.97	2.16	0.69	0.91	0.76
2ος	1.96	2.14	0.68	0.90	0.75
3ος	2.03	2.20	0.70	0.94	0.77
4ος	2.11	2.23	0.59	0.97	0.64
5ος	2.16	2.21	0.59	0.99	0.64
6ος	2.22	2.09	0.44	0.98	0.49
7ος	2.32	1.79	0.25	0.54	0.28
8ος	2.02	1.15	0.07	0.14	0.08

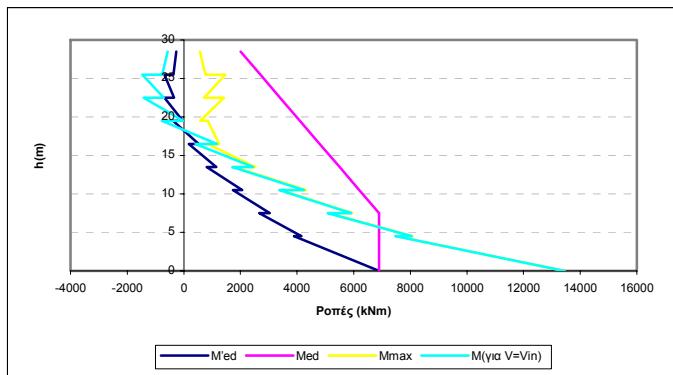
Πίνακας 3.18 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)}$).



Σχήμα 3.18 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)}$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	13446.94	13446.94
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	7506.91	7486.74
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	8070.62	8050.58
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	5120.59	5088.04
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	5948.97	5914.14
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	3424.83	3378.06
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	4309.01	4244.73
	Κεφαλή	812.5	5497.6	1794.75	1713.89
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	2524.27	2448
	Κεφαλή	178.6	4799.6	845.26	417.02
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	1247.69	1165.78
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	839.04	-775.02
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	579.85	-29.68
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	1422.8	-1422.8
8ος	Πόδας	-350	3403.7	719.14	-712.61
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	1467.41	-1462.63
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	766.7	-766.7
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	573.84	-569.65

Πίνακας 3.19 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.19 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδίλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{για V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε στο τοίχωμα του φορέα Dual 1.

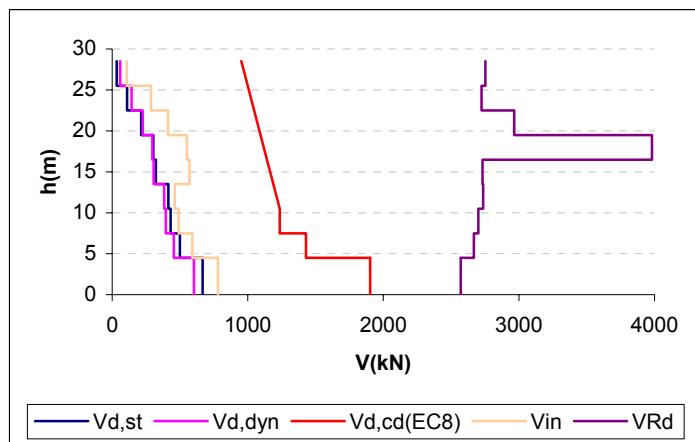
5) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 5

Στοιχεία ανάλυσης 5	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Βόλον
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.20 Στοιχεία ανάλυσης 5.

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Iσόγειο	781.32	2570.132
1ος	591.44	2666.546
2ος	491.49	2700.495
3ος	462.5	2735.068
4ος	570.02	2731.289
5ος	552.09	3980.461
6ος	412.4	2964.774
7ος	287.48	2724.929
8ος	108.14	2751.654

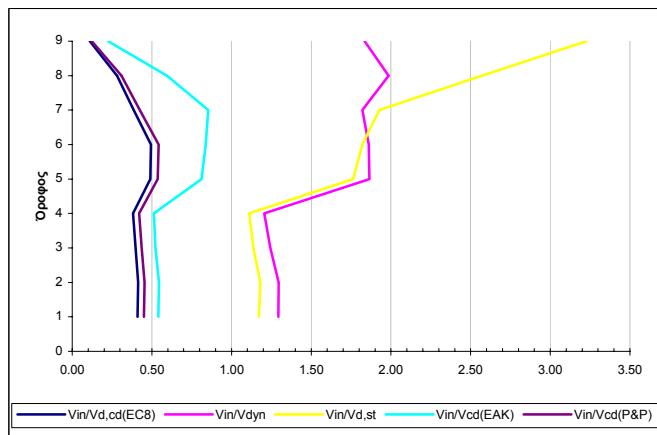
Πίνακας 3.21 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.20 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολόγων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.17	1.29	0.41	0.54	0.45
1ος	1.18	1.30	0.41	0.54	0.45
2ος	1.14	1.24	0.40	0.52	0.44
3ος	1.11	1.21	0.38	0.51	0.42
4ος	1.76	1.86	0.49	0.81	0.54
5ος	1.82	1.86	0.49	0.84	0.54
6ος	1.93	1.82	0.39	0.85	0.42
7ος	2.57	1.98	0.28	0.60	0.31
8ος	3.23	1.84	0.11	0.22	0.12

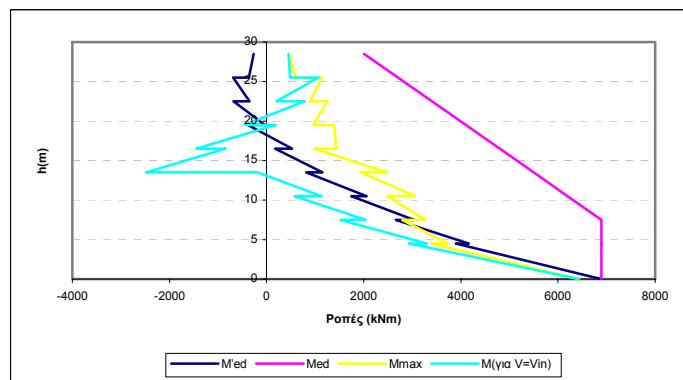
Πίνακας 3.22 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.21 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	6432.3	6432.3
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	3387.09	2933.71
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	3724.66	3296.2
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	2792.41	1521.89
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	3273.41	2036.92
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	2478.05	576.9
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	3057.38	1131.19
	Κεφαλή	812.5	5497.6	1942.03	-188.77
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	2480.88	-2480.67
	Κεφαλή	178.6	4799.6	987.79	-847.26
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	1441.75	-1441.75
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	1385.8	189.46
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	957.56	-452.27
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	1256.87	780.23
8ος	Πόδας	-350	3403.7	898.24	199.13
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	1134.98	1061.57
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	599.89	485.29
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	461.45	452.28

Πίνακας 3.23 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.22 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε στο τοίχωμα του φορέα Dual 1.

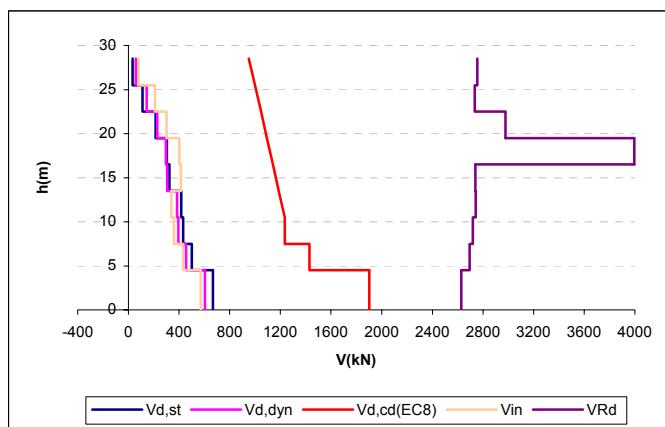
6) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 6

Στοιχεία ανάλυσης 6	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Βόλου
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef} = M_y / \phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef} = M_y / \phi_y$

Πίνακας 3.24 Στοιχεία ανάλυσης 6.

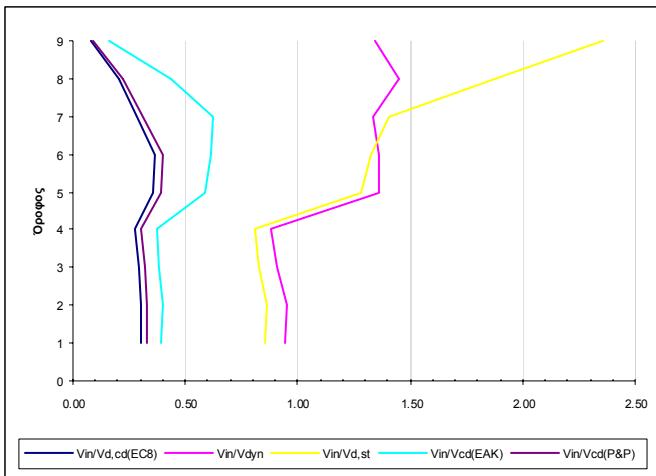
Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	571.26	2628.9
1 ^{ος}	432.36	2693.832
2 ^{ος}	359.19	2719.076
3 ^{ος}	338.15	2742.498
4 ^{ος}	415.3	2739.446
5 ^{ος}	403.02	3994.252
6 ^{ος}	301.76	2978.875
7 ^{ος}	210.41	2736.151
8 ^{ος}	79.04	2754.007

Πίνακας 3.25 Μέγιστρες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.23 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (VRd) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	0.86	0.95	0.30	0.39	0.33
1ος	0.86	0.95	0.30	0.40	0.33
2ος	0.83	0.91	0.29	0.38	0.32
3ος	0.81	0.88	0.28	0.37	0.31
4ος	1.28	1.36	0.36	0.59	0.39
5ος	1.33	1.36	0.36	0.61	0.40
6ος	1.41	1.33	0.28	0.63	0.31
7ος	1.88	1.45	0.21	0.44	0.23
8ος	2.36	1.34	0.08	0.16	0.09

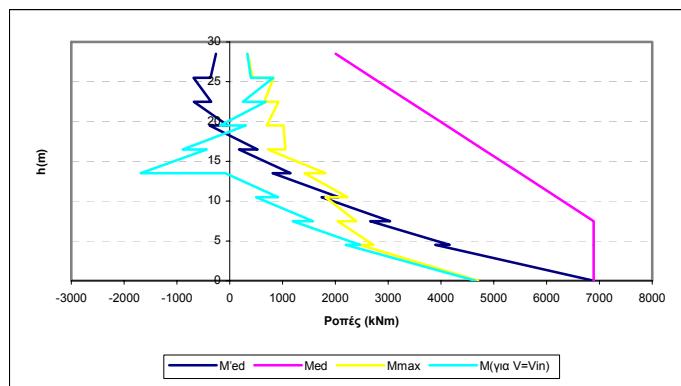
Πίνακας 3.26 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.24 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	4704.39	4655.56
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	2474.55	2199.2
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	2721.18	2463.72
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	2039.61	1193.06
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	2391.03	1573.18
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	1809.2	499.52
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	2232.43	912.5
	Κεφαλή	812.5	5497.6	1416.91	-86.19
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	1810.45	-1685.27
	Κεφαλή	178.6	4799.6	723.07	-439.37
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	1054.62	-892.16
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	1015.4	300.77
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	701.94	-181.21
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	919.99	678.95
8ος	Πόδας	-350	3403.7	657.54	246.78
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	829.49	824.52
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	438.48	398.2
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	337.3	334.25

Πίνακας 3.27 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.25 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλωση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{για V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε στο τοίχωμα του φορέα Dual 1.

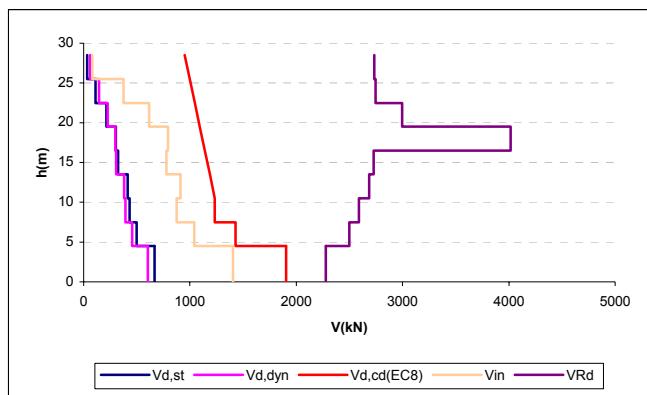
7) Ανελαστική δυναμική ανάλωση 7

Στοιχεία ανάλυσης 7	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Αιγίου
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.28 Στοιχεία ανάλυσης 7.

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Iσόγειο	1405.32	2276.19
1ος	1039.43	2499.231
2ος	875.55	2590.385
3ος	911.72	2687.062
4ος	778.67	2728.346
5ος	795.27	4016.515
6ος	617.54	2997.767
7ος	375.6	2747.623
8ος	82.3	2734.219

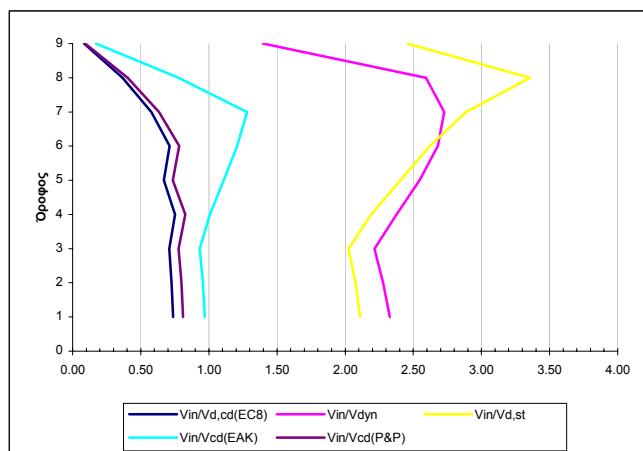
Πίνακας 3.29 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλωση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.26 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολόγων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.11	2.33	0.74	0.97	0.81
1ος	2.08	2.28	0.73	0.96	0.80
2ος	2.03	2.21	0.71	0.93	0.78
3ος	2.19	2.38	0.75	1.01	0.83
4ος	2.41	2.55	0.67	1.11	0.73
5ος	2.62	2.68	0.71	1.21	0.78
6ος	2.89	2.73	0.58	1.28	0.63
7ος	3.36	2.59	0.37	0.78	0.40
8ος	2.46	1.40	0.08	0.17	0.09

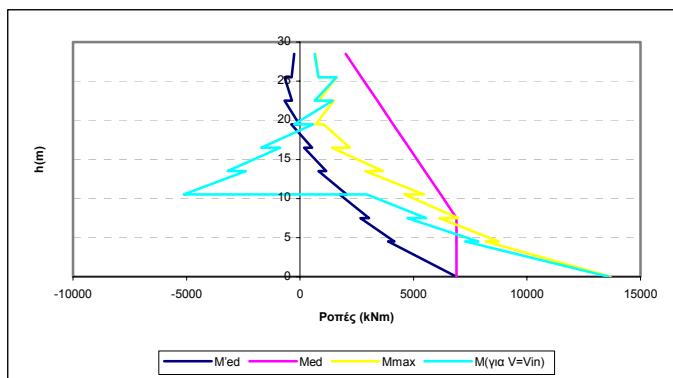
Πίνακας 3.30 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.27 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	13667.91	13607.86
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	8188.24	7283.92
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	8754.79	7849.59
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	6147.46	4731.3
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	6971.11	5554.53
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	4600.82	2947.33
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	5448.81	-5124.13
	Κεφαλή	812.5	5497.6	2869.86	-2388.96
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	3645.77	-3184.17
	Κεφαλή	178.6	4799.6	1404.18	-878.97
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	2195.61	-1702.81
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	1043.89	575.57
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	681.62	-253.41
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	1494.22	1438.06
8ος	Πόδας	-350	3403.7	830.68	641.99
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	1602.61	1598.89
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	814.7	814.7
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	671.55	648.52

Πίνακας 3.31 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.28 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε στο τοίχωμα του φορέα Dual 1.

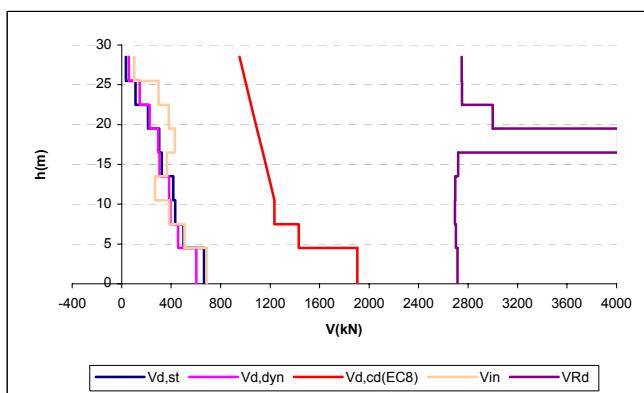
8) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 8

Στοιχεία ανάλυσης 8	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Αιγίου
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef} = M_y / \phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.32 Στοιχεία ανάλυσης 8.

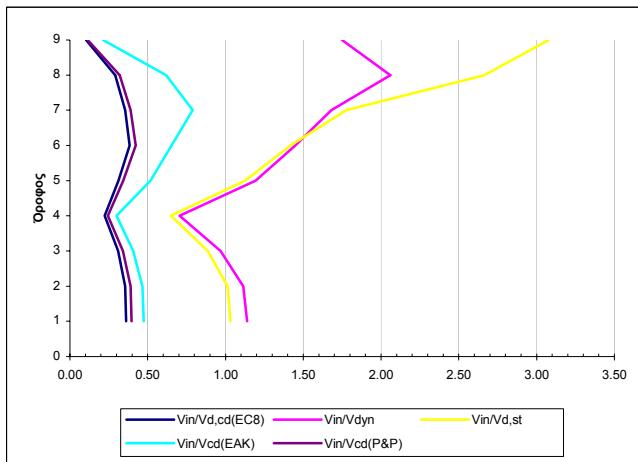
Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Iσόγειο	687.8	2713.215
1ος	507.81	2702.555
2ος	382.82	2694.018
3ος	270.47	2696.61
4ος	364.78	2720.209
5ος	430.17	4012.78
6ος	380.57	2998.976
7ος	298.13	2750.277
8ος	103.06	2748.267

Πίνακας 3.33 Μέγιστρες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.29 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.03	1.14	0.36	0.48	0.40
1ος	1.01	1.11	0.36	0.47	0.39
2ος	0.89	0.97	0.31	0.41	0.34
3ος	0.65	0.71	0.22	0.30	0.25
4ος	1.13	1.19	0.31	0.52	0.34
5ος	1.42	1.45	0.39	0.65	0.42
6ος	1.78	1.68	0.36	0.79	0.39
7ος	2.66	2.06	0.29	0.62	0.32
8ος	3.08	1.75	0.11	0.21	0.12

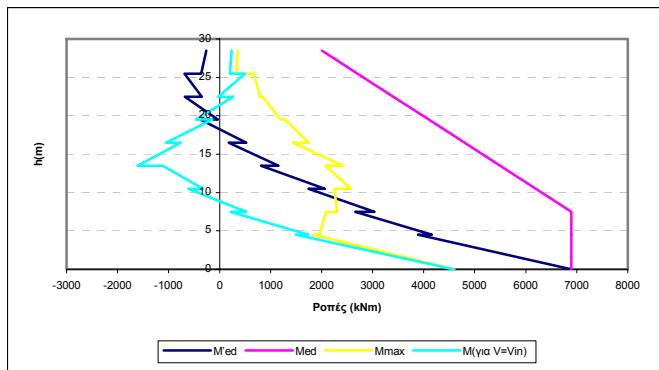
Πίνακας 3.34 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.30 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για \nu=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	4598.4	4590.03
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	1834.32	1494.91
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	1954.36	1737.74
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	2085.93	214.3
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	2310.99	523.09
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	2243.22	-611.44
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	2571.98	-322.15
	Κεφαλή	812.5	5497.6	2075.14	-1117.86
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	2421.28	-1603.8
	Κεφαλή	178.6	4799.6	1435.09	-765.21
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	1741.71	-1052.59
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	1284.23	-141.21
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	1187.66	-462.28
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	844.97	268.16
8ος	Πόδας	-350	3403.7	791.62	-28.56
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	676.26	499.58
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	332.12	202.55
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	351.71	232.98

Πίνακας 3.35 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για \nu=V_{in}}$).



Σχήμα 3.31 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε στο τοίχωμα των φορέα Dual 1.

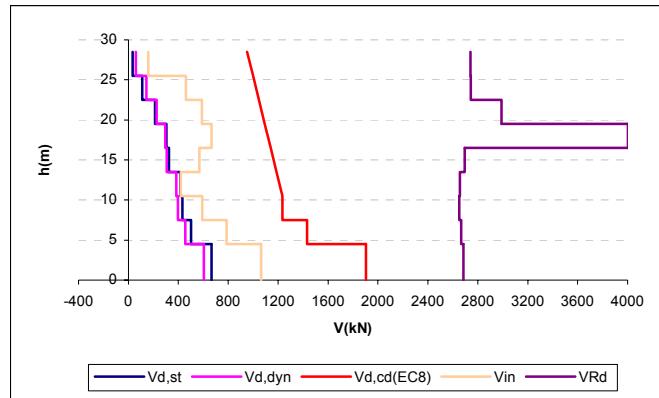
9) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 9

Στοιχεία ανάλυσης 9	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Αιγίου
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αντοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$

Πίνακας 3.36 Στοιχεία ανάλυσης 9.

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1064.35	2683.686
1ος	785.68	2666.938
2ος	592.08	2652.688
3ος	418.4	2656.508
4ος	567.28	2694.917
5ος	666.89	4002.941
6ος	588.42	2989.939
7ος	461.08	2744.524
8ος	159.31	2741.997

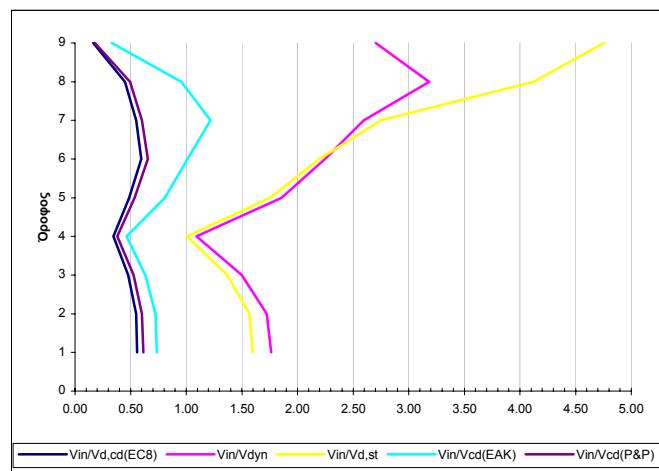
Πίνακας 3.37 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο των τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αυτοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.32 Σχεδιασμός των τεμνουσών πον προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.60	1.76	0.56	0.74	0.61
1ος	1.57	1.72	0.55	0.72	0.60
2ος	1.37	1.50	0.48	0.63	0.53
3ος	1.01	1.09	0.35	0.46	0.38
4ος	1.75	1.86	0.49	0.81	0.53
5ος	2.20	2.25	0.60	1.01	0.66
6ος	2.75	2.60	0.55	1.22	0.60
7ος	4.12	3.18	0.45	0.96	0.49
8ος	4.76	2.70	0.16	0.33	0.18

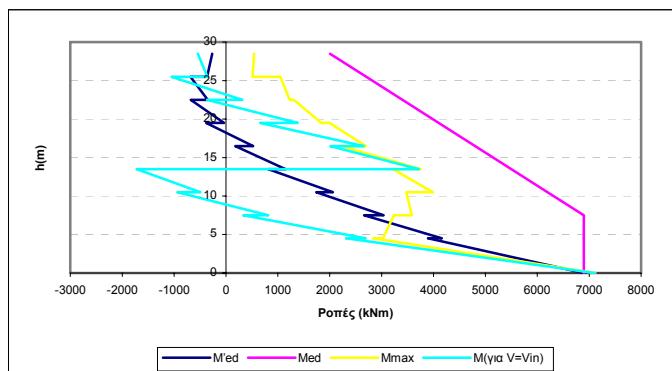
Πίνακας 3.38 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών πον προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.33 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών πον προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	7118.94	7105.96
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	2841.78	2316.4
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	3027.77	2692.39
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	3231.76	335.36
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	3580.48	813.62
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	3476.53	-941.06
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	3985.91	-492.77
	Κεφαλή	812.5	5497.6	3217.46	-1723.66
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	3753.84	3717.28
	Κεφαλή	178.6	4799.6	2222.11	2015.43
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	2694.75	2652.05
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	1991.39	660.59
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	1841.17	1384.98
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	1309.32	-362.32
8ος	Πόδας	-350	3403.7	1226.21	317.71
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	1046.96	-1046.96
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	513.75	-359.58
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	544.56	-541.72

Πίνακας 3.39 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.34 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε στο τοίχωμα του φορέα Dual 1.

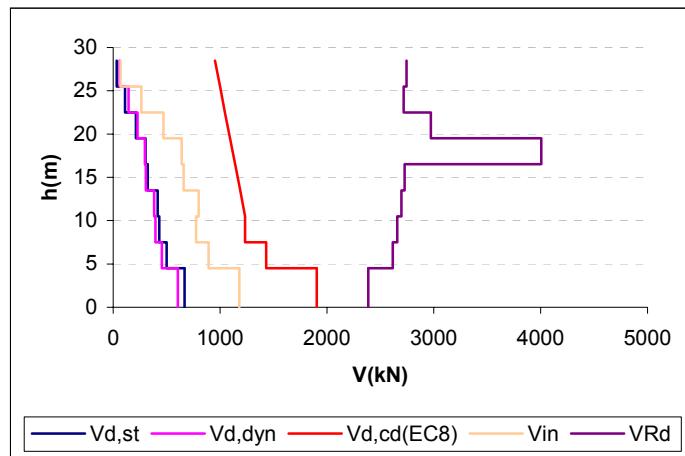
10) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 10

Στοιχεία ανάλυσης 10	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Θεοσαλονίκης
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.40 Στοιχεία ανάλυσης 10.

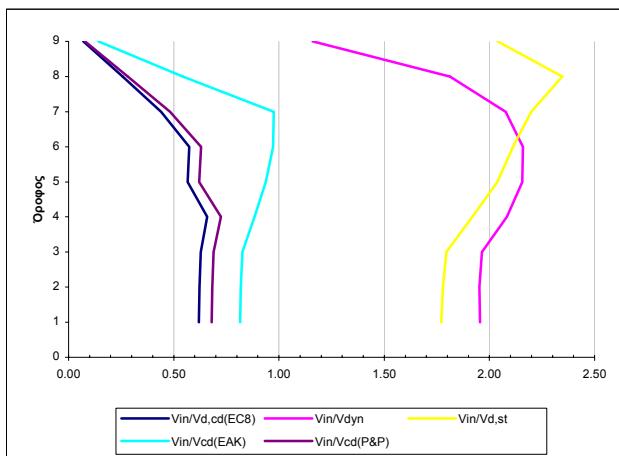
Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1180.23	2384.785
1ος	890.86	2615.561
2ος	776.4	2659.815
3ος	798.66	2699.088
4ος	659.26	2728.725
5ος	640.67	4006.692
6ος	470.37	2973.262
7ος	262.52	2717.598
8ος	68.33	2744.177

Πίνακας 3.41 Μέγιστρες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε οποιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.35 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in}/V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	1.77	1.95	0.62	0.82	0.68
1ος	1.78	1.95	0.62	0.82	0.68
2ος	1.80	1.96	0.63	0.83	0.69
3ος	1.92	2.08	0.66	0.88	0.72
4ος	2.04	2.16	0.57	0.94	0.62
5ος	2.11	2.16	0.57	0.97	0.63
6ος	2.20	2.08	0.44	0.97	0.48
7ος	2.35	1.81	0.26	0.54	0.28
8ος	2.04	1.16	0.07	0.14	0.08

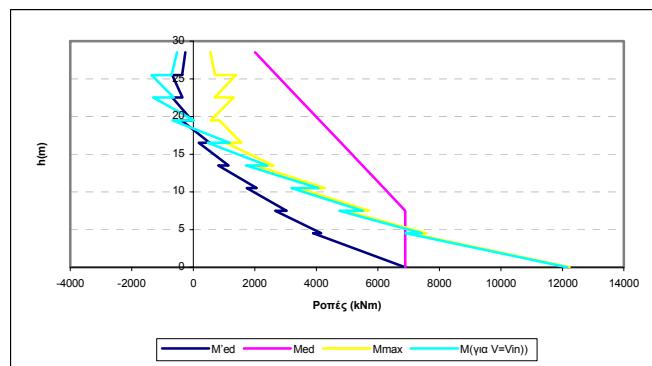
Πίνακας 3.42 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & ($V_{d,cd(P&P)}$)).



Σχήμα 3.36 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & ($V_{d,cd(P&P)}$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	12231.58	12163.18
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	7047.67	6908.2
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	7562.64	7419.78
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	4942.38	4747.2
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	5705.3	5510.03
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	3418.59	3196.11
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	4272.09	4068.03
	Κεφαλή	812.5	5497.6	2031.4	1712.52
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	2602.56	2396.78
	Κεφαλή	178.6	4799.6	1055.79	471.27
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	1558.38	1171.34
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	846.21	-674.29
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	567.01	26.58
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	1314.47	-1307.3
8ος	Πόδας	-350	3403.7	693.14	-636.44
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	1385.86	-1358.26
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	708.53	-700.94
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	548.34	-531.17

Πίνακας 3.43 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.37 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε στο τοίχωμα του φορέα Dual 1.

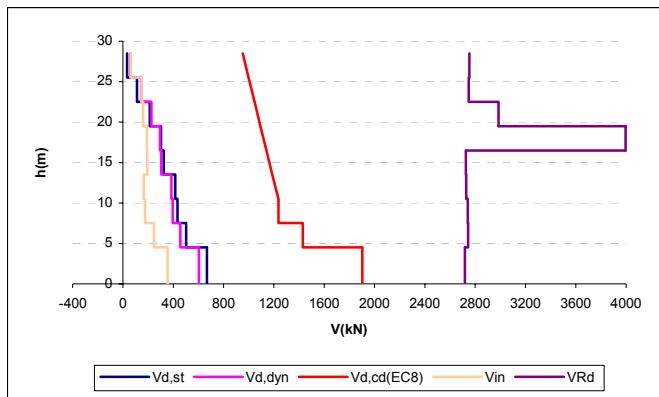
11) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 11

Στοιχεία ανάλυσης 11	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Θεσσαλονίκης
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.44 Στοιχεία ανάλυσης 11.

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	354.77	2718.544
1ος	248.29	2743.536
2ος	176.03	2741.9
3ος	166.71	2728.478
4ος	194.89	2725.734
5ος	190.59	3995.597
6ος	159.45	2985.955
7ος	147.1	2749.533
8ος	60.57	2753.182

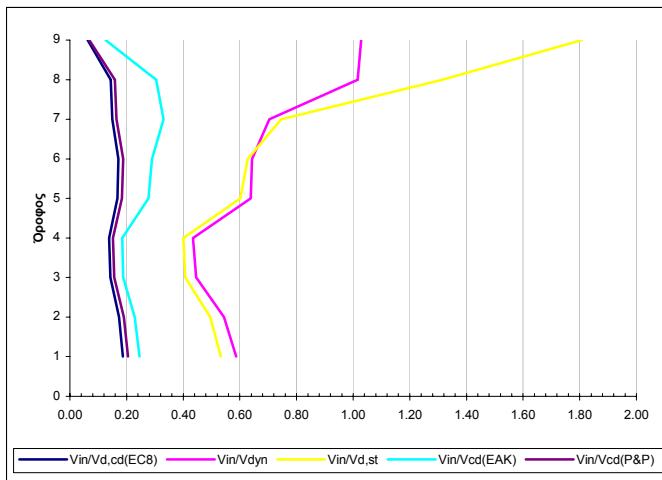
Πίνακας 3.45 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.38 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	0.53	0.59	0.19	0.25	0.20
1ος	0.50	0.54	0.17	0.23	0.19
2ος	0.41	0.45	0.14	0.19	0.16
3ος	0.40	0.43	0.14	0.18	0.15
4ος	0.60	0.64	0.17	0.28	0.18
5ος	0.63	0.64	0.17	0.29	0.19
6ος	0.75	0.70	0.15	0.33	0.16
7ος	1.31	1.02	0.14	0.30	0.16
8ος	1.81	1.03	0.06	0.13	0.07

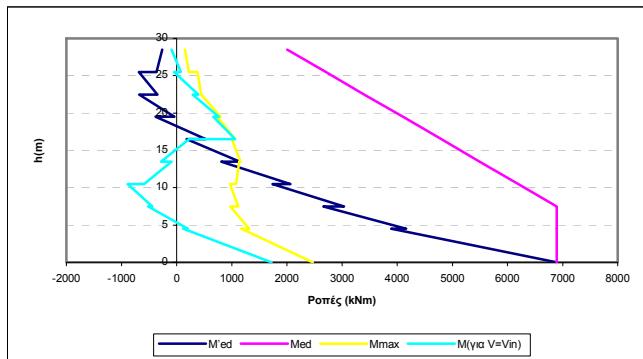
Πίνακας 3.46 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.39 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	2470.3	1720.35
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	1178.37	123.89
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	1316.46	203.1
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	973.13	-515.85
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	1117.32	-442.63
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	967.54	-884.58
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	1081.1	-592.45
	Κεφαλή	812.5	5497.6	1137.15	-92.31
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	1161.97	-281.54
	Κεφαλή	178.6	4799.6	1004.03	226.88
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	1059.76	1059.76
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	736.09	667.46
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	799	766.28
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	443.81	287.92
8ος	Πόδας	-350	3403.7	445.29	396.44
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	377.81	-44.87
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	219.24	72.79
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	153.62	-93.71

Πίνακας 3.47 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.40 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε στο τοίχωμα του φορέα Dual 1.

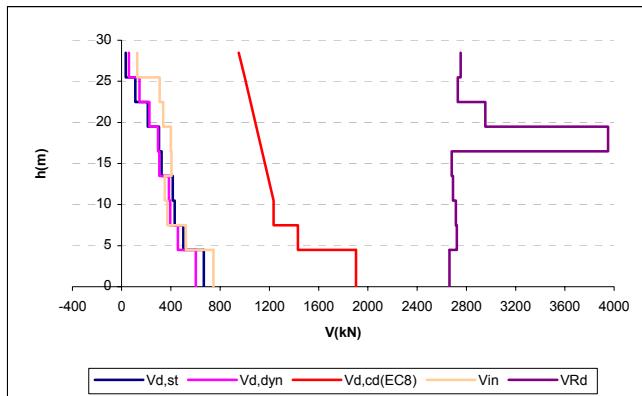
12) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 12

Στοιχεία ανάλυσης 12	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Θεοσαλονίκης
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef} = M_y / \phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef} = M_y / \phi_y$

Πίνακας 3.48 Στοιχεία ανάλυσης 12.

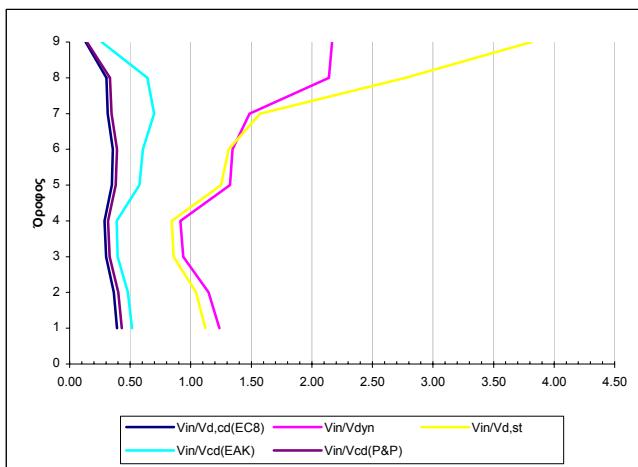
Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	746.7	2662.032
1ος	522.87	2723.281
2ος	371.15	2715.069
3ος	350.41	2691.321
4ος	404.57	2681.047
5ος	398.71	3951.536
6ος	336.62	2952.807
7ος	310.1	2729.754
8ος	127.71	2752.371

Πίνακας 3.49 Μέγιστρες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.41 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αντέσ.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.12	1.24	0.39	0.52	0.43
1ος	1.04	1.15	0.37	0.48	0.40
2ος	0.86	0.94	0.30	0.40	0.33
3ος	0.84	0.91	0.29	0.39	0.32
4ος	1.25	1.32	0.35	0.58	0.38
5ος	1.31	1.34	0.36	0.61	0.39
6ος	1.57	1.49	0.31	0.70	0.35
7ος	2.77	2.14	0.30	0.64	0.33
8ος	3.81	2.17	0.13	0.26	0.14

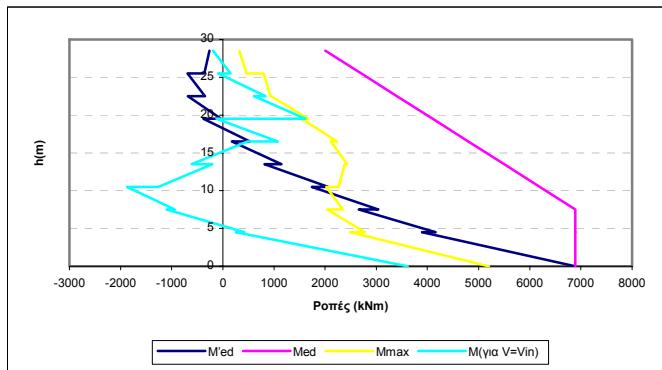
Πίνακας 3.50 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.42 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	5202.68	3615.06
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	2485.01	254.92
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	2775.94	421.22
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	2040.47	-1092.88
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	2343.12	-939.55
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	2025.76	-1871.75
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	2263.56	-1257.78
	Κεφαλή	812.5	5497.6	2380.52	-206.55
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	2431.31	-606.09
	Κεφαλή	178.6	4799.6	2110.09	480.2
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	2231.21	1070.97
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	1540.78	-125.15
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	1674.61	1619.31
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	937.35	609.46
8ος	Πόδας	-350	3403.7	934.63	836.68
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	795.71	-93.62
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	461.08	152.92
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	322.8	-196.73

Πίνακας 3.51 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.43 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\gammaia V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε στο τοίχωμα του φορέα Dual 1.

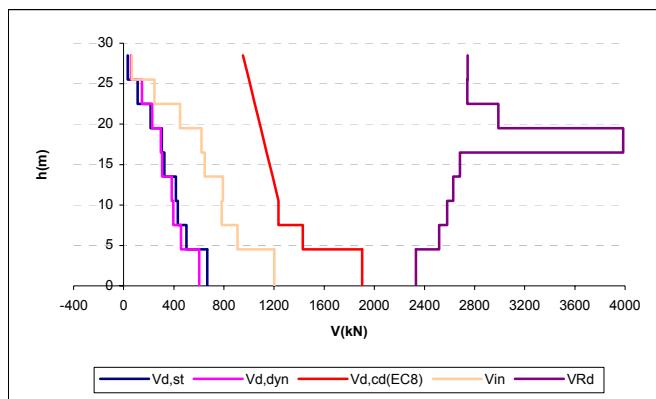
13) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 13

Στοιχεία ανάλυσης 13	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Σενάριο M=7.8
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.52 Στοιχεία ανάλυσης 13.

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1201.25	2332.524
1ος	906.59	2515.511
2ος	781.75	2579.182
3ος	792.62	2628.05
4ος	646.05	2682.932
5ος	621.35	3985.568
6ος	450.38	2990.571
7ος	244.77	2740.985
8ος	66.7	2744.856

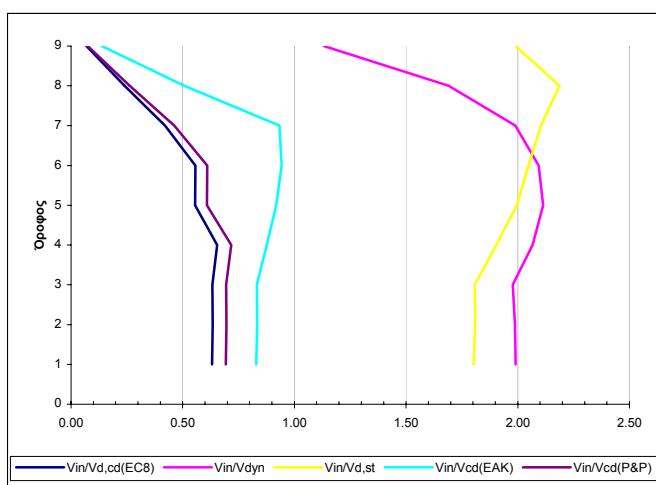
Πίνακας 3.53 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.44 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολότων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.80	1.99	0.63	0.83	0.69
1ος	1.81	1.99	0.63	0.83	0.70
2ος	1.81	1.98	0.63	0.83	0.69
3ος	1.90	2.07	0.65	0.88	0.72
4ος	2.00	2.11	0.56	0.92	0.61
5ος	2.05	2.09	0.56	0.94	0.61
6ος	2.10	1.99	0.42	0.93	0.46
7ος	2.19	1.69	0.24	0.51	0.26
8ος	1.99	1.13	0.07	0.14	0.08

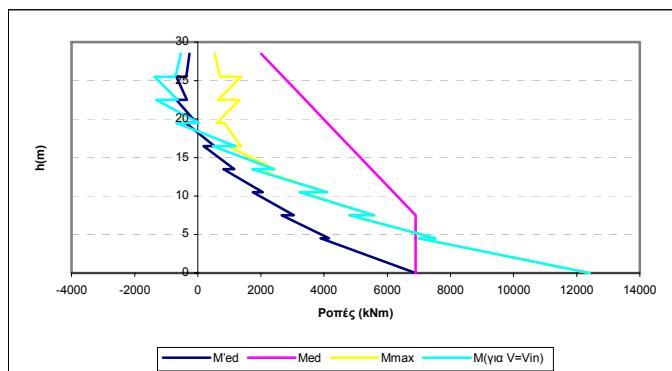
Πίνακας 3.54 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).



Σχήμα 3.45 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	12407.77	12407.77
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	7002.13	7002.13
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	7523.49	7523.49
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	4803.72	4803.72
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	5577.25	5577.25
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	3231.99	3231.99
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	4096	4096
	Κεφαλή	812.5	5497.6	1838.12	1718.14
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	2419.03	2411.01
	Κεφαλή	178.6	4799.6	965.78	472.88
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	1354.38	1183.15
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	835.43	-680.9
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	601.98	29.74
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	1321.39	-1321.39
8ος	Πόδας	-350	3403.7	641.22	-641.22
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	1375.54	-1375.54
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	708.59	-708.59
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	539.09	-539.09

Πίνακας 3.55 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.46 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε στο τοίχωμα του φορέα Dual 1.

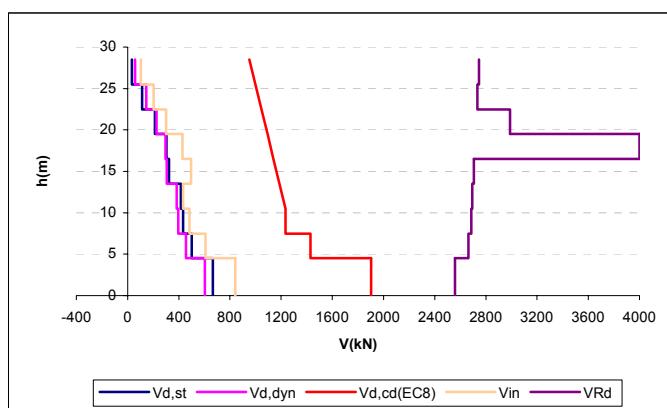
14) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 14

Στοιχεία ανάλυσης 14	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Σενάριο M=7.8
Στάθμη έντασης	0.5 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Δ.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EI _{ef} =M _y /φ _y
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.56 Στοιχεία ανάλυσης 14.

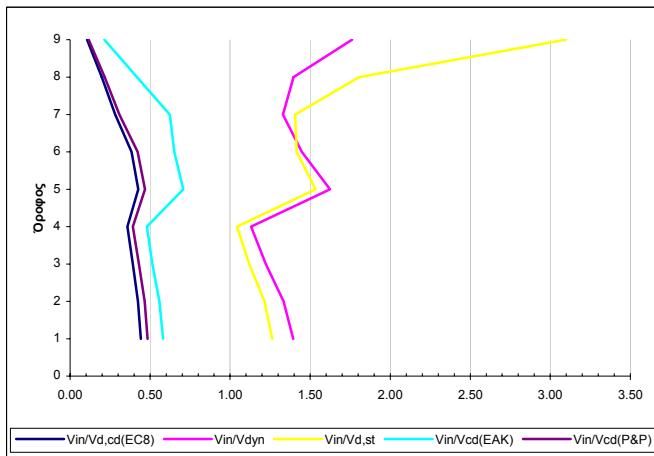
Όροφος	V _{in} [kN]	V _{Rd} [kN]
Iσόγειο	841.77	2557.794
1 ^{ος}	608.56	2664.448
2 ^{ος}	483.66	2687
3 ^{ος}	433.87	2693.172
4 ^{ος}	496.51	2707.252
5 ^{ος}	429.33	4001.212
6 ^{ος}	300.94	2988.481
7 ^{ος}	202.03	2733.829
8 ^{ος}	103.8	2746.032

Πίνακας 3.57 Μέγιστρες απόλοντες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο των τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.47 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις (V_{d,st} & V_{d,dyn}), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό (V_{d,cd}(EC8)), και των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.26	1.39	0.44	0.58	0.49
1ος	1.22	1.33	0.43	0.56	0.47
2ος	1.12	1.22	0.39	0.51	0.43
3ος	1.04	1.13	0.36	0.48	0.39
4ος	1.53	1.62	0.43	0.71	0.47
5ος	1.42	1.45	0.38	0.65	0.42
6ος	1.41	1.33	0.28	0.62	0.31
7ος	1.81	1.39	0.20	0.42	0.22
8ος	3.10	1.76	0.11	0.22	0.12

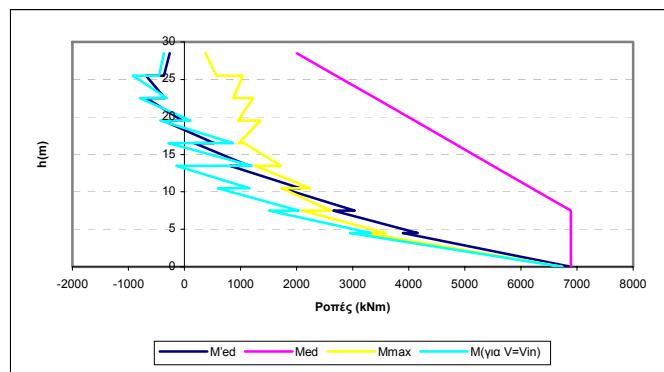
Πίνακας 3.58 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.48 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	6739.68	6739.68
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	3220.38	2951.72
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	3587.42	3327.67
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	2102.41	1508.93
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	2611.73	2037.29
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	1737.15	593.51
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	2247.42	1160.57
	Κεφαλή	812.5	5497.6	1255.13	-140.49
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	1727.47	1201.73
	Κεφαλή	178.6	4799.6	1061.43	-287.8
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	964.11	860.95
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	1355.4	-427.05
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	954.76	108.58
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	1222.75	-794.23
8ος	Πόδας	-350	3403.7	868.92	-316.32
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	1038	-921.14
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	571.68	-450.53
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	369.8	-368.1

Πίνακας 3.59 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.49 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε στο τοίχωμα του φορέα Dual 1.

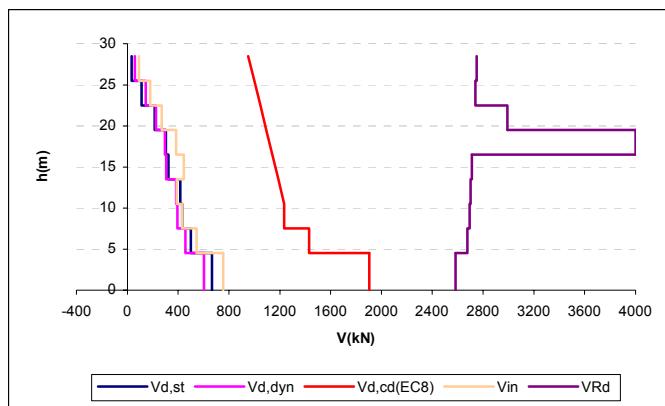
15) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 15

Στοιχεία ανάλυσης 15	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Σενάριο $M=7.8$
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$

Πίνακας 3.56 Στοιχεία ανάλυσης 15.

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	754.23	2582.979
1 ^{ος}	545.25	2675.417
2 ^{ος}	433.29	2694.59
3 ^{ος}	388.71	2701.251
4 ^{ος}	445.34	2712.18
5 ^{ος}	384.9	4001.04
6 ^{ος}	269.55	2991.676
7 ^{ος}	181	2738.275
8 ^{ος}	92.95	2750

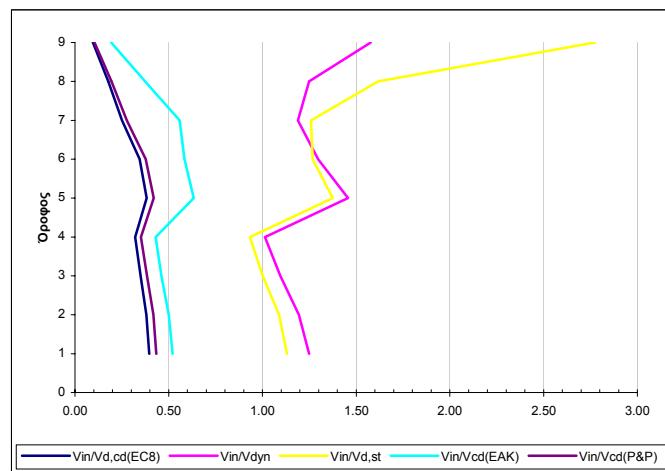
Πίνακας 3.57 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε οποιονδήποτε καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιων ελκυσμού.



Σχήμα 3.47 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.13	1.25	0.40	0.52	0.43
1ος	1.09	1.20	0.38	0.50	0.42
2ος	1.00	1.10	0.35	0.46	0.39
3ος	0.93	1.01	0.32	0.43	0.35
4ος	1.38	1.46	0.38	0.63	0.42
5ος	1.27	1.30	0.34	0.58	0.38
6ος	1.26	1.19	0.25	0.56	0.28
7ος	1.62	1.25	0.18	0.38	0.19
8ος	2.77	1.58	0.10	0.19	0.10

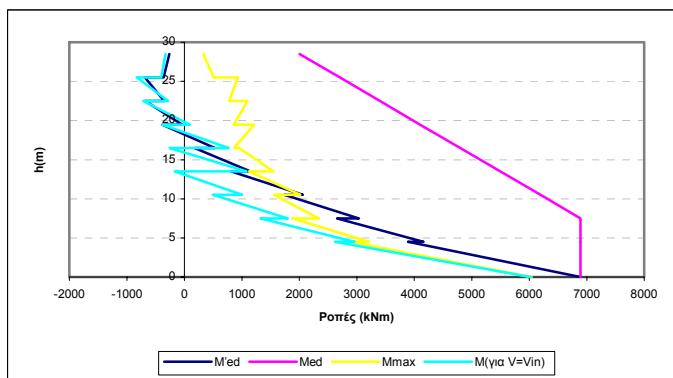
Πίνακας 3.58 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.48 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	6039.35	6019.85
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	2885.8	2626.43
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	3214.66	2962
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	1884.42	1326.26
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	2340.77	1797.19
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	1557.58	497.32
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	2014.85	1001.43
	Κεφαλή	812.5	5497.6	1125.95	-164.69
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	1549.23	1078.06
	Κεφαλή	178.6	4799.6	951.18	-257.97
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	864.06	771.47
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	1215.19	-383.22
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	855.19	96.8
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	1095.9	-711.84
8ος	Πόδας	-350	3403.7	778.72	-283.49
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	930.2	-825.34
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	512.25	-403.54
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	331.4	-329.87

Πίνακας 3.59 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.49 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{για V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε στο τοίχωμα του φορέα Dual 1.

16) Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των αναλύσεων για την σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ. τον φορέα Dual 1.

α) Για δυσκαμψία EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$. Θυμίζουμε πως η διασπορά ενός πλήθους η τιμών υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

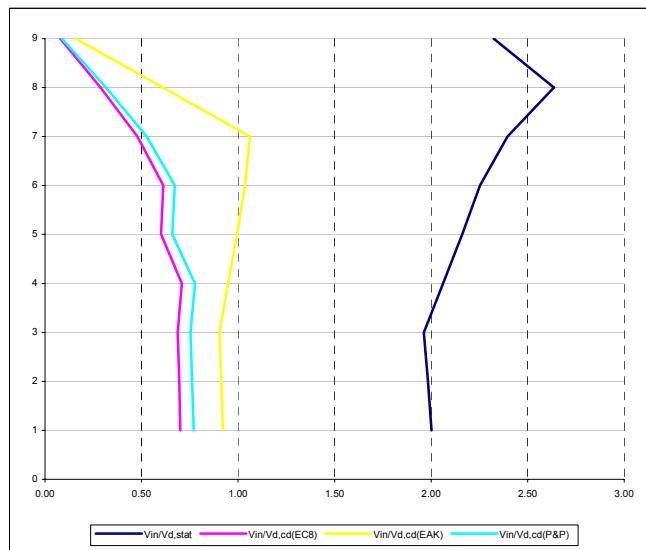
$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - x_m)^2}{n - 1}$$

όπου x_m είναι η μέση τιμή τους.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Iσόγειο	1334.084	0.007	0.70	2.00	0.92	0.77
1ος	993.59	0.005	0.69	1.98	0.91	0.76
2ος	848.302	0.004	0.69	1.96	0.90	0.75
3ος	857.712	0.003	0.71	2.06	0.95	0.78
4ος	699.178	0.002	0.60	2.16	0.99	0.66
5ος	683.518	0.004	0.61	2.25	1.04	0.67
6ος	512.51	0.004	0.48	2.39	1.06	0.53
7ος	294.958	0.003	0.29	2.64	0.61	0.32
8ος	77.864	0.000	0.08	2.32	0.16	0.09

Πίνακας 3.60 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$.

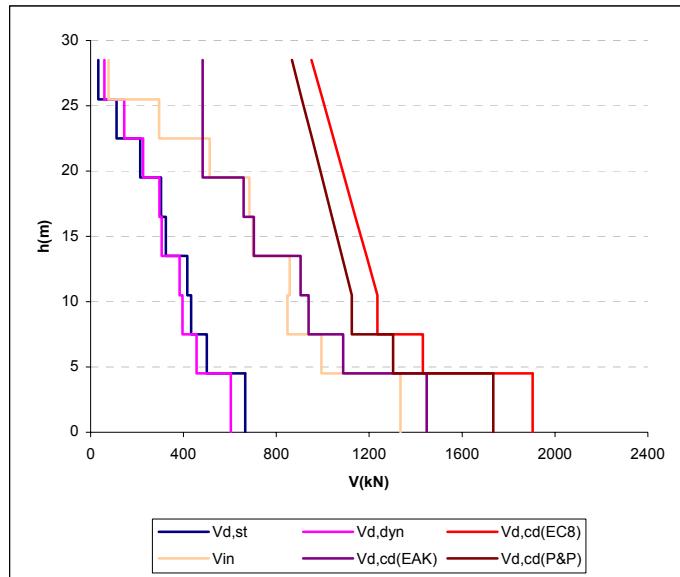
Οι μέσοι όροι των λόγων των τεμνοντικών του προηγούμενου πίνακα έχουν σχεδιασθεί στο ακόλουθο σχήμα:



Σχήμα 3.50 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$.

Αντίστοιχα οι μέσοι όροι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνοντικών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα από

κοινού με τις τέμνουσες της ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης, τις τέμνουσες της δυναμικής φασματικής ανάλυσης καθώς και τις ικανοτικές τέμνουσες προσδιορισμένες είτε με βάση τους κανονισμούς EC8 και EAK είτε με βάση το μοντέλο των Paulay και Priestley.

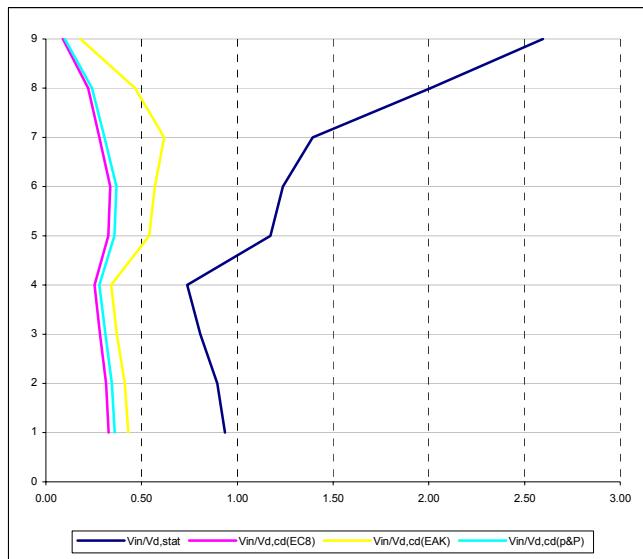


Σχήμα 3.51 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(EC8)$ & $V_{d,cd}(EAK)$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(P&P)$), και των μέσων όρων των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για τη δυσκαμψία που προβλέπει για τα δομικά στοιχεία ο EC8.

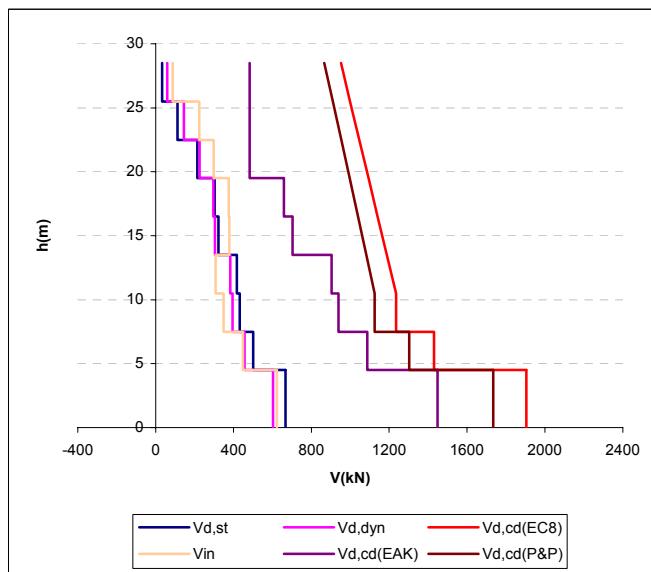
β) Για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	623.416	0.012	0.33	0.94	0.43	0.36
1ος	448.372	0.014	0.31	0.90	0.41	0.34
2ος	348.868	0.015	0.28	0.81	0.37	0.31
3ος	307.436	0.012	0.25	0.74	0.34	0.28
4ος	379.346	0.018	0.33	1.17	0.54	0.36
5ος	375.23	0.016	0.34	1.24	0.57	0.37
6ος	298.076	0.009	0.28	1.39	0.62	0.31
7ος	224.792	0.004	0.22	2.01	0.47	0.24
8ος	86.956	0.001	0.09	2.60	0.18	0.10

Πίνακας 3.61 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$.



Σχήμα 3.51 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,stat}$, $V_{in}/V_{d,dyn(EC8)}$, $V_{in}/V_{d,dyn(EAK)}$, $V_{in}/V_{d,dyn(P&P)}$.

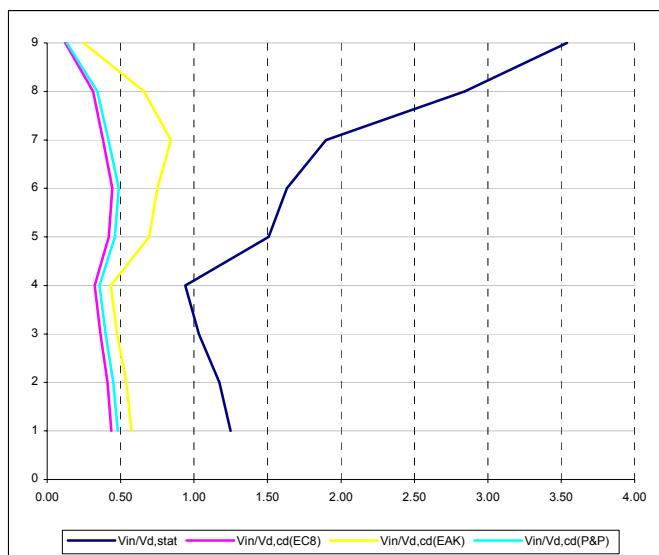


Σχήμα 3.52 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,dyn(EC8)}$ & $V_{d,dyn(EAK)}$) και μοντέλα ($V_{d,dyn(P&P)}$), και των μέσων όρων των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

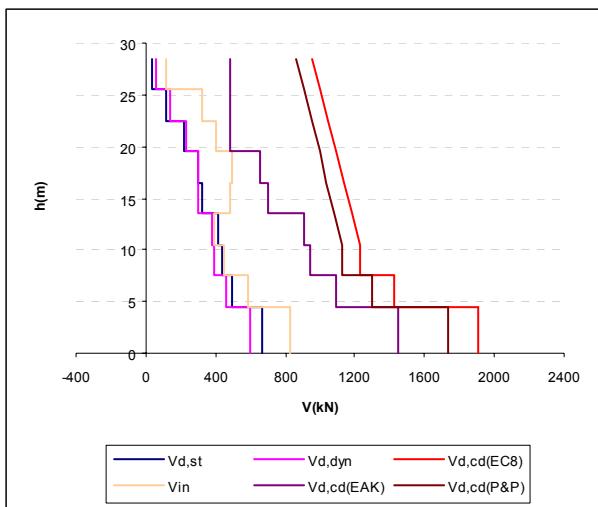
γ) Για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Iσόγειο	831.75	0.012	0.44	1.25	0.57	0.48
1ος	586.58	0.009	0.41	1.17	0.54	0.45
2ος	446.248	0.006	0.36	1.03	0.48	0.40
3ος	391.456	0.002	0.32	0.94	0.43	0.35
4ος	487.78	0.006	0.42	1.51	0.69	0.46
5ος	495.348	0.015	0.44	1.63	0.75	0.49
6ος	406.382	0.018	0.38	1.90	0.84	0.42
7ος	318.094	0.015	0.31	2.84	0.66	0.34
8ος	118.574	0.001	0.12	3.54	0.25	0.13

Πίνακας 3.62 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$.



Σχήμα 3.53 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$.



Σχήμα 3.54 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(EC8)$ & $V_{d,cd}(EAK)$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(P&P)$), και των μέσων όρων των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχνησιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

3.5.1.2 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Α. (1.0A_d)

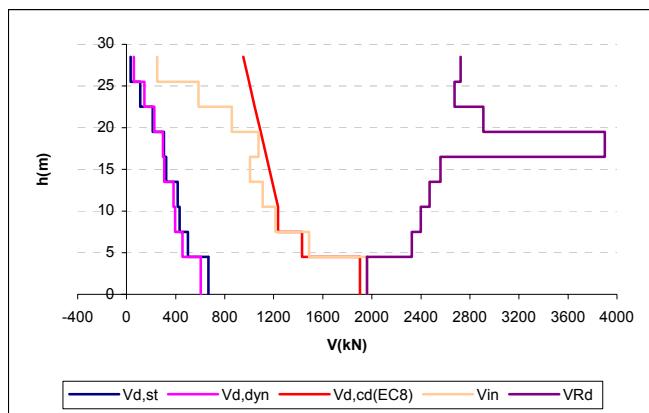
1) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 16

Στοιχεία ανάλυσης 16	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Αθηνών
Στάθμη έντασης	1.0 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.63 Στοιχεία ανάλυσης 16.

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1961.67	1959.123
1 ^{ος}	1489.6	2326.409
2 ^{ος}	1213.43	2399.506
3 ^{ος}	1110.41	2472.523
4 ^{ος}	1007.11	2561.317
5 ^{ος}	1076.96	3902.029
6 ^{ος}	858.33	2910.58
7 ^{ος}	585.37	2674.143
8 ^{ος}	249.14	2725.821

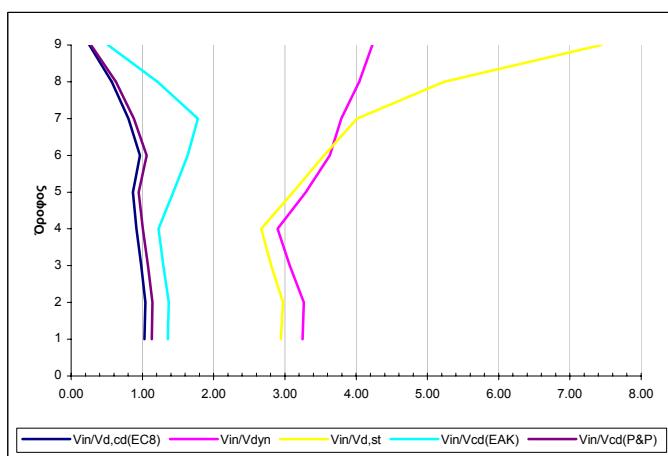
Πίνακας 3.64 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο των τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιων ελκυσμού.



Σχήμα 3.55 Σχεδιασμός των τεμνουσών πον προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολότων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (VR_d) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.94	3.25	1.03	1.35	1.13
1ος	2.97	3.26	1.04	1.37	1.14
2ος	2.81	3.07	0.98	1.29	1.08
3ος	2.67	2.90	0.92	1.23	1.01
4ος	3.11	3.29	0.87	1.43	0.95
5ος	3.55	3.63	0.96	1.63	1.06
6ος	4.01	3.79	0.80	1.78	0.88
7ος	5.23	4.04	0.57	1.21	0.63
8ος	7.44	4.23	0.26	0.52	0.28

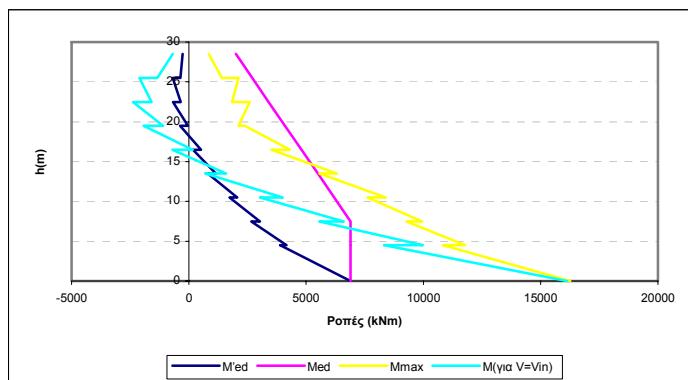
Πίνακας 3.65 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών πον προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).



Σχήμα 3.56 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών πον προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	16268.39	16127.94
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	10839.33	8323.04
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	11771.95	9975.87
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	9275	5565.1
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	9948.48	6607.38
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	7622.33	3027.5
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	8388.26	4003.03
	Κεφαλή	812.5	5497.6	5568.98	694.24
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	6308.22	1587.95
	Κεφαλή	178.6	4799.6	3519.69	-700.94
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	4312.89	168.17
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	2392.04	-1937.24
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	2125.66	-1097.74
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	2592.33	-2383.55
8ος	Πόδας	-350	3403.7	1842.47	-1590.94
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	2125.25	-2106.8
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1403.57	-1342.96
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	855.56	-694.95

Πίνακας 3.66 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δύναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δύναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.57 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δύναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε στη βάση του τοιχώματος (ακόμη και τη χρονική στιγμή εκδήλωσης των μεγίστων τεμνοντών) ενώ στο στοιχείο ισογείου του τοιχώματος εκδηλώθηκε αστοχία από διαγώνιο ελκυσμό του σκυροδέματος (βλέπε και σχήμα 3.55 τις V_{in} και V_{Rd}).

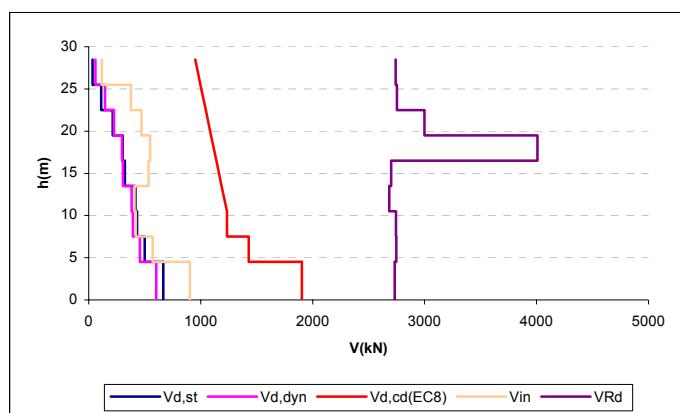
2) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 17

Στοιχεία ανάλυσης 17	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Αθηνών
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef} = M_y / \phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.67 Στοιχεία ανάλυσης 17.

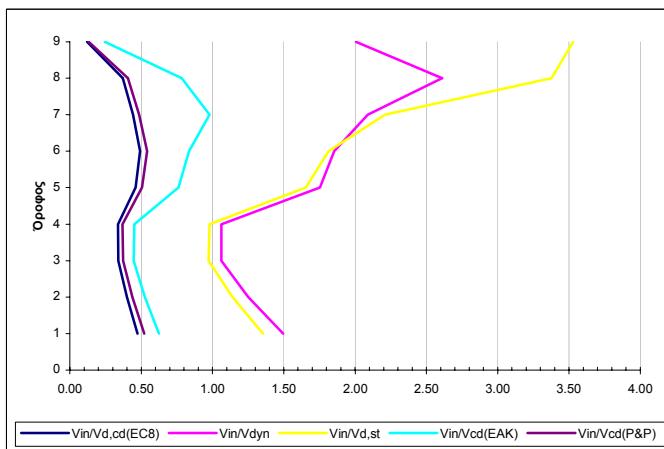
Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Iσόγειο	902.61	2733.525
1ος	571.11	2748.364
2ος	419.95	2744.771
3ος	407.55	2683.015
4ος	535.99	2700.202
5ος	550.07	4009.257
6ος	473.05	2999.683
7ος	377.96	2752.804
8ος	118.18	2741.995

Πίνακας 3.68 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιων ελκυσμού.

Σχήμα 3.58 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.35	1.50	0.47	0.62	0.52
1ος	1.14	1.25	0.40	0.52	0.44
2ος	0.97	1.06	0.34	0.45	0.37
3ος	0.98	1.06	0.34	0.45	0.37
4ος	1.66	1.75	0.46	0.76	0.51
5ος	1.81	1.85	0.49	0.83	0.54
6ος	2.21	2.09	0.44	0.98	0.49
7ος	3.38	2.61	0.37	0.78	0.41
8ος	3.53	2.01	0.12	0.24	0.13

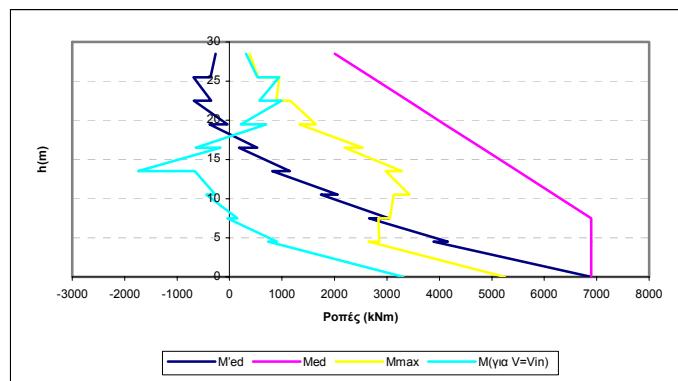
Πίνακας 3.69 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.59 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	5248.58	3310.1
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	2653.55	743.44
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	2853.78	907.75
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	2837.31	-40.6
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	3056.29	151.96
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	3128.98	-444.29
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	3426.13	-270.14
	Κεφαλή	812.5	5497.6	2974.48	-663.09
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	3280.68	-1744.6
	Κεφαλή	178.6	4799.6	2195.91	-175.82
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	2538.48	-643.81
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	1331.92	700.3
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	1643.8	215.53
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	1154.54	994.34
8ος	Πόδας	-350	3403.7	895.44	572.77
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	949.21	940.88
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	546.47	533.89
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	379.47	316.5

Πίνακας 3.70 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.60 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\gammaia V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε στο τοίχωμα του φορέα Dual 1.

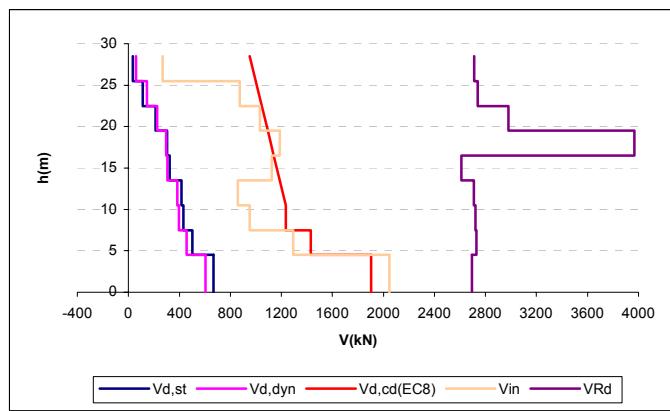
3) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 18

Στοιχεία ανάλυσης 18	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Αθηνών
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Πίνακας 3.71 Στοιχεία ανάλυσης 18.

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	2045.27	2693.626
1 ^{ος}	1293.78	2728.918
2 ^{ος}	950.13	2721.656
3 ^{ος}	859.29	2708.985
4 ^{ος}	1123.25	2610.995
5 ^{ος}	1186.33	3967.659
6 ^{ος}	1030.87	2981.116
7 ^{ος}	872.74	2738.437
8 ^{ος}	266.99	2710.558

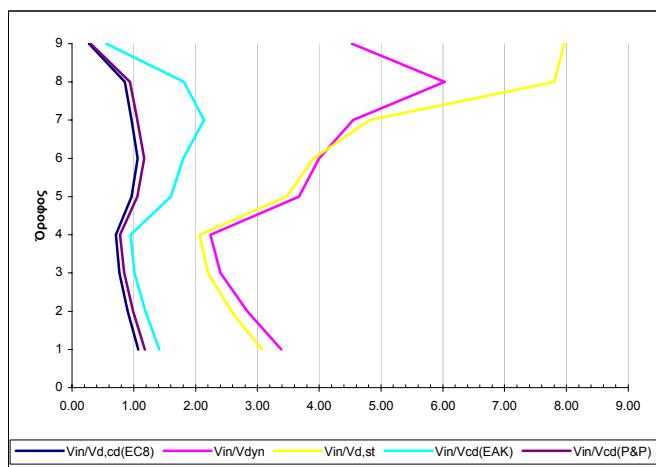
Πίνακας 3.72 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.61 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	3.07	3.39	1.07	1.41	1.18
1ος	2.58	2.84	0.90	1.19	0.99
2ος	2.20	2.40	0.77	1.01	0.84
3ος	2.06	2.24	0.71	0.95	0.78
4ος	3.47	3.67	0.96	1.60	1.06
5ος	3.91	4.00	1.06	1.80	1.17
6ος	4.82	4.55	0.96	2.14	1.06
7ος	7.80	6.03	0.85	1.81	0.94
8ος	7.97	4.53	0.27	0.55	0.30

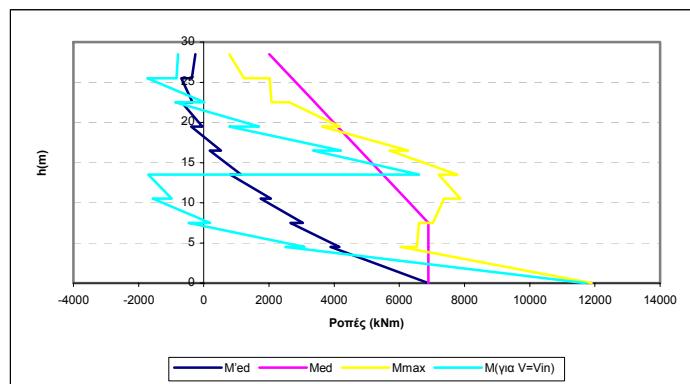
Πίνακας 3.73 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).



Σχήμα 3.62 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	11900.56	11715.89
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	6045.99	2512.15
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	6535.7	3090.9
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	6601.56	-469.12
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	7026.76	195.53
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	7374.52	-1566.97
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	7874.64	-981.86
	Κεφαλή	812.5	5497.6	7208.05	-1703.53
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	7774.59	6610.46
	Κεφαλή	178.6	4799.6	5701.56	3350.74
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	6271.2	4213.6
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	3625.9	787.14
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	4171.67	1692.59
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	2616.97	-875.26
8ος	Πόδας	-350	3403.7	2073.86	18.38
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	2016.83	-1731.46
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1235.39	-840.32
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	784.12	-784.02

Πίνακας 3.74 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.63 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε στο τοίχωμα του φορέα Dual 1.

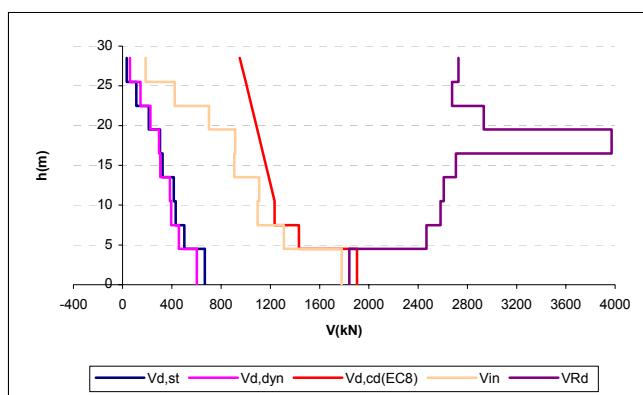
4) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 19

Στοιχεία ανάλυσης 19	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Βόλου
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.75 Στοιχεία ανάλυσης 19.

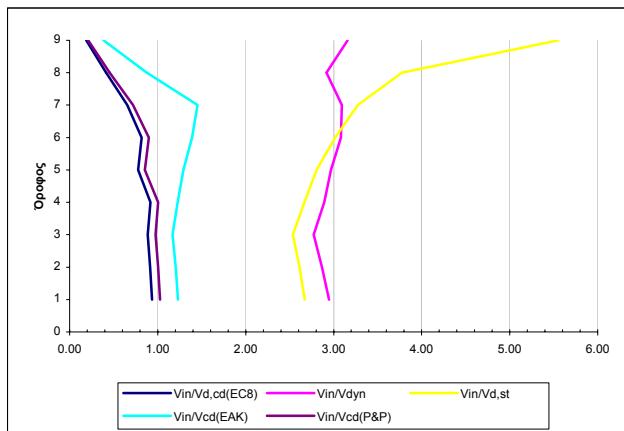
Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Iσόγειο	1779.65	1841.716
1ος	1308.35	2468.119
2ος	1095.72	2583.027
3ος	1109.76	2608.745
4ος	907.55	2706.681
5ος	914.91	3972.688
6ος	700.89	2931.368
7ος	422.43	2675.301
8ος	186.06	2728.152

Πίνακας 3.76 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιων ελκυσμού.

Σχήμα 3.64 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσεις αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.67	2.95	0.93	1.23	1.03
1ος	2.61	2.87	0.91	1.20	1.00
2ος	2.53	2.77	0.89	1.17	0.97
3ος	2.67	2.89	0.92	1.23	1.01
4ος	2.80	2.97	0.78	1.29	0.86
5ος	3.02	3.08	0.82	1.39	0.90
6ος	3.28	3.09	0.66	1.45	0.72
7ος	3.78	2.92	0.41	0.88	0.45
8ος	5.55	3.16	0.19	0.39	0.21

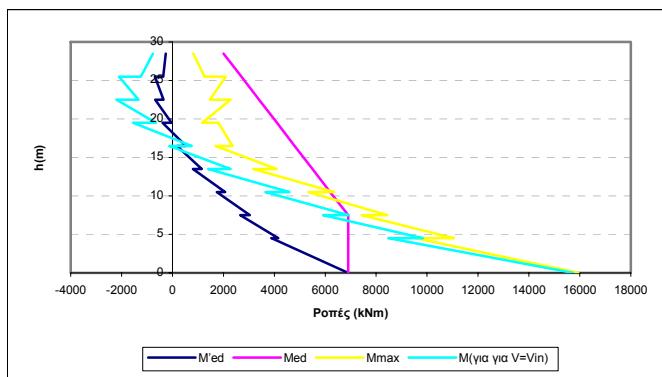
Πίνακας 3.77 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.65 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για \nu=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	15950.65	15747.38
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	9562.17	8490.38
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	11057.31	9827.37
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	7427.98	5912.54
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	8440.27	6909.75
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	5343.5	3649.06
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	6359.17	4597.13
	Κεφαλή	812.5	5497.6	3178.25	1394.87
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	4092.83	2282.68
	Κεφαλή	178.6	4799.6	1692.55	-123.21
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	2352.79	756.97
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	1808.03	-1543.09
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	1159.81	-656.59
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	2279.63	-2202.48
8ος	Πόδας	-350	3403.7	1460.62	-1333.85
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	2095.08	-2095.08
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1254.85	-1240.35
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	822.46	-763.64

Πίνακας 3.78 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για \nu=V_{in}}$).



Σχήμα 3.66 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας ($M_{\gammaia \nu=Vin}$).

Τέλος πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος (ακόμη και στη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας σε αυτή) ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό.

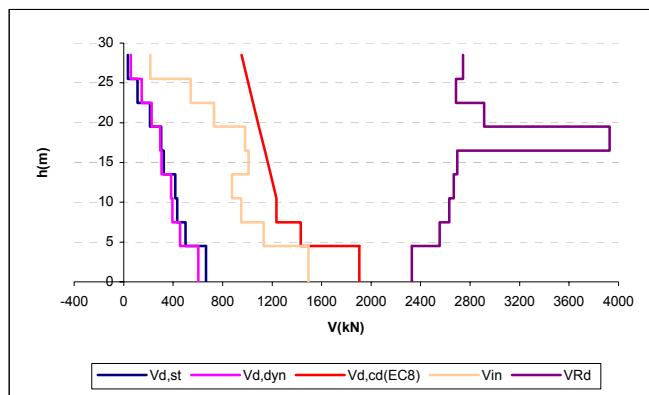
5) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 20

Στοιχεία ανάλυσης 20	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Βόλου
Στάθμη έντασης	1.0 Λ_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπεριόδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.79 Στοιχεία ανάλυσης 20.

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	1493.17	2329.075
1 ^{ος}	1131.03	2554.268
2 ^{ος}	951.51	2632.844
3 ^{ος}	876.12	2668.657
4 ^{ος}	1008.82	2695.218
5 ^{ος}	980.19	3927.043
6 ^{ος}	731.51	2914.382
7 ^{ος}	540.81	2686.587
8 ^{ος}	214.98	2742.092

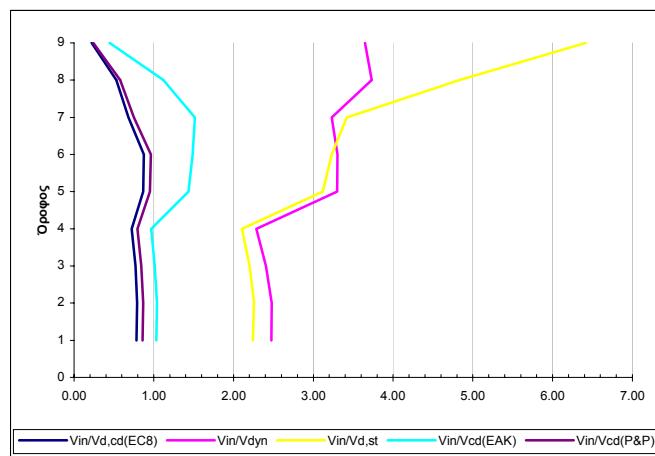
Πίνακας 3.80 Μέγιστες απόλυτες τιμές τέμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.67 Σχεδιασμός των τεμνουσών πον προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.24	2.47	0.78	1.03	0.86
1ος	2.26	2.48	0.79	1.04	0.87
2ος	2.20	2.41	0.77	1.01	0.85
3ος	2.11	2.28	0.72	0.97	0.79
4ος	3.12	3.30	0.87	1.43	0.95
5ος	3.23	3.30	0.88	1.49	0.96
6ος	3.42	3.23	0.68	1.52	0.75
7ος	4.83	3.73	0.53	1.12	0.58
8ος	6.42	3.65	0.22	0.45	0.24

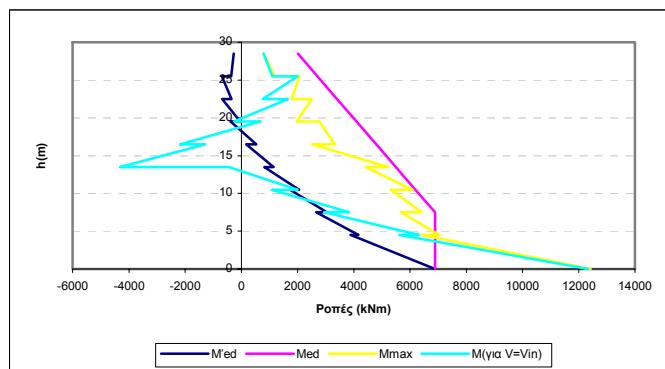
Πίνακας 3.81 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών πον προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.68 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών πον προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	12428.09	12345.91
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	6429.94	5626.66
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	7037.25	6317.96
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	5676.72	2949.32
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	6416.64	3836.48
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	5321.35	1079.59
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	6095.73	1994.35
	Κεφαλή	812.5	5497.6	4430.15	-443.96
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	5220.4	-4311.42
	Κεφαλή	178.6	4799.6	2525.11	-1284.96
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	3318.73	-2178.83
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	2779.69	672.56
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	1963.77	-251.32
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	2496.76	1663.62
8ος	Πόδας	-350	3403.7	1798.96	757.15
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	2070.24	2002.54
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1181.72	1099.24
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	794.03	788.71

Πίνακας 3.82 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.69 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα αυτό.

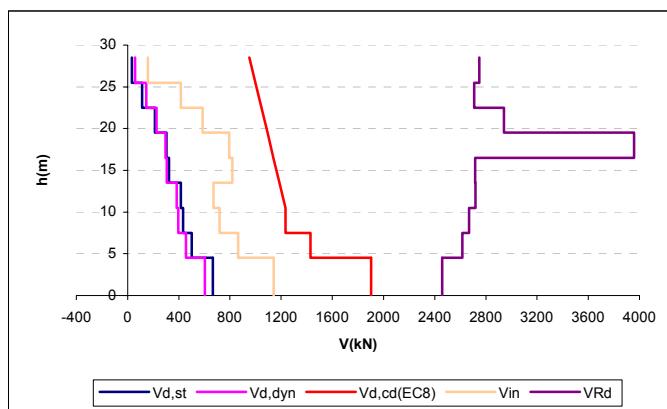
6) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 21

Στοιχεία ανάλυσης 21	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Βόλος
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef} = M_y / \phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef} = M_y / \phi_y$.

Πίνακας 3.83 Στοιχεία ανάλυσης 21.

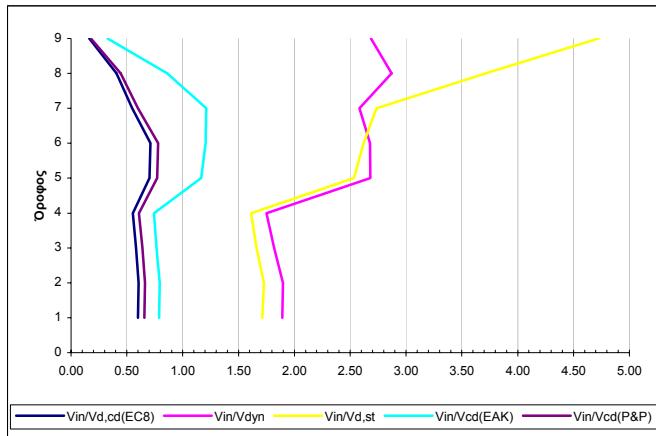
Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1142.57	2458.726
1ος	865.02	2614.933
2ος	718.97	2668.782
3ος	671.86	2718.98
4ος	819.82	2715.535
5ος	794.48	3956.574
6ος	585.12	2941.78
7ος	415.66	2707.883
8ος	158.25	2747.396

Πίνακας 3.84 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.70 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.71	1.89	0.60	0.79	0.66
1ος	1.73	1.90	0.60	0.80	0.66
2ος	1.66	1.82	0.58	0.77	0.64
3ος	1.61	1.75	0.55	0.74	0.61
4ος	2.53	2.68	0.70	1.17	0.77
5ος	2.62	2.68	0.71	1.21	0.78
6ος	2.73	2.58	0.55	1.21	0.60
7ος	3.71	2.87	0.41	0.86	0.45
8ος	4.72	2.69	0.16	0.33	0.18

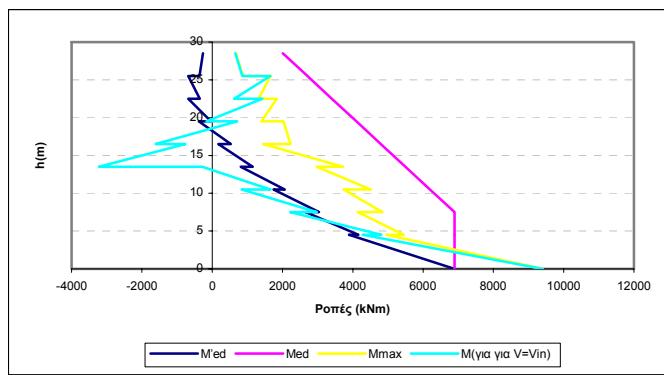
Πίνακας 3.85 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.71 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για \nu=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	9403.46	9403.46
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	4961.34	4287.25
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	5454.34	4817.15
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	4144.06	2222.08
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	4839.48	2974.84
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	3736.93	838.96
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	4511.09	1648.93
	Κεφαλή	812.5	5497.6	2970.42	-281.63
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	3723.68	-3224.9
	Κεφαλή	178.6	4799.6	1452.58	-765.45
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	2227.33	-1607.41
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	2023.27	708.92
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	1397.77	-162.59
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	1836.58	1426.49
8ος	Πόδας	-350	3403.7	1312.78	626.27
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	1660.13	1655.91
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	876.45	860.67
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	675.12	655.73

Πίνακας 3.86 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για \nu=V_{in}}$).



Σχήμα 3.72 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\text{για } V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα αυτό.

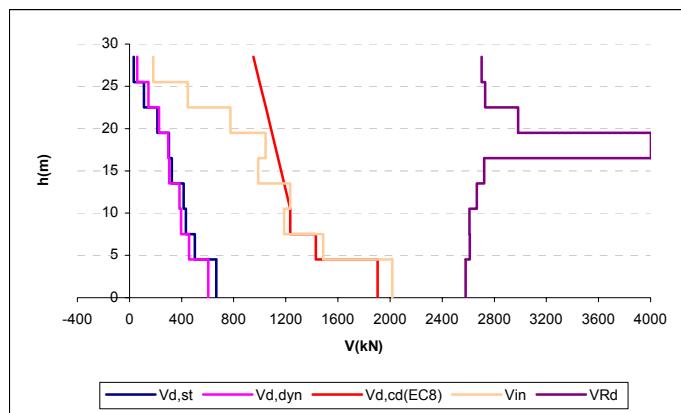
7) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 22

Στοιχεία ανάλυσης 22	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Αιγίου
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.87 Στοιχεία ανάλυσης 22.

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	2017.46	2578.883
1ος	1486.96	2611.909
2ος	1186.62	2609.103
3ος	1233.54	2667.114
4ος	987.05	2721.395
5ος	1045.48	4002.603
6ος	774.31	2983.854
7ος	447.59	2730.872
8ος	181.86	2702.229

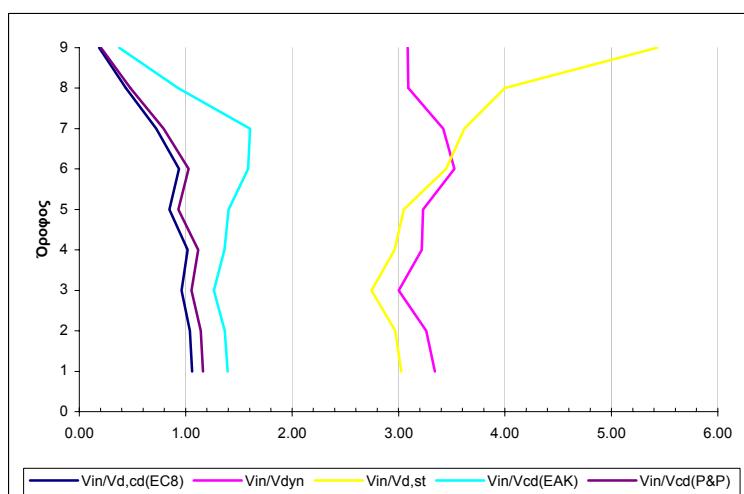
Πίνακας 3.88 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.73 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (VR_d) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	3.03	3.34	1.06	1.39	1.16
1ος	2.97	3.26	1.04	1.37	1.14
2ος	2.74	3.00	0.96	1.26	1.05
3ος	2.96	3.22	1.02	1.36	1.12
4ος	3.05	3.23	0.85	1.40	0.93
5ος	3.45	3.52	0.94	1.59	1.03
6ος	3.62	3.42	0.72	1.60	0.79
7ος	4.00	3.09	0.44	0.93	0.48
8ος	5.43	3.09	0.19	0.38	0.20

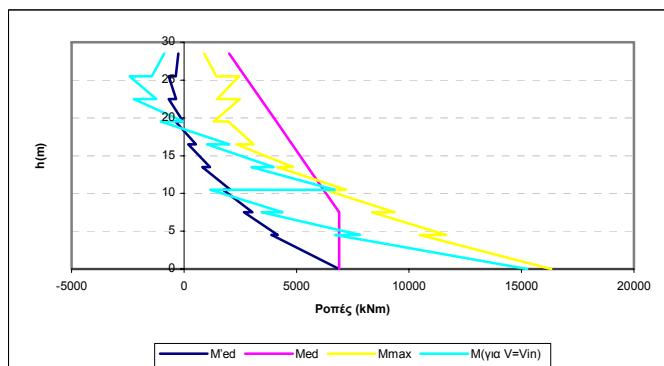
Πίνακας 3.89 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.74 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	16324.06	15250.71
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	10480.42	6719.08
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	11633.95	7816
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	8364.8	3446.58
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	9355.66	4366.25
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	6265.3	1175.01
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	7210.51	6694.02
	Κεφαλή	812.5	5497.6	4138.46	2996.44
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	4843.64	3969.01
	Κεφαλή	178.6	4799.6	2334.26	1023.34
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	3085.66	2006.56
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	1963.21	-1044.41
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	1323.59	-40.11
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	2479.84	-2229.57
8ος	Πόδας	-350	3403.7	1462.06	-1237.72
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	2445.59	-2421.47
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1438.21	-1433.54
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	897.22	-887.97

Πίνακας 3.90 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δύναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δύναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.75 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δύναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα αυτό.

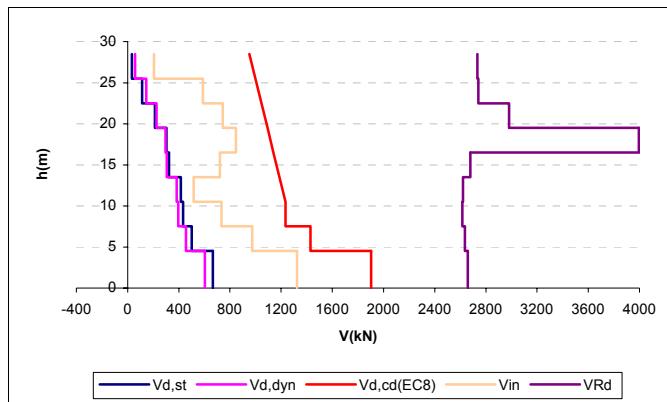
8) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 23

Στοιχεία ανάλυσης 23	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Αιγίου
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου O.K.A.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef} = M_y / \phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.91 Στοιχεία ανάλυσης 23.

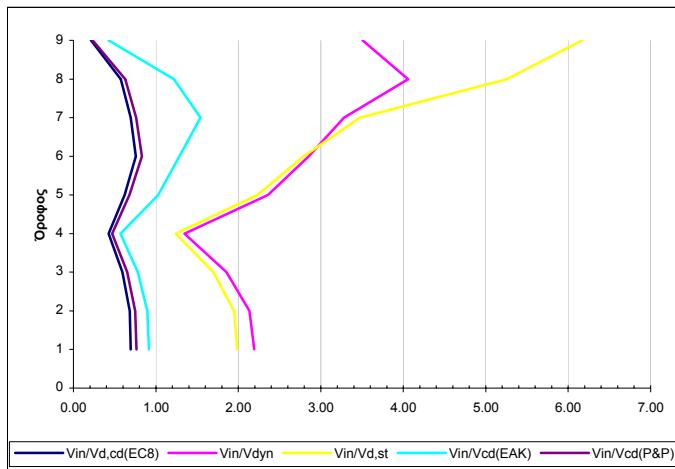
Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1324.32	2657.676
1ος	975.12	2634.747
2ος	733.34	2615.335
3ος	516.71	2620.233
4ος	722.2	2678.783
5ος	846.98	3995.189
6ος	743.22	2982.424
7ος	587.72	2739.953
8ος	206.67	2733.73

Πίνακας 3.92 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.76 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.99	2.19	0.70	0.91	0.76
1ος	1.95	2.14	0.68	0.90	0.75
2ος	1.70	1.86	0.59	0.78	0.65
3ος	1.24	1.35	0.43	0.57	0.47
4ος	2.23	2.36	0.62	1.03	0.68
5ος	2.79	2.85	0.76	1.29	0.83
6ος	3.47	3.28	0.69	1.54	0.76
7ος	5.25	4.06	0.57	1.22	0.63
8ος	6.17	3.51	0.21	0.43	0.23

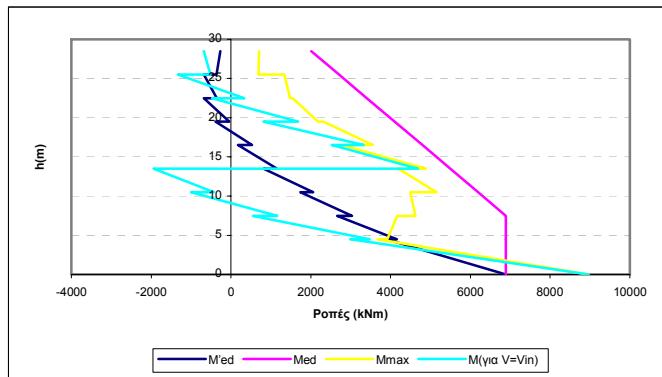
Πίνακας 3.93 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.77 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	8959.97	8958.99
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	3673.21	2999.52
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	3913.97	3476.06
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	4169.29	551.87
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	4620.1	1163.5
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	4493.04	-1005.24
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	5151.13	-423.24
	Κεφαλή	812.5	5497.6	4195.97	-1939.19
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	4889.07	4686.29
	Κεφαλή	178.6	4799.6	2762.79	2521.91
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	3556.98	3321.23
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	2315.91	814.65
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	2177.62	1683.54
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	1547.26	-471.34
8ος	Πόδας	-350	3403.7	1485.39	338.95
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	1335.4	-1329.72
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	687.76	-512.03
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	701.41	-684.31

Πίνακας 3.94 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.78 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{\gammaia V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αιστοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα αυτό.

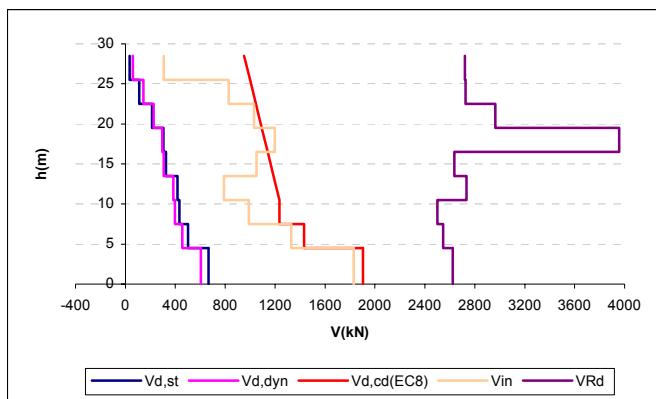
9) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 24

Στοιχεία ανάλυσης 24	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Αιγίου
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Πίνακας 3.95 Στοιχεία ανάλυσης 24.

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	1828.51	2622.272
1 ^{ος}	1328.5	2545.507
2 ^{ος}	988.38	2500.329
3 ^{ος}	788.6	2732.502
4 ^{ος}	1051.42	2635.138
5 ^{ος}	1198.04	3956.539
6 ^{ος}	1031.3	2966.063
7 ^{ος}	828.78	2726.25
8 ^{ος}	306.92	2720.922

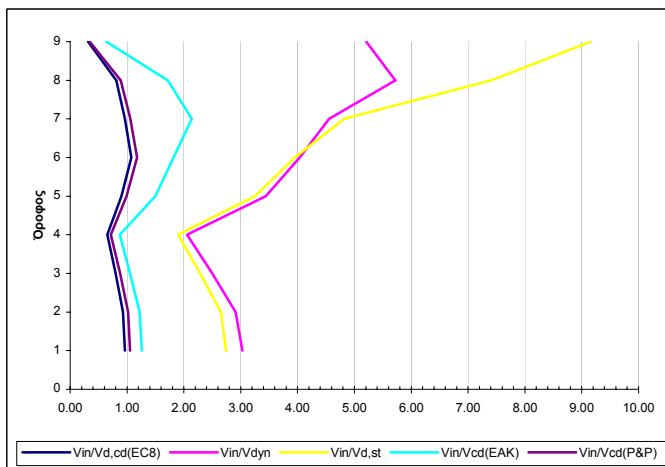
Πίνακας 3.96 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.79 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.74	3.03	0.96	1.26	1.05
1ος	2.65	2.91	0.93	1.22	1.02
2ος	2.29	2.50	0.80	1.05	0.88
3ος	1.89	2.06	0.65	0.87	0.71
4ος	3.25	3.44	0.90	1.50	0.99
5ος	3.95	4.04	1.07	1.82	1.18
6ος	4.82	4.55	0.96	2.14	1.06
7ος	7.41	5.72	0.81	1.72	0.89
8ος	9.16	5.21	0.31	0.64	0.35

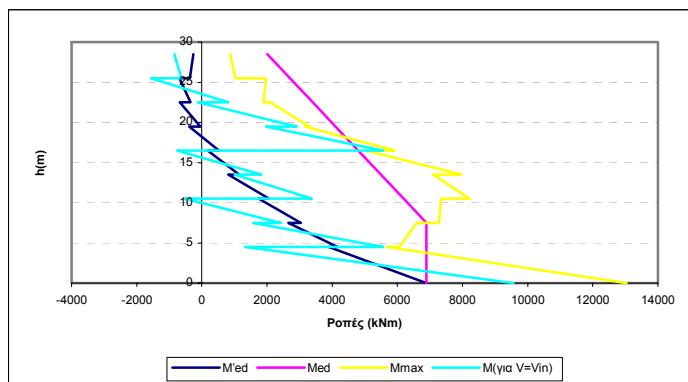
Πίνακας 3.97 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).



Σχήμα 3.80 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	13033.48	9562.44
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	5685.33	1334.15
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	6065.86	5563.81
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	6598.36	1578.31
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	7277.54	2424.65
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	7346.8	-519.43
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	8213.63	3373.29
	Κεφαλή	812.5	5497.6	7098.94	1007.49
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	7964.42	1818.94
	Κεφαλή	178.6	4799.6	5048.46	-759.01
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	5916.05	5567.77
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	3174.72	1973.64
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	3310.33	2917.1
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	2094.35	-122.41
8ος	Πόδας	-350	3403.7	1896.36	813.2
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	1966.37	-1567.23
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1023.7	-634.19
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	869.5	-847.59

Πίνακας 3.98 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.81 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα αυτό.

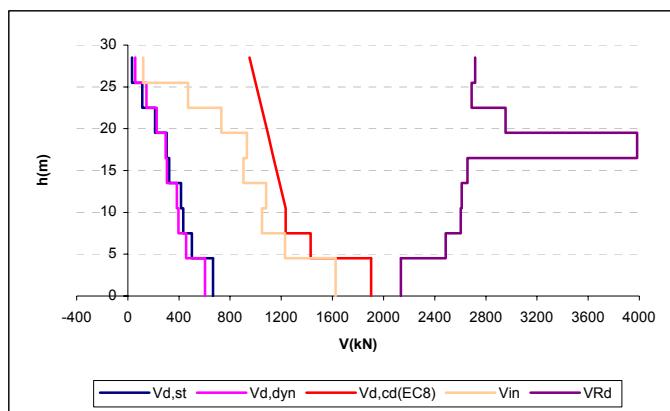
10) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 25

Στοιχεία ανάλυσης 25	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Θεοσαλονίκης
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.99 Στοιχεία ανάλυσης 25.

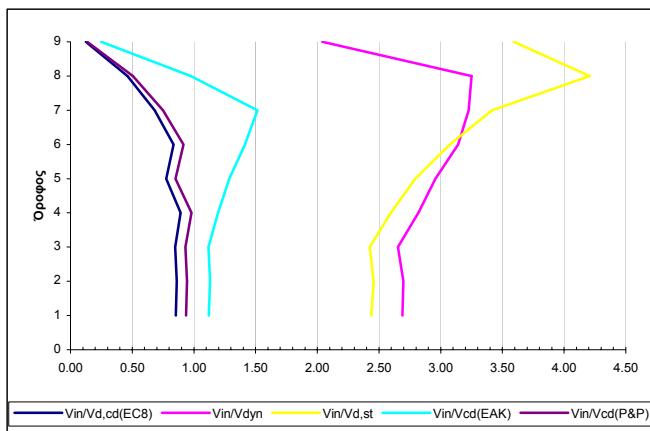
Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1624.15	2136.477
1ος	1230.17	2486.196
2ος	1048.74	2602.333
3ος	1081.06	2610.625
4ος	903.73	2654.906
5ος	931.97	3982.778
6ος	730.94	2953.293
7ος	470.84	2687.443
8ος	120.35	2716.704

Πίνακας 3.100 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.82 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.44	2.69	0.85	1.12	0.94
1ος	2.46	2.70	0.86	1.13	0.94
2ος	2.43	2.65	0.85	1.12	0.93
3ος	2.60	2.82	0.89	1.20	0.98
4ος	2.79	2.96	0.78	1.29	0.85
5ος	3.07	3.14	0.83	1.41	0.92
6ος	3.42	3.23	0.68	1.51	0.75
7ος	4.21	3.25	0.46	0.98	0.51
8ος	3.59	2.04	0.12	0.25	0.14

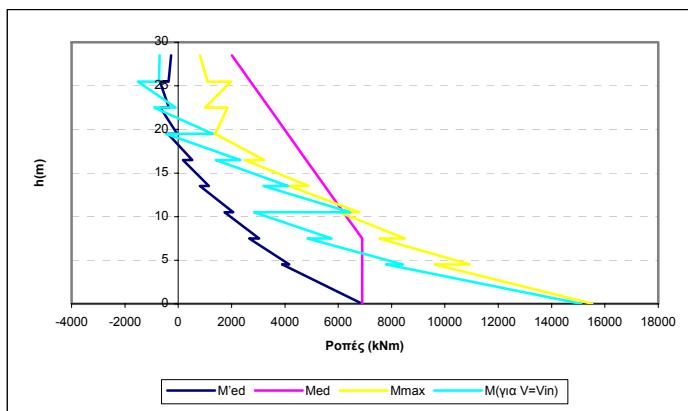
Πίνακας 3.101 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.83 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	15527.47	15107.04
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	9620.19	7798.39
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	10924.74	8419.4
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	7545.48	4849.87
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	8498.89	5743.65
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	6040.68	2844.89
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	6777.22	6436.39
	Κεφαλή	812.5	5497.6	4164.94	3198.41
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	4892.8	4117.93
	Κεφαλή	178.6	4799.6	2505.39	1409.72
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	3225.83	2330.88
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	1377.02	-465.03
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	1385.94	1293.41
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	1844.63	-899.4
8ος	Πόδας	-350	3403.7	1010.18	-102.06
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	1976.36	-1514.57
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1104.89	-720.27
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	807.6	-705.32

Πίνακας 3.102 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.84 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας ($M_{\gammaia V=Vin}$).

Τέλος πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος (ακόμη και τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας σε αυτή) ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό.

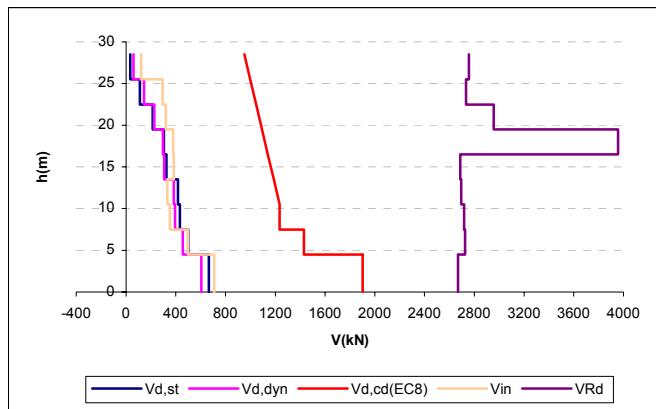
11) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 26

Στοιχεία ανάλυσης 26	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Θεσσαλονίκης
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαρμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαρμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.103 Στοιχεία ανάλυσης 26.

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	709.59	2667.632
1ος	496.88	2724.123
2ος	352.68	2717.103
3ος	333.15	2695.388
4ος	384.71	2686.522
5ος	378.97	3955.846
6ος	319.83	2955.915
7ος	294.65	2733.302
8ος	121.32	2757.273

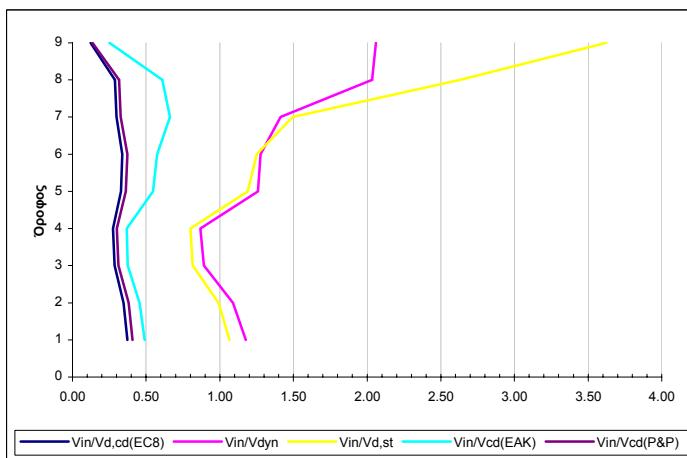
Πίνακας 3.104 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.85 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.06	1.18	0.37	0.49	0.41
1ος	0.99	1.09	0.35	0.46	0.38
2ος	0.82	0.89	0.29	0.38	0.31
3ος	0.80	0.87	0.28	0.37	0.30
4ος	1.19	1.26	0.33	0.55	0.36
5ος	1.25	1.28	0.34	0.58	0.37
6ος	1.49	1.41	0.30	0.66	0.33
7ος	2.63	2.03	0.29	0.61	0.32
8ος	3.62	2.06	0.12	0.25	0.14

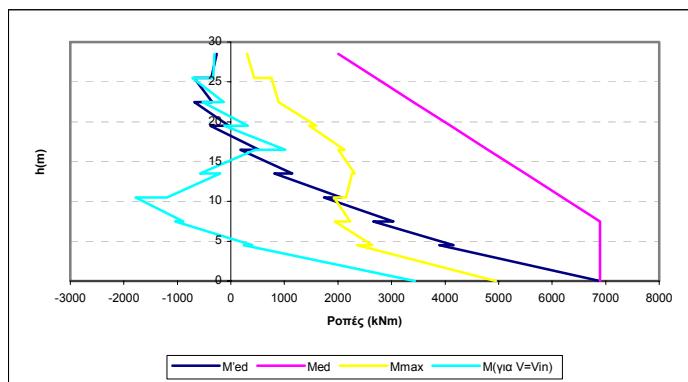
Πίνακας 3.105 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.86 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	4945.92	3435.39
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	2362.32	242.21
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	2638.88	400.25
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	1939.39	-1038.58
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	2227.01	-892.88
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	1925.6	-1778.66
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	2151.58	-1195.5
	Κεφαλή	812.5	5497.6	2262.87	-196.04
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	2311.17	-575.83
	Κεφαλή	178.6	4799.6	2005.62	456.21
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	2120.39	1017.68
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	1464.67	-119.23
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	1591.88	316.78
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	890.97	-526.86
8ος	Πόδας	-350	3403.7	888.33	-131.89
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	756.54	-719.01
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	438.37	-327.29
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	306.81	-306.81

Πίνακας 3.106 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δύναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δύναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.87 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δύναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα αυτό.

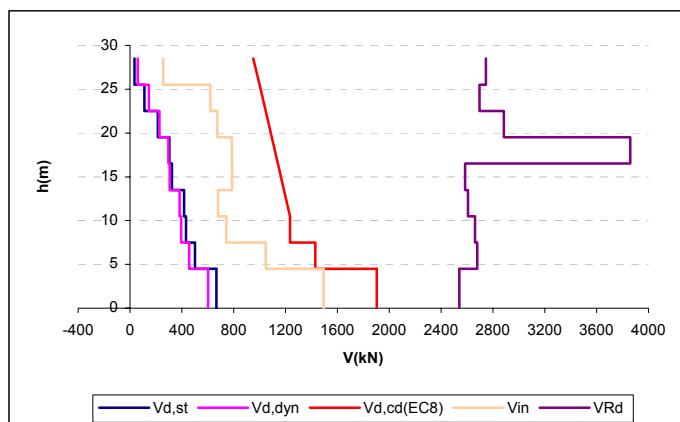
12) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 27

Στοιχεία ανάλυσης 27	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Θεσσαλονίκης
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef} = M_y / \phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef} = M_y / \phi_y$.

Πίνακας 3.107 Στοιχεία ανάλυσης 27.

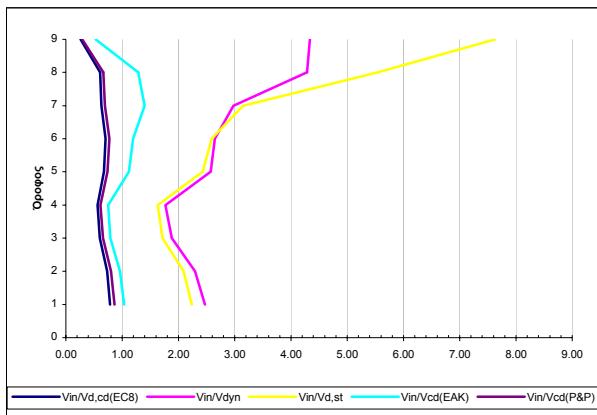
Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1493.45	2540.313
1ος	1046.04	2678.72
2ος	742.92	2662.796
3ος	678.61	2607.03
4ος	786.48	2586.255
5ος	786.33	3858.342
6ος	674.16	2883.49
7ος	620.65	2696.134
8ος	255.6	2745.435

Πίνακας 3.108 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.88 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.24	2.47	0.78	1.03	0.86
1ος	2.09	2.29	0.73	0.96	0.80
2ος	1.72	1.88	0.60	0.79	0.66
3ος	1.63	1.77	0.56	0.75	0.61
4ος	2.43	2.57	0.68	1.12	0.74
5ος	2.59	2.65	0.70	1.19	0.77
6ος	3.15	2.98	0.63	1.40	0.69
7ος	5.55	4.29	0.61	1.29	0.67
8ος	7.63	4.34	0.26	0.53	0.29

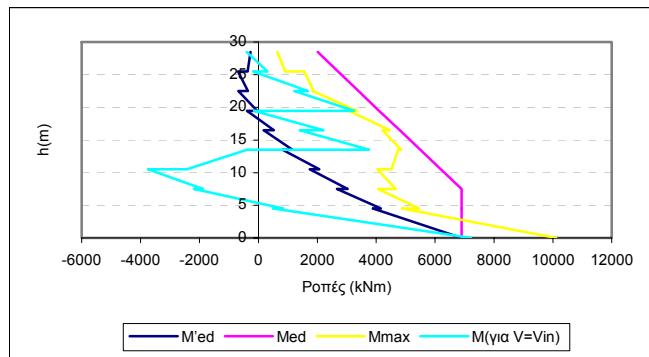
Πίνακας 3.109 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσές των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσές ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.89 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσές των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσές ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για \nu=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	10110.79	7224.8
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	4882.42	504.26
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	5450.62	836.48
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	4060.2	-2192.63
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	4659.74	-1886.73
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	4042.02	-3753
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	4525	-2424.1
	Κεφαλή	812.5	5497.6	4749.62	-388.28
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	4849.87	3758.58
	Κεφαλή	178.6	4799.6	4217.75	1399.15
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	4463.28	2207.98
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	3074.04	-151.02
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	3343.11	3244.74
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	1833.73	1222.27
8ος	Πόδας	-350	3403.7	1867.02	1675.62
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	1559.62	-186.32
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	902.52	305.73
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	643.45	-393.04

Πίνακας 3.110 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμό (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για \nu=V_{in}}$).



Σχήμα 3.90 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{\gammaia V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα αυτό.

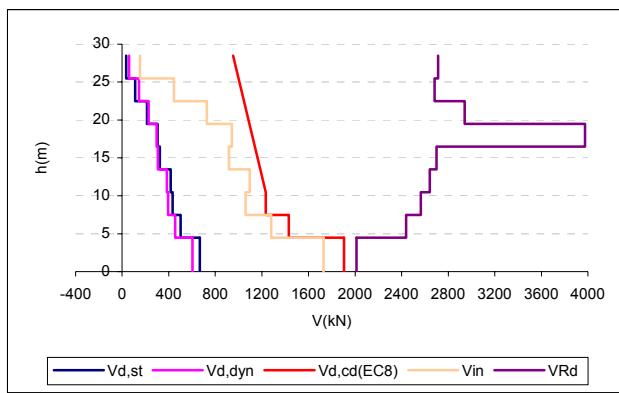
13) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 28

Στοιχεία ανάλυσης 28	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Σενάριο M=7.8
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.111 Στοιχεία ανάλυσης 28.

Οροφός	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1729.59	2012.555
1ος	1280.91	2439.364
2ος	1059.33	2564.343
3ος	1097.23	2640.746
4ος	918	2700
5ος	940.79	3974.609
6ος	727.07	2942.412
7ος	444.86	2683.112
8ος	152.77	2713.499

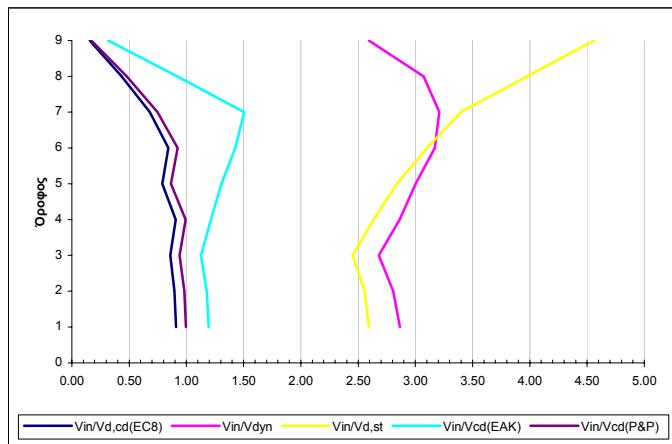
Πίνακας 3.112 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιον ελκυσμού.



Σχήμα 3.91 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.60	2.86	0.91	1.19	1.00
1ος	2.56	2.81	0.90	1.18	0.98
2ος	2.45	2.68	0.86	1.13	0.94
3ος	2.64	2.86	0.91	1.21	0.99
4ος	2.84	3.00	0.79	1.31	0.87
5ος	3.10	3.17	0.84	1.43	0.92
6ος	3.40	3.21	0.68	1.51	0.75
7ος	3.98	3.07	0.44	0.92	0.48
8ος	4.56	2.59	0.16	0.32	0.17

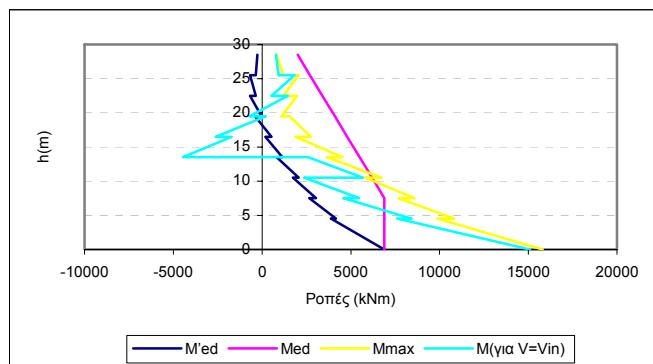
Πίνακας 3.113 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.92 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	15802.39	15091.63
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	9888.61	7623.49
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	10827.51	8426.81
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	7684.8	4584.07
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	8584.24	5452.06
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	5817.35	2371.61
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	6721.66	5671.73
	Κεφαλή	812.5	5497.6	3656.25	2592.18
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	4535.53	-4462.26
	Κεφαλή	178.6	4799.6	1875.68	-1716.95
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	2747.22	-2620.52
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	1558.48	201.85
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	1091.42	-721.18
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	1981.87	1445.57
8ος	Πόδας	-350	3403.7	1171.32	535.13
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	2068.42	1834.66
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1204.62	929
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	826.84	786.23

Πίνακας 3.114 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.93 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος (ακόμη και τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας σε αυτή) ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε καθ' ύψος του τοιχώματος αυτού.

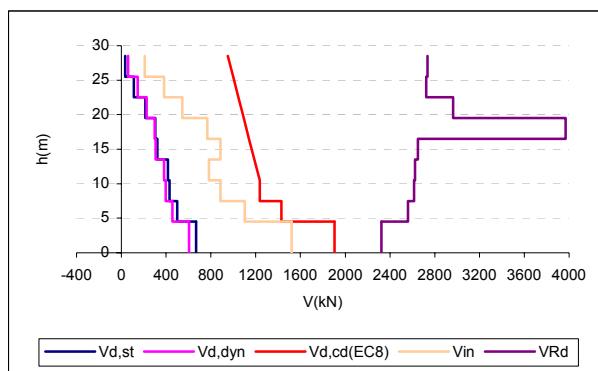
14) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 29

Στοιχεία ανάλυσης 29	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Σενάριο M=7.8
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y / \phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.115 Στοιχεία ανάλυσης 29.

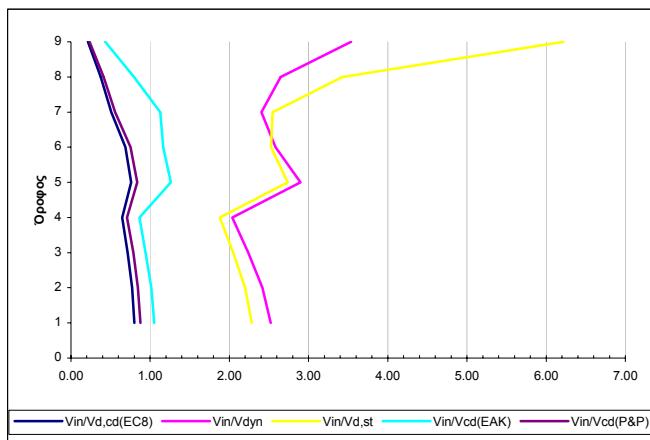
Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1522.52	2324.813
1ος	1101.85	2560.655
2ος	885.05	2614.623
3ος	781.37	2624.689
4ος	885.46	2648.699
5ος	766.47	3967.236
6ος	544.62	2963.112
7ος	383.45	2723.366
8ος	208.38	2734.646

Πίνακας 3.116 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.94 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.28	2.52	0.80	1.05	0.88
1ος	2.20	2.41	0.77	1.01	0.85
2ος	2.05	2.24	0.72	0.94	0.79
3ος	1.88	2.04	0.65	0.86	0.71
4ος	2.74	2.90	0.76	1.26	0.83
5ος	2.53	2.58	0.69	1.16	0.75
6ος	2.54	2.40	0.51	1.13	0.56
7ος	3.43	2.65	0.38	0.79	0.41
8ος	6.22	3.54	0.21	0.43	0.23

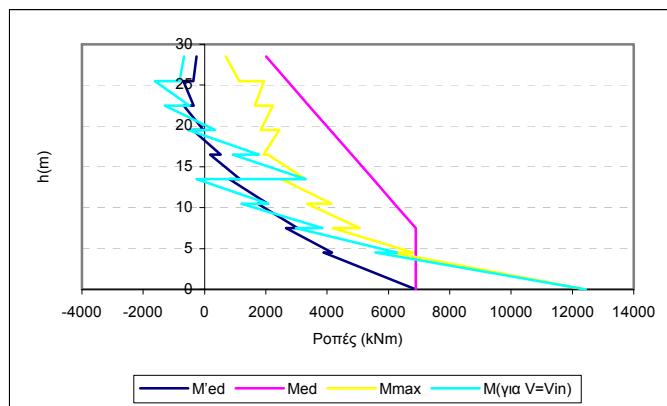
Πίνακας 3.117 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.95 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	12436.31	12436.31
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	6128.56	5585
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	6797.28	6278.06
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	4186.77	2979.07
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	5062.76	3849.02
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	3348.41	1203.11
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	4145.98	2087.16
	Κεφαλή	812.5	5497.6	2509.5	-256.95
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	3297.56	3297.56
	Κεφαλή	178.6	4799.6	2061.31	926.66
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	1931.54	1766.34
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	2435.91	-533.08
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	1833.52	337.95
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	2228.77	-1295.92
8ος	Πόδας	-350	3403.7	1641.43	-491.59
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	1937.85	-1613.61
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1135.47	-815.66
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	692.8	-668.32

Πίνακας 3.118 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχέδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.96 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αιστοχία δεν εκδηλώθηκε καθ' ύψος του τοιχώματος αυτού.

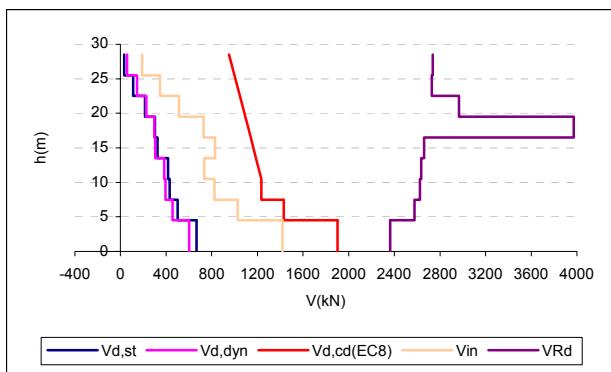
15) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 30

Στοιχεία ανάλυσης 30	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Σενάριο M=7.8
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Πίνακας 3.119 Στοιχεία ανάλυσης 30.

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1419.39	2363.68
1ος	1025.82	2577.437
2ος	824.39	2622.94
3ος	734.02	2634.673
4ος	830.7	2659.942
5ος	728.93	3972.371
6ος	511.28	2967.382
7ος	348.07	2727.821
8ος	188.48	2735.559

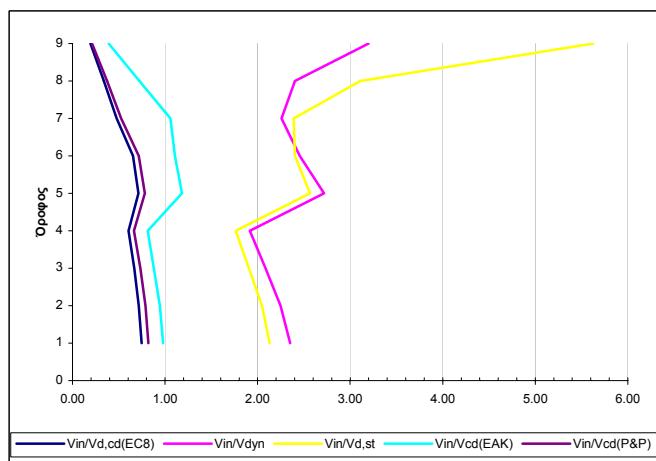
Πίνακας 3.120 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αισιοδοξές διαγώνιον ελκυσμού.



Σχήμα 3.97 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεώρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.13	2.35	0.75	0.98	0.82
1ος	2.05	2.25	0.72	0.94	0.79
2ος	1.91	2.09	0.67	0.88	0.73
3ος	1.76	1.91	0.61	0.81	0.67
4ος	2.57	2.72	0.71	1.18	0.78
5ος	2.40	2.46	0.65	1.11	0.72
6ος	2.39	2.26	0.48	1.06	0.52
7ος	3.11	2.40	0.34	0.72	0.37
8ος	5.63	3.20	0.19	0.39	0.21

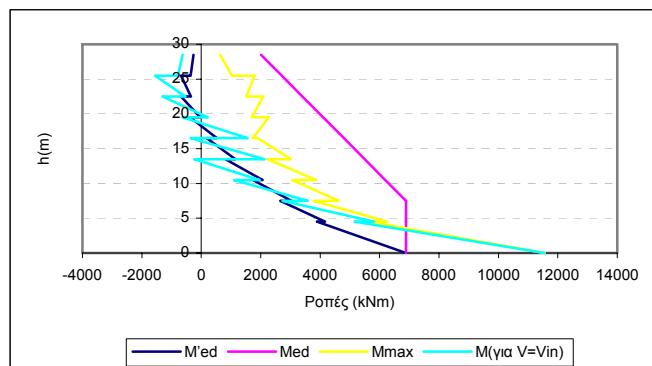
Πίνακας 3.121 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.98 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	11568.74	11557.22
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	5634.07	5169.97
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	6258.02	5815.23
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	3775.65	2737.77
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	4626.37	3581.2
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	3066.56	1108.03
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	3864.02	1971.63
	Κεφαλή	812.5	5497.6	2232.06	-230.43
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	3016.74	2131.36
	Κεφαλή	178.6	4799.6	1904.55	-360.73
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	1732.43	1556.27
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	2270.92	-630.53
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	1698.06	223.99
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	2086.38	-1309.86
8ος	Πόδας	-350	3403.7	1514.04	-530.81
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	1798.41	-1558.91
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1032.69	-785.7
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	636.72	-630.15

Πίνακας 3.122 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δύναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δύναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.99 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δύναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε καθ' ύψος του τοιχώματος αυτού.

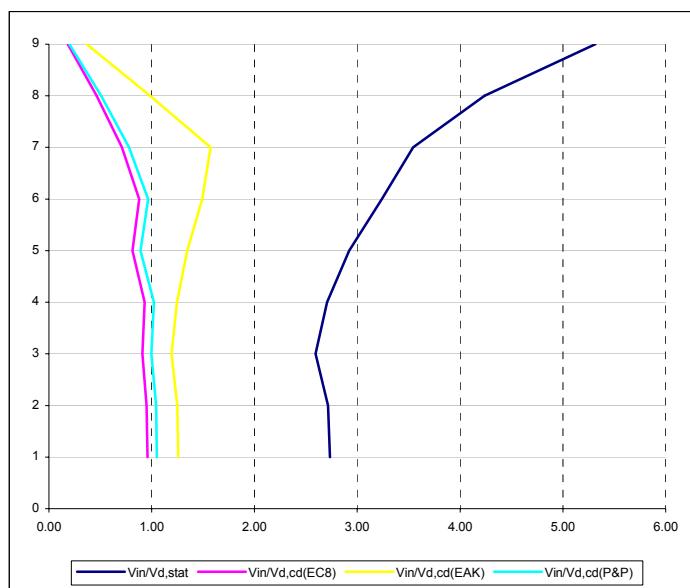
16) Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των αναλύσεων για την σεισμική δράση ελέγχου της O.K.A. τον φορέα Dual 1.

α) Για δυσκαμψία EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$
Ισόγειο	1822.504	0.007	0.96	2.73	1.26	1.05
1ος	1359.198	0.007	0.95	2.71	1.25	1.04
2ος	1120.768	0.004	0.91	2.59	1.19	1.00
3ος	1126.4	0.003	0.93	2.71	1.25	1.02
4ος	944.688	0.002	0.81	2.92	1.34	0.89
5ος	982.022	0.004	0.88	3.24	1.49	0.96
6ος	758.308	0.003	0.71	3.54	1.57	0.78
7ος	474.218	0.004	0.46	4.24	0.98	0.51
8ος	178.036	0.002	0.18	5.31	0.37	0.20

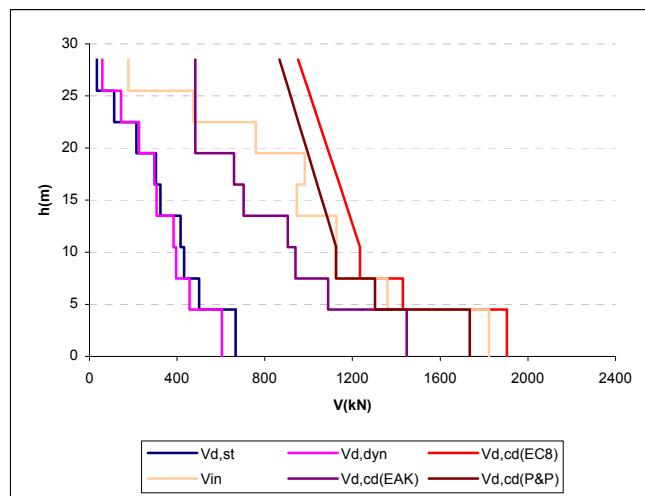
Πίνακας 3.123 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$.

Οι μέσοι όροι των λόγων των τεμνουσών του προηγούμενου πίνακα έχουν σχεδιασθεί στο ακόλουθο σχήμα:



Σχήμα 3.100 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$.

Αντίστοιχα οι μέσοι όροι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα από κοινού με τις τέμνουσες της ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης, τις τέμνουσες της δυναμικής φασματικής ανάλυσης καθώς και τις ικανοτικές τέμνουσες προσδιορισμένες είτε με βάση τους κανονισμούς EC8 και EAK είτε με βάση το μοντέλο των Paulay και Priestley.

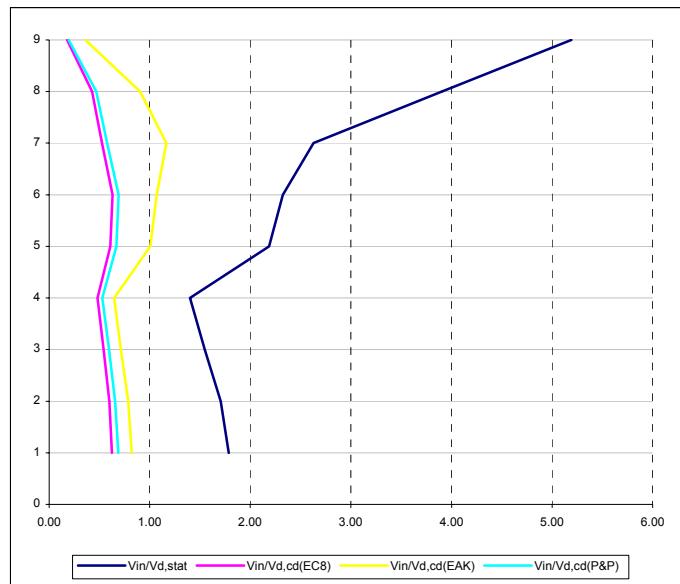


Σχήμα 3.101 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(EC8)$ & $V_{d,cd}(EAK)$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(P&P)$), και των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για τη δυσκαμψία που προβλέπει για τα δομικά στοιχεία ο EC8.

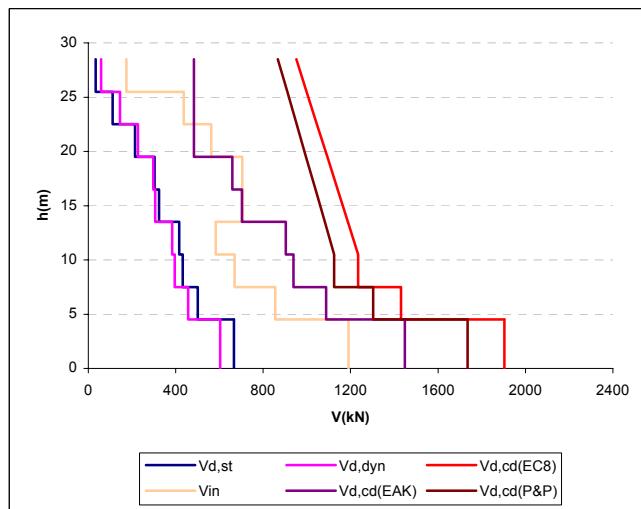
β) Για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1190.442	0.037	0.63	1.79	0.82	0.69
1ος	855.198	0.044	0.60	1.71	0.79	0.66
2ος	668.506	0.048	0.54	1.55	0.71	0.59
3ος	582.98	0.038	0.48	1.40	0.64	0.53
4ος	707.436	0.047	0.61	2.19	1.01	0.67
5ος	704.536	0.046	0.63	2.32	1.07	0.69
6ος	562.446	0.028	0.53	2.63	1.17	0.58
7ος	436.918	0.014	0.43	3.90	0.91	0.47
8ος	173.906	0.003	0.18	5.19	0.36	0.20

Πίνακας 3.124 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$, V_{in} καθός και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$.



Σχήμα 3.102 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,stat}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$.

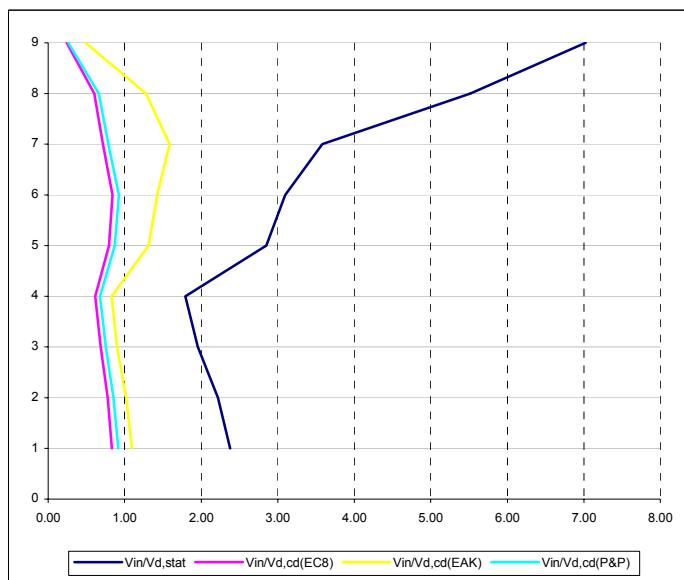


Σχήμα 3.103 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(EC8)$ & $V_{d,cd}(EAK)$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(P&P)$), και των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για δυσκαμψία $EI_e=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

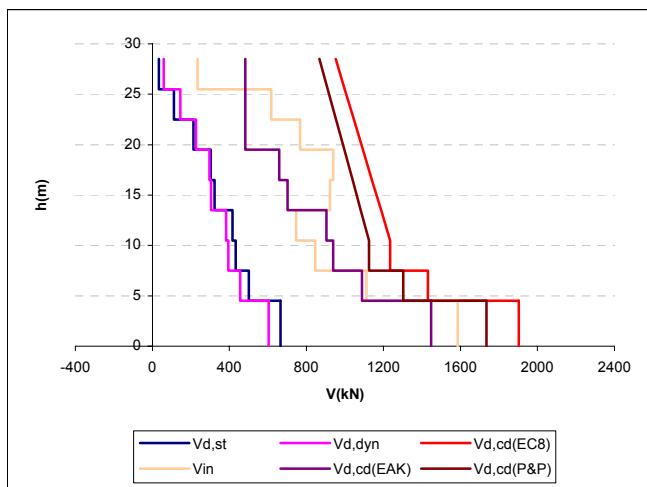
γ) Για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1585.838	0.035	0.83	2.38	1.10	0.91
1ος	1111.832	0.019	0.78	2.22	1.02	0.85
2ος	844.958	0.010	0.68	1.95	0.90	0.75
3ος	746.476	0.004	0.62	1.79	0.83	0.68
4ος	922.334	0.017	0.79	2.85	1.31	0.87
5ος	938.822	0.043	0.84	3.10	1.42	0.92
6ος	766.546	0.054	0.72	3.58	1.59	0.79
7ος	617.18	0.053	0.60	5.52	1.28	0.66
8ος	235.248	0.004	0.24	7.02	0.49	0.26

Πίνακας 3.125 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$.



Σχήμα 3.104 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$.



Σχήμα 3.105 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(EC8)$ & $V_{d,cd}(EAK)$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(P&P)$), και των μέσων όρων των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για δυσκαμψία $EI_e=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνουσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_e=M_y/\phi_y$.

3.5.1.3 Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ (2.0A_d)

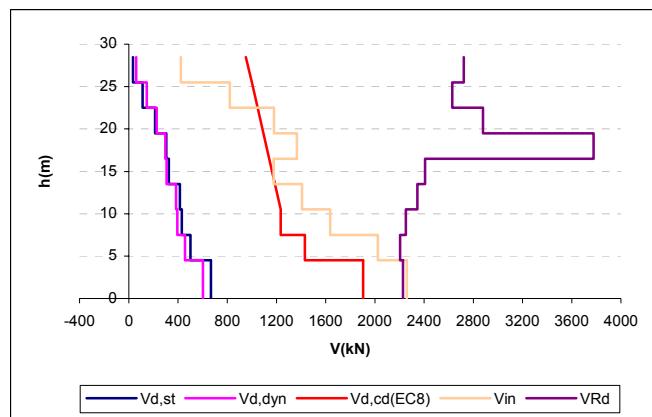
1) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 31

Στοιχεία ανάλυσης 31	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Αθηνών
Στάθμη έντασης	2.0 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_e=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.126 Στοιχεία ανάλυσης 31.

Όροφος	V _{in} [kN]	V _{Rd} [kN]
Iσόγειο	2259.55	2228.353
1ος	2024.21	2205.983
2ος	1636.52	2253.229
3ος	1407.35	2344.802
4ος	1177.32	2406.623
5ος	1366	3777.655
6ος	1180.5	2878.566
7ος	821.62	2629.184
8ος	423.72	2723.136

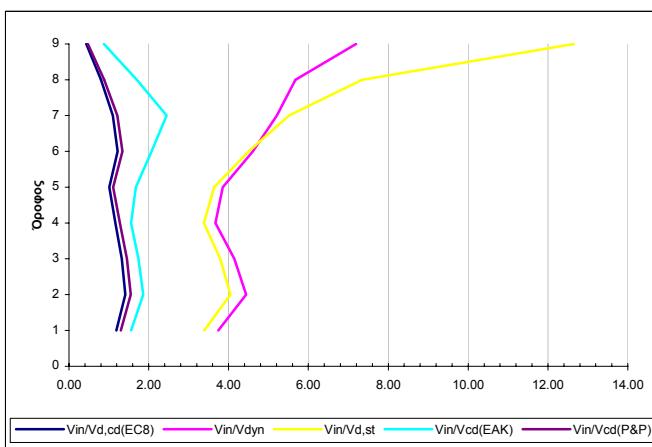
Πίνακας 3.127 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.107 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τέμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	3.39	3.74	1.19	1.56	1.30
1ος	4.04	4.44	1.42	1.86	1.55
2ος	3.79	4.14	1.33	1.74	1.45
3ος	3.38	3.67	1.16	1.56	1.28
4ος	3.64	3.85	1.01	1.67	1.11
5ος	4.50	4.60	1.22	2.07	1.34
6ος	5.52	5.21	1.10	2.45	1.21
7ος	7.34	5.67	0.80	1.70	0.88
8ος	12.65	7.19	0.43	0.88	0.48

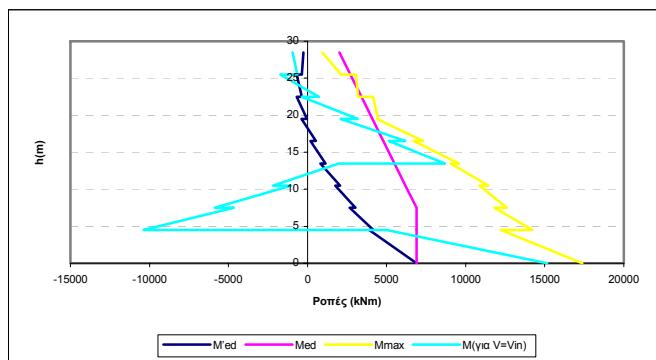
Πίνακας 3.128 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.108 Λόγοι των μέγιστων τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	17381.37	15153.77
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	12237.71	4985.79
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	14216.55	-10384.8
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	11823.35	-4666.29
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	12602.36	-5855.2
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	10882.56	-1030.35
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	11445.65	-2187.97
	Κεφαλή	812.5	5497.6	9056.55	1979.94
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	9583.3	8676.44
	Κεφαλή	178.6	4799.6	6708.04	5144.5
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	7302.03	6188.11
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	4384.29	2093.9
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	4475.68	3175.76
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	4133.1	-365.74
8ος	Πόδας	-350	3403.7	3185.32	707.33
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	3064.55	-1725.5
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	2118.87	-651.07
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	941.74	-940.91

Πίνακας 3.129 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.109 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε στη βάση του τοιχώματος (ακόμη και τη χρονική στιγμή εκδήλωσης των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονούσων) ενώ στο στοιχείο ισογείου του τοιχώματος εκδηλώθηκε αστοχία από διαγώνιο ελκυσμό του σκυροδέματος (βλέπε και σχήμα 3.107 τις V_{in} και V_{rd}).

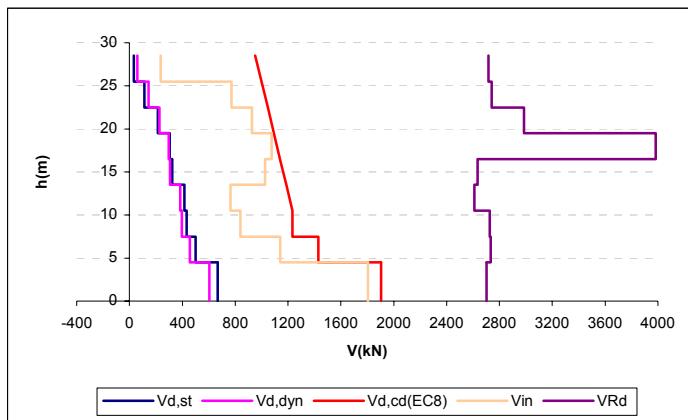
2) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 32

Στοιχεία ανάλυσης 32	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Αθηνών
Στάθμη έντασης	2.0 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EI _{ef} =M _y /φ _y
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.130 Στοιχεία ανάλυσης 32.

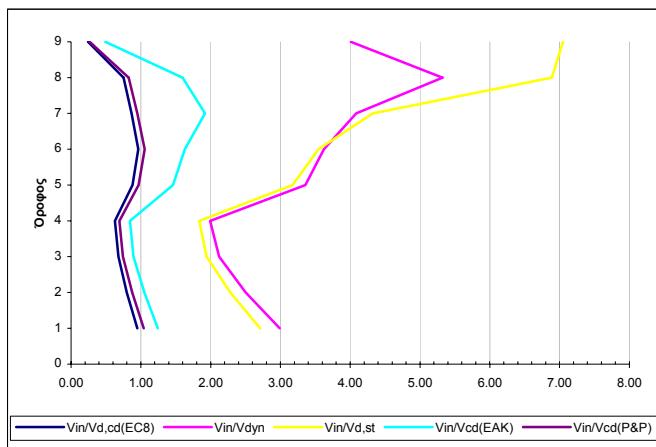
Όροφος	V _{in} [kN]	V _{Rd} [kN]
Iσόγειο	1805.16	2702.335
1ος	1141.91	2733.15
2ος	839.28	2726.706
3ος	764.78	2611.954
4ος	1026.2	2635.336
5ος	1075.3	3982.593
6ος	926.22	2984.918
7ος	770.89	2741.43
8ος	236.16	2717.606

Πίνακας 3.131 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.110 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.71	2.99	0.95	1.25	1.04
1ος	2.28	2.50	0.80	1.05	0.88
2ος	1.94	2.12	0.68	0.89	0.75
3ος	1.84	1.99	0.63	0.85	0.69
4ος	3.17	3.36	0.88	1.46	0.97
5ος	3.55	3.62	0.96	1.63	1.06
6ος	4.33	4.09	0.87	1.92	0.95
7ος	6.89	5.32	0.75	1.60	0.83
8ος	7.05	4.01	0.24	0.49	0.27

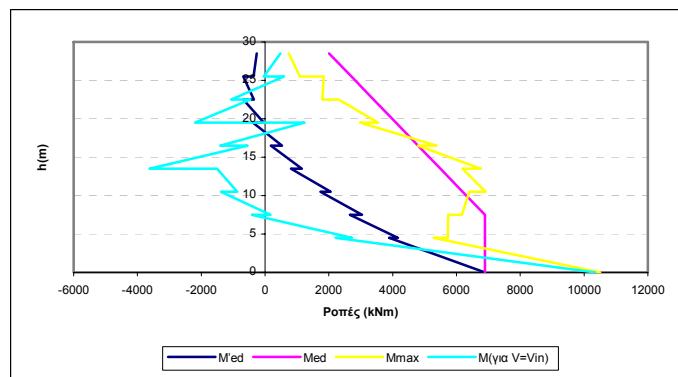
Πίνακας 3.132 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.111 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	10502.48	10339.48
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	5291.71	2216.27
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	5726.73	2727.01
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	5737.42	-415.12
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	6170.45	171.39
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	6403.02	-1384.31
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	6912.66	-868.08
	Κεφαλή	812.5	5497.6	6194.03	-1504.93
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	6760.94	-3621.83
	Κεφαλή	178.6	4799.6	4798.39	-556.67
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	5377.39	-1404.97
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	2975.07	1237.34
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	3539.28	-2196.2
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	2312.27	-456.77
8ος	Πόδας	-350	3403.7	1793.03	-1060.28
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	1841.08	589.99
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1092.65	-37.69
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	738.18	485.91

Πίνακας 3.133 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.112 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε στα στοιχεία του τοιχώματος αυτού.

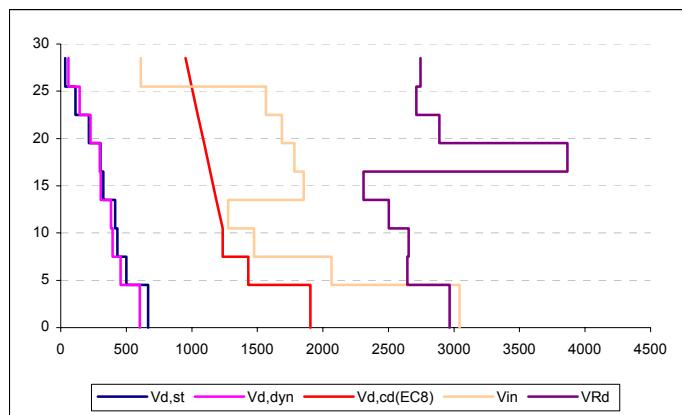
3) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 33

Στοιχεία ανάλυσης 33	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Αθηνών
Στάθμη έντασης	2.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου O.K.K)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Πίνακας 3.134 Στοιχεία ανάλυσης 33.

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	3042.41	2966.758
1ος	2065.99	2645.314
2ος	1475.46	2653.705
3ος	1275.89	2503.709
4ος	1852.88	2309.46
5ος	1782.63	3865.199
6ος	1688.33	2888.503
7ος	1565.45	2712.145
8ος	610.81	2743.98

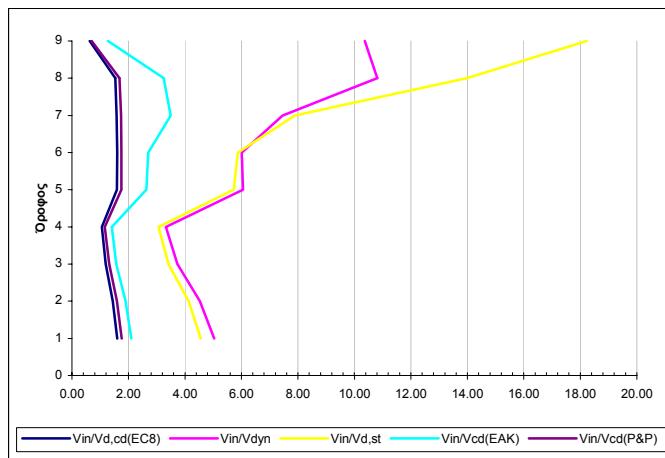
Πίνακας 3.135 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.113 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in}/V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	4.56	5.04	1.60	2.10	1.75
1ος	4.13	4.53	1.44	1.90	1.59
2ος	3.41	3.73	1.19	1.57	1.31
3ος	3.07	3.33	1.05	1.41	1.16
4ος	5.73	6.06	1.59	2.64	1.75
5ος	5.88	6.01	1.60	2.71	1.75
6ος	7.89	7.45	1.58	3.50	1.73
7ος	13.99	10.81	1.53	3.24	1.68
8ος	18.23	10.37	0.63	1.27	0.69

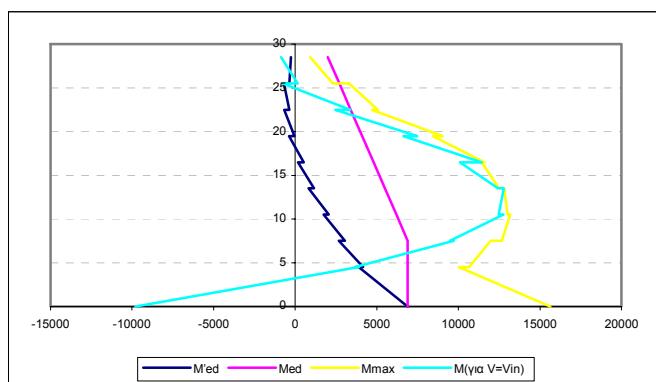
Πίνακας 3.136 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.



Σχήμα 3.114 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	15634.15	9795.36
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	10026.17	-3895.47
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	10671.93	-3667.95
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	11984.9	-9714.95
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	12675.37	-9491.83
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	13171.69	-12775.1
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	13021.81	-12471.2
	Κεφαλή	812.5	5497.6	12810.57	-12790.6
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	12488.68	-12429.8
	Κεφαλή	178.6	4799.6	11435.67	-10091.2
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	11603.82	-11434.5
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	8434.78	-6628.31
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	9029.78	-7490.37
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	4711.66	-2447.92
8ος	Πόδας	-350	3403.7	5071.81	-3369.53
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	3299.15	780
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	2316.36	-160.31
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	920.14	861.73

Πίνακας 3.137 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.115 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστικές αρθρώσεις σχηματίσθηκαν στη βάση του τοιχώματος, στη βάση και στη κεφαλή του 3^{ου} ορόφου καθώς και στις βάσεις του 4^{ου} και 5^{ου} ορόφου (ακόμη και τη χρονική στιγμή εκδήλωσης των μεγίστων απολύτων τιμών τέμνουσών) ενώ στο στοιχείο του ισογείου εκδηλώθηκε αστοχία από διαγώνιο ελκυσμό του σκυροδέματος (βλέπε και σχήμα 3.113 τις V_{in} και V_{Rd}).

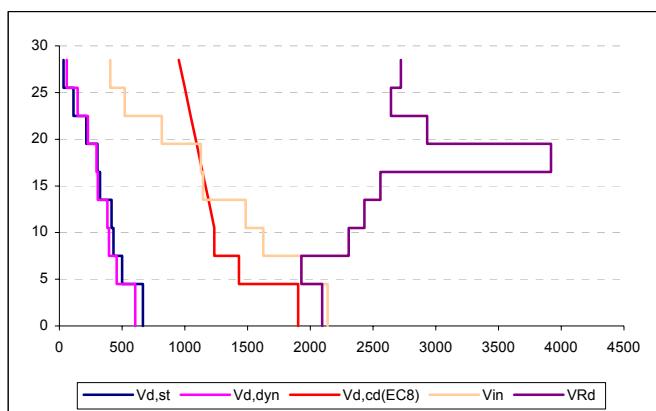
4) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 34

Στοιχεία ανάλυσης 34	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Βόλου
Στάθμη έντασης	2.0 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου O.K.K)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.138 Στοιχεία ανάλυσης 34.

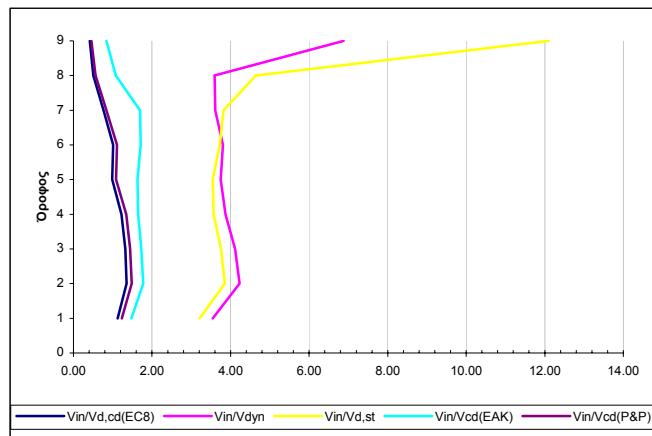
Όροφος	V _{in} [kN]	V _{Rd} [kN]
Iσόγειο	2138.81	2095.435
1ος	1929.17	1928.013
2ος	1625.61	2306.484
3ος	1484.74	2432.007
4ος	1145.84	2559.392
5ος	1128.42	3919.486
6ος	817.43	2930.907
7ος	520.22	2642.052
8ος	405.43	2721.007

Πίνακας 3.139 Μέγιστρες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.116 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in}/V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	3.21	3.54	1.12	1.48	1.23
1ος	3.85	4.23	1.35	1.77	1.48
2ος	3.76	4.11	1.32	1.73	1.44
3ος	3.57	3.87	1.23	1.64	1.35
4ος	3.54	3.75	0.98	1.63	1.08
5ος	3.72	3.80	1.01	1.71	1.11
6ος	3.82	3.61	0.76	1.69	0.84
7ος	4.65	3.59	0.51	1.08	0.56
8ος	12.10	6.88	0.42	0.84	0.46

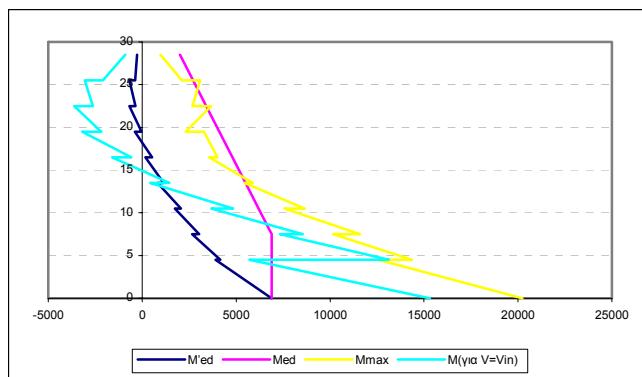
Πίνακας 3.140 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.



Σχήμα 3.117 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	20234.32	15319.55
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	12566.24	5694.89
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	14351.6	13127.19
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	10164.5	7339.68
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	11583.49	8541.03
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	7580.92	3681.15
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	8650.86	4838.33
	Κεφαλή	812.5	5497.6	5441.82	435.75
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	5898.24	1453.96
	Κεφαλή	178.6	4799.6	3557.51	-1589.23
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	4010.03	-581.87
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	3283.43	-3190.08
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	2320.18	-2180.5
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	3660.35	-3614.83
8ος	Πόδας	-350	3403.7	2670.23	-2625.16
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	3086.28	-3066.32
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	2110.06	-2092.09
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	970.42	-891.65

Πίνακας 3.141 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.118 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\gammaia V=Vin}$).

Πλαστικές αρθρώσεις σχηματίσθηκαν στη βάση του τοιχώματος και στη βάση του 1^{ου} ορόφου (ακόμη και τη χρονική στιγμή εκδήλωσης των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνοντών) ενώ στο στοιχείο τοιχώματος του ισογείου και του 1^{ου} ορόφου εκδηλώθηκε αισθοχία από διαγώνιο ελκυσμό του σκυροδέματος (βλέπε και σχήμα 3.116 τις V_{in} και V_{Rd}).

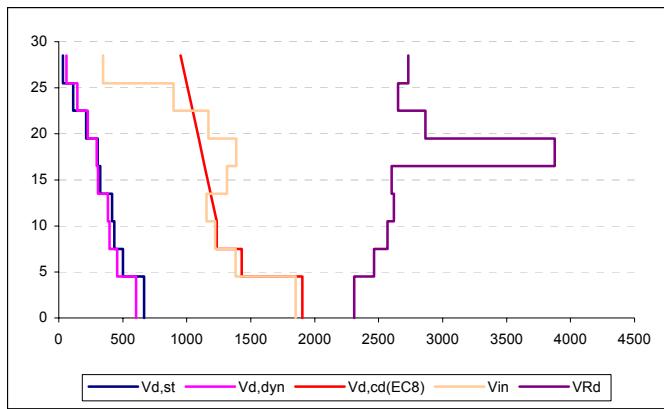
5) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 35

Στοιχεία ανάλυσης 35	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Βόλου
Στάθμη έντασης	2.0 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.142 Στοιχεία ανάλυσης 35.

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1850.42	2309.561
1 ^{ος}	1382.4	2465.05
2 ^{ος}	1220.89	2568.132
3 ^{ος}	1153.42	2620.218
4 ^{ος}	1315.81	2601.443
5 ^{ος}	1388.45	3877.269
6 ^{ος}	1169.57	2865.891
7 ^{ος}	897.05	2652.425
8 ^{ος}	345.7	2732.806

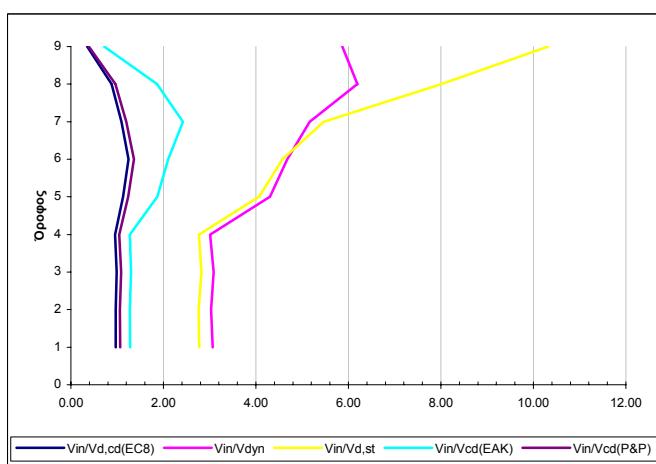
Πίνακας 3.143 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.119 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (VR_d) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in}/V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	2.78	3.07	0.97	1.28	1.07
1ος	2.76	3.03	0.97	1.27	1.06
2ος	2.82	3.09	0.99	1.30	1.09
3ος	2.77	3.01	0.95	1.28	1.05
4ος	4.07	4.30	1.13	1.87	1.24
5ος	4.58	4.68	1.24	2.11	1.36
6ος	5.47	5.16	1.09	2.42	1.20
7ος	8.02	6.19	0.88	1.86	0.96
8ος	10.32	5.87	0.35	0.72	0.39

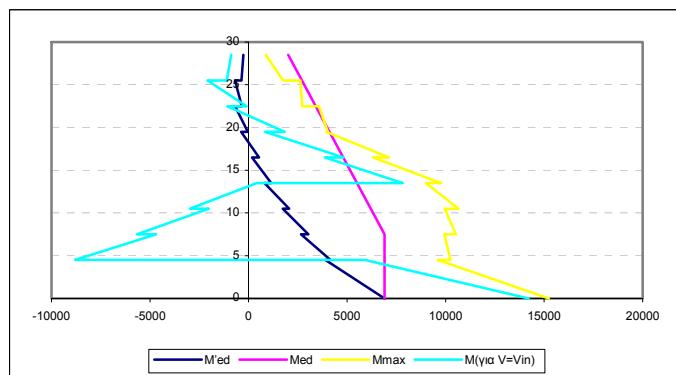
Πίνακας 3.144 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.



Σχήμα 3.120 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	15231.65	14222.13
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	9607.21	5895.25
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	10247.41	-8791.65
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	9948.46	-4683.98
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	10530.57	-5667.77
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	9960.4	-2015.21
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	10655.69	-2976.1
	Κεφαλή	812.5	5497.6	8999.51	423.29
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	9775.69	7826.05
	Κεφαλή	178.6	4799.6	6312.66	3878.63
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	7122.41	4813.51
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	3946.76	843.31
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	4022.6	1835.27
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	3568.71	-1084.71
8ος	Πόδας	-350	3403.7	2730.16	-107.03
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	2634.92	-2090.05
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1746.34	-1113.59
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	878.77	-878.77

Πίνακας 3.145 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δύναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δύναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.121 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δύναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος (ακόμη και τη χρονική στιγμή εκδήλωσης των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών) ενώ στο στοιχείο τοιχώματος του ισογείου εκδηλώθηκε αστοχία από διαγώνιο ελκυσμό του σκυροδέματος (βλέπε και σχήμα 3.119 τις V_{in} και V_{rd}).

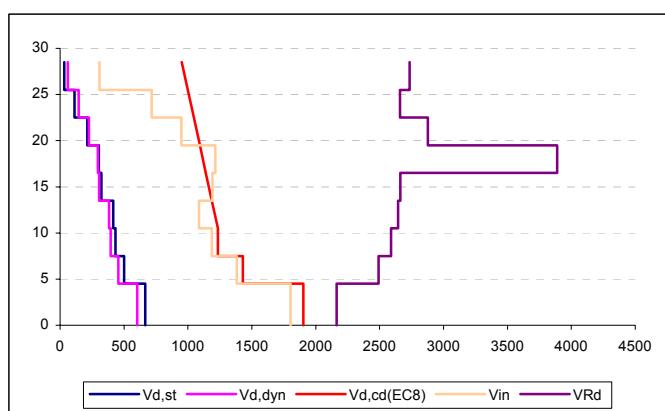
6) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 36

Στοιχεία ανάλυσης 36	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Βόλου
Στάθμη έντασης	2.0 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef} = M_y / \phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef} = M_y / \phi_y$.

Πίνακας 3.146 Στοιχεία ανάλυσης 36.

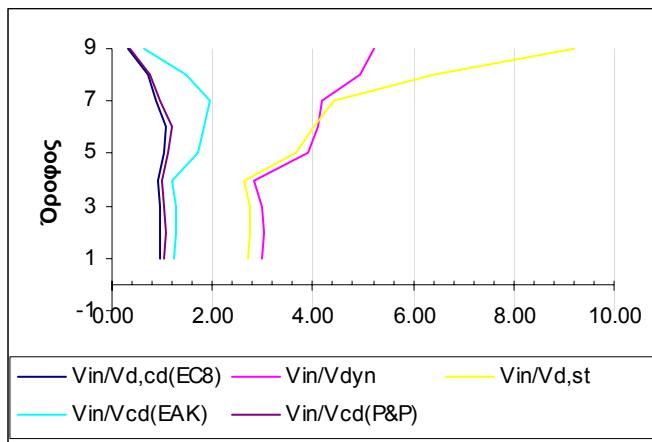
Όροφος	V _{in} [kN]	V _{Rd} [kN]
Iσόγειο	1802.33	2164.441
1ος	1382.52	2490.578
2ος	1187.19	2589.856
3ος	1087.68	2645.136
4ος	1191.99	2660.692
5ος	1215.19	3888.608
6ος	948.75	2876.743
7ος	716.42	2660.304
8ος	308.26	2735.226

Πίνακας 3.147 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιων ελκυσμού.

Σχήμα 3.122 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσεις αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.70	2.99	0.95	1.24	1.04
1ος	2.76	3.03	0.97	1.27	1.06
2ος	2.75	3.00	0.96	1.26	1.06
3ος	2.61	2.84	0.90	1.20	0.99
4ος	3.68	3.90	1.02	1.70	1.12
5ος	4.01	4.10	1.09	1.84	1.19
6ος	4.43	4.19	0.89	1.97	0.97
7ος	6.40	4.95	0.70	1.48	0.77
8ος	9.20	5.23	0.32	0.64	0.35

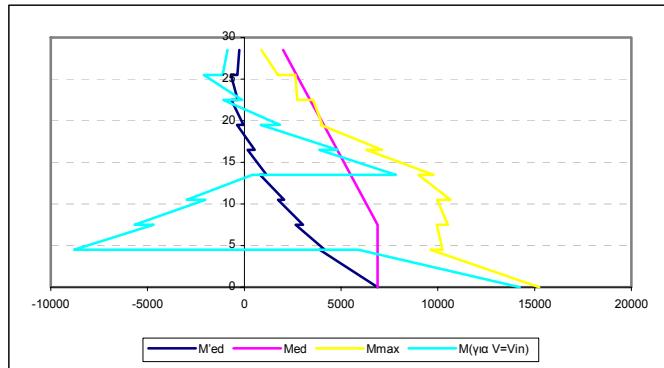
Πίνακας 3.148 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.123 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	15014.26	14954.8
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	8021.03	7589.22
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	8679.91	8448.06
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	7841.89	4474.55
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	8555.74	5427.89
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	7762.42	1882.88
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	8536.22	2811.34
	Κεφαλή	812.5	5497.6	6827.16	-451.7
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	7631.36	-6167.12
	Κεφαλή	178.6	4799.6	4427.47	-2591.15
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	5236.72	-3511.7
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	3687.3	-20.44
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	2782.65	-980.54
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	3325.75	1442.16
8ος	Πόδας	-350	3403.7	2495.04	491.84
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	2426.88	2118.54
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1602.87	1173.98
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	861.34	855.83

Πίνακας 3.149 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλοντες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.124 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{\gammaia V=Vin}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος (ακόμη και τη χρονική στιγμή εκδήλωσης των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών) ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε κάποιο στοιχείο του τοιχώματος.

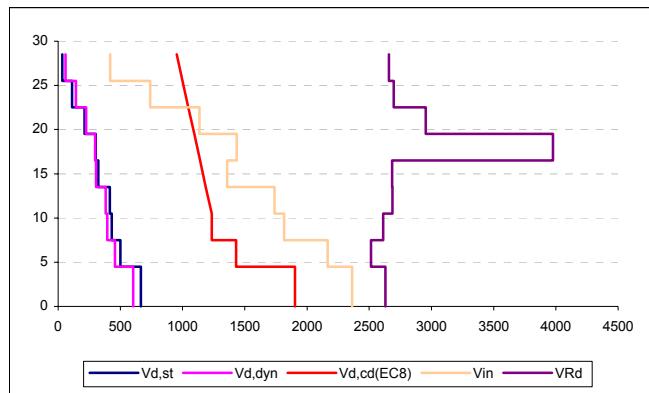
7) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 37

Στοιχεία ανάλυσης 37	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Αιγίου
Στάθμη έντασης	2.0 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 (EI _{ef} =0.5EI _g)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.150 Στοιχεία ανάλυσης 37.

Όροφος	V _{in} [kN]	V _{Rd} [kN]
Iσόγειο	2361.89	2628.996
1ος	2165.79	2515.436
2ος	1816.69	2611.312
3ος	1740.09	2687.398
4ος	1359.94	2683.386
5ος	1435.01	3975.097
6ος	1134.85	2953.031
7ος	739.87	2697.302
8ος	419.2	2658.212

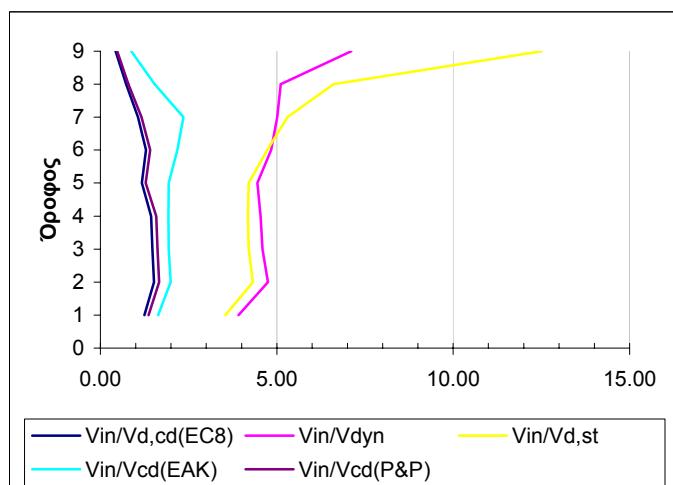
Πίνακας 3.151 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.125 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in}/V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	3.54	3.91	1.24	1.63	1.36
1ος	4.32	4.75	1.51	1.99	1.66
2ος	4.20	4.60	1.47	1.93	1.61
3ος	4.18	4.54	1.44	1.92	1.58
4ος	4.20	4.45	1.17	1.93	1.28
5ος	4.73	4.84	1.28	2.18	1.41
6ος	5.30	5.01	1.06	2.35	1.16
7ος	6.61	5.11	0.72	1.53	0.79
8ος	12.51	7.11	0.43	0.87	0.47

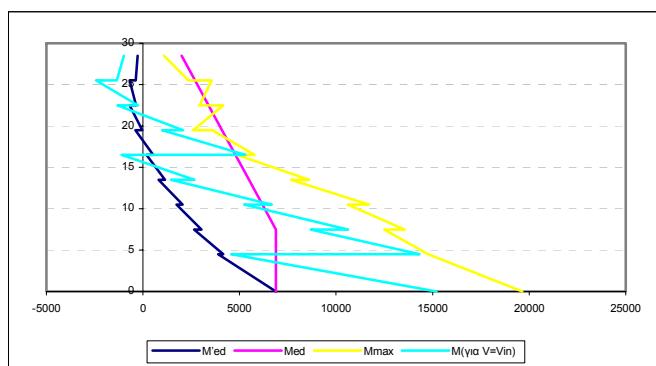
Πίνακας 3.152 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)}$).



Σχήμα 3.126 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)}$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	19654.92	15211.87
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	14777.34	4583.38
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	14779.75	14319.66
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	12492.86	8696.35
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	13552.94	10624.12
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	10614.01	5245.39
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	11695.29	6668.57
	Κεφαλή	812.5	5497.6	7671.96	1455.1
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	8610.78	2675.6
	Κεφαλή	178.6	4799.6	4861.84	-1100.18
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	5770.17	5294.55
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	3602.73	989.53
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	2603.26	2064.73
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	4165.8	-1322.43
8ος	Πόδας	-350	3403.7	2936.74	-245.19
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	3572.8	-2420.85
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	2347.04	-1346.26
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	1097.97	-982.99

Πίνακας 3.153 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}),μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}),μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντος από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.127 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}),μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}),μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντος ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε στη βάση του τοιχώματος του ισογείου, του 1^ο ορόφου καθώς και του 2^ο (ακόμη και τη χρονική στιγμή εκδήλωσης των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών) ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε κάποιο στοιχείο του τοιχώματος.

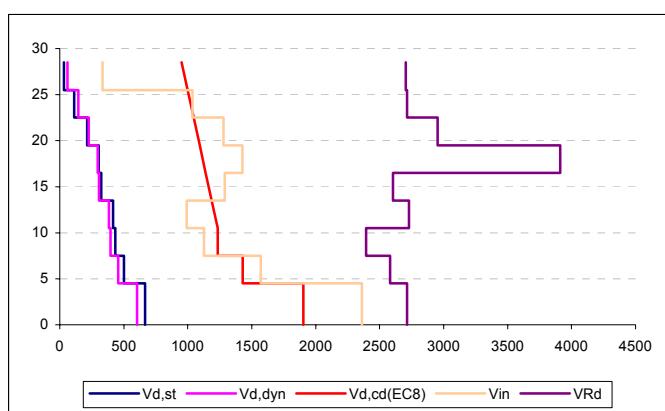
8) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 38

Στοιχεία ανάλυσης 38	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Αιγίου
Στάθμη έντασης	2.0 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου O.K.K)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EI _{ef} =M _y /φ _y
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.154 Στοιχεία ανάλυσης 38.

Όροφος	V _{in} [kN]	V _{Rd} [kN]
Iσόγειο	2360.81	2714.823
1ος	1569.38	2580.793
2ος	1126.81	2394.411
3ος	992.56	2729.062
4ος	1290.53	2603.975
5ος	1427.6	3912.305
6ος	1279.74	2951.43
7ος	1037.69	2715.044
8ος	332.65	2704.472

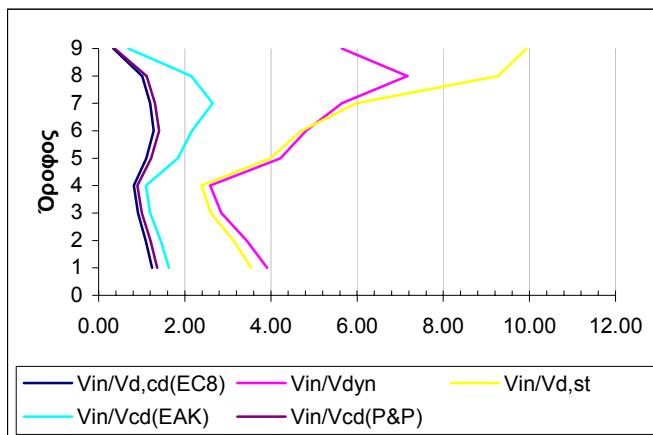
Πίνακας 3.155 Μέγιστρες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.128 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεώρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	3.54	3.91	1.24	1.63	1.36
1ος	3.13	3.44	1.10	1.44	1.20
2ος	2.61	2.85	0.91	1.20	1.00
3ος	2.38	2.59	0.82	1.10	0.90
4ος	3.99	4.22	1.11	1.84	1.22
5ος	4.71	4.81	1.28	2.17	1.40
6ος	5.98	5.65	1.20	2.65	1.31
7ος	9.27	7.16	1.01	2.15	1.11
8ος	9.93	5.64	0.34	0.69	0.37

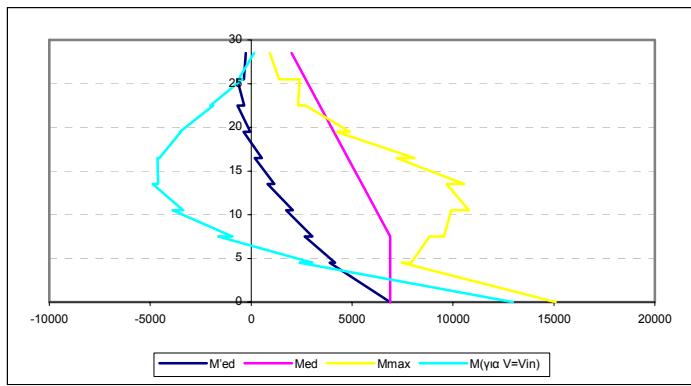
Πίνακας 3.156 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.129 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	15087.88	12954.33
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	7450.04	2401.08
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	7933.39	3035.44
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	8830.03	-1626.15
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	9550.41	-929.93
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	9923.18	-3899.88
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	10785.57	-3369.59
	Κεφαλή	812.5	5497.6	9681.88	-4873.17
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	10546.87	-4608.35
	Κεφαλή	178.6	4799.6	7211.71	-4645.33
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	8098.32	-4550.62
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	4228.95	-3484.28
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	4888.7	-3535.85
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	2700.33	-1885.69
8ος	Πόδας	-350	3403.7	2324.91	-2025.34
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	2401.74	-446.49
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1376.92	-632
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	929.08	153.26

Πίνακας 3.157 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχέδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.130 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος του ισογείου (ακόμη και τη χρονική στιγμή εκδήλωσης των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών) ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε κάποιο στοιχείο του τοιχώματος.

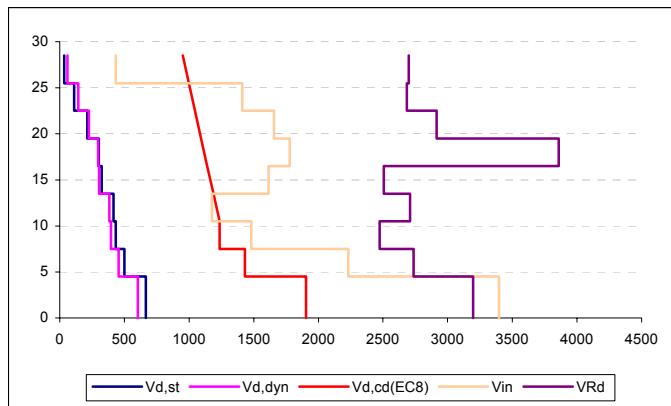
9) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 39

Στοιχεία ανάλυσης 39	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Αιγίου
Στάθμη έντασης	2.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Πίνακας 3.158 Στοιχεία ανάλυσης 39.

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	3398.24	3197.742
1 ^{ος}	2230.89	2735.946
2 ^{ος}	1481.9	2474.37
3 ^{ος}	1175.93	2708.892
4 ^{ος}	1615.12	2506.005
5 ^{ος}	1778.7	3859.189
6 ^{ος}	1656.74	2914.743
7 ^{ος}	1411.93	2685.809
8 ^{ος}	434.42	2699.938

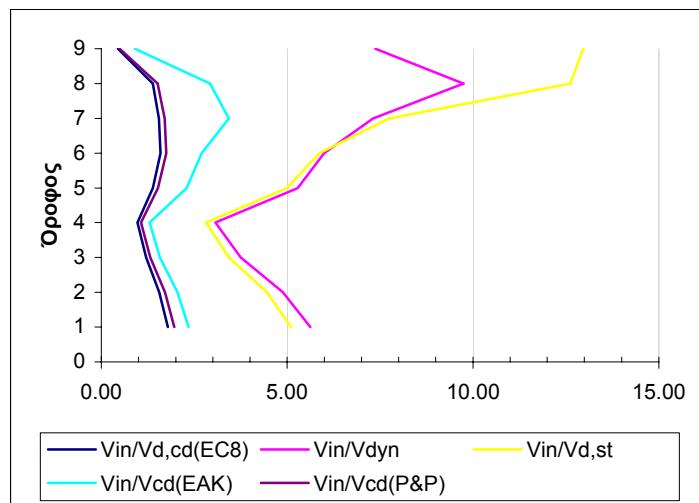
Πίνακας 3.159 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.131 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in}/V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	5.10	5.63	1.79	2.35	1.96
1ος	4.45	4.89	1.56	2.05	1.71
2ος	3.43	3.75	1.20	1.58	1.32
3ος	2.83	3.07	0.97	1.30	1.07
4ος	4.99	5.28	1.39	2.30	1.52
5ος	5.86	5.99	1.59	2.70	1.75
6ος	7.74	7.31	1.55	3.43	1.70
7ος	12.62	9.75	1.38	2.93	1.52
8ος	12.97	7.37	0.45	0.90	0.49

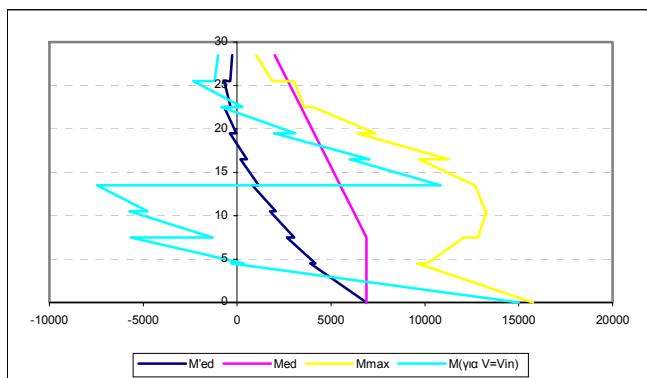
Πίνακας 3.160 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & ($V_{d,cd(P&P)}$)).



Σχήμα 3.132 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & ($V_{d,cd(P&P)}$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	15763.66	14986.59
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	9572.01	-305.48
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	10127.1	354.61
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	12080.57	-5663.84
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	12837.92	-1291.4
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	13285.27	-5737.1
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	13228.93	-4778.55
	Κεφαλή	812.5	5497.6	12671.62	-7466.49
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	12642.26	10841.47
	Κεφαλή	178.6	4799.6	9685.89	5996.12
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	11254.29	7046.31
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	6410.85	1961.58
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	7387.69	3097.85
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	4013.51	-844.11
8ος	Πόδας	-350	3403.7	3568.12	286.99
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	3021.73	-2332.03
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1881.42	-1189.89
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	1022.34	-1018.36

Πίνακας 3.161 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.133 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε στη βάση του τοιχώματος στο ισόγειο, στο 3^o και στον 4^o όροφο καθώς και στη κεφαλή του τοιχώματος στο δεύτερο όροφο (ακόμη και τη χρονική στιγμή εκδήλωσης των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών) ενώ στο στοιχείο τοιχώματος του ισογείου εκδηλώθηκε αστοχία από διαγώνιο ελκυσμό του σκυροδέματος (βλέπε και σχήμα 3.131 τις V_{in} και V_{Rd}).

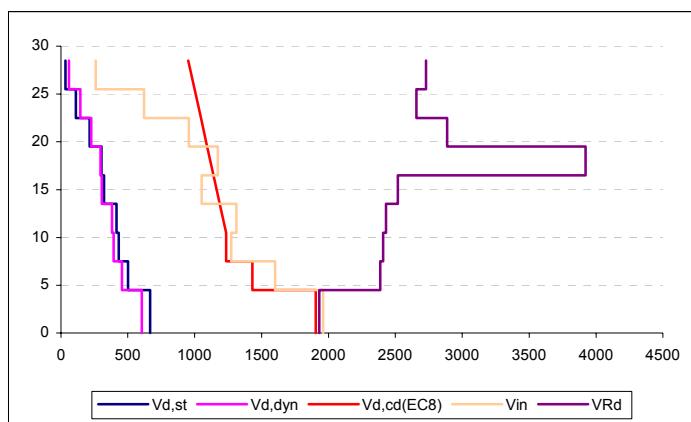
10) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 40

Στοιχεία ανάλυσης 40	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Θεσσαλονίκης
Στάθμη έντασης	2.0 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.162 Στοιχεία ανάλυσης 40.

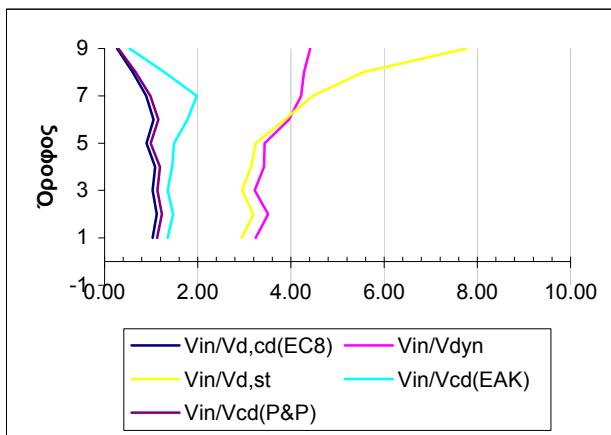
Όροφος	V _{in} [kN]	V _{Rd} [kN]
Iσόγειο	1959.43	1931.424
1ος	1601.91	2387.347
2ος	1273.68	2409.079
3ος	1311.45	2430.411
4ος	1050.36	2518.849
5ος	1174.22	3921.91
6ος	955.15	2887.394
7ος	620.61	2656.721
8ος	259.98	2728.017

Πίνακας 3.163 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.134 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αντές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.94	3.25	1.03	1.35	1.13
1ος	3.20	3.51	1.12	1.47	1.23
2ος	2.95	3.22	1.03	1.36	1.13
3ος	3.15	3.42	1.08	1.45	1.19
4ος	3.25	3.44	0.90	1.49	0.99
5ος	3.87	3.96	1.05	1.78	1.15
6ος	4.46	4.22	0.89	1.98	0.98
7ος	5.55	4.29	0.61	1.29	0.67
8ος	7.76	4.41	0.27	0.54	0.29

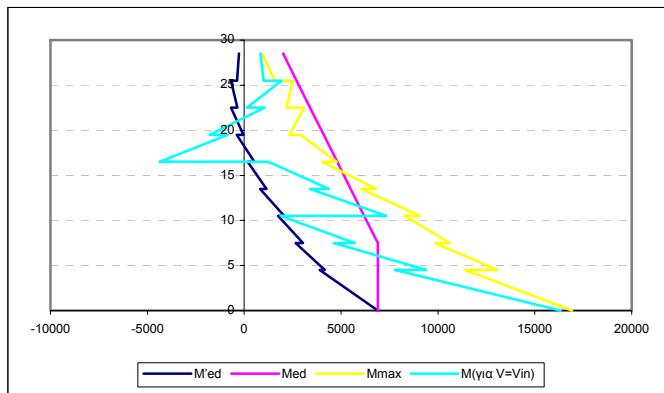
Πίνακας 3.164 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.135 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	16925.71	16335.26
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	11396.17	7767.57
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	13061.45	9387.93
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	9859.99	4638.73
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	10618.91	5706.18
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	8281.03	1885.14
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	9071.78	7329.49
	Κεφαλή	812.5	5497.6	6039.69	3395.15
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	6811.99	4378.32
	Κεφαλή	178.6	4799.6	4022.44	1254.06
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	4766.89	-4374.21
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	2922.79	-851.55
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	2324.35	-1783.34
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	3097.6	1052.8
8ος	Πόδας	-350	3403.7	2176.67	125.44
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	2504.65	1920.15
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1588.6	997.33
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	914.22	836.95

Πίνακας 3.165 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.136 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\gammaia V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος στο ισόγειο (ακόμη και τη χρονική στιγμή εκδήλωσης των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών) ενώ στο στοιχείο τοιχώματος του ισογείου εκδηλώθηκε αστοχία από διαγώνιο ελκυσμό του σκυροδέματος (βλέπε και σχήμα 3.134 τις V_{in} και V_{Rd}).

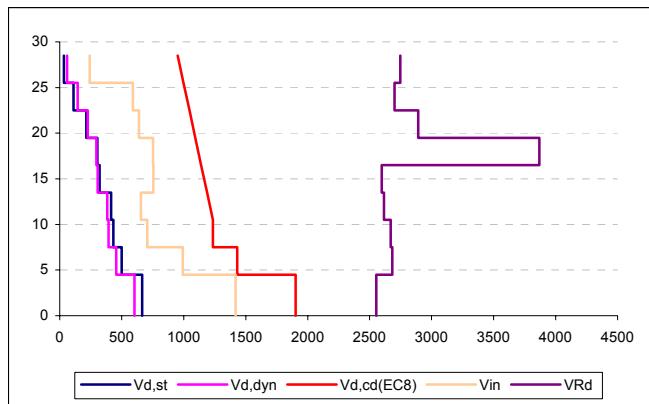
11) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 41

Στοιχεία ανάλυσης 41	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Θεσσαλονίκης
Στάθμη έντασης	2.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.166 Στοιχεία ανάλυσης 41.

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	1419.25	2553.067
1ος	994.06	2683.023
2ος	705.99	2668.141
3ος	655.66	2615.317
4ος	754.42	2596.077
5ος	751.98	3868.21
6ος	640.58	2890.704
7ος	589.75	2699.085
8ος	242.82	2746.833

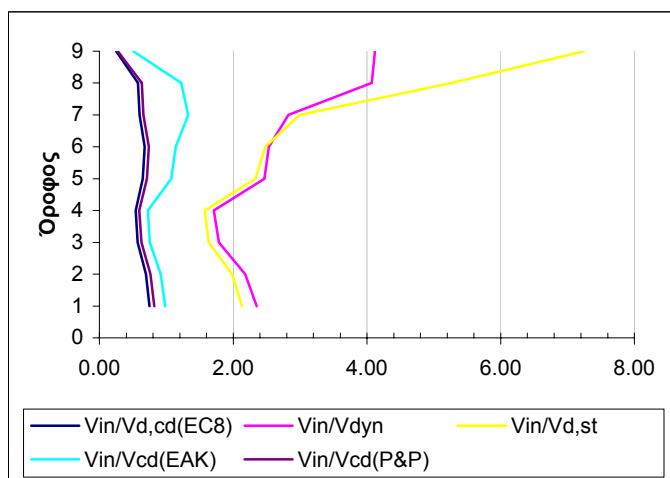
Πίνακας 3.167 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιον ελκυσμού.



Σχήμα 3.137 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (VR_d) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.13	2.35	0.75	0.98	0.82
1ος	1.98	2.18	0.70	0.91	0.76
2ος	1.63	1.79	0.57	0.75	0.63
3ος	1.58	1.71	0.54	0.73	0.59
4ος	2.33	2.47	0.65	1.07	0.71
5ος	2.48	2.53	0.67	1.14	0.74
6ος	2.99	2.83	0.60	1.33	0.66
7ος	5.27	4.07	0.58	1.22	0.63
8ος	7.25	4.12	0.25	0.50	0.27

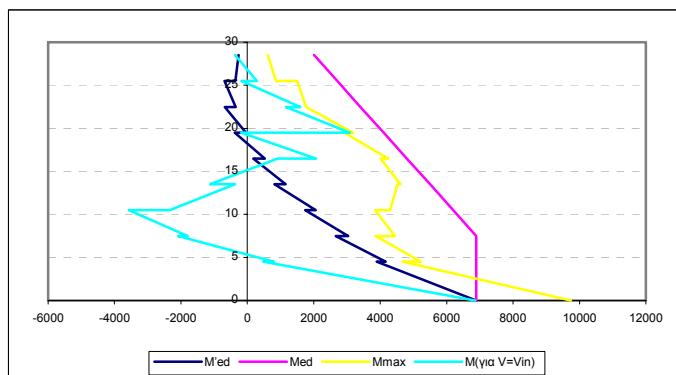
Πίνακας 3.168 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.138 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	9740.72	6865.46
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	4676.79	478.85
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	5223.66	794.54
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	3865.66	-2084.03
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	4438.61	-1793.38
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	3841.7	-3566.81
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	4295.38	-2337.37
	Κεφαλή	812.5	5497.6	4514.33	-370.39
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	4609.58	-1117.55
	Κεφαλή	178.6	4799.6	4008.81	915.66
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	4241.63	2072.84
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	2921.82	-183.09
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	3177.64	3083.48
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	1768.68	1161.74
8ος	Πόδας	-350	3403.7	1774.41	1592.52
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	1497.24	-176.72
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	864.26	290.84
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	611.97	-373.57

Πίνακας 3.169 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}),μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}),μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.139 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}),μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}),μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα.

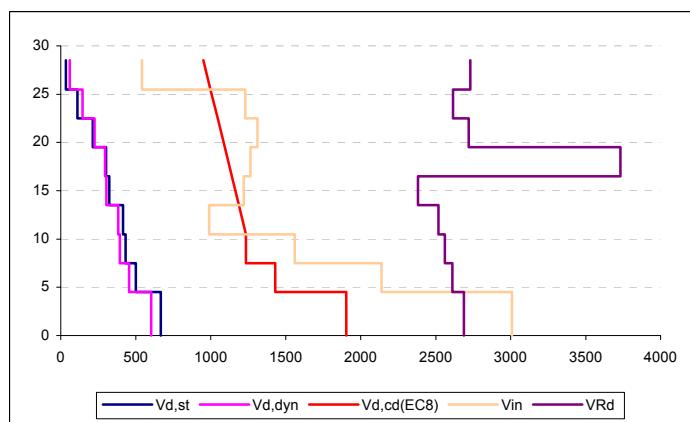
12) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 42

Στοιχεία ανάλυσης 42	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Θεσσαλονίκης
Στάθμη έντασης	2.0 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου O.K.K)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EI _{ef} =M _y /φ _y
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων EI _{ef} =M _y /φ _y .

Πίνακας 3.170 Στοιχεία ανάλυσης 42.

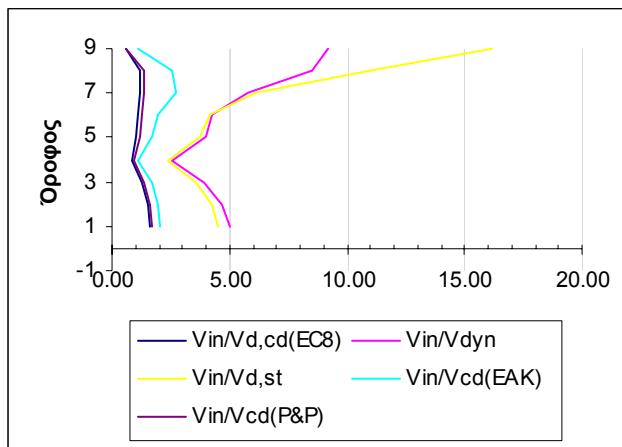
Όροφος	V _{in} [kN]	V _{Rd} [kN]
Iσόγειο	3007.84	2688.933
1ος	2138.13	2610.978
2ος	1561.39	2560.495
3ος	989.48	2518.402
4ος	1219.37	2381.117
5ος	1264.64	3731.602
6ος	1311.05	2720.021
7ος	1229.26	2616.003
8ος	542.55	2730.498

Πίνακας 3.171 Μέγιστρες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.140 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις (V_{d,st} & V_{d,dyn}), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό (V_{d,cd(EC8)}), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	4.51	4.98	1.58	2.08	1.73
1ος	4.27	4.69	1.49	1.97	1.64
2ος	3.61	3.95	1.26	1.66	1.39
3ος	2.38	2.58	0.82	1.09	0.90
4ος	3.77	3.99	1.05	1.73	1.15
5ος	4.17	4.26	1.13	1.92	1.24
6ος	6.13	5.79	1.23	2.72	1.35
7ος	10.99	8.49	1.20	2.55	1.32
8ος	16.20	9.21	0.56	1.12	0.61

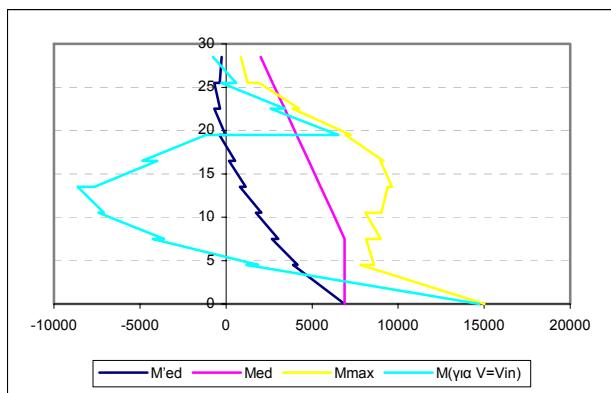
Πίνακας 3.172 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.141 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος	M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για \nu=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	15007.04
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	7822.9
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	8603.89
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	-4245.79
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	-3600.62
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	-7418.4
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	-7107.08
	Κεφαλή	812.5	5497.6	-8619.67
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	-7644.46
	Κεφαλή	178.6	4799.6	-3986.37
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	-4862.06
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	-1160.3
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	6521.53
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	2588.38
8ος	Πόδας	-350	3403.7	3406.79
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	-280.98
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	581.69
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	-761.57

Πίνακας 3.173 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για \nu=V_{in}}$).



Σχήμα 3.142 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος στο ισόγειο (ακόμη και τη χρονική στιγμή εκδήλωσης των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών) ενώ στο στοιχείο τοιχώματος του ισογείου εκδηλώθηκε αστοχία από διαγώνιο ελκυσμό του σκυροδέματος (βλέπε και σχήμα 3.140 τις V_{in} και V_{Rd}).

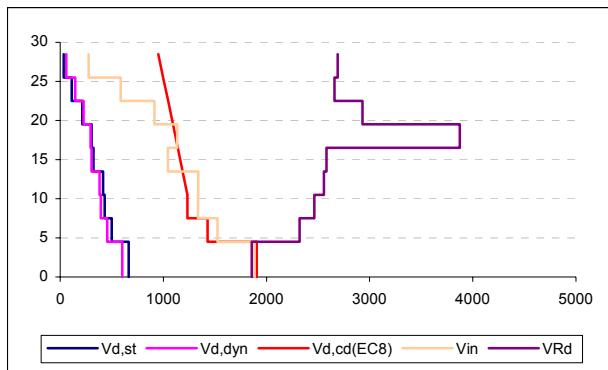
13) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 43

Στοιχεία ανάλυσης 43	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Σενάριο M=7.8
Στάθμη έντασης	2.0 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου O.K.K)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 (EI _{ef} =0.5EI _g)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.174 Στοιχεία ανάλυσης 43.

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1885.94	1858.435
1ος	1525.8	2319.903
2ος	1335.62	2463.335
3ος	1340.72	2556.187
4ος	1043.84	2581.845
5ος	1135.19	3875.691
6ος	914.85	2929.395
7ος	587.54	2658.552
8ος	275.7	2689.756

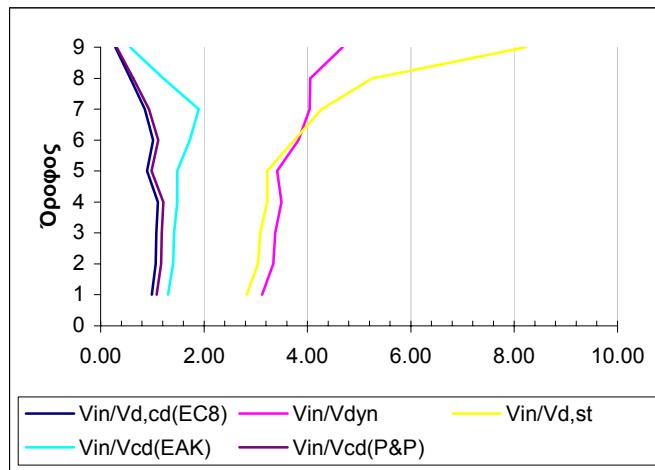
Πίνακας 3.175 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.143 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεώρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	2.83	3.12	0.99	1.30	1.09
1ος	3.05	3.34	1.07	1.40	1.17
2ος	3.09	3.38	1.08	1.42	1.19
3ος	3.22	3.50	1.11	1.48	1.21
4ος	3.23	3.41	0.90	1.48	0.98
5ος	3.74	3.83	1.02	1.72	1.12
6ος	4.28	4.04	0.86	1.90	0.94
7ος	5.25	4.06	0.57	1.22	0.63
8ος	8.23	4.68	0.28	0.57	0.31

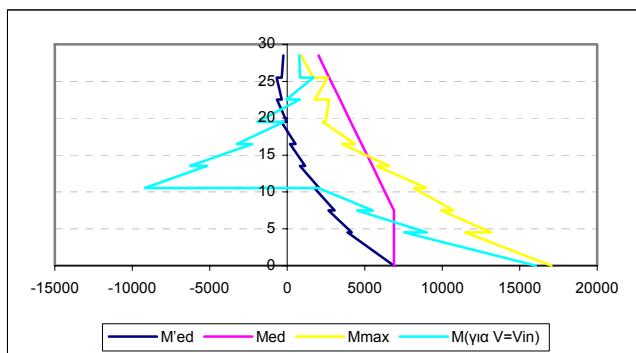
Πίνακας 3.176 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & ($V_{d,cd(P&P)}$).



Σχήμα 3.144 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & ($V_{d,cd(P&P)}$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	17037.76	16043.27
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	11477	7556.54
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	13169.78	9017.36
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	9950.87	4510.94
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	10728.73	5533.4
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	8163.48	1994.64
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	8991.7	-9189.83
	Κεφαλή	812.5	5497.6	5763.65	-5182.98
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	6570.67	-6271.33
	Κεφαλή	178.6	4799.6	3551.51	-2264.14
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	4394.94	-3243.16
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	2290.48	-238.84
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	2466.12	-1923.56
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	2701.32	803.54
8ος	Πόδας	-350	3403.7	1764.95	-75.3
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	2605.28	1687.33
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1672.83	810.26
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	893.69	785.06

Πίνακας 3.177 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.145 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος στο ισόγειο (ακόμη και τη χρονική στιγμή εκδήλωσης των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών) ενώ στο στοιχείο τοιχώματος του ισογείου εκδηλώθηκε αστοχία από διαγώνιο ελκυσμό του σκυροδέματος (βλέπε και σχήμα 3.143 τις V_{in} και V_{Rd}).

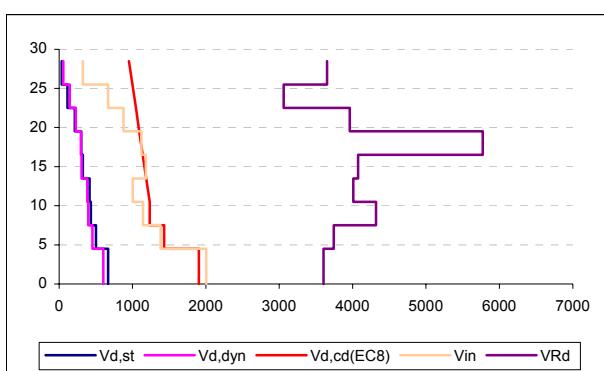
14) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 44

Στοιχεία ανάλυσης 44	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Σενάριο M=7.8
Στάθμη έντασης	2.0 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου O.K.K)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EI _{ef} =M _y / φ _y
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.178 Στοιχεία ανάλυσης 44.

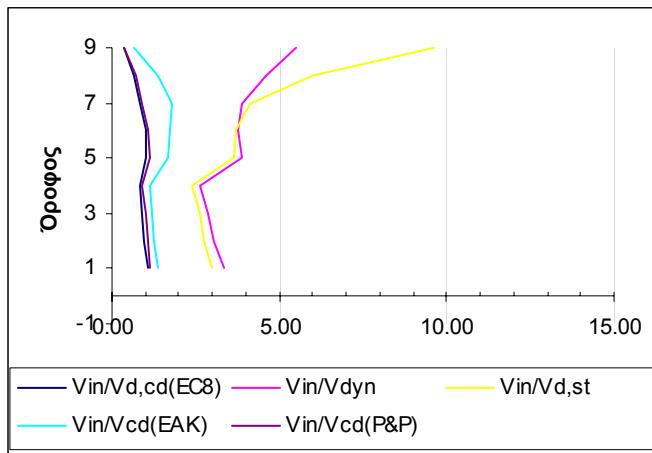
Όροφος	V _{in} [kN]	V _{Rd} [kN]
Iσόγειο	2002.61	3601.817
1ος	1386.29	3740.664
2ος	1143.3	4320.862
3ος	1004.98	4008.696
4ος	1184.53	4074.751
5ος	1122.95	5773.522
6ος	877.22	3958.574
7ος	669.31	3063.204
8ος	322.85	3652.149

Πίνακας 3.179 Μέγιστρες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.146 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις (V_{d,st} & V_{d,dyn}), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό (V_{d,cd(EC8)}), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	3.00	3.32	1.05	1.38	1.15
1ος	2.77	3.04	0.97	1.27	1.06
2ος	2.64	2.89	0.93	1.22	1.02
3ος	2.41	2.62	0.83	1.11	0.91
4ος	3.66	3.87	1.02	1.68	1.12
5ος	3.70	3.78	1.01	1.70	1.10
6ος	4.10	3.87	0.82	1.82	0.90
7ος	5.98	4.62	0.65	1.39	0.72
8ος	9.64	5.48	0.33	0.67	0.36

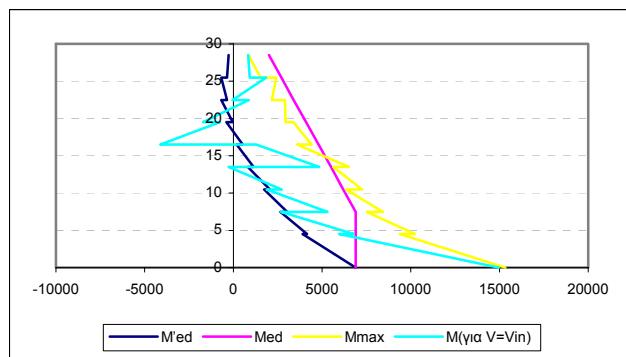
Πίνακας 3.180 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.147 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	15321.67	14972.32
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	9378.5	5960.57
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	10225.6	6784.97
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	7517.01	2683.57
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	8420.66	5309.6
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	6349.29	1879.68
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	7250.73	2729.33
	Κεφαλή	812.5	5497.6	5626.76	-262.84
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	6510	4833.21
	Κεφαλή	178.6	4799.6	3600.59	1279.62
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	4398	-4127.83
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	3381.98	-758.97
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	2944.91	-1705.31
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	2902.36	878.24
8ος	Πόδας	-350	3403.7	2172.43	-56.95
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	2414.87	1847.24
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1537.06	917.99
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	858.75	844.34

Πίνακας 3.181 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.148 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε στη βάση του τοιχώματος (ακόμη και τη χρονική στιγμή εκδήλωσης των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών) ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό.

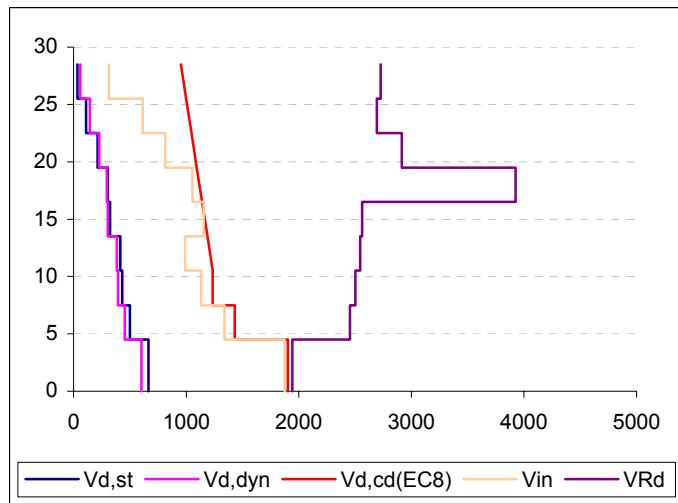
15) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 45

Στοιχεία ανάλυσης 45	
Φορέας	Dual 1
Σεισμική διέγερση	Σενάριο M=7.8
Στάθμη έντασης	2.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Πίνακας 3.182 Στοιχεία ανάλυσης 45.

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1873.48	1941.833
1ος	1340.79	2454.311
2ος	1132.85	2501.877
3ος	990.89	2545.312
4ος	1153.61	2563.008
5ος	1055.12	3925.298
6ος	812.56	2916.583
7ος	613.49	2694.291
8ος	313.49	2728.372

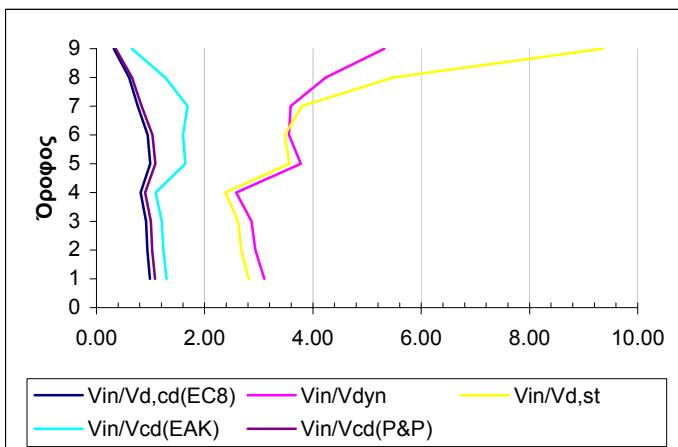
Πίνακας 3.183 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.149 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (VR_d) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.81	3.10	0.98	1.29	1.08
1ος	2.68	2.94	0.94	1.23	1.03
2ος	2.62	2.87	0.92	1.21	1.01
3ος	2.38	2.58	0.82	1.10	0.90
4ος	3.56	3.77	0.99	1.64	1.09
5ος	3.48	3.56	0.94	1.60	1.04
6ος	3.80	3.59	0.76	1.68	0.83
7ος	5.48	4.24	0.60	1.27	0.66
8ος	9.36	5.32	0.32	0.65	0.35

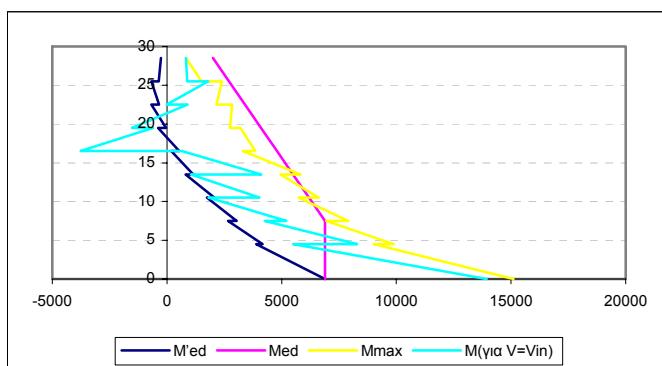
Πίνακας 3.184 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).



Σχήμα 3.150 Λόγοι των μέγιστων τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6893.6	6893.6	15107.87	13932.66
	Κεφαλή	3894.5	6893.6	9020.65	5501.99
2ος	Πόδας	4160.7	6893.6	9884.03	8291.35
	Κεφαλή	2658.3	6893.6	6945.9	4268.97
3ος	Πόδας	3037.1	6893.6	7898.43	5205.37
	Κεφαλή	1740.1	6195.6	5726.93	1806.82
4ος	Πόδας	2061.1	6195.6	6609.66	4026.62
	Κεφαλή	812.5	5497.6	4953.74	1053.95
5ος	Πόδας	1149.5	5497.6	5835.38	4112.69
	Κεφαλή	178.6	4799.6	3307.21	651.86
6ος	Πόδας	527.1	4799.6	3838.93	-3770.38
	Κεφαλή	-382.9	4101.7	3209.47	-611.03
7ος	Πόδας	-37.9	4101.7	2747	-1535.28
	Κεφαλή	-679.9	3403.7	2832.96	897.62
8ος	Πόδας	-350	3403.7	2148.2	-14.52
	Κεφαλή	-685.8	2705.7	2396.31	1792.62
9ος	Πόδας	-363.3	2705.7	1492.51	887.52
	Κεφαλή	-262.8	2007.7	836.27	822.96

Πίνακας 3.185 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντος από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.151 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντος ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος στο ισόγειο (ακόμη και τη χρονική στιγμή εκδήλωσης των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνούσων) ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό.

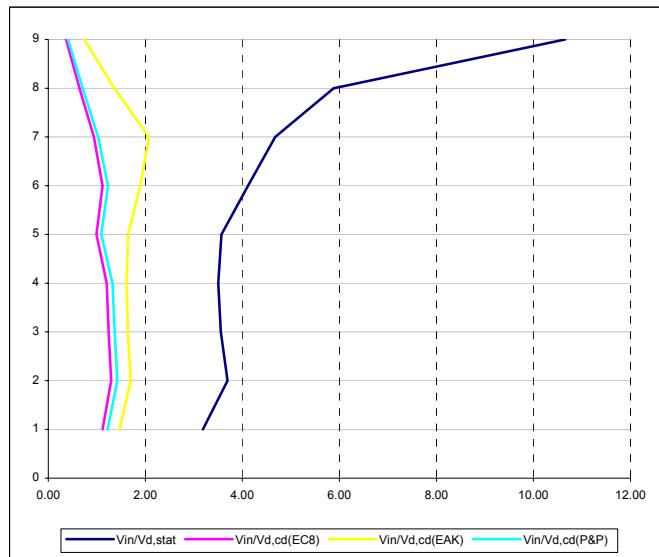
16) Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των αναλόσεων για την σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Κ. τον φορέα Dual 1.

α) Για δυσκαμψία EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$
Ισόγειο	2121.124	0.011	1.11	3.18	1.46	1.22
1ος	1849.376	0.037	1.29	3.69	1.70	1.42
2ος	1537.624	0.034	1.25	3.56	1.64	1.37
3ος	1456.87	0.020	1.20	3.50	1.61	1.32
4ος	1155.46	0.012	0.99	3.57	1.64	1.09
5ος	1247.768	0.016	1.12	4.11	1.89	1.23
6ος	1000.556	0.020	0.94	4.68	2.07	1.03
7ος	657.972	0.014	0.64	5.88	1.36	0.71
8ος	356.806	0.007	0.37	10.65	0.74	0.40

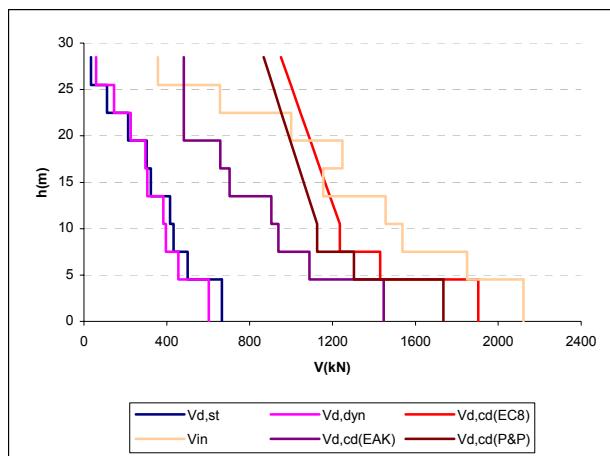
Πίνακας 3.189 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$.

Οι μέσοι όροι των λόγων των τεμνουσών του προηγούμενου πίνακα έχουν σχεδιασθεί στο ακόλουθο σχήμα:



Σχήμα 3.152 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$.

Αντίστοιχα οι μέσοι όροι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα από κοινού με τις τέμνουσες της ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης, τις τέμνουσες της δυναμικής φασματικής ανάλυσης καθώς και τις ικανοτικές τέμνουσες προσδιορισμένες είτε με βάση τους κανονισμούς EC8 και EAK είτε με βάση το μοντέλο των Paulay και Priestley.

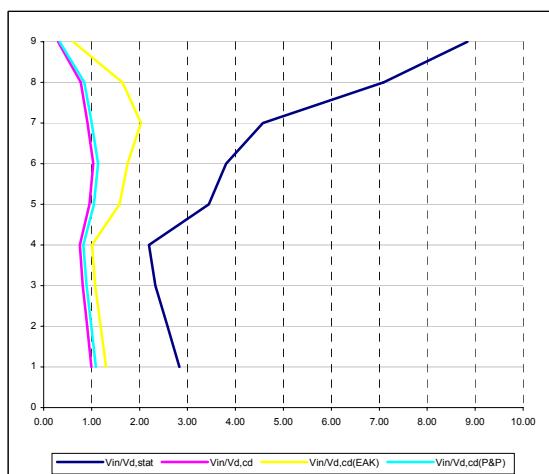


Σχήμα 3.153 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(EC8)$ & $V_{d,cd}(EAK)$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(P&P)$), και των μέσων όρων των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για τη δυσκαμψία που προβλέπει για τα δομικά στοιχεία ο EC8.

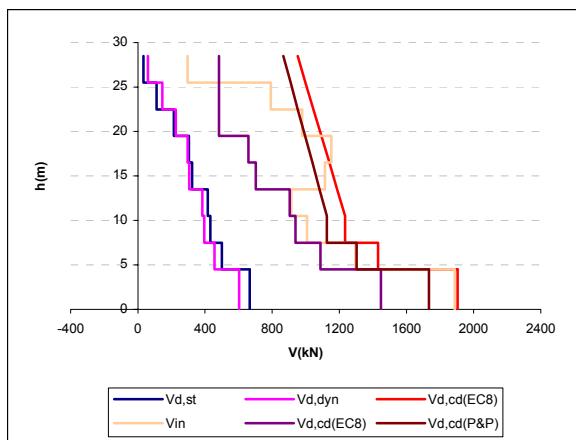
β) Για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1887.65	0.032	0.99	2.83	1.30	1.09
1^{ος}	1294.808	0.025	0.91	2.59	1.19	0.99
2^{ος}	1007.254	0.032	0.82	2.33	1.07	0.90
3^{ος}	914.28	0.027	0.75	2.20	1.01	0.83
4^{ος}	1114.298	0.039	0.96	3.44	1.58	1.05
5^{ος}	1153.256	0.060	1.03	3.80	1.75	1.13
6^{ος}	978.666	0.056	0.91	4.57	2.03	1.00
7^{ος}	792.938	0.031	0.78	7.09	1.64	0.85
8^{ος}	296.036	0.003	0.30	8.84	0.61	0.33

Πίνακας 3.190 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$.



Σχήμα 3.154 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$.

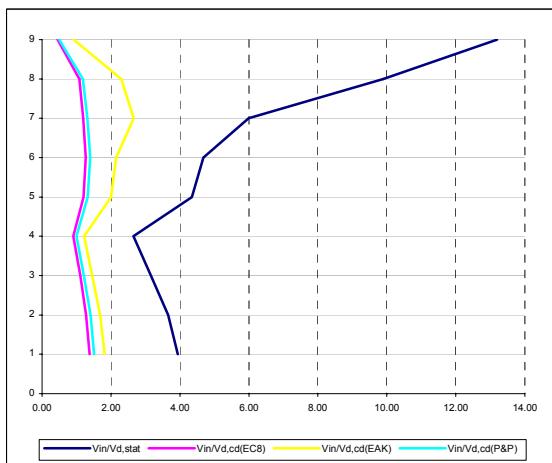


Σχήμα 3.155 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(EC8)$ & $V_{d,cd}(EAK)$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(P&P)$), και των μέσων όρων των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

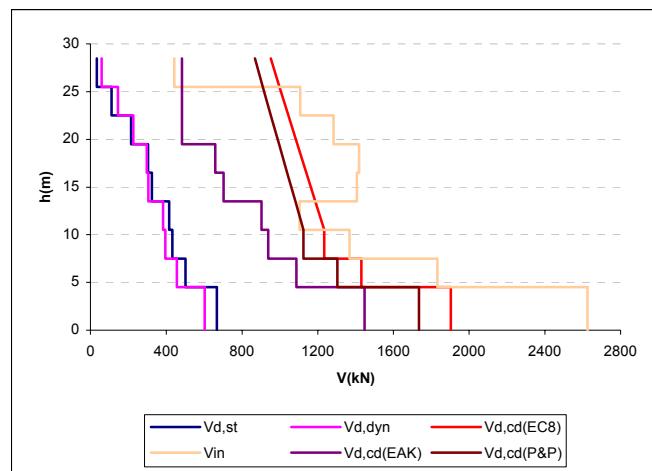
γ) Για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2624.86	0.149	1.38	3.94	1.81	1.51
1ος	1831.664	0.092	1.28	3.66	1.68	1.41
2ος	1367.758	0.025	1.11	3.16	1.46	1.22
3ος	1103.974	0.010	0.91	2.65	1.22	1.00
4ος	1406.594	0.072	1.21	4.35	2.00	1.33
5ος	1419.256	0.092	1.27	4.68	2.15	1.39
6ος	1283.486	0.139	1.20	6.00	2.66	1.32
7ος	1107.31	0.171	1.08	9.90	2.29	1.19
8ος	441.906	0.019	0.45	13.19	0.92	0.50

Πίνακας 3.191 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$.



Σχήμα 3.156 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$.



Σχήμα 3.157 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd(EC8)}$ & $V_{d,cd(EAK)}$) και μοντέλα ($V_{d,cd(P&P)}$), και των μέσων όρων των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για δυσκαμψία $EI_e=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_e=M_y/\phi_y$.

3.5.2 Φορέας Dual 2

Υπενθυμίζουμε ότι στον φορέα αυτόν εκτός από τα κεντρικά τοιχώματα πλάτους 6m έχουν τοποθετηθεί πρόσθιτα 4 γωνιακά τοιχώματα πλάτους 2 m(βλέπε σχήματα 1.1, 1.2 του παρόντος). Ο λόγος θεώρησης αυτής της διάταξης τοιχωμάτων συγκριτικά με αυτήν του φορέα Dual 1 αναλύεται στη παράγραφο 4.1 του παρόντος.

3.5.2.1 Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Λ (0.5A_d)

1) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 46

Η γενική φόρμα παρουσίασης των αποτελεσμάτων για κάθε διαφορετική ανάλυση όπως καθορίσθηκε στα προηγούμενα, διατηρείται και εδώ με τη διαφορά πως θα πρέπει να αναφέρεται και στα δύο διαφορετικά τοιχώματα του φορέα αυτού.

Στοιχεία ανάλυσης 46	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Αθηνών
Στάθμη έντασης	0.5 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Λ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 (EI _{ef} =0.5EI _g)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.192 Στοιχεία ανάλυσης 46.

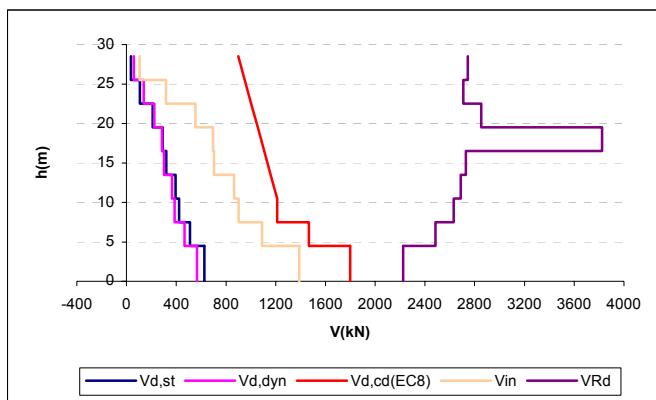
α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V _{d,st} [kN]	V _{d,dyn} [kN]	V _{d,cd(EC8), [kN]}	V _{d,cd(EAK), [kN]}	V _{d,cd(P&P), [kN]}
Ισόγειο	626.77	567.4	1799.68	1427.44	1629.04
1 ^{ος}	510.98	465.23	1467.2	1163.73	1328.09
2 ^{ος}	421.66	386.03	1210.75	960.32	1095.95
3 ^{ος}	394.59	364.55	1158.91	898.67	1072.5
4 ^{ος}	318.028	300.98	1107.09	724.29	1025.6
5 ^{ος}	290.13	284.76	1055.27	660.76	978.7
6 ^{ος}	212.17	223.91	1003.46	483.22	931.8
7 ^{ος}	106.82	138.055	951.64	475.813	884.9
8 ^{ος}	35.66	58.68	899.82	475.813	838

Πίνακας 3.194 Τέμνουσες ισοδύναμης φασματικής και δυναμικής φασματικής ανάλυσης καθώς και οι ικανοτικές τέμνουσες σχεδιασμού κατά EC8, EAK και κατά το μοντέλο των Paulay και Priestley .

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1389.4	2223.04
1ος	1088.58	2483.075
2ος	900.51	2629.994
3ος	866.16	2688.268
4ος	703.89	2730.372
5ος	696.62	3825.481
6ος	553.89	2853.632
7ος	316.85	2708.12
8ος	104.53	2743.57

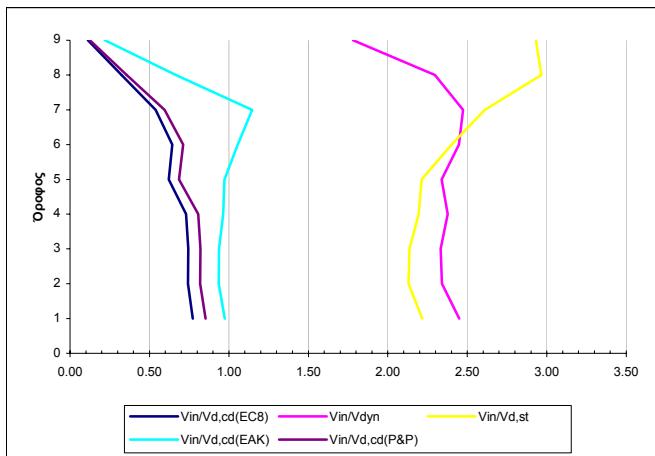
Πίνακας 3.195 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιων ελκυσμού.



Σχήμα 3.158 Σχεδιασμός των τεμνονσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.22	2.45	0.77	0.97	0.85
1ος	2.13	2.34	0.74	0.94	0.82
2ος	2.14	2.33	0.74	0.94	0.82
3ος	2.20	2.38	0.73	0.96	0.81
4ος	2.21	2.34	0.62	0.97	0.69
5ος	2.40	2.45	0.64	1.05	0.71
6ος	2.61	2.47	0.54	1.15	0.59
7ος	2.97	2.30	0.32	0.67	0.36
8ος	2.93	1.78	0.11	0.22	0.12

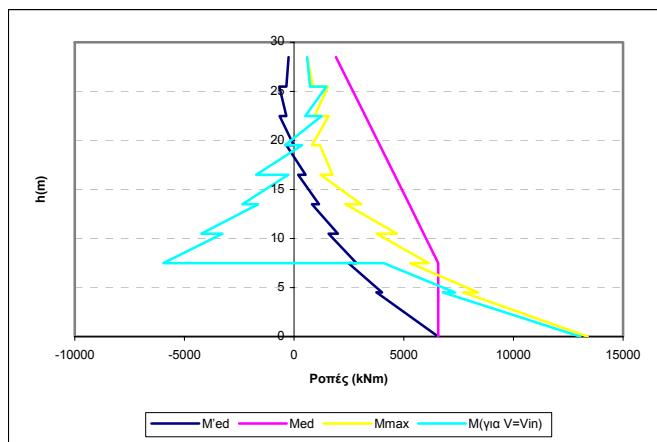
Πίνακας 3. 196 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.159 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τέμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{\gammaia V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	13388.52	13051.52
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	7729.75	6799.22
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	8388.77	7339.03
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	5294.42	4074.89
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	6133.6	-5967.19
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	3767.46	-3265.67
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	4691.44	-4224.85
	Κεφαλή	817.25	5244.04	2342.84	-1626.36
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	3066.16	-2367.16
	Κεφαλή	189.12	4578.18	1209.54	-267.37
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	1746.65	-1728.3
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	1179.57	361.55
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	813.11	-402.38
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	1578.43	1259.29
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	938.18	516.61
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	1545.83	1467.15
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	853.53	735.67
	Κεφαλή	-250	1914.72	604.82	599.73

Πίνακας 3.197 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλοτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{\gammaia V=Vin}$).



Σχήμα 3.160 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη γρανική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

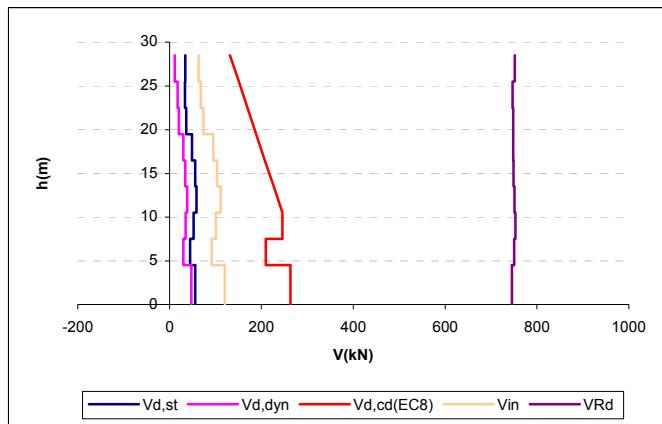
β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	$V_{d,st}$ [kN]	$V_{d,dyn}$ [kN]	$V_{d,cd}(\text{EC8})$, [kN]	$V_{d,cd}(\text{EAK})$, [kN]	$V_{d,cd}(\text{P&P})$, [kN]
Ισόγειο	56.36	47.86	263.4	259.16	208.03
1ος	44.89	29.95	209.79	206.42	165.69
2ος	52.56	34.85	245.64	241.69	194
3ος	58.84	38.76	226.65	270.57	186.505
4ος	55.7	34.09	207.66	256.13	171.515
5ος	48.98	30	188.67	225.23	156.525
6ος	36.65	20.77	169.68	168.48	141.535
7ος	33.86	17.68	150.69	155.71	126.545
8ος	34.539	11.06	131.7	158.82	111.555

Πίνακας 3.198 Τέμνοντας ισοδύναμης φρασματικής και δυναμικής φρασματικής ανάλυσης καθώς και ικανοτικές τέμνοντας σχεδιασμού κατά EC8, EAK και κατά το μοντέλο των Paulay και Priestley.

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	120.49	745.6064
1ος	91.86	750.4902
2ος	100.79	753.2885
3ος	110.84	750.9485
4ος	103.44	749.0224
5ος	94.9	748.4227
6ος	73.59	747.8659
7ος	67.73	746.7475
8ος	62.74	751.3772

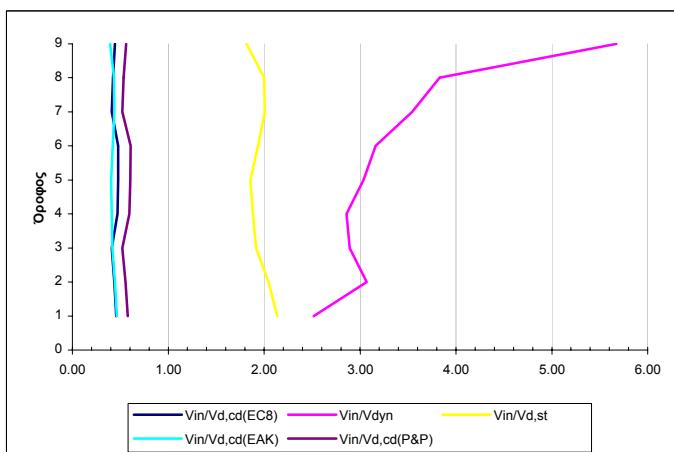
Πίνακας 3.199 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοίχωματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυνσμού.



Σχήμα 3.161 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεώροιμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.14	2.52	0.46	0.46	0.58
1ος	2.05	3.07	0.44	0.45	0.55
2ος	1.92	2.89	0.41	0.42	0.52
3ος	1.88	2.86	0.47	0.41	0.59
4ος	1.86	3.03	0.48	0.40	0.60
5ος	1.94	3.16	0.48	0.42	0.61
6ος	2.01	3.54	0.41	0.44	0.52
7ος	2.00	3.83	0.42	0.43	0.54
8ος	1.82	5.67	0.44	0.40	0.56

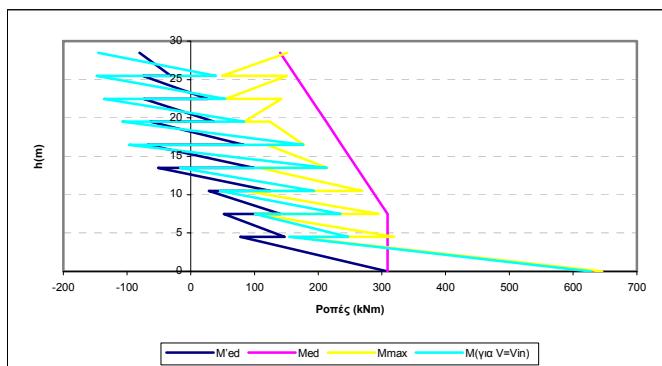
Πίνακας 3. 200 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.162 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	645.47	627.78
	Κεφαλή	77.95	308.71	160.61	155.13
2ος	Πόδας	147.51	308.71	318.87	247.21
	Κεφαλή	51.65	308.71	104.26	100.52
3ος	Πόδας	140.94	308.71	294.64	234.92
	Κεφαλή	28.15	284.7	87.26	45.94
4ος	Πόδας	125.49	284.7	269.26	193.51
	Κεφαλή	-51.02	260.68	108.02	-16.33
5ος	Πόδας	99.15	260.68	214.17	213.29
	Κεφαλή	-67.95	236.65	119.67	-97.04
6ος	Πόδας	83.31	236.65	177.42	176.73
	Κεφαλή	-63.63	212.62	124.12	-107.3
7ος	Πόδας	36.25	212.62	83.93	83.7
	Κεφαλή	-73.67	188.61	142.58	-136.22
8ος	Πόδας	26.27	188.61	54.87	53.9
	Κεφαλή	-75.32	164.58	150.73	-147.68
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	49.57	39.09
	Κεφαλή	-80.5	140.56	151.49	-145.16

Πίνακας 3. 201 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}),μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}),μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.163 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}),μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}),μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αυτοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

2) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 47

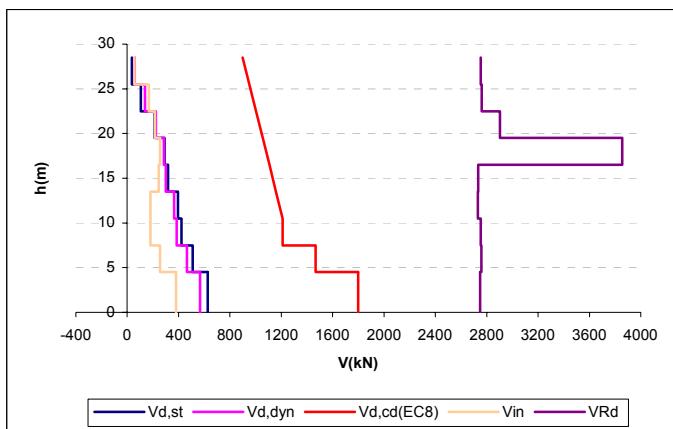
Στοιχεία ανάλυσης 47	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Αθηνών
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Λ.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef} = M_y / \phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3. 202 Στοιχεία ανάλυσης 47.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

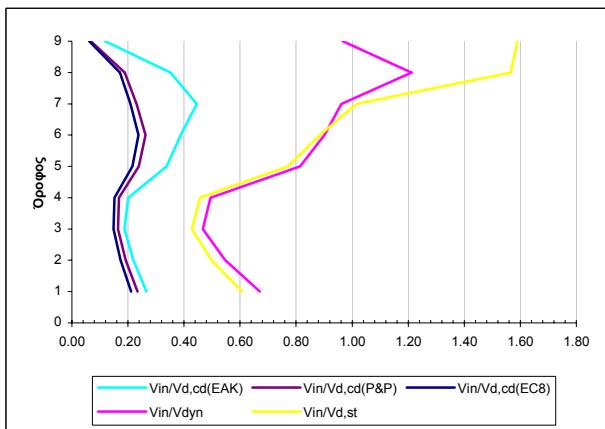
Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	380.51	2749.35
1ος	254.53	2757.638
2ος	180.36	2753.588
3ος	180.19	2730.152
4ος	245.15	2732.999
5ος	256.77	3855.405
6ος	215.42	2903.235
7ος	167.25	2759.901
8ος	56.71	2752.913

Πίνακας 3.203 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.164 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	0.61	0.67	0.21	0.27	0.23
1ος	0.50	0.55	0.17	0.22	0.19
2ος	0.43	0.47	0.15	0.19	0.16
3ος	0.46	0.49	0.15	0.20	0.17
4ος	0.77	0.81	0.22	0.34	0.24
5ος	0.89	0.90	0.24	0.39	0.26
6ος	1.02	0.96	0.21	0.45	0.23
7ος	1.57	1.21	0.17	0.35	0.19
8ος	1.59	0.97	0.06	0.12	0.07

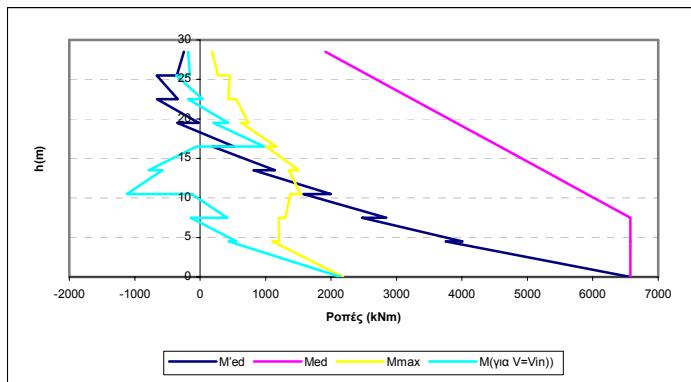
Πίνακας 3.204 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.165 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	2184.62	2149.7
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	1111.31	437.43
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	1206.02	558.87
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	1204.37	-144.09
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	1306.03	415.36
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	1379.3	-125.72
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	1532.68	-1119.52
	Κεφαλή	817.25	5244.04	1359.13	-578.95
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	1503.15	-787.36
	Κεφαλή	189.12	4578.18	1012.73	-53.41
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	1163.52	977.05
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	628.35	206.73
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	737.73	429.24
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	549.63	-182.29
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	430.11	40.42
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	453.92	-367.47
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	273.79	-156.26
	Κεφαλή	-250	1914.72	183.57	-183.37

Πίνακας 3.205 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



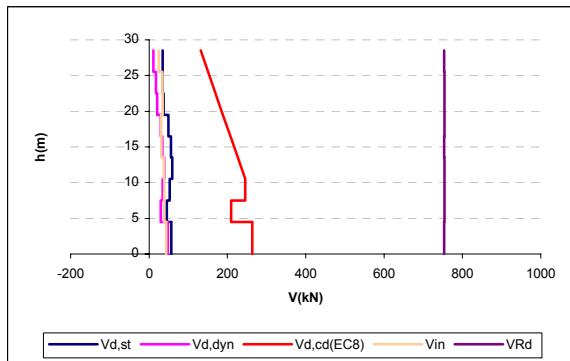
Σχήμα 3.166 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	43.46	753.2062
1ος	38	753.9683
2ος	38.53	754.0117
3ος	38.15	753.9526
4ος	31.11	753.2688
5ος	30.46	753.9604
6ος	34.44	753.6105
7ος	33.92	753.7778
8ος	25.09	753.4535

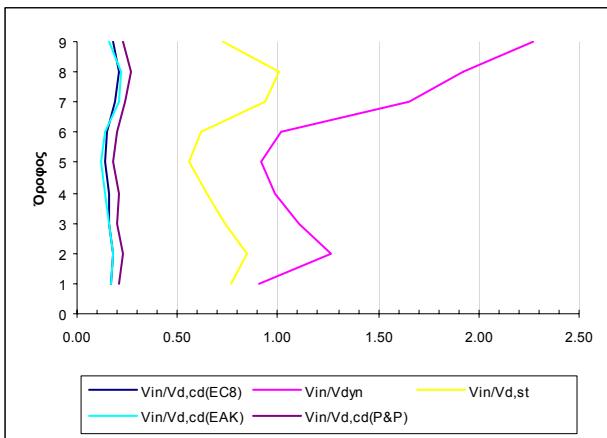
Πίνακας 3.206 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.167 Σχεδιασμός των τεμνονσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in}/V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	0.77	0.91	0.16	0.17	0.21
1ος	0.85	1.27	0.18	0.18	0.23
2ος	0.73	1.11	0.16	0.16	0.20
3ος	0.65	0.98	0.16	0.14	0.20
4ος	0.56	0.91	0.14	0.12	0.18
5ος	0.62	1.02	0.15	0.14	0.19
6ος	0.94	1.66	0.19	0.20	0.24
7ος	1.00	1.92	0.21	0.22	0.27
8ος	0.73	2.27	0.18	0.16	0.22

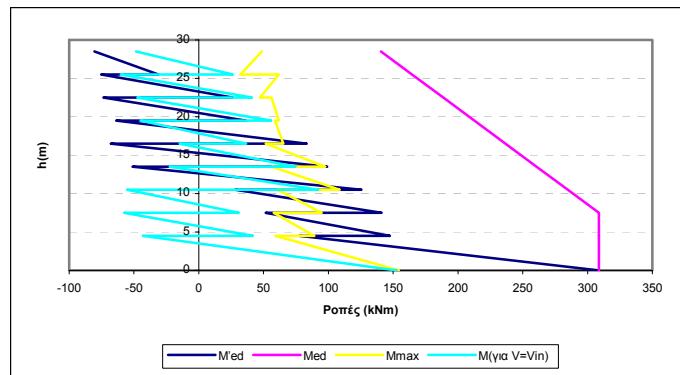
Πίνακας 3.207 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.



Σχήμα 3.168 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	154.27	152.7
	Κεφαλή	77.95	308.71	59.42	-42.86
2ος	Πόδας	147.51	308.71	89.09	41.76
	Κεφαλή	51.65	308.71	57.81	-57.47
3ος	Πόδας	140.94	308.71	94.81	30.98
	Κεφαλή	28.15	284.7	60.8	-55.3
4ος	Πόδας	125.49	284.7	108.63	92.11
	Κεφαλή	-51.02	260.68	56.28	-22.33
5ος	Πόδας	99.15	260.68	97.47	74.64
	Κεφαλή	-67.95	236.65	51.66	-14.74
6ος	Πόδας	83.31	236.65	65.26	36.55
	Κεφαλή	-63.63	212.62	58.78	-44.98
7ος	Πόδας	36.25	212.62	61.85	55.83
	Κεφαλή	-73.67	188.61	55.98	-47.49
8ος	Πόδας	26.27	188.61	47.14	40.97
	Κεφαλή	-75.32	164.58	61.69	-60.19
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	32.07	26.2
	Κεφαλή	-80.5	140.56	48.71	-48.48

Πίνακας 3.208 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλογης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλογη (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλογη ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.169 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

3) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 48

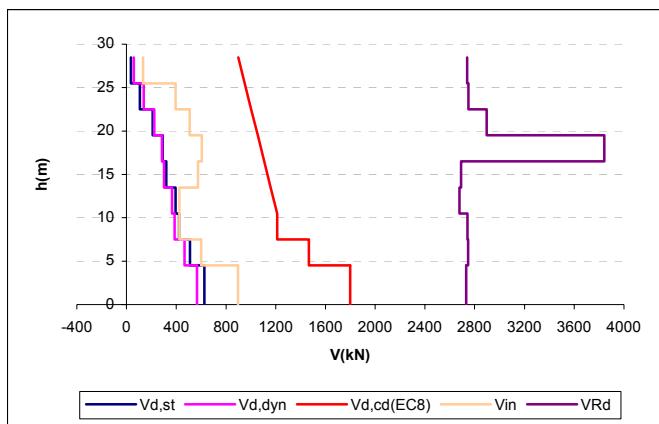
Στοιχεία ανάλυσης 2	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Αθηνών
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Λ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef} = M_y / \phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef} = M_y / \phi_y$.

Πίνακας 3. 209 Στοιχεία ανάλυσης 48.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	895.43	2732.469
1ος	598.87	2747.11
2ος	424.16	2741.823
3ος	424.33	2678.851
4ος	574.43	2691.799
5ος	605.6	3842.64
6ος	506.61	2896.569
7ος	393.61	2750.594
8ος	134.49	2739.104

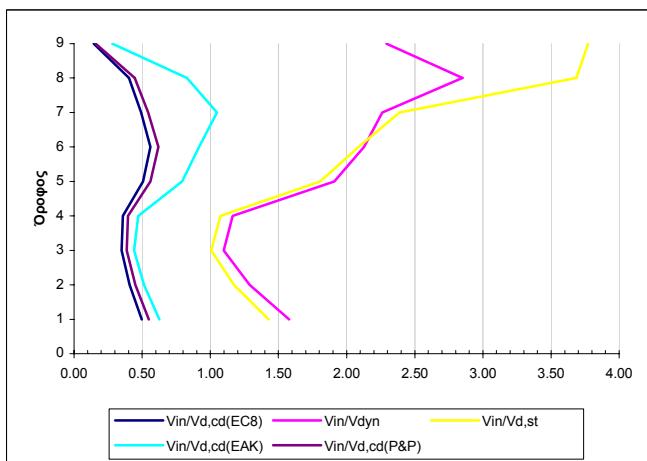
Πίνακας 3.210 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.170 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη καθώς και των αντοχών (VR_d) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.43	1.58	0.50	0.63	0.55
1ος	1.17	1.29	0.41	0.51	0.45
2ος	1.01	1.10	0.35	0.44	0.39
3ος	1.08	1.16	0.36	0.47	0.40
4ος	1.81	1.91	0.51	0.79	0.56
5ος	2.09	2.13	0.56	0.92	0.62
6ος	2.39	2.26	0.49	1.05	0.54
7ος	3.68	2.85	0.40	0.83	0.44
8ος	3.77	2.29	0.15	0.28	0.16

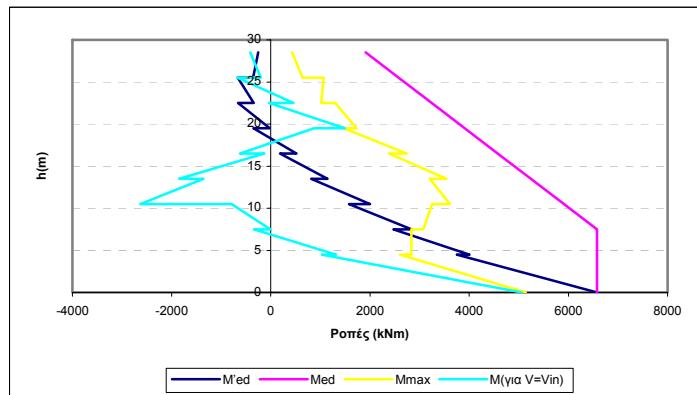
Πίνακας 3.211 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.171 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	5143.21	5061.06
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	2612.81	1031.63
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	2835.47	1317.6
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	2836.81	-336.36
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	3076.35	-6.82
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	3249.64	-790.48
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	3611.12	-2630.13
	Κεφαλή	817.25	5244.04	3203.83	-1357.13
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	3543.35	-1846.91
	Κεφαλή	189.12	4578.18	2382.08	-127.13
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	2737.6	-620.59
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	1473.7	870.65
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	1732.16	1489.69
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	1296.38	-30.13
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1014.64	459.83
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	1065.47	-671.22
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	641.78	-198.44
	Κεφαλή	-250	1914.72	431.2	-411.33

Πίνακας 3.213 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



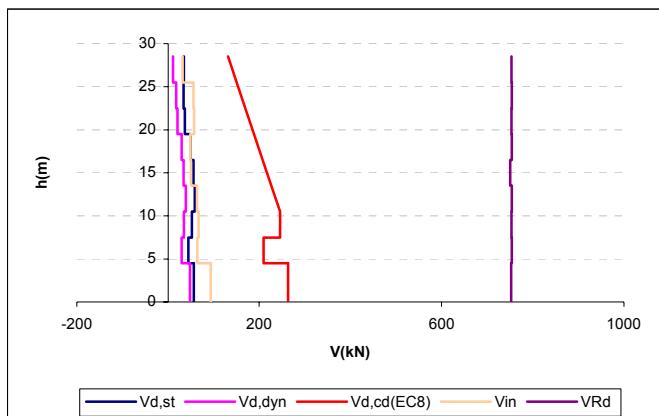
Σχήμα 3.172 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	93.96	752.8846
1ος	64.06	753.6471
2ος	67.04	753.2584
3ος	63.61	753.673
4ος	50	750.7508
5ος	49	753.8462
6ος	57.12	753.562
7ος	55.95	754.0431
8ος	32.23	753.0374

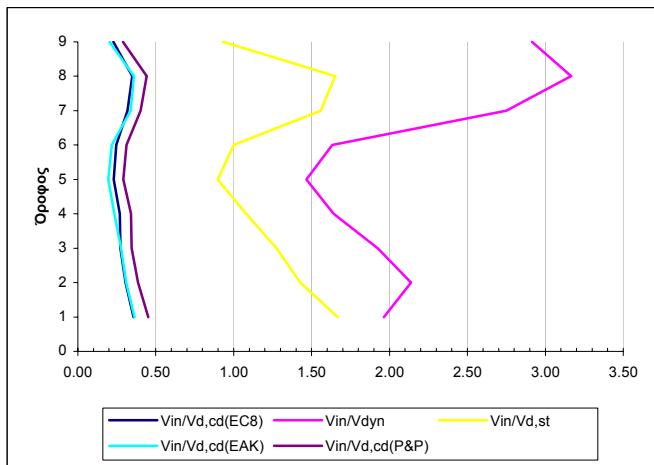
Πίνακας 3.214 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.174 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.67	1.96	0.36	0.36	0.45
1ος	1.43	2.14	0.31	0.31	0.39
2ος	1.28	1.92	0.27	0.28	0.35
3ος	1.08	1.64	0.27	0.24	0.34
4ος	0.90	1.47	0.23	0.20	0.29
5ος	1.00	1.63	0.25	0.22	0.31
6ος	1.56	2.75	0.32	0.34	0.40
7ος	1.65	3.16	0.35	0.36	0.44
8ος	0.93	2.91	0.23	0.20	0.29

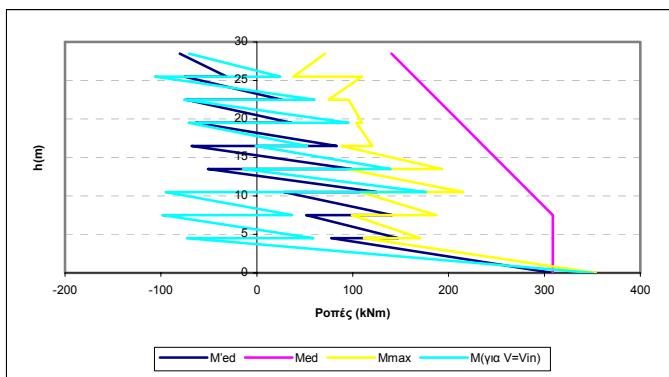
Πίνακας 3.215 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.175 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}$ (EC8), $V_{d,cd}$ (EAK)& ($V_{d,cd}$ (P&P)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	353.6	349.92
	Κεφαλή	77.95	308.71	111.84	-72.88
2ος	Πόδας	147.51	308.71	170.43	59.06
	Κεφαλή	51.65	308.71	99.14	-98.35
3ος	Πόδας	140.94	308.71	187.17	36.97
	Κεφαλή	28.15	284.7	108.11	-95.17
4ος	Πόδας	125.49	284.7	215.43	176.58
	Κεφαλή	-51.02	260.68	94.13	-14.25
5ος	Πόδας	99.15	260.68	193.17	139.43
	Κεφαλή	-67.95	236.65	88.19	-1.31
6ος	Πόδας	83.31	236.65	120.26	52.68
	Κεφαλή	-63.63	212.62	103.57	-71.1
7ος	Πόδας	36.25	212.62	109.75	95.59
	Κεφαλή	-73.67	188.61	95.74	-75.76
8ος	Πόδας	26.27	188.61	74.85	60.32
	Κεφαλή	-75.32	164.58	109.68	-106.16
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	38.3	24.51
	Κεφαλή	-80.5	140.56	71.31	-70.77

Πίνακας 3.216 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.176 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\text{gia } V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

4) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 49

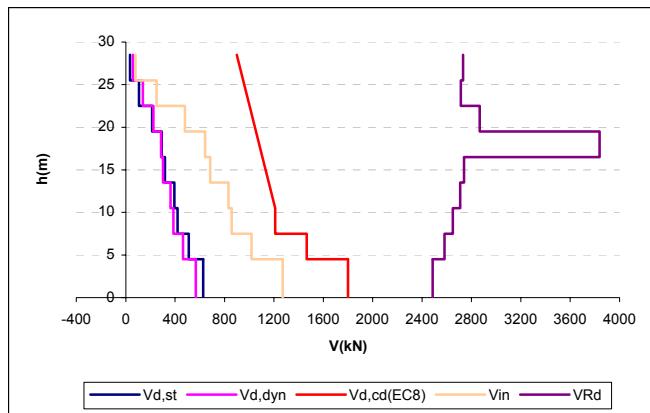
Στοιχεία ανάλυσης 49	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Βόλος
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Λ.)
Δυσκαρμψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαρμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3. 217 Στοιχεία ανάλυσης 49.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($I_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1271.75	2485.829
1ος	1017.09	2581.447
2ος	856.92	2648.084
3ος	831.93	2708.105
4ος	684.17	2738.871
5ος	644.28	3837.284
6ος	479.9	2866.786
7ος	249.56	2712.609
8ος	78.67	2731.597

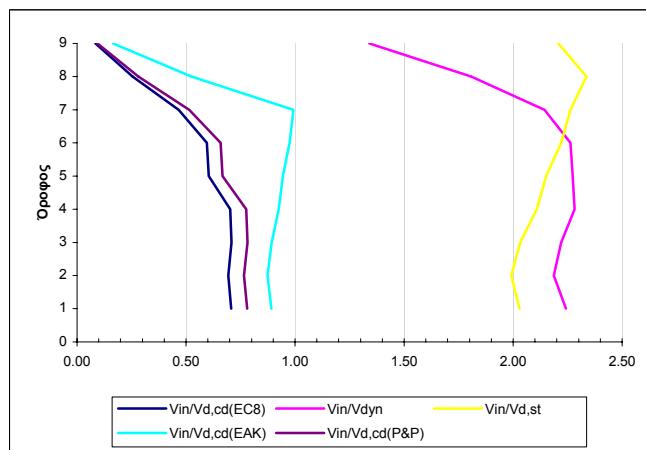
Πίνακας 3.218 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντιστοιχείς αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.177 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.03	2.24	0.71	0.89	0.78
1ος	1.99	2.19	0.69	0.87	0.77
2ος	2.03	2.22	0.71	0.89	0.78
3ος	2.11	2.28	0.70	0.93	0.78
4ος	2.15	2.27	0.60	0.94	0.67
5ος	2.22	2.26	0.60	0.98	0.66
6ος	2.26	2.14	0.47	0.99	0.52
7ος	2.34	1.81	0.26	0.52	0.28
8ος	2.21	1.34	0.08	0.17	0.09

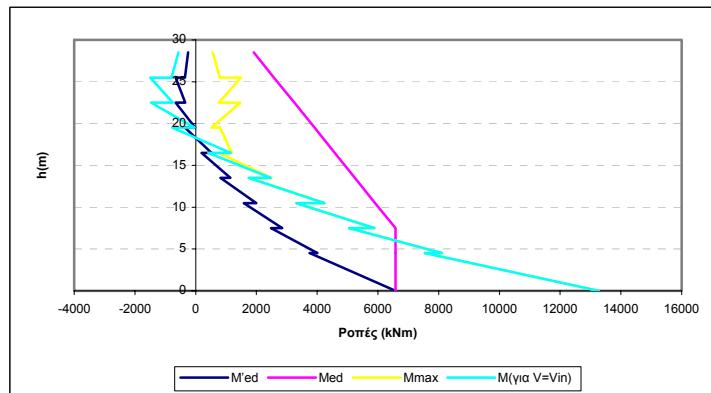
Πίνακας 3.219 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.178 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	13268	13268
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	7545.11	7545.11
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	8105.28	8105.28
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	5054.02	5054.02
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	5882.75	5882.75
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	3320.65	3311.99
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	4252.94	4242.54
	Κεφαλή	817.25	5244.04	1764.39	1746.76
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	2490.62	2471.35
	Κεφαλή	189.12	4578.18	764.26	418.84
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	1189	1156.66
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	801.23	-770.89
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	524.75	-36.29
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	1465.84	-1465.84
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	761.05	-757.33
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	1492.51	-1492.51
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	799.32	-799.32
	Κεφαλή	-250	1914.72	566.72	-565.72

Πίνακας 3.220 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



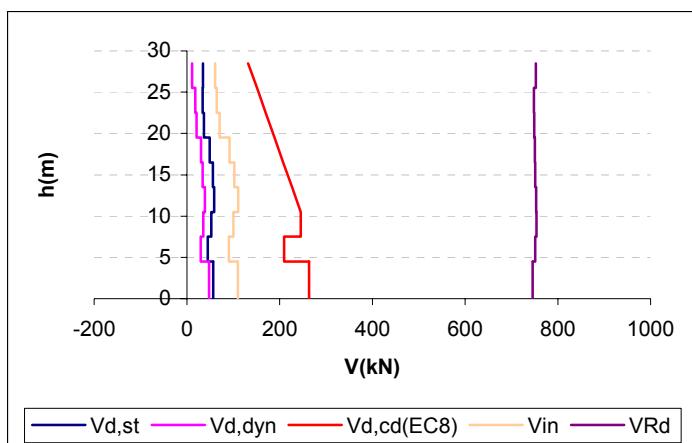
Σχήμα 3.179 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	109.55	745.7454
1 ^{ος}	90.06	751.1259
2 ^{ος}	99.69	753.5147
3 ^{ος}	110.28	752.7645
4 ^{ος}	101.94	751.2159
5 ^{ος}	91.8	750.6132
6 ^{ος}	70.16	748.7727
7 ^{ος}	64.26	748.0792
8 ^{ος}	60.7	752.1685

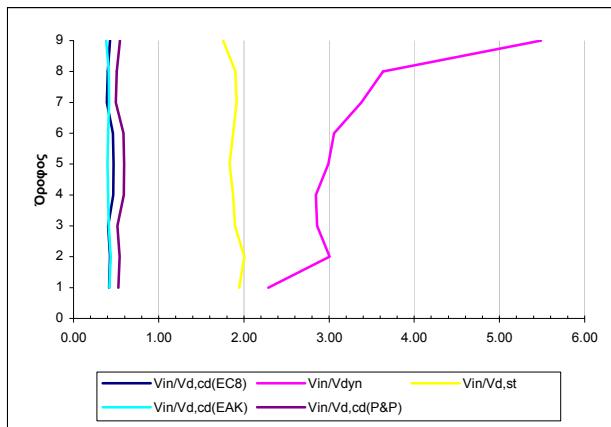
Πίνακας 3.221 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.180 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεώρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.94	2.29	0.42	0.42	0.53
1 ^{ος}	2.01	3.01	0.43	0.44	0.54
2 ^{ος}	1.90	2.86	0.41	0.41	0.51
3 ^{ος}	1.87	2.85	0.47	0.41	0.59
4 ^{ος}	1.83	2.99	0.47	0.40	0.59
5 ^{ος}	1.87	3.06	0.46	0.41	0.59
6 ^{ος}	1.91	3.38	0.39	0.42	0.50
7 ^{ος}	1.90	3.63	0.40	0.41	0.51
8 ^{ος}	1.76	5.49	0.43	0.38	0.54

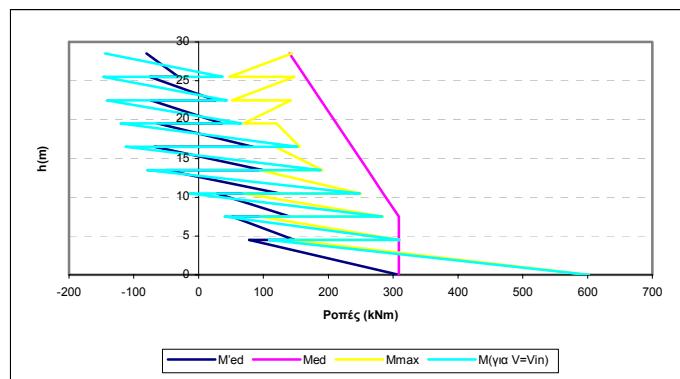
Πίνακας 3.222 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.181 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ιοδγειο	Πόδας	308.71	308.71	601.59	601.59
	Κεφαλή	77.95	308.71	140.13	108.6
2ος	Πόδας	147.51	308.71	309.65	309.65
	Κεφαλή	51.65	308.71	94.71	39.83
3ος	Πόδας	140.94	308.71	283.94	283.1
	Κεφαλή	28.15	284.7	68.68	-13.56
4ος	Πόδας	125.49	284.7	250.11	248.67
	Κεφαλή	-51.02	260.68	93.99	-79.43
5ος	Πόδας	99.15	260.68	190.91	188.03
	Κεφαλή	-67.95	236.65	118.42	-112.67
6ος	Πόδας	83.31	236.65	156.19	151.99
	Κεφαλή	-63.63	212.62	120.25	-120.25
7ος	Πόδας	36.25	212.62	69.93	65.84
	Κεφαλή	-73.67	188.61	142.15	-141.88
8ος	Πόδας	26.27	188.61	51.23	43.5
	Κεφαλή	-75.32	164.58	147.88	-147.35
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	47.49	37.33
	Κεφαλή	-80.5	140.56	144.42	-144.42

Πίνακας 3.223 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μεταποιημένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.182 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\text{gia } V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

5) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 50

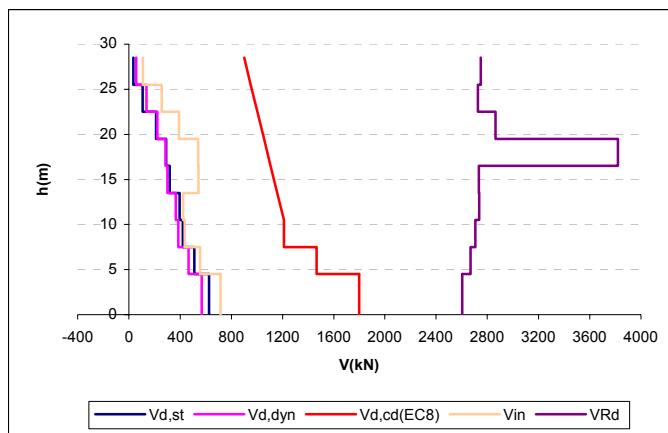
Στοιχεία ανάλυσης 50	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Βόλου
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Λ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.224 Στοιχεία ανάλυσης 50.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($I_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	714.79	2603.023
1ος	554.95	2669.312
2ος	435.68	2706.087
3ος	422.63	2737.241
4ος	542	2733.232
5ος	539.62	3818.967
6ος	389.5	2863.971
7ος	256.1	2727.37
8ος	109.74	2750.376

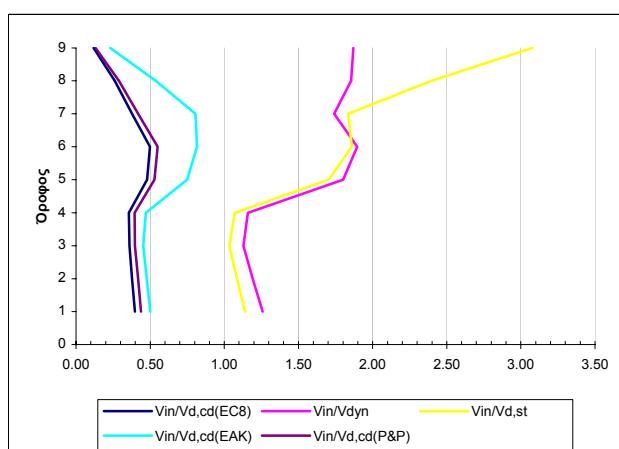
Πίνακας 3.225 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.183 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.14	1.26	0.40	0.50	0.44
1ος	1.09	1.19	0.38	0.48	0.42
2ος	1.03	1.13	0.36	0.45	0.40
3ος	1.07	1.16	0.36	0.47	0.39
4ος	1.70	1.80	0.48	0.75	0.53
5ος	1.86	1.89	0.50	0.82	0.55
6ος	1.84	1.74	0.38	0.81	0.42
7ος	2.40	1.86	0.26	0.54	0.29
8ος	3.08	1.87	0.12	0.23	0.13

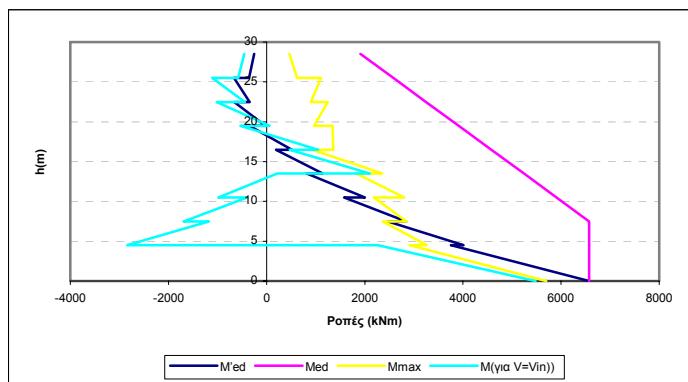
Πίνακας 3.226 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.184 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	5702.31	5478.47
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	2913.85	2261.91
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	3258.1	-2840.28
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	2365.68	-1175.42
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	2851.45	-1694.08
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	2185.73	-396.54
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	2804.88	-982.57
	Κεφαλή	817.25	5244.04	1825.52	214.15
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	2354.01	2100.54
	Κεφαλή	189.12	4578.18	935.73	474.55
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	1358.28	1049.33
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	1347.73	-531.5
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	963.74	63.99
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	1245.47	-1012.98
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	899.54	-442.9
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	1110.72	-1106.83
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	619.91	-577.16
	Κεφαλή	-250	1914.72	465.36	-456.97

Πίνακας 3.227 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



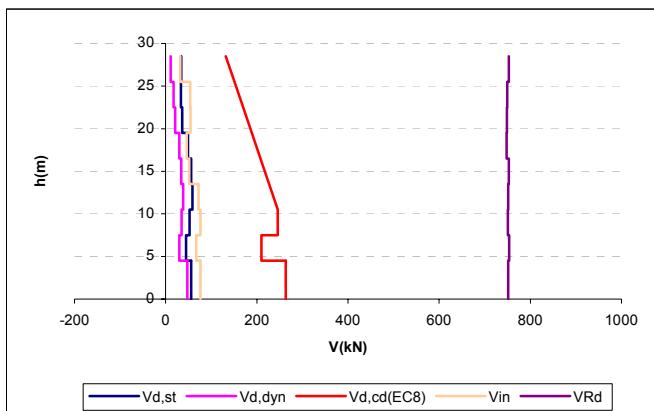
Σχήμα 3.185 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	76.39	751.8701
1ος	67.29	753.5274
2ος	76.15	750.9862
3ος	71.99	751.4614
4ος	52.1	752.8902
5ος	46.16	748.1361
6ος	54.53	749.0385
7ος	53.66	749.4413
8ος	31.79	753.3175

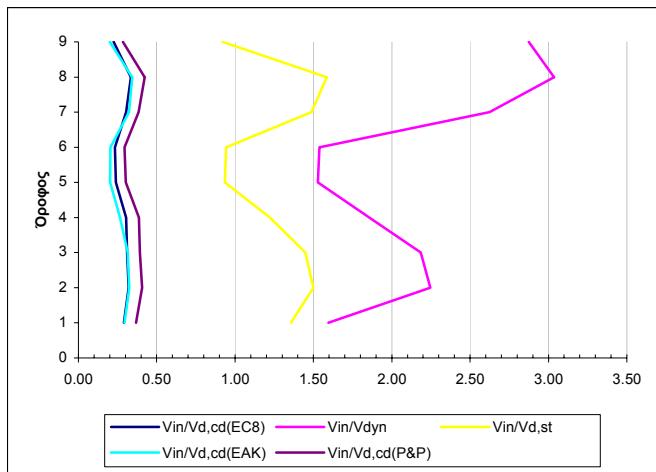
Πίνακας 3.228 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.186 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.36	1.60	0.29	0.29	0.37
1ος	1.50	2.25	0.32	0.33	0.41
2ος	1.45	2.19	0.31	0.32	0.39
3ος	1.22	1.86	0.30	0.27	0.39
4ος	0.94	1.53	0.24	0.20	0.30
5ος	0.94	1.54	0.23	0.20	0.29
6ος	1.49	2.63	0.30	0.32	0.39
7ος	1.58	3.04	0.33	0.34	0.42
8ος	0.92	2.87	0.23	0.20	0.28

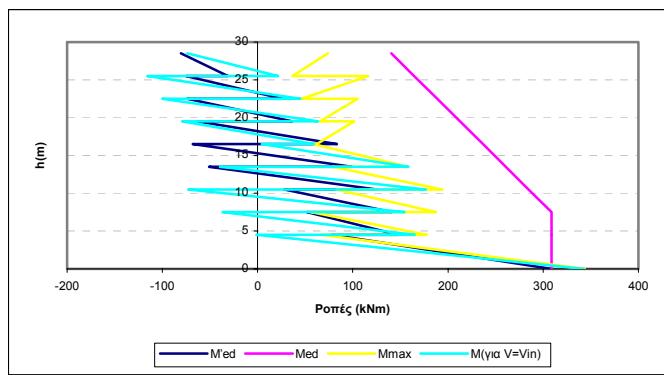
Πίνακας 3.229 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.187 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{d,cd}(\text{EAK})$ & $(V_{d,cd}(\text{P&P}))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	343.97	342.55
	Κεφαλή	77.95	308.71	67.18	-1.21
2ος	Πόδας	147.51	308.71	177.52	165.07
	Κεφαλή	51.65	308.71	56	-36.8
3ος	Πόδας	140.94	308.71	187.26	154.19
	Κεφαλή	28.15	284.7	82.42	-72.7
4ος	Πόδας	125.49	284.7	194.06	176.56
	Κεφαλή	-51.02	260.68	78.77	-39.4
5ος	Πόδας	99.15	260.68	158.47	158.31
	Κεφαλή	-67.95	236.65	58.44	4.35
6ος	Πόδας	83.31	236.65	62.1	59.13
	Κεφαλή	-63.63	212.62	101.38	-79.35
7ος	Πόδας	36.25	212.62	65.35	63.5
	Κεφαλή	-73.67	188.61	105.1	-100.1
8ος	Πόδας	26.27	188.61	46.2	45.04
	Κεφαλή	-75.32	164.58	116.35	-115.93
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	36.73	21.39
	Κεφαλή	-80.5	140.56	74.01	-73.97

Πίνακας 3.230 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέχιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέχιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



Σχήμα 3.188 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{\text{για } V=V_{\text{in}}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

6) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 51

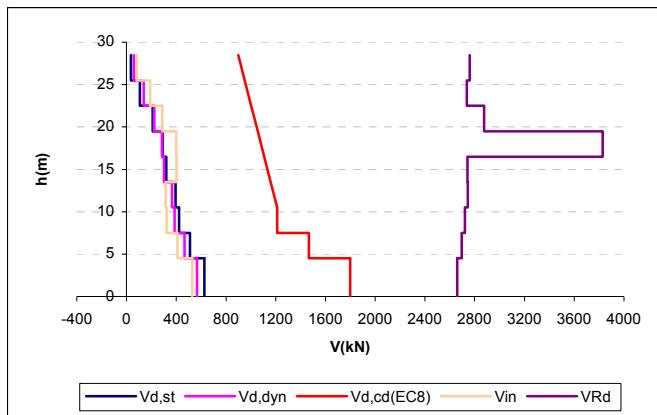
Στοιχεία ανάλυσης 51	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Βόλον
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Λ.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{\text{ef}} = M_y / \phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{\text{ef}} = M_y / \phi_y$.

Πίνακας 3. 231 Στοιχεία ανάλυσης 51.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	528.94	2660.664
1ος	410.51	2695.404
2ος	322.25	2721.706
3ος	312.79	2743.772
4ος	400.55	2741.615
5ος	399.01	3829.271
6ος	288.21	2876.347
7ος	189.45	2737.717
8ος	81.39	2758.983

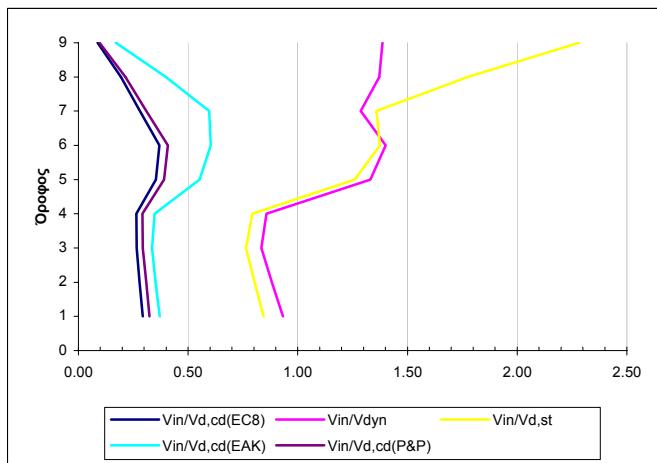
Πίνακας 3.232 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.189 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολότων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	0.84	0.93	0.29	0.37	0.32
1ος	0.80	0.88	0.28	0.35	0.31
2ος	0.76	0.83	0.27	0.34	0.29
3ος	0.79	0.86	0.26	0.35	0.29
4ος	1.26	1.33	0.35	0.55	0.39
5ος	1.38	1.40	0.37	0.60	0.41
6ος	1.36	1.29	0.28	0.60	0.31
7ος	1.77	1.37	0.19	0.40	0.21
8ος	2.28	1.39	0.09	0.17	0.10

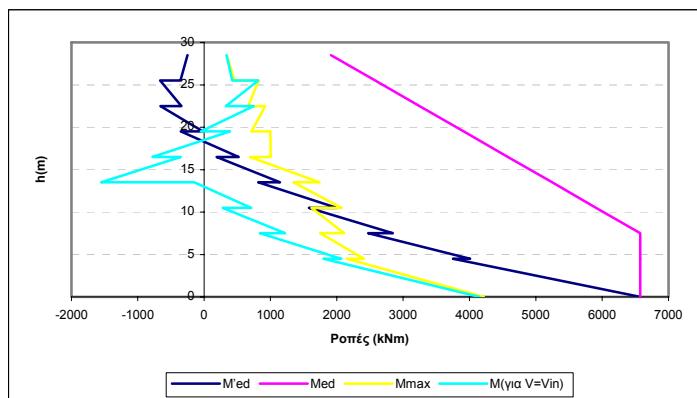
Πίνακας 3.233 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.190 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιοδόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	4219.14	4150.64
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	2155.59	1799.6
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	2410.31	2065.35
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	1749.77	842.17
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	2109.13	1221.22
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	1616.34	281.78
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	2074.34	709.15
	Κεφαλή	817.25	5244.04	1349.52	-148.69
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	1740.42	-1552.9
	Κεφαλή	189.12	4578.18	692.57	-351.23
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	1004.97	-776.37
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	997.9	392.53
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	713.76	-47.95
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	921.94	748.97
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	665.96	327.32
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	821.33	818.44
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	458.26	426.62
	Κεφαλή	-250	1914.72	344.44	338.24

Πίνακας 3.234 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



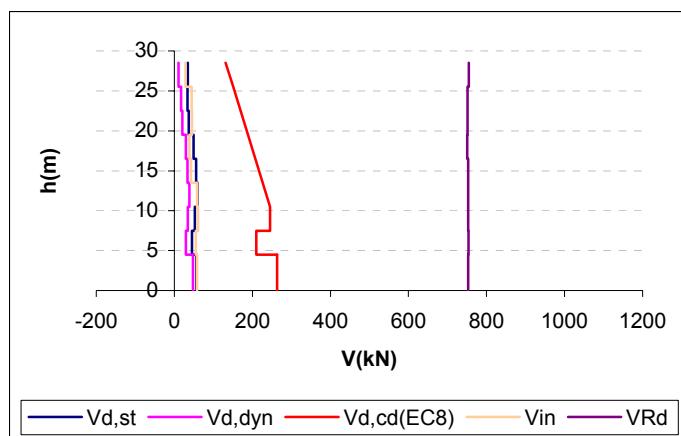
Σχήμα 3.191 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	58.13	752.9793
1ος	54.67	754.069
2ος	60.89	752.6576
3ος	58.29	753.1008
4ος	43.01	753.2399
5ος	38.52	750.8772
6ος	44.94	751.505
7ος	44.28	751.7827
8ος	28.67	754.4737

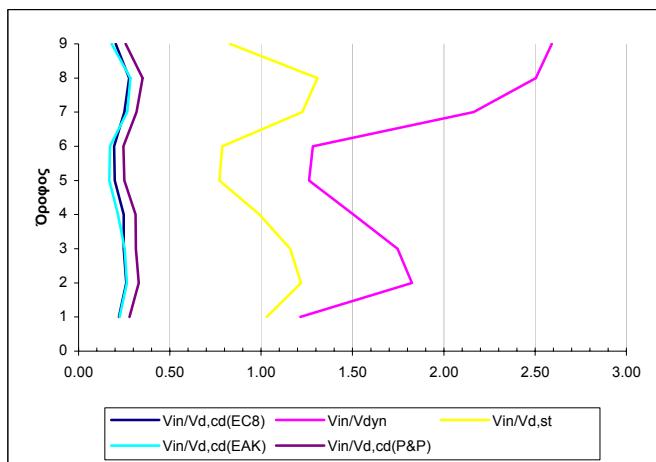
Πίνακας 3.235 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.192 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.03	1.21	0.22	0.22	0.28
1ος	1.22	1.83	0.26	0.26	0.33
2ος	1.16	1.75	0.25	0.25	0.31
3ος	0.99	1.50	0.25	0.22	0.31
4ος	0.77	1.26	0.20	0.17	0.25
5ος	0.79	1.28	0.19	0.17	0.25
6ος	1.23	2.16	0.25	0.27	0.32
7ος	1.31	2.50	0.28	0.28	0.35
8ος	0.83	2.59	0.20	0.18	0.26

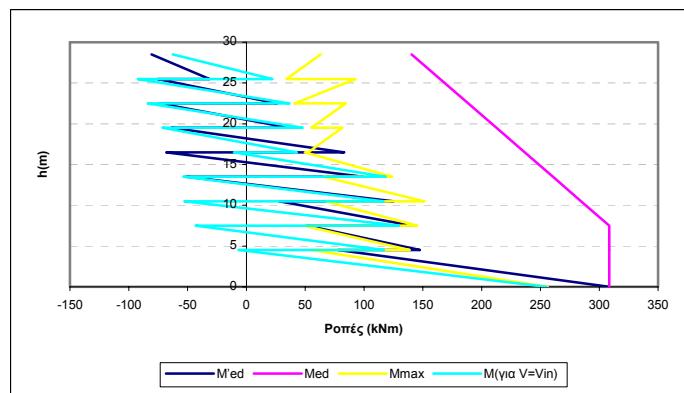
Πίνακας 3.236 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.193 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τέμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{\gammaia V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	256.34	255.29
	Κεφαλή	77.95	308.71	55.08	-6.27
2ος	Πόδας	147.51	308.71	138.89	117.02
	Κεφαλή	51.65	308.71	48.53	-43.25
3ος	Πόδας	140.94	308.71	145.46	129.91
	Κεφαλή	28.15	284.7	67.71	-52.77
4ος	Πόδας	125.49	284.7	151.3	116.89
	Κεφαλή	-51.02	260.68	65.64	-53.66
5ος	Πόδας	99.15	260.68	124.2	118.49
	Κεφαλή	-67.95	236.65	49.65	-10.52
6ος	Πόδας	83.31	236.65	52.35	42.88
	Κεφαλή	-63.63	212.62	81.7	-71.18
7ος	Πόδας	36.25	212.62	55.22	47.87
	Κεφαλή	-73.67	188.61	84.68	-83.77
8ος	Πόδας	26.27	188.61	41.11	36.6
	Κεφαλή	-75.32	164.58	92.9	-92.26
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	34.32	22.18
	Κεφαλή	-80.5	140.56	63.08	-62.45

Πίνακας 3.237 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{\gammaia V=Vin}$).



Σχήμα 3.194 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

7) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 52

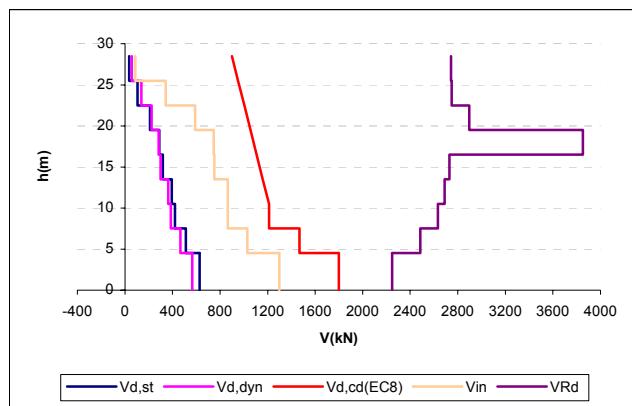
Στοιχεία ανάλυσης 52	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Αιγίου
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Λ.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3. 238 Στοιχεία ανάλυσης 52.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1299.08	2248.321
1ος	1028.2	2483.575
2ος	864.18	2633.892
3ος	865.15	2690.143
4ος	750.91	2730.582
5ος	745.47	3852.558
6ος	589.51	2896.855
7ος	342.89	2747.516
8ος	87.22	2742.767

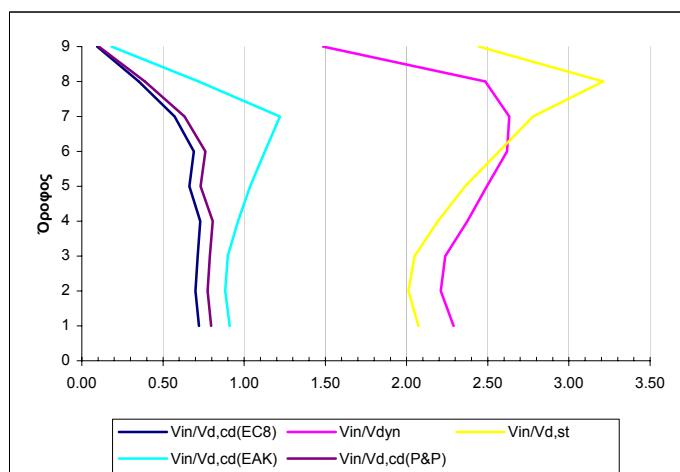
Πίνακας 3.239 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αυτοχές έναντι διαγώνιων ελκυσμού.



Σχήμα 3.195 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.07	2.29	0.72	0.91	0.80
1ος	2.01	2.21	0.70	0.88	0.77
2ος	2.05	2.24	0.71	0.90	0.79
3ος	2.19	2.37	0.73	0.96	0.81
4ος	2.36	2.49	0.66	1.04	0.73
5ος	2.57	2.62	0.69	1.13	0.76
6ος	2.78	2.63	0.57	1.22	0.63
7ος	3.21	2.48	0.35	0.72	0.39
8ος	2.45	1.49	0.09	0.18	0.10

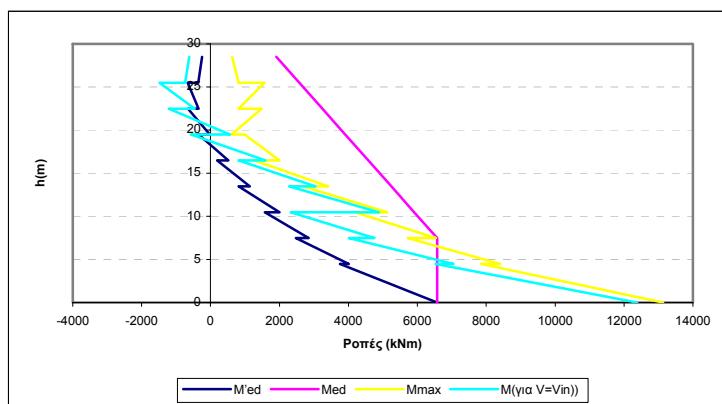
Πίνακας 3.240 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.196 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	13138.42	12382.5
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	7856.33	6536.66
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	8408.42	7049.52
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	5716.13	4007.09
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	6538.42	4752.39
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	4197.23	2332.35
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	5127.36	4881.63
	Κεφαλή	817.25	5244.04	2689.53	2286.19
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	3413.68	3043.33
	Κεφαλή	189.12	4578.18	1271.24	810.08
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	2000.29	1591.45
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	989.74	-569.55
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	612.1	559.03
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	1479.01	-1209.5
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	814.89	-456.13
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	1564.17	-1484.81
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	816.08	-741.73
	Κεφαλή	-250	1914.72	627.84	-619.84

Πίνακας 3.241 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



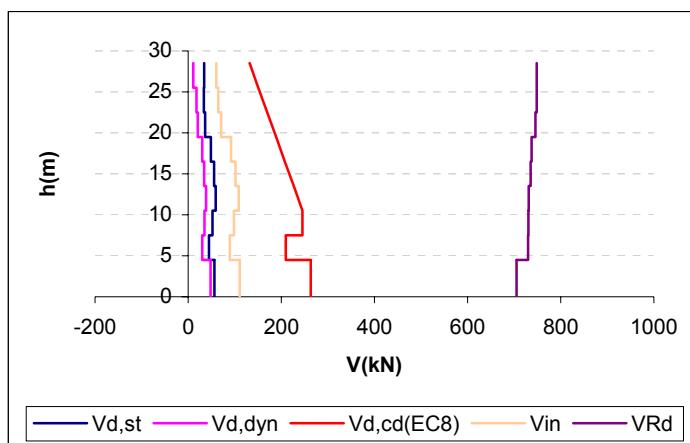
Σχήμα 3.197 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	110.32	704.9201
1ος	89.12	729.8935
2ος	98	730.2534
3ος	108.54	731.4016
4ος	101.42	735.4605
5ος	92	737.1795
6ος	70.99	745.6933
7ος	64.81	748.3834
8ος	60.32	748.3871

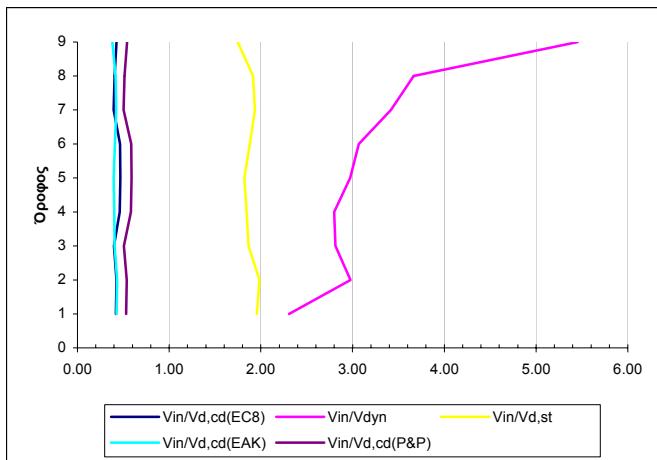
Πίνακας 3.242 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.198 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.96	2.31	0.42	0.43	0.53
1ος	1.99	2.98	0.42	0.43	0.54
2ος	1.86	2.81	0.40	0.41	0.51
3ος	1.84	2.80	0.46	0.40	0.58
4ος	1.82	2.98	0.47	0.40	0.59
5ος	1.88	3.07	0.46	0.41	0.59
6ος	1.94	3.42	0.40	0.42	0.50
7ος	1.91	3.67	0.40	0.42	0.51
8ος	1.75	5.45	0.43	0.38	0.54

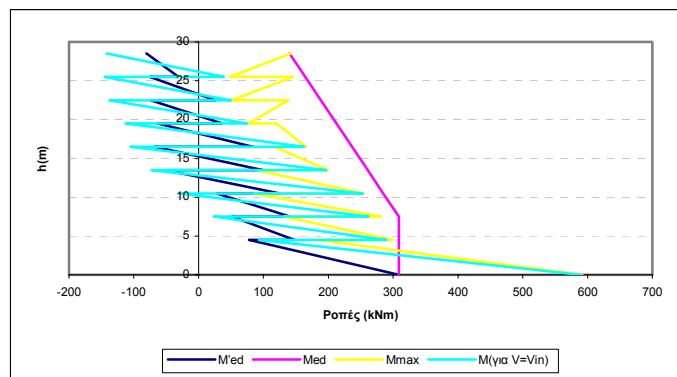
Πίνακας 3.243 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.199 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τέμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}$ (EC8), $V_{d,cd}$ (EAK)& ($V_{d,cd}$ (P&P)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{\text{για } V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	591.84	589.83
	Κεφαλή	77.95	308.71	184.45	93.4
2ος	Πόδας	147.51	308.71	298.71	289.76
	Κεφαλή	51.65	308.71	131.99	23.4
3ος	Πόδας	140.94	308.71	281.13	262
	Κεφαλή	28.15	284.7	85.04	-28.78
4ος	Πόδας	125.49	284.7	254.15	253.03
	Κεφαλή	-51.02	260.68	90.5	-72.6
5ος	Πόδας	99.15	260.68	199.73	197.38
	Κεφαλή	-67.95	236.65	117.33	-105.03
6ος	Πόδας	83.31	236.65	165.3	162.33
	Κεφαλή	-63.63	212.62	119.85	-112.57
7ος	Πόδας	36.25	212.62	77.21	74.75
	Κεφαλή	-73.67	188.61	138.4	-137.2
8ος	Πόδας	26.27	188.61	50.99	49.32
	Κεφαλή	-75.32	164.58	145.26	-145.1
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	48.63	38.87
	Κεφαλή	-80.5	140.56	142.22	-142.09

Πίνακας 3.244 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{\text{για } V=Vin}$).



Σχήμα 3.200 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

8) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 53

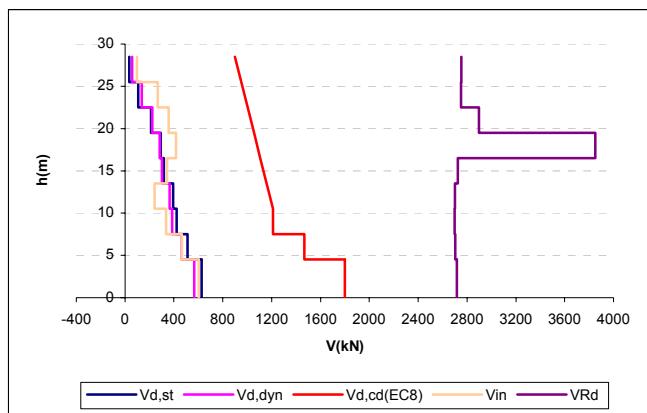
Στοιχεία ανάλυσης 53	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Αιγίου
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Λ.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3. 245 Στοιχεία ανάλυσης 53.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	601.85	2715.93
1ος	465.5	2704.823
2ος	336.33	2697.113
3ος	240.67	2701.122
4ος	345.11	2723.836
5ος	416.21	3850.231
6ος	355.77	2897.15
7ος	266.62	2751.496
8ος	97.98	2752.247

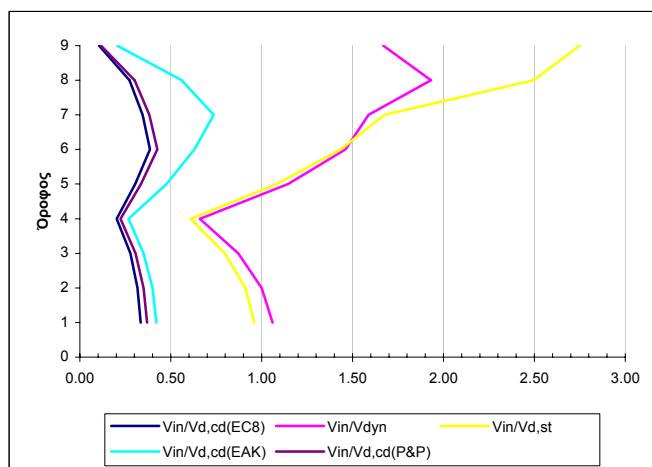
Πίνακας 3.246 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.201 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	0.96	1.06	0.33	0.42	0.37
1ος	0.91	1.00	0.32	0.40	0.35
2ος	0.80	0.87	0.28	0.35	0.31
3ος	0.61	0.66	0.20	0.27	0.22
4ος	1.09	1.15	0.30	0.48	0.34
5ος	1.43	1.46	0.38	0.63	0.43
6ος	1.68	1.59	0.35	0.74	0.38
7ος	2.50	1.93	0.27	0.56	0.30
8ος	2.75	1.67	0.11	0.21	0.12

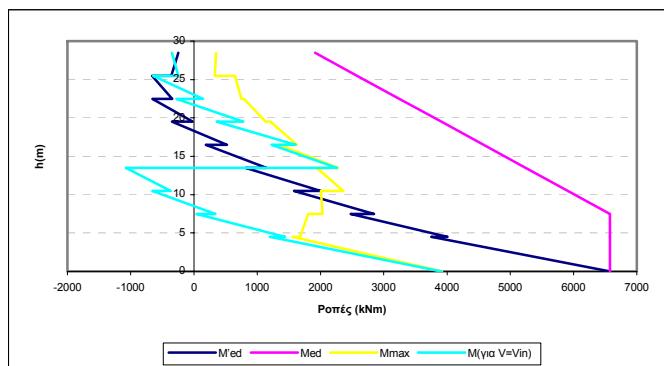
Πίνακας 3.247 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.202 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	3922	3909.22
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	1561.26	1200.89
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	1679.33	1436.43
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	1805.85	39.93
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	2032.99	339.34
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	2008.38	-658.1
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	2362.04	-368.36
	Κεφαλή	817.25	5244.04	1942.43	-1076.78
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	2280.82	2261.37
	Κεφαλή	189.12	4578.18	1349.63	1226.03
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	1626.38	1603.68
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	1206.92	359.86
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	1128.52	779.34
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	792.59	-278.72
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	747.87	142.68
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	648.07	-648.04
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	328.56	-246.15
	Κεφαλή	-250	1914.72	350.34	-349.04

Πίνακας 3.248 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



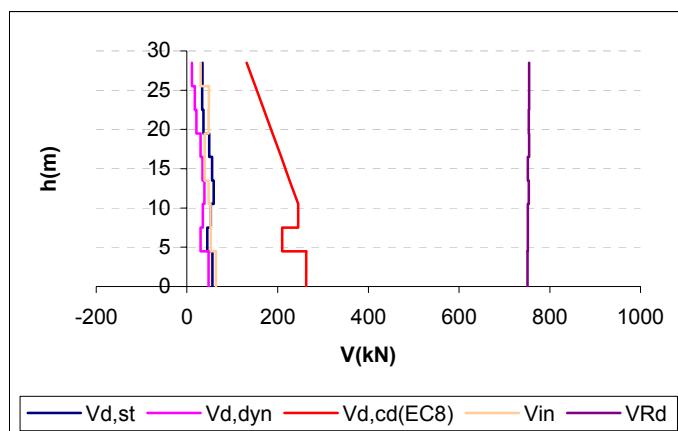
Σχήμα 3.203 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αυτοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	63.77	751.119
1ος	52.75	751.4245
2ος	52.24	751.6547
3ος	47.64	753.7975
4ος	39.02	751.8304
5ος	39.45	754.3021
6ος	47.84	753.3858
7ος	48.2	754.3036
8ος	30.03	754.5226

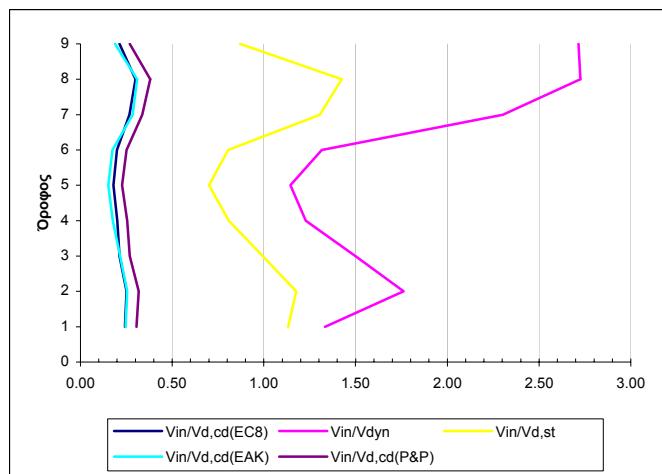
Πίνακας 3.249 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.204 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.13	1.33	0.24	0.25	0.31
1ος	1.18	1.76	0.25	0.26	0.32
2ος	0.99	1.50	0.21	0.22	0.27
3ος	0.81	1.23	0.20	0.18	0.26
4ος	0.70	1.14	0.18	0.15	0.23
5ος	0.81	1.32	0.20	0.18	0.25
6ος	1.31	2.30	0.27	0.28	0.34
7ος	1.42	2.73	0.30	0.31	0.38
8ος	0.87	2.72	0.21	0.19	0.27

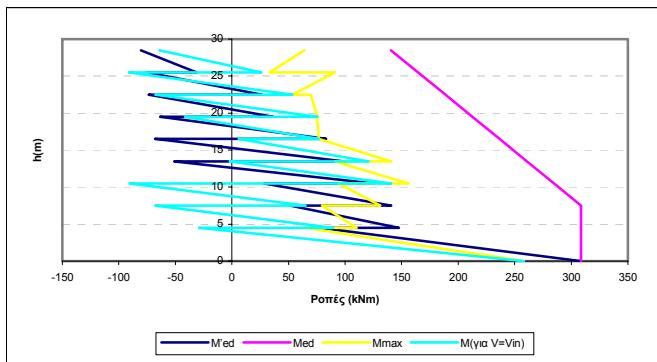
Πίνακας 3.250 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.205 Λόγοι των μεγιστών απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	308.71	308.71	258.1	258.1
	Κεφαλή	77.95	308.71	64.79	-28.87
2ος	Πόδας	147.51	308.71	110.11	89.45
	Κεφαλή	51.65	308.71	79.53	-67.74
3ος	Πόδας	140.94	308.71	131.18	65.26
	Κεφαλή	28.15	284.7	94.04	-90.37
4ος	Πόδας	125.49	284.7	156.17	140.82
	Κεφαλή	-51.02	260.68	90.59	-2.11
5ος	Πόδας	99.15	260.68	140.81	120.81
	Κεφαλή	-67.95	236.65	76.36	6
6ος	Πόδας	83.31	236.65	76.88	76.88
	Κεφαλή	-63.63	212.62	75.29	-41.46
7ος	Πόδας	36.25	212.62	75.6	75.6
	Κεφαλή	-73.67	188.61	69.76	-67.93
8ος	Πόδας	26.27	188.61	53.58	53.58
	Κεφαλή	-75.32	164.58	91.01	-91.01
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	32.98	26.11
	Κεφαλή	-80.5	140.56	63.99	-63.99

Πίνακας 3.251 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.206 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας ($M_{yia V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

9) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 54

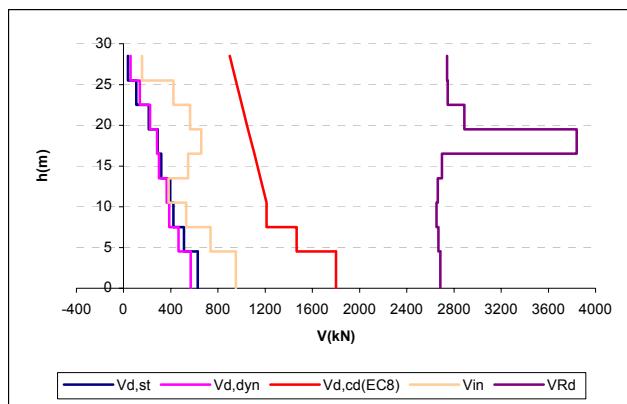
Στοιχεία ανάλυσης 54	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Αιγίου
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Λ.)
Δυσκαρμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef} = M_y / \phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαρμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef} = M_y / \phi_y$.

Πίνακας 3. 252 Στοιχεία ανάλυσης 54.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	951.58	2685.045
1ος	735.96	2667.488
2ος	531.66	2652.994
3ος	380.34	2661.582
4ος	546.69	2698.371
5ος	658.63	3840.408
6ος	562.37	2888.392
7ος	421.5	2745.928
8ος	155.4	2740.741

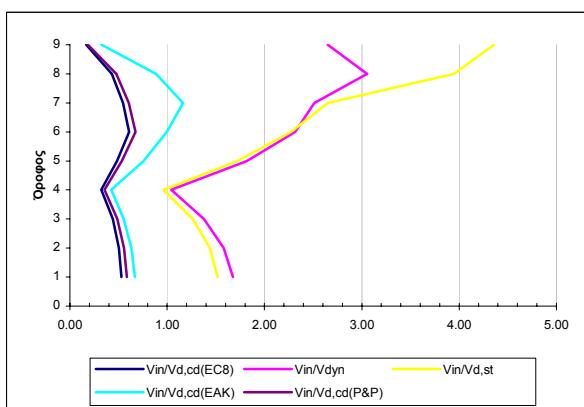
Πίνακας 3.253 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.207 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.52	1.68	0.53	0.67	0.58
1ος	1.44	1.58	0.50	0.63	0.55
2ος	1.26	1.38	0.44	0.55	0.49
3ος	0.96	1.04	0.32	0.42	0.35
4ος	1.72	1.82	0.48	0.75	0.53
5ος	2.27	2.31	0.61	1.00	0.67
6ος	2.65	2.51	0.55	1.16	0.60
7ος	3.95	3.05	0.43	0.89	0.48
8ος	4.36	2.65	0.17	0.33	0.19

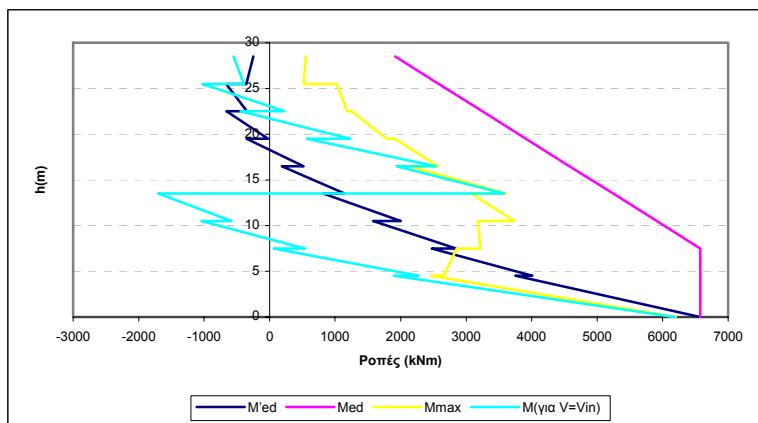
Πίνακας 3.254 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.208 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	6201.61	6181.36
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	2469.43	1899.25
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	2656.23	2271.71
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	2856.35	63.83
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	3215.63	537.31
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	3177.02	-1039.43
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	3736.4	-581.19
	Κεφαλή	817.25	5244.04	3073.42	-1700.72
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	3608.68	3577.94
	Κεφαλή	189.12	4578.18	2134.83	1937.87
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	2571.13	2535.24
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	1910.42	566.92
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	1786.3	1230.4
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	1254.48	-442.07
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1183.71	224.38
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	1025.71	-1025.67
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	520.54	-390.22
	Κεφαλή	-250	1914.72	553.54	-551.48

Πίνακας 3.255 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



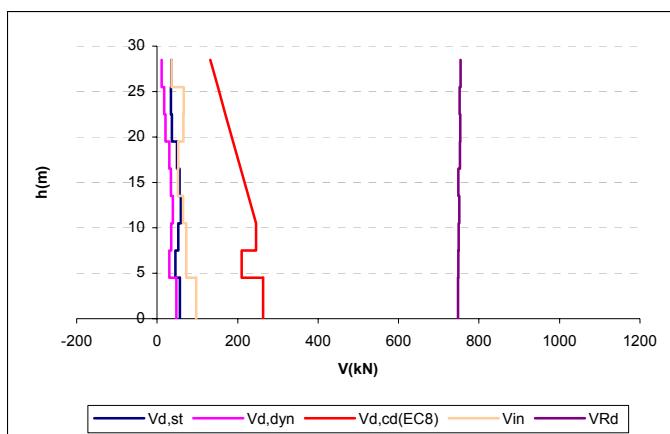
Σχήμα 3.209 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	97.26	748.1538
1ος	72.51	749.0702
2ος	72.44	749.121
3ος	64.09	751.3482
4ος	51.74	748.7699
5ος	52.63	752.9328
6ος	65.37	753.1106
7ος	65.95	751.9954
8ος	35.97	754.0881

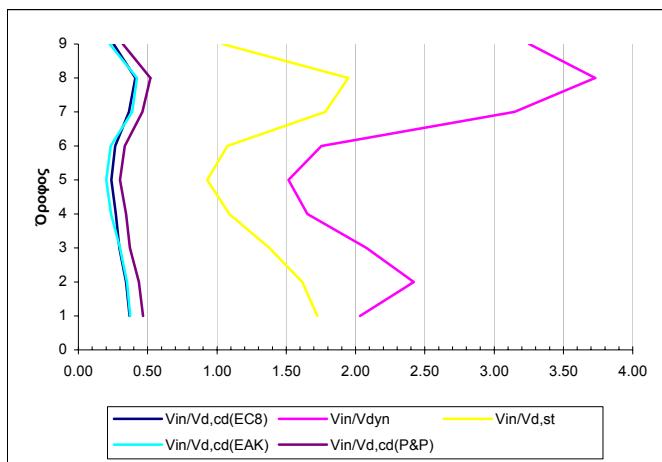
Πίνακας 3.256 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.210 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	1.73	2.03	0.37	0.38	0.47
1ος	1.62	2.42	0.35	0.35	0.44
2ος	1.38	2.08	0.29	0.30	0.37
3ος	1.09	1.65	0.27	0.24	0.34
4ος	0.93	1.52	0.24	0.20	0.30
5ος	1.07	1.75	0.27	0.23	0.34
6ος	1.78	3.15	0.36	0.39	0.46
7ος	1.95	3.73	0.41	0.42	0.52
8ος	1.04	3.25	0.25	0.23	0.32

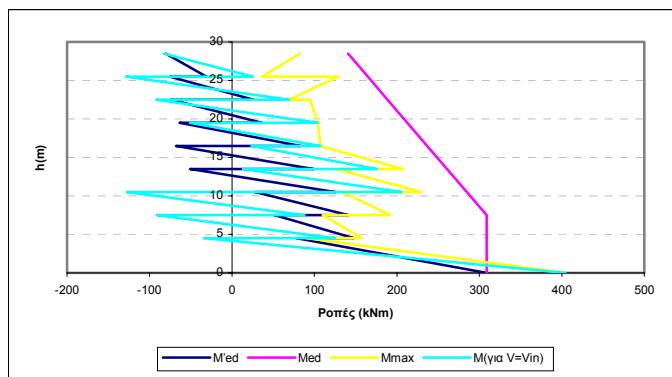
Πίνακας 3.257 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $V_{d,cd(P&P)}$).



Σχήμα 3.211 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}$ (EC8), $V_{d,cd}$ (EAK)& ($V_{d,cd}$ (P&P)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	404.01	404.01
	Κεφαλή	77.95	308.71	90.44	-33.65
2ος	Πόδας	147.51	308.71	157.26	124.58
	Κεφαλή	51.65	308.71	109.91	-91.27
3ος	Πόδας	140.94	308.71	191.98	87.72
	Κεφαλή	28.15	284.7	133.68	-127.89
4ος	Πόδας	125.49	284.7	229.65	205.39
	Κεφαλή	-51.02	260.68	126.79	13.12
5ος	Πόδας	99.15	260.68	207.08	175.46
	Κεφαλή	-67.95	236.65	106.41	23.82
6ος	Πόδας	83.31	236.65	107.24	107.24
	Κεφαλή	-63.63	212.62	104.11	-50.64
7ος	Πόδας	36.25	212.62	104.15	104.15
	Κεφαλή	-73.67	188.61	94.85	-91.96
8ος	Πόδας	26.27	188.61	69.21	69.21
	Κεφαλή	-75.32	164.58	128.65	-128.65
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	36.2	25.33
	Κεφαλή	-80.5	140.56	82.57	-82.57

Πίνακας 3.258 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.212 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\gammaia V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

10) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 55

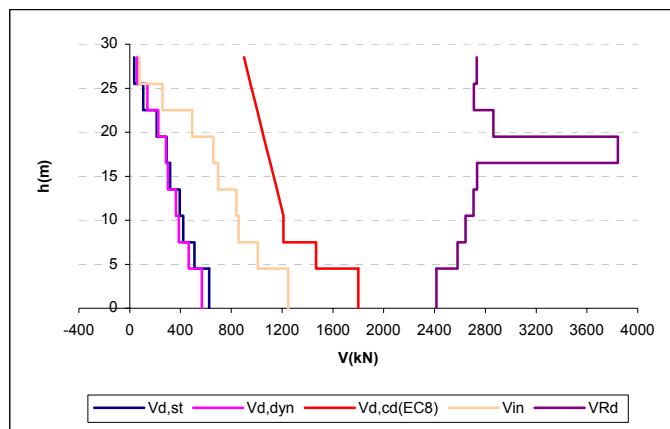
Στοιχεία ανάλυσης 55	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Θεσσαλονίκης
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Λ.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8

Πίνακας 3. 259 Στοιχεία ανάλυσης 55.

a) Κεντρικό τοίχωμα ($I_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1248.65	2413.783
1ος	1008.88	2581.576
2ος	856.61	2644.674
3ος	839.86	2706.607
4ος	696.39	2734.158
5ος	657.83	3844.711
6ος	491.55	2864.51
7ος	258.3	2710.388
8ος	77.08	2733.333

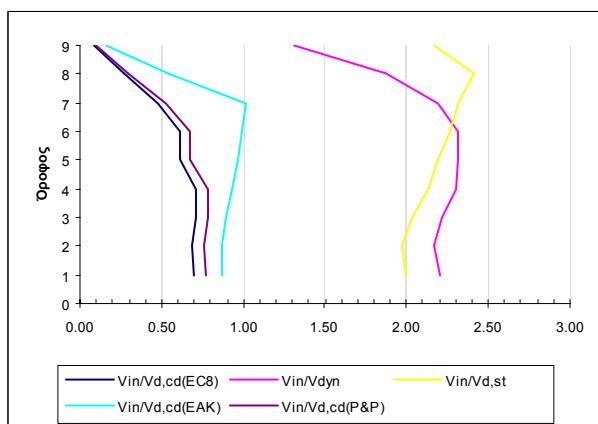
Πίνακας 3.260 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.212 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (VR_d) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.99	2.20	0.69	0.87	0.77
1ος	1.97	2.17	0.69	0.87	0.76
2ος	2.03	2.22	0.71	0.89	0.78
3ος	2.13	2.30	0.71	0.93	0.78
4ος	2.19	2.31	0.61	0.96	0.68
5ος	2.27	2.31	0.61	1.00	0.67
6ος	2.32	2.20	0.48	1.02	0.53
7ος	2.42	1.87	0.26	0.54	0.29
8ος	2.16	1.31	0.08	0.16	0.09

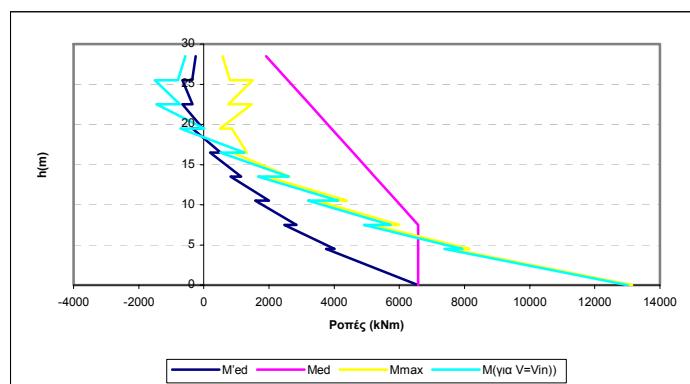
Πίνακας 3.261 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).



Σχήμα 3.213 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	13141.73	13005.53
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	7588.33	7386.6
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	8145.38	7935.04
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	5171.05	4920.46
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	5994.97	5734.26
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	3466.68	3198.59
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	4383.06	4120.05
	Κεφαλή	817.25	5244.04	1924.78	1666.6
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	2627.57	2594.43
	Κεφαλή	189.12	4578.18	884.43	505.26
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	1326.51	1248.49
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	859.76	-725
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	496.05	16.74
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	1469	-1454.65
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	754.61	-738.4
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	1503.43	-1501.69
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	802.36	-800.23
	Κεφαλή	-250	1914.72	573.18	-573.18

Πίνακας 3.262 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



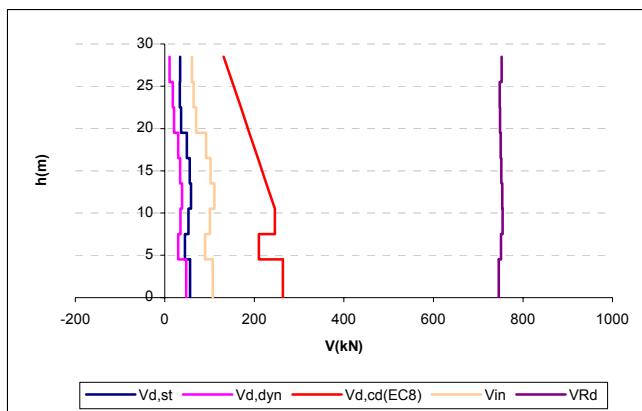
Σχήμα 3.214 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	107.46	745.7321
1ος	90.33	750.8728
2ος	100.5	753.9385
3ος	110.99	753.4963
4ος	102.16	751.7292
5ος	92.02	749.9593
6ος	70.11	748.2391
7ος	64.3	747.6744
8ος	60.97	751.7879

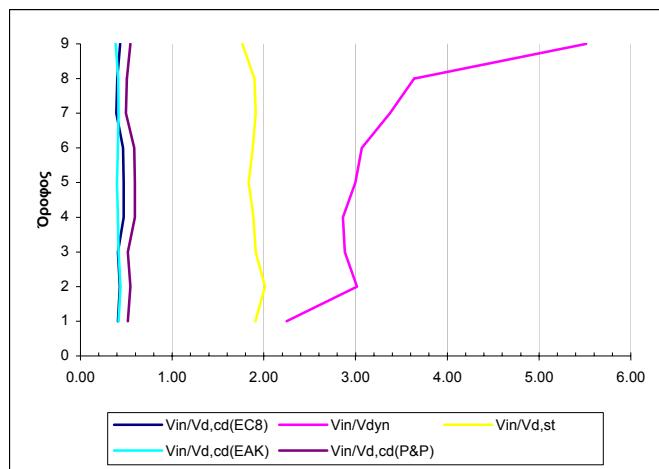
Πίνακας 3.263 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.215 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.91	2.25	0.41	0.41	0.52
1ος	2.01	3.02	0.43	0.44	0.55
2ος	1.91	2.88	0.41	0.42	0.52
3ος	1.89	2.86	0.47	0.41	0.60
4ος	1.83	3.00	0.47	0.40	0.60
5ος	1.88	3.07	0.46	0.41	0.59
6ος	1.91	3.38	0.39	0.42	0.50
7ος	1.90	3.64	0.40	0.41	0.51
8ος	1.77	5.51	0.43	0.38	0.55

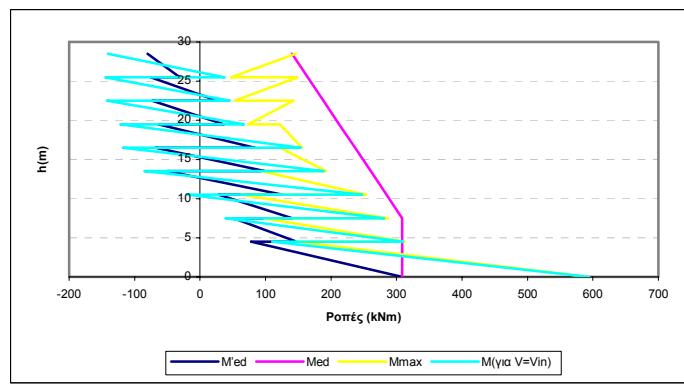
Πίνακας 3.264 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.216 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P\&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	594	594
	Κεφαλή	77.95	308.71	147.01	110.41
2ος	Πόδας	147.51	308.71	312.78	309.93
	Κεφαλή	51.65	308.71	97.42	38.96
3ος	Πόδας	140.94	308.71	287.3	281.29
	Κεφαλή	28.15	284.7	62.85	-20.23
4ος	Πόδας	125.49	284.7	253.5	247.78
	Κεφαλή	-51.02	260.68	93.18	-85.2
5ος	Πόδας	99.15	260.68	192.27	188.71
	Κεφαλή	-67.95	236.65	121.93	-117.75
6ος	Πόδας	83.31	236.65	155.47	153.55
	Κεφαλή	-63.63	212.62	121.8	-121.8
7ος	Πόδας	36.25	212.62	72.91	67.12
	Κεφαλή	-73.67	188.61	143.15	-142.24
8ος	Πόδας	26.27	188.61	52.87	45.18
	Κεφαλή	-75.32	164.58	148.72	-144.99
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	47.2	37.43
	Κεφαλή	-80.5	140.56	145.78	-140.97

Πίνακας 3.265 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.217 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

11) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 56

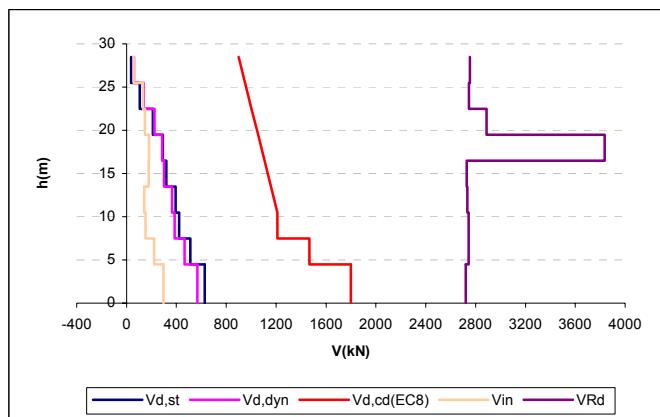
Στοιχεία ανάλυσης 56	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Θεσσαλονίκης
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Λ.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8

Πίνακας 3. 266 Στοιχεία ανάλυσης 56.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	296.39	2721.671
1ος	220.57	2743.408
2ος	153.12	2744.086
3ος	142.7	2733.716
4ος	177.71	2729.8
5ος	181.38	3834.672
6ος	146.11	2887.549
7ος	131.34	2747.699
8ος	56.45	2753.659

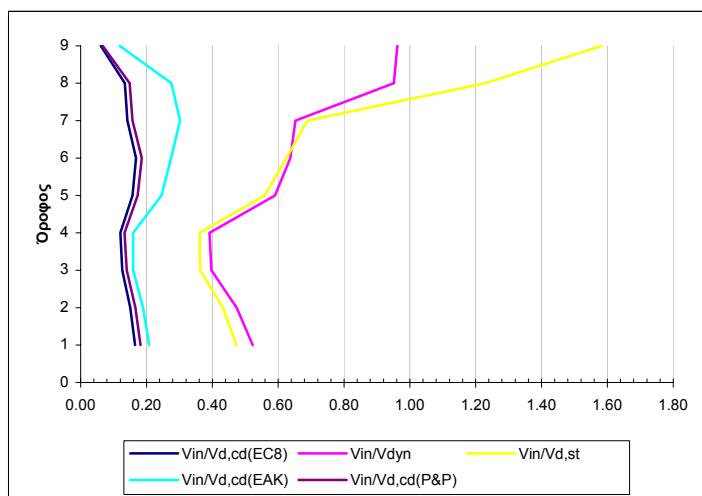
Πίνακας 3.267 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντιστοιχείς αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.218 Σχεδιασμός των τεμνουσών πον προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολότων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	0.47	0.52	0.16	0.21	0.18
1ος	0.43	0.47	0.15	0.19	0.17
2ος	0.36	0.40	0.13	0.16	0.14
3ος	0.36	0.39	0.12	0.16	0.13
4ος	0.56	0.59	0.16	0.25	0.17
5ος	0.63	0.64	0.17	0.27	0.19
6ος	0.69	0.65	0.14	0.30	0.16
7ος	1.23	0.95	0.13	0.28	0.15
8ος	1.58	0.96	0.06	0.12	0.07

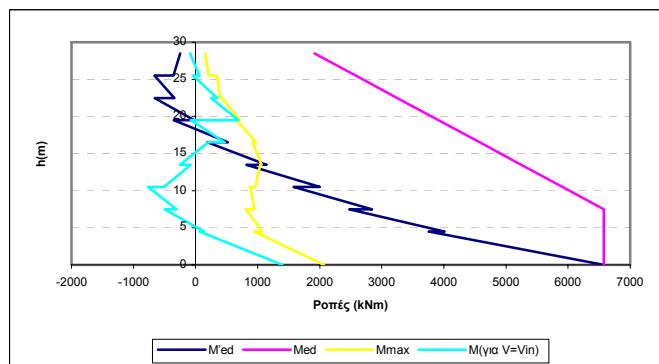
Πίνακας 3.268 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.219 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	2069.35	1399.82
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	946.77	66.08
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	1078.38	139.24
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	810.64	-499.28
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	954.62	-306.48
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	876.86	-765.84
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	966.04	-508.85
	Κεφαλή	817.25	5244.04	1040.16	-80.74
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	1063.06	-256.57
	Κεφαλή	189.12	4578.18	917.8	204.74
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	973.02	467.14
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	656.95	-76.99
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	717.39	688.75
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	425.64	250.43
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	396.07	351.25
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	346.04	-42.77
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	209.89	60.1
	Κεφαλή	-250	1914.72	151.04	-89.89

Πίνακας 3.269 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μεταποιημένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



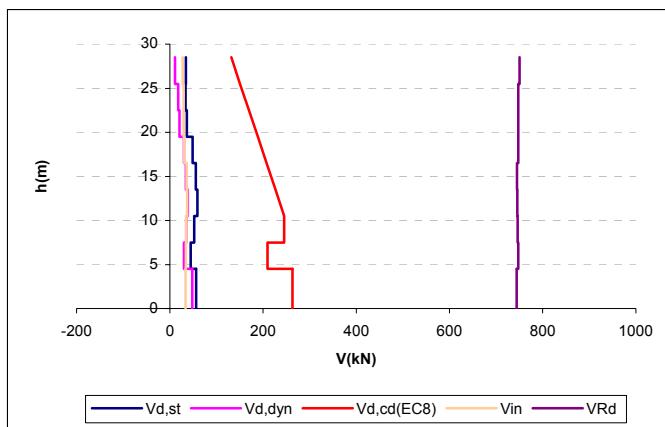
Σχήμα 3.220 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μεταποιημένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	33.87	744.3956
1ος	34.03	747.9121
2ος	35	746.2687
3ος	37.21	745.6914
4ος	35.92	745.2282
5ος	31.19	747.9616
6ος	29.4	748.0916
7ος	29.25	748.0818
8ος	27.24	750.4132

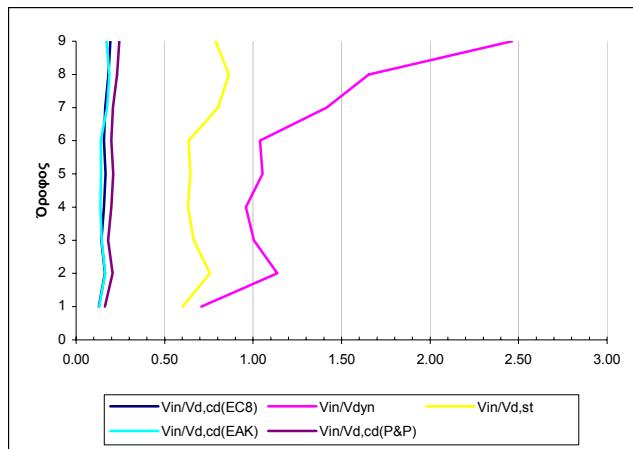
Πίνακας 3.270 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.221 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	0.60	0.71	0.13	0.13	0.16
1ος	0.76	1.14	0.16	0.16	0.21
2ος	0.67	1.00	0.14	0.14	0.18
3ος	0.63	0.96	0.16	0.14	0.20
4ος	0.64	1.05	0.17	0.14	0.21
5ος	0.64	1.04	0.16	0.14	0.20
6ος	0.80	1.42	0.16	0.17	0.21
7ος	0.86	1.65	0.18	0.19	0.23
8ος	0.79	2.46	0.19	0.17	0.24

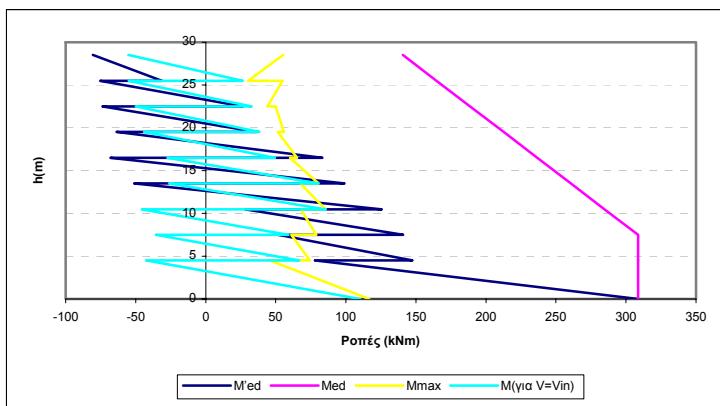
Πίνακας 3.271 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.222 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	116.6	110.06
	Κεφαλή	77.95	308.71	45.74	-42.37
2ος	Πόδας	147.51	308.71	74.47	66.53
	Κεφαλή	51.65	308.71	61.04	-35.56
3ος	Πόδας	140.94	308.71	78.84	59.01
	Κεφαλή	28.15	284.7	68.03	-45.54
4ος	Πόδας	125.49	284.7	85.57	85.47
	Κεφαλή	-51.02	260.68	67.48	-26.15
5ος	Πόδας	99.15	260.68	80.44	80.36
	Κεφαλή	-67.95	236.65	60.18	-27.41
6ος	Πόδας	83.31	236.65	65.33	49.5
	Κεφαλή	-63.63	212.62	51.45	-44.05
7ος	Πόδας	36.25	212.62	55.91	38.3
	Κεφαλή	-73.67	188.61	49.89	-49.89
8ος	Πόδας	26.27	188.61	43.88	32.76
	Κεφαλή	-75.32	164.58	54.98	-54.98
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	30.31	26.41
	Κεφαλή	-80.5	140.56	55.31	-55.31

Πίνακας 3.272 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.223 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\gammaia V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

12) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 57

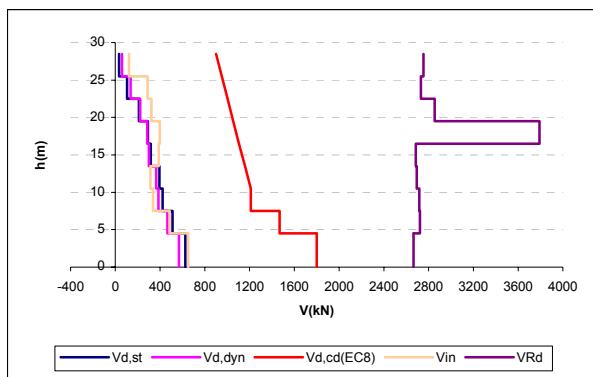
Στοιχεία ανάλυσης 57	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Θεσσαλονίκης
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Λ)
Δυσκαρψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαρψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Πίνακας 3. 273 Στοιχεία ανάλυσης 57.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($I_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	652.66	2666.095
1ος	485.8	2721.569
2ος	337.41	2716.667
3ος	313.83	2693.82
4ος	389.28	2684.69
5ος	398.35	3790.2
6ος	322.06	2855.142
7ος	289.36	2732.389
8ος	123.39	2754.241

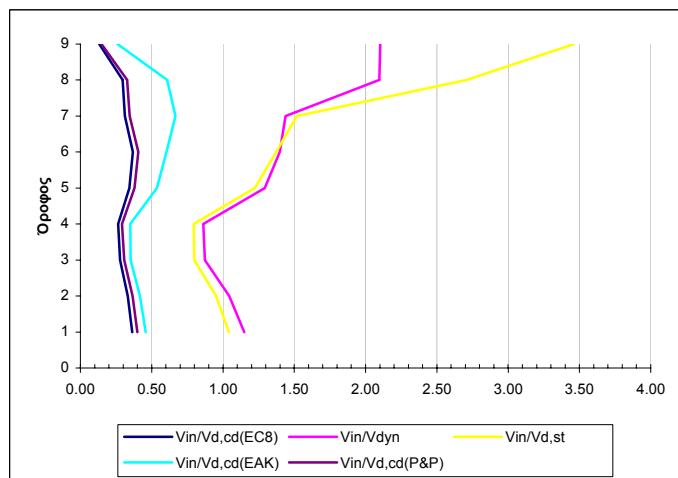
Πίνακας 3.274 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.224 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιτοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	1.04	1.15	0.36	0.46	0.40
1ος	0.95	1.04	0.33	0.42	0.37
2ος	0.80	0.87	0.28	0.35	0.31
3ος	0.80	0.86	0.26	0.35	0.29
4ος	1.22	1.29	0.34	0.54	0.38
5ος	1.37	1.40	0.37	0.60	0.41
6ος	1.52	1.44	0.31	0.67	0.35
7ος	2.71	2.10	0.30	0.61	0.33
8ος	3.46	2.10	0.13	0.26	0.15

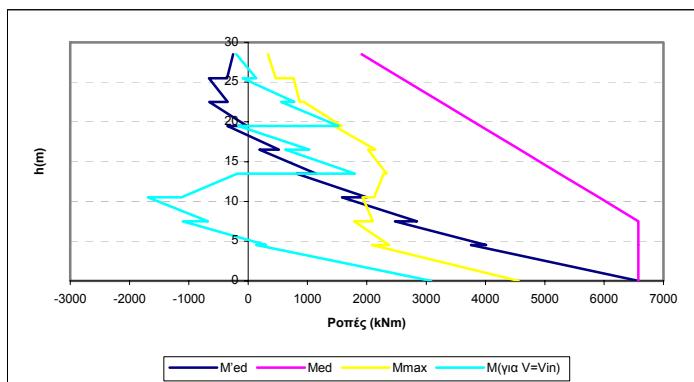
Πίνακας 3.275 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.



Σχήμα 3.225 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	4556.88	3080.77
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	2085.71	143.79
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	2375.56	304.76
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	1783.21	-1101.56
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	2100.07	-677.28
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	1927.77	-1689.51
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	2124.02	-1123.48
	Κεφαλή	817.25	5244.04	2286.01	-182
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	2335.95	1794.27
	Κεφαλή	189.12	4578.18	2022.45	626.42
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	2143.45	1029.58
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	1442.42	-165.46
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	1575.94	1520.43
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	939.33	554.25
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	869.68	775.94
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	763.62	-92.13
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	463.81	134.35
	Κεφαλή	-250	1914.72	333.38	-198.71

Πίνακας 3.276 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



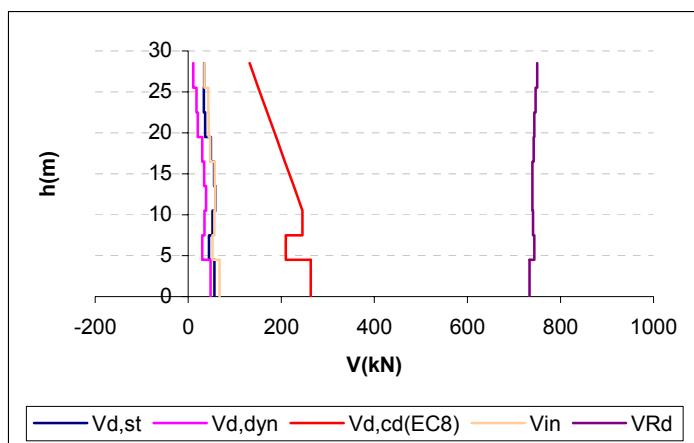
Σχήμα 3.226 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\gammaia V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	67.2	733.6245
1ος	52.42	743.5461
2ος	56.11	741.2153
3ος	58.43	739.6203
4ος	56.89	739.7919
5ος	47.65	742.2118
6ος	43.66	743.7819
7ος	43.23	746.6321
8ος	35.18	750.1066

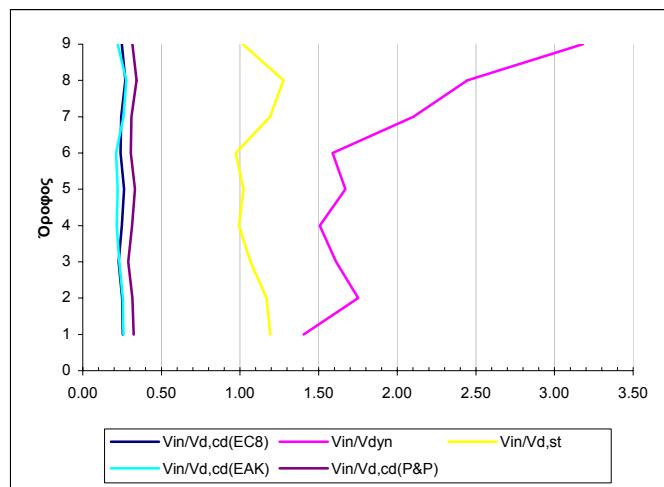
Πίνακας 3.277 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.227 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	0.60	0.71	0.13	0.13	0.16
1ος	0.76	1.14	0.16	0.16	0.21
2ος	0.67	1.00	0.14	0.14	0.18
3ος	0.63	0.96	0.16	0.14	0.20
4ος	0.64	1.05	0.17	0.14	0.21
5ος	0.64	1.04	0.16	0.14	0.20
6ος	0.80	1.42	0.16	0.17	0.21
7ος	0.86	1.65	0.18	0.19	0.23
8ος	0.79	2.46	0.19	0.17	0.24

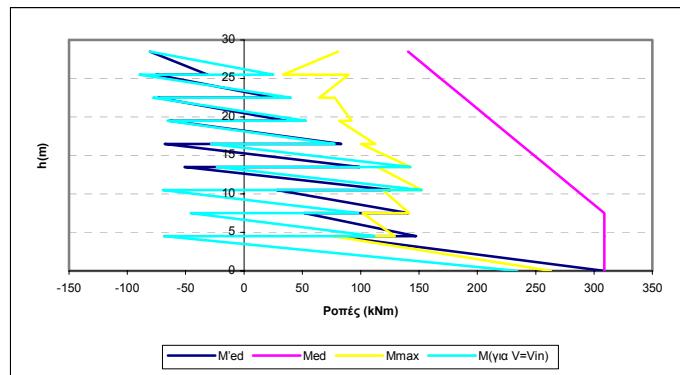
Πίνακας 3.278 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.228 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τέμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	262.89	233.83
	Κεφαλή	77.95	308.71	75.99	-68.58
2ος	Πόδας	147.51	308.71	129.05	111.59
	Κεφαλή	51.65	308.71	101.78	-45.68
3ος	Πόδας	140.94	308.71	141.53	97.89
	Κεφαλή	28.15	284.7	118.97	-69.46
4ος	Πόδας	125.49	284.7	152.37	152.14
	Κεφαλή	-51.02	260.68	114.15	-23.16
5ος	Πόδας	99.15	260.68	142.72	142.55
	Κεφαλή	-67.95	236.65	100.29	-28.11
6ος	Πόδας	83.31	236.65	112.37	77.51
	Κεφαλή	-63.63	212.62	81.72	-65.4
7ος	Πόδας	36.25	212.62	91.92	53.14
	Κεφαλή	-73.67	188.61	77.82	-77.82
8ος	Πόδας	26.27	188.61	64.68	40.19
	Κεφαλή	-75.32	164.58	89.5	-89.5
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	33.68	25.09
	Κεφαλή	-80.5	140.56	80.44	-80.44

Πίνακας 3.279 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.229 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

13) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 58

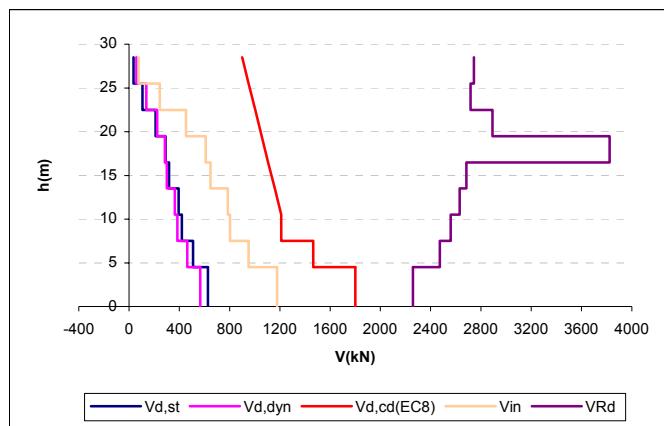
Στοιχεία ανάλυσης 58	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Σενάριο M=7.8
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Λ.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3. 280 Στοιχεία ανάλυσης 58.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1178.43	2258.394
1ος	951.03	2472.134
2ος	804.42	2560.216
3ος	784.74	2630.707
4ος	648.1	2684.756
5ος	610.57	3823.231
6ος	454.62	2891.985
7ος	245.16	2717.96
8ος	75.47	2744.364

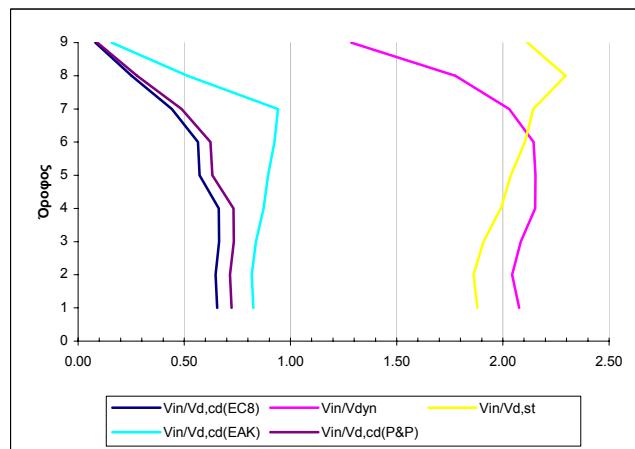
Πίνακας 3.281 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.230 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεώροιμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.88	2.08	0.65	0.83	0.72
1ος	1.86	2.04	0.65	0.82	0.72
2ος	1.91	2.08	0.66	0.84	0.73
3ος	1.99	2.15	0.66	0.87	0.73
4ος	2.04	2.15	0.57	0.89	0.63
5ος	2.10	2.14	0.56	0.92	0.62
6ος	2.14	2.03	0.44	0.94	0.49
7ος	2.30	1.78	0.25	0.52	0.28
8ος	2.12	1.29	0.08	0.16	0.09

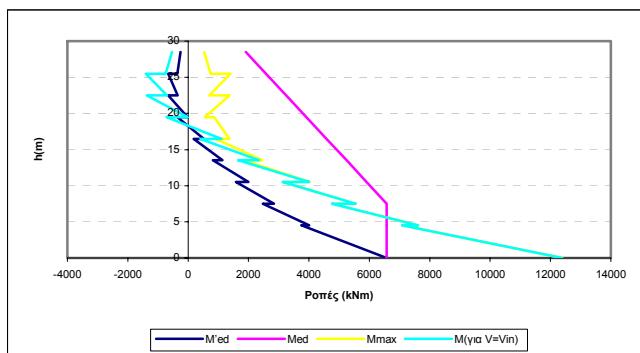
Πίνακας 3.282 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.231 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $V_{d,cd}(P&P)$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	12394.32	12394.32
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	7091.38	7091.38
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	7614.86	7614.86
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	4768.69	4761.77
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	5546.27	5540.89
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	3141.02	3127.62
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	4023.7	4013.23
	Κεφαλή	817.25	5244.04	1851.23	1659
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	2450.37	2350.6
	Κεφαλή	189.12	4578.18	913.86	407.41
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	1368.29	1111.48
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	861.29	-716.17
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	558.45	-14.32
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	1374.78	-1374.78
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	700.32	-700.32
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	1404.1	-1403.48
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	743.39	-743.14
	Κεφαλή	-250	1914.72	533.44	-533.09

Πίνακας 3.283 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}),μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}),μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



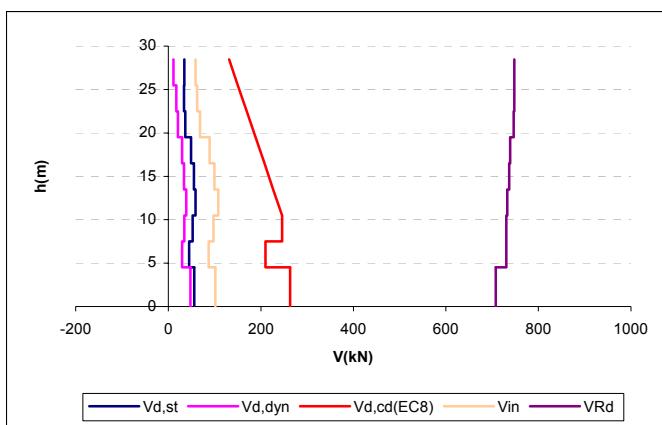
Σχήμα 3.232 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}),μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}),μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	101.8	707.9277
1ος	87.55	730.8013
2ος	98.07	730.775
3ος	108.02	732.8358
4ος	99.66	736.5854
5ος	89.78	738.93
6ος	68.77	746.6884
7ος	62.43	747.6647
8ος	58.72	748.0255

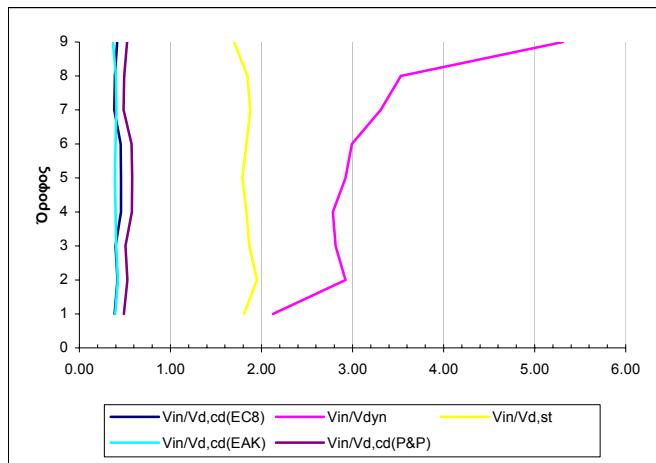
Πίνακας 3.284 Μέγιστρες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.234 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.81	2.13	0.39	0.39	0.49
1ος	1.95	2.92	0.42	0.42	0.53
2ος	1.87	2.81	0.40	0.41	0.51
3ος	1.84	2.79	0.46	0.40	0.58
4ος	1.79	2.92	0.46	0.39	0.58
5ος	1.83	2.99	0.45	0.40	0.57
6ος	1.88	3.31	0.38	0.41	0.49
7ος	1.84	3.53	0.39	0.40	0.49
8ος	1.70	5.31	0.42	0.37	0.53

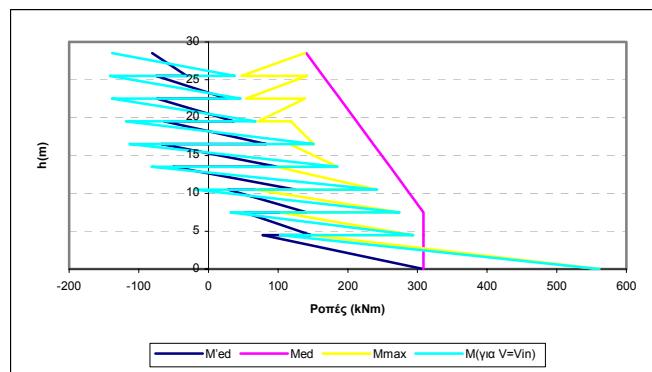
Πίνακας 3.285 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.235 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τέμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}$ (EC8), $V_{d,cd}$ (EAK)& ($V_{d,cd}$ (P&P)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{\text{για } V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	560.86	560.86
	Κεφαλή	77.95	308.71	147.64	102.74
2ος	Πόδας	147.51	308.71	294.06	294.06
	Κεφαλή	51.65	308.71	103.58	31.58
3ος	Πόδας	140.94	308.71	273.99	273.99
	Κεφαλή	28.15	284.7	67.37	-19.33
4ος	Πόδας	125.49	284.7	242.13	242.13
	Κεφαλή	-51.02	260.68	97.94	-81.54
5ος	Πόδας	99.15	260.68	185.31	185.31
	Κεφαλή	-67.95	236.65	116.68	-113.23
6ος	Πόδας	83.31	236.65	151.05	151.05
	Κεφαλή	-63.63	212.62	118.36	-118.29
7ος	Πόδας	36.25	212.62	71.63	67.68
	Κεφαλή	-73.67	188.61	138.64	-138.64
8ος	Πόδας	26.27	188.61	53.99	45.94
	Κεφαλή	-75.32	164.58	141.5	-141.36
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	47.35	37.62
	Κεφαλή	-80.5	140.56	138.43	-138.21

Πίνακας 3.286 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{\text{για } V=Vin}$).



Σχήμα 3.236 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

14) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 59

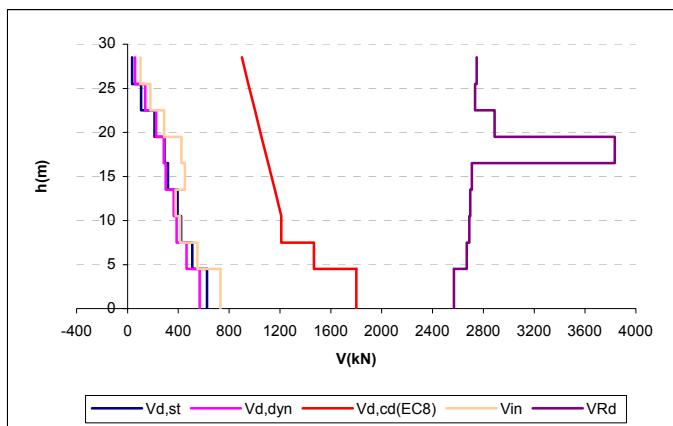
Στοιχεία ανάλυσης 59	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Σενάριο $M=7.8$
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Λ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3. 287 Στοιχεία ανάλυσης 59.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	731.7	2569.171
1ος	550.36	2670.354
2ος	413.8	2690.507
3ος	378.22	2697.718
4ος	452.56	2709.94
5ος	424.14	3834.901
6ος	288.55	2888.388
7ος	179.96	2734.954
8ος	102.47	2747.185

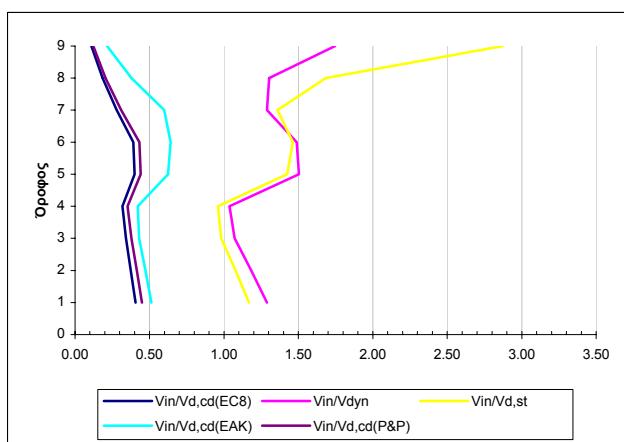
Πίνακας 3.288 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.237 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολότων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.17	1.29	0.41	0.51	0.45
1ος	1.08	1.18	0.38	0.47	0.41
2ος	0.98	1.07	0.34	0.43	0.38
3ος	0.96	1.04	0.32	0.42	0.35
4ος	1.42	1.50	0.40	0.62	0.44
5ος	1.46	1.49	0.39	0.64	0.43
6ος	1.36	1.29	0.28	0.60	0.31
7ος	1.68	1.30	0.18	0.38	0.20
8ος	2.87	1.75	0.11	0.22	0.12

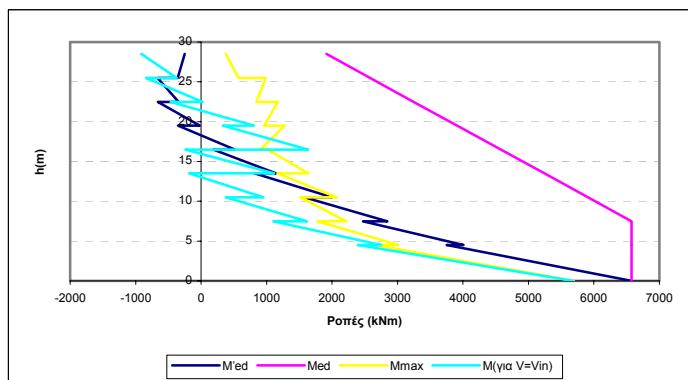
Πίνακας 3.289 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.238 Λόγοι των μεγίστων απολότων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	5692.57	5685.28
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	2657.48	2392.65
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	3013.55	2754.03
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	1779.62	1104.19
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	2217.46	1615.62
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	1516.12	376.99
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	2073.35	952.42
	Κεφαλή	817.25	5244.04	1169.26	-182.24
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	1636.55	1115.74
	Κεφαλή	189.12	4578.18	1017.08	-241.94
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	903.73	1636.55
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	1277.58	330.16
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	960.58	805.14
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	1171.36	-467.27
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	845.03	23.4
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	987.58	-842.25
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	570.68	-372.94
	Κεφαλή	-250	1914.72	374.94	-912.84

Πίνακας 3.290 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}),μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}),μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



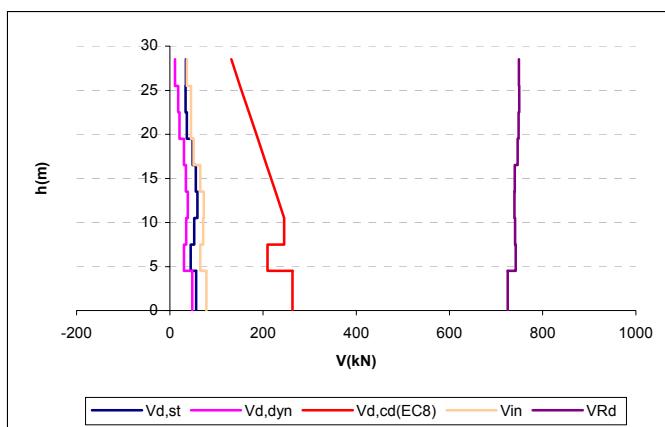
Σχήμα 3.239 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}),μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}),μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	78.19	725.3247
1ος	65.44	741.9501
2ος	71.18	740.6868
3ος	72.78	739.6341
4ος	65.41	739.9321
5ος	50.83	746.4023
6ος	45.57	748.2759
7ος	45.06	749.7504
8ος	36.55	748.9754

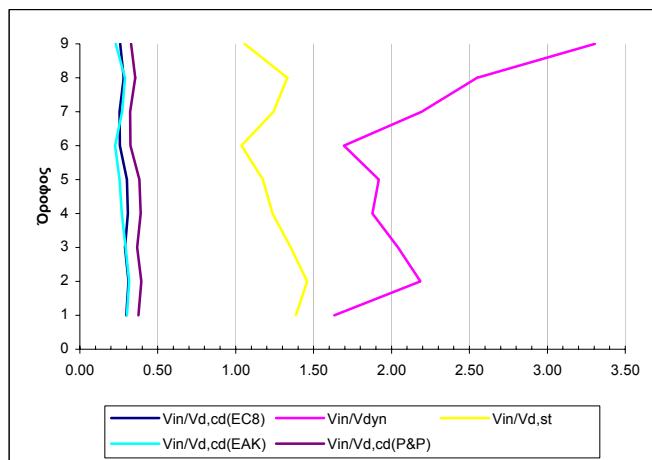
Πίνακας 3.291 Μέγιστρες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.240 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.39	1.63	0.30	0.30	0.38
1ος	1.46	2.18	0.31	0.32	0.39
2ος	1.35	2.04	0.29	0.29	0.37
3ος	1.24	1.88	0.31	0.27	0.39
4ος	1.17	1.92	0.30	0.26	0.38
5ος	1.04	1.69	0.26	0.23	0.32
6ος	1.24	2.19	0.25	0.27	0.32
7ος	1.33	2.55	0.28	0.29	0.36
8ος	1.06	3.30	0.26	0.23	0.33

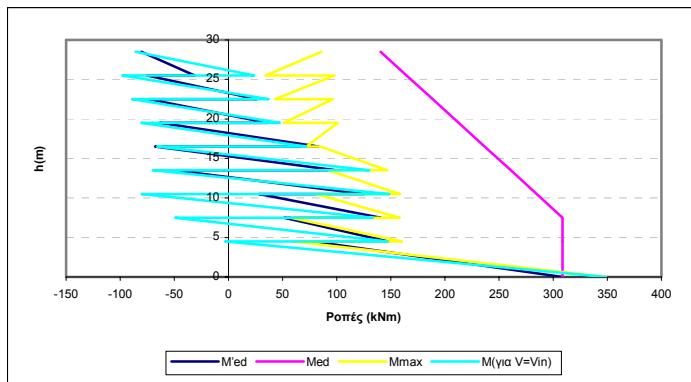
Πίνακας 3.292 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.241 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τέμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}$ (EC8), $V_{d,cd}$ (ΕΑΚ)& ($V_{d,cd}$ (P&P)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{\gamma_{ta} V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	348.98	348.98
	Κεφαλή	77.95	308.71	59.56	-2.89
2ος	Πόδας	147.51	308.71	160.39	147.15
	Κεφαλή	51.65	308.71	57.83	-49.16
3ος	Πόδας	140.94	308.71	158.22	133.39
	Κεφαλή	28.15	284.7	81.2	-80.14
4ος	Πόδας	125.49	284.7	158.53	148.52
	Κεφαλή	-51.02	260.68	92.18	-69.82
5ος	Πόδας	99.15	260.68	146.68	129.98
	Κεφαλή	-67.95	236.65	84.91	-66.16
6ος	Πόδας	83.31	236.65	71.95	71.95
	Κεφαλή	-63.63	212.62	100.95	-80.55
7ος	Πόδας	36.25	212.62	51.35	47.47
	Κεφαλή	-73.67	188.61	96.6	-89.23
8ος	Πόδας	26.27	188.61	43.08	37
	Κεφαλή	-75.32	164.58	98.1	-98.08
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	34.55	23.73
	Κεφαλή	-80.5	140.56	85.88	-85.83

Πίνακας 3.293 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{\gamma_{ta} V=Vin}$).



Σχήμα 3.242 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλουσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

15) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 60

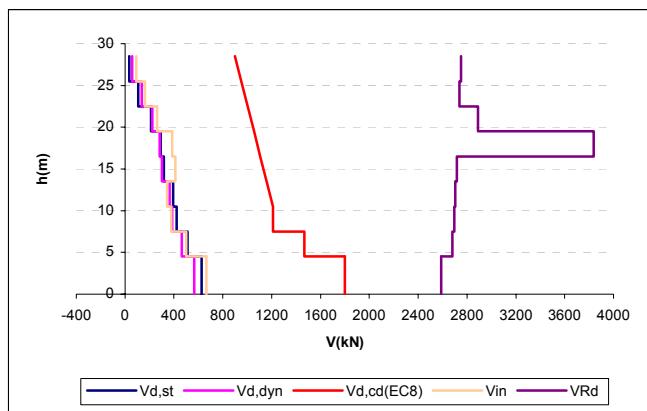
Στοιχεία ανάλυσης 60	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Σενάριο M=7.8
Στάθμη έντασης	0.5 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Λ.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπεριόδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Πίνακας 3. 294 Στοιχεία ανάλυσης 60.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	666.65	2588.932
1ος	501.43	2680.011
2ος	377	2696.71
3ος	344.56	2704.553
4ος	412.51	2715.668
5ος	386.57	3838.828
6ος	262.87	2888.681
7ος	164	2737.896
8ος	93.25	2750.737

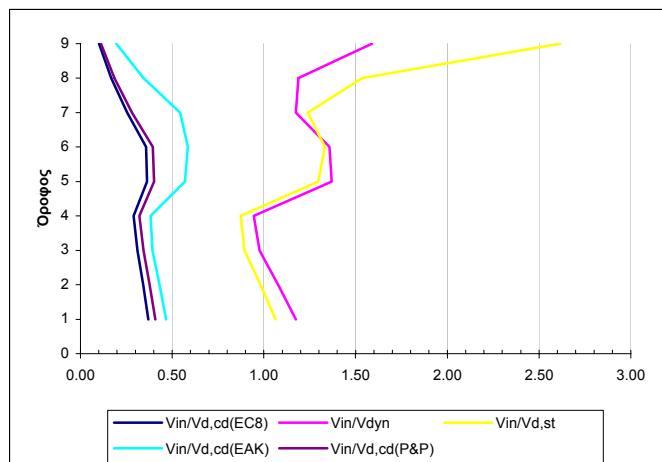
Πίνακας 3.295 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.243 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.06	1.17	0.37	0.47	0.41
1ος	0.98	1.08	0.34	0.43	0.38
2ος	0.89	0.98	0.31	0.39	0.34
3ος	0.87	0.95	0.29	0.38	0.32
4ος	1.30	1.37	0.36	0.57	0.40
5ος	1.33	1.36	0.36	0.59	0.39
6ος	1.24	1.17	0.26	0.54	0.28
7ος	1.54	1.19	0.17	0.34	0.19
8ος	2.61	1.59	0.10	0.20	0.11

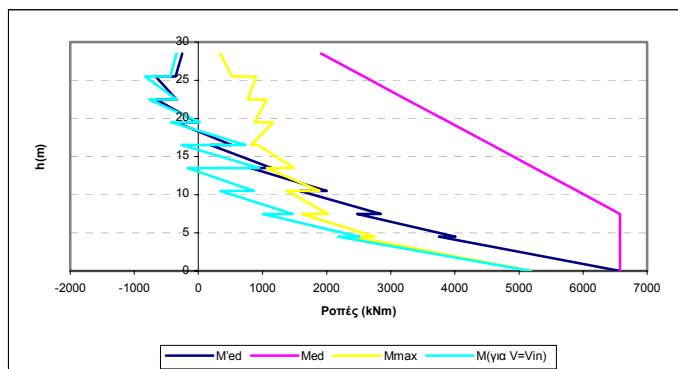
Πίνακας 3.296 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.244 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $V_{d,cd}(P&P)$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	5186.8	5180.16
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	2421.46	2180.22
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	2745.92	2509.5
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	1621.71	1006.36
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	2020.67	1472.37
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	1381.75	343.91
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	1889.5	868.25
	Κεφαλή	817.25	5244.04	1065.91	-165.44
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	1491.75	948.45
	Κεφαλή	189.12	4578.18	926.86	-256.11
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	823.4	733.91
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	1164.1	-425.8
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	875.21	21.33
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	1067.17	-767.3
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	769.79	-339.66
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	899.81	-831.65
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	519.89	-434.57
	Κεφαλή	-250	1914.72	341.71	-341.35

Πίνακας 3.297 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}),μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}),μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



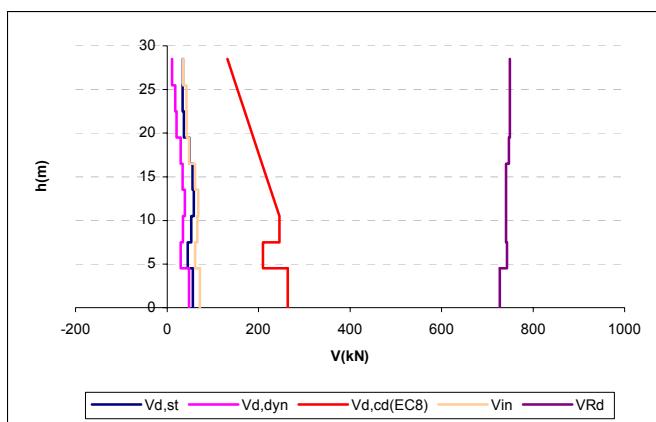
Σχήμα 3.245 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}),μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}),μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	71.79	727.3556
1ος	61.29	742.9091
2ος	66.4	741.0714
3ος	68.05	740.4788
4ος	61.24	740.5079
5ος	47.87	746.8019
6ος	43.07	749.0435
7ος	42.62	749.0334
8ος	35.15	749.467

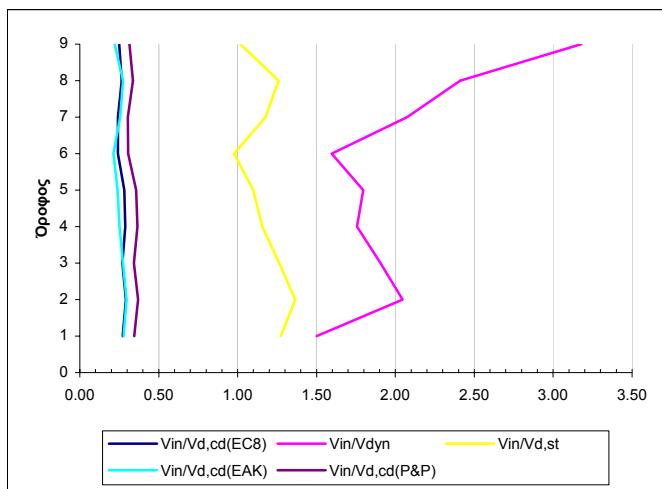
Πίνακας 3.298 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.246 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.27	1.50	0.27	0.28	0.35
1ος	1.37	2.05	0.29	0.30	0.37
2ος	1.26	1.91	0.27	0.27	0.34
3ος	1.16	1.76	0.29	0.25	0.36
4ος	1.10	1.80	0.28	0.24	0.36
5ος	0.98	1.60	0.24	0.21	0.31
6ος	1.18	2.07	0.24	0.26	0.30
7ος	1.26	2.41	0.27	0.27	0.34
8ος	1.02	3.18	0.25	0.22	0.32

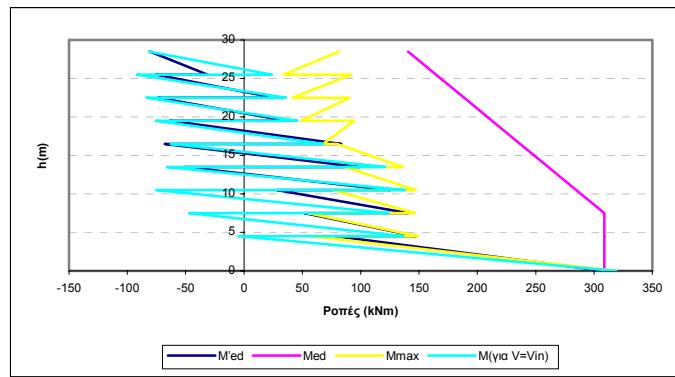
Πίνακας 3.299 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.247 Λόγοι των μεγίστων απολύτων τιμών τέμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P\&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	308.71	308.71	318.59	318.59
	Κεφαλή	77.95	308.71	56.09	-4.46
2ος	Πόδας	147.51	308.71	148.73	136.66
	Κεφαλή	51.65	308.71	55.1	-47.2
3ος	Πόδας	140.94	308.71	146.54	123.92
	Κεφαλή	28.15	284.7	76.26	-75.29
4ος	Πόδας	125.49	284.7	147.11	137.98
	Κεφαλή	-51.02	260.68	86.52	-66.16
5ος	Πόδας	99.15	260.68	136.2	120.97
	Κεφαλή	-67.95	236.65	79.73	-62.66
6ος	Πόδας	83.31	236.65	67.89	67.89
	Κεφαλή	-63.63	212.62	94.32	-75.73
7ος	Πόδας	36.25	212.62	49.1	45.56
	Κεφαλή	-73.67	188.61	90.37	-83.66
8ος	Πόδας	26.27	188.61	41.63	36.08
	Κεφαλή	-75.32	164.58	91.7	-91.69
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	33.95	24.09
	Κεφαλή	-80.5	140.56	81.33	-81.28

Πίνακας 3.300 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.248 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

16) Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των αναλύσεων για την σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ. του φορέα Dual 2.

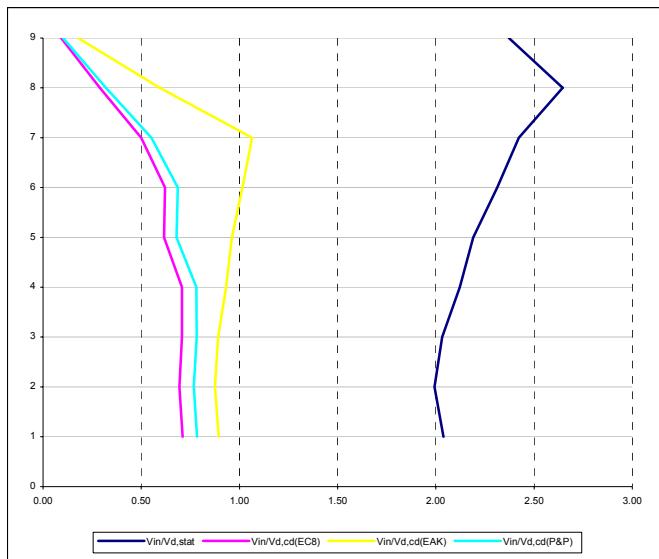
α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

-Για δυσκαμψία EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in} / V_{d,cd}(\text{EC8})$	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,cd}(\text{EAK})$	$V_{in} / V_{d,cd}(\text{P&P})$
Ισόγειο	1277.462	0.002	0.71	2.04	0.89	0.78
1ος	1018.756	0.001	0.69	1.99	0.88	0.77
2ος	856.528	0.001	0.71	2.03	0.89	0.78
3ος	837.568	0.001	0.71	2.12	0.93	0.78
4ος	696.692	0.001	0.61	2.19	0.96	0.68
5ος	670.954	0.002	0.62	2.31	1.02	0.69
6ος	513.894	0.003	0.50	2.42	1.06	0.55
7ος	282.552	0.002	0.29	2.65	0.59	0.32
8ος	84.594	0.000	0.09	2.37	0.18	0.10

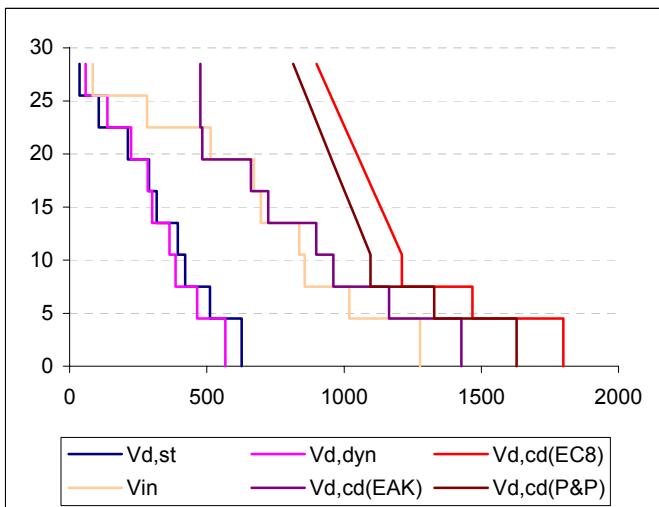
Πίνακας 3.301 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$.

Οι μέσοι όροι των λόγων των τεμνοντών του προηγούμενου πίνακα έχουν σχεδιασθεί στο ακόλουθο σχήμα:



Σχήμα 3.249 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,stat}$, $V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$, $V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$, $V_{in}/V_{d,cd(P\&P)}$.

Αντίστοιχα οι μέσοι όροι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα από κοινού με τις τέμνουσες της ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης, τις τέμνουσες της δυναμικής φασματικής ανάλυσης καθώς και τις ικανοτικές τέμνουσες προσδιορισμένες είτε με βάση τους κανονισμούς EC8 και EAK είτε με βάση το μοντέλο των Paulay και Priestley.

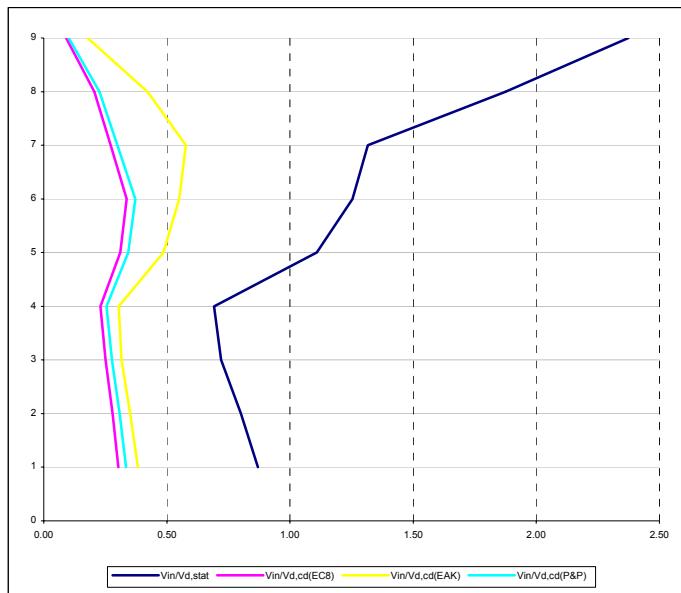


Σχήμα 3.250 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd(EC8)}$ & $V_{d,cd(EAK)}$) και μοντέλα ($V_{d,cd(P\&P)}$), και των μέσων όρων των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για τη δυσκαμψία που προβλέπει για τα δομικά στοιχεία o EC8.

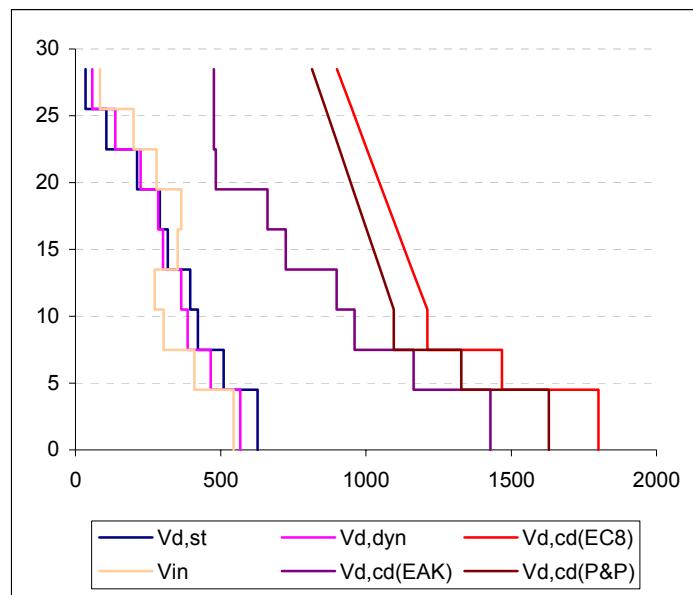
- Για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$
Iσόγειο	545.048	0.012	0.30	0.87	0.38	0.33
1ος	409.182	0.012	0.28	0.80	0.35	0.31
2ος	303.858	0.012	0.25	0.72	0.32	0.28
3ος	272.882	0.011	0.23	0.69	0.30	0.25
4ος	352.506	0.017	0.31	1.11	0.49	0.34
5ος	363.624	0.018	0.34	1.25	0.55	0.37
6ος	279.07	0.009	0.27	1.32	0.58	0.30
7ος	200.254	0.004	0.20	1.87	0.42	0.23
8ος	84.67	0.001	0.09	2.37	0.18	0.10

Πίνακας 3.302 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$.



Σχήμα 3.251 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$.

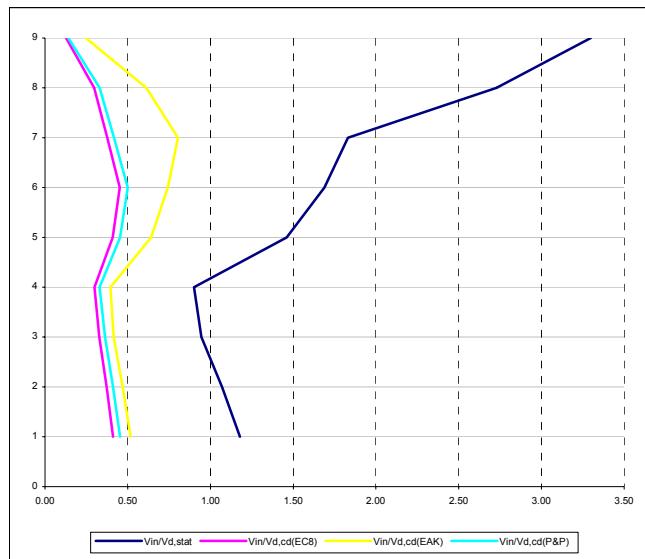


Σχήμα 3.252 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd(EC8)}$ & $V_{d,cd(EAK)}$) και μοντέλα ($V_{d,cd(P\&P)}$), και των μέσων όρων των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

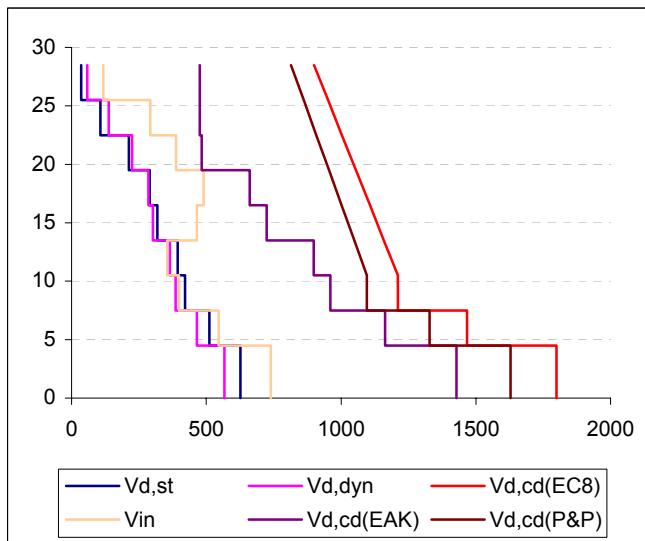
- Για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in}/V_{d,cd(P\&P)}$
Ισόγειο	739.052	0.010	0.41	1.18	0.52	0.45
1ος	546.514	0.007	0.37	1.07	0.47	0.41
2ος	398.496	0.005	0.33	0.95	0.41	0.36
3ος	355.17	0.002	0.30	0.90	0.40	0.33
4ος	464.692	0.006	0.41	1.46	0.64	0.45
5ος	489.632	0.015	0.45	1.69	0.74	0.50
6ος	388.424	0.018	0.38	1.83	0.80	0.42
7ος	291.584	0.014	0.30	2.73	0.61	0.33
8ος	117.584	0.001	0.13	3.30	0.25	0.14

Πίνακας 3.304 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$, $V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$, $V_{in}/V_{d,cd(P\&P)}$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$.



Σχήμα 3.253 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,stat}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P\&P)$.



Σχήμα 3.254 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(EC8)$ & $V_{d,cd}(EAK)$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(P\&P)$), και των μέσων όρων των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνουσιγραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπεριόδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

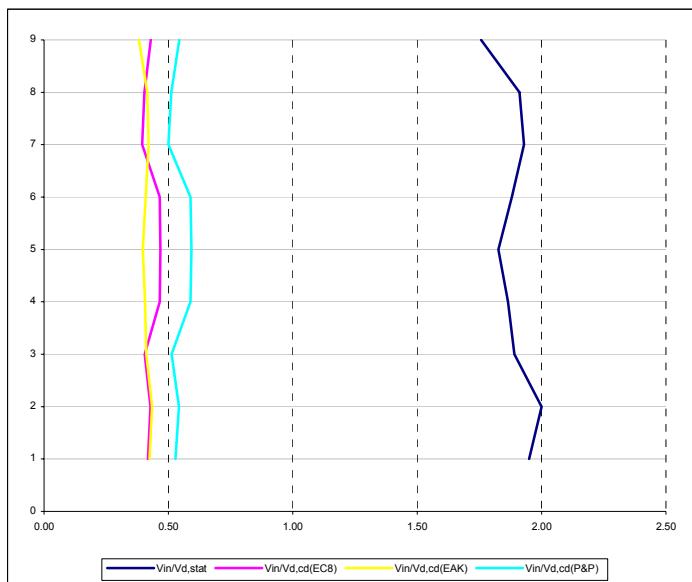
β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

- Για δυσκαμψία EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$
Iσόγειο	109.924	0.0007	0.42	1.95	0.42	0.53
1ος	89.784	0.0001	0.43	2.00	0.43	0.54
2ος	99.41	0.0000	0.40	1.89	0.41	0.51
3ος	109.734	0.0000	0.46	1.86	0.41	0.59
4ος	101.724	0.0000	0.47	1.83	0.40	0.59
5ος	92.1	0.0001	0.46	1.88	0.41	0.59
6ος	70.724	0.0001	0.39	1.93	0.42	0.50
7ος	64.706	0.0001	0.40	1.91	0.42	0.51
8ος	60.69	0.0001	0.43	1.76	0.38	0.54

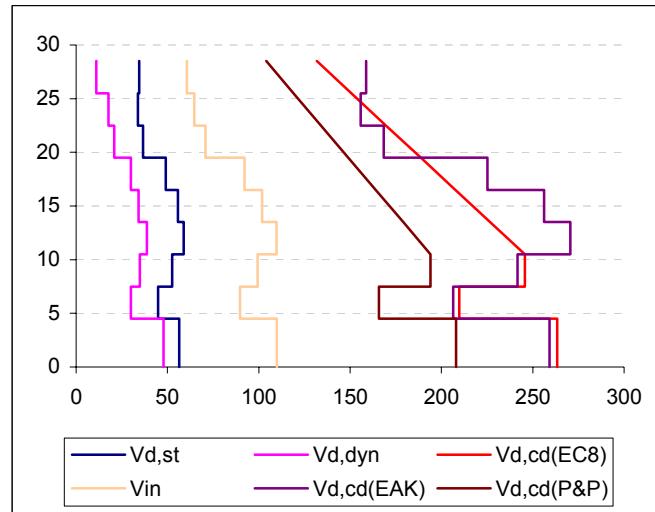
Πίνακας 3.305 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$.

Οι μέσοι όροι των λόγων των τεμνουσών του προηγούμενου πίνακα έχουν σχεδιασθεί στο ακόλουθο σχήμα:



Σχήμα 3.255 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$.

Αντίστοιχα οι μέσοι όροι των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα από κοινού με τις τέμνουσες της ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης, τις τέμνουσες της δυναμικής φασματικής ανάλυσης καθώς και τις ικανοτικές τέμνουσες προσδιορισμένες είτε με βάση τους κανονισμούς EC8 και EAK είτε με βάση το μοντέλο των Paulay και Priestley.

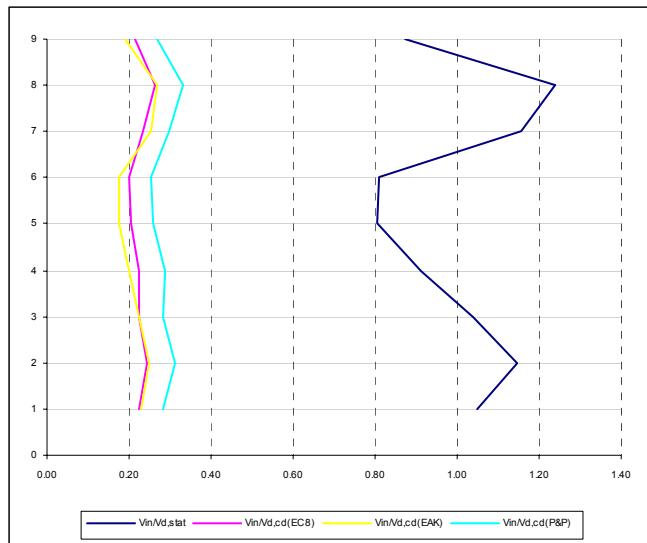


Σχήμα 3.256 Σχεδιασμός των τεμνονσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(EC8)$ & $V_{d,cd}(EAK)$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(P&P)$), και των μέσων όρων των μεγιστών απολύτων τιμών τεμνονσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για τη δυσκαμψία που προβλέπει για τα δομικά στοιχεία ο EC8.

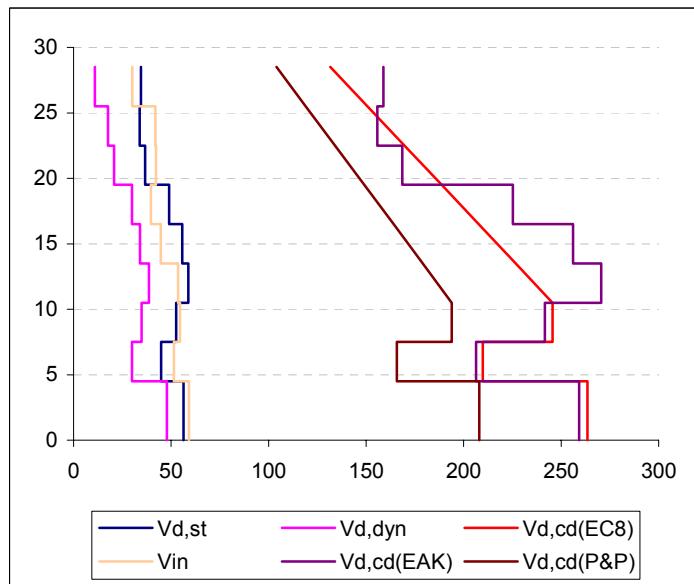
- Για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	59.136	0.006	0.22	1.05	0.23	0.28
1ος	51.502	0.005	0.25	1.15	0.25	0.31
2ος	54.62	0.006	0.22	1.04	0.23	0.28
3ος	53.554	0.006	0.23	0.91	0.20	0.29
4ος	44.712	0.004	0.21	0.80	0.17	0.26
5ος	39.618	0.002	0.20	0.81	0.18	0.25
6ος	42.356	0.003	0.24	1.16	0.25	0.30
7ος	42.018	0.004	0.26	1.24	0.27	0.33
8ος	30.14	0.001	0.21	0.87	0.19	0.27

Πίνακας 3.306 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$.



Σχήμα 3.257 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,stat}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$.

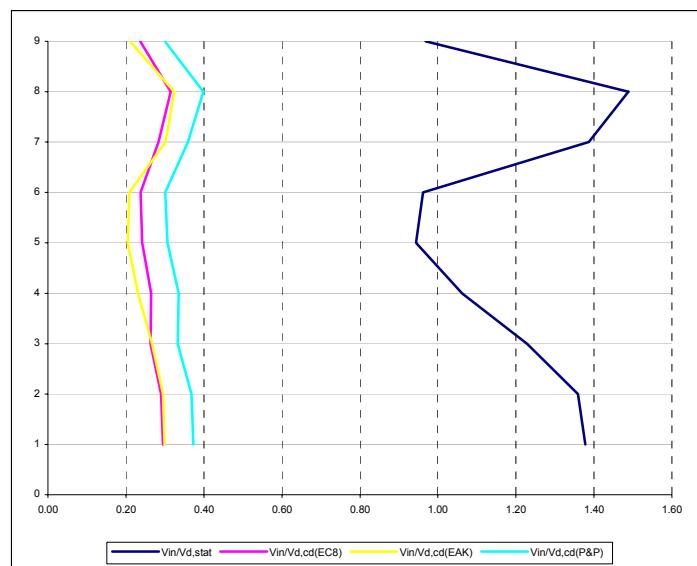


Σχήμα 3.258 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(EC8)$ & $V_{d,cd}(EAK)$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(P&P)$), και των μέσων όρων των μεγίστων απολύτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

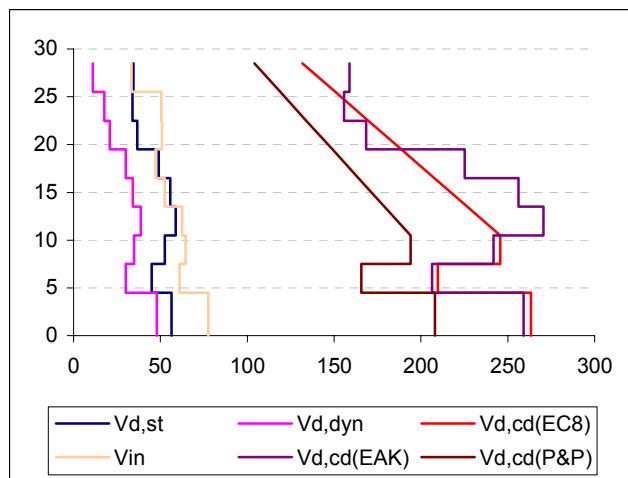
- Για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Iσόγειο	77.668	0.004	0.29	1.38	0.30	0.37
1ος	60.99	0.001	0.29	1.36	0.30	0.37
2ος	64.576	0.001	0.26	1.23	0.27	0.33
3ος	62.494	0.000	0.26	1.06	0.23	0.34
4ος	52.576	0.001	0.24	0.94	0.21	0.31
5ος	47.134	0.001	0.24	0.96	0.21	0.30
6ος	50.832	0.003	0.28	1.39	0.30	0.36
7ος	50.406	0.004	0.31	1.49	0.32	0.40
8ος	33.44	0.000	0.24	0.97	0.21	0.30

Πίνακας 3.307 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$.



Σχήμα 3.259 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$.



Σχήμα 3.260 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(EC8)$ & $V_{d,cd}(EAK)$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(P&P)$), και των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλόσεις για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

3.5.2.2 Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α. (1.0A_d)

1) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 61

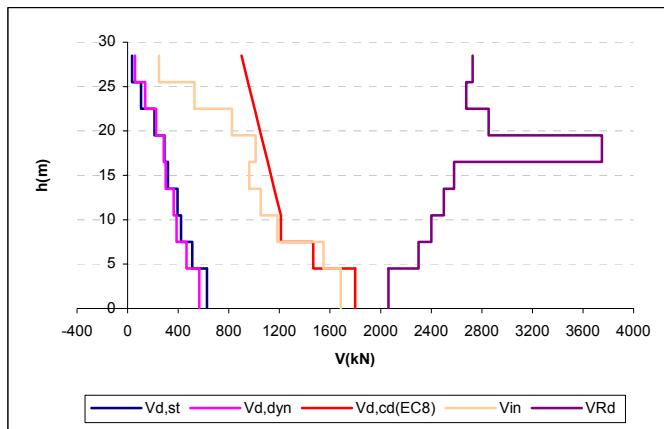
Στοιχεία ανάλυσης 61	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Αθηνών
Στάθμη έντασης	1.0 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 (EI _{ef} =0.5EI _g)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.308 Στοιχεία ανάλυσης 61.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V _{in} [kN]	V _{Rd} [kN]
Ισόγειο	1685.98	2062.866
1ος	1547.45	2298.648
2ος	1184.71	2401.601
3ος	1053.13	2498.529
4ος	960.07	2579.447
5ος	1010.79	3750.612
6ος	824.33	2854.328
7ος	528.96	2675.569
8ος	247.32	2726.792

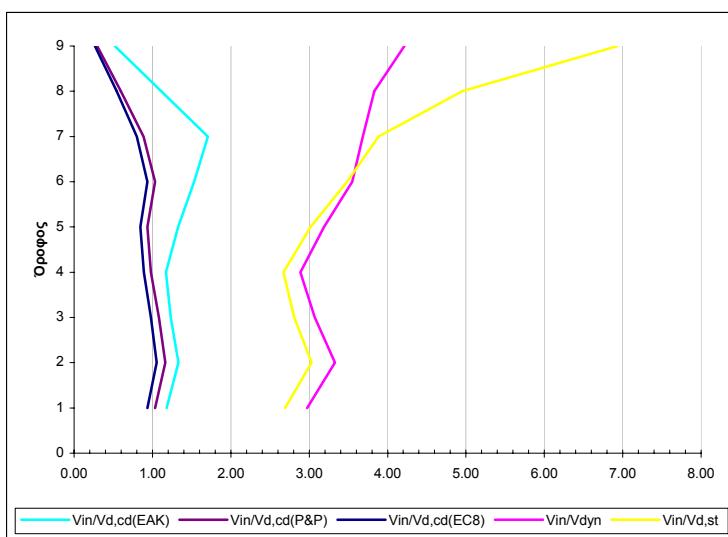
Πίνακας 3.309 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.262 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in}/V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	2.69	2.97	0.94	1.18	1.03
1ος	3.03	3.33	1.05	1.33	1.17
2ος	2.81	3.07	0.98	1.23	1.08
3ος	2.67	2.89	0.89	1.17	0.98
4ος	3.02	3.19	0.85	1.33	0.94
5ος	3.48	3.55	0.93	1.53	1.03
6ος	3.89	3.68	0.80	1.71	0.88
7ος	4.95	3.83	0.54	1.11	0.60
8ος	6.94	4.21	0.27	0.52	0.30

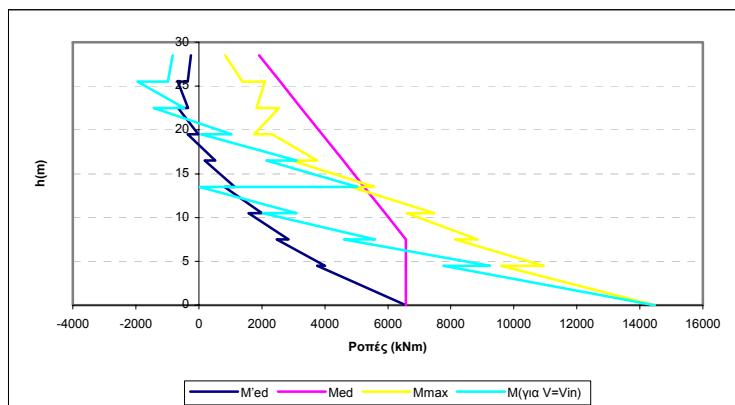
Πίνακας 3.310 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.



Σχήμα 3.263 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	14470.3	14470.3
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	9596.13	7767.53
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	10947.11	9242.26
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	8142.11	4599.9
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	8852.18	5590.92
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	6605.75	2036.8
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	7476.65	3104.34
	Κεφαλή	817.25	5244.04	4833.22	20.46
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	5571.42	5028.21
	Κεφαλή	189.12	4578.18	2945.98	2148
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	3745.25	3101.71
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	2323.88	75.09
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	1757.84	1038.13
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	2540.79	-1426.13
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1825.62	-468.27
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	2090.73	-1943.85
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1379.51	-982.77
	Κεφαλή	-250	1914.72	834.81	-834.68

Πίνακας 3.311 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



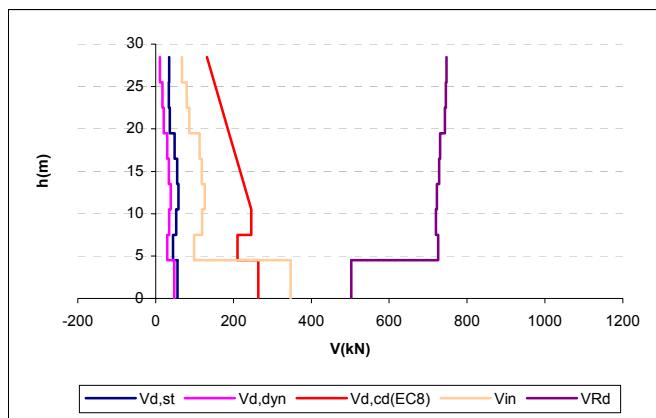
Σχήμα 3.264 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του ισογείου ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	347.17	502.3441
1ος	99.06	725.7143
2ος	119.55	720.1807
3ος	125.87	722.1457
4ος	118.54	728.1327
5ος	112.77	730.3756
6ος	86.69	742.8449
7ος	79.64	745.6929
8ος	67.9	746.9747

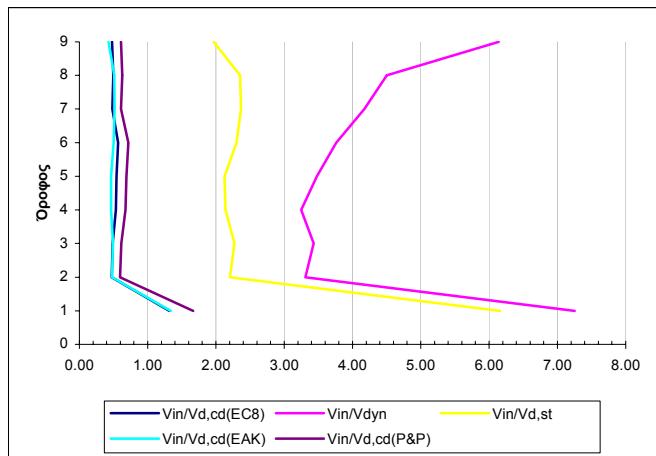
Πίνακας 3.312 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.265 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεώροιμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	6.16	7.25	1.32	1.34	1.67
1ος	2.21	3.31	0.47	0.48	0.60
2ος	2.27	3.43	0.49	0.49	0.62
3ος	2.14	3.25	0.53	0.47	0.67
4ος	2.13	3.48	0.55	0.46	0.69
5ος	2.30	3.76	0.57	0.50	0.72
6ος	2.37	4.17	0.48	0.51	0.61
7ος	2.35	4.50	0.50	0.51	0.63
8ος	1.97	6.14	0.48	0.43	0.61

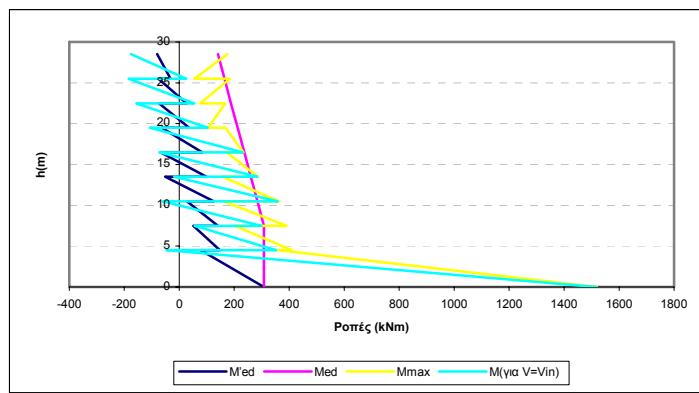
Πίνακας 3.313 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.266 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	1518.65	1516.42
	Κεφαλή	77.95	308.71	359.93	-45.84
2ος	Πόδας	147.51	308.71	409.42	352.81
	Κεφαλή	51.65	308.71	201.85	55.62
3ος	Πόδας	140.94	308.71	391.27	299.01
	Κεφαλή	28.15	284.7	161.96	-59.65
4ος	Πόδας	125.49	284.7	362.64	358.51
	Κεφαλή	-51.02	260.68	157.3	-19.1
5ος	Πόδας	99.15	260.68	286.04	283.4
	Κεφαλή	-67.95	236.65	172.96	-71.71
6ος	Πόδας	83.31	236.65	234.04	231.35
	Κεφαλή	-63.63	212.62	168.33	-106.86
7ος	Πόδας	36.25	212.62	105.36	103.97
	Κεφαλή	-73.67	188.61	167.57	-156
8ος	Πόδας	26.27	188.61	75.49	54.49
	Κεφαλή	-75.32	164.58	184.39	-183.66
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	54.58	25.59
	Κεφαλή	-80.5	140.56	175.4	-175.4

Πίνακας 3.314 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).

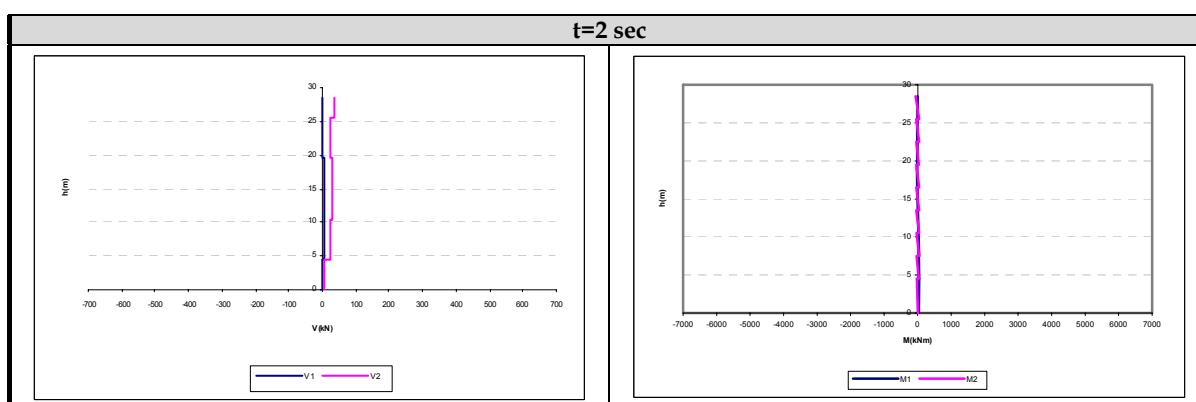
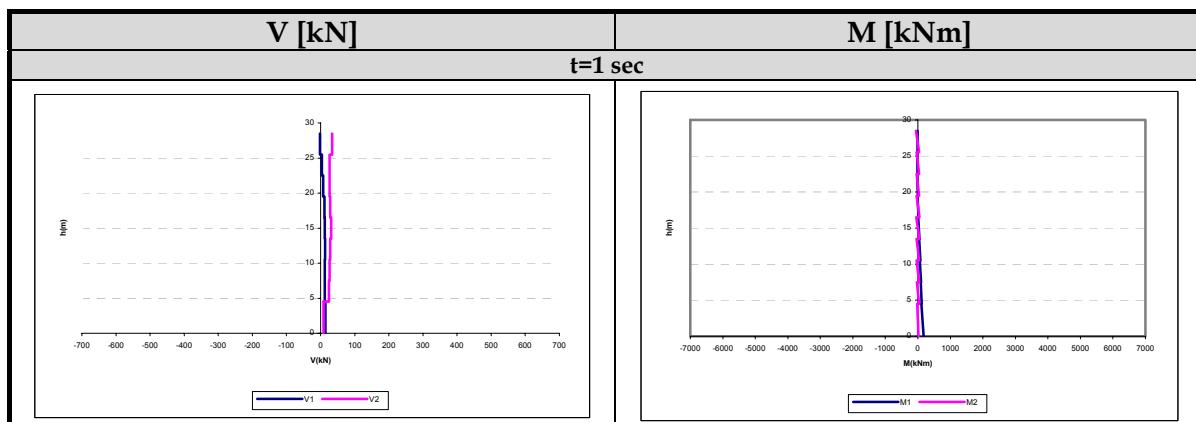


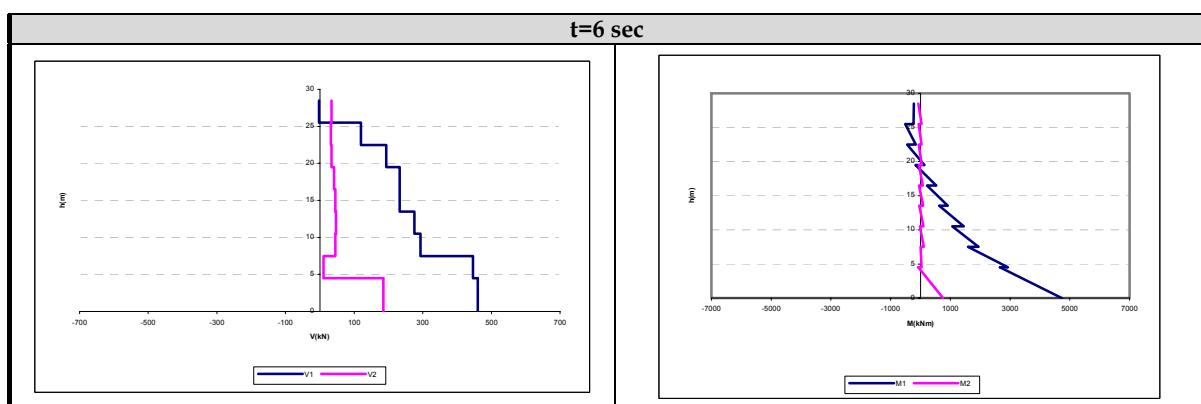
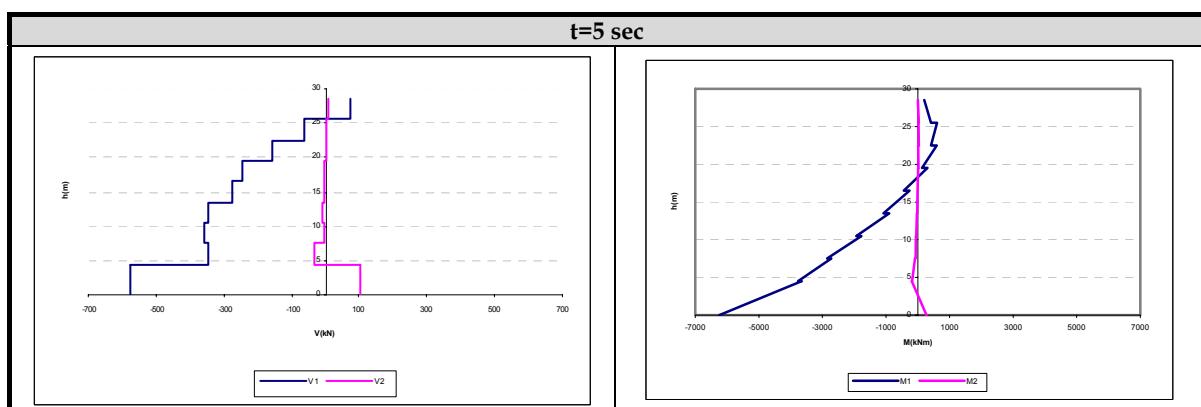
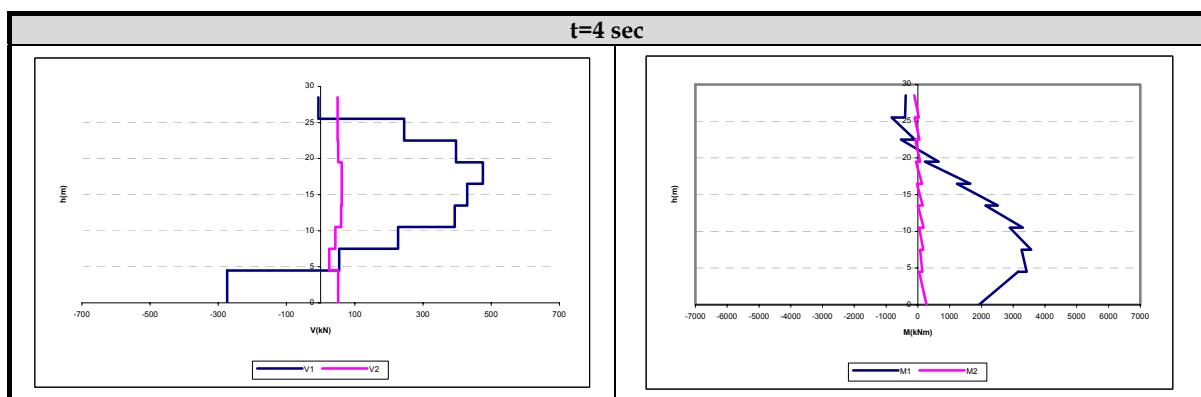
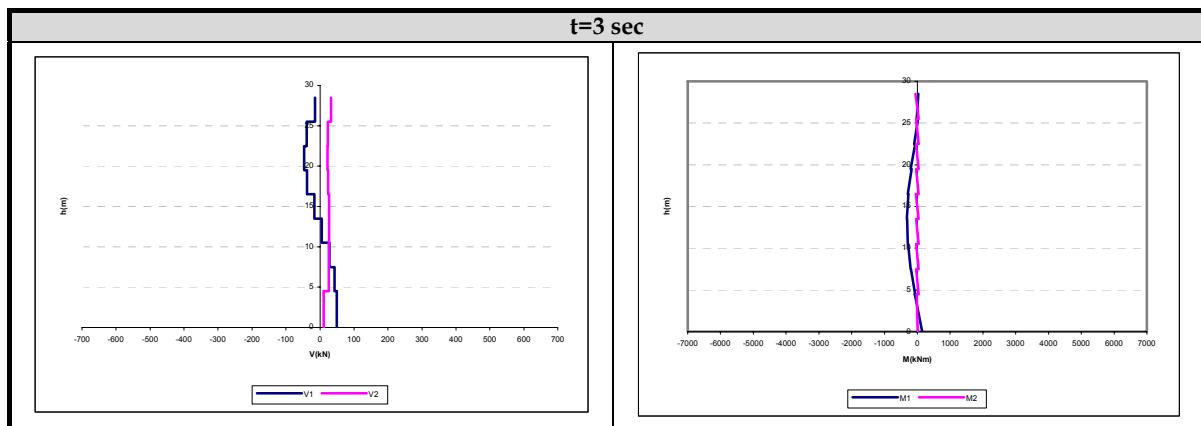
Σχήμα 3.267 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\text{gia } V=Vin}$).

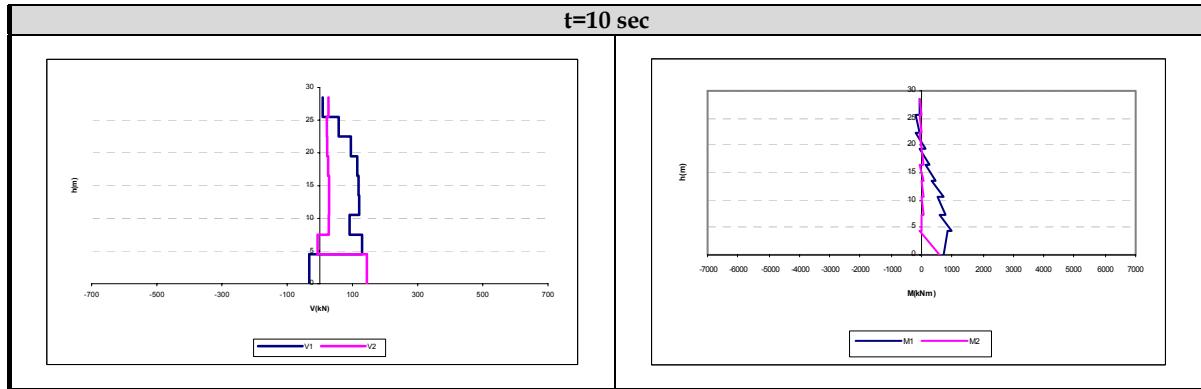
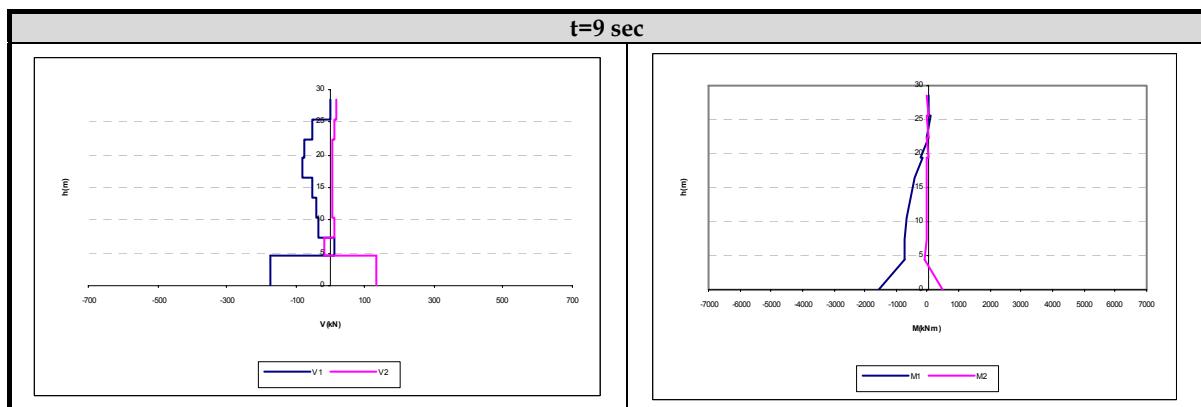
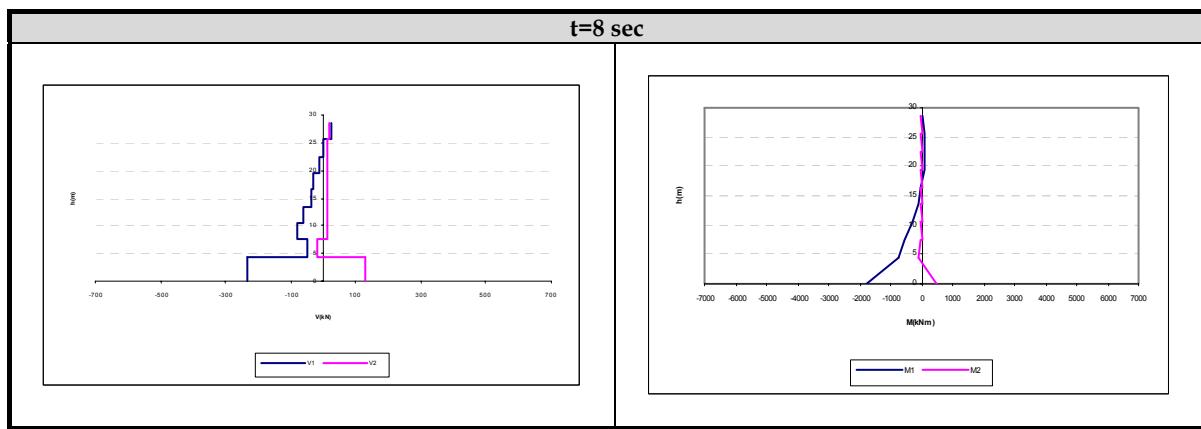
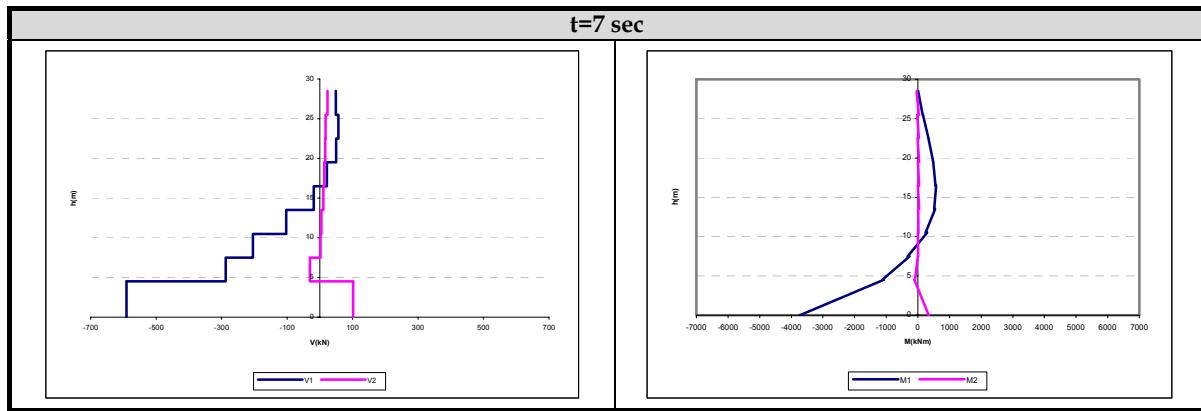
Πλαστική άρθρωση σχηματισθηκε μόνο στη βάση του ισογείου ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

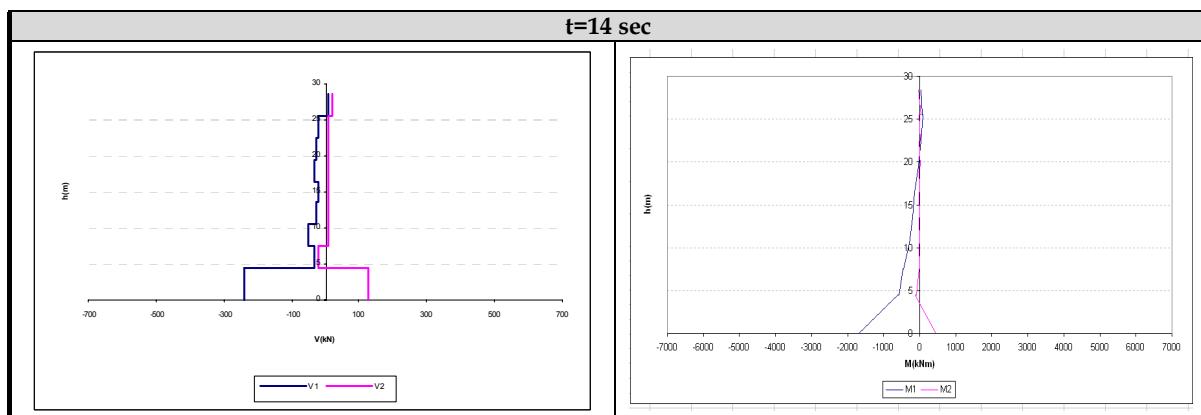
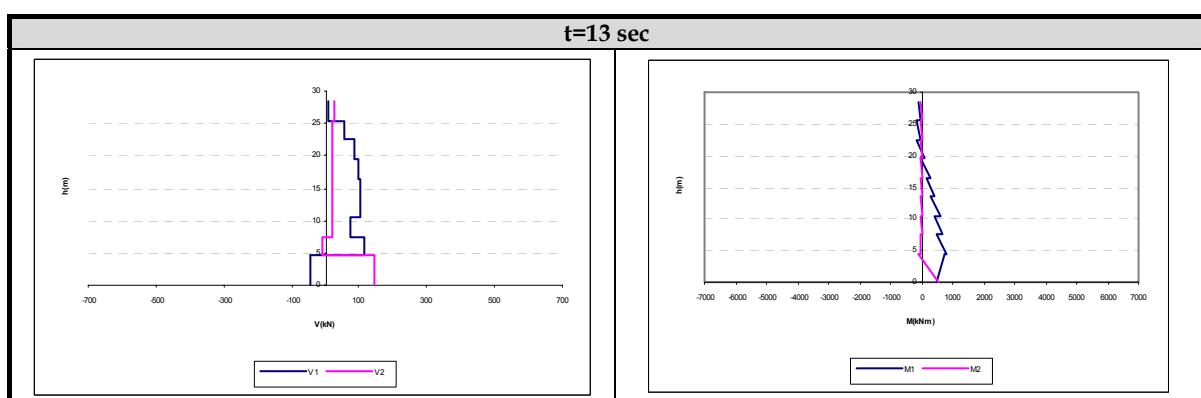
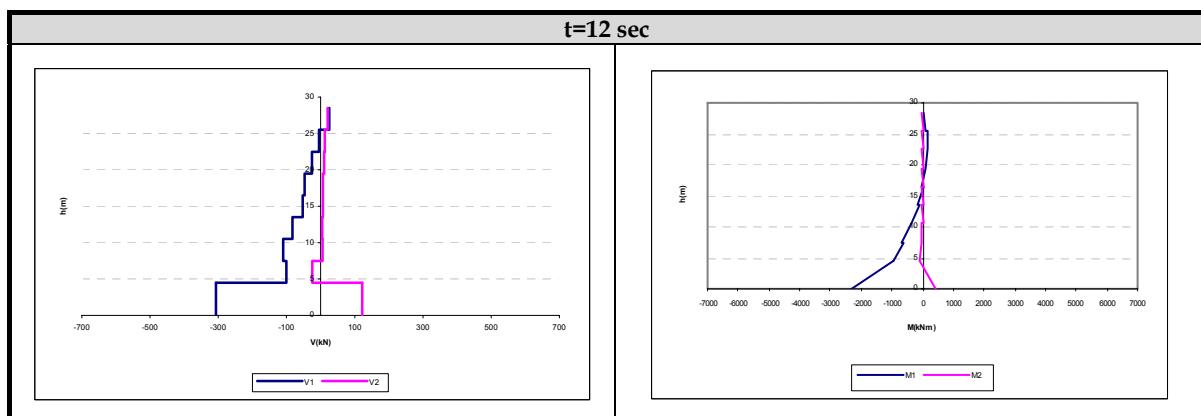
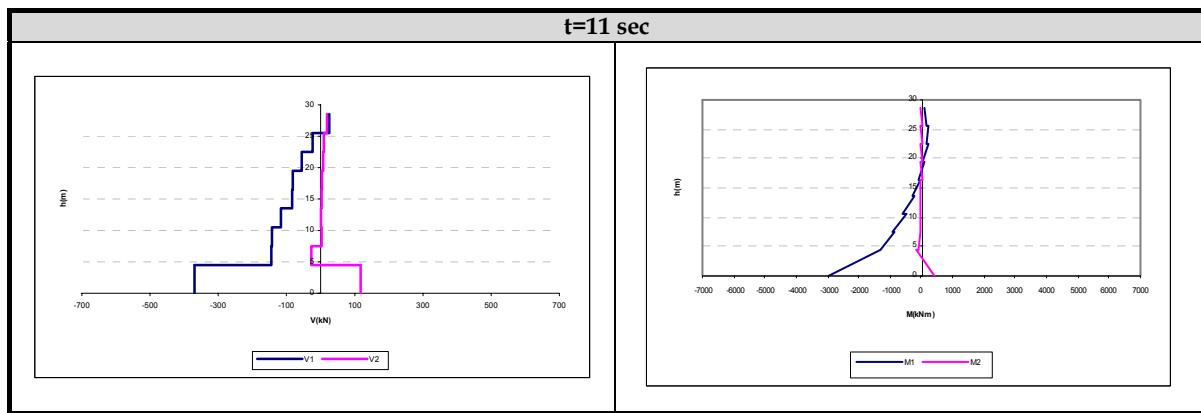
Ειδικά για αυτήν την περίπτωση ανάλυσης θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια τα διαγράμματα τεμνουσών και ροπών των δύο τοιχωμάτων του φορέα αυτού, όπως μεταβάλλονται με το χρόνο για καθένα από τα πρώτα 15 δευτερόλεπτα της σεισμικής διέγερσης των Αθηνών για στάθμη έντασης, αυτής που αντιστοιχεί σε σεισμό ελέγχου της Ο.Κ.Α (το ίδιο θα γίνει και αργότερα αλλά για τον σεισμό ελέγχου της Ο.Κ.Κ).

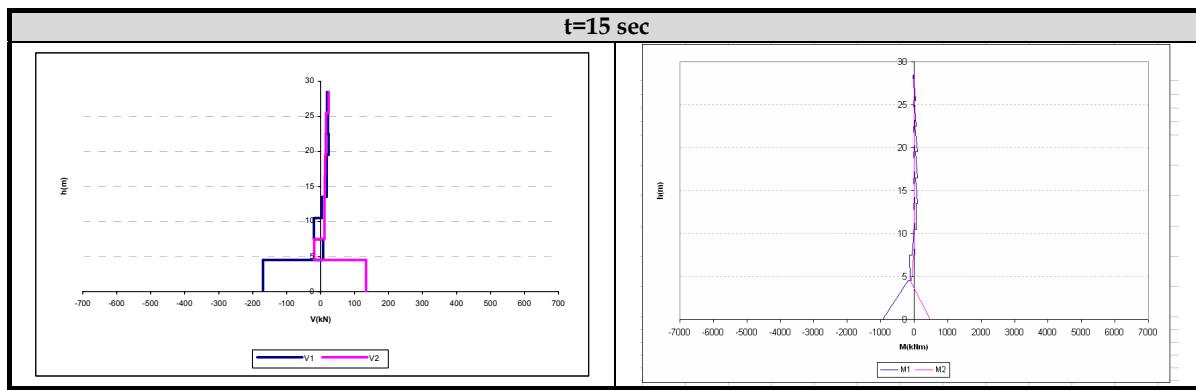
Τα εντατικά μεγέθη που χαρακτηρίζονται από τον δείκτη 1 (M_1 και V_1) αντιστοιχούν στο κεντρικό τοίχωμα πλάτους 6m, ενώ αυτά που χαρακτηρίζονται από τον δείκτη 2 (M_2 και V_2) στο γωνιακό τοίχωμα πλάτους 2m.











Πίνακας 3.314 Σχηματική παρουσίαση της χρονικής μεταβολής των τεμνονοσών και των ροπών κάμψεως των τοιχωμάτων για καθένα από τα 15 πρώτα δευτερόλεπτα της σεισμικής διέγερσης των Αθηνών και για στάθμη έντασης που αντιστοιχεί σε μία σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Α ($1.0 A_d$).

Τονίζουμε στη θέση αυτή πως η κλίμακα των διαγραμμάτων είναι η ίδια ώστε να γίνεται η αντιληπτή η σχέση των μεγεθών ανά δευτερόλεπτο σεισμικής διέγερσης.

2) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 62

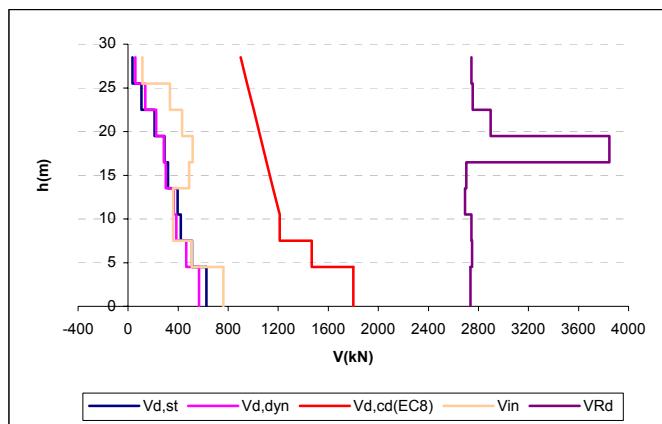
Στοιχεία ανάλυσης 62	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Αθηνών
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.315 Στοιχεία ανάλυσης 62.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	761.14	2736.929
1ος	509.08	2750.297
2ος	360.59	2744.216
3ος	360.76	2692.239
4ος	488.7	2702.987
5ος	514.56	3845.74
6ος	430.62	2897.847
7ος	334.49	2753.004
8ος	114.19	2744.952

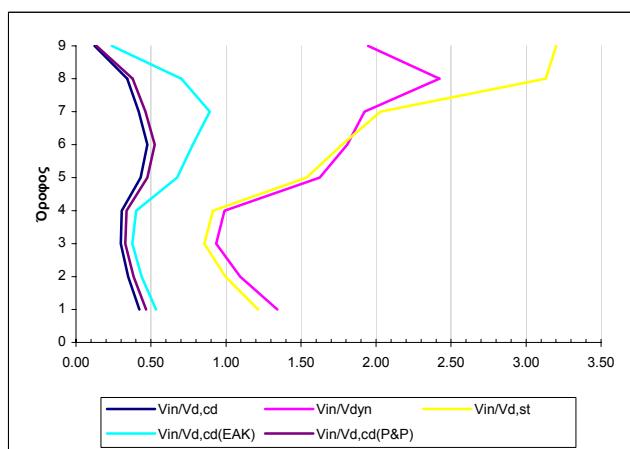
Πίνακας 3.316 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.268 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.21	1.34	0.42	0.53	0.47
1ος	1.00	1.09	0.35	0.44	0.38
2ος	0.86	0.93	0.30	0.38	0.33
3ος	0.91	0.99	0.30	0.40	0.34
4ος	1.54	1.62	0.43	0.67	0.48
5ος	1.77	1.81	0.48	0.78	0.53
6ος	2.03	1.92	0.42	0.89	0.46
7ος	3.13	2.42	0.34	0.70	0.38
8ος	3.20	1.95	0.12	0.24	0.14

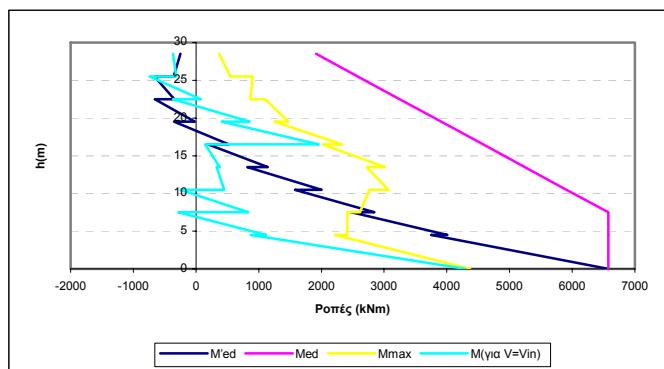
Πίνακας 3.317 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.269 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	4371.54	4301.71
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	2222.01	876.56
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	2411.42	1119.61
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	2410.93	-286.35
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	2614.48	832.97
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	2761.64	-248.81
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	3068.81	449.71
	Κεφαλή	817.25	5244.04	2722.47	327.81
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	3010.95	380.44
	Κεφαλή	189.12	4578.18	2024.78	141.92
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	2326.84	1953.86
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	1253.59	410.19
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	1472.7	855.63
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	1101.69	-366.8
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	862.3	78.98
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	906.39	-736.74
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	546.09	-314.17
	Κεφαλή	-250	1914.72	366.58	-366.17

Πίνακας 3.318 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



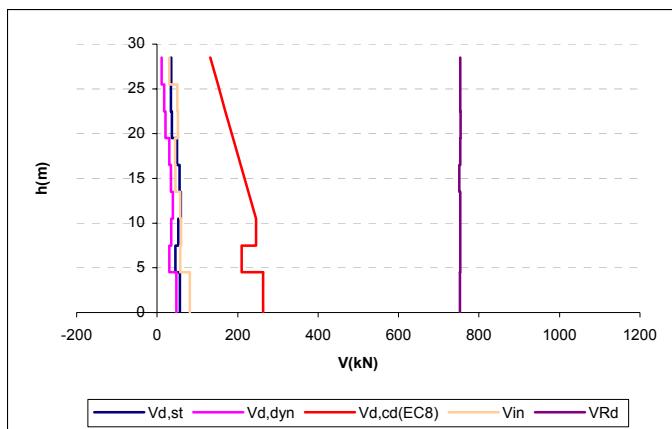
Σχήμα 3.270 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	80.79	752.9357
1ος	57.26	753.4211
2ος	59.6	753.4766
3ος	56.97	753.5714
4ος	45.07	751.1667
5ος	44.16	753.5836
6ος	51.2	754.0501
7ος	50.2	753.7538
8ος	30.37	753.598

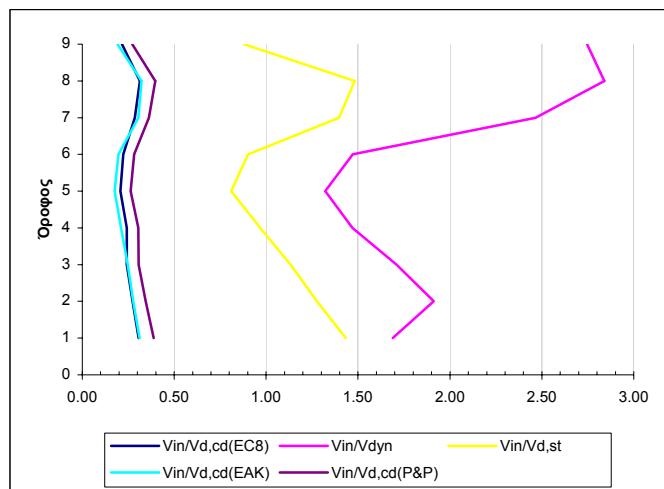
Πίνακας 3.319 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.271 Σχεδιασμός των τεμνονσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.43	1.69	0.31	0.31	0.39
1ος	1.28	1.91	0.27	0.28	0.35
2ος	1.13	1.71	0.24	0.25	0.31
3ος	0.97	1.47	0.24	0.21	0.31
4ος	0.81	1.32	0.21	0.18	0.26
5ος	0.90	1.47	0.22	0.20	0.28
6ος	1.40	2.47	0.29	0.30	0.36
7ος	1.48	2.84	0.31	0.32	0.40
8ος	0.88	2.75	0.22	0.19	0.27

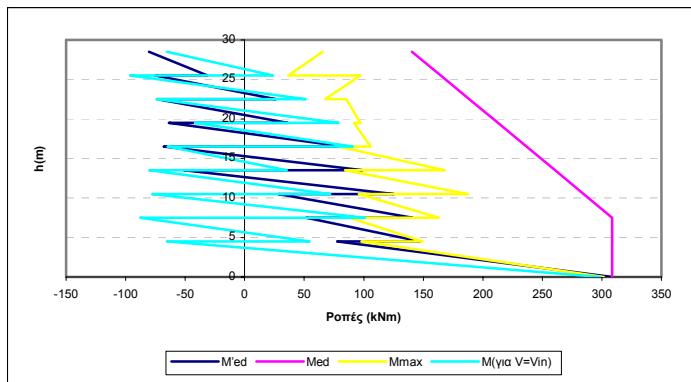
Πίνακας 3.320 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.272 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τέμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{yia\ V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	301.61	298.48
	Κεφαλή	77.95	308.71	98.18	-65.06
2ος	Πόδας	147.51	308.71	149.21	54.54
	Κεφαλή	51.65	308.71	88.36	-87.69
3ος	Πόδας	140.94	308.71	163.07	101.05
	Κεφαλή	28.15	284.7	95.77	-77.76
4ος	Πόδας	125.49	284.7	187.57	71.81
	Κεφαλή	-51.02	260.68	84.26	-80.13
5ος	Πόδας	99.15	260.68	168.19	35.43
	Κεφαλή	-67.95	236.65	78.67	-64.7
6ος	Πόδας	83.31	236.65	105.91	90.75
	Κεφαλή	-63.63	212.62	91.89	-41.73
7ος	Πόδας	36.25	212.62	97.25	79.02
	Κεφαλή	-73.67	188.61	85.37	-73.86
8ος	Πόδας	26.27	188.61	67.61	51.22
	Κεφαλή	-75.32	164.58	97.15	-96.19
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	36.69	23.8
	Κεφαλή	-80.5	140.56	65.41	-65.34

Πίνακας 3.321 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{yia\ V=Vin}$).



Σχήμα 3.273 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλουσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

3) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 63

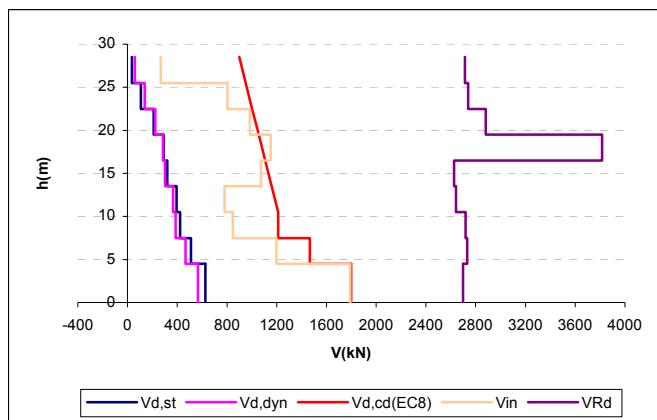
Στοιχεία ανάλυσης 63	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Αθηνών
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_v$.

Πίνακας 3.321 Στοιχεία ανάλυσης 63.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	1790.22	2698.96
1 ^{ος}	1197.3	2731.068
2 ^{ος}	848.25	2719.622
3 ^{ος}	781.54	2640.338
4 ^{ος}	1073.25	2626.009
5 ^{ος}	1150.65	3816.418
6 ^{ος}	985.4	2880.444
7 ^{ος}	803.35	2739.004
8 ^{ος}	268.54	2712.525

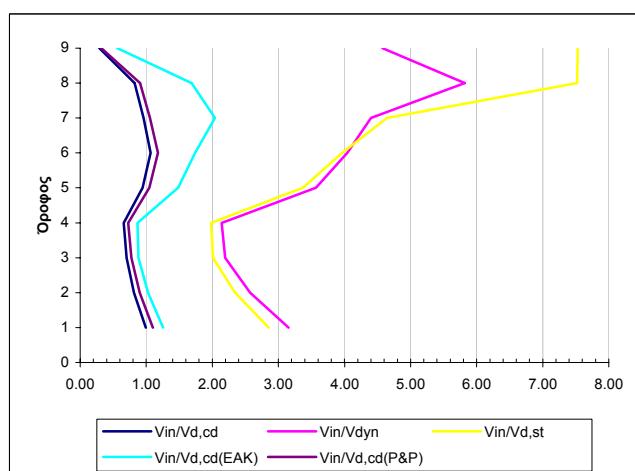
Πίνακας 3.322 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.274 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.86	3.16	0.99	1.25	1.10
1ος	2.34	2.57	0.82	1.03	0.90
2ος	2.01	2.20	0.70	0.88	0.77
3ος	1.98	2.14	0.66	0.87	0.73
4ος	3.37	3.57	0.95	1.48	1.05
5ος	3.97	4.04	1.06	1.74	1.18
6ος	4.64	4.40	0.96	2.04	1.06
7ος	7.52	5.82	0.82	1.69	0.91
8ος	7.53	4.58	0.29	0.56	0.32

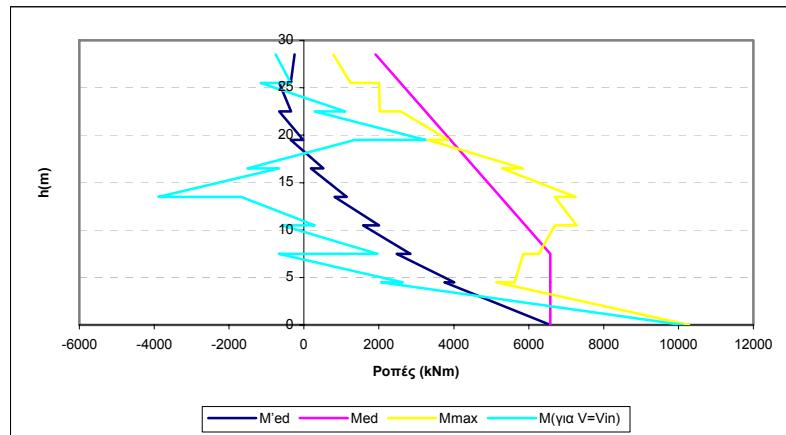
Πίνακας 3.323 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.275 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	10284.28	10120.03
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	5138.3	2064.03
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	5615.19	2635.89
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	5854.51	-670.7
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	6268.22	1960.43
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	6696.95	-584.32
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	7275.59	286.63
	Κεφαλή	817.25	5244.04	6698.68	-1679.74
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	7251.1	-3886.79
	Κεφαλή	189.12	4578.18	5283.17	-667.05
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	5843.48	-1509.86
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	3309.48	1360.7
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	3845.78	3247.44
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	2586.7	291.25
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	2024.28	1098.03
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	2008.57	-1158.62
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1246.66	-349.82
	Κεφαλή	-250	1914.72	784.31	-753.39

Πίνακας 3.324 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



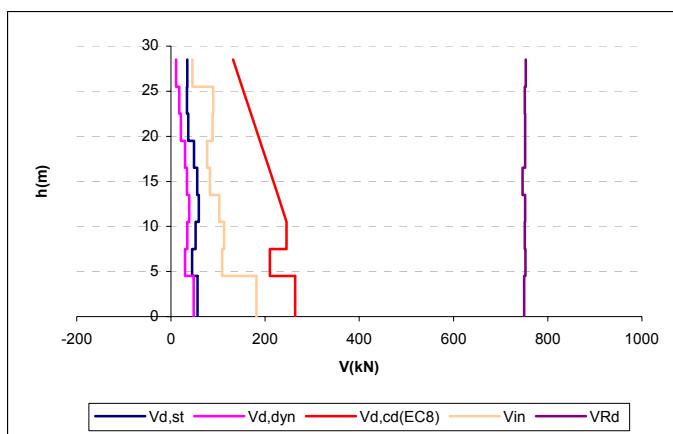
Σχήμα 3.276 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	181.7	749.8968
1ος	108.45	752.6024
2ος	113.05	751.1628
3ος	102.22	751.6176
4ος	83.07	746.3612
5ος	76.97	751.6602
6ος	88.42	751.8707
7ος	89.8	751.4644
8ος	45.73	753.3773

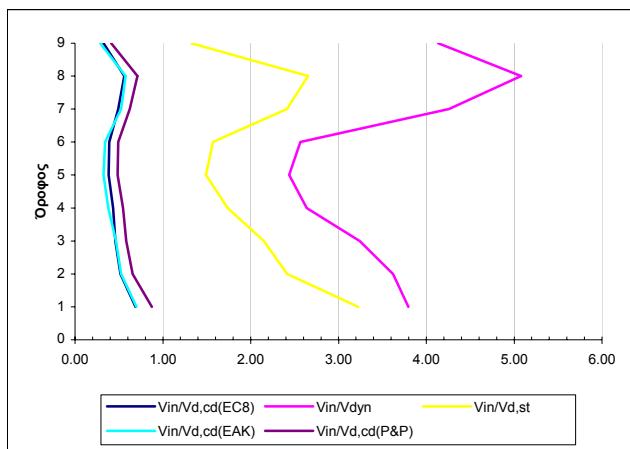
Πίνακας 3.325 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.277 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	3.22	3.80	0.69	0.70	0.87
1ος	2.42	3.62	0.52	0.53	0.65
2ος	2.15	3.24	0.46	0.47	0.58
3ος	1.74	2.64	0.43	0.38	0.55
4ος	1.49	2.44	0.38	0.32	0.48
5ος	1.57	2.57	0.39	0.34	0.49
6ος	2.41	4.26	0.49	0.52	0.62
7ος	2.65	5.08	0.56	0.58	0.71
8ος	1.32	4.13	0.32	0.29	0.41

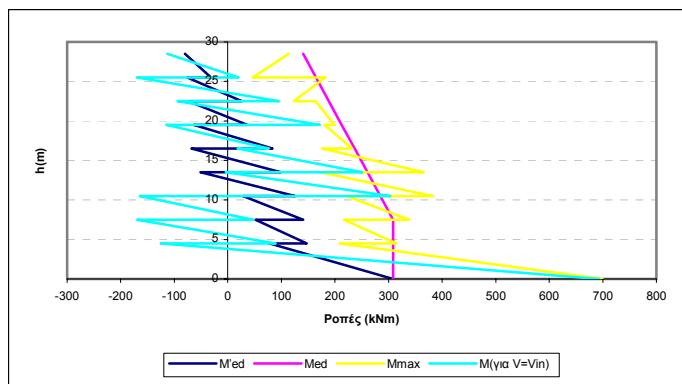
Πίνακας 3.326 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.278 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	699.97	692.61
	Κεφαλή	77.95	308.71	209.4	-125.06
2ος	Πόδας	147.51	308.71	315	89.13
	Κεφαλή	51.65	308.71	216.27	-169.4
3ος	Πόδας	140.94	308.71	338.44	47.36
	Κεφαλή	28.15	284.7	221.9	-164.47
4ος	Πόδας	125.49	284.7	382.45	303.11
	Κεφαλή	-51.02	260.68	172.79	-3.54
5ος	Πόδας	99.15	260.68	366.13	250.34
	Κεφαλή	-67.95	236.65	175.86	18.03
6ος	Πόδας	83.31	236.65	231.82	76.77
	Κεφαλή	-63.63	212.62	180.98	-114.77
7ος	Πόδας	36.25	212.62	199.16	171.51
	Κεφαλή	-73.67	188.61	164.27	-93.74
8ος	Πόδας	26.27	188.61	123.54	95.62
	Κεφαλή	-75.32	164.58	181.75	-170
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	46.31	20.36
	Κεφαλή	-80.5	140.56	113.87	-113.24

Πίνακας 3.327 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.279 Ροπές ισοδύναμης φραγματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλουσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\text{για } V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

4) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 64

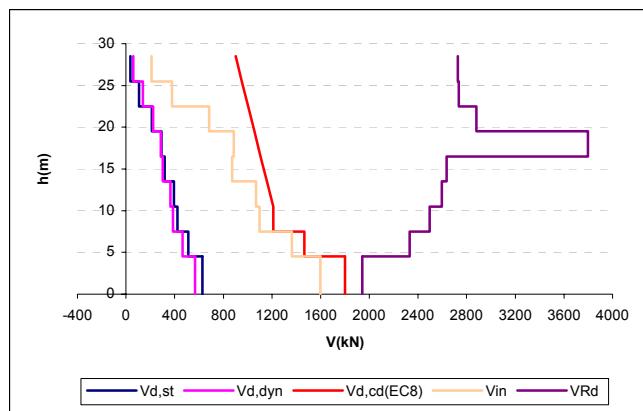
Στοιχεία ανάλυσης 64	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Βόλος
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.328 Στοιχεία ανάλυσης 64.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1597.26	1942.43
1 ^{ος}	1363.15	2330.968
2 ^{ος}	1098.73	2495.412
3 ^{ος}	1070.04	2597.184
4 ^{ος}	873.25	2635.829
5 ^{ος}	886.29	3797.301
6 ^{ος}	684.01	2881.255
7 ^{ος}	378.25	2734.996
8 ^{ος}	210.06	2728.052

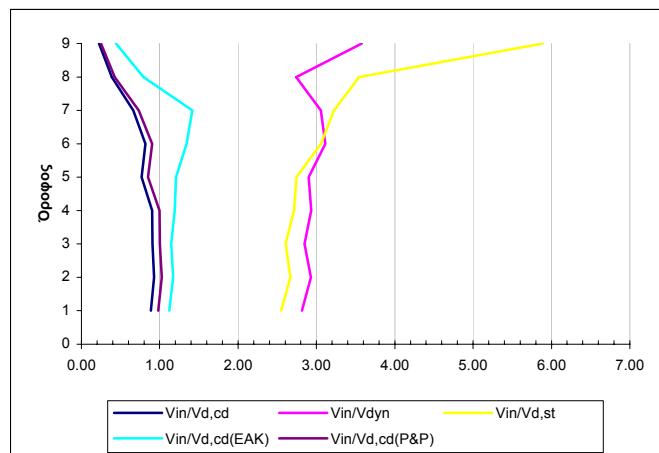
Πίνακας 3.329 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.280 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (VR_d) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.55	2.82	0.89	1.12	0.98
1ος	2.67	2.93	0.93	1.17	1.03
2ος	2.61	2.85	0.91	1.14	1.00
3ος	2.71	2.94	0.90	1.19	1.00
4ος	2.75	2.90	0.77	1.21	0.85
5ος	3.05	3.11	0.82	1.34	0.91
6ος	3.22	3.05	0.66	1.42	0.73
7ος	3.54	2.74	0.39	0.79	0.43
8ος	5.89	3.58	0.23	0.44	0.25

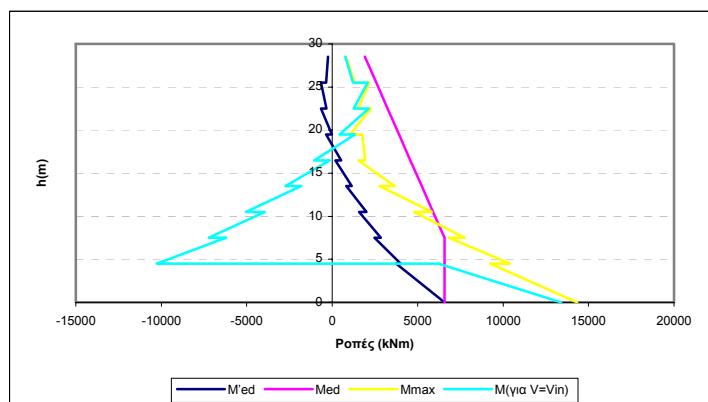
Πίνακας 3.330 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.281 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	14341.49	13408.85
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	9242.43	6221.18
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	10407.65	-10284.7
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	6825.16	-6214.19
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	7740.6	-7227.49
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	4793.1	-3931.3
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	5829.84	-5037.59
	Κεφαλή	817.25	5244.04	2774.99	-1827.48
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	3657.24	-2731.76
	Κεφαλή	189.12	4578.18	1528.74	-155.33
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	1936.86	-1054.94
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	1758.9	1330.63
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	1049.66	434.75
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	2258.58	2136.06
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1518.43	1249.29
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	2166.11	2087.38
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1305.52	1207.64
	Κεφαλή	-250	1914.72	811.18	773.96

Πίνακας 3.331 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



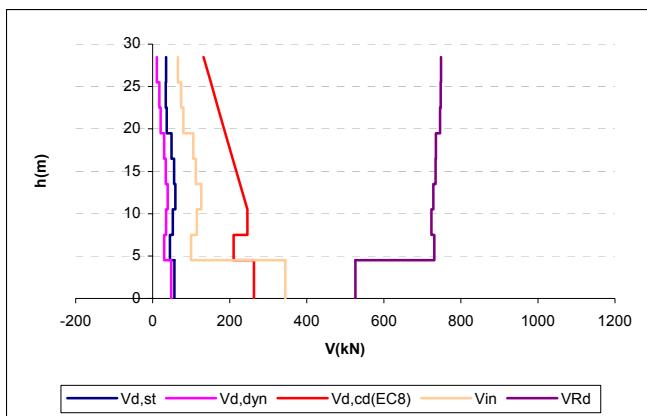
Σχήμα 3.282 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματισθηκε μόνο στη βάση του ισογείου ενώ καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	344.38	526.3335
1ος	99.48	731.4706
2ος	114.47	723.5777
3ος	125.93	728.7616
4ος	112.12	734.7313
5ος	105.11	735.5493
6ος	79.44	745.9155
7ος	73.46	748.0652
8ος	65.85	748.2955

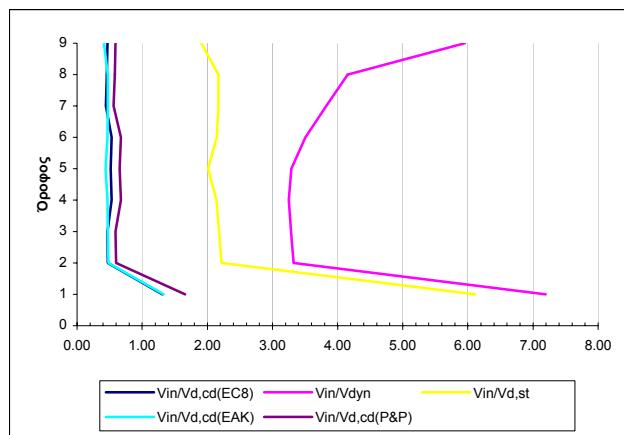
Πίνακας 3.332 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.283 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεώρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	6.11	7.20	1.31	1.33	1.66
1ος	2.22	3.32	0.47	0.48	0.60
2ος	2.18	3.28	0.47	0.47	0.59
3ος	2.14	3.25	0.53	0.47	0.68
4ος	2.01	3.29	0.52	0.44	0.65
5ος	2.15	3.50	0.53	0.47	0.67
6ος	2.17	3.82	0.44	0.47	0.56
7ος	2.17	4.15	0.46	0.47	0.58
8ος	1.91	5.95	0.47	0.41	0.59

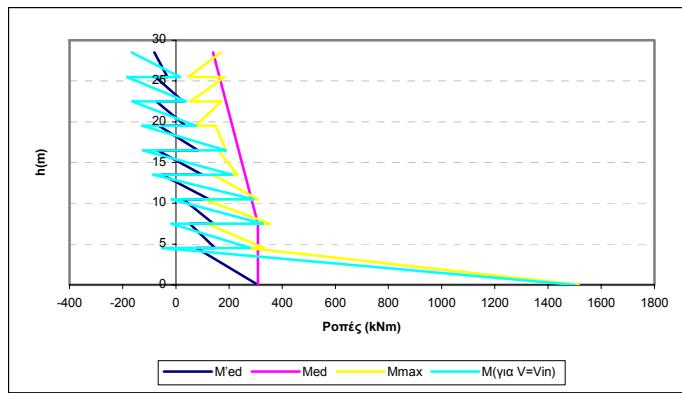
Πίνακας 3.333 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.284 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τέμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	1516.08	1499.05
	Κεφαλή	77.95	308.71	274.15	-50.65
2ος	Πόδας	147.51	308.71	330.18	279.99
	Κεφαλή	51.65	308.71	117.94	-18.46
3ος	Πόδας	140.94	308.71	354.71	326.46
	Κεφαλή	28.15	284.7	105.27	-16.95
4ος	Πόδας	125.49	284.7	308.5	292.79
	Κεφαλή	-51.02	260.68	139.92	-85.01
5ος	Πόδας	99.15	260.68	231.83	211.38
	Κεφαλή	-67.95	236.65	159.06	-123.93
6ος	Πόδας	83.31	236.65	188.43	188.43
	Κεφαλή	-63.63	212.62	149.71	-126.9
7ος	Πόδας	36.25	212.62	74.58	74.58
	Κεφαλή	-73.67	188.61	171.39	-163.75
8ος	Πόδας	26.27	188.61	55.38	37.81
	Κεφαλή	-75.32	164.58	182.58	-182.58
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	47.77	16.3
	Κεφαλή	-80.5	140.56	169.5	-166.65

Πίνακας 3.334 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.285 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματισθήκε μόνο στη βάση του ισογείου ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

5) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 65

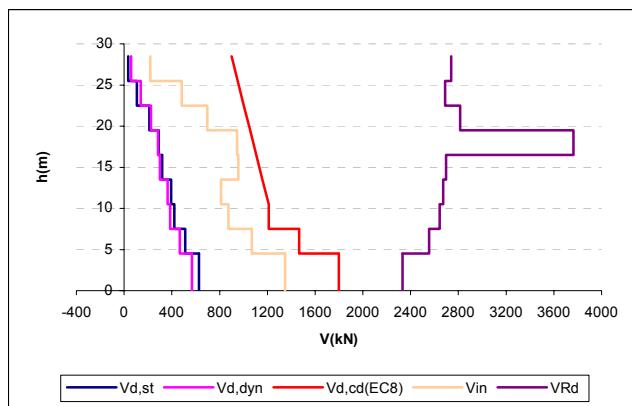
Στοιχεία ανάλυσης 65	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Βόλου
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3. 335 Στοιχεία ανάλυσης 65.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	1347.15	2332.323
1ος	1070.34	2555.731
2ος	874.06	2643.06
3ος	811.46	2673.674
4ος	957.43	2696.226
5ος	944.97	3763.321
6ος	695.52	2813.592
7ος	480.95	2688.373
8ος	218.9	2739.675

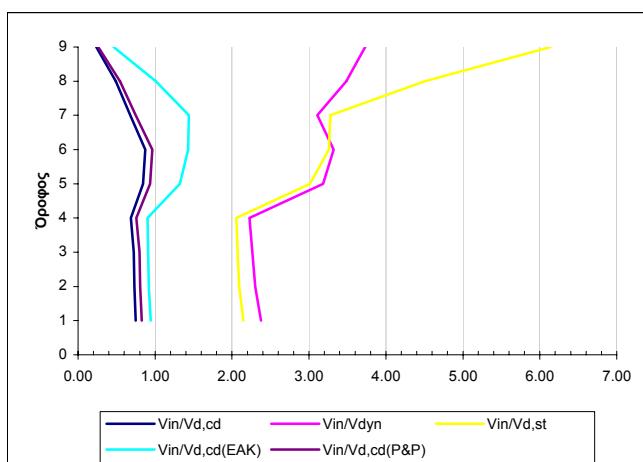
Πίνακας 3.336 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αυτοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.286 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.15	2.37	0.75	0.94	0.83
1ος	2.09	2.30	0.73	0.92	0.81
2ος	2.07	2.26	0.72	0.91	0.80
3ος	2.06	2.23	0.68	0.90	0.76
4ος	3.01	3.18	0.85	1.32	0.93
5ος	3.26	3.32	0.87	1.43	0.97
6ος	3.28	3.11	0.68	1.44	0.75
7ος	4.50	3.48	0.49	1.01	0.54
8ος	6.14	3.73	0.24	0.46	0.26

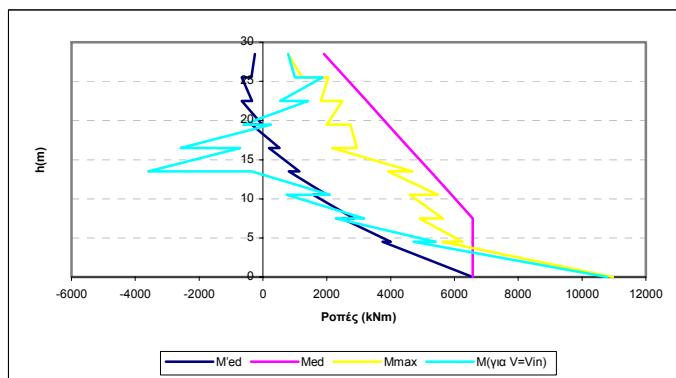
Πίνακας 3.337 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.287 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	10962.05	10783.62
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	5624.42	4721.43
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	6247.5	5409.1
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	4901.98	2276.17
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	5637.51	3166.4
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	4595.19	742.99
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	5481.4	2085.25
	Κεφαλή	817.25	5244.04	3918.43	-349.13
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	4685.18	-3588.44
	Κεφαλή	189.12	4578.18	2167.09	-716.14
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	2941.58	-2582.56
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	2744.01	252.34
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	1998.29	-612.78
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	2488.23	1412.89
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1812.14	542.21
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	2043.86	1861.97
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1221.37	1005.05
	Κεφαλή	-250	1914.72	794.69	792.95

Πίνακας 3.338 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



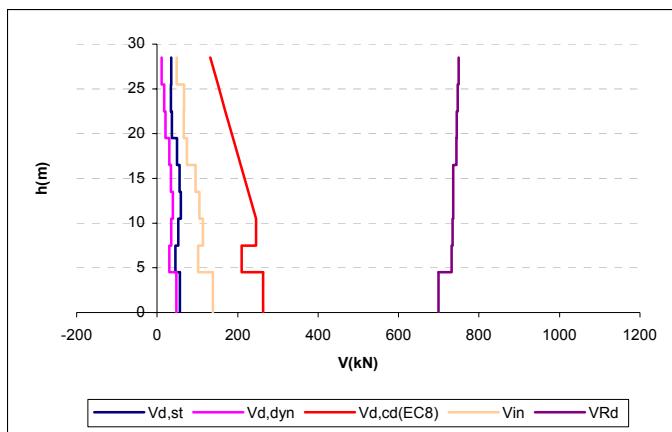
Σχήμα 3.288 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	138.19	699.6962
1ος	101.78	732.2302
2ος	113.67	734.3023
3ος	104.57	735.8902
4ος	95.05	735.6811
5ος	73.55	743.6805
6ος	65.86	745.0226
7ος	66.36	747.2973
8ος	48.4	749.226

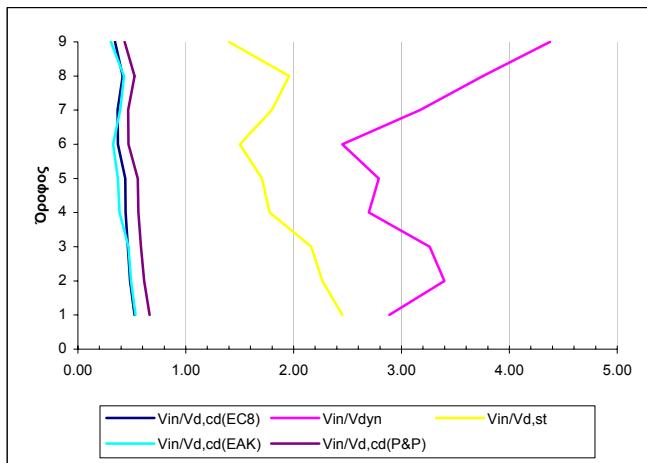
Πίνακας 3.339 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.289 Σχεδιασμός των τεμνονσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	2.45	2.89	0.52	0.53	0.66
1ος	2.27	3.40	0.49	0.49	0.61
2ος	2.16	3.26	0.46	0.47	0.59
3ος	1.78	2.70	0.44	0.39	0.56
4ος	1.71	2.79	0.44	0.37	0.55
5ος	1.50	2.45	0.37	0.33	0.47
6ος	1.80	3.17	0.37	0.39	0.47
7ος	1.96	3.75	0.41	0.43	0.52
8ος	1.40	4.38	0.34	0.30	0.43

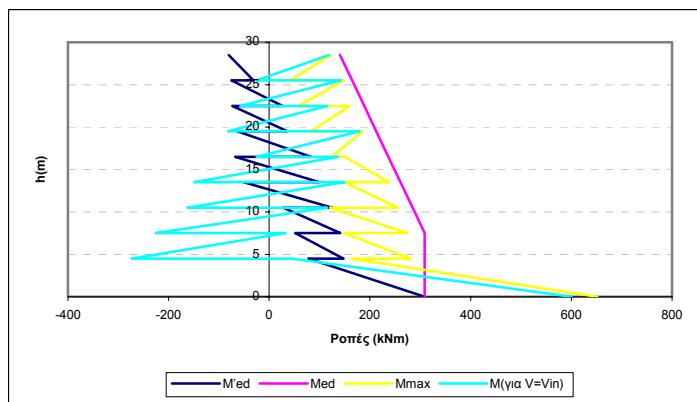
Πίνακας 3.340 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $V_{d,cd(P&P)}$).



Σχήμα 3.290 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τέμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{\gamma_{ia} V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	651.78	600.22
	Κεφαλή	77.95	308.71	164.05	46.19
2ος	Πόδας	147.51	308.71	282.04	-273.05
	Κεφαλή	51.65	308.71	148.72	32.28
3ος	Πόδας	140.94	308.71	274.28	-225.15
	Κεφαλή	28.15	284.7	120.49	114.58
4ος	Πόδας	125.49	284.7	256.65	-162.25
	Κεφαλή	-51.02	260.68	149.4	149.4
5ος	Πόδας	99.15	260.68	238.09	-149.15
	Κεφαλή	-67.95	236.65	150.97	135.99
6ος	Πόδας	83.31	236.65	123.78	-25.19
	Κεφαλή	-63.63	212.62	185.19	179.62
7ος	Πόδας	36.25	212.62	82.83	-81.95
	Κεφαλή	-73.67	188.61	159.72	115.62
8ος	Πόδας	26.27	188.61	57.75	-57.21
	Κεφαλή	-75.32	164.58	147.61	141.88
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	41.54	-24.54
	Κεφαλή	-80.5	140.56	121.8	117.99

Πίνακας 3.341 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{\gamma_{ia} V=Vin}$).



Σχήμα 3.291 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

6) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 66

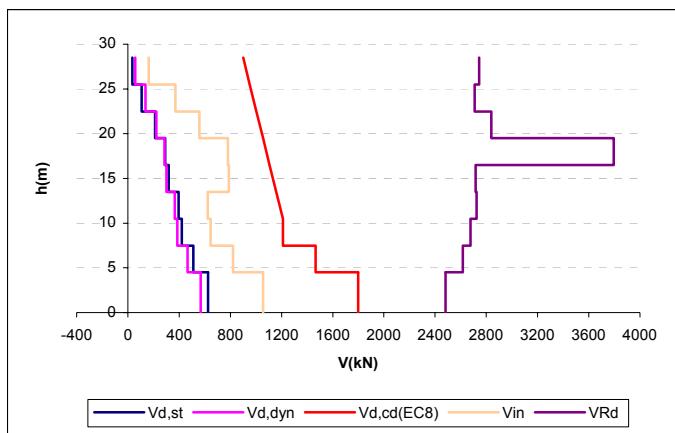
Στοιχεία ανάλυσης 66	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Βόλου
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Πίνακας 3.342 Στοιχεία ανάλυσης 66.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	1055.51	2481.801
1ος	819.95	2617.14
2ος	645.14	2676.929
3ος	623.09	2723.295
4ος	788.19	2716.96
5ος	781.24	3794.269
6ος	557	2840.388
7ος	369.52	2709.091
8ος	161.9	2744.068

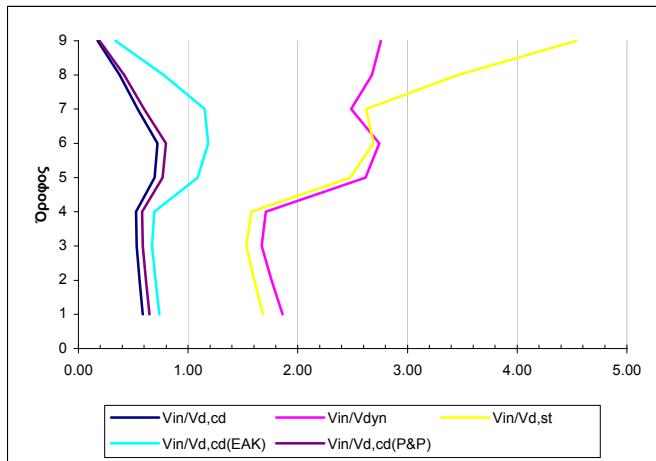
Πίνακας 3.343 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.292 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.68	1.86	0.59	0.74	0.65
1ος	1.60	1.76	0.56	0.70	0.62
2ος	1.53	1.67	0.53	0.67	0.59
3ος	1.58	1.71	0.53	0.69	0.58
4ος	2.48	2.62	0.70	1.09	0.77
5ος	2.69	2.74	0.72	1.18	0.80
6ος	2.63	2.49	0.54	1.15	0.60
7ος	3.46	2.68	0.38	0.78	0.42
8ος	4.54	2.76	0.17	0.34	0.19

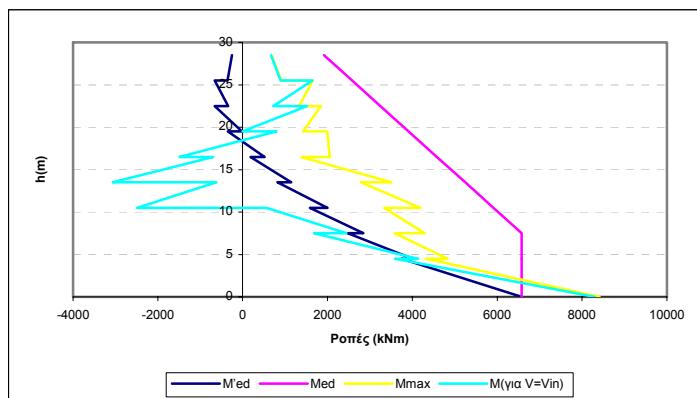
Πίνακας 3.344 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.293 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιοδόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	8417.02	8299.71
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	4325.72	3597.91
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	4831.63	4129.47
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	3582.55	1684.69
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	4288.75	2441.92
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	3333.66	562.91
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	4186.19	-2488.59
	Κεφαλή	817.25	5244.04	2783.73	-619.31
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	3500.27	-3063.63
	Κεφαλή	189.12	4578.18	1386.18	-699.06
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	2050.28	-1491.15
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	1992.37	800.11
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	1424.53	-6.7
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	1841.1	1518.58
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1329.43	724.14
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	1647.78	1640.86
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	914.48	896.08
	Κεφαλή	-250	1914.72	685.71	671.39

Πίνακας 3.345 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



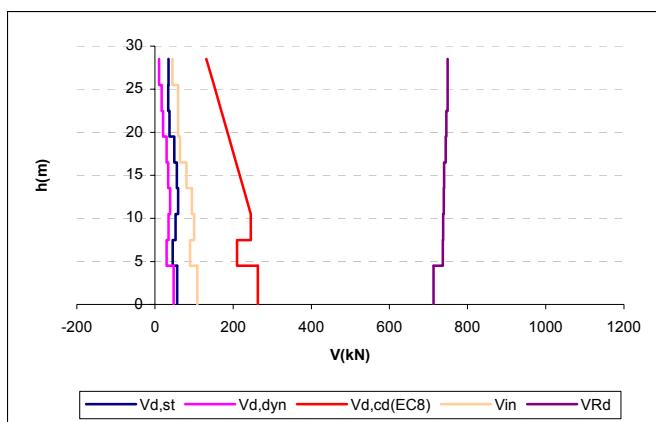
Σχήμα 3.294 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	108.67	712.5902
1 ^{ος}	89.53	736.8724
2 ^{ος}	100.4	737.1512
3 ^{ος}	94.79	739.3916
4 ^{ος}	80.68	739.505
5 ^{ος}	64.33	743.6994
6 ^{ος}	58.86	746.0076
7 ^{ος}	58.76	748.535
8 ^{ος}	44.12	749.0662

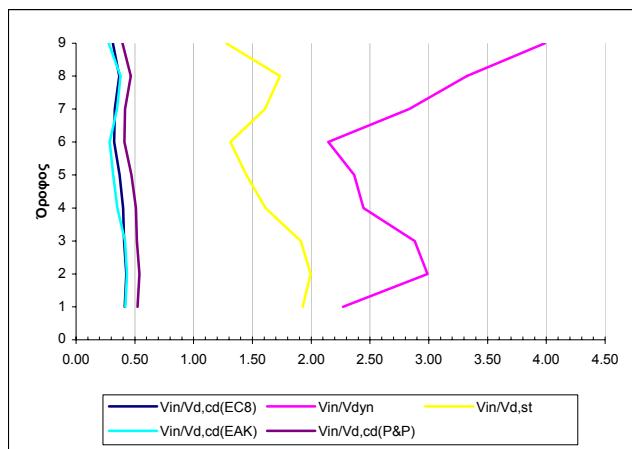
Πίνακας 3.346 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.295 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	1.93	2.27	0.41	0.42	0.52
1 ^{ος}	1.99	2.99	0.43	0.43	0.54
2 ^{ος}	1.91	2.88	0.41	0.42	0.52
3 ^{ος}	1.61	2.45	0.40	0.35	0.51
4 ^{ος}	1.45	2.37	0.37	0.31	0.47
5 ^{ος}	1.31	2.14	0.32	0.29	0.41
6 ^{ος}	1.61	2.83	0.33	0.35	0.42
7 ^{ος}	1.74	3.32	0.37	0.38	0.46
8 ^{ος}	1.28	3.99	0.31	0.28	0.40

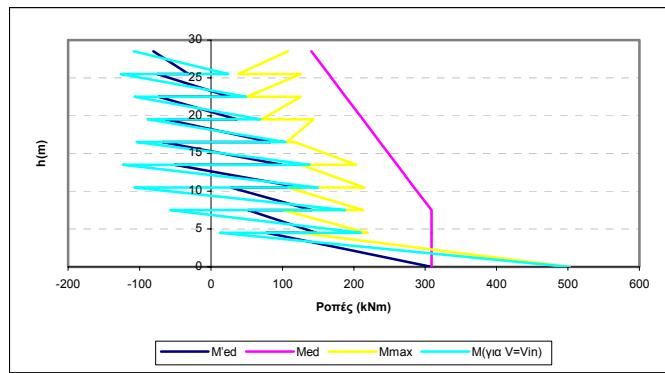
Πίνακας 3.347 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.296 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	502.07	501.7
	Κεφαλή	77.95	308.71	124.27	12.7
2ος	Πόδας	147.51	308.71	219.36	209.71
	Κεφαλή	51.65	308.71	100.34	-56.93
3ος	Πόδας	140.94	308.71	213.44	187.84
	Κεφαλή	28.15	284.7	107.76	-107.28
4ος	Πόδας	125.49	284.7	214.84	149.52
	Κεφαλή	-51.02	260.68	125.83	-123.47
5ος	Πόδας	99.15	260.68	203.34	137.88
	Κεφαλή	-67.95	236.65	117.23	-104.15
6ος	Πόδας	83.31	236.65	106.18	104.21
	Κεφαλή	-63.63	212.62	143.61	-88.77
7ος	Πόδας	36.25	212.62	70.94	68.9
	Κεφαλή	-73.67	188.61	125.88	-107.17
8ος	Πόδας	26.27	188.61	50.4	49.14
	Κεφαλή	-75.32	164.58	126.37	-126.37
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	38.47	24.3
	Κεφαλή	-80.5	140.56	107.8	-107.8

Πίνακας 3.348 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μεταποιημένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.297 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για \nu=\nu_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

7) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 67

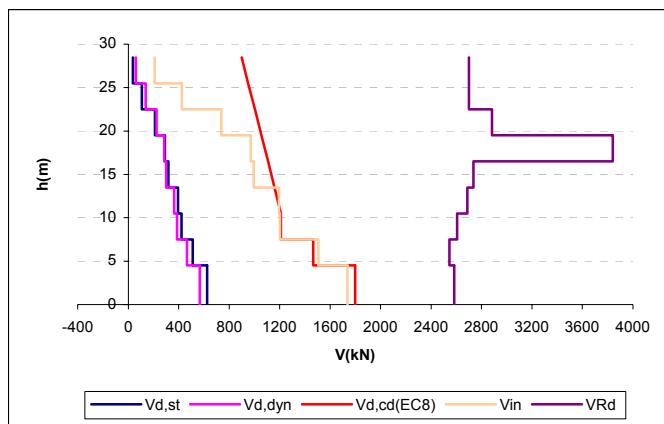
Στοιχεία ανάλυσης 67	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Αιγίου
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου O.K.A.)
Δυσκαρψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαρψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3. 349 Στοιχεία ανάλυσης 67.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1736.96	2583.224
1ος	1506.68	2544.638
2ος	1202.47	2606.134
3ος	1195.06	2687.944
4ος	993.22	2735.39
5ος	970.51	3840.562
6ος	738.53	2883.756
7ος	424.58	2700.891
8ος	209.73	2699.228

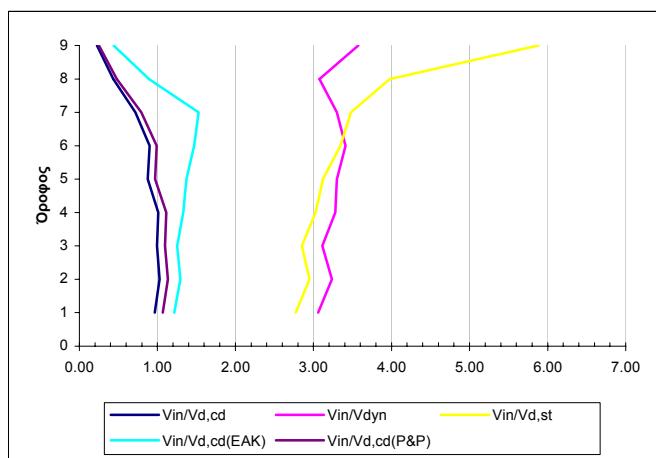
Πίνακας 3.350 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.298 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απόλντων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	2.77	3.06	0.97	1.22	1.07
1ος	2.95	3.24	1.03	1.29	1.13
2ος	2.85	3.11	0.99	1.25	1.10
3ος	3.03	3.28	1.01	1.33	1.11
4ος	3.12	3.30	0.88	1.37	0.97
5ος	3.35	3.41	0.90	1.47	0.99
6ος	3.48	3.30	0.72	1.53	0.79
7ος	3.97	3.08	0.43	0.89	0.48
8ος	5.88	3.57	0.23	0.44	0.25

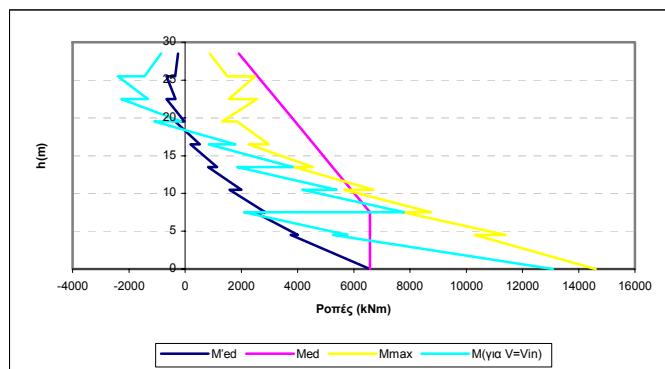
Πίνακας 3.351 Λόγοι των μεγίστων απόλντων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.



Σχήμα 3.299 Λόγοι των μεγίστων απόλντων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	14602.68	13080.04
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	10302.51	5263.72
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	11394.92	5775.85
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	7766.17	2091.66
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	8736.03	7782.34
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	5663.64	4174.92
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	6701.58	5385.95
	Κεφαλή	817.25	5244.04	3889.42	1860.96
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	4547.02	3828.2
	Κεφαλή	189.12	4578.18	2267.47	848.54
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	2971.99	1787.64
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	1846.98	-1095.42
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	1319.59	-150.24
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	2551	-2264.66
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1566.7	-1320.08
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	2483.1	-2394.63
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1501.78	-1448.19
	Κεφαλή	-250	1914.72	874.31	-859.58

Πίνακας 3.352 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



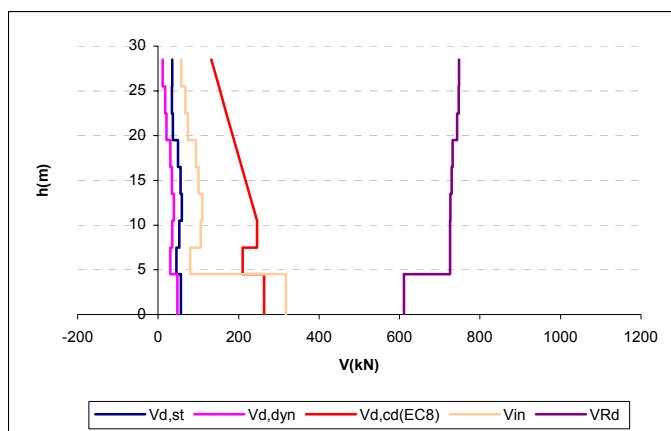
Σχήμα 3.300 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	317.62	611.2779
1ος	79.34	725.892
2ος	105.26	725.4307
3ος	109.43	726.1447
4ος	100.06	729.8322
5ος	93.74	732.3438
6ος	73.98	742.7711
7ος	67.62	747.1823
8ος	57.29	747.9112

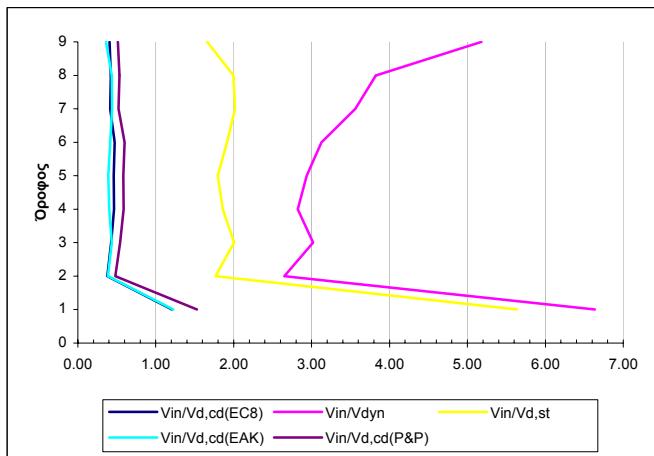
Πίνακας 3.353 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.301 Σχεδιασμός των τεμνονσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	5.64	6.64	1.21	1.23	1.53
1ος	1.77	2.65	0.38	0.38	0.48
2ος	2.00	3.02	0.43	0.44	0.54
3ος	1.86	2.82	0.46	0.40	0.59
4ος	1.80	2.94	0.46	0.39	0.58
5ος	1.91	3.12	0.47	0.42	0.60
6ος	2.02	3.56	0.41	0.44	0.52
7ος	2.00	3.82	0.42	0.43	0.53
8ος	1.66	5.18	0.41	0.36	0.51

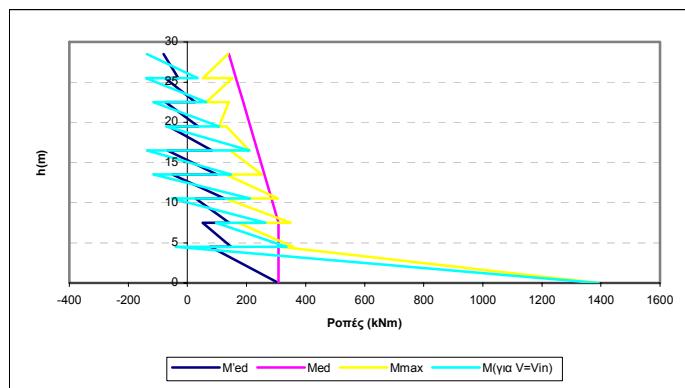
Πίνακας 3.354 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.302 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τέμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	1391.48	1390.32
	Κεφαλή	77.95	308.71	315.25	-38.96
2ος	Πόδας	147.51	308.71	357.14	334.98
	Κεφαλή	51.65	308.71	171.79	96.96
3ος	Πόδας	140.94	308.71	349.09	264.2
	Κεφαλή	28.15	284.7	128.11	-51.58
4ος	Πόδας	125.49	284.7	306.4	211.27
	Κεφαλή	-51.02	260.68	129.76	-115.63
5ος	Πόδας	99.15	260.68	252.09	146.45
	Κεφαλή	-67.95	236.65	144.27	-136.7
6ος	Πόδας	83.31	236.65	209.13	209.13
	Κεφαλή	-63.63	212.62	131.9	-72.07
7ος	Πόδας	36.25	212.62	106.64	106.64
	Κεφαλή	-73.67	188.61	140.64	-115.29
8ος	Πόδας	26.27	188.61	63.01	63.01
	Κεφαλή	-75.32	164.58	152.21	-139.85
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	52.79	34.42
	Κεφαλή	-80.5	140.56	137.61	-136.57

Πίνακας 3.355 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχέδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.303 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{ini}}$).

Τέλος πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

8) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 68

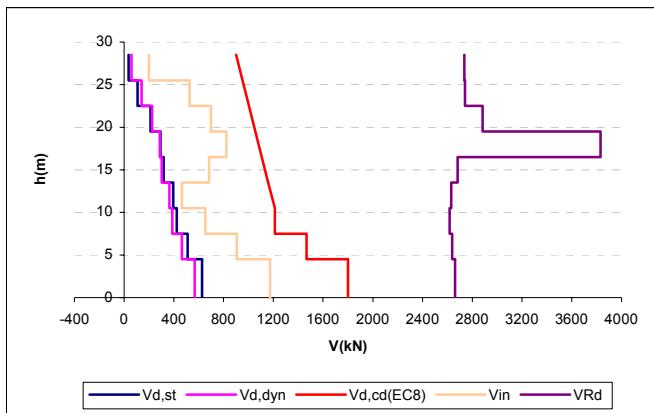
Στοιχεία ανάλυσης 68	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Αιγίου
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαρμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαρμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.356 Στοιχεία ανάλυσης 68.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	$V_{in} [kN]$	$V_{Rd} [kN]$
Ισόγειο	1172.33	2662.571
1ος	904.83	2637.988
2ος	652.28	2618.547
3ος	465.11	2630.713
4ος	683.77	2682.503
5ος	822.42	3832.339
6ος	699.34	2882.688
7ος	525.08	2740.501
8ος	197.84	2736.376

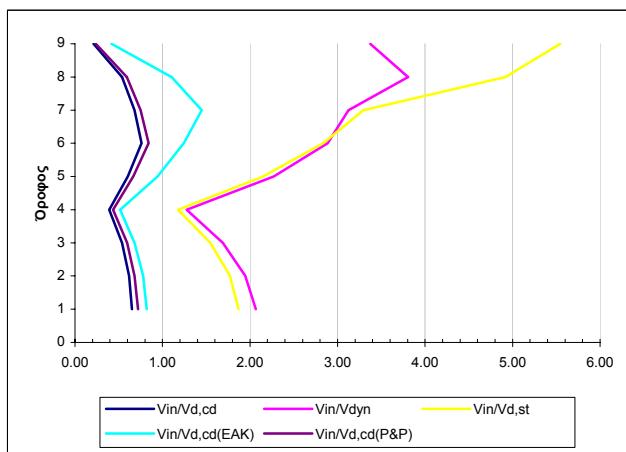
Πίνακας 3.357 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.304 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.87	2.07	0.65	0.82	0.72
1ος	1.77	1.94	0.62	0.78	0.68
2ος	1.55	1.69	0.54	0.68	0.60
3ος	1.18	1.28	0.39	0.52	0.43
4ος	2.15	2.27	0.60	0.94	0.67
5ος	2.83	2.89	0.76	1.24	0.84
6ος	3.30	3.12	0.68	1.45	0.75
7ος	4.92	3.80	0.54	1.10	0.59
8ος	5.55	3.37	0.21	0.42	0.24

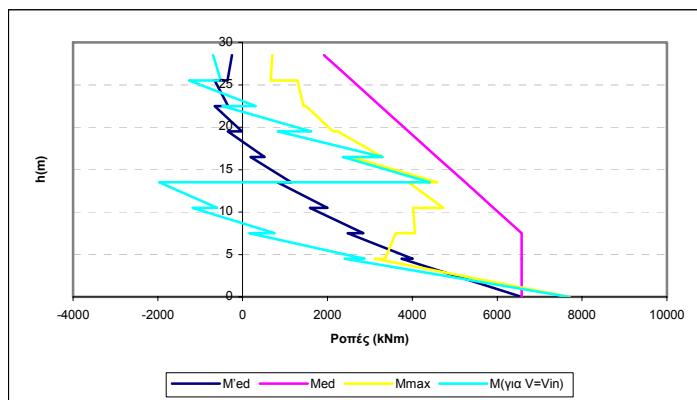
Πίνακας 3.358 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.305 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	7699.46	7682.71
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	3123.43	2407.24
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	3360.2	2871.84
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	3609.2	157.35
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	4063.9	751.96
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	4017.52	-1180.04
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	4725	-598.02
	Κεφαλή	817.25	5244.04	3907.96	-1965.27
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	4585.38	4412.63
	Κεφαλή	189.12	4578.18	2557.53	2361.32
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	3298.52	3298.52
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	2242.21	831.24
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	2125.88	1615.75
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	1489.73	-482.27
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1435.51	308.29
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	1287.05	-1266.94
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	658.7	-515.48
	Κεφαλή	-250	1914.72	697.9	-697.9

Πίνακας 3.359 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



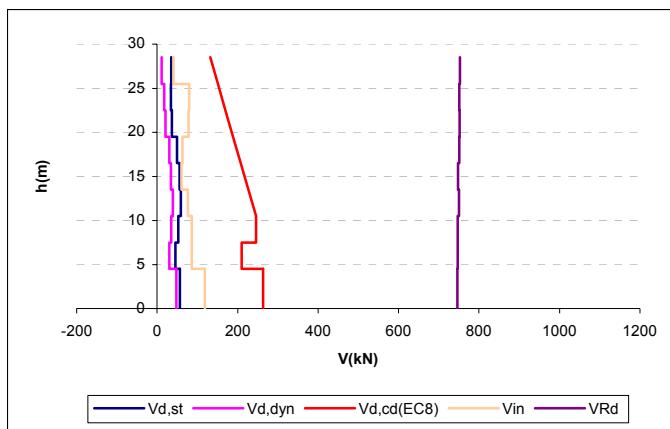
Σχήμα 3.306 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	118.4	746.5322
1ος	85.41	747.2441
2ος	85.89	747.5196
3ος	75.97	750.6917
4ος	60.43	747.896
5ος	62.36	751.3253
6ος	78.13	751.9731
7ος	79.39	751.088
8ος	40.36	752.9851

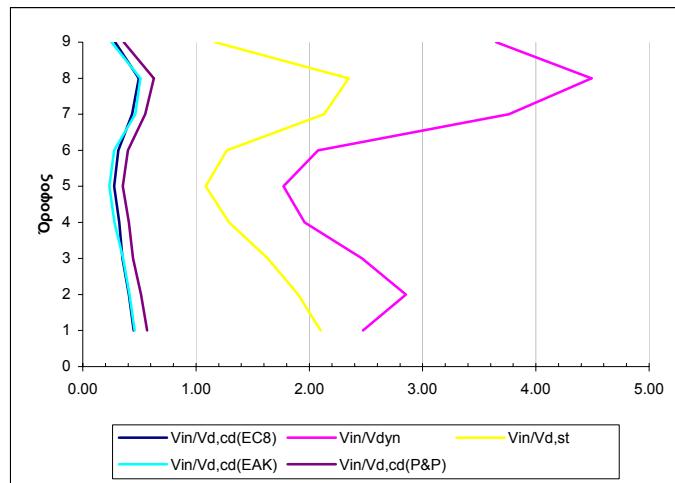
Πίνακας 3.360 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.307 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.10	2.47	0.45	0.46	0.57
1ος	1.90	2.85	0.41	0.41	0.52
2ος	1.63	2.46	0.35	0.36	0.44
3ος	1.29	1.96	0.32	0.28	0.41
4ος	1.08	1.77	0.28	0.24	0.35
5ος	1.27	2.08	0.31	0.28	0.40
6ος	2.13	3.76	0.44	0.46	0.55
7ος	2.34	4.49	0.50	0.51	0.63
8ος	1.17	3.65	0.29	0.25	0.36

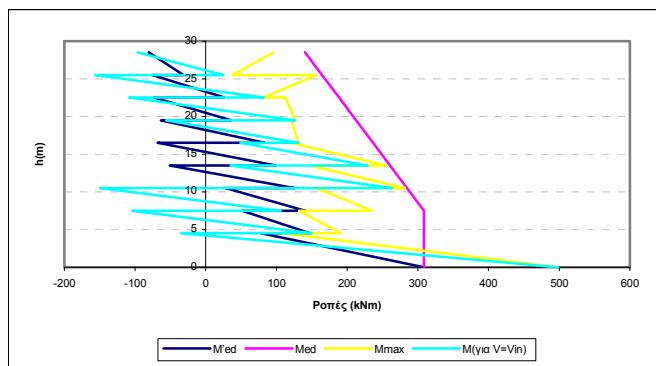
Πίνακας 3.361 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.308 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τέμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{d,cd}(\text{EAK})$ & ($V_{d,cd}(\text{P\&P})$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{\gamma_{ia} V=Vin}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	308.71	308.71	498.22	498.22
	Κεφαλή	77.95	308.71	108.91	-34.59
2ος	Πόδας	147.51	308.71	191.24	149.92
	Κεφαλή	51.65	308.71	131.79	-104.01
3ος	Πόδας	140.94	308.71	235.5	106.26
	Κεφαλή	28.15	284.7	156.77	-149.1
4ος	Πόδας	125.49	284.7	282.08	263.41
	Κεφαλή	-51.02	260.68	147.14	35.5
5ος	Πόδας	99.15	260.68	254.82	228.89
	Κεφαλή	-67.95	236.65	120.38	49.06
6ος	Πόδας	83.31	236.65	131.25	131.25
	Κεφαλή	-63.63	212.62	121.15	-55.84
7ος	Πόδας	36.25	212.62	126.41	126.41
	Κεφαλή	-73.67	188.61	112.93	-107.99
8ος	Πόδας	26.27	188.61	81.87	81.87
	Κεφαλή	-75.32	164.58	156.3	-156.3
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	38.27	24.83
	Κεφαλή	-80.5	140.56	96.26	-96.26

Πίνακας 3.362 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{\gamma_{ia} V=Vin}$).



Σχήμα 3.309 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

9) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 69

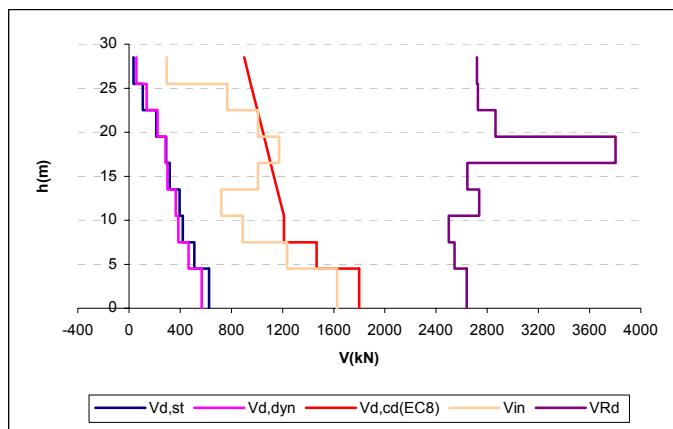
Στοιχεία ανάλυσης 69	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Αιγίου
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Πίνακας 3.363 Στοιχεία ανάλυσης 69.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	1625.76	2638.792
1ος	1236.07	2543.877
2ος	889.34	2499.55
3ος	719.76	2736.73
4ος	1007.05	2645.259
5ος	1173.52	3802.722
6ος	1007.4	2865.188
7ος	768.95	2727.74
8ος	294.77	2719.28

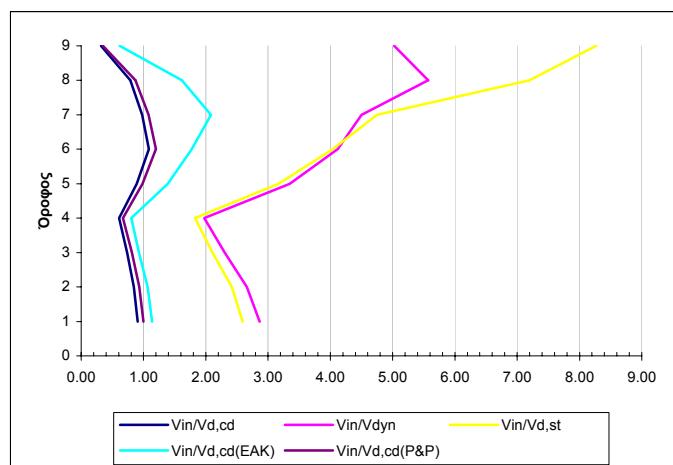
Πίνακας 3.364 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.310 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (VR_d) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.59	2.87	0.90	1.14	1.00
1ος	2.42	2.66	0.84	1.06	0.93
2ος	2.11	2.30	0.73	0.93	0.81
3ος	1.82	1.97	0.61	0.80	0.67
4ος	3.17	3.35	0.89	1.39	0.98
5ος	4.04	4.12	1.09	1.78	1.20
6ος	4.75	4.50	0.98	2.08	1.08
7ος	7.20	5.57	0.79	1.62	0.87
8ος	8.27	5.02	0.32	0.62	0.35

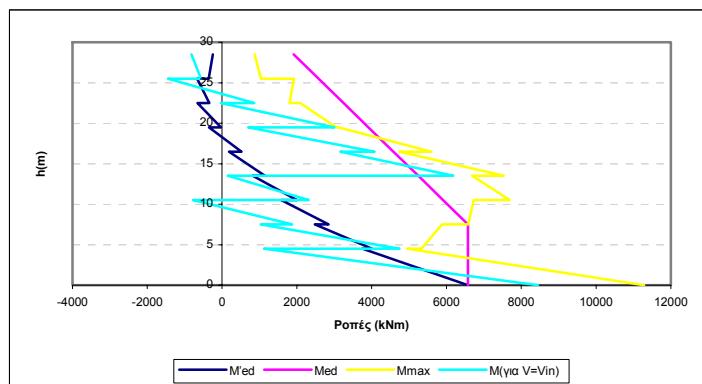
Πίνακας 3.364 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.311 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $V_{d,cd}(P&P)$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	11281.75	8445.9
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	4957.67	1129.98
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	5334.13	4741.31
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	5883.13	1033.1
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	6583.5	1875.3
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	6722.65	-777.11
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	7689.02	2313.8
	Κεφαλή	817.25	5244.04	6679.54	154.51
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	7531.06	6180.8
	Κεφαλή	189.12	4578.18	4746.9	3159.66
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	5598.65	4076.09
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	3112.94	696.97
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	3048.29	2999.06
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	2094.66	-23.14
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1801.92	861.39
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	1925.05	-1443.69
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1046.98	-563.95
	Κεφαλή	-250	1914.72	867.73	-819.8

Πίνακας 3.365 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



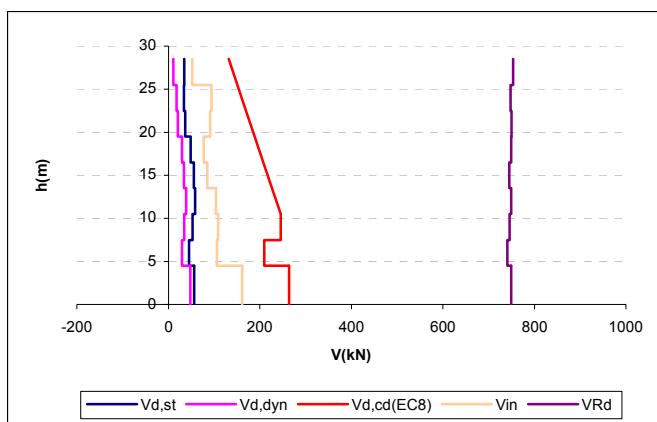
Σχήμα 3.312 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	161.14	749.1399
1ος	106.04	741.0203
2ος	108.61	745.9478
3ος	103.87	749.4228
4ος	85.18	745.2318
5ος	77.54	749.1787
6ος	91.67	750.1637
7ος	94.11	748.0922
8ος	52.2	753.2468

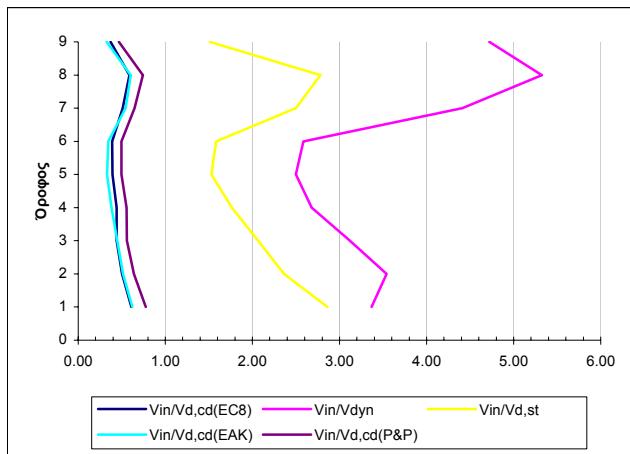
Πίνακας 3.366 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.313 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	2.86	3.37	0.61	0.62	0.77
1ος	2.36	3.54	0.51	0.51	0.64
2ος	2.07	3.12	0.44	0.45	0.56
3ος	1.77	2.68	0.44	0.38	0.56
4ος	1.53	2.50	0.39	0.33	0.50
5ος	1.58	2.58	0.39	0.34	0.50
6ος	2.50	4.41	0.51	0.54	0.65
7ος	2.78	5.32	0.59	0.60	0.74
8ος	1.51	4.72	0.37	0.33	0.47

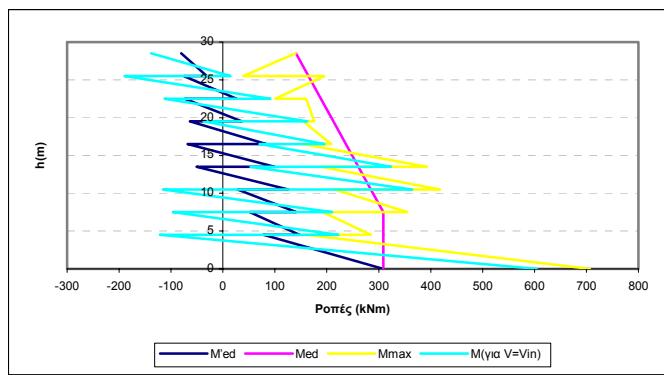
Πίνακας 3.367 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.



Σχήμα 3.314 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	706.68	604.21
	Κεφαλή	77.95	308.71	160.2	-120.93
2ος	Πόδας	147.51	308.71	285.04	221.98
	Κεφαλή	51.65	308.71	192.56	-96.15
3ος	Πόδας	140.94	308.71	355.15	210.06
	Κεφαλή	28.15	284.7	214.74	-115.78
4ος	Πόδας	125.49	284.7	418.17	364.71
	Κεφαλή	-51.02	260.68	187.95	53.11
5ος	Πόδας	99.15	260.68	392.67	323.95
	Κεφαλή	-67.95	236.65	153.58	70.26
6ος	Πόδας	83.31	236.65	208.49	195.18
	Κεφαλή	-63.63	212.62	154.68	-37.43
7ος	Πόδας	36.25	212.62	175.67	162.39
	Κεφαλή	-73.67	188.61	160.29	-112.34
8ος	Πόδας	26.27	188.61	100.44	91.42
	Κεφαλή	-75.32	164.58	195.69	-189.74
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	39.24	14.56
	Κεφαλή	-80.5	140.56	140.07	-138.08

Πίνακας 3.368 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.315 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{για \nu=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

10) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 70

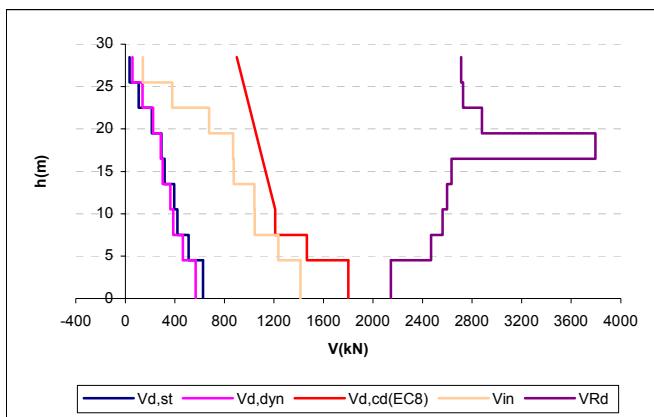
Στοιχεία ανάλυσης 70	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Θεσσαλονίκης
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.369 Στοιχεία ανάλυσης 70.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1413.28	2144.908
1 ^{ος}	1236.5	2469.05
2 ^{ος}	1044.21	2561.221
3 ^{ος}	1040.46	2595.958
4 ^{ος}	874.88	2634.387
5 ^{ος}	871.74	3795.124
6 ^{ος}	676.32	2880.409
7 ^{ος}	380.35	2726.523
8 ^{ος}	140.43	2711.004

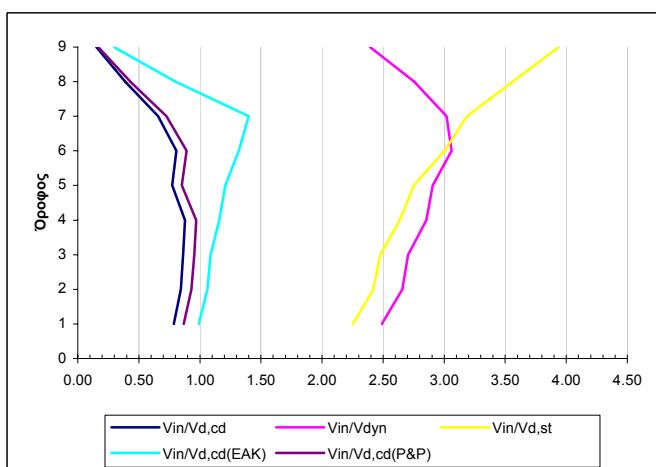
Πίνακας 3.370 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.316 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.25	2.49	0.79	0.99	0.87
1ος	2.42	2.66	0.84	1.06	0.93
2ος	2.48	2.70	0.86	1.09	0.95
3ος	2.64	2.85	0.88	1.16	0.97
4ος	2.75	2.91	0.77	1.21	0.85
5ος	3.00	3.06	0.81	1.32	0.89
6ος	3.19	3.02	0.66	1.40	0.73
7ος	3.56	2.76	0.39	0.80	0.43
8ος	3.94	2.39	0.15	0.30	0.17

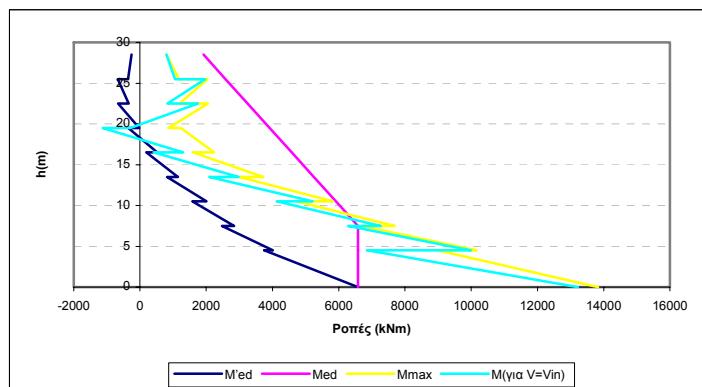
Πίνακας 3.371 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.317 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	13828.41	13224.21
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	8987.59	6864.47
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	10156.39	9986.1
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	6692.8	6276.6
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	7685.3	7261.31
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	4725.88	4128.69
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	5825.76	5210.27
	Κεφαλή	817.25	5244.04	3004.28	2088.9
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	3723.06	2977.65
	Κεφαλή	189.12	4578.18	1597.85	416.61
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	2238.42	1302.76
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	1233.72	-1118.88
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	853.92	-287.4
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	2049.73	1741.55
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1195.21	825.49
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	2035.06	1966.55
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1178.72	1058.37
	Κεφαλή	-250	1914.72	798.89	796.86

Πίνακας 3.372 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



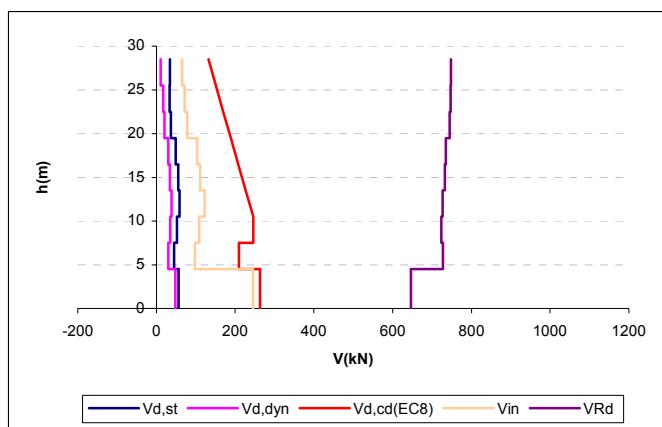
Σχήμα 3.318 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=Vin}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματισθήκε μόνο στη βάση του ισογείου ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	245.57	646.2368
1ος	97.94	727.6374
2ος	108.77	724.1678
3ος	122.27	726.9322
4ος	111.04	732.4538
5ος	103.95	735.1485
6ος	78.49	745.3941
7ος	72.14	747.5648
8ος	65.4	748.2838

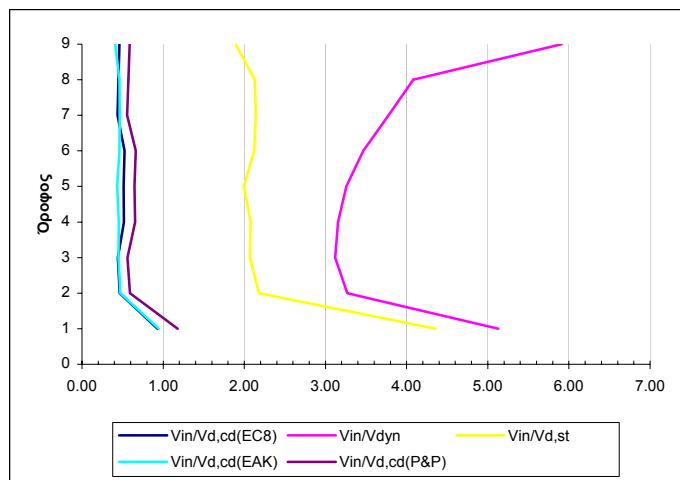
Πίνακας 3.373 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.319 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	4.36	5.13	0.93	0.95	1.18
1ος	2.18	3.27	0.47	0.47	0.59
2ος	2.07	3.12	0.44	0.45	0.56
3ος	2.08	3.15	0.52	0.45	0.66
4ος	1.99	3.26	0.51	0.43	0.65
5ος	2.12	3.47	0.52	0.46	0.66
6ος	2.14	3.78	0.44	0.47	0.55
7ος	2.13	4.08	0.45	0.46	0.57
8ος	1.89	5.91	0.46	0.41	0.59

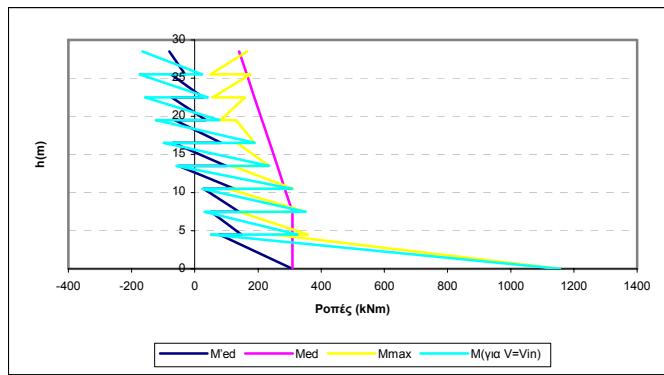
Πίνακας 3.374 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.320 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	308.71	308.71	1155.86	1155.86
	Κεφαλή	77.95	308.71	250.05	50.81
2ος	Πόδας	147.51	308.71	357.77	324.7
	Κεφαλή	51.65	308.71	141.01	30.87
3ος	Πόδας	140.94	308.71	350.82	350.5
	Κεφαλή	28.15	284.7	105.55	24.18
4ος	Πόδας	125.49	284.7	310.37	307.94
	Κεφαλή	-51.02	260.68	118.56	-58.5
5ος	Πόδας	99.15	260.68	234.52	234.52
	Κεφαλή	-67.95	236.65	133.39	-98.59
6ος	Πόδας	83.31	236.65	189.02	189.02
	Κεφαλή	-63.63	212.62	130.74	-122.82
7ος	Πόδας	36.25	212.62	82.08	77.4
	Κεφαλή	-73.67	188.61	158.89	-158.05
8ος	Πόδας	26.27	188.61	56.63	41.16
	Κεφαλή	-75.32	164.58	175.92	-175.26
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	49.3	22.76
	Κεφαλή	-80.5	140.56	165.93	-165.93

Πίνακας 3.375 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μεταποιημένη περιβάλλονσα σχεδιασμό (M_{Ed}) , μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.321 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\gammaia V=Vin}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του ισογείου ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

11) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 71

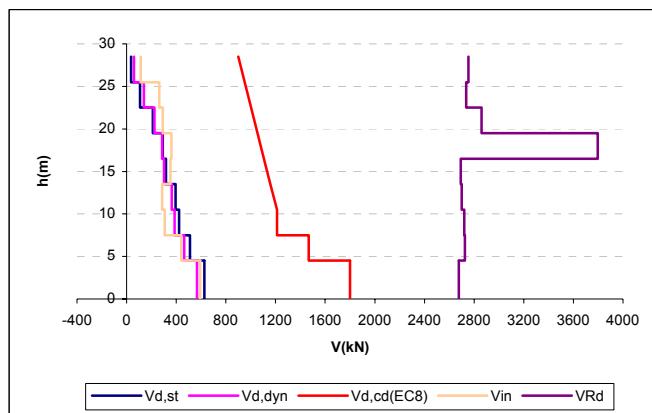
Στοιχεία ανάλυσης 71	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Θεσσαλονίκης
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3. 376 Στοιχεία ανάλυσης 71.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	$V_{in} [kN]$	$V_{Rd} [kN]$
Ισόγειο	592.59	2676.558
1ος	441.08	2726.082
2ος	306.32	2720.426
3ος	285.01	2698.958
4ος	353.57	2692.841
5ος	361.74	3795.803
6ος	292.41	2861.155
7ος	262.7	2736.458
8ος	112.15	2755.528

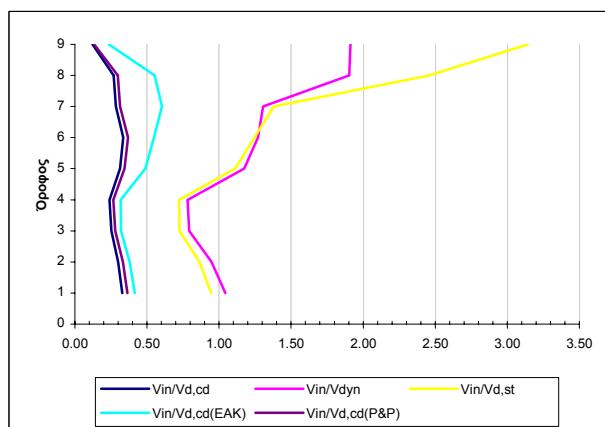
Πίνακας 3.377 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.322 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (VRd) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	0.95	1.04	0.33	0.42	0.36
1ος	0.86	0.95	0.30	0.38	0.33
2ος	0.73	0.79	0.25	0.32	0.28
3ος	0.72	0.78	0.24	0.32	0.27
4ος	1.11	1.17	0.31	0.49	0.34
5ος	1.25	1.27	0.33	0.55	0.37
6ος	1.38	1.31	0.28	0.61	0.31
7ος	2.46	1.90	0.27	0.55	0.30
8ος	3.14	1.91	0.12	0.24	0.13

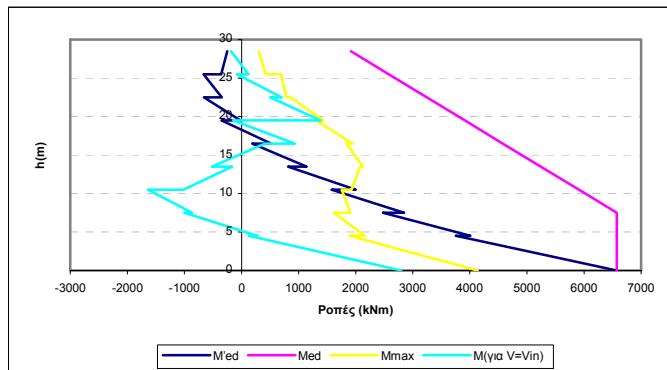
Πίνακας 3.378 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.323 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	4138.31	2797.21
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	1894.11	130.54
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	2157.33	276.7
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	1619.16	-1000.16
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	1906.82	-870.08
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	1750.58	-1643.48
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	1928.73	-1020.05
	Κεφαλή	817.25	5244.04	2075.95	-165.01
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	2121.3	-516.92
	Κεφαλή	189.12	4578.18	1836.26	410.59
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	1946.14	934.75
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	1310	-150.47
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	1431.22	1380.26
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	853.06	503.02
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	789.91	704.31
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	693.37	-83.79
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	421.12	121.77
	Κεφαλή	-250	1914.72	302.61	-180.3

Πίνακας 3.379 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



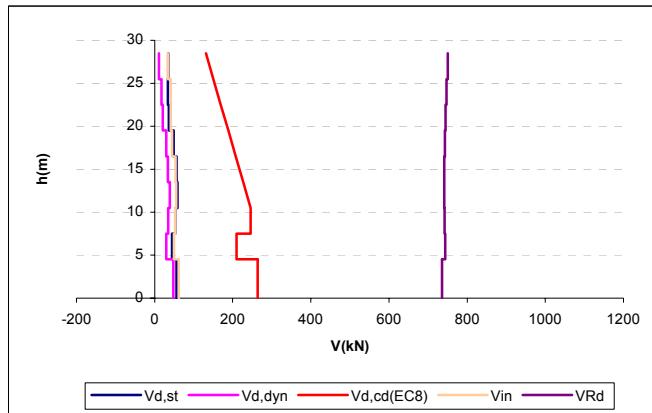
Σχήμα 3.324 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	61.58	735.7228
1ος	49.31	743.7406
2ος	52.54	742.0904
3ος	54.85	741.2162
4ος	53.35	740.9722
5ος	44.87	742.8808
6ος	41.25	744.5848
7ος	40.87	747.1664
8ος	33.84	750.3326

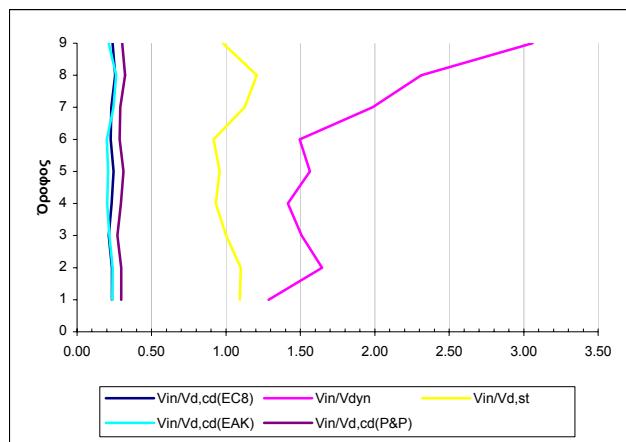
Πίνακας 3.380 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.325 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1.09	1.29	0.23	0.24	0.30
1ος	1.10	1.65	0.24	0.24	0.30
2ος	1.00	1.51	0.21	0.22	0.27
3ος	0.93	1.42	0.23	0.20	0.29
4ος	0.96	1.56	0.25	0.21	0.31
5ος	0.92	1.50	0.23	0.20	0.29
6ος	1.13	1.99	0.23	0.24	0.29
7ος	1.21	2.31	0.26	0.26	0.32
8ος	0.98	3.06	0.24	0.21	0.30

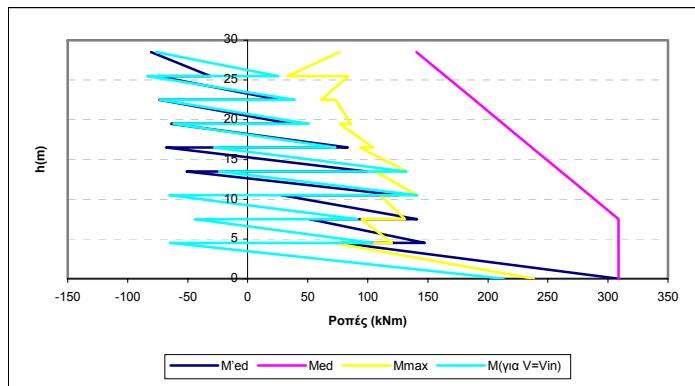
Πίνακας 3.381 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.326 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	238.1	212.96
	Κεφαλή	77.95	308.71	70.89	-64.16
2ος	Πόδας	147.51	308.71	119.84	103.96
	Κεφαλή	51.65	308.71	94.91	-43.98
3ος	Πόδας	140.94	308.71	130.95	91.29
	Κεφαλή	28.15	284.7	110.38	-65.42
4ος	Πόδας	125.49	284.7	141.11	140.89
	Κεφαλή	-51.02	260.68	106.29	-23.67
5ος	Πόδας	99.15	260.68	132.21	132.06
	Κεφαλή	-67.95	236.65	93.53	-27.99
6ος	Πόδας	83.31	236.65	104.44	72.79
	Κεφαλή	-63.63	212.62	76.59	-61.79
7ος	Πόδας	36.25	212.62	85.85	50.64
	Κεφαλή	-73.67	188.61	73.11	-73.11
8ος	Πόδας	26.27	188.61	61.17	38.93
	Κεφαλή	-75.32	164.58	83.67	-83.67
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	33.12	25.31
	Κεφαλή	-80.5	140.56	76.2	-76.2

Πίνακας 3.382 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.327 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\gammaia V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

12) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 72

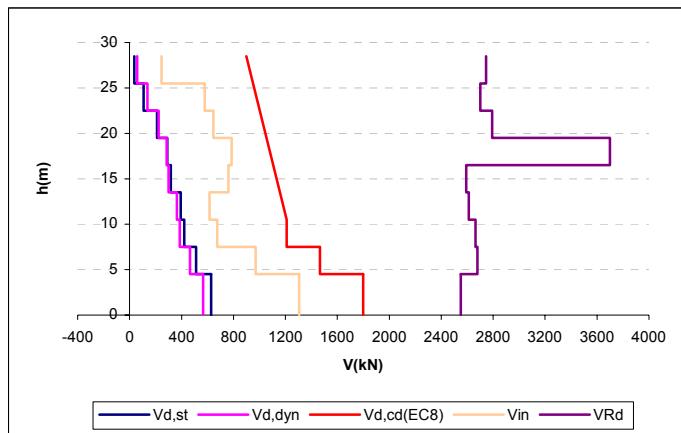
Στοιχεία ανάλυσης 72	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Θεσσαλονίκης
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef} = M_y / \phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef} = M_y / \phi_y$.

Πίνακας 3.383 Στοιχεία ανάλυσης 72.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1305.34	2549.99
1 ^{ος}	971.69	2677.57
2 ^{ος}	675.01	2664.864
3 ^{ος}	615.51	2612.521
4 ^{ος}	762.2	2593.399
5 ^{ος}	784.45	3700.236
6 ^{ος}	644.4	2792.028
7 ^{ος}	578.79	2700.84
8 ^{ος}	246.06	2746.205

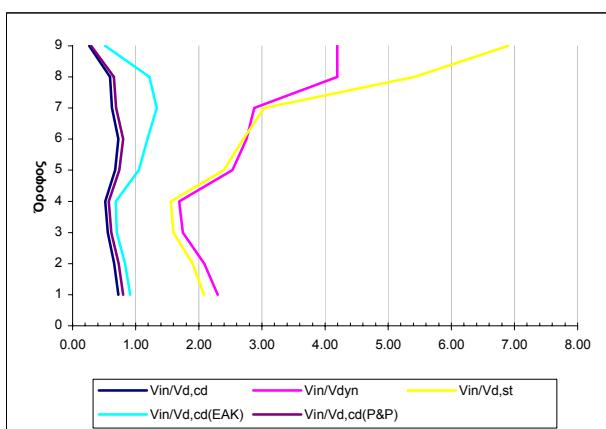
Πίνακας 3.384 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.328 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	2.08	2.30	0.73	0.91	0.80
1ος	1.90	2.09	0.66	0.83	0.73
2ος	1.60	1.75	0.56	0.70	0.62
3ος	1.56	1.69	0.52	0.68	0.57
4ος	2.40	2.53	0.67	1.05	0.74
5ος	2.70	2.75	0.73	1.19	0.80
6ος	3.04	2.88	0.63	1.33	0.69
7ος	5.42	4.19	0.59	1.22	0.65
8ος	6.90	4.19	0.27	0.52	0.29

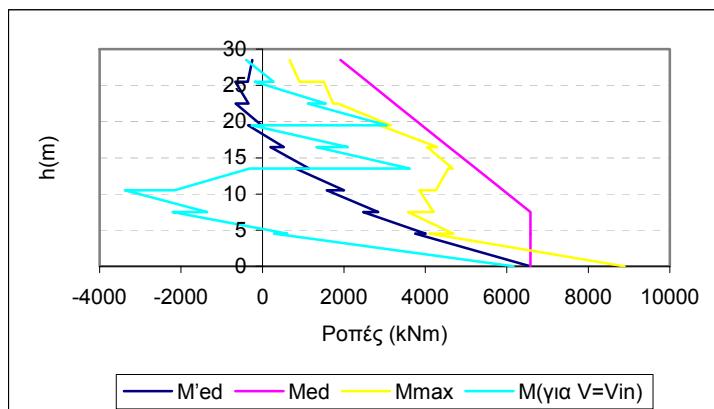
Πίνακας 3.385 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).



Σχήμα 3.329 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	8887.2	6160.19
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	4112.58	286.15
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	4680.21	607.98
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	3571.54	-2204.91
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	4202.03	-1356.58
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	3852.95	-3381.62
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	4261.98	-2158.05
	Κεφαλή	817.25	5244.04	4568.26	-311.52
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	4667.74	3611.81
	Κεφαλή	189.12	4578.18	4045.97	1325.21
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	4287.52	2092.81
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	2881.42	-260.55
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	3148.83	3043.91
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	1852.01	1110.7
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1737.46	1553.79
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	1504.32	-182.58
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	908.5	270.27
	Κεφαλή	-250	1914.72	666.18	-398.02

Πίνακας 3.386 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



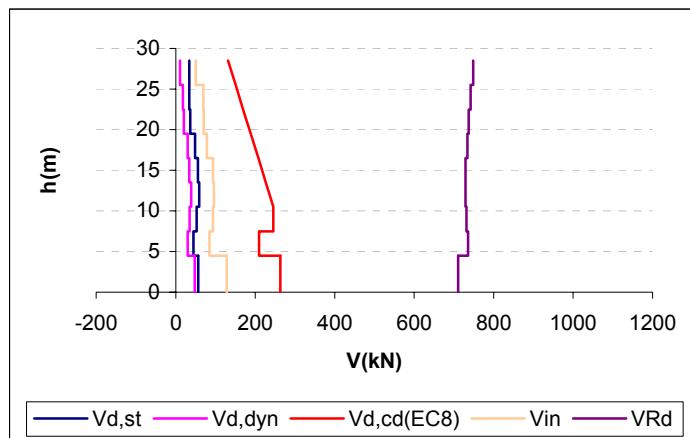
Σχήμα 3.330 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	128.26	710.5817
1ος	84.59	735.5652
2ος	93.34	731.5047
3ος	96.22	729.492
4ος	93.94	729.3478
5ος	78.32	734.0206
6ος	70.03	737.1579
7ος	69.28	742.5509
8ος	49.86	748.6486

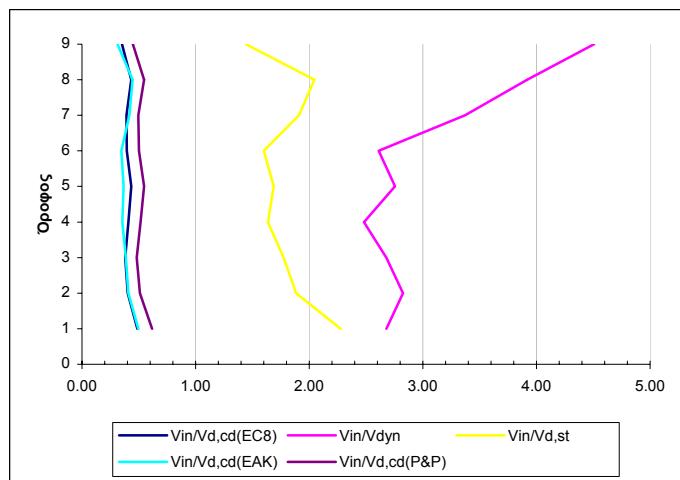
Πίνακας 3.387 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.331 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.28	2.68	0.49	0.49	0.62
1ος	1.88	2.82	0.40	0.41	0.51
2ος	1.78	2.68	0.38	0.39	0.48
3ος	1.64	2.48	0.41	0.36	0.52
4ος	1.69	2.76	0.43	0.37	0.55
5ος	1.60	2.61	0.40	0.35	0.50
6ος	1.91	3.37	0.39	0.42	0.49
7ος	2.05	3.92	0.43	0.44	0.55
8ος	1.44	4.51	0.35	0.31	0.45

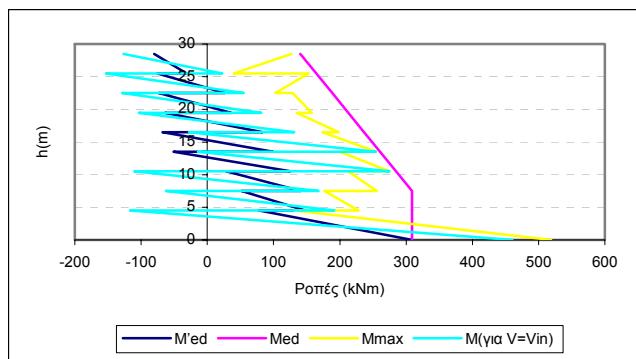
Πίνακας 3.388 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.332 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	308.71	308.71	518.81	460.58
	Κεφαλή	77.95	308.71	131.4	-116.58
2ος	Πόδας	147.51	308.71	228.2	191.47
	Κεφαλή	51.65	308.71	176.41	-62.28
3ος	Πόδας	140.94	308.71	256	167.77
	Κεφαλή	28.15	284.7	212.29	-110.2
4ος	Πόδας	125.49	284.7	275.15	274.42
	Κεφαλή	-51.02	260.68	199.66	-14.23
5ος	Πόδας	99.15	260.68	254.63	254.4
	Κεφαλή	-67.95	236.65	173.76	-27.42
6ος	Πόδας	83.31	236.65	198.54	131.4
	Κεφαλή	-63.63	212.62	135.21	-103.58
7ος	Πόδας	36.25	212.62	157.89	81.56
	Κεφαλή	-73.67	188.61	128.82	-128.52
8ος	Πόδας	26.27	188.61	102.78	54.69
	Κεφαλή	-75.32	164.58	153.14	-153.14
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	39.87	22.74
	Κεφαλή	-80.5	140.56	126.85	-126.85

Πίνακας 3.389 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.333 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\text{gia } V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

13) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 73

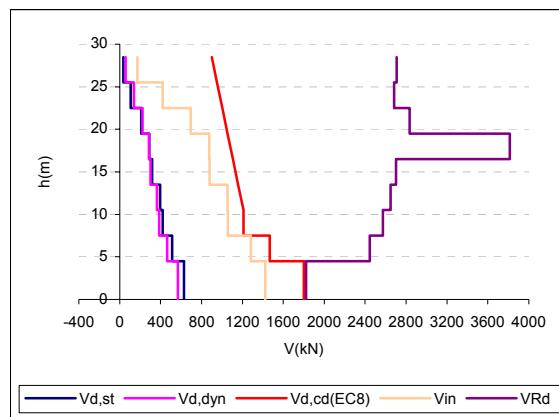
Στοιχεία ανάλυσης 73	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Σενάριο M=7.8
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.390 Στοιχεία ανάλυσης 73.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1423.63	1822.596
1 ^{ος}	1281.42	2446.392
2 ^{ος}	1057.88	2572.665
3 ^{ος}	1054.96	2649.987
4 ^{ος}	877.29	2703.513
5 ^{ος}	874.36	3814.834
6 ^{ος}	693.6	2834.491
7 ^{ος}	420.68	2684.62
8 ^{ος}	172.9	2710.031

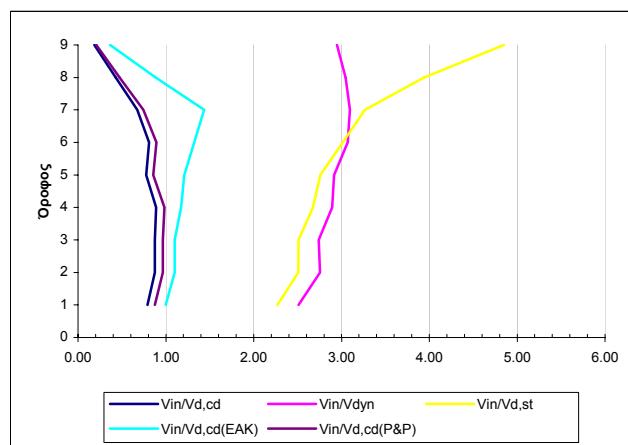
Πίνακας 3.391 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.334 Σχεδιασμός των τεμνουσών πον προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	2.27	2.51	0.79	1.00	0.87
1ος	2.51	2.75	0.87	1.10	0.96
2ος	2.51	2.74	0.87	1.10	0.97
3ος	2.67	2.89	0.89	1.17	0.98
4ος	2.76	2.91	0.77	1.21	0.86
5ος	3.01	3.07	0.81	1.32	0.89
6ος	3.27	3.10	0.67	1.44	0.74
7ος	3.94	3.05	0.43	0.88	0.48
8ος	4.85	2.95	0.19	0.36	0.21

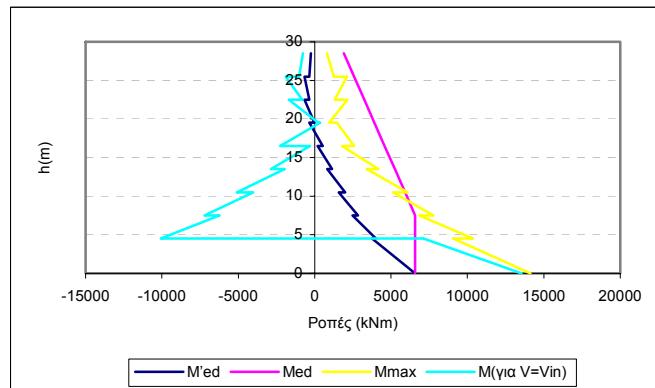
Πίνακας 3.392 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $V_{d,cd(P&P)}$).



Σχήμα 3.335 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $V_{d,cd(P&P)}$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	14126.73	13530.72
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	9072.79	7124.4
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	10365.25	-10077.1
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	6847.19	-6232.81
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	7764.4	-7208.25
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	5124.81	-4034.61
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	6078.3	-5105.12
	Κεφαλή	817.25	5244.04	3400.66	-1963.01
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	4172.2	-2841.02
	Κεφαλή	189.12	4578.18	1794.34	-301.42
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	2591.86	-2269.86
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	1454.54	353.23
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	938.43	235.55
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	2144.59	-1702.09
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1310.47	-821
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	2123.65	-1904.02
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1269.23	-1030.65
	Κεφαλή	-250	1914.72	809.74	-768.24

Πίνακας 3.393 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



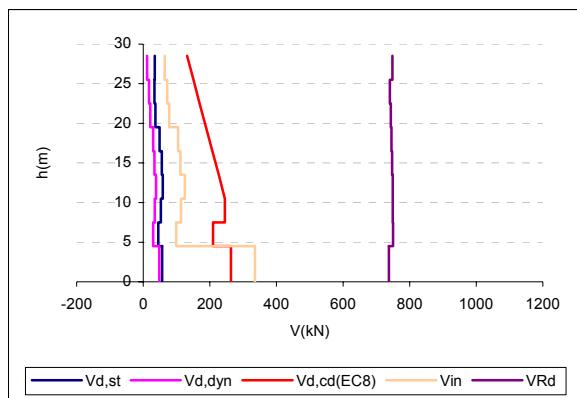
Σχήμα 3.336 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματισθήκε μόνο στη βάση του ισογείου ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	335.68	737.4341
1ος	98.62	749.962
2ος	113.67	748.8142
3ος	125.09	749.0419
4ος	111.89	746.9292
5ος	104.8	745.377
6ος	78.19	743.251
7ος	71.98	740.535
8ος	64	747.6636

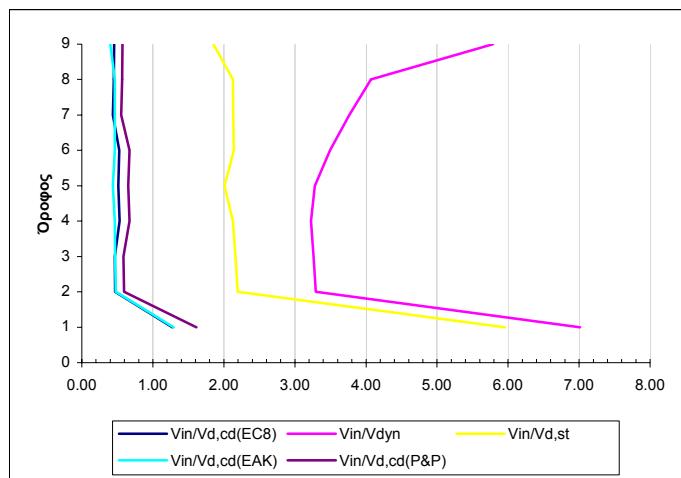
Πίνακας 3.394 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.337 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	5.96	7.01	1.27	1.30	1.61
1ος	2.20	3.29	0.47	0.48	0.60
2ος	2.16	3.26	0.46	0.47	0.59
3ος	2.13	3.23	0.53	0.46	0.67
4ος	2.01	3.28	0.52	0.44	0.65
5ος	2.14	3.49	0.53	0.47	0.67
6ος	2.13	3.76	0.44	0.46	0.55
7ος	2.13	4.07	0.45	0.46	0.57
8ος	1.85	5.79	0.45	0.40	0.57

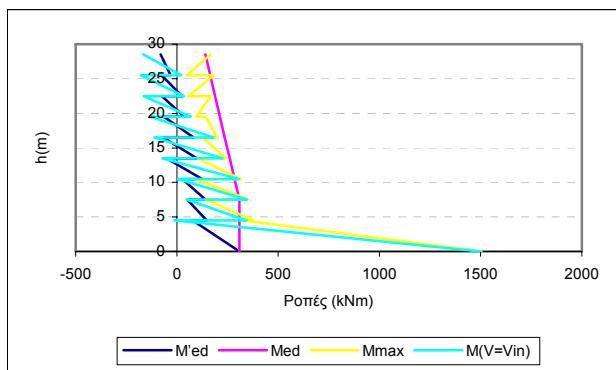
Πίνακας 3.395 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.338 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	1503.86	1500.09
	Κεφαλή	77.95	308.71	326.96	-10.45
2ος	Πόδας	147.51	308.71	379.01	343.63
	Κεφαλή	51.65	308.71	140.52	47.77
3ος	Πόδας	140.94	308.71	352.4	345.95
	Κεφαλή	28.15	284.7	93.95	4.92
4ος	Πόδας	125.49	284.7	314.4	305.07
	Κεφαλή	-51.02	260.68	103.92	-70.19
5ος	Πόδας	99.15	260.68	242.48	224.16
	Κεφαλή	-67.95	236.65	126.86	-111.52
6ος	Πόδας	83.31	236.65	200.03	180.79
	Κεφαλή	-63.63	212.62	143.32	-132.36
7ος	Πόδας	36.25	212.62	95.71	69.27
	Κεφαλή	-73.67	188.61	167.38	-163.52
8ος	Πόδας	26.27	188.61	57.22	35.96
	Κεφαλή	-75.32	164.58	180.41	-177.31
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	49.56	20.43
	Κεφαλή	-80.5	140.56	167.18	-165.33

Πίνακας 3.396 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.339 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\gamma_{ta} V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του ισογείου ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

14) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 74

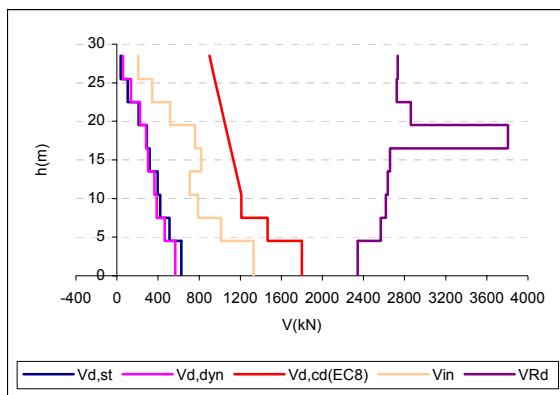
Στοιχεία ανάλυσης 74	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Σενάριο $M=7.8$
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.397 Στοιχεία ανάλυσης 74.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1328.77	2341.858
1ος	1014.95	2568.843
2ος	789.24	2616.844
3ος	708.26	2635.876
4ος	820.6	2658.244
5ος	759.4	3806.516
6ος	517.32	2861.283
7ος	343.34	2724.921
8ος	207.82	2734.474

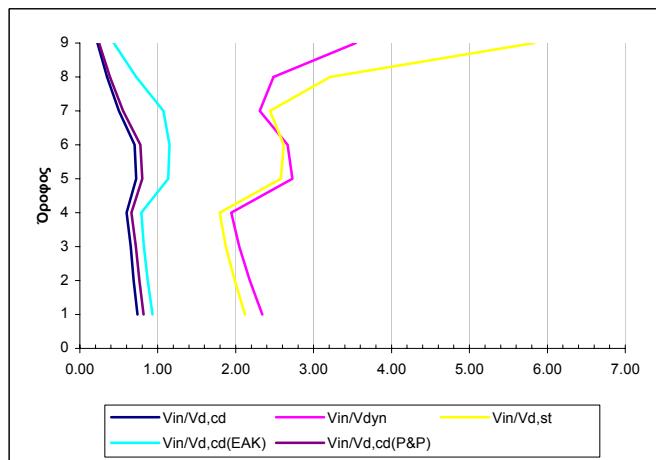
Πίνακας 3.398 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.340 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.12	2.34	0.74	0.93	0.82
1ος	1.99	2.18	0.69	0.87	0.76
2ος	1.87	2.04	0.65	0.82	0.72
3ος	1.79	1.94	0.60	0.79	0.66
4ος	2.58	2.73	0.72	1.13	0.80
5ος	2.62	2.67	0.70	1.15	0.78
6ος	2.44	2.31	0.50	1.07	0.56
7ος	3.21	2.49	0.35	0.72	0.39
8ος	5.83	3.54	0.22	0.44	0.25

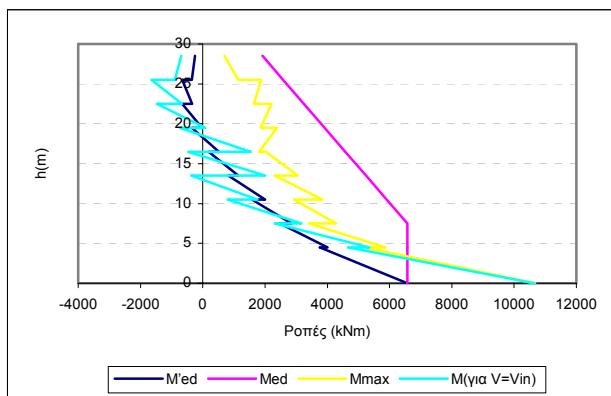
Πίνακας 3.399 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.341 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	10672.63	10650.59
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	5199.77	4671.11
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	5862.68	5349.4
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	3410.54	2304.55
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	4284.54	3164.5
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	2924.59	796.77
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	3845.02	1754.62
	Κεφαλή	817.25	5244.04	2306.09	-370.17
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	3047.75	1999.63
	Κεφαλή	189.12	4578.18	2028.1	-462.17
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	1810.24	1542.27
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	2378.65	-735.92
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	1858.55	78.36
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	2205.89	-1473.59
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1639.32	-672.44
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	1874.12	-1645.81
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1138.15	-894.54
	Κεφαλή	-250	1914.72	691.53	-688.21

Πίνακας 3.400 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



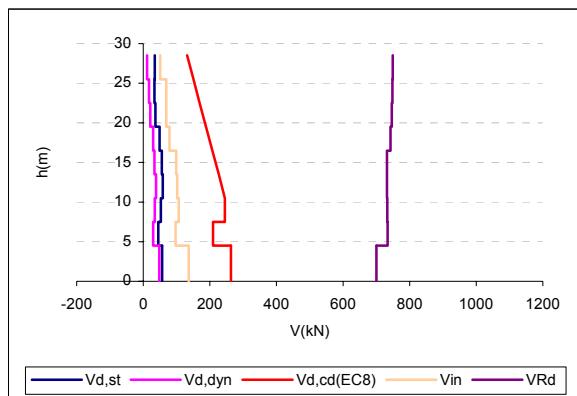
Σχήμα 3.342 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοιχώμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	136.66	700.1025
1ος	97.37	733.2078
2ος	107.19	732.6726
3ος	101.84	731.6092
4ος	98.56	731.7001
5ος	79.23	742.5492
6ος	69.23	746.0129
7ος	69.32	747.7886
8ος	50.56	749.037

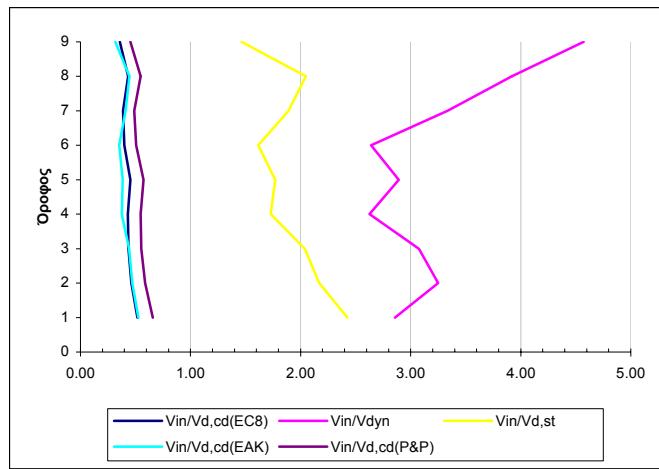
Πίνακας 3.401 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.343 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.42	2.86	0.52	0.53	0.66
1ος	2.17	3.25	0.46	0.47	0.59
2ος	2.04	3.08	0.44	0.44	0.55
3ος	1.73	2.63	0.43	0.38	0.55
4ος	1.77	2.89	0.45	0.38	0.57
5ος	1.62	2.64	0.40	0.35	0.51
6ος	1.89	3.33	0.39	0.41	0.49
7ος	2.05	3.92	0.43	0.45	0.55
8ος	1.46	4.57	0.36	0.32	0.45

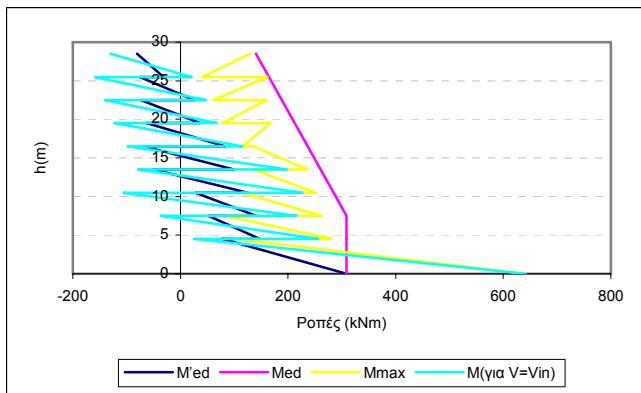
Πίνακας 3.402 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.344 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	640.61	640.61
	Κεφαλή	77.95	308.71	101.11	25.62
2ος	Πόδας	147.51	308.71	280.6	255.66
	Κεφαλή	51.65	308.71	83.82	-36.41
3ος	Πόδας	140.94	308.71	262.36	215.88
	Κεφαλή	28.15	284.7	113.88	-105.68
4ος	Πόδας	125.49	284.7	251.83	226.8
	Κεφαλή	-51.02	260.68	135.67	-78.74
5ος	Πόδας	99.15	260.68	235.46	197.66
	Κεφαλή	-67.95	236.65	136.07	-97.57
6ος	Πόδας	83.31	236.65	115.08	115.08
	Κεφαλή	-63.63	212.62	167.89	-122.62
7ος	Πόδας	36.25	212.62	78.05	67.57
	Κεφαλή	-73.67	188.61	160.31	-140.11
8ος	Πόδας	26.27	188.61	61.39	48.01
	Κεφαλή	-75.32	164.58	161.85	-158.65
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	40.23	21.11
	Κεφαλή	-80.5	140.56	130.25	-129.7

Πίνακας 3.403 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.345 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

14) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 74

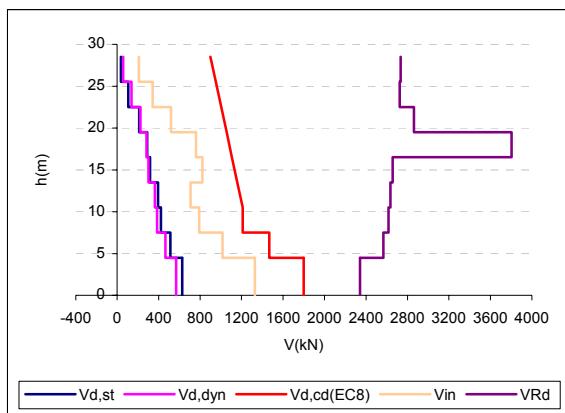
Στοιχεία ανάλυσης 74	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Σενάριο M=7.8
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3. 397 Στοιχεία ανάλυσης 74.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	1328.77	2341.858
1ος	1014.95	2568.843
2ος	789.24	2616.844
3ος	708.26	2635.876
4ος	820.6	2658.244
5ος	759.4	3806.516
6ος	517.32	2861.283
7ος	343.34	2724.921
8ος	207.82	2734.474

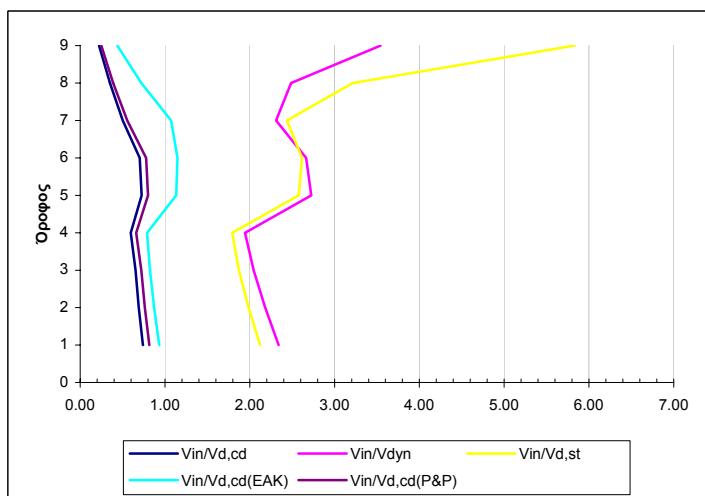
Πίνακας 3.398 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιων ελκυσμού.



Σχήμα 3.340 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in}/V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	2.12	2.34	0.74	0.93	0.82
1ος	1.99	2.18	0.69	0.87	0.76
2ος	1.87	2.04	0.65	0.82	0.72
3ος	1.79	1.94	0.60	0.79	0.66
4ος	2.58	2.73	0.72	1.13	0.80
5ος	2.62	2.67	0.70	1.15	0.78
6ος	2.44	2.31	0.50	1.07	0.56
7ος	3.21	2.49	0.35	0.72	0.39
8ος	5.83	3.54	0.22	0.44	0.25

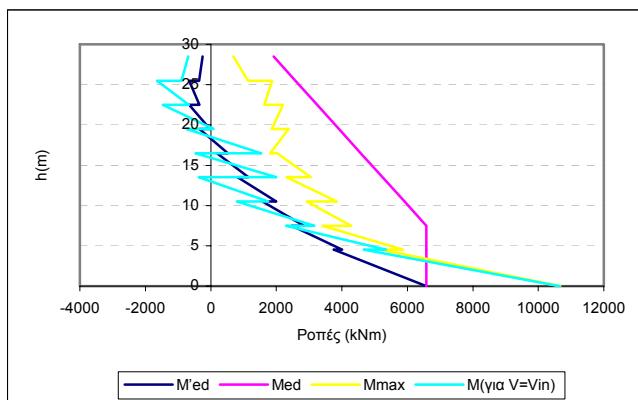
Πίνακας 3.399 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.



Σχήμα 3.341 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	10672.63	10650.59
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	5199.77	4671.11
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	5862.68	5349.4
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	3410.54	2304.55
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	4284.54	3164.5
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	2924.59	796.77
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	3845.02	1754.62
	Κεφαλή	817.25	5244.04	2306.09	-370.17
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	3047.75	1999.63
	Κεφαλή	189.12	4578.18	2028.1	-462.17
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	1810.24	1542.27
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	2378.65	-735.92
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	1858.55	78.36
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	2205.89	-1473.59
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1639.32	-672.44
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	1874.12	-1645.81
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1138.15	-894.54
	Κεφαλή	-250	1914.72	691.53	-688.21

Πίνακας 3.400 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



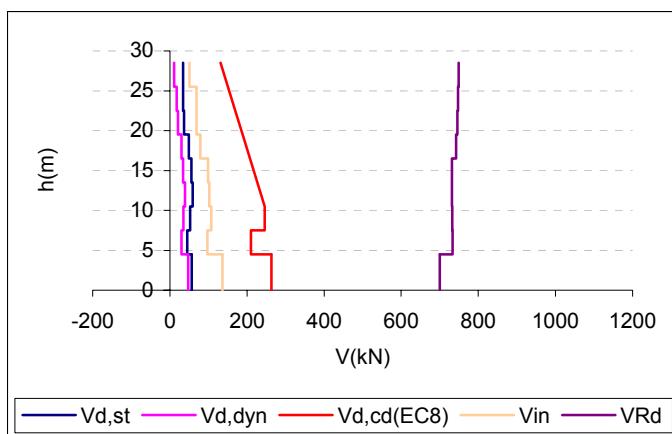
Σχήμα 3.342 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	136.66	700.1025
1ος	97.37	733.2078
2ος	107.19	732.6726
3ος	101.84	731.6092
4ος	98.56	731.7001
5ος	79.23	742.5492
6ος	69.23	746.0129
7ος	69.32	747.7886
8ος	50.56	749.037

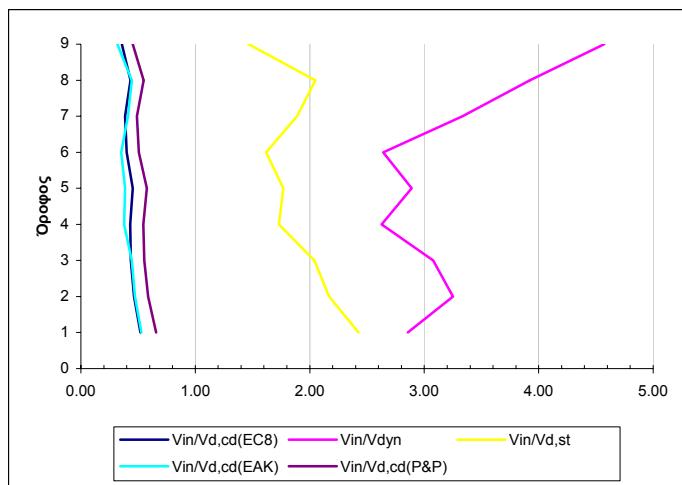
Πίνακας 3.401 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.343 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.42	2.86	0.52	0.53	0.66
1ος	2.17	3.25	0.46	0.47	0.59
2ος	2.04	3.08	0.44	0.44	0.55
3ος	1.73	2.63	0.43	0.38	0.55
4ος	1.77	2.89	0.45	0.38	0.57
5ος	1.62	2.64	0.40	0.35	0.51
6ος	1.89	3.33	0.39	0.41	0.49
7ος	2.05	3.92	0.43	0.45	0.55
8ος	1.46	4.57	0.36	0.32	0.45

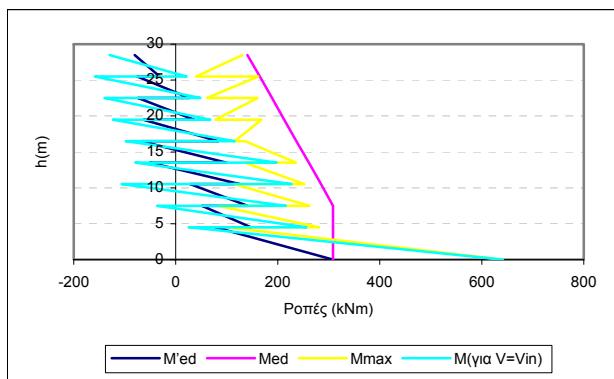
Πίνακας 3.402 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.344 Λόγοι των μεγιστών απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{\gamma_{ia} V=Vin}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	308.71	308.71	640.61	640.61
	Κεφαλή	77.95	308.71	101.11	25.62
2ος	Πόδας	147.51	308.71	280.6	255.66
	Κεφαλή	51.65	308.71	83.82	-36.41
3ος	Πόδας	140.94	308.71	262.36	215.88
	Κεφαλή	28.15	284.7	113.88	-105.68
4ος	Πόδας	125.49	284.7	251.83	226.8
	Κεφαλή	-51.02	260.68	135.67	-78.74
5ος	Πόδας	99.15	260.68	235.46	197.66
	Κεφαλή	-67.95	236.65	136.07	-97.57
6ος	Πόδας	83.31	236.65	115.08	115.08
	Κεφαλή	-63.63	212.62	167.89	-122.62
7ος	Πόδας	36.25	212.62	78.05	67.57
	Κεφαλή	-73.67	188.61	160.31	-140.11
8ος	Πόδας	26.27	188.61	61.39	48.01
	Κεφαλή	-75.32	164.58	161.85	-158.65
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	40.23	21.11
	Κεφαλή	-80.5	140.56	130.25	-129.7

Πίνακας 3.403 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχέδιασμον (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{\gamma_{ia} V=Vin}$).



Σχήμα 3.345 Ροτές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{yia\ V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

15) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 75

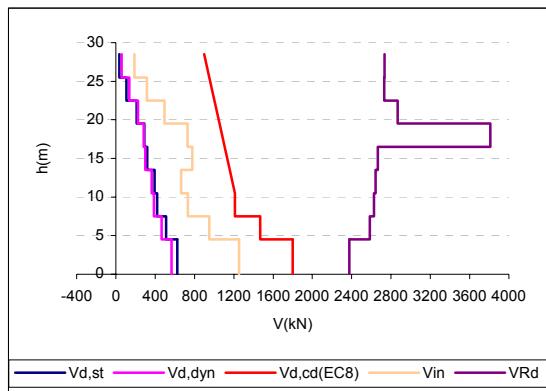
Στοιχεία ανάλυσης 75	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Σενάριο $M=7.8$
Στάθμη έντασης	1.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Α.)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Πίνακας 3. 404 Στοιχεία ανάλυσης 75.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1252.21	2376.11
1ος	949.81	2584.517
2ος	732.7	2626.165
3ος	663.59	2642.732
4ος	776.62	2665.134
5ος	729.11	3811.343
6ος	493.87	2866.338
7ος	314.75	2729.835
8ος	189.17	2733.671

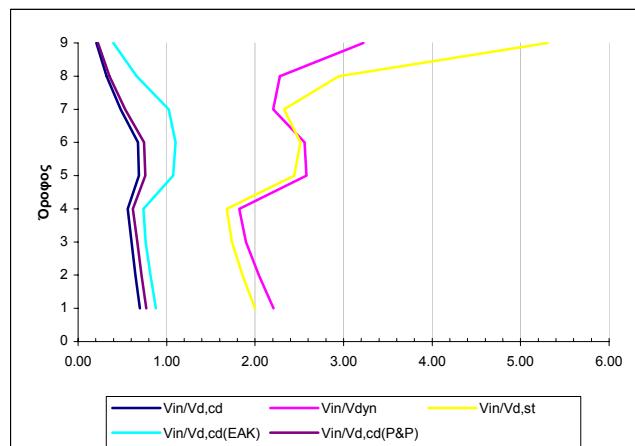
Πίνακας 3.405 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.346 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	2.00	2.21	0.70	0.88	0.77
1ος	1.86	2.04	0.65	0.82	0.72
2ος	1.74	1.90	0.61	0.76	0.67
3ος	1.68	1.82	0.56	0.74	0.62
4ος	2.44	2.58	0.69	1.07	0.76
5ος	2.51	2.56	0.67	1.10	0.74
6ος	2.33	2.21	0.48	1.02	0.53
7ος	2.95	2.28	0.32	0.66	0.36
8ος	5.30	3.22	0.20	0.40	0.23

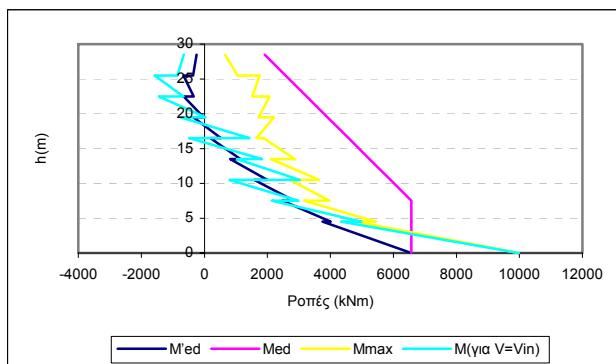
Πίνακας 3.406 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.



Σχήμα 3.347 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	9981.2	9981.2
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	4816.17	4346.26
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	5440.05	4983.36
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	3166.13	2142.85
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	3973.39	2987.57
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	2721.98	800
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	3648.1	3026.37
	Κεφαλή	817.25	5244.04	2106.62	1035.6
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	2876.66	1838.34
	Κεφαλή	189.12	4578.18	1878.54	-480.86
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	1651.44	1427.51
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	2214.91	-759.83
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	1725.44	33.6
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	2065.33	-1448.02
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1519.34	-668.31
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	1752.21	-1585.75
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1047.5	-854.3
	Κεφαλή	-250	1914.72	656.87	-654.94

Πίνακας 3.407 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



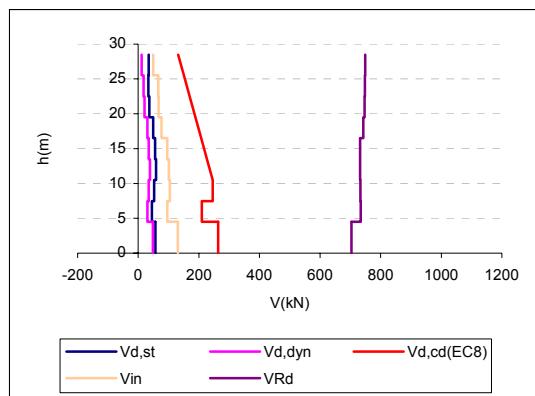
Σχήμα 3.348 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	130.16	703.5676
1ος	95.27	734.5412
2ος	103.79	732.9802
3ος	100.49	731.9009
4ος	95.29	731.874
5ος	76.46	743.0515
6ος	66.89	746.5402
7ος	66.06	748.1314
8ος	48.78	749.3088

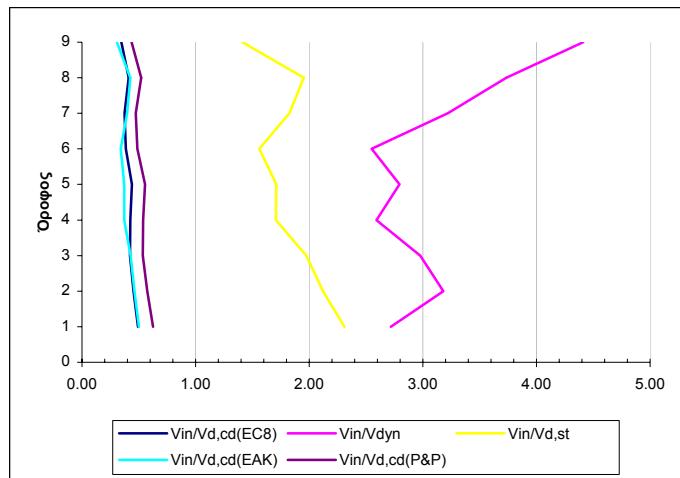
Πίνακας 3.408 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.349 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.31	2.72	0.49	0.50	0.63
1ος	2.12	3.18	0.45	0.46	0.57
2ος	1.97	2.98	0.42	0.43	0.54
3ος	1.71	2.59	0.43	0.37	0.54
4ος	1.71	2.80	0.44	0.37	0.56
5ος	1.56	2.55	0.39	0.34	0.49
6ος	1.83	3.22	0.37	0.40	0.47
7ος	1.95	3.74	0.41	0.42	0.52
8ος	1.41	4.41	0.35	0.31	0.44

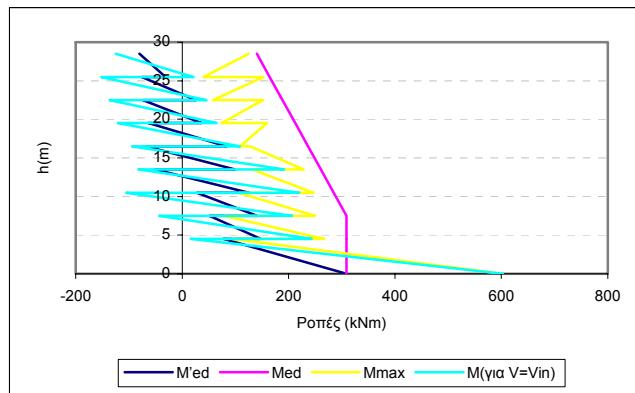
Πίνακας 3.409 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.350 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{\gamma_{ta} V=Vin}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	308.71	308.71	602.47	602.47
	Κεφαλή	77.95	308.71	94.1	16.73
2ος	Πόδας	147.51	308.71	266.45	242.9
	Κεφαλή	51.65	308.71	78.83	-42.91
3ος	Πόδας	140.94	308.71	249.8	206.58
	Κεφαλή	28.15	284.7	106.95	-104.79
4ος	Πόδας	125.49	284.7	246.96	219.56
	Κεφαλή	-51.02	260.68	131.11	-81.92
5ος	Πόδας	99.15	260.68	228.34	191.61
	Κεφαλή	-67.95	236.65	128.02	-94.13
6ος	Πόδας	83.31	236.65	108.68	108.68
	Κεφαλή	-63.63	212.62	159.62	-120.7
7ος	Πόδας	36.25	212.62	74.3	64.49
	Κεφαλή	-73.67	188.61	151.83	-136.12
8ος	Πόδας	26.27	188.61	57.91	45.21
	Κεφαλή	-75.32	164.58	152.4	-152.17
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	39.67	21.05
	Κεφαλή	-80.5	140.56	125.08	-124.75

Πίνακας 3.410 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{\gamma_{ta} V=Vin}$).



Σχήμα 3.351 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

16) Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των αναλύσεων για την σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Α. του φορέα Dual 2.

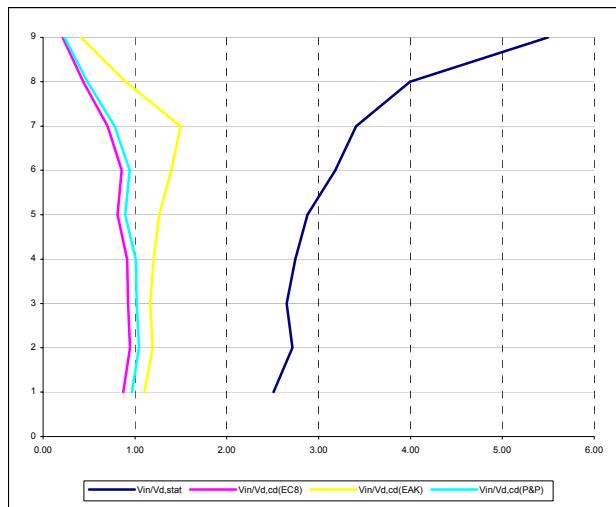
α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

-Για δυσκαμψία EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$
Ισόγειο	1571.422	0.007	0.87	2.51	1.10	0.96
1ος	1387.04	0.009	0.95	2.71	1.19	1.04
2ος	1117.6	0.004	0.92	2.65	1.16	1.02
3ος	1082.73	0.003	0.91	2.74	1.20	1.01
4ος	915.742	0.003	0.81	2.88	1.26	0.89
5ος	922.738	0.003	0.85	3.18	1.40	0.94
6ος	723.358	0.004	0.70	3.41	1.50	0.78
7ος	426.564	0.004	0.44	3.99	0.90	0.48
8ος	196.088	0.002	0.21	5.50	0.41	0.23

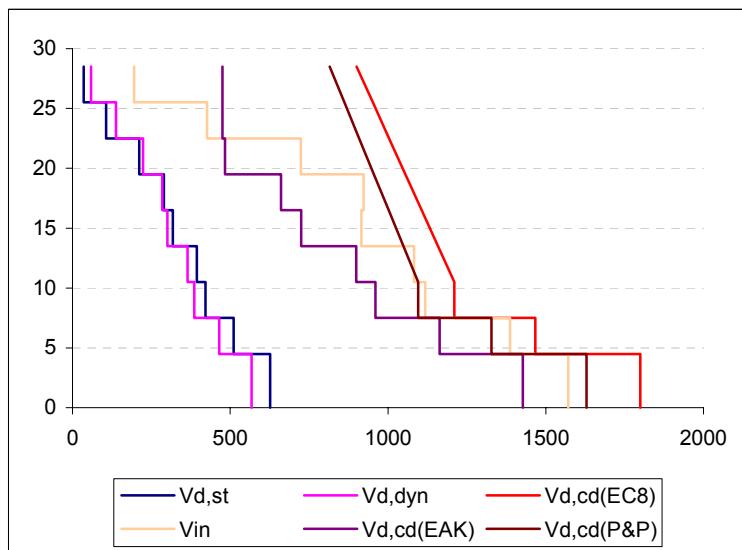
Πίνακας 3.411 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$.

Οι μέσοι όροι των λόγων των τεμνοντών του προηγούμενου πίνακα έχουν σχεδιασθεί στο ακόλουθο σχήμα:



Σχήμα 3.352 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,stat}$, $V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$.

Αντίστοιχα οι μέσοι όροι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα από κοινού με τις τέμνουσες της ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης, τις τέμνουσες της δυναμικής φασματικής ανάλυσης καθώς και τις ικανοτικές τέμνουσες προσδιορισμένες είτε με βάση τους κανονισμούς EC8 και EAK είτε με βάση το μοντέλο των Paulay και Priestley.

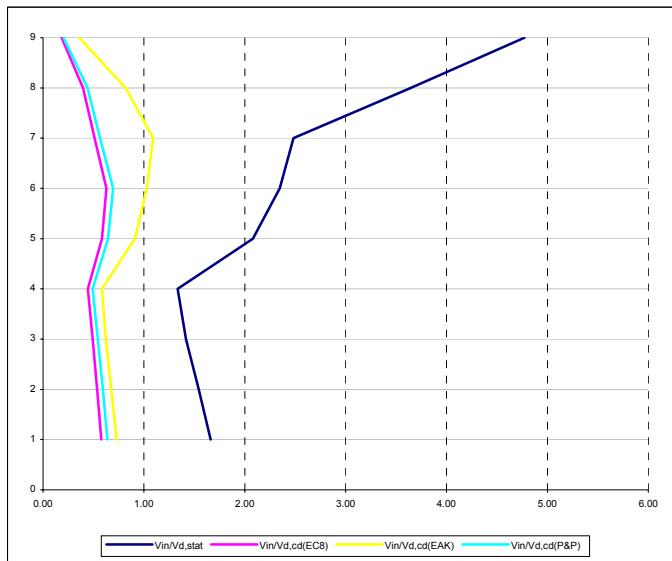


Σχήμα 3.353 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd(EC8)}$ & $V_{d,cd}(EAK)$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(P&P)$), και των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλόσεις για τη δομική στοιχεία που προβλέπει για τα δομικά στοιχεία ο EC8.

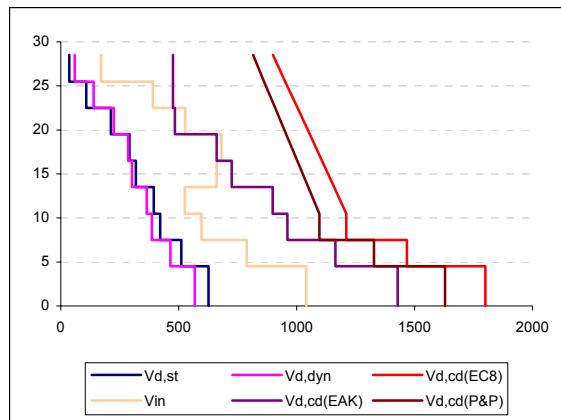
- Για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$
Iσόγειο	1040.396	0.037	0.58	1.66	0.73	0.64
1ος	788.056	0.040	0.54	1.54	0.68	0.59
2ος	596.498	0.044	0.49	1.41	0.62	0.54
3ος	526.12	0.036	0.44	1.33	0.59	0.49
4ος	660.814	0.046	0.58	2.08	0.91	0.64
5ος	680.618	0.048	0.63	2.35	1.03	0.70
6ος	527.042	0.029	0.51	2.48	1.09	0.57
7ος	389.312	0.013	0.40	3.64	0.82	0.44
8ος	170.18	0.003	0.18	4.77	0.36	0.20

Πίνακας 3.412 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$.



Σχήμα 3.354 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$.

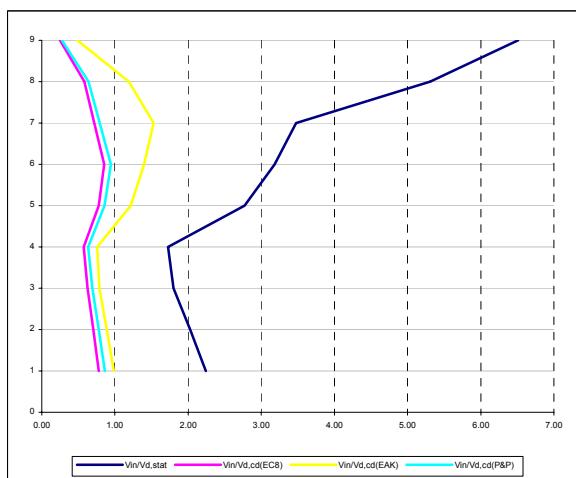


Σχήμα 3.355 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(EC8)$ & $V_{d,cd}(EAK)$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(P&P)$), και των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλόσεις για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

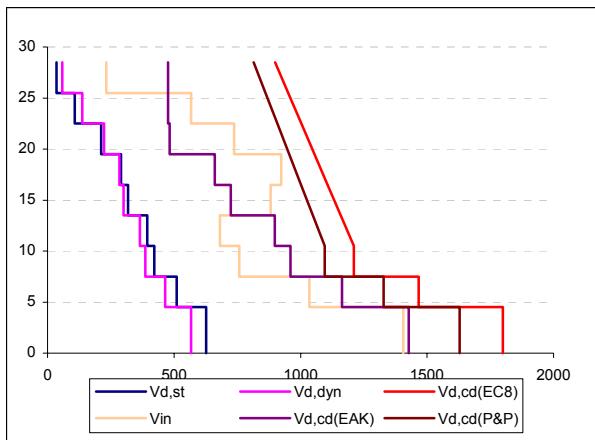
- Για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	1405.808	0.027	0.78	2.24	0.98	0.86
1ος	1034.964	0.014	0.71	2.03	0.89	0.78
2ος	758.088	0.008	0.63	1.80	0.79	0.69
3ος	680.698	0.003	0.57	1.73	0.76	0.63
4ος	881.462	0.017	0.78	2.77	1.22	0.86
5ος	923.794	0.041	0.85	3.18	1.40	0.94
6ος	737.614	0.055	0.72	3.48	1.53	0.79
7ος	567.072	0.052	0.58	5.31	1.19	0.64
8ος	232.088	0.004	0.25	6.51	0.49	0.28

Πίνακας 3.413 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$.



Σχήμα 3.356 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$.



Σχήμα 3.357 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(EC8)$ & $V_{d,cd}(EAK)$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(P&P)$), και των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για δυσκαμψία $EI_{eff}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιπαχυνογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ίδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{eff}=M_y/\phi_y$.

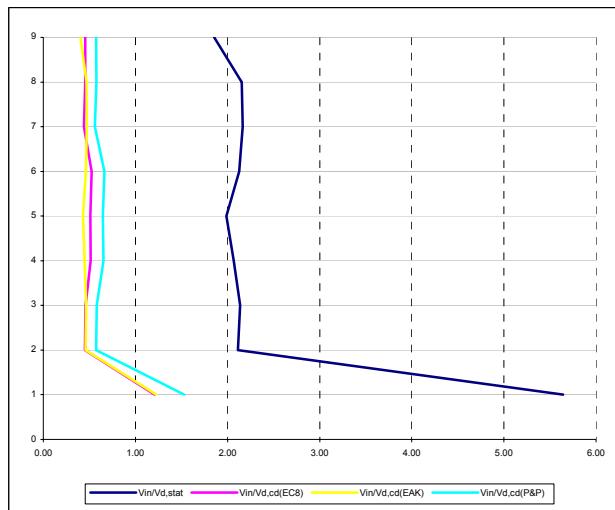
β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

- Για δυσκαμψία EC8 ($EI_{eff}=0.5EI_g$)

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Iσόγειο	318.084	0.0256	1.21	5.64	1.23	1.53
1ος	94.888	0.0017	0.45	2.11	0.46	0.57
2ος	112.344	0.0005	0.46	2.14	0.46	0.58
3ος	121.718	0.0009	0.52	2.07	0.45	0.65
4ος	110.73	0.0009	0.51	1.99	0.43	0.65
5ος	104.074	0.0012	0.53	2.12	0.46	0.66
6ος	79.358	0.0007	0.44	2.17	0.47	0.56
7ος	72.968	0.0007	0.46	2.15	0.47	0.58
8ος	64.088	0.0008	0.45	1.86	0.40	0.57

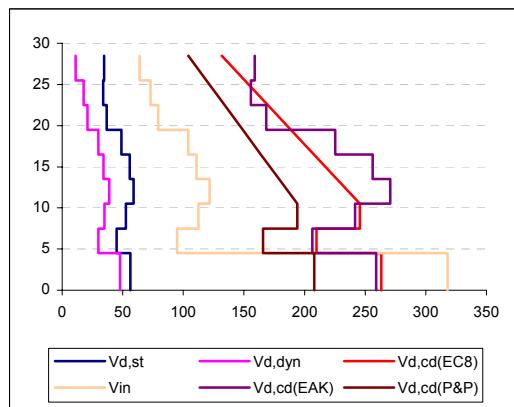
Πίνακας 3.414 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$.

Οι μέσοι όροι των λόγων των τεμνουσών του προηγούμενου πίνακα έχουν σχεδιασθεί στο ακόλουθο σχήμα:



Σχήμα 3.358 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,stat}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$.

Αντίστοιχα οι μέσοι όροι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα από κοινού με τις τέμνουσες της ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης, τις τέμνουσες της δυναμικής φασματικής ανάλυσης καθώς και τις ικανοτικές τέμνουσες προσδιορισμένες είτε με βάση τους κανονισμούς EC8 και EAK είτε με βάση το μοντέλο των Paulay και Priestley.

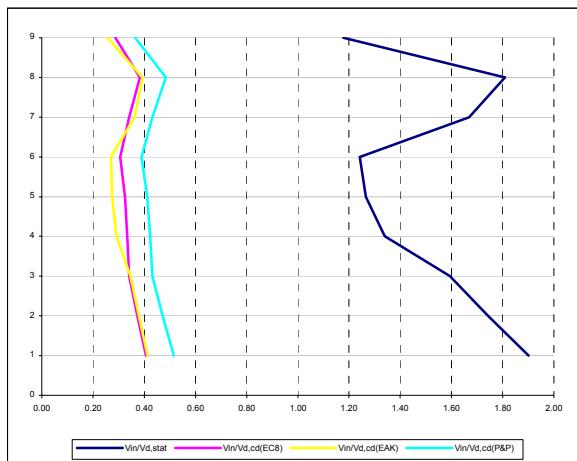


Σχήμα 3.359 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,stat}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(EC8)$ & $V_{d,cd}(EAK)$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(P&P)$), και των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλόσεις για τη δυσκαμψία που προβλέπει για τα δομικά στοιχεία ο EC8.

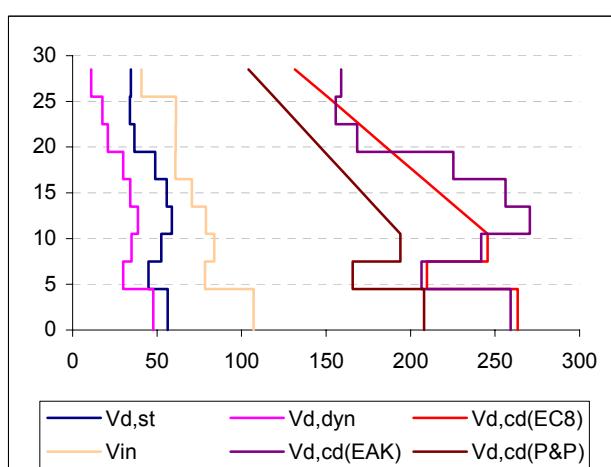
- Για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$
Ισόγειο	107.124	0.017	0.41	1.90	0.41	0.51
1ος	78.226	0.013	0.37	1.74	0.38	0.47
2ος	83.778	0.012	0.34	1.59	0.35	0.43
3ος	78.84	0.010	0.33	1.34	0.29	0.42
4ος	70.492	0.013	0.32	1.27	0.28	0.41
5ος	60.834	0.007	0.31	1.24	0.27	0.39
6ος	61.134	0.007	0.34	1.67	0.36	0.43
7ος	61.228	0.009	0.38	1.81	0.39	0.48
8ος	40.706	0.004	0.29	1.18	0.26	0.36

Πίνακας 3.415 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$.



Σχήμα 3.360 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$, V_{in} .

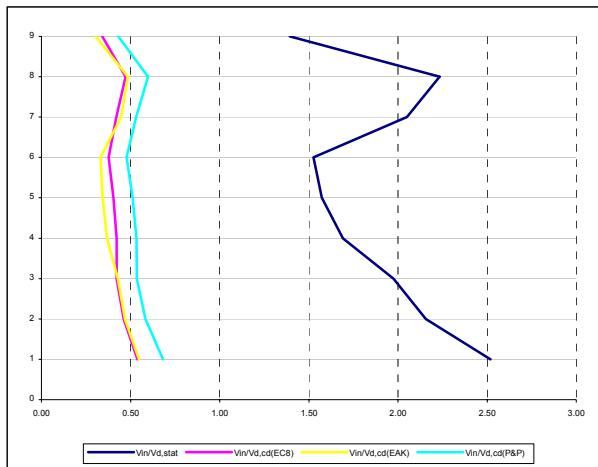


Σχήμα 3.361 Σχεδιασμός των τεμνονσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(\text{EC8})$ & $V_{d,cd}(\text{EAK})$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(\text{P&P})$), και των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλόσεις για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

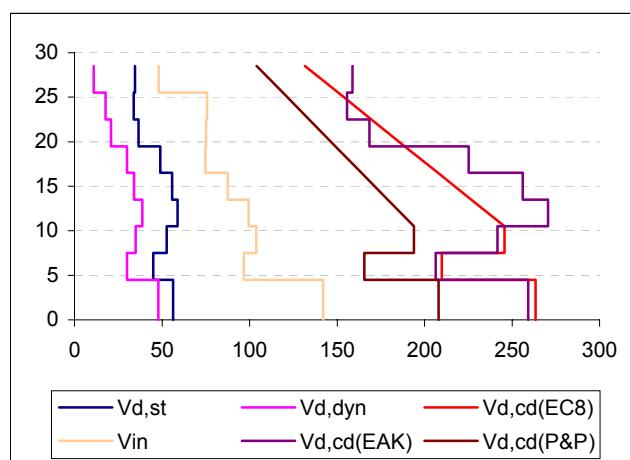
- Για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$
Ισόγειο	141.986	0.012	0.54	2.52	0.55	0.68
1ος	96.776	0.002	0.46	2.16	0.47	0.58
2ος	103.838	0.001	0.42	1.98	0.43	0.54
3ος	99.518	0.000	0.42	1.69	0.37	0.53
4ος	87.632	0.001	0.40	1.57	0.34	0.51
5ος	74.724	0.001	0.38	1.53	0.33	0.48
6ος	75.174	0.006	0.42	2.05	0.45	0.53
7ος	75.602	0.009	0.47	2.23	0.49	0.60
8ος	48.138	0.001	0.34	1.39	0.30	0.43

Πίνακας 3.416 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$, V_{in} καθός και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$.



Σχήμα 3.362 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$.



Σχήμα 3.363 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(\text{EC8})$ & $V_{d,cd}(\text{EAK})$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(\text{P&P})$), και των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

3.5.2.3 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Κ (2.0A_d)

1) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 76

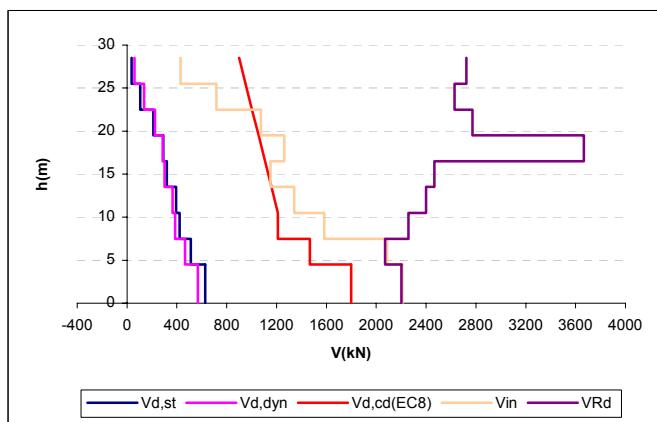
Στοιχεία ανάλυσης 76	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Αθηνών
Στάθμη έντασης	2.0 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3. 417 Στοιχεία ανάλυσης 76.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

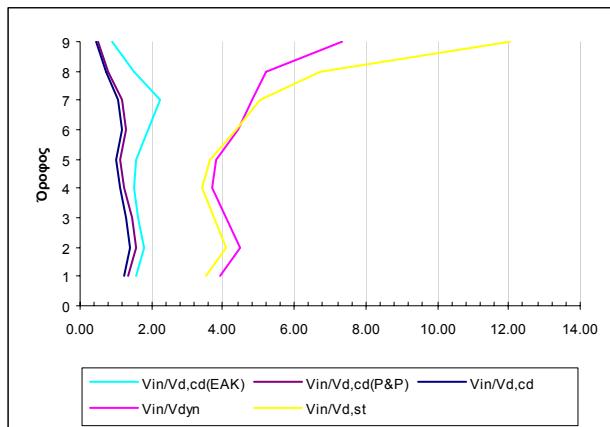
Όροφος	V _{in} [kN]	V _{Rd} [kN]
Ισόγειο	2210.82	2202.012
1 ^{ος}	2085.24	2070.539
2 ^{ος}	1582.67	2259.343
3 ^{ος}	1341.43	2400.984
4 ^{ος}	1151	2466.781
5 ^{ος}	1261.99	3666.444
6 ^{ος}	1074.43	2771.292
7 ^{ος}	717.54	2629.315
8 ^{ος}	429.51	2723.589

Πίνακας 3.418 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοίχωματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.

Σχήμα 3.364 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	3.53	3.90	1.23	1.55	1.36
1ος	4.08	4.48	1.42	1.79	1.57
2ος	3.75	4.10	1.31	1.65	1.44
3ος	3.40	3.68	1.13	1.49	1.25
4ος	3.62	3.82	1.02	1.59	1.12
5ος	4.35	4.43	1.17	1.91	1.29
6ος	5.06	4.80	1.04	2.22	1.15
7ος	6.72	5.20	0.73	1.51	0.81
8ος	12.04	7.32	0.46	0.90	0.51

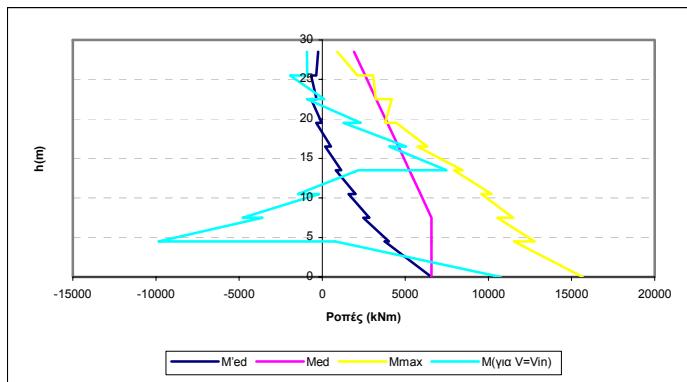
Πίνακας 3.419 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.365 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	15674.13	10719.93
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	11540.26	771.25
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	12761.37	-9840.82
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	10540.92	-3585.1
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	11485.05	-4776.6
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	9570.93	-179.43
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	10183.71	-1446.75
	Κεφαλή	817.25	5244.04	7909.67	2176.22
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	8440.68	7478.61
	Κεφαλή	189.12	4578.18	5729.48	4025.62
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	6317.04	5054.53
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	4459.33	1268.58
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	3771.27	2311.53
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	4174.89	-910.99
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	3220.83	123.01
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	3061.05	-1931.91
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	2130.98	-886.59
	Κεφαλή	-250	1914.72	920.07	-917.73

Πίνακας 3.420 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



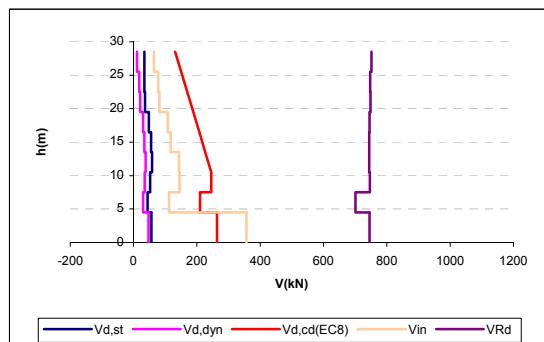
Σχήμα 3.366 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{\text{via } V=V_{in}}$).

Πλαστικές αρθρώσεις σχηματίσθηκαν στις βάσεις του ισογείου και του 1^ο ορόφου του τοιχώματος ενώ εκδηλώθηκε και αστοχία από διαγώνιο ελκυσμό στα στοιχεία του τοιχώματος των ιδίων ορόφων.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	356.13	745.1977
1 ^ο s	111.75	700.627
2 ^ο s	145.7	746.7965
3 ^ο s	143.47	744.139
4 ^ο s	117.47	744.4233
5 ^ο s	108.45	745.8735
6 ^ο s	81.46	748.7132
7 ^ο s	77.47	747.7799
8 ^ο s	64.33	751.5187

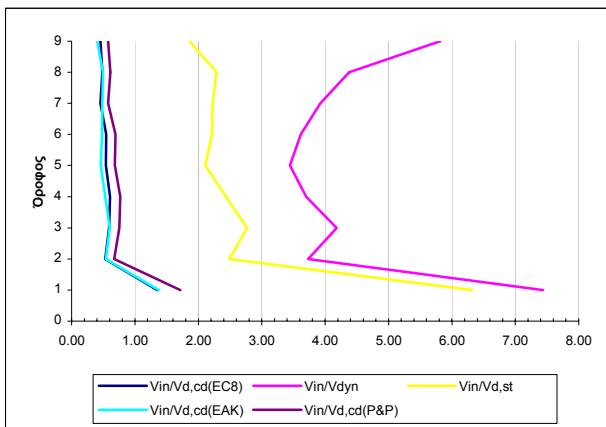
Πίνακας 3.421 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.367 Σχεδιασμός των τεμνονσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	6.32	7.44	1.35	1.37	1.71
1ος	2.49	3.73	0.53	0.54	0.67
2ος	2.77	4.18	0.59	0.60	0.75
3ος	2.44	3.70	0.61	0.53	0.77
4ος	2.11	3.45	0.54	0.46	0.68
5ος	2.21	3.62	0.55	0.48	0.69
6ος	2.22	3.92	0.45	0.48	0.58
7ος	2.29	4.38	0.48	0.50	0.61
8ος	1.86	5.82	0.46	0.41	0.58

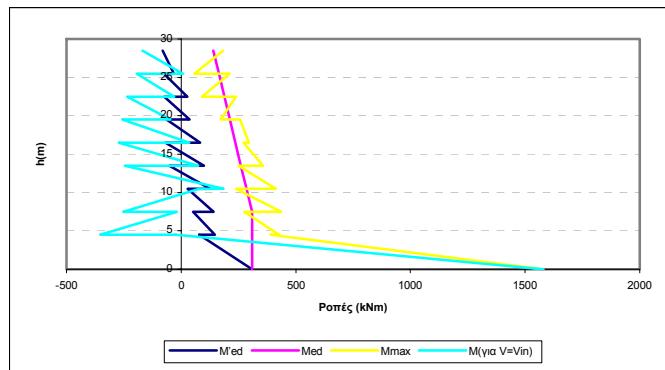
Πίνακας 3.422 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.368 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	1579.66	1579.63
	Κεφαλή	77.95	308.71	389.99	-22.97
2ος	Πόδας	147.51	308.71	426.72	-353.9
	Κεφαλή	51.65	308.71	275.78	-18.65
3ος	Πόδας	140.94	308.71	435.59	-252.59
	Κεφαλή	28.15	284.7	239.37	78.55
4ος	Πόδας	125.49	284.7	411.92	184.79
	Κεφαλή	-51.02	260.68	251	-245.62
5ος	Πόδας	99.15	260.68	355.95	74.21
	Κεφαλή	-67.95	236.65	272.58	-272.58
6ος	Πόδας	83.31	236.65	294.59	34.94
	Κεφαλή	-63.63	212.62	257.99	-257.4
7ος	Πόδας	36.25	212.62	171.47	-47.43
	Κεφαλή	-73.67	188.61	239.42	-235.23
8ος	Πόδας	26.27	188.61	90.81	-30.23
	Κεφαλή	-75.32	164.58	210.66	-194.35
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	57.02	7.67
	Κεφαλή	-80.5	140.56	183.76	-169.09

Πίνακας 3.423 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).

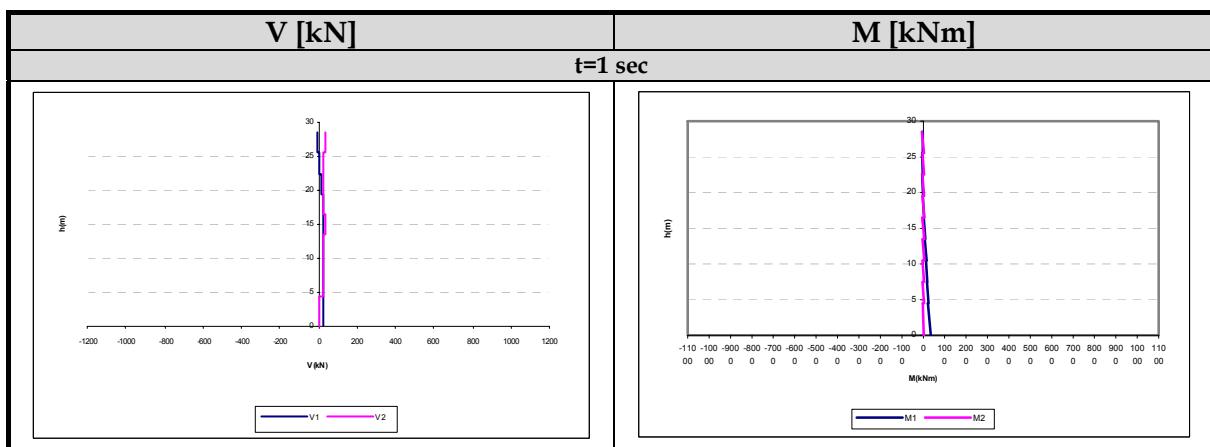


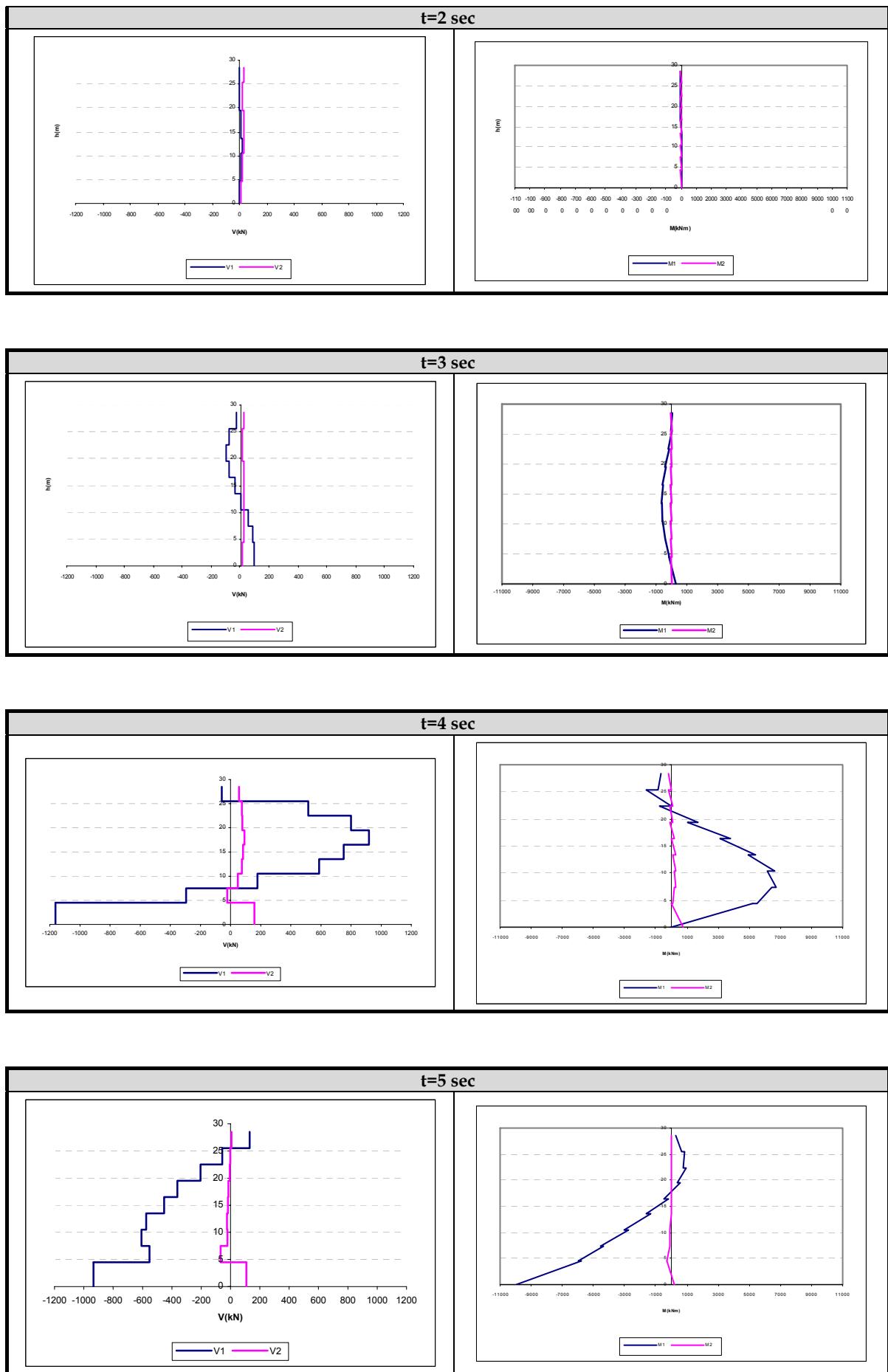
Σχήμα 3.369 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=Vin}$).

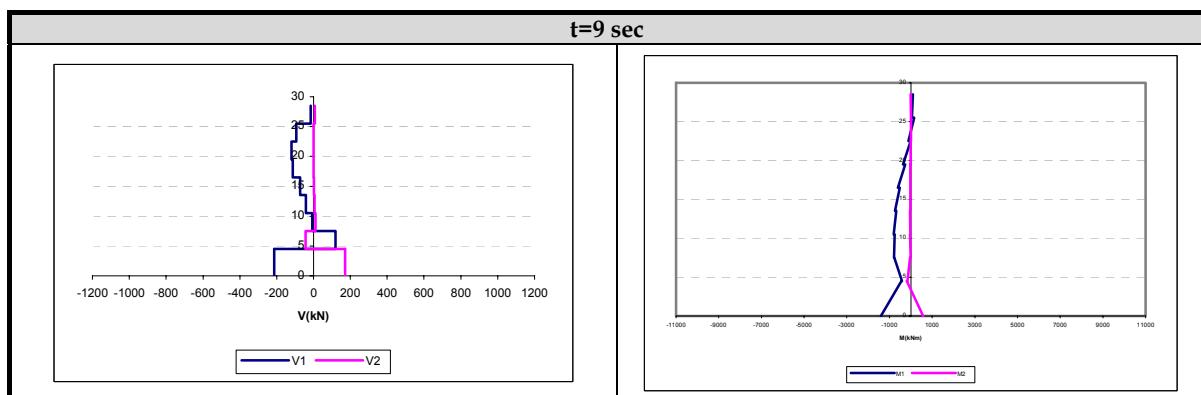
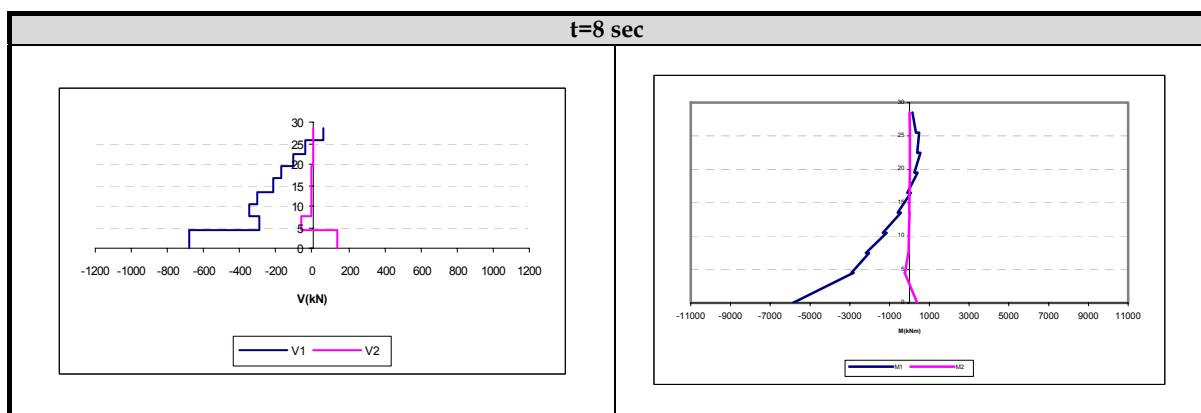
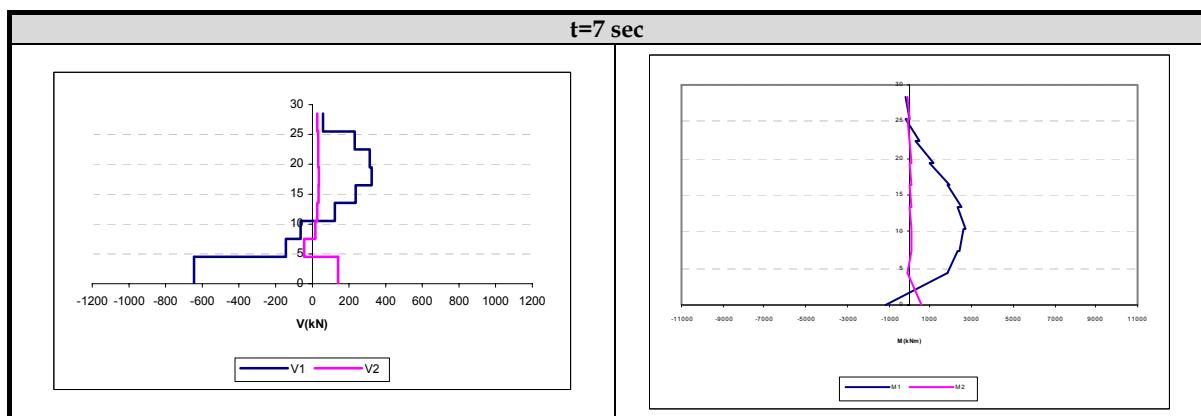
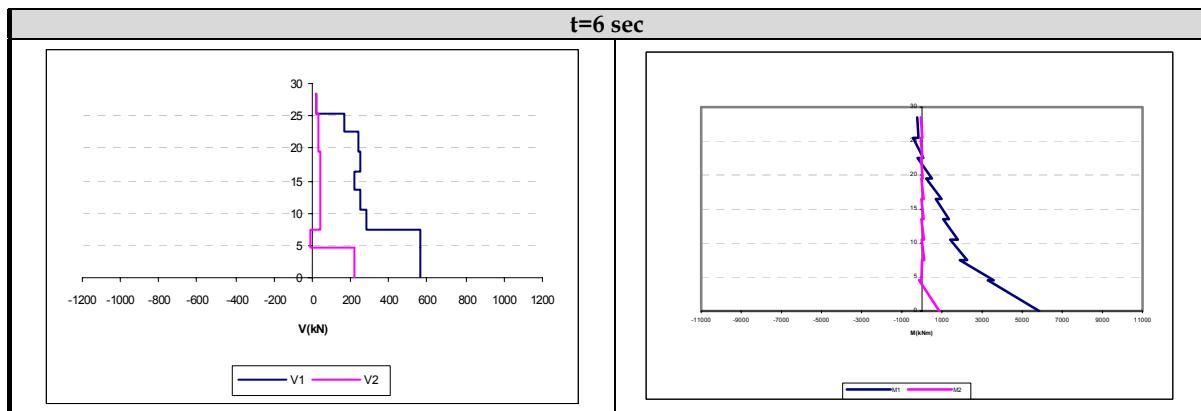
Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του ισογείου ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

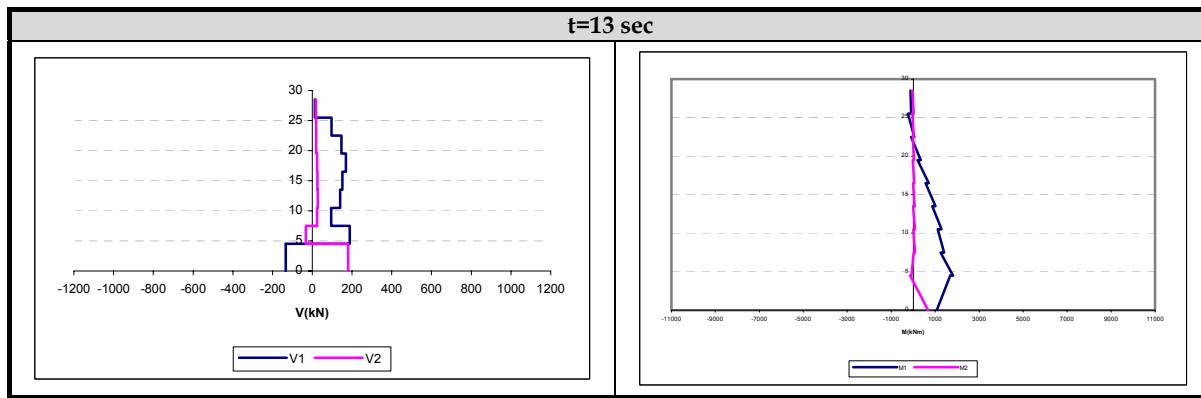
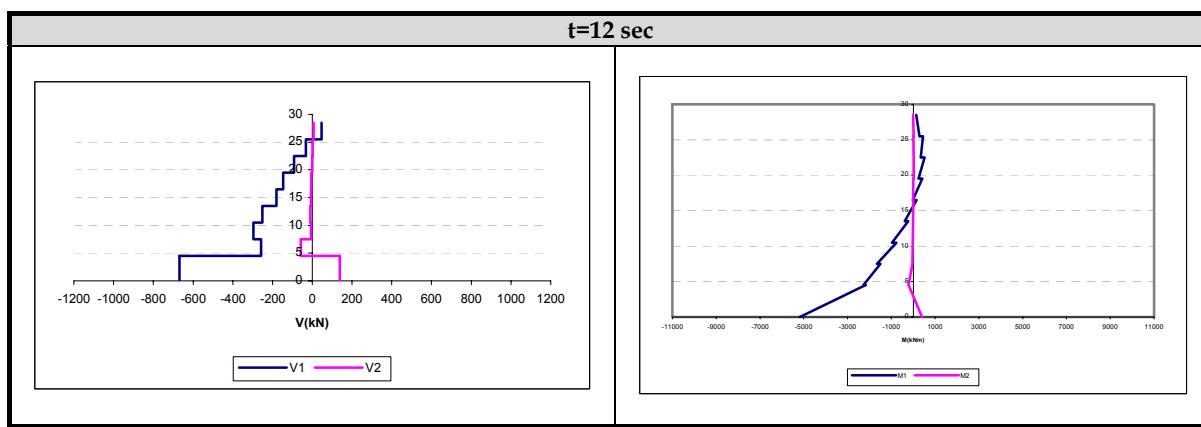
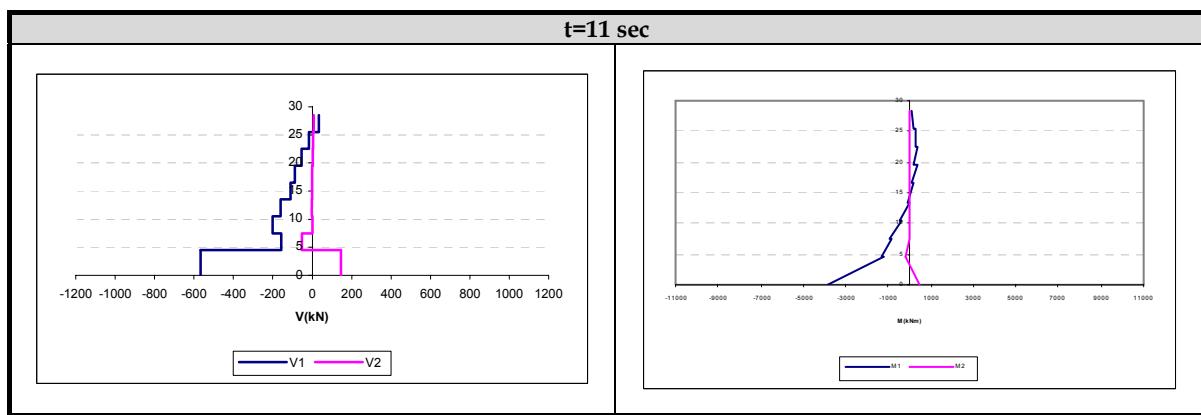
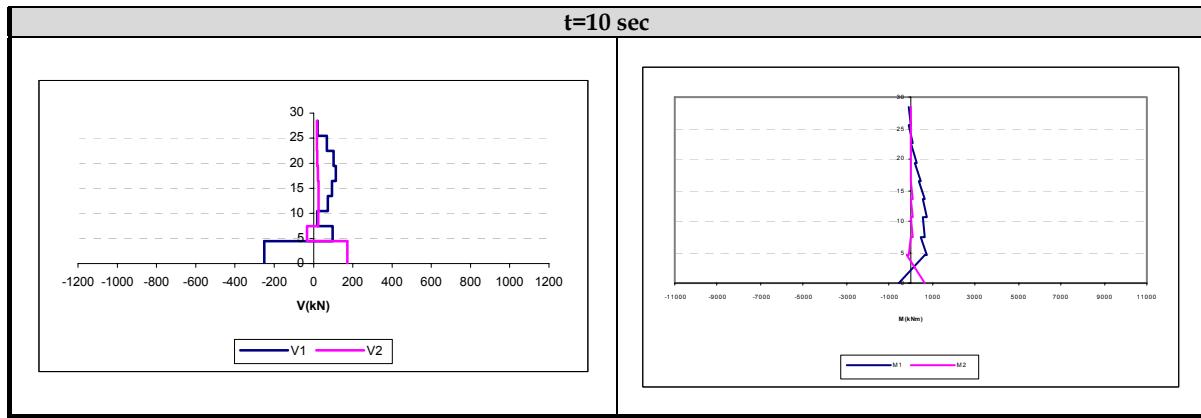
Ειδικά για αυτήν την περίπτωση ανάλυσης θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια τα διαγράμματα τεμνουσών και ροπών των δύο τοιχωμάτων του φορέα αυτού, όπως μεταβάλλονται με το χρόνο για καθένα από τα πρώτα 15 δευτερόλεπτα της σεισμικής διέγερσης των Αθηνών για Στάθμη έντασης που αντιστοιχεί σε έναν ισχυρό καταστροφικό σεισμό.

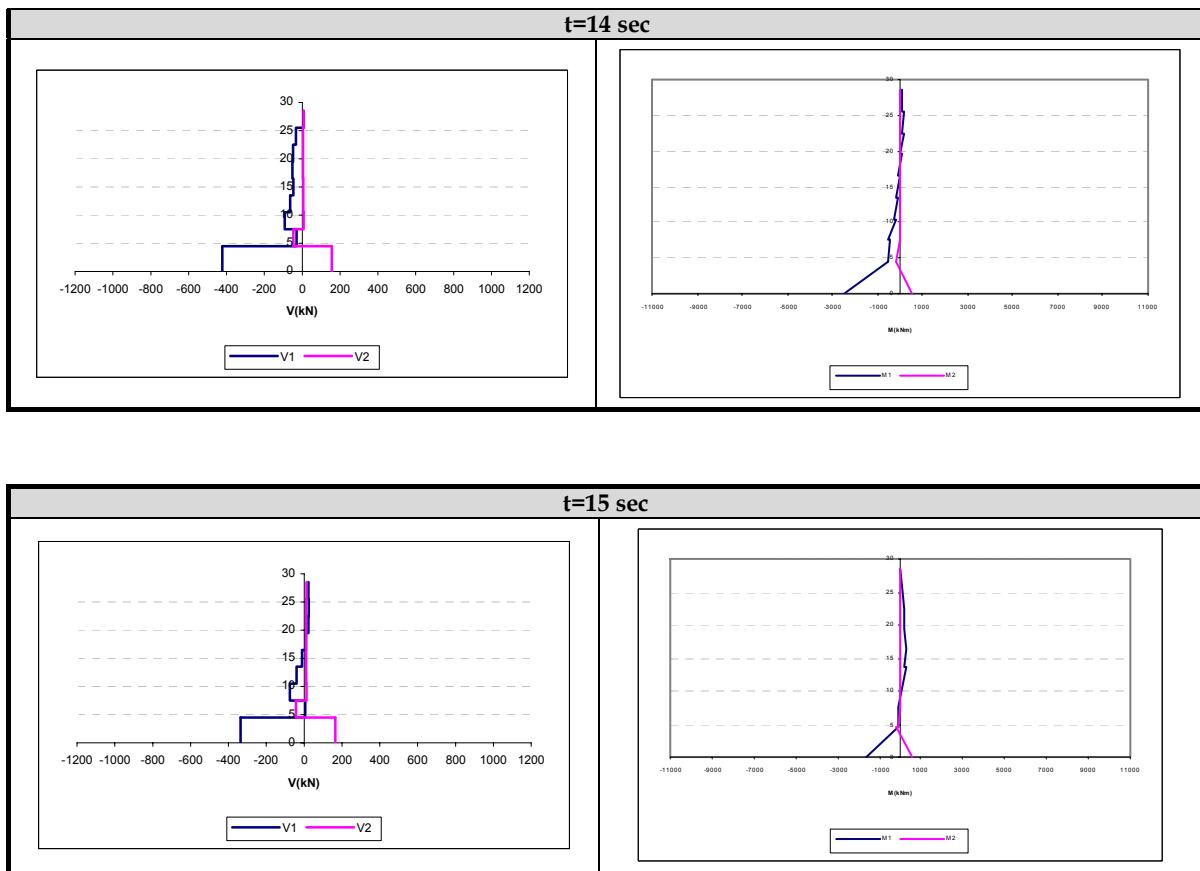
Τα εντατικά μεγέθη που χαρακτηρίζονται από τον δείκτη 1 (M_1 και V_1) αντιστοιχούν στο κεντρικό τοίχωμα πλάτους 6m, ενώ αυτά που χαρακτηρίζονται από τον δείκτη 2 (M_2 και V_2) στο γωνιακό τοίχωμα πλάτους 2m.











Πίνακας 3.424 Σχηματική παρουσίαση της χρονικής μεταβολής των τεμνονοσών και των ροπών κάμψεως των τοιχωμάτων για καθένα από τα 15 πρώτα δευτερόλεπτα της σεισμικής διέγερσης των Αθηνών και για Στάθμη έντασης που αντιστοιχεί σε έναν ισχυρό καταστροφικό σεισμό ($2.0 A_d$).

Τονίζουμε στη θέση αυτή πως η κλίμακα των διαγραμμάτων είναι η ίδια ώστε να γίνεται η αντιληπτή η σχέση των μεγεθών ανά δευτερόλεπτο σεισμικής διέγερσης.

2) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 77

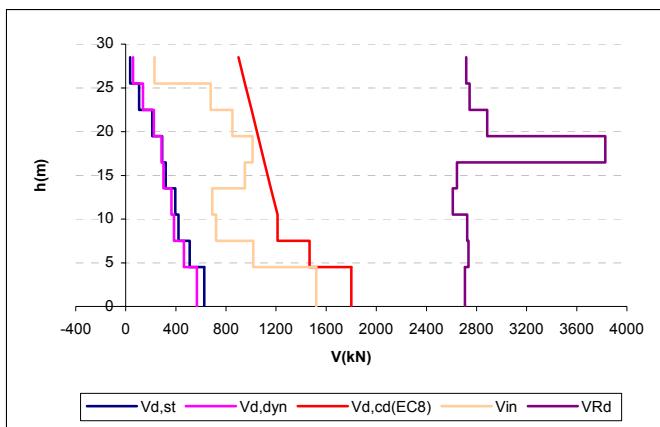
Στοιχεία ανάλυσης 77	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Αθηνών
Στάθμη έντασης	$2.0 A_d$ (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$E_{\text{ref}} = M_y / \phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.425 Στοιχεία ανάλυσης 77.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	1521.64	2708.991
1ος	1017.65	2736.354
2ος	720.72	2725.87
3ος	690.75	2611.531
4ος	951	2643.135
5ος	1011	3828.095
6ος	849.99	2885.234
7ος	676.09	2742.759
8ος	228.99	2719.596

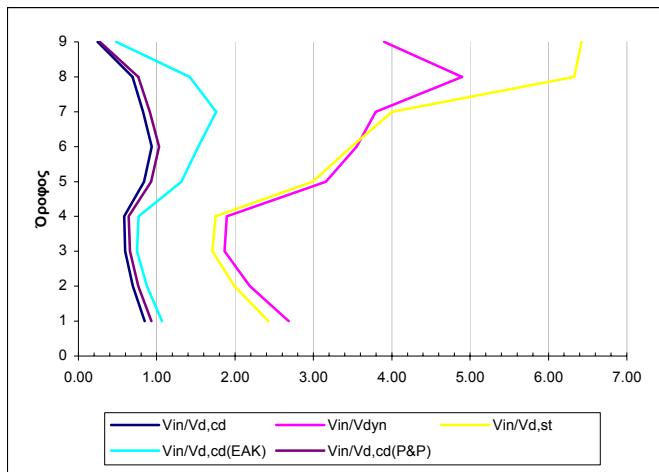
Πίνακας 3.426 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.370 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.43	2.68	0.85	1.07	0.93
1ος	1.99	2.19	0.69	0.87	0.77
2ος	1.71	1.87	0.60	0.75	0.66
3ος	1.75	1.89	0.58	0.77	0.64
4ος	2.99	3.16	0.84	1.31	0.93
5ος	3.48	3.55	0.94	1.53	1.03
6ος	4.01	3.80	0.83	1.76	0.91
7ος	6.33	4.90	0.69	1.42	0.76
8ος	6.42	3.90	0.25	0.48	0.27

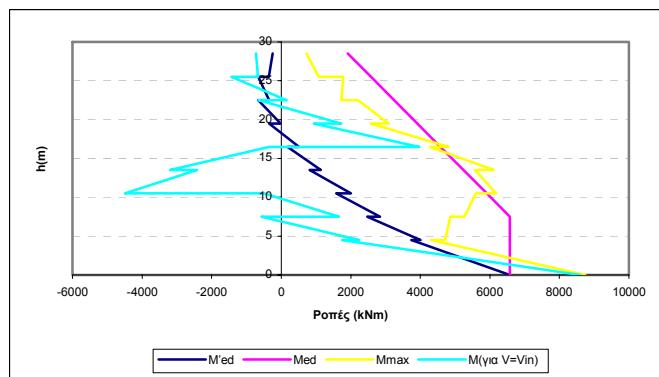
Πίνακας 3.427 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.371 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & ($V_{d,cd}(P&P)$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	8741.02	8601.41
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	4314.33	1754.03
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	4712.35	2240.06
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	4858.95	-570.46
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	5262.9	1667.5
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	5594.3	-494.65
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	6173.21	-4492.17
	Κεφαλή	817.25	5244.04	5573.5	-2419.93
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	6111.29	-3197.78
	Κεφαλή	189.12	4578.18	4273.41	-352.31
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	4813.58	3967.52
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	2570.46	934.52
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	3090.39	1731.93
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	2204.66	-655.28
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1725.83	154.12
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	1785.05	-1437.03
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1078.76	-669.31
	Κεφαλή	-250	1914.72	725.91	-724.6

Πίνακας 3.428 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



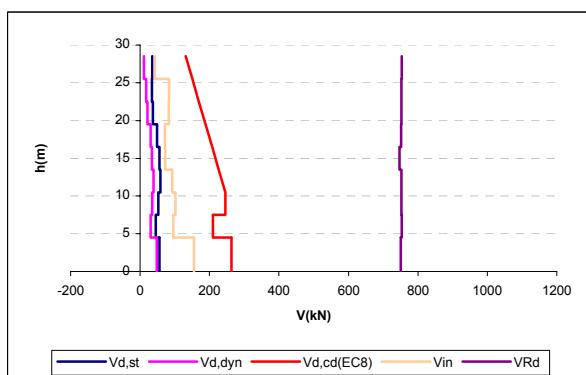
Σχήμα 3.372 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλογης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλογη (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{\text{gia } V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	155.37	750.5797
1ος	95.75	753.3438
2ος	101.71	752.2929
3ος	93.24	751.9355
4ος	72.77	747.1253
5ος	71.43	751.8947
6ος	83.19	752.17
7ος	83.59	752.3852
8ος	42.18	753.2143

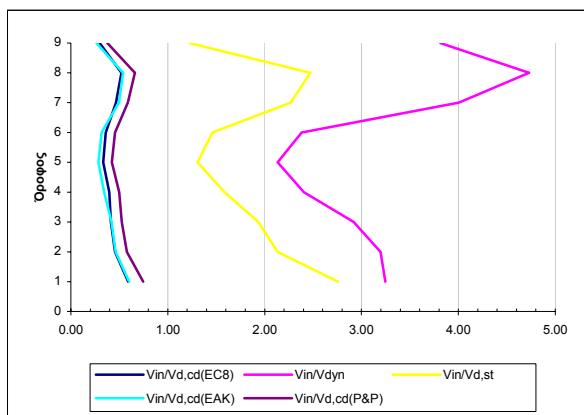
Πίνακας 3.429 Μέγιστες απόλυτες τιμές τέμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.373 Σχεδιασμός των τέμνονσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τέμνονσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τέμνονσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.76	3.25	0.59	0.60	0.75
1ος	2.13	3.20	0.46	0.46	0.58
2ος	1.94	2.92	0.41	0.42	0.52
3ος	1.58	2.41	0.39	0.34	0.50
4ος	1.31	2.13	0.34	0.28	0.42
5ος	1.46	2.38	0.36	0.32	0.46
6ος	2.27	4.01	0.46	0.49	0.59
7ος	2.47	4.73	0.52	0.54	0.66
8ος	1.22	3.81	0.30	0.27	0.38

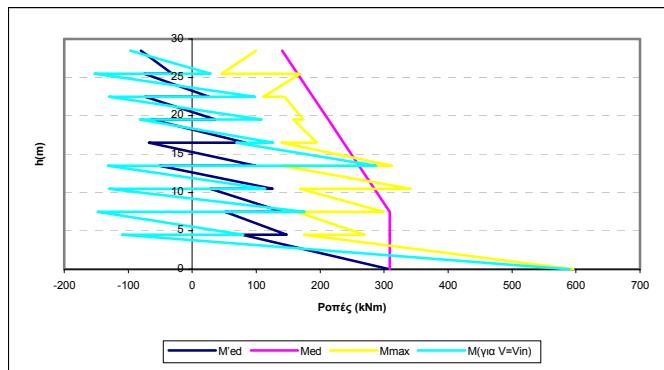
Πίνακας 3.430 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.374 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	596	589.75
	Κεφαλή	77.95	308.71	175.02	-109.4
2ος	Πόδας	147.51	308.71	269.51	80.1
	Κεφαλή	51.65	308.71	163.68	-148.07
3ος	Πόδας	140.94	308.71	299.9	175.49
	Κεφαλή	28.15	284.7	168.6	-129.64
4ος	Πόδας	125.49	284.7	341.35	113.89
	Κεφαλή	-51.02	260.68	140.19	-131.93
5ος	Πόδας	99.15	260.68	312.25	287.41
	Κεφαλή	-67.95	236.65	139.62	69.12
6ος	Πόδας	83.31	236.65	194.69	126.55
	Κεφαλή	-63.63	212.62	158.05	-81.64
7ος	Πόδας	36.25	212.62	173.55	108.15
	Κεφαλή	-73.67	188.61	144.09	-129.86
8ος	Πόδας	26.27	188.61	110.87	97.92
	Κεφαλή	-75.32	164.58	168.69	-152.85
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	45.7	28.94
	Κεφαλή	-80.5	140.56	99.67	-96.9

Πίνακας 3.431 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.375 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\gammaia V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εμφανίσθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

3) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 78

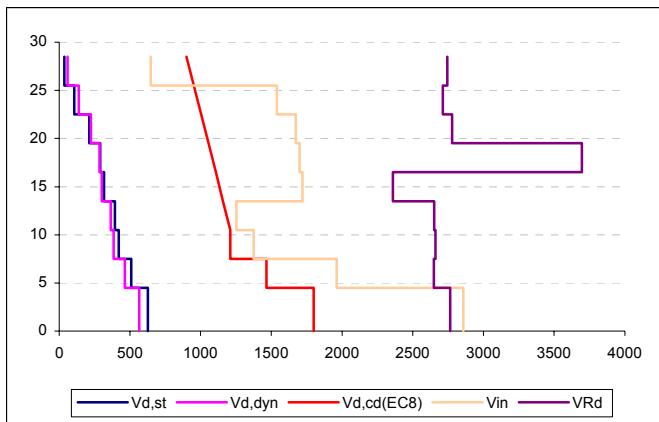
Στοιχεία ανάλυσης 78	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Αθηνών
Στάθμη έντασης	2.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Πίνακας 3. 432 Στοιχεία ανάλυσης 78.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	2856.7	2765.173
1ος	1963.56	2648.806
2ος	1374.88	2659.857
3ος	1253.65	2650.983
4ος	1720.66	2359.654
5ος	1698.81	3697.084
6ος	1672.65	2778.488
7ος	1538.57	2713.049
8ος	648.37	2743.843

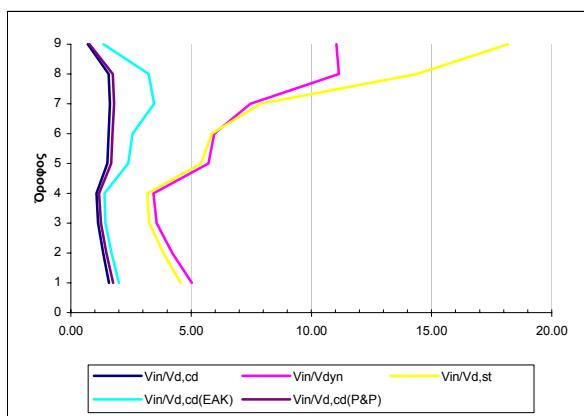
Πίνακας 3.433 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.376 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (VR_d) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	4.56	5.03	1.59	2.00	1.75
1ος	3.84	4.22	1.34	1.69	1.48
2ος	3.26	3.56	1.14	1.43	1.25
3ος	3.18	3.44	1.06	1.40	1.17
4ος	5.41	5.72	1.52	2.38	1.68
5ος	5.86	5.97	1.57	2.57	1.74
6ος	7.88	7.47	1.62	3.46	1.80
7ος	14.40	11.14	1.57	3.23	1.74
8ος	18.18	11.05	0.70	1.36	0.77

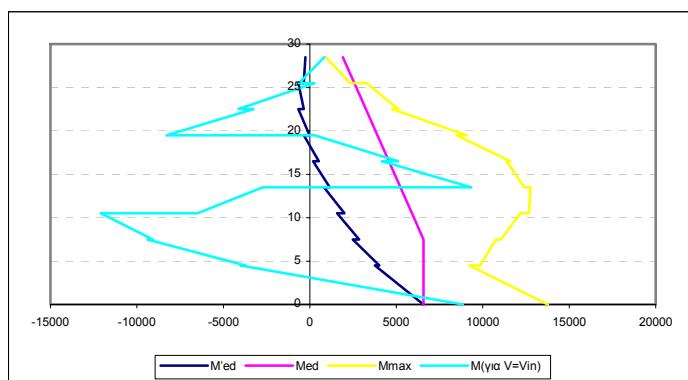
Πίνακας 3.434 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.377 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	13763.29	8844.94
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	9221.05	-4010.23
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	9837.72	-3740.96
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	10747.31	-9390.18
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	11047.22	-9087.06
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	12158.69	-12092.8
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	12671.04	-6485.63
	Κεφαλή	817.25	5244.04	12744.51	-2724.69
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	12393.83	9333.82
	Κεφαλή	189.12	4578.18	11386.3	4171.82
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	11585.38	5104.97
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	8489.25	279.21
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	9072.74	-8277.89
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	4752.17	-3259.93
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	5108.13	-4123.26
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	3275.06	260.41
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	2334.75	-630.82
	Κεφαλή	-250	1914.72	922.2	842.58

Πίνακας 3.435 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}),μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}),μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



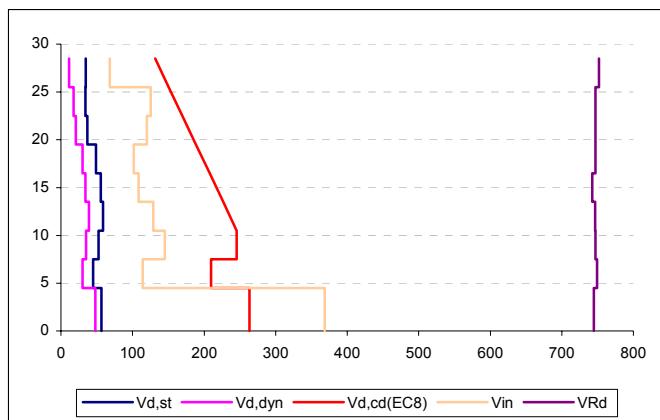
Σχήμα 3.378 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}),μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}),μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστικές αρθρώσεις σχηματίσθηκαν στο τοίχωμα στις βάσεις του ισογείου, του 4^{ου} και του 5^{ου} ορόφου καθώς και στις κεφαλές του 2^{ου} και του 3^{ου} ορόφου ενώ εκδηλώθηκε και αστοχία από διαγώνιο ελκυσμό στο τμήμα του τοιχώματος στο ισόγειο.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	368.86	744.8708
1ος	114.16	749.5732
2ος	145.03	747.1922
3ος	129.05	746.8171
4ος	108.5	742.642
5ος	101.88	746.9208
6ος	120.21	747.11
7ος	125.26	746.929
8ος	68.23	752.2602

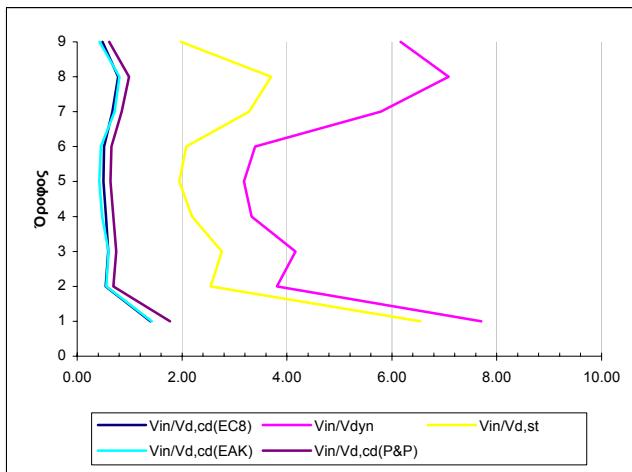
Πίνακας 3.436 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.379 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	6.54	7.71	1.40	1.42	1.77
1ος	2.54	3.81	0.54	0.55	0.69
2ος	2.76	4.16	0.59	0.60	0.75
3ος	2.19	3.33	0.55	0.48	0.69
4ος	1.95	3.18	0.50	0.42	0.63
5ος	2.08	3.40	0.51	0.45	0.65
6ος	3.28	5.79	0.67	0.71	0.85
7ος	3.70	7.08	0.78	0.80	0.99
8ος	1.98	6.17	0.48	0.43	0.61

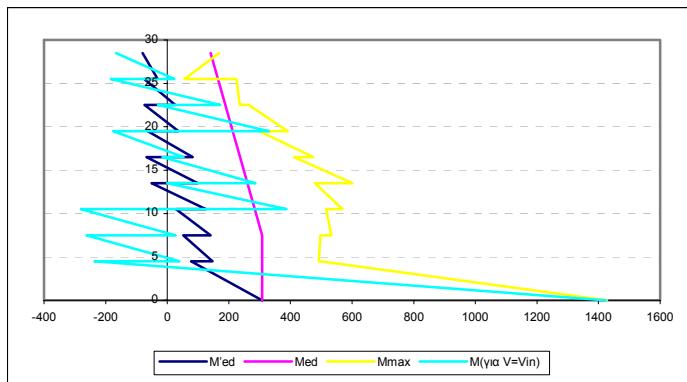
Πίνακας 3.437 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.380 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Οροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	1427.78	1424.38
	Κεφαλή	77.95	308.71	496.72	-235.5
2ος	Πόδας	147.51	308.71	491.84	39.56
	Κεφαλή	51.65	308.71	496.85	-261.68
3ος	Πόδας	140.94	308.71	532.85	26.93
	Κεφαλή	28.15	284.7	516.39	-280.68
4ος	Πόδας	125.49	284.7	568.81	386.61
	Κεφαλή	-51.02	260.68	479.59	-0.52
5ος	Πόδας	99.15	260.68	601.16	285.91
	Κεφαλή	-67.95	236.65	411.62	-15.35
6ος	Πόδας	83.31	236.65	474.61	52.46
	Κεφαλή	-63.63	212.62	298.56	-175.54
7ος	Πόδας	36.25	212.62	391.4	330.16
	Κεφαλή	-73.67	188.61	264.38	-30.47
8ος	Πόδας	26.27	188.61	235.22	172.26
	Κεφαλή	-75.32	164.58	225.63	-183.2
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	55.68	23.14
	Κεφαλή	-80.5	140.56	169.04	-166.37

Πίνακας 3.438 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.381 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλουσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\text{για } V=V_{in}}$).

Τέλος πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του ισογείου του τοιχώματος ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό το τοίχωμα του φορέα Dual 2.

4) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 79

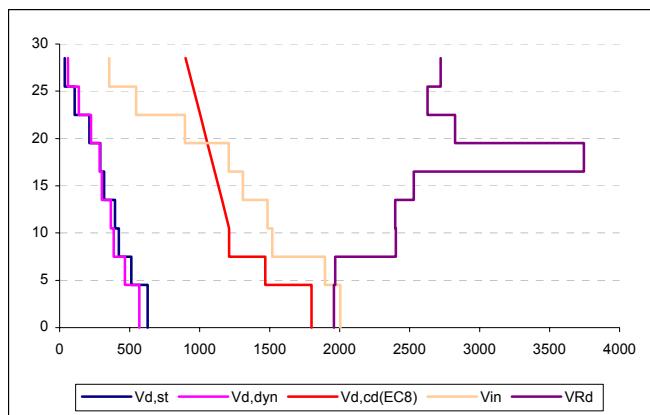
Στοιχεία ανάλυσης 79	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Βόλου
Στάθμη έντασης	2.0 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 (EI _{ef} =0.5EI _g)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπεριόδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.439 Στοιχεία ανάλυσης 79.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V _{in} [kN]	V _{Rd} [kN]
Ισόγειο	2004.81	1959.545
1ος	1894.22	1969.044
2ος	1517.74	2401.107
3ος	1484.38	2396.867
4ος	1307.6	2528.718
5ος	1208.2	3745.195
6ος	894.69	2824.148
7ος	545.95	2628.551
8ος	354.75	2720.475

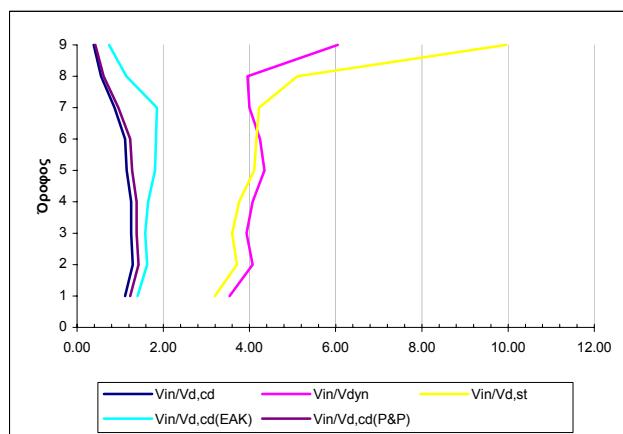
Πίνακας 3.440 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.382 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη καθώς και των αντοχών (VR_d) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	3.20	3.53	1.11	1.40	1.23
1ος	3.71	4.07	1.29	1.63	1.43
2ος	3.60	3.93	1.25	1.58	1.38
3ος	3.76	4.07	1.25	1.65	1.38
4ος	4.11	4.34	1.15	1.81	1.27
5ος	4.16	4.24	1.12	1.83	1.23
6ος	4.22	4.00	0.87	1.85	0.96
7ος	5.11	3.95	0.56	1.15	0.62
8ος	9.95	6.05	0.38	0.75	0.42

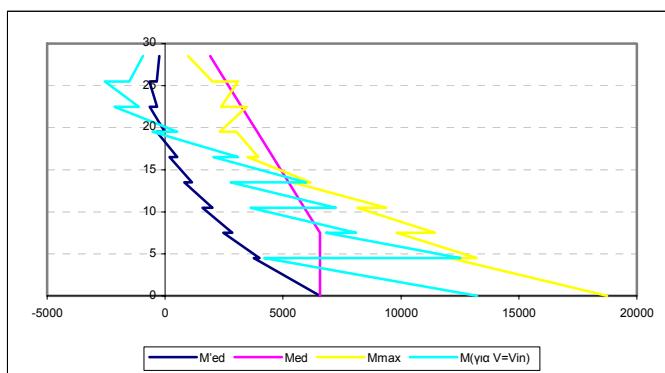
Πίνακας 3.441 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.383 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	18732.59	13221.95
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	12067.75	4200.33
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	13207.04	12516.91
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	9811.42	6834.24
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	11440.25	8088.91
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	8143.27	3623.43
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	9375.96	7233
	Κεφαλή	817.25	5244.04	5397.24	2779.87
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	6157.04	5971.1
	Κεφαλή	189.12	4578.18	3503.81	2048.29
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	3949.44	3088.23
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	3028.16	-529.72
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	2322.04	511.55
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	3464.19	-2151.83
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	2378.71	-1118.28
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	3088.91	-2561.26
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	2004.64	-1529.08
	Κεφαλή	-250	1914.72	975.08	-937.53

Πίνακας 3.442 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}),μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}),μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



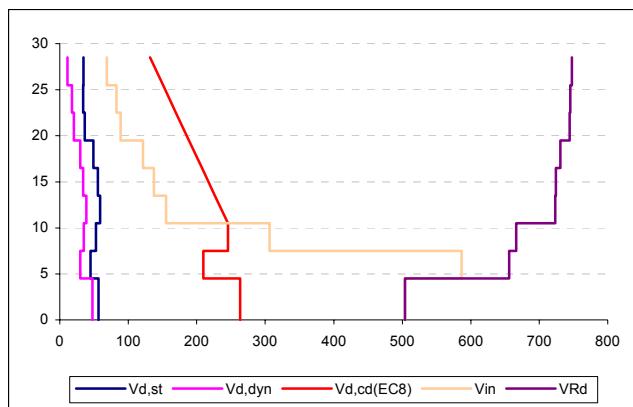
Σχήμα 3.384 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}),μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}),μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστικές αρθρώσεις σχηματίσθηκαν στο τοίχωμα στις βάσεις του ισογείου και του 1^ο ορόφου ενώ εκδηλώθηκε και αστοχία από διαγώνιο ελκυσμό στο τμήμα του τοιχώματος στο ισόγειο.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	503.98	503.7785
1ος	586.69	656.3262
2ος	306.58	666.4783
3ος	154.93	723.6338
4ος	137.19	724.34
5ος	121.48	730.9266
6ος	88.75	744.547
7ος	82.68	745.5365
8ος	68.55	747.5463

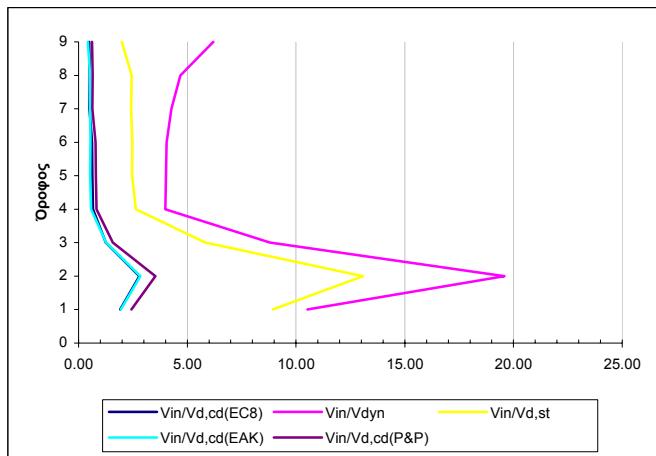
Πίνακας 3.443 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.385 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	6.54	7.71	1.40	1.42	1.77
1ος	2.54	3.81	0.54	0.55	0.69
2ος	2.76	4.16	0.59	0.60	0.75
3ος	2.19	3.33	0.55	0.48	0.69
4ος	1.95	3.18	0.50	0.42	0.63
5ος	2.08	3.40	0.51	0.45	0.65
6ος	3.28	5.79	0.67	0.71	0.85
7ος	3.70	7.08	0.78	0.80	0.99
8ος	1.98	6.17	0.48	0.43	0.61

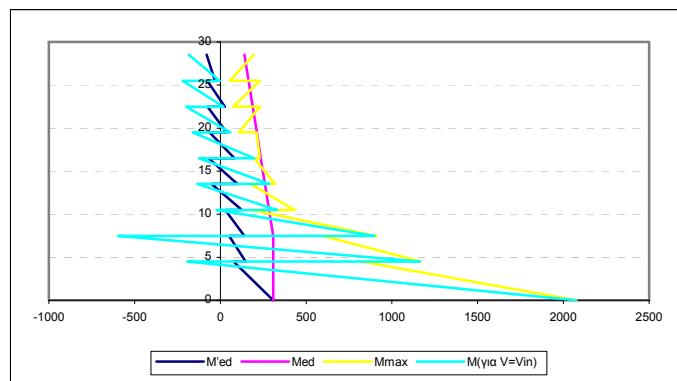
Πίνακας 3.444 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.386 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τέμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	2074.24	2074.24
	Κεφαλή	77.95	308.71	822.23	-193.65
2ος	Πόδας	147.51	308.71	1169.39	1163.4
	Κεφαλή	51.65	308.71	598	-596.68
3ος	Πόδας	140.94	308.71	909.68	898.78
	Κεφαλή	28.15	284.7	185.07	-20.96
4ος	Πόδας	125.49	284.7	433.59	330.6
	Κεφαλή	-51.02	260.68	176.47	-134.19
5ος	Πόδας	99.15	260.68	319.69	286.66
	Κεφαλή	-67.95	236.65	197.22	-124.93
6ος	Πόδας	83.31	236.65	230.79	197.86
	Κεφαλή	-63.63	212.62	210.97	-162.17
7ος	Πόδας	36.25	212.62	108.77	58.19
	Κεφαλή	-73.67	188.61	229.37	-198.95
8ος	Πόδας	26.27	188.61	74.6	19.62
	Κεφαλή	-75.32	164.58	230.4	-220.24
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	54.08	-3.05
	Κεφαλή	-80.5	140.56	194.77	-184.16

Πίνακας 3.445 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.387 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Πλαστικές αρθρώσεις σχηματίσθηκαν στο τοίχωμα στις βάσεις του ισογείου, του 1^{ου} του 2^{ου} και του 3^{ου} ορόφου καθώς και στην κεφαλή του 1^{ου} ορόφου ενώ εκδηλώθηκε και αυτοχία από διαγώνιο ελκυσμό στο τμήμα του τοιχώματος στο ισόγειο.

5) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 80

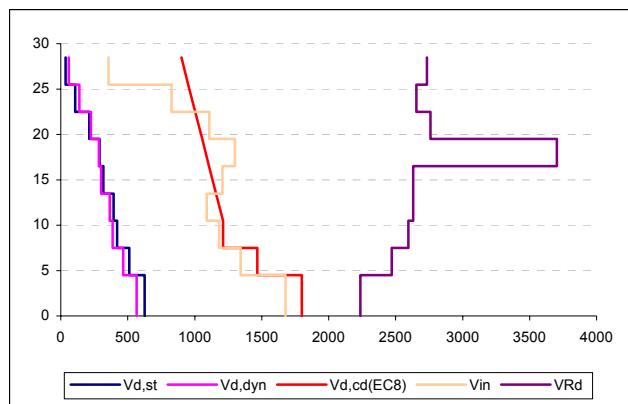
Στοιχεία ανάλυσης 80	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Βόλου
Στάθμη έντασης	2.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου O.K.K)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3. 446 Στοιχεία ανάλυσης 80.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	1677.62	2236.827
1 ^{ος}	1342.9	2469.928
2 ^{ος}	1183.48	2595.351
3 ^{ος}	1089.7	2630.855
4 ^{ος}	1207.09	2630.972
5 ^{ος}	1300.22	3704.33
6 ^{ος}	1108.36	2759.861
7 ^{ος}	826.91	2653.755
8 ^{ος}	356.07	2732.694

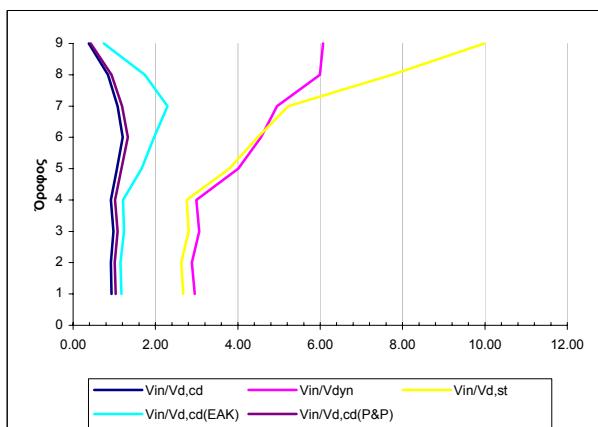
Πίνακας 3.447 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αυτοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.388 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.68	2.96	0.93	1.18	1.03
1ος	2.63	2.89	0.92	1.15	1.01
2ος	2.81	3.07	0.98	1.23	1.08
3ος	2.76	2.99	0.92	1.21	1.02
4ος	3.80	4.01	1.07	1.67	1.18
5ος	4.48	4.57	1.20	1.97	1.33
6ος	5.22	4.95	1.08	2.29	1.19
7ος	7.74	5.99	0.85	1.74	0.93
8ος	9.99	6.07	0.38	0.75	0.42

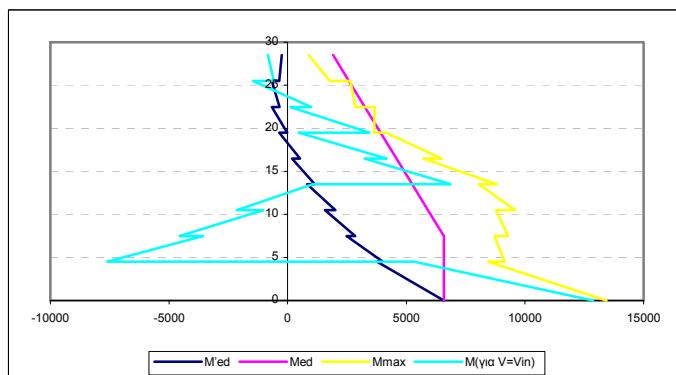
Πίνακας 3.448 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.389 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	13429.81	12869.64
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	8446	5320.33
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	9142.6	-7597.41
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	8715.63	-3568.72
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	9295	-4553.33
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	8786.68	-1033.28
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	9595.96	-2129.81
	Κεφαλή	817.25	5244.04	8050.11	1056.52
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	8805.64	6867.66
	Κεφαλή	189.12	4578.18	5719.48	3246.38
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	6492.44	4165.14
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	4134.15	465.83
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	3644.47	3439.08
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	3662.35	114.01
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	2849.54	994.36
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	2640.11	-1455.45
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1777.42	-578.31
	Κεφαλή	-250	1914.72	881.51	-821.78

Πίνακας 3.449 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



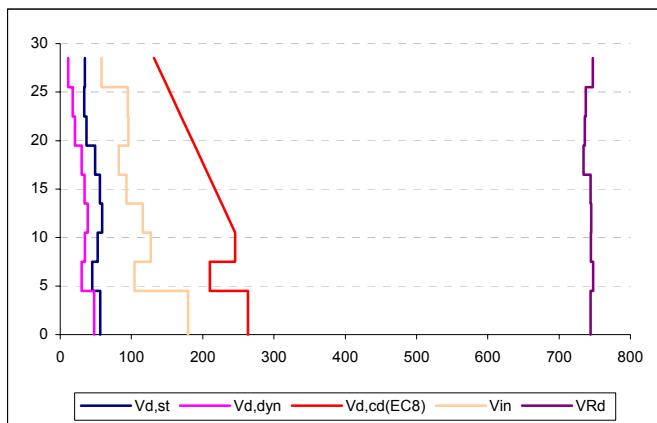
Σχήμα 3.390 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος στο ισόγειο ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	179.41	744.4398
1 ^{ος}	104.41	747.9226
2 ^{ος}	127.04	744.6659
3 ^{ος}	115.86	745.0804
4 ^{ος}	93.08	744.0448
5 ^{ος}	82.47	734.3722
6 ^{ος}	95.68	736
7 ^{ος}	94.68	737.3832
8 ^{ος}	58.21	747.2401

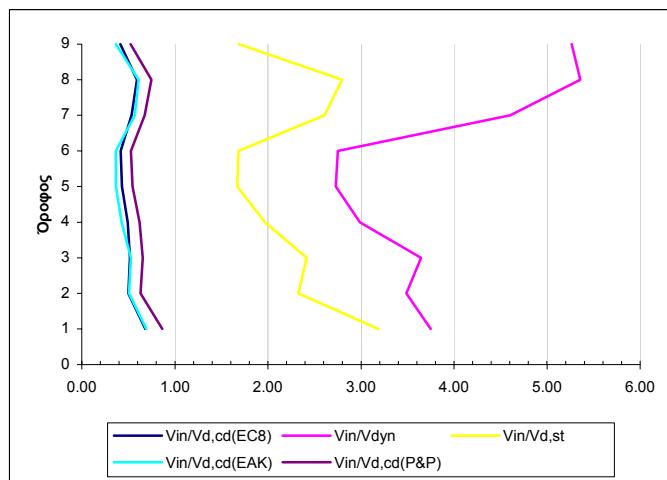
Πίνακας 3.450 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.391 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	3.18	3.75	0.68	0.69	0.86
1 ^{ος}	2.33	3.49	0.50	0.51	0.63
2 ^{ος}	2.42	3.65	0.52	0.53	0.65
3 ^{ος}	1.97	2.99	0.49	0.43	0.62
4 ^{ος}	1.67	2.73	0.43	0.36	0.54
5 ^{ος}	1.68	2.75	0.42	0.37	0.53
6 ^{ος}	2.61	4.61	0.53	0.57	0.68
7 ^{ος}	2.80	5.36	0.59	0.61	0.75
8 ^{ος}	1.69	5.26	0.41	0.37	0.52

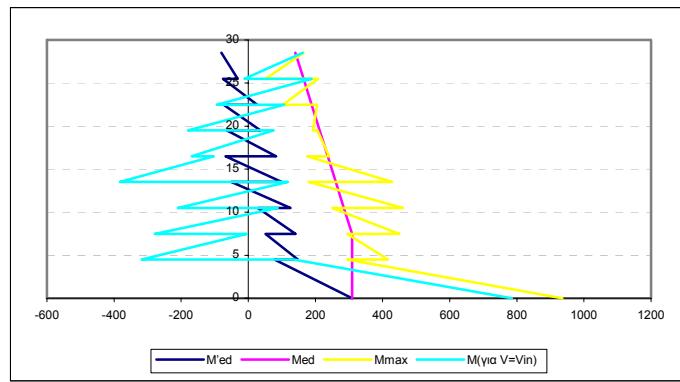
Πίνακας 3.451 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.392 Λόγοι των μεγιστών απόλυτων τιμών τέμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	308.71	308.71	935.48	785.21
	Κεφαλή	77.95	308.71	294.51	135.39
2ος	Πόδας	147.51	308.71	415.86	-317.6
	Κεφαλή	51.65	308.71	295.05	-4.37
3ος	Πόδας	140.94	308.71	450.5	-278.1
	Κεφαλή	28.15	284.7	249.63	87.29
4ος	Πόδας	125.49	284.7	460.41	-209.93
	Κεφαλή	-51.02	260.68	180.69	118.43
5ος	Πόδας	99.15	260.68	428.25	-382.49
	Κεφαλή	-67.95	236.65	175.43	-103.25
6ος	Πόδας	83.31	236.65	240.44	-169.25
	Κεφαλή	-63.63	212.62	205.84	75.05
7ος	Πόδας	36.25	212.62	192.34	-179.76
	Κεφαλή	-73.67	188.61	204.78	107.28
8ος	Πόδας	26.27	188.61	103	-93.45
	Κεφαλή	-75.32	164.58	208.31	189.2
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	51.5	-11.92
	Κεφαλή	-80.5	140.56	164.89	161.99

Πίνακας 3.452 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μεταποιημένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.393 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα αυτό του φορέα Dual 2.

6) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 81

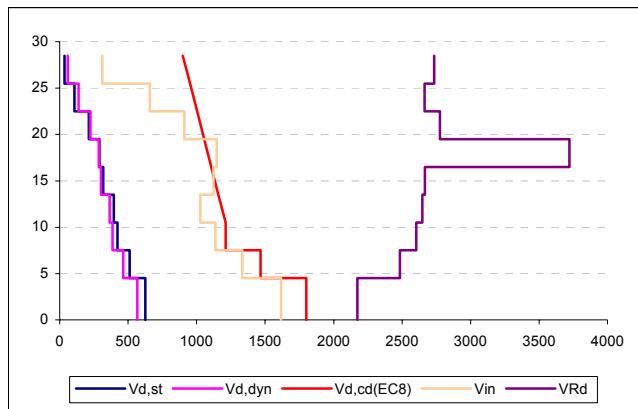
Στοιχεία ανάλυσης 81	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Βόλου
Στάθμη έντασης	2.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Πίνακας 3. 453 Στοιχεία ανάλυσης 81.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	1616.63	2174.936
1ος	1332.41	2483.523
2ος	1136.05	2603.828
3ος	1027.76	2648.183
4ος	1122.89	2667.197
5ος	1146.3	3721.753
6ος	910.1	2775.541
7ος	658.66	2663.405
8ος	310.18	2735.273

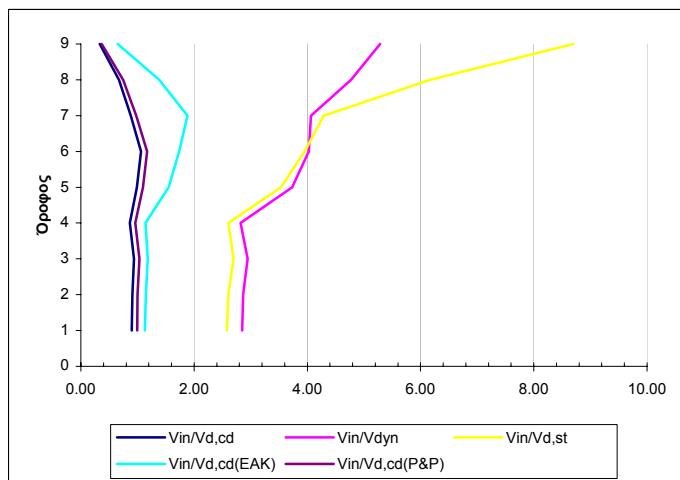
Πίνακας 3.454 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αυτοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.394 Σχεδιασμός των τεμνονσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	2.58	2.85	0.90	1.13	0.99
1ος	2.61	2.86	0.91	1.14	1.00
2ος	2.69	2.94	0.94	1.18	1.04
3ος	2.60	2.82	0.87	1.14	0.96
4ος	3.53	3.73	0.99	1.55	1.09
5ος	3.95	4.03	1.06	1.73	1.17
6ος	4.29	4.06	0.88	1.88	0.98
7ος	6.17	4.77	0.67	1.38	0.74
8ος	8.70	5.29	0.34	0.65	0.37

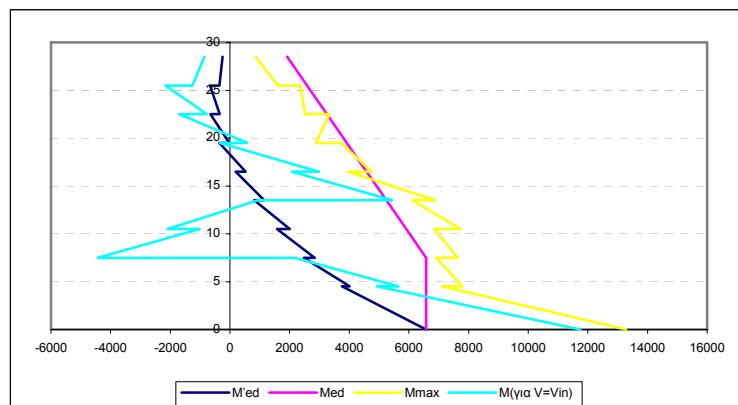
Πίνακας 3.454 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $V_{d,cd(P&P)}$).



Σχήμα 3.395 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $V_{d,cd(P&P)}$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	13287.66	11745.76
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	7110.93	4927.01
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	7793.1	5643.62
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	6924.3	2180.1
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	7642.03	-4428.86
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	6843.24	-1020.73
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	7734.89	-2091.04
	Κεφαλή	817.25	5244.04	6108.65	940.33
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	6881.52	5445.07
	Κεφαλή	189.12	4578.18	3973.27	2076.39
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	4752.18	2977.54
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	3720.76	-337.27
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	2874.04	582.4
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	3333.22	-1706.09
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	2522.38	-778.25
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	2357.51	-2173.18
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1603.43	-1251.94
	Κεφαλή	-250	1914.72	858.16	-854.52

Πίνακας 3.455 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



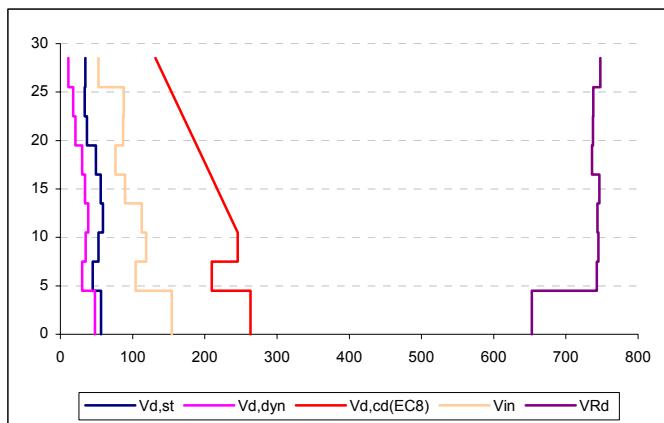
Σχήμα 3.396 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος στο ισόγειο ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	154.21	652.8789
1ος	104.3	742.8775
2ος	118.94	745.2381
3ος	112.43	743.5847
4ος	89.54	746.1667
5ος	76.11	736.0735
6ος	86.68	737.7021
7ος	87.84	738.1513
8ος	52.55	747.5107

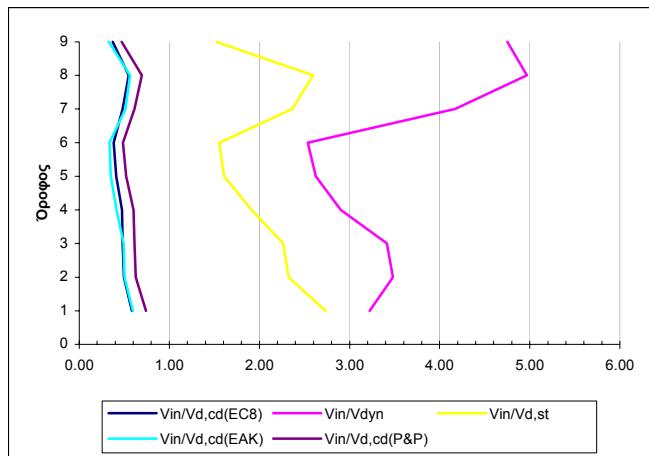
Πίνακας 3.456 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.397 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in}/V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	2.74	3.22	0.59	0.60	0.74
1ος	2.32	3.48	0.50	0.51	0.63
2ος	2.26	3.41	0.48	0.49	0.61
3ος	1.91	2.90	0.48	0.42	0.60
4ος	1.61	2.63	0.41	0.35	0.52
5ος	1.55	2.54	0.38	0.34	0.49
6ος	2.37	4.17	0.48	0.51	0.61
7ος	2.59	4.97	0.55	0.56	0.69
8ος	1.52	4.75	0.37	0.33	0.47

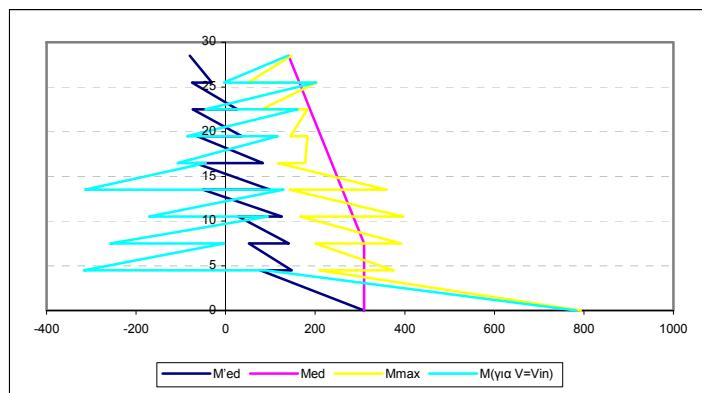
Πίνακας 3.457 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλογη προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.398 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	792.62	782.7
	Κεφαλή	77.95	308.71	210.01	88.77
2ος	Πόδας	147.51	308.71	375.56	-316.29
	Κεφαλή	51.65	308.71	200.42	-3.38
3ος	Πόδας	140.94	308.71	391.74	-257.27
	Κεφαλή	28.15	284.7	165.86	94.14
4ος	Πόδας	125.49	284.7	397.03	-171.15
	Κεφαλή	-51.02	260.68	142.51	129.08
5ος	Πόδας	99.15	260.68	359.77	-313.27
	Κεφαλή	-67.95	236.65	116.28	-44.65
6ος	Πόδας	83.31	236.65	177.32	-107.62
	Κεφαλή	-63.63	212.62	182.84	116.34
7ος	Πόδας	36.25	212.62	144.92	-86.18
	Κεφαλή	-73.67	188.61	182.74	160.49
8ος	Πόδας	26.27	188.61	80.58	-45.04
	Κεφαλή	-75.32	164.58	203.18	201.9
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	49.55	-3.85
	Κεφαλή	-80.5	140.56	147.17	139.19

Πίνακας 3.458 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.399 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\text{gia } V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα αυτό του φορέα Dual 2.

7) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 82

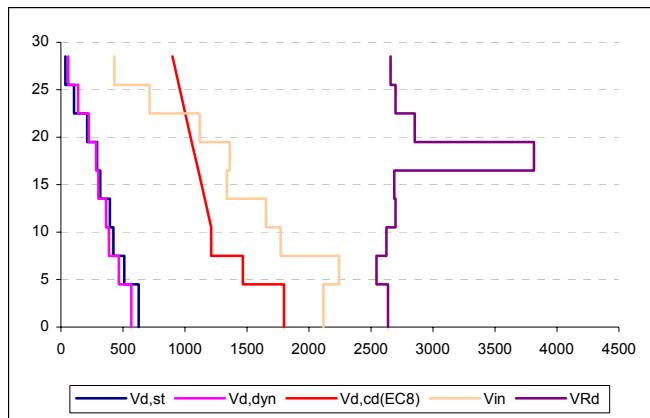
Στοιχεία ανάλυσης 82	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Αιγίου
Στάθμη έντασης	2.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου O.K.K)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.459 Στοιχεία ανάλυσης 82.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Iσόγειο	2116.98	2636.667
1ος	2242.39	2544.123
2ος	1771.28	2623.341
3ος	1652.25	2699.314
4ος	1338.86	2688.474
5ος	1359.78	3813.18
6ος	1118.5	2854.044
7ος	715.19	2698.83
8ος	431.62	2657.759

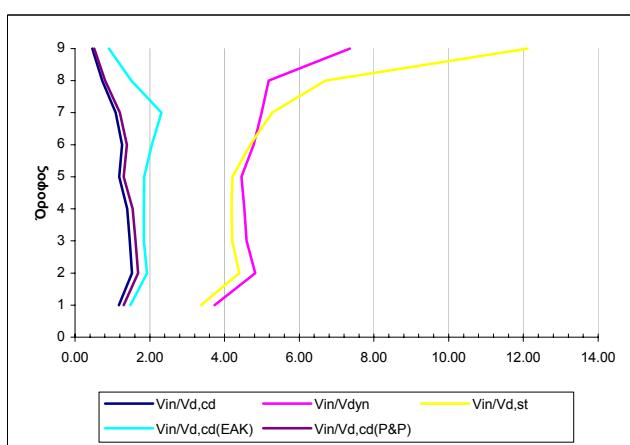
Πίνακας 3.460 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.400 Σχεδιασμός των τεμνουσών πον προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in}/V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	3.38	3.73	1.18	1.48	1.30
1ος	4.39	4.82	1.53	1.93	1.69
2ος	4.20	4.59	1.46	1.84	1.62
3ος	4.19	4.53	1.39	1.84	1.54
4ος	4.21	4.45	1.18	1.85	1.31
5ος	4.69	4.78	1.26	2.06	1.39
6ος	5.27	5.00	1.09	2.31	1.20
7ος	6.70	5.18	0.73	1.50	0.81
8ος	12.10	7.36	0.47	0.91	0.52

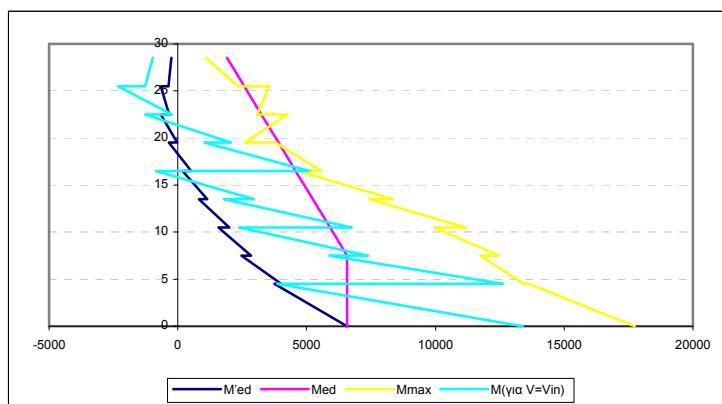
Πίνακας 3.461 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.401 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	17732.4	13384.7
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	13635.75	3858.31
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	13436.72	12617.52
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	11728	5890.34
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	12463.45	7382.04
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	9950.87	2382.27
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	11187.15	6743.16
	Κεφαλή	817.25	5244.04	7437.38	1786.4
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	8350.53	2954.64
	Κεφαλή	189.12	4578.18	4684.56	-845.74
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	5565.33	5106.85
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	3790.37	1027.51
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	2595.94	2062.67
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	4263.52	-1273.15
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	3077.16	-225.76
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	3548.99	-2323.08
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	2353.19	-1270.7
	Κεφαλή	-250	1914.72	1079.4	-969.49

Πίνακας 3.462 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



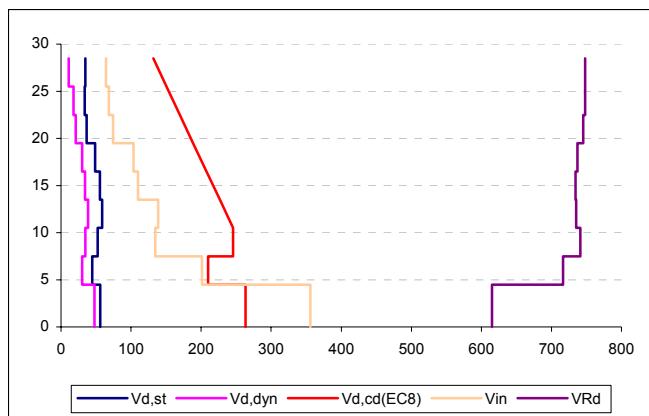
Σχήμα 3.402 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστικές αρθρώσεις σχηματίσθηκαν στις βάσεις του τοιχώματος στο ισόγειο, στον 1^ο και στον 2^ο όροφο ενώ καμία αυτοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα αυτό του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	356.16	615.0233
1ος	201.27	716.5183
2ος	134.74	741.1441
3ος	138.72	735.1351
4ος	109.93	734.3353
5ος	103.67	736.8159
6ος	74.16	745.3266
7ος	68.27	747.7547
8ος	64.12	748.1914

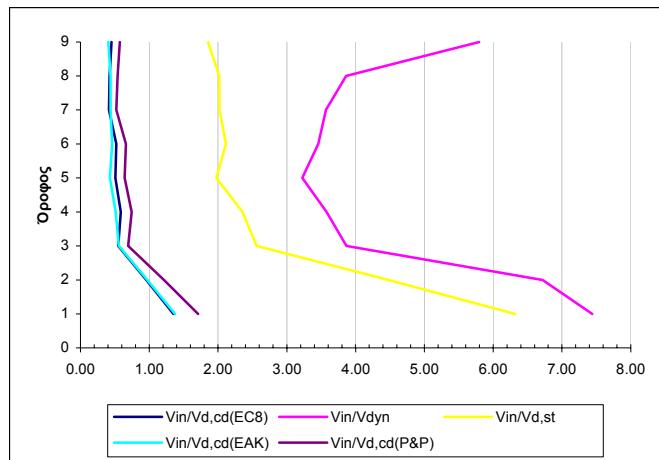
Πίνακας 3.463 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.403 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεώροιμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	6.32	7.44	1.35	1.37	1.71
1ος	4.48	6.72	0.96	0.98	1.21
2ος	2.56	3.87	0.55	0.56	0.69
3ος	2.36	3.58	0.59	0.51	0.74
4ος	1.97	3.22	0.51	0.43	0.64
5ος	2.12	3.46	0.52	0.46	0.66
6ος	2.02	3.57	0.41	0.44	0.52
7ος	2.02	3.86	0.43	0.44	0.54
8ος	1.86	5.80	0.45	0.40	0.57

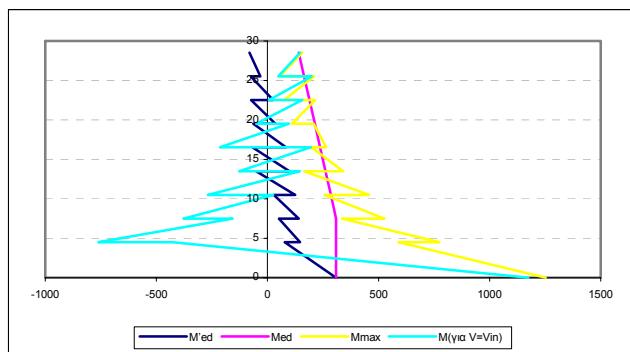
Πίνακας 3.464 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $V_{d,cd}(P&P)$).



Σχήμα 3.404 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{\text{για } V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	1252.39	1174.18
	Κεφαλή	77.95	308.71	589.19	-428.52
2ος	Πόδας	147.51	308.71	774.49	-761.01
	Κεφαλή	51.65	308.71	335.8	-157.19
3ος	Πόδας	140.94	308.71	525.76	-377.72
	Κεφαλή	28.15	284.7	256.86	26.52
4ος	Πόδας	125.49	284.7	456.66	-267.44
	Κεφαλή	-51.02	260.68	165.33	145.22
5ος	Πόδας	99.15	260.68	340.21	-126.51
	Κεφαλή	-67.95	236.65	197.56	194.59
6ος	Πόδας	83.31	236.65	263.98	-213.87
	Κεφαλή	-63.63	212.62	206.81	97.15
7ος	Πόδας	36.25	212.62	110.95	-50.29
	Κεφαλή	-73.67	188.61	214.94	156.77
8ος	Πόδας	26.27	188.61	74.24	7.2
	Κεφαλή	-75.32	164.58	208.47	198.55
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	55.82	48.72
	Κεφαλή	-80.5	140.56	157.35	147.33

Πίνακας 3.465 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{\text{για } V=Vin}$).



Σχήμα 3.405 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική σπιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Τέλος πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του ισογείου του τοιχώματος ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα αυτό του φορέα Dual 2.

8) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 83

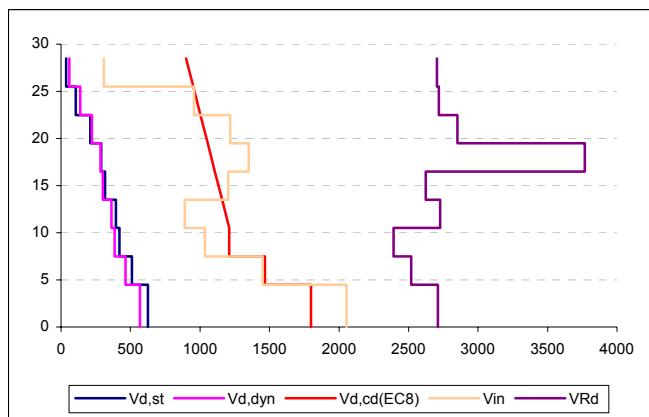
Στοιχεία ανάλυσης 83	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Αιγίου
Στάθμη έντασης	2.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3. 466 Στοιχεία ανάλυσης 83.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Iσόγειο	2055.13	2713.043
1ος	1450.33	2519.246
2ος	1035.21	2392.996
3ος	889.85	2728.764
4ος	1202.73	2623.757
5ος	1349.95	3767.653
6ος	1217.76	2852.565
7ος	956.62	2717.67
8ος	308.26	2704.035

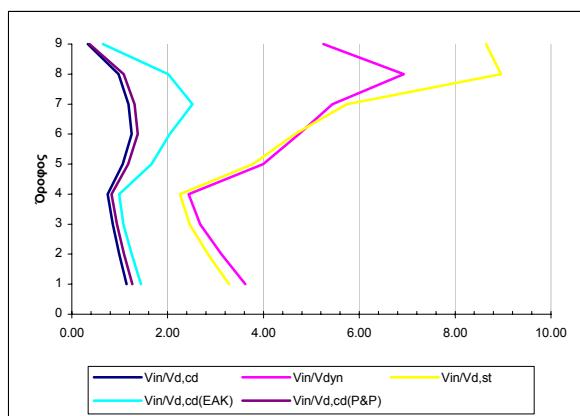
Πίνακας 3.467 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.406 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (VR_d) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	3.28	3.62	1.14	1.44	1.26
1ος	2.84	3.12	0.99	1.25	1.09
2ος	2.46	2.68	0.86	1.08	0.94
3ος	2.26	2.44	0.75	0.99	0.83
4ος	3.78	4.00	1.06	1.66	1.17
5ος	4.65	4.74	1.25	2.04	1.38
6ος	5.74	5.44	1.18	2.52	1.31
7ος	8.96	6.93	0.98	2.01	1.08
8ος	8.64	5.25	0.33	0.65	0.37

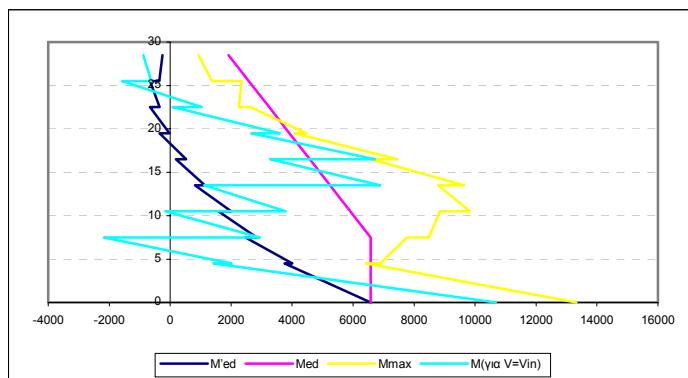
Πίνακας 3.468 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.407 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	13320	10677.04
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	6420.52	1428.94
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	6888.33	2012.85
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	7759.45	-2178.51
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	8485.76	2945.53
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	8838.83	-160.1
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	9834.53	3787.69
	Κεφαλή	817.25	5244.04	8793.39	1118.15
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	9643.86	6888.58
	Κεφαλή	189.12	4578.18	6591.49	3280.38
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	7461.75	6709.59
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	4075.99	2659.76
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	4468.88	3594.8
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	2633.07	78.97
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	2249.56	1032.61
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	2350.07	-1573.92
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1367.49	-622.99
	Κεφαλή	-250	1914.72	926.81	-887.21

Πίνακας 3.469 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



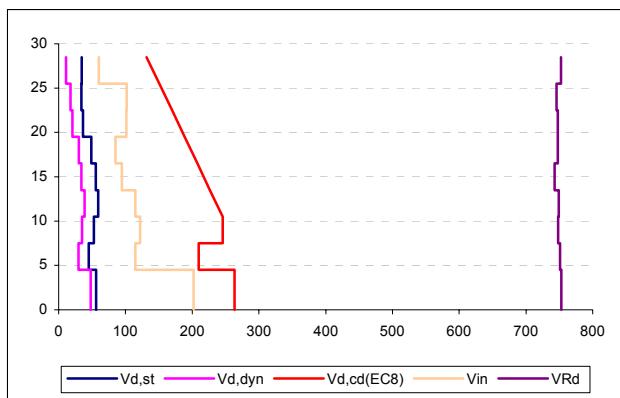
Σχήμα 3.408 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος στο ισόγειο, ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα αυτό του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	202.08	753.1867
1ος	114.62	751.114
2ος	121.92	747.9755
3ος	114.92	749.1525
4ος	94.34	742.8346
5ος	85.06	747.4517
6ος	101.12	747.929
7ος	101.68	746.0015
8ος	60.19	752.375

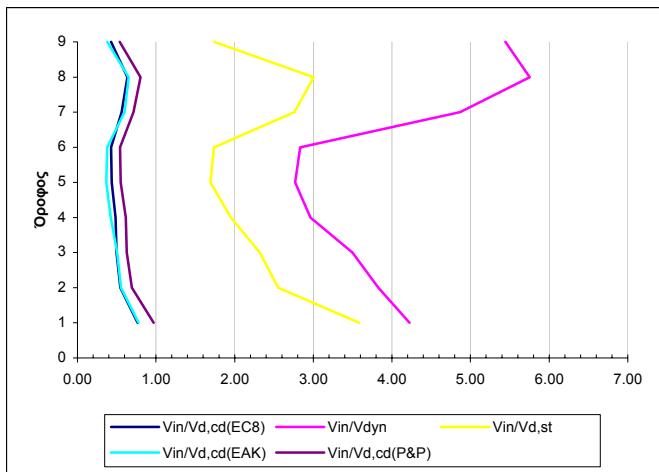
Πίνακας 3.470 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.409 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	3.59	4.22	0.77	0.78	0.97
1ος	2.55	3.83	0.55	0.56	0.69
2ος	2.32	3.50	0.50	0.50	0.63
3ος	1.95	2.96	0.49	0.42	0.62
4ος	1.69	2.77	0.43	0.37	0.55
5ος	1.74	2.84	0.43	0.38	0.54
6ος	2.76	4.87	0.56	0.60	0.71
7ος	3.00	5.75	0.63	0.65	0.80
8ος	1.74	5.44	0.43	0.38	0.54

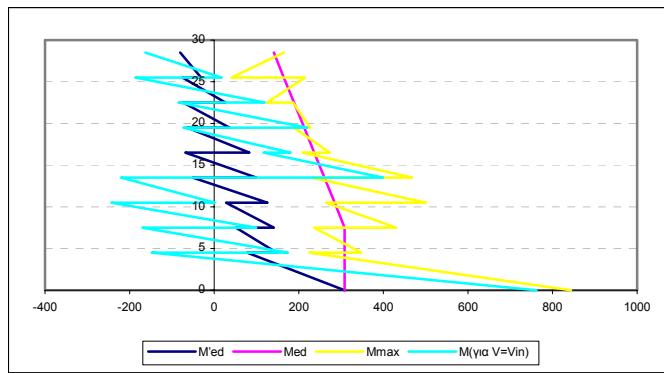
Πίνακας 3.471 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.410 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P\&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	843.6	761.95
	Κεφαλή	77.95	308.71	224.63	-147.41
2ος	Πόδας	147.51	308.71	347.48	174.39
	Κεφαλή	51.65	308.71	236.21	-169.47
3ος	Πόδας	140.94	308.71	430.25	99.46
	Κεφαλή	28.15	284.7	264.63	-242.95
4ος	Πόδας	125.49	284.7	501.01	1.25
	Κεφαλή	-51.02	260.68	230.13	-220.43
5ος	Πόδας	99.15	260.68	468.44	399.58
	Κεφαλή	-67.95	236.65	208.88	116.57
6ος	Πόδας	83.31	236.65	273.29	180.08
	Κεφαλή	-63.63	212.62	187.87	-72.83
7ος	Πόδας	36.25	212.62	226.64	219.48
	Κεφαλή	-73.67	188.61	186.05	-83.89
8ος	Πόδας	26.27	188.61	124.68	118.87
	Κεφαλή	-75.32	164.58	214.51	-186.18
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	40.75	17.25
	Κεφαλή	-80.5	140.56	164.72	-163

Πίνακας 3.472 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.411 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{yia\ V=V_{in}}$).

Τέλος καμία πλαστική άρθρωση και καμία αιστοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα αυτό του φορέα Dual 2.

9) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 84

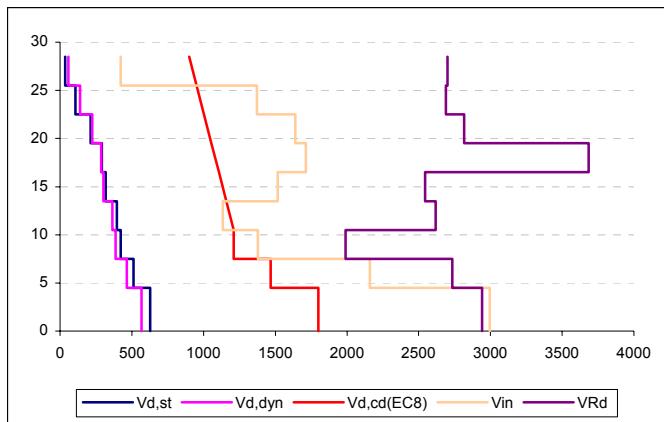
Στοιχεία ανάλυσης 84	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Αιγίου
Στάθμη έντασης	2.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Πίνακας 3. 473 Στοιχεία ανάλυσης 84.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	2994.12	2942.046
1ος	2159.38	2734.777
2ος	1377.73	1990.652
3ος	1133.97	2618.264
4ος	1517.54	2544.074
5ος	1712.87	3684.384
6ος	1639.25	2815.613
7ος	1370.27	2688.385
8ος	422.62	2700.447

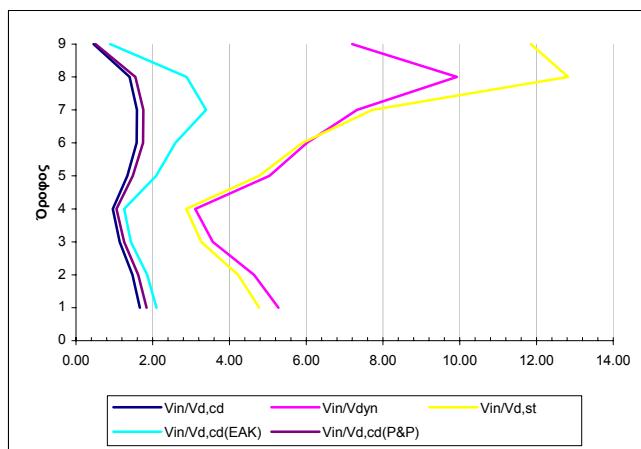
Πίνακας 3.474 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.412 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	4.78	5.28	1.66	2.10	1.84
1ος	4.23	4.64	1.47	1.86	1.63
2ος	3.27	3.57	1.14	1.43	1.26
3ος	2.87	3.11	0.96	1.26	1.06
4ος	4.77	5.04	1.34	2.10	1.48
5ος	5.90	6.02	1.58	2.59	1.75
6ος	7.73	7.32	1.59	3.39	1.76
7ος	12.83	9.93	1.40	2.88	1.55
8ος	11.85	7.20	0.46	0.89	0.50

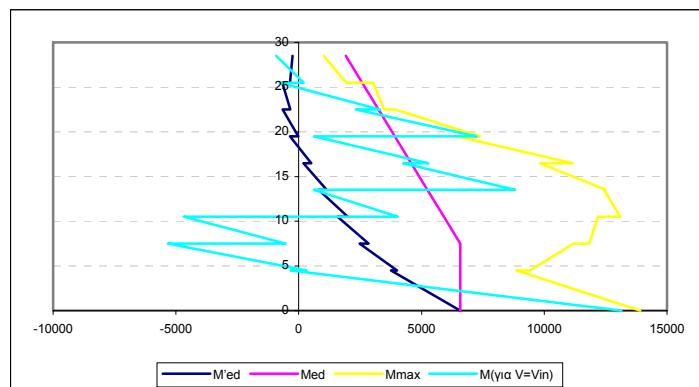
Πίνακας 3.475 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $V_{d,cd(P&P)}$).



Σχήμα 3.413 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $V_{d,cd(P&P)}$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	13911.34	13136.45
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	8873.82	-337.06
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	9399.1	315.16
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	11205.66	-5324.28
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	11824.8	-544.01
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	12192.43	-4677.21
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	13084.72	4022.95
	Κεφαλή	817.25	5244.04	12441.86	621.03
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	12507.59	8801.1
	Κεφαλή	189.12	4578.18	9814.61	4248.49
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	11166.9	5282.15
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	6448.02	617.57
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	7383.5	7239.85
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	3925.67	2322.11
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	3476.39	3303.31
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	3025.14	-781.98
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1932.74	197.27
	Κεφαλή	-250	1914.72	1023.77	-921.31

Πίνακας 3.476 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



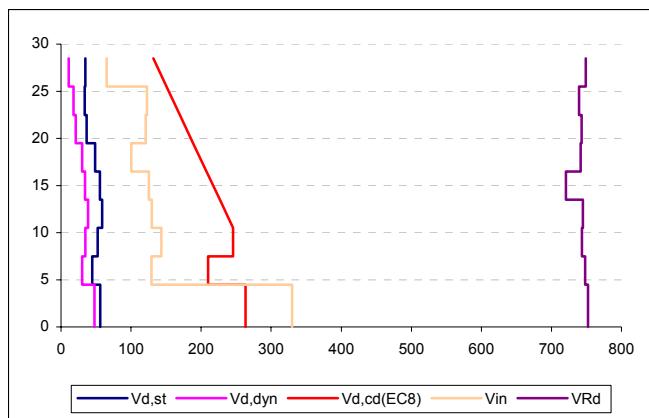
Σχήμα 3.414 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστικές αρθρώσεις σχηματίσθηκαν στις βάσεις του ισογείου, του 3^{ου} και του 4^{ου} ορόφου καθώς και στη κεφαλή του 2^{ου}. Επίσης εκδηλώθηκε και αστοχία από διαγώνιο ελκυσμό στο στοιχείο του τοιχώματος στο ισόγειο.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	329.76	752.0182
1ος	128.96	748.0278
2ος	143.17	743.3541
3ος	129.75	744.8335
4ος	125.6	720.5967
5ος	100.49	741.6236
6ος	120.83	743.1119
7ος	122.8	739.3137
8ος	65.14	748.7356

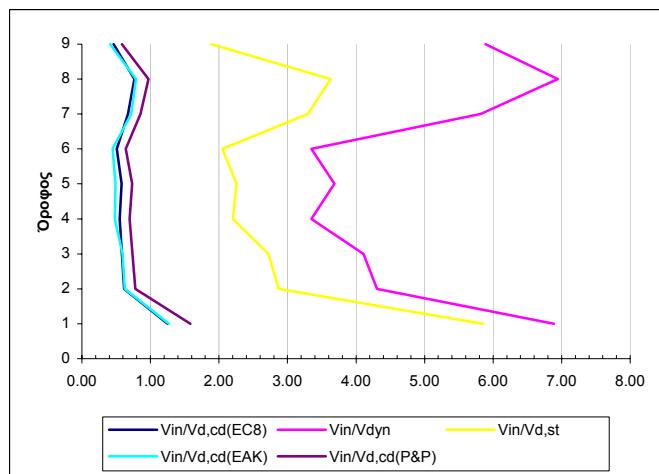
Πίνακας 3.477 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.415 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεώροιμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	5.85	6.89	1.25	1.27	1.59
1ος	2.87	4.31	0.61	0.62	0.78
2ος	2.72	4.11	0.58	0.59	0.74
3ος	2.21	3.35	0.55	0.48	0.70
4ος	2.25	3.68	0.58	0.49	0.73
5ος	2.05	3.35	0.51	0.45	0.64
6ος	3.30	5.82	0.67	0.72	0.85
7ος	3.63	6.95	0.77	0.79	0.97
8ος	1.89	5.89	0.46	0.41	0.58

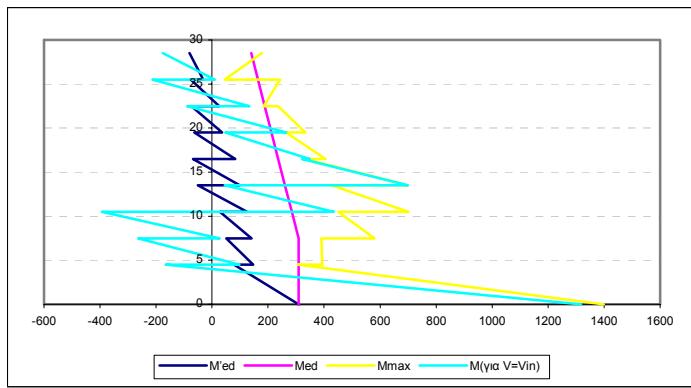
Πίνακας 3.478 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.416 Λόγοι των μεγιστών απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P\&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	308.71	308.71	1399.4	1318.12
	Κεφαλή	77.95	308.71	305.94	-165.8
2ος	Πόδας	147.51	308.71	394.26	97.78
	Κεφαλή	51.65	308.71	390.8	-264.61
3ος	Πόδας	140.94	308.71	579.72	26.69
	Κεφαλή	28.15	284.7	451.09	-393.24
4ος	Πόδας	125.49	284.7	700.65	435.01
	Κεφαλή	-51.02	260.68	426.55	45.76
5ος	Πόδας	99.15	260.68	699.01	698.75
	Κεφαλή	-67.95	236.65	331.71	321.96
6ος	Πόδας	83.31	236.65	404.78	349.18
	Κεφαλή	-63.63	212.62	264.14	47.71
7ος	Πόδας	36.25	212.62	332.78	265.06
	Κεφαλή	-73.67	188.61	235.78	-88.17
8ος	Πόδας	26.27	188.61	184.4	133.6
	Κεφαλή	-75.32	164.58	243.16	-213.17
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	45.6	10.48
	Κεφαλή	-80.5	140.56	177.66	-176.28

Πίνακας 3.479 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.417 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{\gammaia V=V_{ini}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος στο ισόγειο ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό.

10) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 85

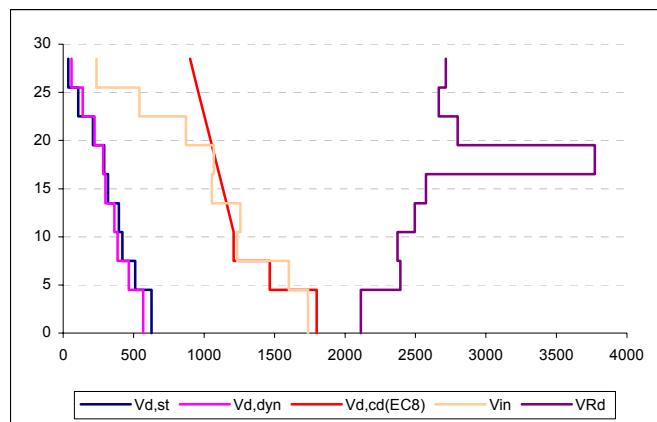
Στοιχεία ανάλυσης 85	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Θεσσαλονίκης
Στάθμη έντασης	2.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3. 480 Στοιχεία ανάλυσης 85.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	1736.78	2112.871
1ος	1601.16	2392.648
2ος	1234.96	2370.82
3ος	1257.37	2493.792
4ος	1055.89	2573.458
5ος	1069.08	3772.336
6ος	871.12	2800.129
7ος	540.61	2665.73
8ος	235.89	2714.499

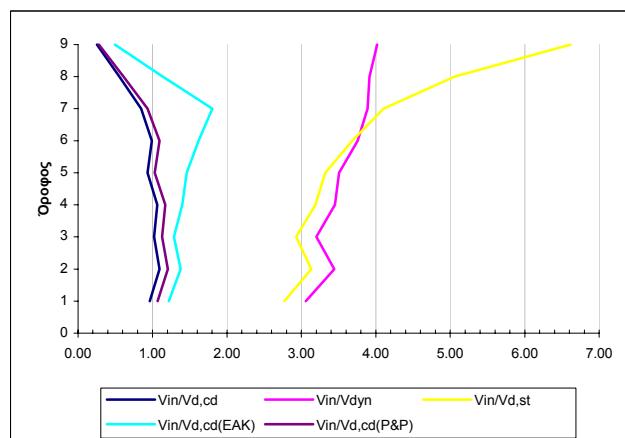
Πίνακας 3.481 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.418 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	2.77	3.06	0.97	1.22	1.07
1ος	3.13	3.44	1.09	1.38	1.21
2ος	2.93	3.20	1.02	1.29	1.13
3ος	3.19	3.45	1.06	1.40	1.17
4ος	3.32	3.51	0.93	1.46	1.03
5ος	3.68	3.75	0.99	1.62	1.09
6ος	4.11	3.89	0.85	1.80	0.93
7ος	5.06	3.92	0.55	1.14	0.61
8ος	6.61	4.02	0.25	0.50	0.28

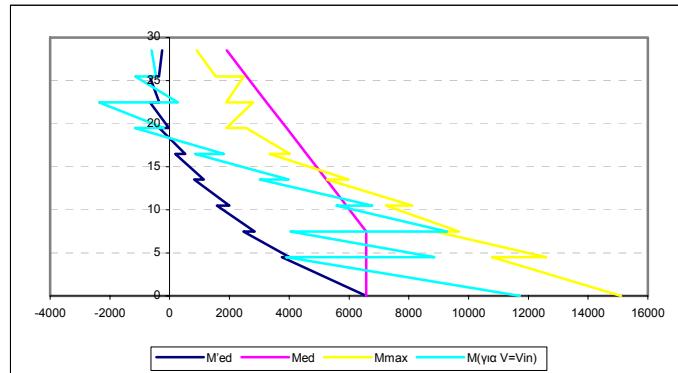
Πίνακας 3.482 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & ($V_{d,cd(P&P)}$)).



Σχήμα 3.419 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & ($V_{d,cd(P&P)}$)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	15100.96	11710.19
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	10787.45	3894.66
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	12589.17	8852.29
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	8889.54	4048.8
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	9674.75	9277.75
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	7234.77	5572.87
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	8112.16	6779.2
	Κεφαλή	817.25	5244.04	5267.07	3014.44
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	5984.99	3983.84
	Κεφαλή	189.12	4578.18	3351.05	851.03
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	4019.23	1819.26
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	2551.08	-1162.42
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	1898.44	-197.99
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	2793.03	-2358.24
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1895.86	271.92
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	2480.1	-1153.5
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1543.07	-456.29
	Κεφαλή	-250	1914.72	906	-602.88

Πίνακας 3.483 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



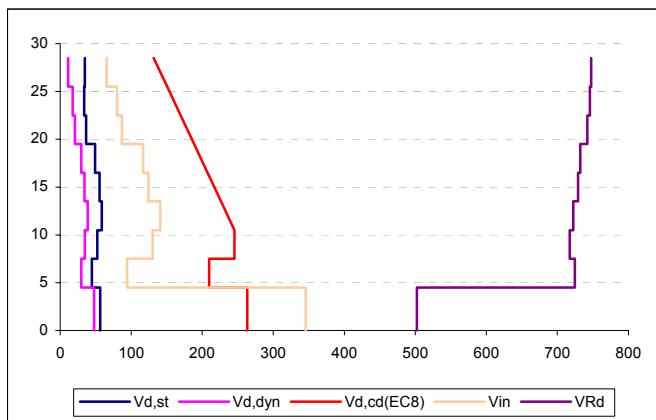
Σχήμα 3.420 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος στο ισόγειο ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	345.71	502.3394
1ος	94.44	724.7889
2ος	130.54	717.6471
3ος	141.09	722.427
4ος	124.49	729.2912
5ος	117.06	732.5407
6ος	87.24	742.4681
7ος	80.34	745.961
8ος	65.56	747.5485

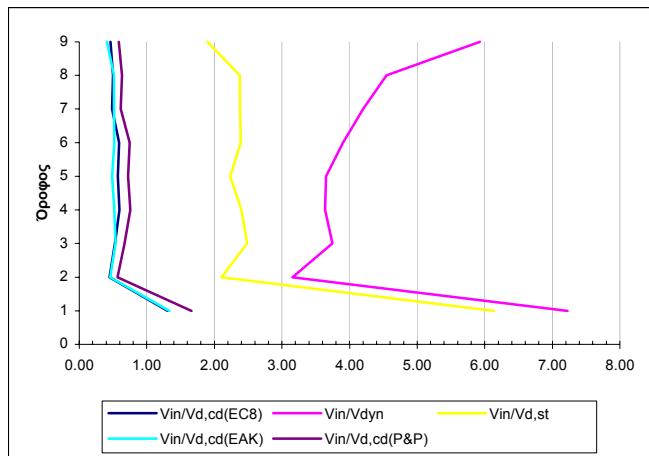
Πίνακας 3.484 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.421 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	6.13	7.22	1.31	1.33	1.66
1ος	2.10	3.15	0.45	0.46	0.57
2ος	2.48	3.75	0.53	0.54	0.67
3ος	2.40	3.64	0.60	0.52	0.76
4ος	2.24	3.65	0.57	0.49	0.73
5ος	2.39	3.90	0.59	0.52	0.75
6ος	2.38	4.20	0.49	0.52	0.62
7ος	2.37	4.54	0.50	0.52	0.63
8ος	1.90	5.93	0.46	0.41	0.59

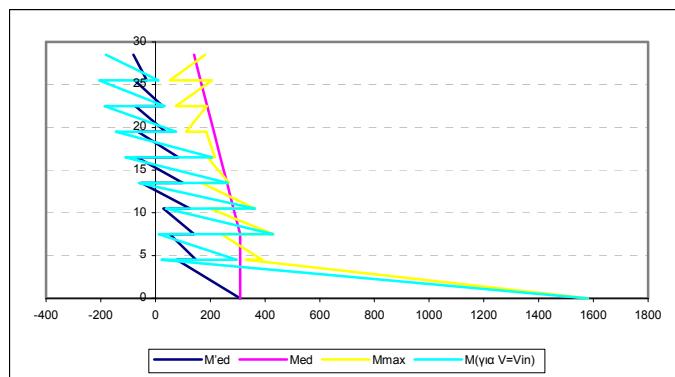
Πίνακας 3.485 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.422 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}$ (EC8), $V_{d,cd}$ (EAK)& ($V_{d,cd}$ (P&P)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{\gamma \alpha V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	1579.8	1578.57
	Κεφαλή	77.95	308.71	329.91	22.86
2ος	Πόδας	147.51	308.71	389.87	295.71
	Κεφαλή	51.65	308.71	239.75	12.39
3ος	Πόδας	140.94	308.71	429.75	429.47
	Κεφαλή	28.15	284.7	199.22	37.85
4ος	Πόδας	125.49	284.7	363.19	363.19
	Κεφαλή	-51.02	260.68	167.37	-60.07
5ος	Πόδας	99.15	260.68	268.04	264.03
	Κεφαλή	-67.95	236.65	189.86	-109.45
6ος	Πόδας	83.31	236.65	216.8	205.91
	Κεφαλή	-63.63	212.62	184.63	-145.28
7ος	Πόδας	36.25	212.62	110.99	75.27
	Κεφαλή	-73.67	188.61	187.58	-185.34
8ος	Πόδας	26.27	188.61	73.99	33.36
	Κεφαλή	-75.32	164.58	206.15	-205.83
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	51.25	10.71
	Κεφαλή	-80.5	140.56	181.74	-180.74

Πίνακας 3.486 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{\gamma \alpha V=Vin}$).



Σχήμα 3.423 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του τοιχώματος στο ισόγειο ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό.

11) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 86

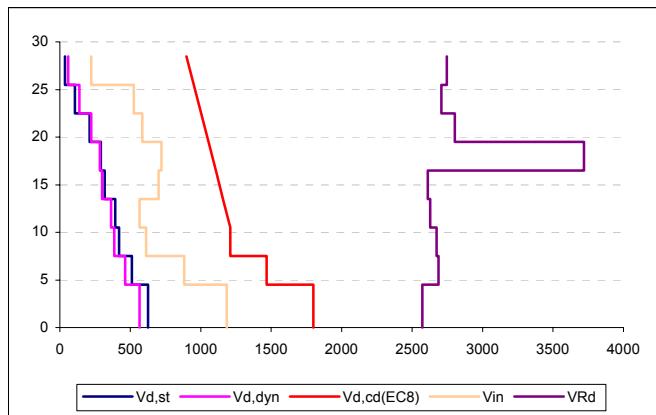
Στοιχεία ανάλυσης 86	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Θεοσαλονίκης
Στάθμη έντασης	2.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{el}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3. 487 Στοιχεία ανάλυσης 86.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	1185.49	2572.678
1 ^{ος}	882.45	2686.301
2 ^{ος}	613.01	2674.564
3 ^{ος}	567.68	2628.148
4 ^{ος}	701.5	2611.69
5 ^{ος}	721.87	3719.062
6 ^{ος}	585.25	2804.264
7 ^{ος}	525.58	2707.779
8 ^{ος}	223.58	2746.683

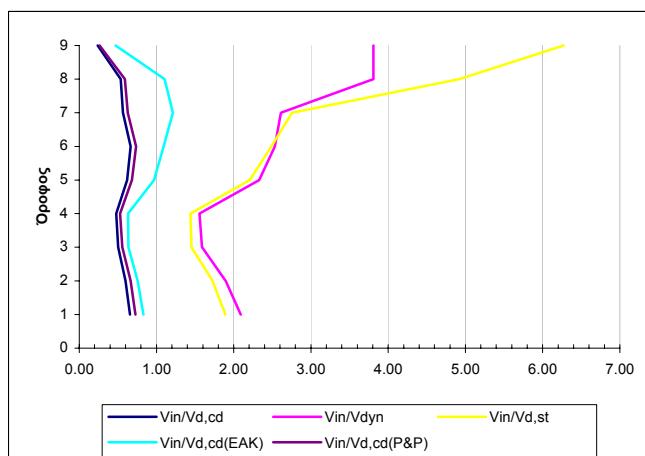
Πίνακας 3.488 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.424 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in}/V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	1.89	2.09	0.66	0.83	0.73
1ος	1.73	1.90	0.60	0.76	0.66
2ος	1.45	1.59	0.51	0.64	0.56
3ος	1.44	1.56	0.48	0.63	0.53
4ος	2.21	2.33	0.62	0.97	0.68
5ος	2.49	2.54	0.67	1.09	0.74
6ος	2.76	2.61	0.57	1.21	0.63
7ος	4.92	3.81	0.54	1.10	0.59
8ος	6.27	3.81	0.24	0.47	0.27

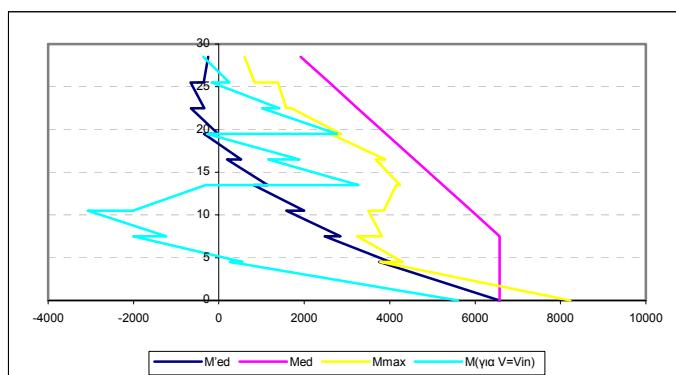
Πίνακας 3.489 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.



Σχήμα 3.425 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	8234.01	5594.97
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	3777.81	260.27
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	4302.45	552.59
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	3235.74	-2001.99
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	3810.96	-1231.54
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	3499.34	-3070.57
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	3857.06	-2014.14
	Κεφαλή	817.25	5244.04	4148.92	-311.1
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	4239.33	3265.25
	Κεφαλή	189.12	4578.18	3674.1	1160.74
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	3893.56	1884.21
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	2617.15	-281.41
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	2859.86	2763.89
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	1701.94	1008.15
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1578.23	1410.61
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	1382.34	-166.14
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	838.38	245.08
	Κεφαλή	-250	1914.72	606.04	-361.37

Πίνακας 3.490 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



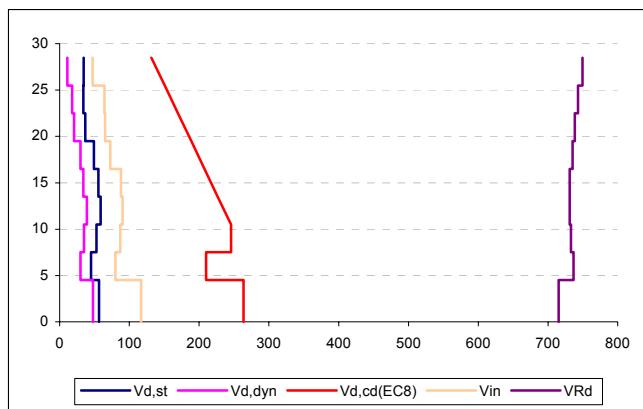
Σχήμα 3.426 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Καμία πλαστική άρθρωση και καμία αυτοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα αυτό του φορέα Dual 2.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	117.05	715.0275
1ος	79.62	736.5402
2ος	87.33	733.2494
3ος	90.09	731.25
4ος	88.03	731.1462
5ος	72.56	735.157
6ος	65.23	738.7316
7ος	64	743.3217
8ος	117.05	749.6013

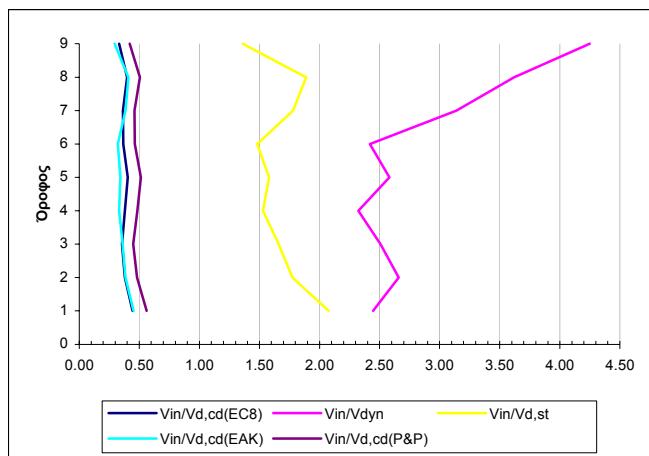
Πίνακας 3.491 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.427 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	2.08	2.45	0.44	0.45	0.56
1ος	1.77	2.66	0.38	0.39	0.48
2ος	1.66	2.51	0.36	0.36	0.45
3ος	1.53	2.32	0.38	0.33	0.48
4ος	1.58	2.58	0.41	0.34	0.51
5ος	1.48	2.42	0.37	0.32	0.46
6ος	1.78	3.14	0.36	0.39	0.46
7ος	1.89	3.62	0.40	0.41	0.51
8ος	1.36	4.25	0.33	0.30	0.42

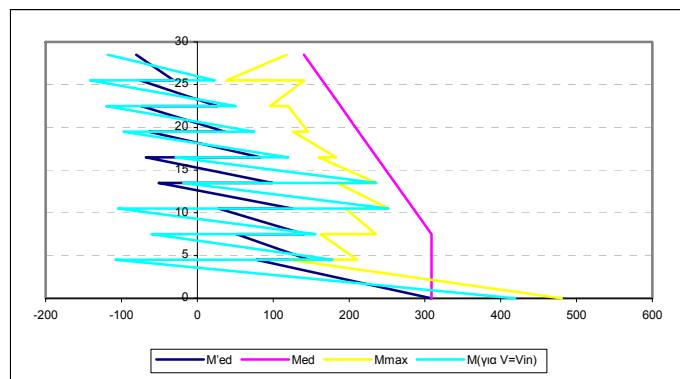
Πίνακας 3.492 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.428 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τέμνοντων που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνοντες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνοντες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	480.67	418.95
	Κεφαλή	77.95	308.71	121.22	-107.76
2ος	Πόδας	147.51	308.71	210.58	178.42
	Κεφαλή	51.65	308.71	162.69	-60.44
3ος	Πόδας	140.94	308.71	235.07	155.68
	Κεφαλή	28.15	284.7	195.14	-104.52
4ος	Πόδας	125.49	284.7	252.16	251.71
	Κεφαλή	-51.02	260.68	183.96	-18.55
5ος	Πόδας	99.15	260.68	236.03	235.6
	Κεφαλή	-67.95	236.65	160.26	-28.49
6ος	Πόδας	83.31	236.65	182.71	120.08
	Κεφαλή	-63.63	212.62	126.5	-97.29
7ος	Πόδας	36.25	212.62	145.77	75.44
	Κεφαλή	-73.67	188.61	120.15	-120.15
8ος	Πόδας	26.27	188.61	95.76	50.77
	Κεφαλή	-75.32	164.58	141.25	-141.24
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	38.73	22.98
	Κεφαλή	-80.5	140.56	118.01	-118.01

Πίνακας 3.493 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.429 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{yia\ V=Vin}$).

Καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα αυτό του φορέα Dual 2.

12) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 87

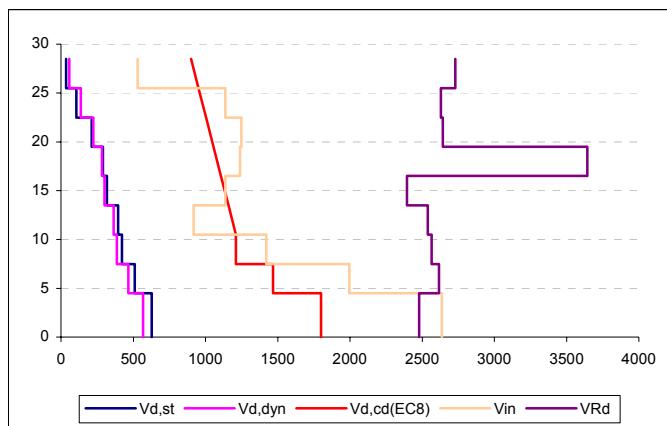
Στοιχεία ανάλυσης 87	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Θεοσαλονίκης
Στάθμη έντασης	2.0 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EI _{ef} =M _y /φ _y
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων EI _{ef} =M _y /φ _y .

Πίνακας 3. 494 Στοιχεία ανάλυσης 87.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V _{in} [kN]	V _{Rd} [kN]
Ισόγειο	2635.69	2478.783
1 ^{ος}	1995.65	2615.531
2 ^{ος}	1421.23	2565.397
3 ^{ος}	918.63	2539.757
4 ^{ος}	1137.04	2395.281
5 ^{ος}	1238.89	3643.794
6 ^{ος}	1247.36	2642.152
7 ^{ος}	1137.24	2628.849
8 ^{ος}	529.41	2730.325

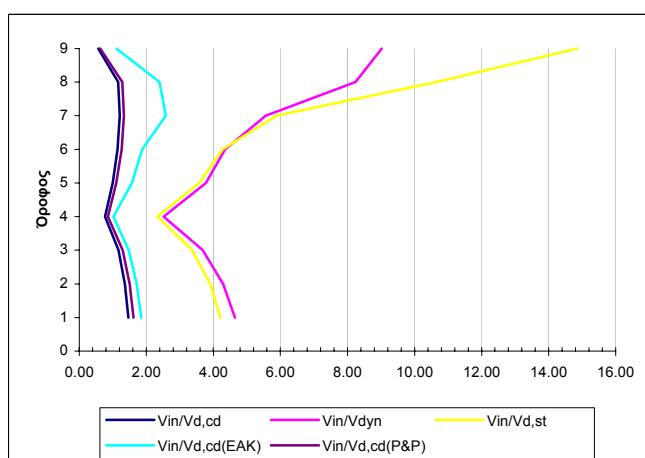
Πίνακας 3.495 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.430 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in}/V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	4.21	4.65	1.46	1.85	1.62
1ος	3.91	4.29	1.36	1.71	1.50
2ος	3.37	3.68	1.17	1.48	1.30
3ος	2.33	2.52	0.78	1.02	0.86
4ος	3.58	3.78	1.00	1.57	1.11
5ος	4.27	4.35	1.15	1.87	1.27
6ος	5.88	5.57	1.21	2.58	1.34
7ος	10.65	8.24	1.16	2.39	1.29
8ος	14.85	9.02	0.57	1.11	0.63

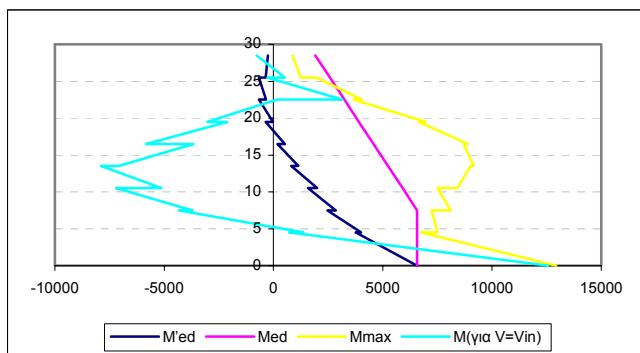
Πίνακας 3.496 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)}$).



Σχήμα 3.431 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)}$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	12931.9	12571.99
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	6749.03	711.4
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	7509.28	1371.83
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	7231.87	-4319.06
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	8113.25	-3712.82
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	7512.98	-7205.66
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	8408.67	-5133.6
	Κεφαλή	817.25	5244.04	9012.62	-7889.48
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	9158.28	-7076.74
	Κεφαλή	189.12	4578.18	8704.54	-3665.61
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	8899.97	-5825.06
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	6659.42	-2108.38
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	6962.7	-3021.99
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	3665.22	156.68
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	4039.09	3139.2
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	1979.97	-272.51
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1248.95	528.49
	Κεφαλή	-250	1914.72	870.32	-760.13

Πίνακας 3.497 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



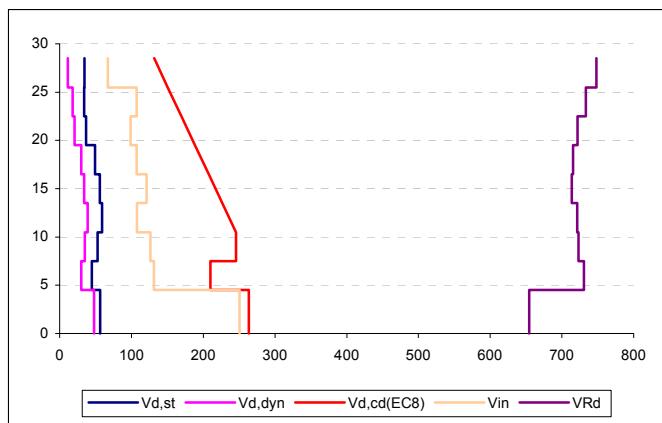
Σχήμα 3.432 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Καμία πλαστική άρθρωση δεν σχηματίσθηκε στο τοίχωμα αυτό αλλά εκδηλώθηκε αιστοχία από διαγώνιο ελκυσμό στο τμήμα ισογείου του τοιχώματος.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	250.74	654.5027
1ος	131.29	730.6066
2ος	126.23	723.3811
3ος	107.61	721.2466
4ος	120.84	713.7626
5ος	107.32	715.4667
6ος	98.63	722.0351
7ος	107.06	733.2877
8ος	67.19	748.2183

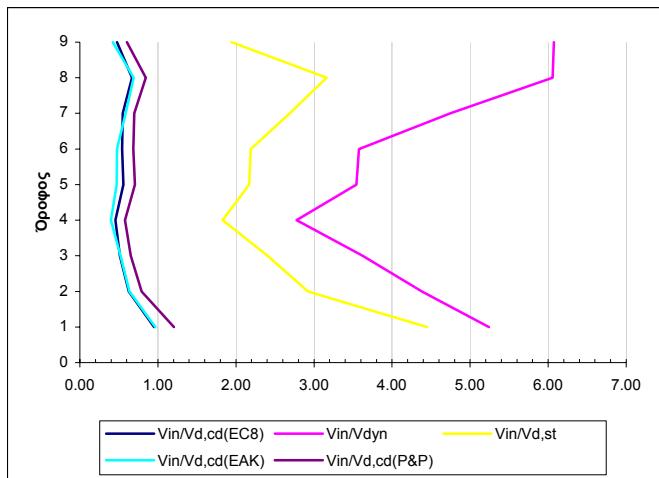
Πίνακας 3.498 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.433 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	4.45	5.24	0.95	0.97	1.21
1ος	2.92	4.38	0.63	0.64	0.79
2ος	2.40	3.62	0.51	0.52	0.65
3ος	1.83	2.78	0.46	0.40	0.58
4ος	2.17	3.54	0.56	0.47	0.70
5ος	2.19	3.58	0.54	0.48	0.69
6ος	2.69	4.75	0.55	0.59	0.70
7ος	3.16	6.06	0.67	0.69	0.85
8ος	1.95	6.08	0.48	0.42	0.60

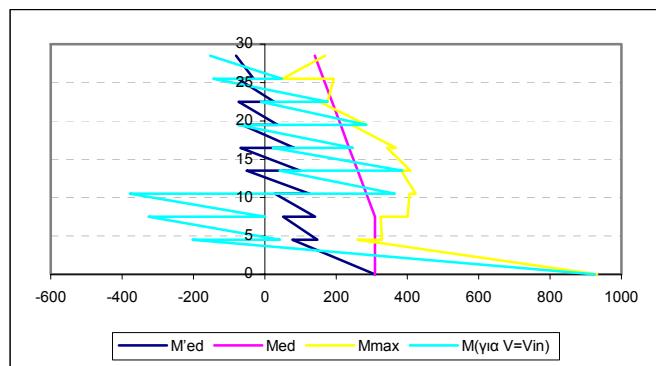
Πίνακας 3.499 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.434 Λόγοι των μεγιστών απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	932.01	925.56
	Κεφαλή	77.95	308.71	259.72	-202.76
2ος	Πόδας	147.51	308.71	328.44	42.57
	Κεφαλή	51.65	308.71	325.17	-325.17
3ος	Πόδας	140.94	308.71	400.75	0.28
	Κεφαλή	28.15	284.7	406.11	-378.41
4ος	Πόδας	125.49	284.7	422.63	364.69
	Κεφαλή	-51.02	260.68	382.98	41.86
5ος	Πόδας	99.15	260.68	408.33	385.5
	Κεφαλή	-67.95	236.65	342.95	22.97
6ος	Πόδας	83.31	236.65	367.31	246.69
	Κεφαλή	-63.63	212.62	243.64	-75.19
7ος	Πόδας	36.25	212.62	285.03	285.03
	Κεφαλή	-73.67	188.61	153.54	-10.86
8ος	Πόδας	26.27	188.61	176.62	176.62
	Κεφαλή	-75.32	164.58	193.34	-144.57
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	49.66	48.18
	Κεφαλή	-80.5	140.56	169.06	-152.84

Πίνακας 3.500 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.435 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας ($M_{για V=Vin}$).

Καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα αυτό του φορέα Dual 2.

13) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 88

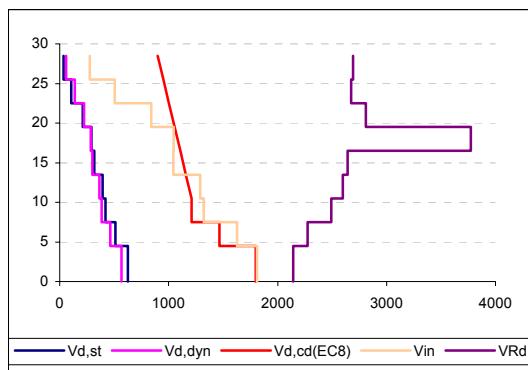
Στοιχεία ανάλυσης 88	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Σενάριο M=7.8
Στάθμη έντασης	2.0 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EC8 (EI _{ef} =0.5EI _g)
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3.501 Στοιχεία ανάλυσης 88.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V _{in} [kN]	V _{Rd} [kN]
Ισόγειο	1810.89	2141.544
1ος	1628.7	2274.721
2ος	1323.45	2492.373
3ος	1289.19	2597.079
4ος	1043.56	2641.255
5ος	1047.06	3774.549
6ος	839.16	2810.315
7ος	506.92	2673.629
8ος	276.07	2690.741

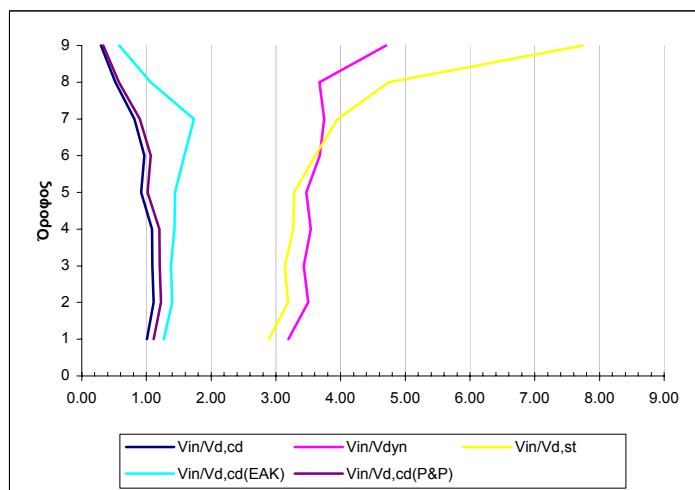
Πίνακας 3.502 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.436 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεώρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	2.89	3.19	1.01	1.27	1.11
1ος	3.19	3.50	1.11	1.40	1.23
2ος	3.14	3.43	1.09	1.38	1.21
3ος	3.27	3.54	1.09	1.43	1.20
4ος	3.28	3.47	0.92	1.44	1.02
5ος	3.61	3.68	0.97	1.58	1.07
6ος	3.96	3.75	0.82	1.74	0.90
7ος	4.75	3.67	0.52	1.07	0.57
8ος	7.74	4.70	0.30	0.58	0.33

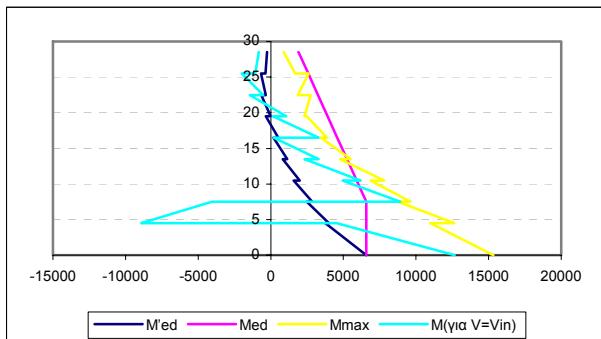
Πίνακας 3.503 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.437 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	15336.89	12667.22
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	10985.72	4518.2
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	12628.03	-8921.14
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	8762.09	-4035.05
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	9627.23	8922.27
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	6866.5	4951.93
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	7820.39	6184.8
	Κεφαλή	817.25	5244.04	4777.08	2317.22
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	5490.58	3298.19
	Κεφαλή	189.12	4578.18	3440.98	211.54
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	3869.1	3293.82
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	2470.23	152.64
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	2316.98	1072.46
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	2750.92	-1439.44
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	1867.95	-516.99
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	2617.26	-1999.97
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1681.75	-1075.39
	Κεφαλή	-250	1914.72	885.23	-833.35

Πίνακας 3.504 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



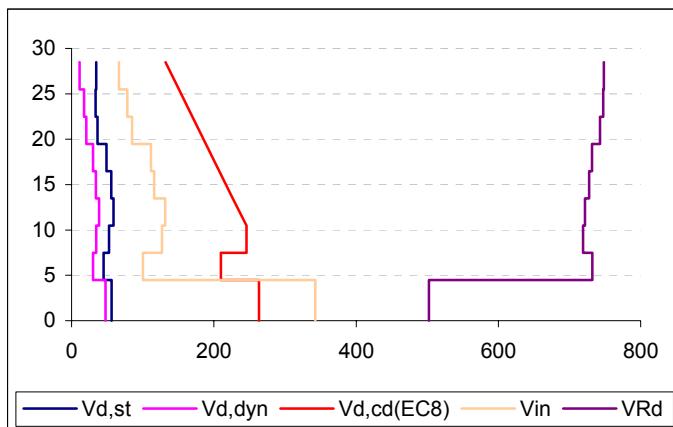
Σχήμα 3.438 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του ισογείου και του 1^ο ορόφου του τοιχώματος ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	342.59	502.3314
1ος	100.33	731.8016
2ος	127.14	719.1176
3ος	131.63	721.6557
4ος	116.13	727.6316
5ος	111.73	731.6961
6ος	84.9	742.7822
7ος	78.3	747.1374
8ος	66.58	748.0899

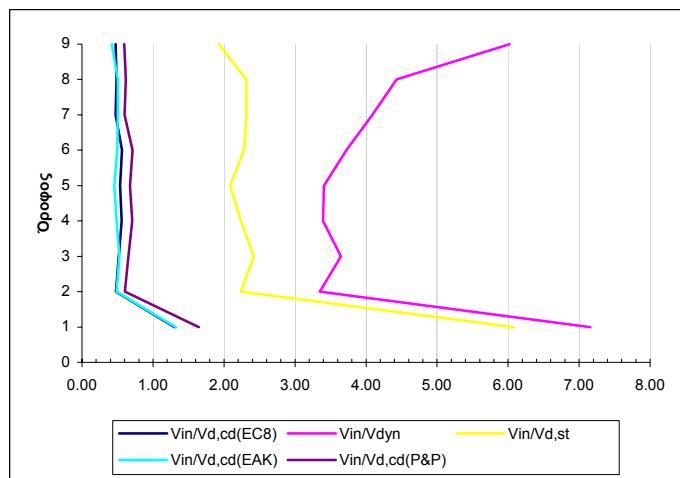
Πίνακας 3.505 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιων ελκυσμού.



Σχήμα 3.439 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	6.08	7.16	1.30	1.32	1.65
1ος	2.24	3.35	0.48	0.49	0.61
2ος	2.42	3.65	0.52	0.53	0.66
3ος	2.24	3.40	0.56	0.49	0.71
4ος	2.08	3.41	0.53	0.45	0.68
5ος	2.28	3.72	0.56	0.50	0.71
6ος	2.32	4.09	0.47	0.50	0.60
7ος	2.31	4.43	0.49	0.50	0.62
8ος	1.93	6.02	0.47	0.42	0.60

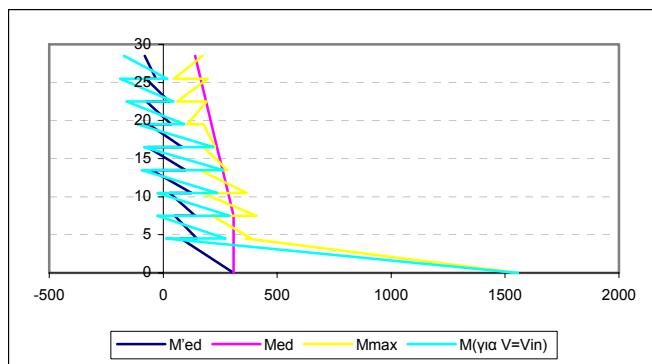
Πίνακας 3.506 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.440 Λόγοι των μεγιστών απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	1555.15	1555.15
	Κεφαλή	77.95	308.71	362.39	13.5
2ος	Πόδας	147.51	308.71	387.78	274.52
	Κεφαλή	51.65	308.71	214.42	-26.48
3ος	Πόδας	140.94	308.71	408.91	291.02
	Κεφαλή	28.15	284.7	172.18	-24.64
4ος	Πόδας	125.49	284.7	366.95	237.11
	Κεφαλή	-51.02	260.68	162.6	-93.75
5ος	Πόδας	99.15	260.68	282.72	264.45
	Κεφαλή	-67.95	236.65	176.76	-83.93
6ος	Πόδας	83.31	236.65	227.51	221.36
	Κεφαλή	-63.63	212.62	177.38	-113.84
7ος	Πόδας	36.25	212.62	106.87	93.5
	Κεφαλή	-73.67	188.61	191.23	-160.97
8ος	Πόδας	26.27	188.61	62.7	46.13
	Κεφαλή	-75.32	164.58	195.34	-188.31
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	48.63	17.73
	Κεφαλή	-80.5	140.56	172.55	-172.55

Πίνακας 3.507 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.441 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{yia\ V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του ισογείου του τοιχώματος ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό.

14) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 89

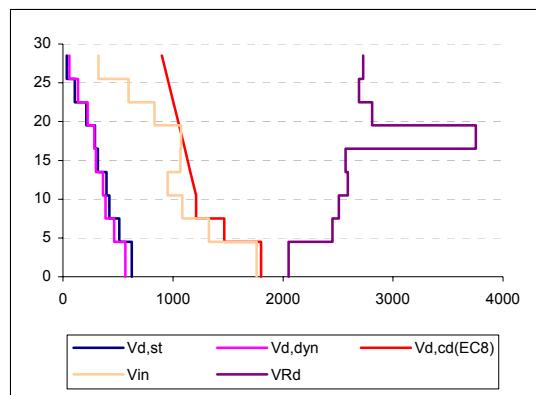
Στοιχεία ανάλυσης 89	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Σενάριο M=7.8
Στάθμη έντασης	2.0 A _d (Σεισμική δράση ελέγχου Ο.Κ.Κ)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	EI _{ef} =M _y /φ _y
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Πίνακας 3. 508 Στοιχεία ανάλυσης 89.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	V _{in} [kN]	V _{Rd} [kN]
Ισόγειο	1758.87	2050.443
1 ^{ος}	1326	2448.753
2 ^{ος}	1084.62	2507.792
3 ^{ος}	952.13	2588.717
4 ^{ος}	1068.2	2569.024
5 ^{ος}	1073.28	3754.04
6 ^{ος}	833.25	2809.339
7 ^{ος}	595.58	2691.279
8 ^{ος}	322.45	2728.003

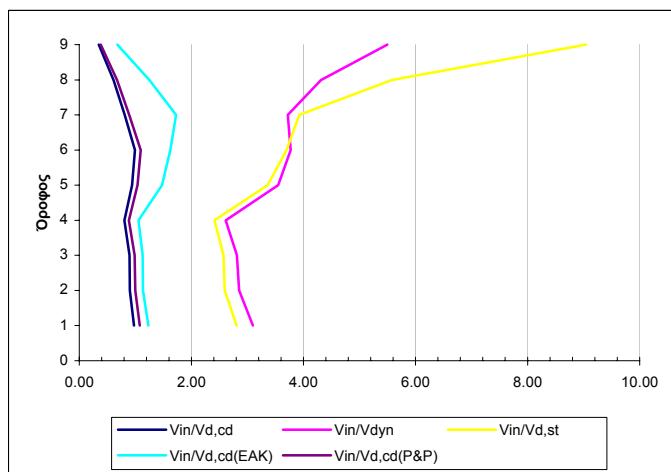
Πίνακας 3.509 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνοντάς που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.442 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in}/V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	2.81	3.10	0.98	1.23	1.08
1ος	2.60	2.85	0.90	1.14	1.00
2ος	2.57	2.81	0.90	1.13	0.99
3ος	2.41	2.61	0.80	1.06	0.89
4ος	3.36	3.55	0.94	1.47	1.04
5ος	3.70	3.77	0.99	1.62	1.10
6ος	3.93	3.72	0.81	1.72	0.89
7ος	5.58	4.31	0.61	1.25	0.67
8ος	9.04	5.50	0.35	0.68	0.38

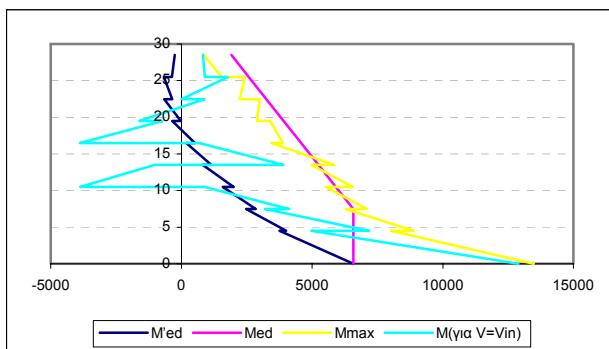
Πίνακας 3.510 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $V_{d,cd(P&P)}$).



Σχήμα 3.443 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $V_{d,cd(P&P)}$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	13486.01	12895.24
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	8010.45	4980.32
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	8882.04	7176.29
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	6284.2	3198.3
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	7089.13	4114.98
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	5522.78	891.97
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	6555.01	-3879.9
	Κεφαλή	817.25	5244.04	4973.98	-1023.51
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	5841.09	3902.11
	Κεφαλή	189.12	4578.18	3450.64	697.52
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	3887.35	-3887.35
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	3396.15	-724.34
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	2896.64	-1608.13
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	2988.93	891.62
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	2229.01	2.02
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	2423.64	1778.25
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1552.14	894.87
	Κεφαλή	-250	1914.72	851.62	822.09

Πίνακας 3.511 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



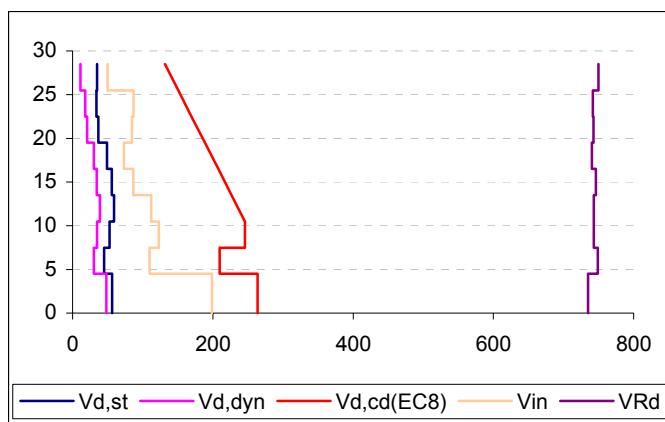
Σχήμα 3.444 Ροτές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του ισογείου του τοιχώματος ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	198.79	735.1701
1ος	109.47	748.7688
2ος	122.88	743.3757
3ος	112.12	743.5013
4ος	86.53	745.9483
5ος	73.32	740.6061
6ος	84.6	742.7568
7ος	86.73	741.9162
8ος	49.86	749.7744

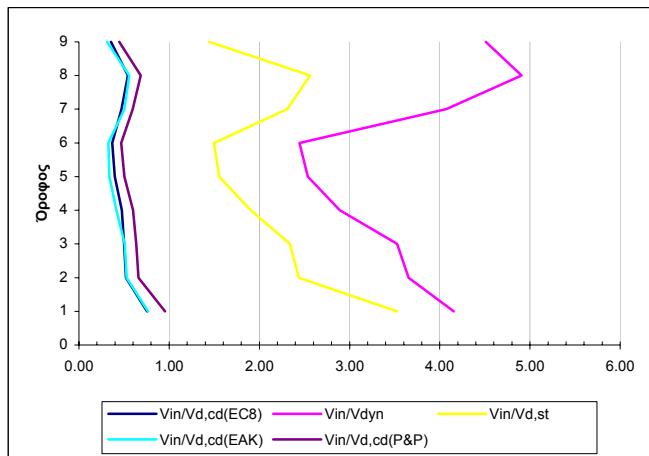
Πίνακας 3.512 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.445 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	3.53	4.15	0.75	0.77	0.96
1ος	2.44	3.66	0.52	0.53	0.66
2ος	2.34	3.53	0.50	0.51	0.63
3ος	1.91	2.89	0.47	0.41	0.60
4ος	1.55	2.54	0.40	0.34	0.50
5ος	1.50	2.44	0.37	0.33	0.47
6ος	2.31	4.07	0.47	0.50	0.60
7ος	2.56	4.91	0.54	0.56	0.69
8ος	1.44	4.51	0.35	0.31	0.45

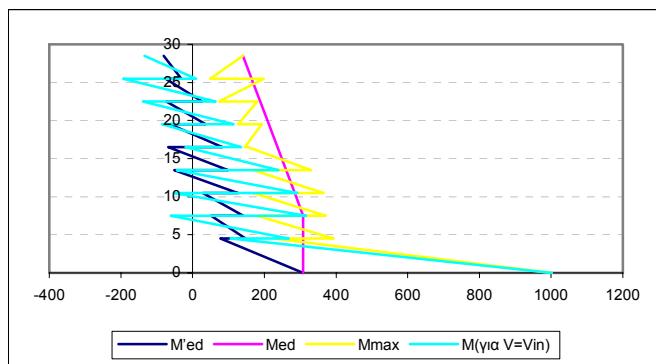
Πίνακας 3.513 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $(V_{d,cd(P&P)})$.



Σχήμα 3.446 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}$ (EC8), $V_{d,cd}$ (EAK) & $V_{d,cd}(P&P)$).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{\gamma_{ta} V=Vin}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	308.71	308.71	1001.04	1001.04
	Κεφαλή	77.95	308.71	226.74	106.49
2ος	Πόδας	147.51	308.71	393.53	267.66
	Κεφαλή	51.65	308.71	179.2	-60.74
3ος	Πόδας	140.94	308.71	371.67	316.67
	Κεφαλή	28.15	284.7	167.52	-51.97
4ος	Πόδας	125.49	284.7	365.38	292.62
	Κεφαλή	-51.02	260.68	168.82	-43.75
5ος	Πόδας	99.15	260.68	330.71	239.7
	Κεφαλή	-67.95	236.65	153.43	-19.89
6ος	Πόδας	83.31	236.65	145.53	134.49
	Κεφαλή	-63.63	212.62	193.14	-85.47
7ος	Πόδας	36.25	212.62	127.09	114.22
	Κεφαλή	-73.67	188.61	180.69	-138.68
8ος	Πόδας	26.27	188.61	73.8	64.6
	Κεφαλή	-75.32	164.58	197.9	-193.47
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	48.96	9.76
	Κεφαλή	-80.5	140.56	139.82	-134.35

Πίνακας 3.514 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθός και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνονοσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{\gamma_{ta} V=Vin}$).



Σχήμα 3.447 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας ($M_{yia\ V=V_{in}}$).

Καμία πλαστική άρθρωση και καμία αυτοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα αυτό.

15) Ανελαστική δυναμική ανάλυση 90

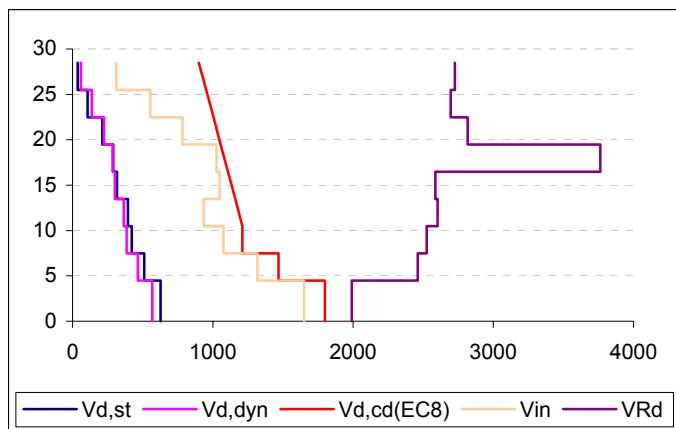
Στοιχεία ανάλυσης 90	
Φορέας	Dual 2
Σεισμική διέγερση	Σενάριο M=7.8
Στάθμη έντασης	2.0 A_d (Σεισμική δράση ελέγχου O.K.K)
Δυσκαμψία δομικών στοιχείων	$EI_{ef}=M_y/\phi_y$
Συντελεστές ομαλοποίησης	Αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Πίνακας 3. 515 Στοιχεία ανάλυσης 90.

α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

Όροφος	$V_{in} [\text{kN}]$	$V_{Rd} [\text{kN}]$
Ισόγειο	1650.86	1989.947
1ος	1316.81	2460.407
2ος	1076.05	2524.754
3ος	934.7	2603.621
4ος	1047.63	2586.741
5ος	1025.45	3763.119
6ος	783.97	2816.996
7ος	554.11	2696.399
8ος	313.61	2727.043

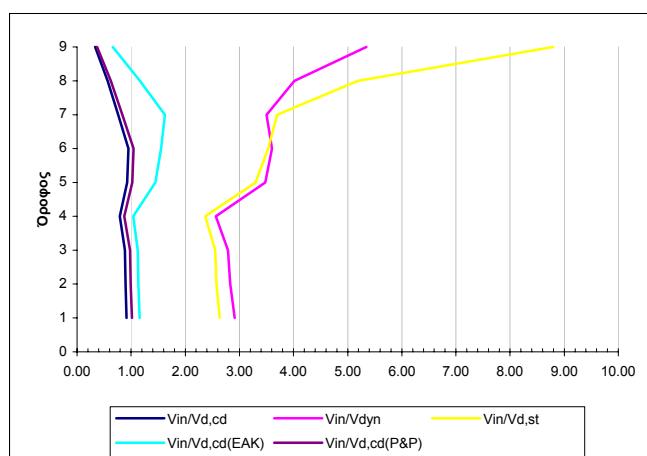
Πίνακας 3.516 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο των τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.448 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd}(EC8)$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνονοσες αυτές.

Όροφος	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,dyn}$	$V_{in}/V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in}/V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in}/V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	2.63	2.91	0.92	1.16	1.01
1ος	2.58	2.83	0.90	1.13	0.99
2ος	2.55	2.79	0.89	1.12	0.98
3ος	2.37	2.56	0.79	1.04	0.87
4ος	3.29	3.48	0.92	1.45	1.02
5ος	3.53	3.60	0.95	1.55	1.05
6ος	3.70	3.50	0.76	1.62	0.84
7ος	5.19	4.01	0.57	1.16	0.63
8ος	8.79	5.34	0.34	0.66	0.37

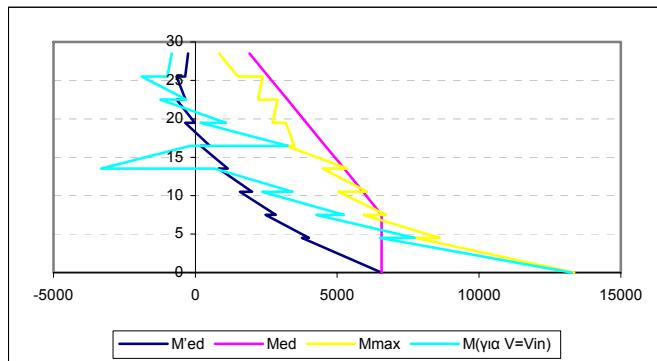
Πίνακας 3.517 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.



Σχήμα 3.449 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνονοσες των ελαστικών αναλόσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνονοσες ($V_{d,cd}(EC8)$, $V_{d,cd}(EAK)$ & $(V_{d,cd}(P&P))$.

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=V_{in}}$ (kNm)
Ιούγειο	Πόδας	6575.76	6575.76	13366.18	13276.49
	Κεφαλή	3755.3	6575.76	7768.87	6513.75
2ος	Πόδας	4008.3	6575.76	8610.46	7733.62
	Κεφαλή	2475.36	6575.76	5942.02	4269.96
3ος	Πόδας	2844.7	6575.76	6733.38	5233.91
	Κεφαλή	1579.72	5909.9	5044.35	2363.17
4ος	Πόδας	2001.03	5909.9	6067.47	3430.76
	Κεφαλή	817.25	5244.04	4493.74	688.64
5ος	Πόδας	1143.2	5244.04	5359.76	-3319.55
	Κεφαλή	189.12	4578.18	3206.26	-176.66
6ος	Πόδας	519.7	4578.18	3488.54	3261.23
	Κεφαλή	-350.68	3912.31	3187.09	184.87
7ος	Πόδας	-21.61	3912.31	2728.75	1080.99
	Κεφαλή	-658.15	3246.45	2900.98	-1223.2
8ος	Πόδας	-343.69	3246.45	2217.58	-321.01
	Κεφαλή	-664.16	2580.59	2374.35	-1885.81
9ος	Πόδας	-357.05	2580.59	1506.39	-989.3
	Κεφαλή	-250	1914.72	836.78	-829.95

Πίνακας 3.518 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=V_{in}}$).



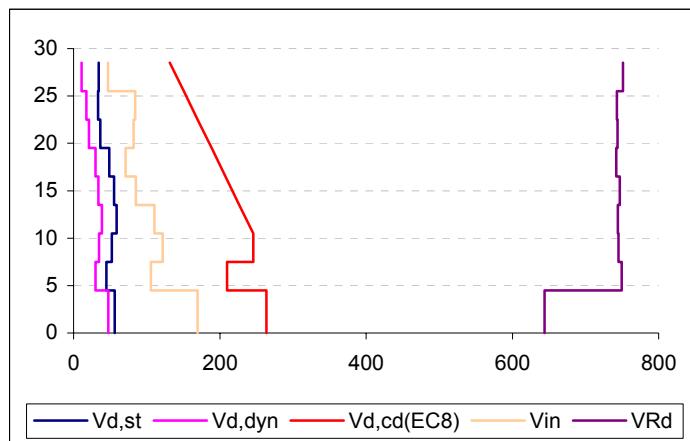
Σχήμα 3.450 Ροπές ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=V_{in}}$).

Πλαστική άρθρωση σχηματίσθηκε μόνο στη βάση του ισογείου του τοιχώματος ενώ καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε αυτό.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

Όροφος	V_{in} [kN]	V_{Rd} [kN]
Ισόγειο	169.5	643.997
1ος	106	749.1166
2ος	121.92	744.777
3ος	110.65	744.1157
4ος	85.17	746.4505
5ος	71.16	742.0229
6ος	82.32	743.6314
7ος	84.59	742.669
8ος	47.32	751.1111

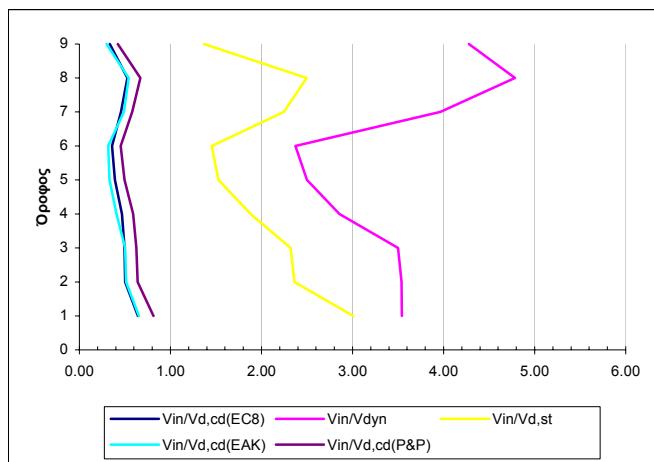
Πίνακας 3.519 Μέγιστες απόλυτες τιμές τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση για κάθε στοιχείο του τοιχώματος καθώς και οι αντίστοιχες αντοχές έναντι διαγώνιου ελκυσμού.



Σχήμα 3.451 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τον θεωρούμενο κανονισμό ($V_{d,cd(EC8)}$), και των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση καθώς και των αντοχών (V_{Rd}) που αντιστοιχούν στις τέμνουσες αυτές.

Όροφος	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,dyn}$	$V_{in} / V_{d,cd(EC8)}$	$V_{in} / V_{d,cd(EAK)}$	$V_{in} / V_{d,cd(P&P)}$
Ισόγειο	3.01	3.54	0.64	0.65	0.81
1ος	2.36	3.54	0.51	0.51	0.64
2ος	2.32	3.50	0.50	0.50	0.63
3ος	1.88	2.85	0.47	0.41	0.59
4ος	1.53	2.50	0.39	0.33	0.50
5ος	1.45	2.37	0.36	0.32	0.45
6ος	2.25	3.96	0.46	0.49	0.58
7ος	2.50	4.78	0.53	0.54	0.67
8ος	1.37	4.28	0.34	0.30	0.42

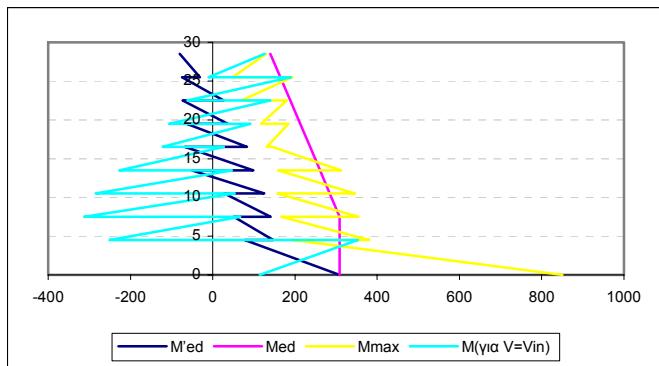
Πίνακας 3.520 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd(EC8)}$, $V_{d,cd(EAK)}$ & $V_{d,cd(P&P)}$).



Σχήμα 3.446 Λόγοι των μεγίστων απόλυτων τιμών τέμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση προς τις τέμνουσες των ελαστικών αναλύσεων ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$) και προς τις ικανοτικές τέμνουσες ($V_{d,cd}$ (EC8), $V_{d,cd}$ (EAK)& ($V_{d,cd}$ (P&P)).

Όροφος		M'_{Ed} (kNm)	M_{Ed} (kNm)	M_{max} (kNm)	$M_{για V=Vin}$ (kNm)
Ισόγειο	Πόδας	308.71	308.71	850.27	114.62
	Κεφαλή	77.95	308.71	194.04	353.03
2ος	Πόδας	147.51	308.71	380.69	-251.09
	Κεφαλή	51.65	308.71	166.83	66.9
3ος	Πόδας	140.94	308.71	354.4	-312.34
	Κεφαλή	28.15	284.7	157.36	53.42
4ος	Πόδας	125.49	284.7	346.1	-284.95
	Κεφαλή	-51.02	260.68	158.91	47
5ος	Πόδας	99.15	260.68	312.76	-227.12
	Κεφαλή	-67.95	236.65	144.81	26.93
6ος	Πόδας	83.31	236.65	131.5	-121.64
	Κεφαλή	-63.63	212.62	183.86	91.85
7ος	Πόδας	36.25	212.62	117.22	-106.1
	Κεφαλή	-73.67	188.61	180.27	139.91
8ος	Πόδας	26.27	188.61	69.97	-61.54
	Κεφαλή	-75.32	164.58	193.17	189.96
9ος	Πόδας	-31.18	164.58	48.57	-10.61
	Κεφαλή	-80.5	140.56	129.86	126.49

Πίνακας 3.521 Τιμές των ροπών ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλοντα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνουσας από την ανελαστική δυναμική ανάλυση ($M_{για V=Vin}$).



Σχήμα 3.447 Ροπές ισοδύναμης φρασματικής ανάλυσης (M'_{Ed}), μετατοπισμένη περιβάλλονσα σχεδιασμού (M_{Ed}), μέγιστες απόλυτες τιμές των ροπών από την ανελαστική δυναμική ανάλυση (M_{max}) καθώς και τιμές των ροπών που αναπτύσσονται τη χρονική στιγμή εκδήλωσης της μέγιστης τέμνοντας ($M_{για V=Vin}$).

Καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα αυτό.

16) Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των αναλύσεων για τη σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Κ του φορέα Dual 2.

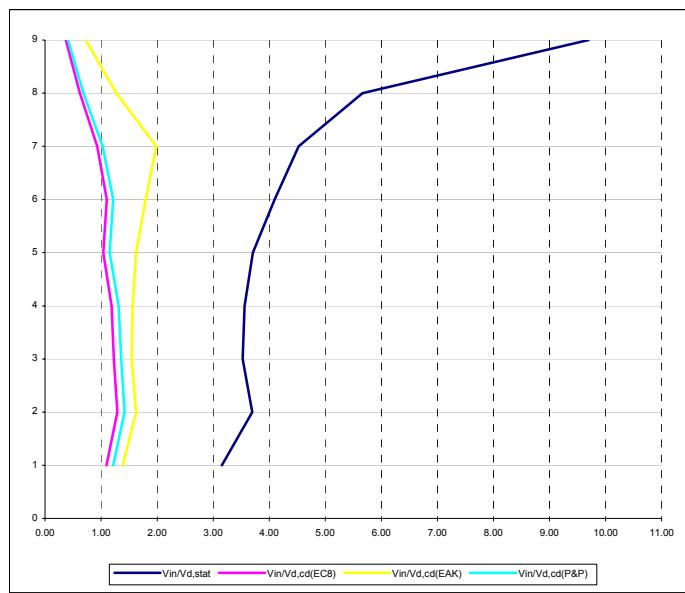
α) Κεντρικό τοίχωμα ($l_w = 6m$)

-Για δυσκαμψία EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$
Ισόγειο	1976.056	0.012	1.10	3.15	1.38	1.21
1ος	1890.342	0.036	1.29	3.70	1.62	1.42
2ος	1486.02	0.031	1.23	3.52	1.55	1.36
3ος	1404.924	0.019	1.19	3.56	1.56	1.31
4ος	1179.382	0.015	1.04	3.71	1.63	1.15
5ος	1189.222	0.015	1.10	4.10	1.80	1.22
6ος	959.58	0.015	0.93	4.52	1.99	1.03
7ος	605.242	0.011	0.62	5.67	1.27	0.68
8ος	345.568	0.009	0.37	9.69	0.73	0.41

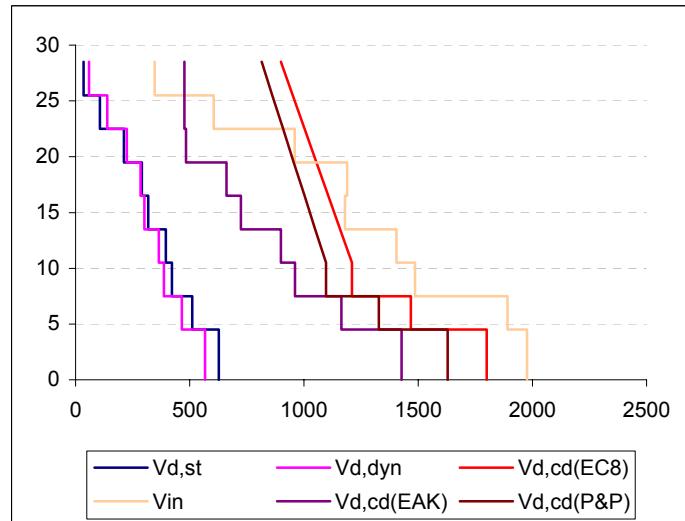
Πίνακας 3.522 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$.

Οι μέσοι όροι των λόγων των τεμνουσών του προηγούμενου πίνακα έχουν σχεδιασθεί στο ακόλουθο σχήμα:



Σχήμα 3.448 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,stat}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P\&P})$.

Αντίστοιχα οι μέσοι όροι των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από την ανελαστική δυναμική ανάλυση φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα από κοινού με τις τέμνουσες της ισοδύναμης φασματικής ανάλυσης, τις τέμνουσες της δυναμικής φασματικής ανάλυσης καθώς και τις ικανοτικές τέμνουσες προσδιορισμένες είτε με βάση τους κανονισμούς EC8 και EAK είτε με βάση το μοντέλο των Paulay και Priestley.

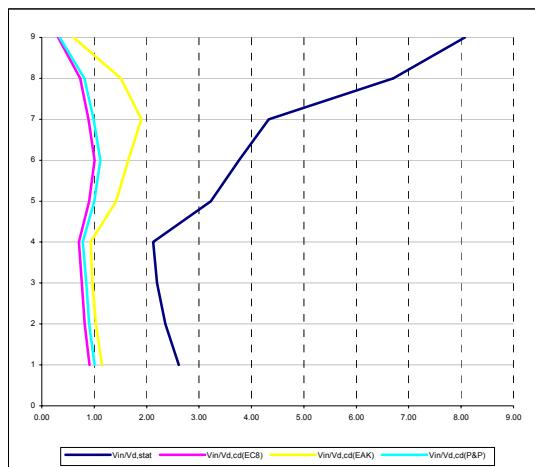


Σχήμα 3.449 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(\text{EC8})$ & $V_{d,cd}(\text{EAK})$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(\text{P\&P})$), και των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλόσεις για τη δυναμική που προβλέπει για τα δομικά στοιχεία ο EC8.

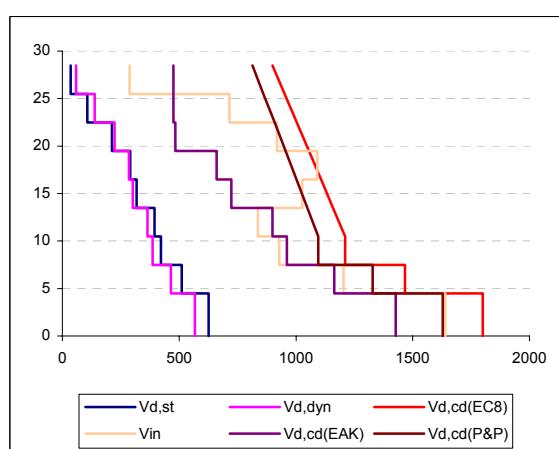
- Για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$
Ισόγειο	1639.75	0.032	0.91	2.62	1.15	1.01
1ος	1203.866	0.027	0.82	2.36	1.03	0.91
2ος	927.408	0.042	0.77	2.20	0.97	0.85
3ος	838.022	0.031	0.71	2.12	0.93	0.78
4ος	1026.104	0.034	0.91	3.23	1.42	1.00
5ος	1091.264	0.054	1.01	3.76	1.65	1.12
6ος	918.922	0.059	0.89	4.33	1.90	0.99
7ος	716.156	0.032	0.73	6.70	1.51	0.81
8ος	287.87	0.004	0.31	8.07	0.61	0.34

Πίνακας 3.523 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$, V_{in} καθός και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$.



Σχήμα 3.450 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$.

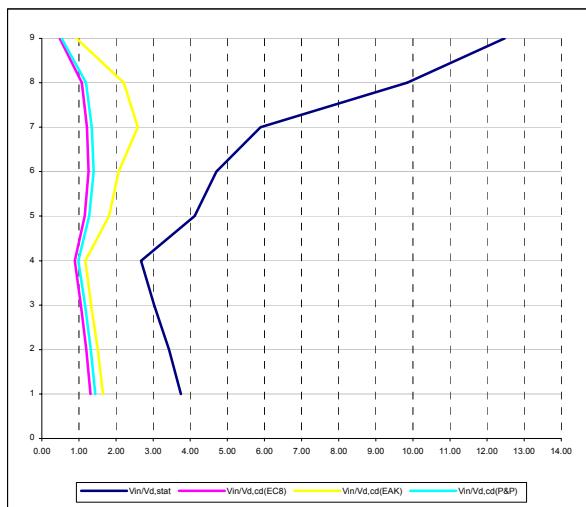


Σχήμα 3.451 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(\text{EC8})$ & $V_{d,cd}(\text{EAK})$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(\text{P&P})$), και των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

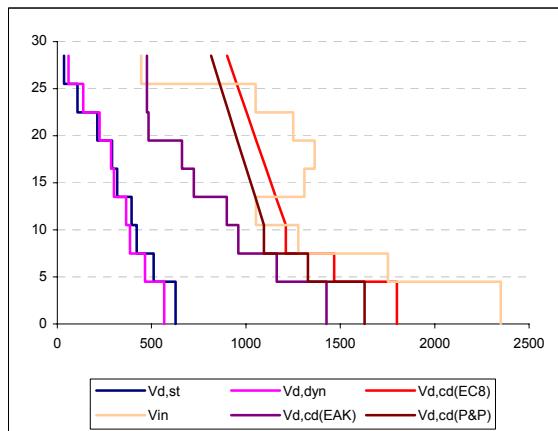
- Για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$
Ισόγειο	2350.8	0.137	1.31	3.75	1.65	1.44
1ος	1753.562	0.074	1.20	3.43	1.51	1.32
2ος	1277.188	0.017	1.05	3.03	1.33	1.17
3ος	1053.742	0.014	0.89	2.67	1.17	0.98
4ος	1309.152	0.067	1.16	4.12	1.81	1.28
5ος	1364.464	0.088	1.26	4.70	2.06	1.39
6ος	1250.666	0.156	1.21	5.89	2.59	1.34
7ος	1051.77	0.196	1.08	9.85	2.21	1.19
8ος	444.838	0.025	0.48	12.47	0.93	0.53

Πίνακας 3.524 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$, V_{in} καθός και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$.



Σχήμα 3.452 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$.



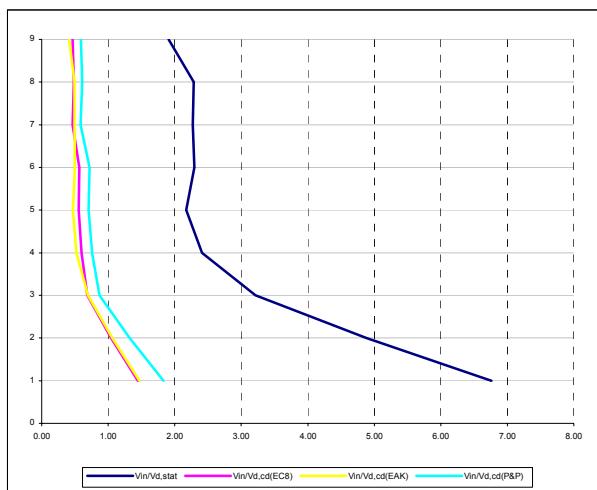
Σχήμα 3.453 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(\text{EC8})$ & $V_{d,cd}(\text{EAK})$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(\text{P&P})$), και των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

β) Γωνιακό τοίχωμα ($l_w = 2m$)

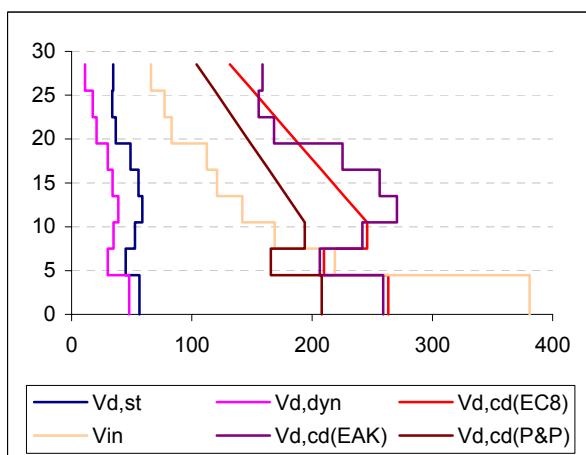
- Για δυσκαμψία EC8 ($EI_{ef}=0.5EI_g$)

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in} / V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in} / V_{d,st}$	$V_{in} / V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in} / V_{d,cd}(P&P)$
Iσόγειο	380.914	0.0688	1.45	6.76	1.47	1.83
1ος	218.896	1.0032	1.04	4.88	1.06	1.32
2ος	168.94	0.0989	0.69	3.21	0.70	0.87
3ος	141.968	0.0013	0.60	2.41	0.52	0.76
4ος	121.042	0.0023	0.56	2.17	0.47	0.71
5ος	112.478	0.0013	0.57	2.30	0.50	0.72
6ος	83.302	0.0010	0.46	2.27	0.49	0.59
7ος	77.412	0.0012	0.48	2.29	0.50	0.61
8ος	65.828	0.0002	0.47	1.91	0.41	0.59

Πίνακας 3.525 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$, V_{in} καθώς και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$.



Σχήμα 3.454 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$.

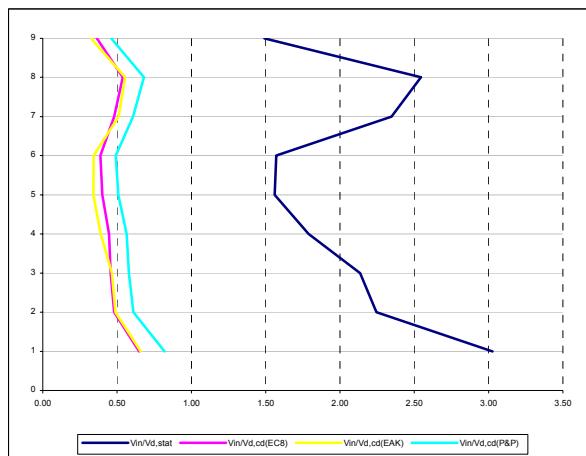


Σχήμα 3.455 Σχεδιασμός των τεμνουσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλύσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνουσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(EC8)$ & $V_{d,cd}(EAK)$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(P&P)$), και των μέσων όρων των μεγιστών απόλυτων τιμών τεμνουσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για τη δυσκαμψία που προβλέπει για τα δομικά στοιχεία ο EC8.

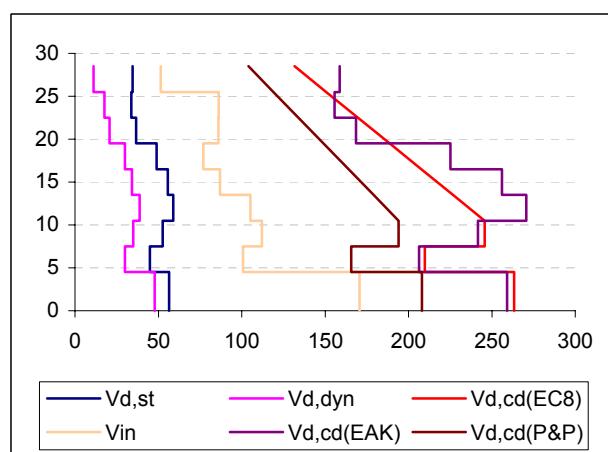
- Για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$	$V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$
Ισόγειο	170.54	0.018	0.65	3.03	0.66	0.82
1ος	100.774	0.004	0.48	2.24	0.49	0.61
2ος	112.176	0.005	0.46	2.13	0.46	0.58
3ος	105.246	0.003	0.45	1.79	0.39	0.56
4ος	86.95	0.002	0.40	1.56	0.34	0.51
5ος	76.968	0.001	0.39	1.57	0.34	0.49
6ος	85.964	0.006	0.48	2.35	0.51	0.61
7ος	86.136	0.008	0.54	2.54	0.55	0.68
8ος	51.488	0.003	0.36	1.49	0.32	0.46

Πίνακας 3.526 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$, V_{in} καθός και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$.



Σχήμα 3.456 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EC8})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{EAK})$, $V_{in}/V_{d,cd}(\text{P&P})$.

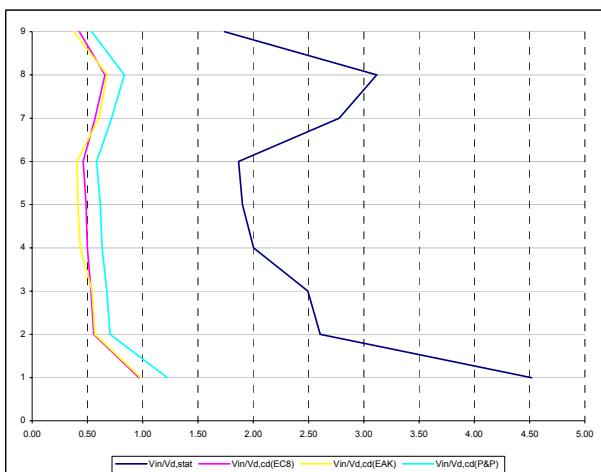


Σχήμα 3.457 Σχεδιασμός των τεμνονσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(\text{EC8})$ & $V_{d,cd}(\text{EAK})$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(\text{P&P})$), και των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλόσεις για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8.

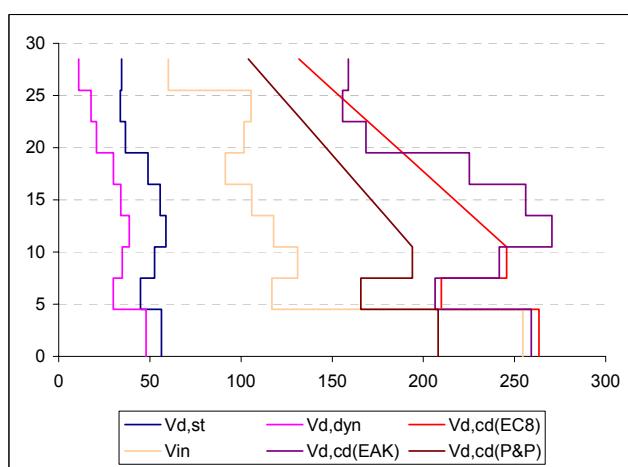
- Για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.

Όροφος	V_{in}	σ^2	$V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$	$V_{in}/V_{d,st}$	$V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$	$V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$
Ισόγειο	254.614	0.130	0.97	4.52	0.98	1.22
1ος	116.942	0.004	0.56	2.61	0.57	0.71
2ος	131.058	0.002	0.53	2.49	0.54	0.68
3ος	117.898	0.002	0.50	2.00	0.44	0.63
4ος	105.93	0.007	0.49	1.90	0.41	0.62
5ος	91.392	0.007	0.46	1.87	0.41	0.58
6ος	101.734	0.010	0.57	2.78	0.60	0.72
7ος	105.51	0.014	0.66	3.12	0.68	0.83
8ος	60.086	0.005	0.43	1.74	0.38	0.54

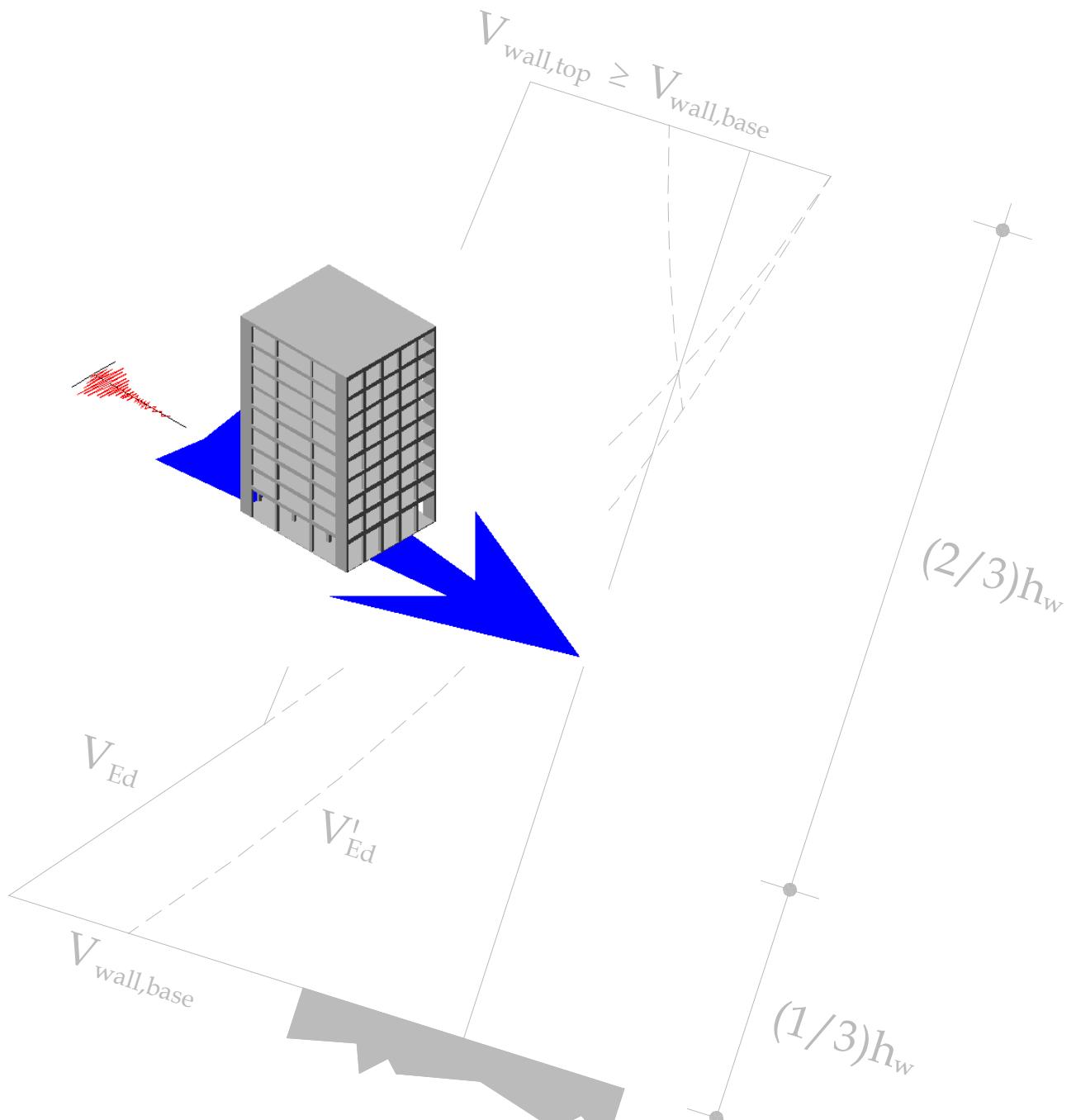
Πίνακας 3.527 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$, V_{in} καθός και η διασπορά των τιμών $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$.



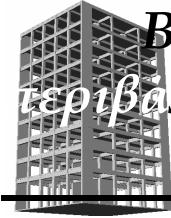
Σχήμα 3.458 Μέσοι όροι των λόγων $V_{in}/V_{d,st}$, $V_{in}/V_{d,cd}(EC8)$, $V_{in}/V_{d,cd}(EAK)$, $V_{in}/V_{d,cd}(P&P)$.



Σχήμα 3.459 Σχεδιασμός των τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ελαστικές αναλόσεις ($V_{d,st}$ & $V_{d,dyn}$), των ικανοτικών τεμνονοσών για τους θεωρούμενους κανονισμούς ($V_{d,cd}(EC8)$ & $V_{d,cd}(EAK)$) και μοντέλα ($V_{d,cd}(P&P)$), και των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών (V_{in}) που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλόσεις για δυσκαμψία $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ αλλά για συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη για δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$.



Κεφάλαιο 4



Βαθμονόμηση της διαδικασίας χάραξης της περιβάλλονσας των τεμνουσών σχεδιασμού των τοιχωμάτων μικτών συστημάτων

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται το πρόβλημα της διαδικασίας χάραξης της περιβάλλονσας των τεμνουσών σχεδιασμού των τοιχωμάτων που ανήκουν σε μικτά συστήματα (πλαισίων - τοιχωμάτων, dual systems), αναλύονται διεξοδικά οι μέθοδοι που προτείνονται για το θέμα αυτό από τους σύγχρονους κανονισμούς και όχι μόνο, σχολιάζονται τα αποτελέσματα των ανελαστικών δυναμικών αναλύσεων των μικτών συστημάτων που παρουσιάσθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας και τέλος περιλαμβάνονται προτάσεις διόρθωσης των μεθόδων που προβλέπουν οι σύγχρονοι κανονισμοί.



4.1 Το πρόβλημα της διαδικασίας χάραξης της περιβάλλονσας των τεμνουσών σχεδιασμού

Η φιλοσοφία του ικανοτικού σχεδιασμού, στην οποία στηρίζεται ο αντισεισμικός υπολογισμός των κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα διέπεται από δύο βασικές αρχές που είναι οι εξής:

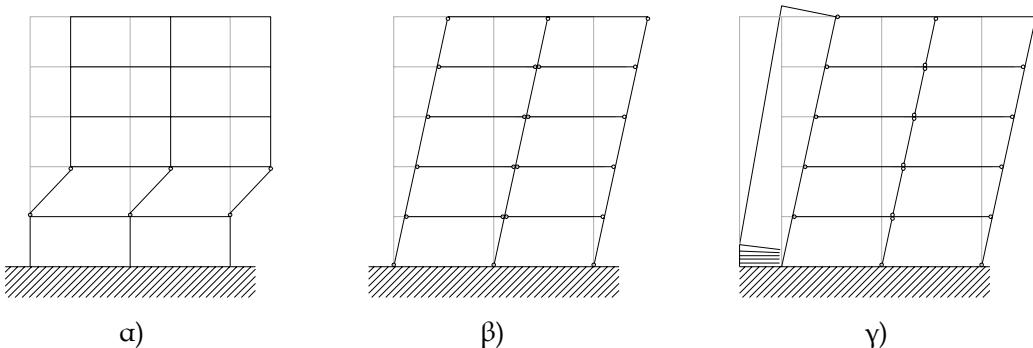
1. Η απόσβεση της σεισμικής ενέργειας πρέπει να γίνεται κυρίως από τα στοιχεία που διαθέτουν τη μεγαλύτερη πλαστιμότητα και που είναι σχετικά εύκολο να επισκευασθούν. Για ένα κτίριο από οπλισμένο σκυρόδεμα η αρχή αυτή μεταφράζεται στην απαίτηση να προηγείται η αστοχία των δοκών και των τοιχωμάτων εκείνης των υποστυλωμάτων.
2. Η απόσβεση της σεισμικής ενέργειας πρέπει να γίνεται μέσα από καμπτικούς μηχανισμούς διαρροής και όχι από διατμητικούς ή οιλισθητικούς. Αυτό σημαίνει ότι η αστοχία ενός δομικού στοιχείου σε κάμψη πρέπει πάντα να προηγείται της αστοχίας σε διάτμηση καθώς και της αστοχίας των αγκυρώσεων του οπλισμού.

Η πρώτη από τις δύο αρχές καθορίζει την ιεραρχημένη αστοχία των διαφορετικών δομικών στοιχείων μίας κατασκευής, ενώ η δεύτερη τον τρόπο αστοχίας καθενός δομικού στοιχείου έτσι ώστε να εξασφαλισθεί ο σχηματισμός ενός σταθερού μηχανισμού απόσβεσης της ενέργειας που εισάγεται κατά την διάρκεια ενός σεισμικού φαινομένου, χωρίς κατάρρευση ακόμη και για έναν καταστροφικό σεισμό με περίοδο επανάληψης πολύ μεγαλύτερης από αυτήν του σεισμού σχεδιασμού.

Ο βασικός μηχανισμός κατάρρευσης ο οποίος και επιδιώκεται να αποφευχθεί με βάση τις δύο προαναφερθείσες αρχές είναι αυτός του μηχανισμού ορόφου. Ας θεωρήσουμε το πλαίσιο οπλισμένου σκυροδέματος που φαίνεται στο σχήμα 4.1. Κατά την δημιουργία αυτού του μηχανισμού σε έναν από τους ορόφους του πλαισίου αυτού, πλαστικές αρθρώσεις (τονίζουμε και πάλι πως η καμπτική διαρροή θα πρέπει να προηγείται της διατμητικής ή οιλισθητικής αστοχίας!) σχηματίζονται στις κεφαλές και στις βάσεις όλων των κατακορύφων στοιχείων του αυτού ορόφου. Αυτό οδηγεί σε μεγάλες οριζόντιες μεταθέσεις που συνεπάγονται αφενός μεγάλες δυνατότητες για απαιτούμενες

πλαστικές στροφές στα άκρα των υποστυλωμάτων οι οποίες δεν είναι (κατά κανόνα) δυνατόν να επιτευχθούν δεδομένου του υψηλού αξονικού φορτίου των στοιχείων αυτών και αφετέρου μεγάλες σχετικές μετακινήσεις ορόφων τέτοιες ώστε οι ροπές δευτέρας τάξεως (λόγω των αξονικών δυνάμεων) να επιταχύνουν την κατάρρευση της κατασκευής. Αποφυγή του μηχανισμού αυτού είναι δυνατή μόνο αν κατασκευάσουμε το πλαίσιο αυτό με «ισχυρούς στύλους και ασθενείς δοκούς» κατά τρόπο ώστε να εξασφαλίσουμε ότι σε κάθε κόμβο οι πλαστικές αρθρώσεις (καμπτική διαρροή) θα σχηματισθούν στις δοκούς που συμβάλλουν σε αυτόν και όχι στα υποστυλώματα.

Για την περίπτωση των μικτών συστημάτων, η παρουσία των τοιχωμάτων* διαφοροποιεί (προς το ευνοϊκότερο) την προσέγγιση στο θέμα αυτό. Έτσι ο ικανοτικός σχηματισμός προβλέπει πως τα τοιχώματα θα πρέπει να σχεδιασθούν σε κάμψη κατά τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται ο σχηματισμός πλαστικής άρθρωσης μόνο στη βάση τους. Αυτό σημαίνει με απλά λόγια πως εφόσον πλαστικές αρθρώσεις δεν θα πρέπει να αναμένονται καθ' ύψος του τοιχώματος, έτσι δεν θα πρέπει να αναμένεται και σχηματισμός μηχανισμού ορόφου καθ' ύψος αυτού, εφόσον απαραίτητη προϋπόθεση για ένα τέτοιο μηχανισμό είναι οι πλαστικές αρθρώσεις να σχηματισθούν στα άκρα, όλων των κατακορύφων στοιχείων του ορόφου συμπεριλαμβανομένων και των τοιχωμάτων. Δοθέντος ότι κάτι τέτοιο εξασφαλίζεται με επαρκή σιγουριά για τα τοιχώματα δεν είναι απαραίτητος ο έλεγχος αποφυγής σχηματισμού πλαστικών αρθρώσεων στα υποστυλώματα (ή διαφορετικά ικανοτικός έλεγχος κόμβου δοκού υποστυλώματος). Επί πλέον υπό την προϋπόθεση σωστής κατασκευαστικής διαμόρφωσης του τοιχώματος στη περιοχή της αναμενόμενης πλαστικής άρθρωσης (κρίσιμη περιοχή κοντά στη βάση του) παρέχεται η δυνατότητα απόσβεσης σημαντικών ποσοτήτων σεισμικής ενέργειας πράγμα κρίσιμο για την απόκριση της κατασκευής κατά τη διάρκεια ενός σεισμικού φαινομένου.

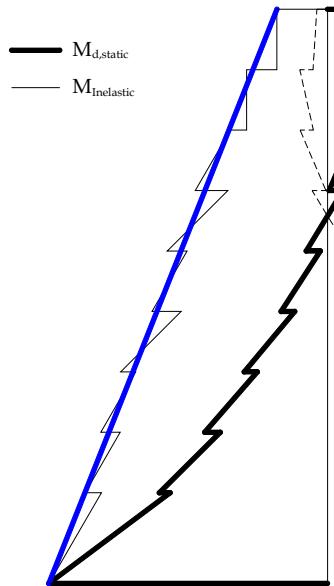


Σχήμα 4.1. α) Σχηματισμός μηχανισμού ορόφου σε αμιγές πλαίσιο δοκών υποστυλωμάτων β) αποφυγή του σχηματισμού μηχανισμού ορόφου στο προηγούμενο πλαίσιο μέσω της διασφάλισης των σχηματισμού των πλαστικών αρθρώσεων στις δοκούς και όχι στα υποστυλώματα γ) αποφυγή του σχηματισμού μηχανισμού ορόφου σε μικτό σύστημα πλαισίου τοιχώματος.

Από τα ως τώρα εκτεθέντα γίνεται φανερό πως η ορθή διαστασιολόγηση των τοιχωμάτων είναι υψίστης σημασίας για την επιτυχή απόκριση των μικτών συστημάτων σε ισχυρές σεισμικές διεγέρσεις. Το πρώτο βήμα προς τούτο δεν είναι άλλο από την αντιμετώπιση του προβλήματος της κάμψης. Δοθέντος ότι αυτό δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσης μικρή μόνο αναφορά θα γίνει στα επόμενα.

(*) Τονιζούμε ότι η παρούσα μελέτη αναφέρεται αποκλειστικά σε τοιχώματα για τα οποία ισχύει πως $h_w/l_w > 2.0$ («ψηλά» τοιχώματα)

Στο σχήμα 4.2 παρουσιάζονται δύο τυπικά διαγράμματα ροπών κάμψεως. Αυτό που αντιστοιχεί στις οριζόντιες δυνάμεις όπως καθορίζονται από την εφαρμογή της απλοποιημένης φασματικής μεθόδου και οι οποίες αντιστοιχούν στη πρώτη ιδιομορφή ταλαντώσεως του φορέα καθώς και μία τυπική περιβάλλουσα των μεγίστων ροπών κάμψεως όπως προκύπτουν από μία ανελαστική δυναμική ανάλυση (πλήθος τέτοιων διαγραμμάτων έχουν ήδη παρουσιασθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας).



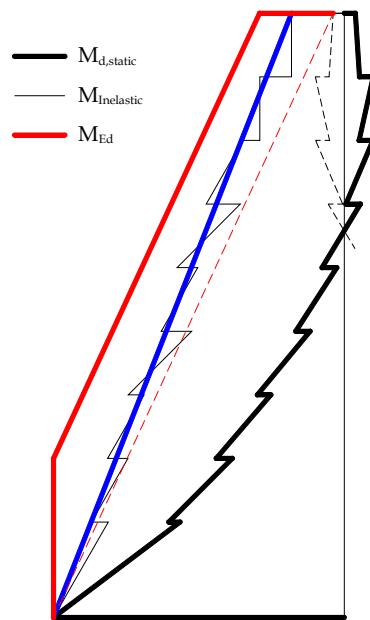
Σχήμα 4.2. Τυπικά διαγράμματα ροπών κάμψεως τοιχώματος που ανήκει σε μικτό σύστημα. Ως $M_{d,static}$ ορίζονται οι ροπές που προκύπτουν από την εφαρμογή της ισοδύναμης φασματικής μεθόδου (ψευδοστατική μέθοδος) ενώ ως $M_{inelastic}$ αντές που αντιστοιχούν σε μία τυπική περιβάλλουσα ροπών κάμψεως όπως προκύπτουν από μία ανελαστική δυναμική ανάλυση.

Τα βασικά συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν από ένα τέτοιο σχήμα είναι τα εξής δύο:

1. Παρατηρείται μία προσεγγιστικά γραμμική μεταβολή (βλέπε γραμμή χρώματος μπλε στο σχήμα 4.2) των απαιτήσεων σε κάμψη κατά τη διάρκεια της ανελαστικής δυναμικής απόκρισης του τοιχώματος στην εδαφική δύνηση.
2. Αν ο οπλισμός κάμψης των τοιχωμάτων πρόκειται να κλιμακωθεί ακριβώς σύμφωνα με τις ροπές που προκύπτουν από την ελαστική ανάλυση, οι πλαστικές αρθρώσεις θα μπορούσαν να σχηματισθούν, στη διάρκεια ενός ισχυρού σεισμού, με ίδια πιθανότητα σε οποιοδήποτε σημείο καθ' ύψος των τοιχωμάτων. Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κάτι τέτοιο είναι εντελώς ανεπιθύμητο από την άποψη ότι θα καθιστούσε πιθανό τον κίνδυνο σχηματισμού μηχανισμού ορόφου. Επιπρόσθετα σε αυτό όμως, οι πολλές πλαστικές αρθρώσεις θα απαιτήσουν ειδική και αναγκαστικά δαπανηρότερη διαμόρφωση των λεπτομερειών όπλισης σε όλο το ύψος του τοιχώματος ενώ θα μειώσουν και την διατμητική αντοχή (λόγω διαρροής του οπλισμού κάμψης). Το λογικό συνεπώς είναι να διαθέσουμε σε όλες τις θέσεις εκτός της βάσεως του τοιχώματος καμπτική αντοχή που θα υπερβαίνει τις πιθανές μέγιστες απαιτήσεις, όπως αυτές μπορούμε να θεωρήσουμε ότι εκφράζονται από την τυπική περιβάλλουσα ροπών μίας ανελαστικής δυναμικής ανάλυσης.

Ετσι ο οπλισμός κάμψης θα πρέπει να κλιμακώνεται ώστε να εξασφαλίζει γραμμική μεταβολή της ροπής αντοχής καθ' ύψος του τοιχώματος. Η διακεκομένη κόκκινη

γραμμή του σχήματος 4.3 αντιπροσωπεύει την ελάχιστη υπολογιστική αντοχή σε κάμψη που θα πρέπει να διατίθεται σύμφωνα με τα παραπάνω. Στην περιβάλλουσα που εξάγεται με τρόπο αυτό θα πρέπει εφαρμοσθεί ο κανόνας μετατόπισης ώστε να ληφθεί υπόψη η συνύπαρξη των τεμνουσών δυνάμεων. Η τελική περιβάλλουσα σχεδιασμού (M_{Ed}) όπως προκύπτει σύμφωνα με τα ανωτέρω φαίνεται με έντονη κόκκινη γραμμή στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 4.3 Καθορισμός της περιβάλλουσας των ροπών σχεδιασμού για ένα τοίχωμα οπλισμένο σκυροδέματος που ανήκει σε μικτό σύστημα πλαισίων τοιχωμάτων.

Η περιβάλλουσα των ροπών σχεδιασμού καθορίζεται με τον τρόπο αυτόν τόσο στον EC8 (EN 1998-1: 2004, Part 1) όσο και στον κανονισμό της Νέας Ζηλανδίας (NZS 3101: Part 2: 1995). Διαφορά από τον κανόνα αυτόν παρατηρείται μόνο στον Ελληνικό αντισεισμικό κανονισμό (ΕΑΚ 2000) όπου η περιβάλλουσα σχεδιασμού δεν προκύπτει με γραφικό τρόπο κατά την διαδικασία που περιγράφηκε ανωτέρω αλλά με τη χρήση του αιχνητικού συντελεστή α_{CD} :

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} \cdot \frac{M_{R,w0}}{M_{E,w0}} \leq q$$

όπου

γ_{Rd} είναι ο συντελεστής υπεραντοχής που λαμβάνεται ίσος με 1.3
 $M_{E,w0}$ η μέγιστη ροπή που προκύπτει από την ανάλυση για τις σεισμικές δράσεις στη βάση του τοιχώματος (διατομή πλαστικής άρθρωσης).

$M_{R,w0}$ η υπολογιστική αντοχή σε κάμψη με αξονική δύναμη της ίδιας διατομής.
 Οι τιμές των ροπών σχεδιασμού για όλες τις άλλες θέσεις πλην την κρίσιμης περιοχής στη βάση του τοιχώματος θα λαμβάνονται από την ακόλουθη σχέση:

$$M_{CD,w} = \alpha_{CD} \cdot M_{E,w}$$

και

$$\frac{M_{R,w0}}{3} \leq M_{CD,w} \leq M_{R,w0}$$

όπου $M_{E,w}$ είναι η μέγιστη ροπή που προέκυψε σε κάθε στάθμη του τοιχώματος από την ανάλυση για τις σεισμικές δράσεις.

Το επόμενο βήμα για την διαστασιολόγηση ενός τοιχώματος οπλισμένου σκυροδέματος δεν είναι άλλο από τον επιτυχή προσδιορισμό των τεμνουσών σχεδιασμού. Όπως είπαμε και στα προηγούμενα η απόσβεση της σεισμικής ενέργειας πρέπει να γίνεται μέσα από καμπτικούς μηχανισμούς διαρροής και όχι από διατμητικούς ή ολισθητικούς. Θα πρέπει επομένως να διασφαλισθεί ότι η διάτμηση δεν θα παρεμποδίσει την επιθυμητή πλάστιμη συμπεριφορά των τοιχωμάτων κάτι που σημαίνει πως θα πρέπει να γίνει εκτίμηση της μέγιστης τέμνουσας που ίσως χρειαστεί να αναληφθεί από ένα φέρον τοίχωμα στη διάρκεια ακραίας σεισμικής καταπόνησης, για να εξασφαλισθεί ότι η απόσβεση της ενέργειας θα περιορισθεί κυρίως στην καμπτική διαρροή της βάσης του.

Δύο είναι οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τον καθορισμό αυτών των μεγίστων τεμνουσών:

1. η καμπτική υπεραντοχή του τοιχώματος στη βάση του (περιοχή πλαστικής άρθρωσης).
2. η επιρροή των ανώτερων ιδιομορφών ταλάντωσης στην ανελαστική περιοχή συμπεριφοράς οι οποίες παραμορφώνουν την κατανομή των οριζοντίων σεισμικών δυνάμεων που δέχονται οι κανονισμοί και η οποία στηρίζεται μόνο στη θεμελιώδη ιδιομορφή.

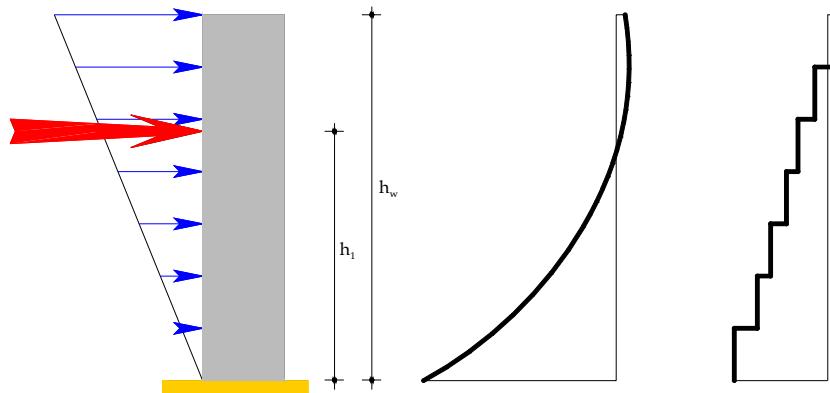
Στο σχήμα 4.4 δίνονται τυπικά διαγράμματα ροπών και τεμνουσών καθώς και οι αντίστοιχες κατανομές των δυνάμεων που τα προκαλούν για τις 3 πρώτες ιδιομορφές ταλαντώσεως (οι οποίες για τις περισσότερες των περιπτώσεων είναι επαρκείς για την περιγραφή της δυναμικής συμπεριφοράς ενός φορέα) ενός τοιχώματος που ανήκει σε ένα μικτό σύστημα πλαισίων τοιχωμάτων.

Παρατηρούμε εξ' αρχής πως στη διάρκεια απόκρισης του φορέα στη πρώτη ιδιομορφή ταλαντώσεως, η κατανομή των αδρανειακών δυνάμεων των ορόφων είναι παρόμοια με αυτήν που επιβάλλεται από τους κανονισμούς κατά την ανάλυση με την απλοποιημένη φασματική ή ισοδύναμη στατική μέθοδο, (βλέπε και σχήματα 2.20 και 2.21). Η συνισταμένη αυτών των αδρανειακών δυνάμεων (βλέπε βέλος κόκκινου χρώματος στο σχήμα 4.4) μπορεί να θεωρηθεί ότι δρα σε μία απόσταση από την βάση του τοιχώματος (h_1) που είναι περίπου ίση με $2/3 h_w$, όπου ως h_w θεωρείται ολόκληρο το ύψος του τοιχώματος. Τέτοιες στιγμές κατά τη διάρκεια της απόκρισης ενός φορέα φαίνονται για παράδειγμα στον πίνακα 3.314 του παρόντος, όπως είναι αυτές που αντιστοιχούν σε $t = 5, 6 \text{ ή } 8 \text{ sec}$.

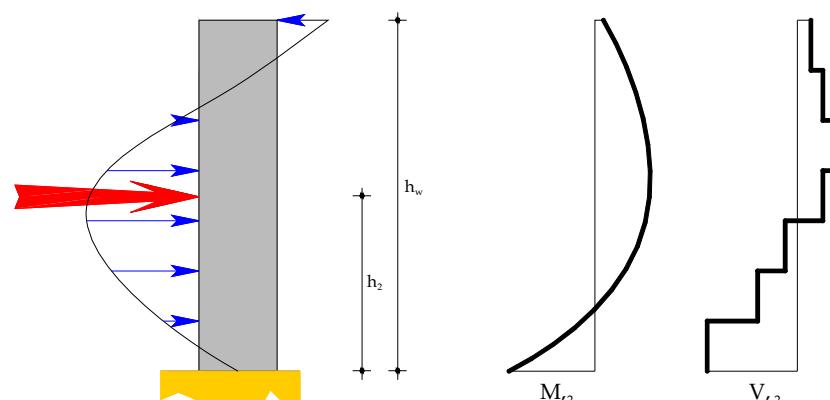
Υπάρχουν όμως και ορισμένες στιγμές κατά την διάρκεια της απόκρισης του φορέα, όπου οι μετακινήσεις και οι επιταχύνσεις μπορεί να επηρεάζονται έντονα από την δεύτερη (κυρίως) και την τρίτη ιδιομορφή ταλάντωσης. Αυτό μπορεί κανείς να το αντιληφθεί αν συγκρίνει τα αντίστοιχα διαγράμματα ροπών και τεμνουσών του σχήματος 4.4 με αυτά του πίνακα 3.314 που αντιστοιχούν σε $t = 3 \text{ sec}$ (επιρροή 2^{ης} ιδιομορφής) ή $t = 4 \text{ sec}$ (επιρροή 2^{ης} ιδιομορφής κυρίως, ίσως και της 3^{ης}) ή τέλος για $t = 7 \text{ sec}$ (επιρροή 1^{ης} και 2^{ης} ιδιομορφής). Αυτές τις χρονικές στιγμές η συνισταμένη των αδρανειακών δυνάμεων (όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.4 για την 2^η και 3^η ιδιομορφή) είναι τοποθετημένη πολύ χαμηλότερα (ύψη h_2 & h_3) σε σχέση με την 1^η ιδιομορφή (h_1) γεγονός που όπως θα δούμε στα επόμενα είναι καθοριστικό για τον υπολογισμό των μεγίστων τεμνουσών σχεδιασμού του τοιχώματος.

Αναφορικά με την επιρροή της υπεραντοχής του τοιχώματος στον καθορισμό των τεμνουσών σχεδιασμού υπάρχει μεγαλύτερη αβεβαιότητα για τα τοιχώματα σε σχέση με άλλα δομικά στοιχεία όπως οι δοκοί και τα υποστυλώματα, γεγονός που οφείλεται αποκλειστικά στην επιρροή των ανώτερων ιδιομορφών ταλάντωσης. Ωστόσο το πρόβλημα αυτό μπορεί να λυθεί προσεγγιστικά με βάση την απλή παρατήρηση πως τα

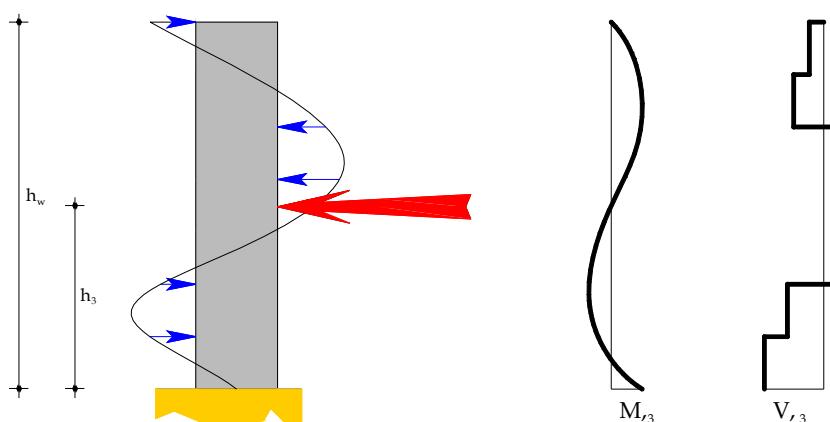
σχήματα ταλαντωσης ελαστικών προβόλων στη δεύτερη και τρίτη ιδιομορφή είναι παρόμοια για πακτωμένη ή αρθρωτή βάση.



a) 1^η ιδιομορφή



β) 2^η ιδιομορφή



γ) 3^η ιδιομορφή

Σχήμα 4.4 Τυπικά διαγράμματα ροπών και τεμνουσών για τις 3 πρώτες ιδιομορφές ταλαντώσεως καθώς και τυπικές κατανομές των δυνάμεων που τα προκαλούν (μαζί με τις συνισταμένες τους).

Αυτό υποδηλώνει ότι ο σχηματισμός πλαστικής άρθρωσης στη βάση του τοιχώματος δεν επηρεάζει σημαντικά την απόκριση στη δεύτερη και τρίτη ιδιομορφή ταλάντωσης. Έτοιμη η πλαστική άρθρωση στη βάση μπορεί να μειώσει σημαντικά τη συμβολή του τοιχώματος στην απόκριση της πρώτης ιδιομορφής, μπορούμε να αναμένουμε ότι η απόκριση στις ανώτερες ιδιομορφές του ανελαστικού τοιχώματος θα είναι συγκρίσιμη με την απόκριση ενός αντίστοιχου ελαστικού. Η επιρροή της υπεραντοχής επιτρέπεται έτοιμη λαμβάνεται στα πλαίσια της 1^{ης} ιδιομορφής μόνο, γεγονός το οποίο, όπως θα δούμε στην επόμενη παράγραφο, αποτελεί το μοναδικό κοινό σημείο όλων των μεθόδων και μοντέλων που διατίθενται για τον καθορισμό των τεμνουσών σχεδιασμού των τοιχωμάτων.

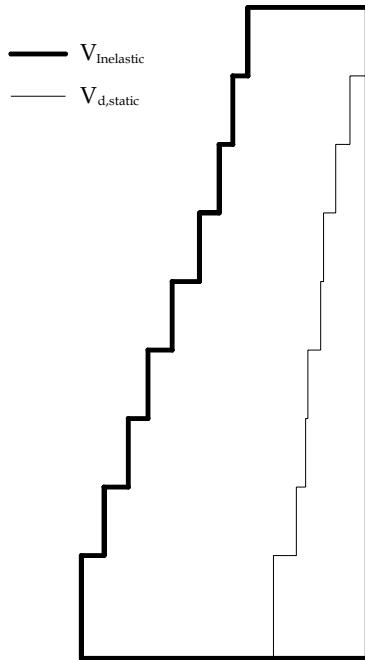
Θα προσπαθήσουμε στη συνέχεια να αναλύσουμε τον τρόπο με τον οποίο εξηγείται το πως οι ανώτερες ιδιομορφές ταλαντώσεως μπορεί να αυξήσουν τη μέγιστη τέμνουσα που αναπτύσσεται στη βάση ενός τοιχώματος στην ανελαστική περιοχή συμπεριφοράς του. Είδαμε στα προηγούμενα ότι η διαστασιολόγηση σε κάμψη του τοιχώματος γίνεται με κριτήριο τον περιορισμό της ανελαστικής του συμπεριφοράς (σχηματισμός πλαστικής άρθρωσης) στη περιοχή της βάσης του και μόνο. Αυτή η πλαστική άρθρωση μπορεί να σχηματισθεί στη βάση του τοιχώματος όχι μόνο κάτω από την επίδραση των δυνάμεων που αντιστοιχούν στην πρώτη ιδιομορφή (βλέπε σχήμα 4.4 α) αλλά ακόμη και κάτω από την επίδραση μιας κατανομής δυνάμεων όπως αυτή της δεύτερης ιδιομορφής (σχήμα 4.4 β) παρόλο που η συνισταμένη τους έχει μικρότερο μοχλοβραχίονα (l_2) σε σχέση με την πρώτη περίπτωση (l_1). Για να προκαλέσουν δύο δυνάμεις με διαφορετικούς μοχλοβραχίονες την ίδια ροπή (= ροπή διαρροής) στη βάση του τοιχώματος θα πρέπει τα μέτρα τους να είναι αντιστρόφως ανάλογα με τον λόγο των μοχλοβραχιών τους, δηλαδή η συνισταμένη της 2^{ης} περίπτωσης να έχει μεγαλύτερη τιμή (αφού ο μοχλοβραχίονάς της είναι μικρότερος) σε σχέση με την πρώτη. Έτοιμη και η τέμνουσα βάσης θα είναι μεγαλύτερη στη δεύτερη περίπτωση από ότι στην πρώτη γεγονός που αποδεικνύει την αυξημένη συμβολή των ανώτερων ιδιομορφών στο καθορισμό των μεγίστων τεμνουσών ενός τοιχώματος.

Ακόμη όμως και στις περιπτώσεις που η υπεραντοχή στη βάση του τοιχώματος αναπτύσσεται υπό την επιρροή της θεμελιώδους ιδιομορφής μόνο, μπορεί να παρατηρηθεί αύξηση της τέμνουσας βάσης σε επόμενες στιγμές της απόκρισης όπου συμβάλλουν και κάποιες ανώτερες ιδιομορφές. Αυτό γίνεται φανερό στα σχήματα του πίνακα 3.314 που αντιστοιχούν στις χρονικές στιγμές $t=5$ sec και $t=7$ sec. Εκεί ενώ η πρώτη χρονική στιγμή (κυρίαρχη επιρροή της θεμελιώδους ιδιομορφής) αντιστοιχεί στον σχηματισμό πλαστικής άρθρωσης στο τοίχωμα, στη δεύτερη χρονική στιγμή (όπου η συμβολή της 2^{ης} ιδιομορφής είναι προφανής) παρατηρείται εκδήλωση μεγαλύτερης τιμής τέμνουσας βάσης!

Γίνεται έτοιμη φανερό πως πέρα από την επιρροή της ανελαστικοποίησης στη βάση του τοιχώματος, οι ανώτερες ιδιομορφές μπορεί να συμμετέχουν σημαντικά στην αύξηση των τεμνουσών αυτού, κατά την διάρκεια της ανελαστικής δυναμικής απόκρισης ενός φορέα.

Το τελευταίο θέμα που μένει να εξετασθεί, αφορά την κατανομή των τεμνουσών σχεδιασμού καθ' ύψος του τοιχώματος. Στο σχήμα 4.5 μπορεί κανείς να διακρίνει το διάγραμμα των τεμνουσών δυνάμεων που προκύπτει από μία ισοδύναμη φασματική ανάλυση με βάση τα φορτία που αντιστοιχούν στην 1^η ιδιομορφή καθώς και μία τυπική περιβάλλουσα των τεμνουσών που προκύπτουν από μία ανελαστική δυναμική ανάλυση. Είναι προφανές πως στις ανώτερες στάθμες μπορεί να προκληθούν πολύ μεγαλύτερες τέμνουσες όχι μόνο από αυτές που αντιστοιχούν σε μία ανάλυση με στατικά φορτία αλλά ακόμη και από αυτές που θα προέκυπταν από μία διαδικασία γραμμικής μεγέθυνσης των τελευταίων υπό την επιρροή των παραμέτρων της υπεραντοχής και των ανώτερων ιδιομορφών (βλέπε παρ. 4.2.2). Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού έχουν

προταθεί περιβάλλουσες επιβαλλόμενων τεμνουσών σχεδιασμού βασισμένες σε ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις μικτών συστημάτων.



Σχήμα 4.5 Τυπικά διαγράμματα τεμνουσών τοιχώματος που ανήκει σε μικτό σύστημα. Ως $V_{d,\text{static}}$ ορίζονται οι τέμνουσες που προκύπτουν από την εφαρμογή της ισοδύναμης φασματικής μεθόδου (ψευδοστατική μέθοδος) ενώ ως $V_{\text{Inelastic}}$ αντές που αντιστοιχούν σε μία τυπική περιβάλλουσα τεμνουσών όπως προκύπτουν από μία ανελαστική δυναμική ανάλυση.

Υπό το πρίσμα των όσων αναφέρθηκαν εδώ, θα προσπαθήσουμε στη παράγραφο που ακολουθεί, να ερμηνεύσουμε τις προβλέψεις που περιλαμβάνονται για το θέμα αυτό τόσο σε ισχύοντες αντισεισμικούς κανονισμούς (ΕΑΚ 2000 και EC8 (EN 1998-1: 2004, Part 1)) όσο σε μοντέλα που έχουν προταθεί κατά καιρούς από διάφορους ερευνητές (όπως αυτά των Paulay & Priestley, 1991 καθώς και των Eibl & Keintzel, 1988).

4.2 Επισκόπηση των διατιθέμενων μεθόδων καθορισμού των τεμνουσών σχεδιασμού τοιχωμάτων μικτών συστημάτων

4.2.1 ΕΑΚ 2000

Ο Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός περιλαμβάνει την πιο απλή πρόταση πάνω στο θέμα αυτό, χωρίς βεβαίως κάτι τέτοιο να σημαίνει (όπως ίσως ανέμενε κανείς εξαιτίας της απλότητάς της) πως αυτή θα αποδειχθεί και η πλέον συντηρητική. Το αντίθετο μάλιστα!

Σύμφωνα έτσι με τον ΕΑΚ 2000 παρ. B.1.4, η τέμνουσα σχεδιασμού της περιοχής πλαστικής άρθρωσης (εν γένει η βάση του τοιχώματος) θα υπολογίζεται με βάση μόνο την καρπτική υπεραντοχή αυτής ως εξής:

$$V_{CD,w0} = \alpha_{CD} \cdot V_{E,w0}$$

με

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} \cdot \frac{M_{R,w0}}{M_{E,w0}} \leq q$$

όπου

γ_{Rd} είναι ο συντελεστής υπεραντοχής που λαμβάνεται ίσος με 1.30. Αυτή η τιμή του συντελεστή υπεραντοχής, εκφράζει κατά τον EAK 2000, εκτός από την απόκλιση της αντοχής και κράτυνση του οπλισμού, και την πιθανή επαύξηση της αντοχής της διατομής πάκτωσης που προέρχεται από την περισφιξή της θλιβόμενης ζώνης σε συνδυασμό με την υποτίμηση της υπολογιστικής αντοχής, που είναι πιθανή σε διατομές τοιχωμάτων λόγω απλοποιητικών παραδοχών.

$M_{E,w0}$ η μέγιστη ροπή που προκύπτει από την ανάλυση για τις σεισμικές δράσεις στη βάση του τοιχώματος (διατομή πλαστικής άρθρωσης).

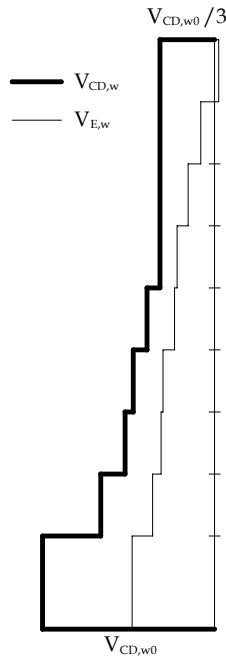
$V_{E,w0}$ η μέγιστη τέμνουσα που προκύπτει από την ανάλυση για τις σεισμικές δράσεις στη βάση του τοιχώματος (διατομή πλαστικής άρθρωσης).

$M_{R,w0}$ η υπολογιστική αντοχή σε κάμψη με αξονική δύναμη της ίδιας διατομής.

Στους υπόλοιπους ορόφους η τέμνουσα σχεδιασμού θα λαμβάνεται από την μέγιστη τέμνουσα που προκύπτει από την σεισμική ανάλυση πολλαπλασιασμένη επί τον συντελεστή α_{CD} της προηγούμενης σχέσης, αλλά όχι μικρότερη από το 1/3 της τέμνουσας σχεδιασμού της πλαστικής άρθρωσης, δηλαδή:

$$V_{CD,w} = \alpha_{CD} \cdot V_{E,w} \geq \frac{V_{CD,w0}}{3}$$

Σχηματικά η περιβάλλονσα των τεμνουσών της ανάλυσης, καθώς και αυτή του σχεδιασμού φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 4.6 Περιβάλλονσα τεμνουσών όπως προκύπτει από την ανάλυση ($V_{E,w}$) και περιβάλλονσα σχεδιασμού ($V_{CD,w0}$) κατά τον EAK 2000.

Από την ως τώρα παρουσίαση γίνεται πλέον φανερή η παντελής έλλειψη του δεύτερου σημαντικού παράγοντα αύξησης των τεμνουσών των τοιχωμάτων, που είναι η επιρροή των ανώτερων ιδιομορφών ταλάντωσης στην ανελαστική περιοχή συμπεριφοράς της κατασκευής.

Επίσης ο καθορισμός της περιβάλλουσας σχεδιασμού γίνεται αποκλειστικά και μόνο με γραμμική μεγέθυνση της περιβάλλουσας της ανάλυσης και μάλιστα με τον ίδιο ελλιπή συντελεστή α_{CD} που παρουσιάσαμε προηγουμένως χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η παρατήρηση ότι οι τέμνουσες στις ανώτερες στάθμες θα πρέπει να αναμένονται μεγαλύτερες από αυτές που προκύπτουν από μία τέτοια απλή μεγέθυνση (πόσο μάλλον όταν ο συντελεστής που χρησιμοποιείται σε μία τέτοια μεγέθυνση είναι λανθασμένος).

Στον επόμενο πίνακα δίνονται οι τιμές των αυξητικών συντελεστών α_{CD} όπως προέκυψαν για τα τοιχώματα των δύο φορέων της παρούσας ανάλυσης (Dual 1 & 2).

Φορέας	Τοίχωμα	α_{CD}
Dual 1	Κεντρικό ($l_w = 6m$)	2.172
Dual 2	Κεντρικό ($l_w = 6m$)	2.277
	Γωνιακό ($l_w = 2m$)	4.598

Πίνακας 4.1 Τιμές του συντελεστή α_{CD} για τα τοιχώματα των φορέων της παρούσας ανάλυσης κατά τον ΕΑΚ 2000.

Αξίζει στο σημείο αυτό να αναφέρουμε ότι όλες οι παρατηρήσεις της προηγούμενης παραγράφου αλλά και όλα τα μοντέλα που έχουν προταθεί κατά καιρούς από διάφορους ερευνητές (τα σημαντικότερα εκ των οποίων αναλύονται στα επόμενα) έχουν προκύψει με βάση την ισοδύναμη φασματική μέθοδο ανάλυσης (ή ψευδοστατική μέθοδο ή μέθοδο οριζοντιών δυνάμεων κτλ). Το ορθότερο συνεπώς είναι οι αυξητικοί συντελεστές να υπολογίζονται αλλά και να εφαρμόζονται στα αποτελέσματα μίας τέτοιας ανάλυσης και όχι σε αυτά μίας δυναμικής φασματικής ανάλυσης. Ωστόσο σε κανένα κανονισμό δεν υφίσταται τέτοια παρατήρηση, ούτε διαφοροποίηση για την περίπτωση εφαρμογής της μίας ή της άλλης ανάλυσης. Έτσι για παράδειγμα, στον υπολογισμό του συντελεστή α_{CD} , ως $M_{E,w0}$ (σύμφωνα με την παρατήρηση πως μόνο η θεμελιώδης ιδιομορφή επηρεάζεται από την καμπτική διαρροή στη βάση του τοιχώματος) θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί είτε η τιμή της ροπής που προέκυψε από την εφαρμογή της απλοποιημένης φασματικής ανάλυσης είτε, αν έχει πραγματοποιηθεί δυναμική φασματική ανάλυση, η τιμή της ροπής που αντιστοιχεί στη θεμελιώδη ιδιομορφή μόνο και όχι η ροπή που θα προκύψει από επαλληλία όλων ή μόνο των σημαντικών ιδιομορφών. Το ίδιο ισχύει και κατά τον καθορισμό της περιβάλλουσας σχεδιασμού.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας μόνο η απλοποιημένη φασματική μέθοδος χρησιμοποιήθηκε για τον καθορισμό των τεμνουσών σχεδιασμού όλων των περιπτώσεων που εξετάσθηκαν.

4.2.2 EC8 (EN 1998-1: 2004, Part 1)

Οι τέμνουσες σχεδιασμού κατασκευών υψηλής στάθμης πλαστιμότητας (DCH) (όπως οι φορείς που θεωρήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας ανάλυσης) υπολογίζονται σύμφωνα με τον EC8 από την ακόλουθη σχέση:

$$V_{Ed} = \varepsilon \cdot V'_{Ed}$$

όπου

- V'_{Ed} οι τέμνουσες που προέκυψαν από την ανάλυση (χωρίς να διευκρινίζεται το είδος της ανάλυσης)
- ε ο αυξητικός συντελεστής ο οποίος υπολογίζεται με βάση την ακόλουθη σχέση (Eibl & Keintzel, 1988):

$$\varepsilon = q \cdot \sqrt{\left(\frac{Y_{Rd}}{q} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} \right)^2 + 0.1 \cdot \left(\frac{S_e(T_c)}{S_e(T_1)} \right)^2} \leq q$$

όπου

- q ο δείκτης συμπεριφοράς.
- M_{Ed} η ροπή σχεδιασμού στη βάση του τοιχώματος (χωρίς περισσότερες διευκρινήσεις αναφορικά με τον τρόπο προέλευσης αυτής).
- M_{Rd} η ροπή αντοχής της βάσεως του τοιχώματος.
- Y_{Rd} συντελεστής υπεραντοχής κυρίως λόγω της επιρροής της κράτυνσης του χάλυβα. Στη περίπτωση που δεν γίνεται ακριβέστερος υπολογισμός θα λαμβάνεται ίσος με 1.2.
- T_1 η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος του φορέα (κατά τη διεύθυνση της V_{Ed}).
- T_c χαρακτηριστική περίοδος (άνω όριο της σταθερής περιοχής) του φάσματος σχεδιασμού
- $S_e(T)$ η τεταγμένη του ελαστικού φάσματος απόκρισης.

Τέλος ο συντελεστής ε δεν θα πρέπει να λαμβάνεται μικρότερος από 1.5. Κρίνουμε στο σημείο αυτό σκόπιμο να δείξουμε ένα απλό τρόπο απόδειξης της προηγούμενης σχέσης ώστε να γίνει αυτή περισσότερο κατανοητή.

Σύμφωνα με τους Eibl και Keintzel, η μέγιστη τιμή της τέμνουσας που αναμένεται να αναπτυχθεί στη βάση του τοιχώματος κατά την διάρκεια της ανελαστικής δυναμικής απόκρισής του, μπορεί να υπολογισθεί ως η ρίζα του αθροίσματος των τετραγώνων (απλή τετραγωνική επαλληλία) των μεγίστων τεμνουσών που εκδηλώνονται για κάθε ιδιομορφή ταλάντωσης στην ανελαστική περιοχή συμπεριφοράς, ήτοι:

$$\max V_{inelastic} = \sqrt{\sum_{i=1}^n V_i^2}$$

όπου

- $\max V_{inelastic}$ η μέγιστη τέμνουσα που αναμένεται να αναπτυχθεί στη βάση του τοιχώματος κατά τη διάρκεια της ανελαστικής δυναμικής απόκρισής του.
- n ο αριθμός των ιδιομορφών ταλαντώσεως του φορέα
- V_i η μέγιστη τέμνουσα που αναμένεται να αναπτυχθεί στη βάση του τοιχώματος κατά τη ίδιομορφή ταλάντωσης.

Οι παραδοχές στις οποίες στηρίχθηκαν στην συνέχεια οι Eibl και Keintzel ήταν οι εξής δύο:

1. ο σχηματισμός πλαστικής άρθρωσης στη βάση του τοιχώματος επηρεάζει μόνο την απόκριση αυτού στη θεμελιώδη ιδιομορφή ταλάντωσης του, παραδοχή η οποία ισχύει όπως δείξαμε στην προηγούμενη παράγραφο.
2. η απόκριση του φορέα μπορεί να περιγραφεί με πολύ ικανοποιητική ακρίβεια μέσω της χρήσης των δύο πρώτων ιδιομορφών μόνο, δηλαδή της θεμελιώδους και της 2^{ης} ιδιομορφής, παραδοχή η οποία επίσης ισχύει σε μεγάλο βαθμό αν κρίνει κανείς και από τα διαγράμματα ροπών και τεμνουσών που παρουσιάζονται στον πίνακα 3.314 για τα οποία αναφορά έγινε επίσης στην προηγούμενη παράγραφο.

Έτσι η αρχική έκφραση των Eibl και Keintzel μεταπίπτει στην εξής απλούστερη:

$$\max V_{\text{inelastic}} = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$$

Έστω $V_{1,d,\text{static}}$ η τέμνουσα βάσης που αντιστοιχεί στη θεμελιώδη ιδιομορφή υπολογισμένη με βάση τη ισοδύναμη φασματική μέθοδο χρησιμοποιώντας βεβαίως το ανελαστικό φάσμα σχεδιασμού. Ο υπολογισμός αυτός αποτελεί την μοναδική προϋπόθεση για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής. Θα προσπαθήσουμε να εκφράσουμε τις V_1, V_2 συναρτήσει της $V_{1,d,\text{static}}$.

Με βάση την πρώτη υπόθεση των Eibl και Keintzel, μπορούμε να υπολογίσουμε την V_1 από την $V_{1,d,\text{static}}$ μέσω της χρήσης κάποιου συντελεστή που να δηλώνει την υπεραντοχή της βάσης του τοιχώματος (όπως ακριβώς παρουσιάσθηκε για την περίπτωση του EAK 2000), δηλαδή θα είναι:

$$V_1 = \left(\gamma_{Rd} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} \right) \cdot V_{1,d,\text{static}}$$

όπου όλοι οι συμβολισμοί έχουν εξηγηθεί στα προηγούμενα.

Για την V_2 μπορούμε να γράψουμε την ακόλουθη έκφραση με βάση την δεύτερη παραδοχή των Eibl και Keintzel:

$$V_2 = V_{2,elast} = \left(\frac{V_{2,elast}}{V_{1,d,\text{static}}} \right) \cdot V_{1,d,\text{static}}$$

Απομένει έτσι να υπολογίσουμε τον λόγο των τεμνουσών της παρένθεσης. Ο λόγος αυτός μπορεί να υπολογισθεί με τη βοήθεια των ιδιομορφικών σεισμικών φορτίων, η γενική έκφραση των οποίων είναι η εξής:

$$P_i = v_i \cdot (M \cdot \varphi_i) \cdot S_a(T_i)$$

όπου

P_i το μητρώο των ιδιομορφικών σεισμικών φορτίων .

v_i συντελεστής συμμετοχής

M το μητρώο μάζας του φορέα (σταθερό για όλες τις ιδιομορφές)

φ_i το μητρώο των συνιστωσών κάθε ιδιομορφής.

$S_a(T_i)$ η τεταγμένη του φάσματος σχεδιασμού (ελαστικό ή ανελαστικό) για την ιδιοπερίοδο που αντιστοιχεί στην ιδιομορφή i .

Αθροίζοντας κανείς τους όρους του μητρώου P_i μπορεί να υπολογίσει την τέμνουσα βάσης που αναπτύσσεται σε κάθε ιδιομορφή ταλάντωσης, δηλαδή τις $V_{1,d,\text{static}}$ και $V_{2,elast}$ αρκεί να χρησιμοποιήσει το «σωστό» φάσμα για τον υπολογισμό των $S_a(T_i)$. Το σωστό στη προκειμένη περίπτωση (βλέπε 1^η παραδοχή Eibl και Keintzel) είναι να χρησιμοποιηθεί το ελαστικό φάσμα για τη 2^η ιδιομορφή και το ανελαστικό για τη 1^η. Δεδομένου πως τα μητρώα φ_i αλλά και οι συντελεστές συμμετοχής v_i δεν είναι γνωστοί (υπενθυμίζουμε πως προϋπόθεση της μεθόδου είναι η ψευδοστατική μέθοδος και όχι η δυναμική φασματική) γίνεται μία ακόμη υπόθεση από τους Eibl και Keintzel με την οποία η V_2 λαμβάνει την ακόλουθη μορφή:

$$V_2 = V_{2,elast} \approx \left(\sqrt{0.1} \cdot \frac{S_e(T_2)}{S_d(T_1)} \right) \cdot V_{1,d,\text{static}}$$

Τελευταίο εμπόδιο στη σχέση αυτή είναι ο υπολογισμός της T_2 . Για αυτήν γίνεται η παραδοχή πως επειδή προσεγγιστικά μπορεί να ληφθεί ίση με $T_1/6$, θα μπορεί να υποτεθεί πως η T_2 θα βρίσκεται πάντα στο σταθερό τμήμα του φάσματος οπότε θα ισχύει:

$$S_e(T_2) = S_e(T_C)$$

Επίσης δεδομένου πως ένα ανελαστικό φάσμα σχεδιασμού προκύπτει (προσεγγιστικά) από ένα ελαστικό μετά από διαίρεση του με τον δείκτη συμπεριφοράς μπορούμε να γράψουμε πως:

$$S_d(T_1) = \frac{S_e(T_1)}{q}$$

Αν τώρα αντικαταστήσουμε τις προηγούμενες εκφράσεις στην $\max V_{inelastic}$ θα έχουμε:

$$\begin{aligned} \max V_{inelastic} &= \sqrt{V_1^2 + V_2^2} \\ &= \sqrt{\left(Y_{Rd} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} \right) \cdot V_{1,d,static} }^2 + 0.1 \cdot \left[\left(\frac{S_e(T_C)}{S_e(T_1)/q} \right) \cdot V_{1,d,static} \right] \\ &= V_{1,d,static} \cdot \left(q \cdot \sqrt{\left(\frac{Y_{Rd}}{q} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} \right)^2 + 0.1 \cdot \left(\frac{S_e(T_C)}{S_e(T_1)} \right)^2} \right) \\ &= V_{1,d,static} \cdot \varepsilon \end{aligned}$$

Καταφέραμε έτοι να αποδείξουμε τον τρόπο με τον οποίο ο συντελεστής ε συγχωνεύει την επιρροή της ανελαστικοποίησης στη βάση του τοιχώματος (πρώτος όρος κάτω από τη ρίζα) και την επιρροή των ανώτερων ιδιομορφών ή για την ακρίβεια της δεύτερης ιδιομορφής ταλαντώσεως στην ανελαστική περιοχή συμπεριφοράς της κατασκευής (δεύτερος όρος κάτω από την ρίζα).

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι τιμές των συντελεστών ε για τα τοιχώματα των δύο φορέων της παρούσας ανάλυσης.

Φορέας	Τοιχωμα	ε
Dual 1	Κεντρικό ($l_w = 6m$)	2.856
Dual 2	Κεντρικό ($l_w = 6m$)	2.871
	Γωνιακό ($l_w = 2m$)	4.67

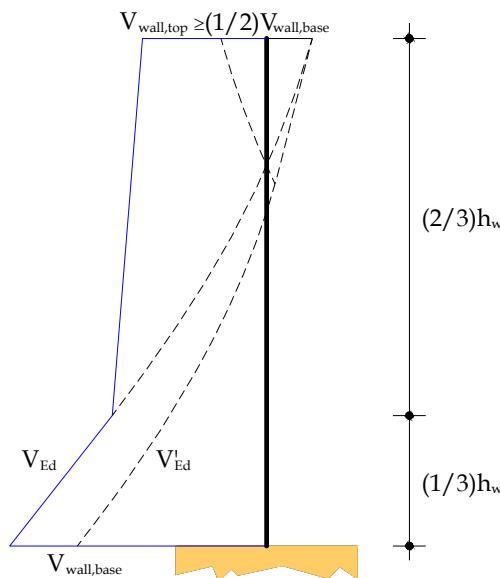
Πίνακας 4.2 Τιμές των συντελεστή ε για τα τοιχώματα των φορέων της παρούσας ανάλυσης κατά τον EC8.

Με εξαίρεση την περίπτωση του γωνιακού τοιχώματος του φορέα Dual 2, όπου οι τιμές των συντελεστών ε του EC8 και a_{CD} του EAK 2000 σχεδόν ταυτίζονται για τις υπόλοιπες περιπτώσεις οι συντελεστές ε είναι μεγαλύτεροι κατά 30 και 26% αντίστοιχα σε σχέση με τους συντελεστές a_{CD} γεγονός αναμενόμενο καθότι όπως δείχαμε και παραπάνω ο EAK δεν λαμβάνει καθόλου υπόψη την επιρροή των ανώτερων ιδιομορφών στην ανελαστική περιοχή συμπεριφοράς της κατασκευής. Στην περίπτωση του γωνιακού τοιχώματος η επιρροή της καμπτικής διαρροής στη βάση του τοιχώματος (όρος υπεραντοχής) είναι

συγκριτικά πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με αυτήν των ανώτερων ιδιομορφών ώστε ο συντελεστής ε να προκύπτει σχεδόν ίδιος με αυτόν του ΕΑΚ που αντιστοιχεί αποκλειστικά στον παράγοντα υπεραντοχή.

Γίνεται φανερό από τα προηγούμενα ότι ο συντελεστής ε έχει εξαχθεί για την τέμνουσα στη βάση του τοιχώματος, οπότε θα αποτελεί προσέγγιση η χρησιμοποίησή του για την μεγέθυνση των τεμνουσών σε όλες τις υπόλοιπες στάθμες πάνω από τη βάση (όπως γίνεται για παράδειγμα στην αντίστοιχη περιβάλλουσα σχεδιασμού που καθορίζει ο ΕΑΚ). Ιδίως στις ανώτερες στάθμες, αναμένεται κατά τη διάρκεια της απόκρισης του φορέα σε έντονες σεισμικές διεγέρσεις να προκληθούν πολύ μεγαλύτερες τέμνουσες από αυτές που αντιστοιχούν σε μία γραμμική μεγέθυνση (κατά τον πολλαπλασιασμό με τον συντελεστή ε) του διαγράμματος των τεμνουσών που προέκυψε από την ισοδύναμη φασματική ανάλυση. Η σωστή αντιμετώπιση του θέματος αυτού (όπως αναφέρθηκε και στο τέλος της παρ. 4.1) συνίσταται στη χρήση περιβαλλούσων επιβαλλόμενων τεμνουσών σχεδιασμού βασισμένων σε ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις μικτών συστημάτων. Μία τέτοια περιβάλλουσα χρησιμοποιείται και από τον EC8 για την οποία:

- Στο κατώτερο 1/3 του ύψους του τοιχώματος, διατηρούνται οι τιμές που προκύπτουν με χρήση του μεγεθυντικού συντελεστή ε ($V_{Ed} = \varepsilon \cdot V'_{Ed}$).
- Στο υπόλοιπο ύψος του κτιρίου θα έχουμε γραμμική μεταβολή του διαγράμματος των τεμνουσών σχεδιασμού από τη τιμή που αντιστοιχεί στο 1/3 του ύψους του τοιχώματος, ως τη τιμή της μισής τέμνουσας σχεδιασμού της βάσης, την οποία θεωρούμε για την κορυφή του τοιχώματος. Παρατηρούμε έτσι ότι η περιβάλλουσα δίνει την απαιτούμενη διατμητική αντοχή με όρους τέμνουσας βάσης του τοιχώματος.



Σχήμα 4.7 Τυπικό διάγραμμα τεμνουσών από την ανάλυση (V'_{Ed}) και η τροποποιημένη περιβάλλουσα των τεμνουσών σχεδιασμού (V_{Ed}) για τοίχωμα που ανήκει σε μικτό σύστημα πλαισίων τοιχωμάτων.

Τελειώνοντας την αναφορά μας στις προβλέψεις του EC8 για τον σχεδιασμό ψηλών τοιχωμάτων μικτών συστημάτων, κρίνεται σκόπιμο να εξετάσουμε σύντομα την περίπτωση τοιχωμάτων που ανήκουν σε φορείς μεσαίας στάθμης πλαστιμότητας (DCM). Η μοναδική διαφοροποίηση σε σχέση με την διαδικασία που προδιαγράφεται για τις υψηλής στάθμης πλαστιμότητας κατασκευές (DCH) είναι πως ο συντελεστής ε λαμβάνεται σταθερός και ίσος με 1.5, δηλαδή θα ισχύει πως:

$$V_{Ed} = 1.50 \cdot V'_{Ed}$$

ενώ ως περιβάλλουσα σχεδιασμού χρησιμοποιείται και εδώ αυτή που φαίνεται στο σχήμα 4.7.

Με δεδομένη τη σύγκριση των αυξητικών συντελεστών ε του EC8 (για DCH κατασκευές) και a_{CD} του EAK που έγινε στα προηγούμενα, καθώς και την αναφορά μας στον αντίστοιχο συντελεστή του EC8 για DCM κατασκευές, μπορεί κανείς να συμπεράνει εύκολα ότι η περίπτωση του EAK μπορεί να θεωρηθεί ως μία ενδιάμεση των δύο περιλαμβανομένων στον EC8 για τις μέσου και υψηλού επιπέδου πλαστιμότητας κατασκευές. Ενισχύεται έτσι η επικρατούσα αντίληψη που θέλει την πορεία αντισεισμικού υπολογισμού που προτείνεται από τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό για κατασκευές με απαιτήσεις αντισεισμικότητας, να στοχεύει σε ενδιάμεση στάθμη πλαστιμότητας αυτών που ο EC8 ορίζει ως DCH και DCM.

Ο υπολογισμός των συντελεστών ε (και κατά συνέπεια των περιβαλλουσών σχεδιασμού) εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο υπολογισμού της ροπής αντοχής του τοιχώματος M_{Rd} . Στα πλαίσια της παρούσας ανάλυσης για τον υπολογισμό των αντοχών των τοιχωμάτων χρησιμοποιήθηκε το διάγραμμα της CEB για μονοαξονική κάμψη με αξονική δύναμη ενώ στην αντοχή σε κάμψη θεωρήθηκε ότι συνεισφέρουν μόνο οι οπλισμοί των ακραίων περιοχών των τοιχωμάτων (κρυφοκολώνες). Αξίζει στη περίπτωση αυτή να γίνει μία μικρή διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο θα επηρεάζονταν οι τιμές του συντελεστή ε αν για τον υπολογισμό των M_{Rd} λαμβανόταν υπόψη ο οπλισμός του κορμού, η κράτυνση του χάλυβα και η επιρροή της περίσφιξης των ακραίων περιοχών της διατομής (πάντα για σχεδιαστικές τιμές αντοχών για τα υλικά). Ο υπολογισμός αυτός έγινε με την βοήθεια του προγράμματος RCCOLA αναφορά στο οποίο έγινε στο κεφάλαιο 3 του παρόντος. Τα αποτελέσματα της διερεύνησης αυτής φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Φορέας	Τοιχωμα		Τρόπος υπολογισμού της M_{Rd}	
			Πίνακες CEB	RCCOLA
Dual 1	Κεντρικό ($l_w = 6m$)	M_{Rd} (kNm)	11520	14197
		ϵ	2.856	3.20
Dual 2	Κεντρικό ($l_w = 6m$)	M_{Rd} (kNm)	11540	14208
	ϵ	2.871	3.247	
	Γωνιακό ($l_w = 2m$)	M_{Rd} (kNm)	1067	1231
		ϵ	4.67	5.27

Πίνακας 4.3 Τιμές του συντελεστή ε για τα τοιχώματα των φορέων της παρούσας ανάλυσης κατά τον EC8 αλλά με αντοχές σε κάμψη υπολογισμένες με τη βοήθεια του προγράμματος RCCOLA.

Οι παρατηρήσεις που προκύπτουν αναφορικά με τα στοιχεία του πίνακα 4.3 είναι οι εξής:

- Όπως αναμενόταν οι τιμές των M_{Rd} που προέκυψαν λαμβάνοντας υπόψη την κράτυνση του χάλυβα, τους οπλισμούς κορμού του τοιχώματος και την περίσφιξη του σκυροδέματος των άκρων της διατομής ήταν μεγαλύτερες κατά 23% για τα μεγάλα τοιχώματα και 15% για το μικρό σε σχέση με τις τιμές που υπολογίσθηκαν με χρήση των διαγραμμάτων της CEB.
- Σαν συνέπεια του παραπάνω οι αντίστοιχοι συντελεστές ε προέκυψαν επίσης αυξημένοι κατά 13% για όλες τις περιπτώσεις. Τονίζουμε από τη θέση αυτή πως σε όλες τις αναλύσεις χρησιμοποιήθηκαν οι αρχικοί συντελεστές ε, δηλαδή αυτοί που αντιστοιχούν σε M_{Rd} υπολογισμένες με βάση τα διαγράμματα της CEB.

- Τέλος δεδομένου πως τα κεντρικά τοιχώματα των δύο φορέων έχουν τις ίδιες διαστάσεις και την ίδια κατασκευαστική διαμόρφωση η μικρή αύξηση των M_{Rd} που παρατηρείται στη περίπτωση του φορέα Dual 2 οφείλεται στο (ελαφρώς) μεγαλύτερο ανηγμένο αξονικό φορτίο αυτών, που σε συνδυασμό με το γεγονός πως αυτό βρίσκεται κάτω από το σημείο ισόρροπης αστοχίας αυξάνει την διατιθέμενη αντοχή της διατομής σε κάμψη.

4.2.3 Μοντέλο των Paulay & Priestley (1991) και NZS (1995)

Σύμφωνα με τον μοντέλο των Paulay και Priestley (το οποίο εν μέρει υιοθετήθηκε από τον κανονισμό της Νέας Ζηλανδίας NZS 3101: Part 2: 1995), η τέμνουσα σχεδιασμού στη βάση του τοιχώματος:

$$V_{wall,base} = \omega_u^* \cdot \varphi_{0,w} \cdot V_{wall,E}$$

όπου

$V_{wall,base}$ η τέμνουσα σχεδιασμού στη βάση του τοιχώματος

$$\omega_u^* = 1 + (\omega_u - 1)n_u$$

ω_u ο συντελεστής δυναμικής μεγέθυνσης της τέμνουσας. Ο συντελεστής αυτός ισούται με h_1/h_2 όπου h_1 και h_2 είναι οι αποστάσεις των συνισταμένων αδρανειακών δυνάμεων που αναπτύσσονται κατά την απόκριση του τοιχώματος στη πρώτη και σε ανώτερες ιδιομορφές (βλέπε και παράγραφο 4.1 του παρόντος για πλήρη επεξήγηση καθώς και το σχήμα 4.4). Ο συντελεστής αυτός παρόλο που υπολογίσθηκε για τοιχώματα προβόλους χρησιμοποιείται αυτούσιος και για τα τοιχώματα μικτών συστημάτων και είναι ίσος με:

$$\omega_u = \begin{cases} 0.9 + \frac{n}{10} & \text{για } n \leq 6 \\ 1.3 + \frac{n}{30} & \text{για } n > 6 \end{cases}$$

n είναι ο αριθμός των ορόφων της κατασκευής πάνω από την βάση του τοιχώματος. Για $n > 15$ θα λαμβάνεται πάντα $n = 15$ ώστε ο συντελεστής δυναμικής ενίσχυσης να μην προκύπτει ποτέ μεγαλύτερος από 1.8

n_u ορίζεται ως ο λόγος της τέμνουσας που παραλαμβάνει το προς διαστασιολόγηση τοίχωμα στη βάση του, δια της συνολικής τέμνουσας βάσης.

$\varphi_{0,w}$ συντελεστής καμπτικής υπεραντοχής στη βάση του τοιχώματος
 $= \frac{M_{0,w}}{M_E} = \frac{\text{καμπτική υπεραντοχή}}{\text{ροπή στη βάση του τοιχώματος από την ανάλυση}}$

$V_{wall,E}$ η τέμνουσα που προέκυψε στη βάση του τοιχώματος από την ανάλυση. Διευκρινίζεται ότι ως «ανάλυση» στο μοντέλο των Paulay και Priestley εννοείται πάντα η απλοποιημένη φασματική μέθοδος, σε αντίθεση με ότι ισχύει στους κανονισμούς που αναφέραμε στις προηγούμενες παραγράφους.

Είναι προφανές ότι η διαδικασία υπολογισμού της $V_{wall,base}$ από την $V_{wall,E}$ περιλαμβάνει τους δύο βασικούς παράγοντες μεγέθυνσης των τεμνουσών σχεδιασμού ως εξής:

- Με το να αυξήσει αρχικά την τέμνουσα σχεδιασμού από την τιμή $V_{wall,E}$ σε αυτήν που αντιστοιχεί στην ανάπτυξη πλαστικής άρθρωσης δηλαδή στην καμπτική

υπεραντοχή της βάσεως του τοιχώματος. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του συντελεστή $\phi_{0,w}$. Αν κανείς εξαιρέσει τους συντελεστές υπεραντοχής (γ_{Rd} , κοινός συμβολισμός) που χρησιμοποιούνται στους κανονισμούς EAK και EC8, τότε θα μπορέσει να συμπεράνει πως η επιρροή της καμπτικής υπεραντοχής στη βάση του τοιχώματος λαμβάνεται υπόψη με τον ίδιο τρόπο σε όλες τις μεθόδους που παρουσιάσθηκαν εδώ (κάτι που αποτελεί και το μοναδικό κοινό σημείο αυτών).

- Με το να αυξήσει την τέμνουσα που προέκυψε από την προηγούμενη διαδικασία εξαιτίας της επιρροής των ανώτερων ιδιομορφών στη διάρκεια της ανελαστικής δυναμικής απόκρισης του φορέα. Όπως δείξαμε αναλυτικά στη παράγραφο 4.1, ενώ αναπτύσσεται πλαστική άρθρωση στη βάση του τοιχώματος, λόγω συμβολής των ανώτερων ιδιομορφών ταλάντωσης, το σημείο εφαρμογής της συνισταμένης των αδρανειακών δυνάμεων μπορεί να βρεθεί σε χαμηλότερη θέση από αυτήν που αντιστοιχεί σε μία τριγωνική κατανομή αντών σύμφωνα με την εφαρμογή της ισοδύναμης φασματικής μεθόδου γεγονός που μπορεί να αυξήσει την τέμνουσα βάσης του τοιχώματος. Η συμμετοχή των ανώτερων ιδιομορφών είναι τόσο σημαντικότερη όσο μεγαλύτερη είναι η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος του κτιρίου ή με άλλα λόγια όσο μεγαλύτερο είναι το πλήθος των ορόφων (n) το οποίο χρησιμοποιείται ως προσεγγιστικό μέτρο της θεμελιώδους ιδιοπεριόδου σε αυτό το μοντέλο. Το φαινόμενο που περιγράφηκε προηγουμένως λαμβάνεται υπόψη μέσω του συντελεστή δυναμικής μεγέθυνσης ω_u . Είναι προφανές πόσο διαφορετική είναι η αντιμετώπιση του θέματος αυτού στο μοντέλο των Paulay και Priestley σε σχέση με αυτό των Eibl και Keintzel που περιλαμβάνεται στον EC8, με τους τελευταίους να θεωρούν την θεμελιώδη ιδιοπερίοδο ως περισσότερο κατάλληλη παράμετρο για την περιγραφή του φαινομένου σε σχέση με τον αριθμό των ορόφων που χρησιμοποιείται από τους Paulay και Priestley.
- Τέλος σύμφωνα με τους Paulay και Priestley, οι δυναμικά προκαλούμενες τέμνουσες βάσης σε τοιχώματα μικτών συστημάτων, αυξάνονται με την αυξημένη συμμετοχή αντών των τοιχωμάτων στην παραλαβή της συνολικής τέμνουσας βάσης του φορέα. Αυτό λαμβάνεται υπόψη στο προηγούμενο μοντέλο μέσω του συντελεστή n_u . Έτσι το μοντέλο των Paulay και Priestley είναι το μοναδικό σε σχέση με αυτά που παρουσιάζει στις προηγούμενες παραγράφους το οποίο λαμβάνει υπόψη αυτή τη παράμετρο του προβλήματος. Όπως θα δούμε στα επόμενα η συμβολή του όρου αυτού ίσως και να είναι σημείο κλειδί για την επιτυχή πρόβλεψη των τεμνουσών σχεδιασμού, ιδίως για περιπτώσεις μικτών συστημάτων με πολλά και διαφορετικά τοιχώματα. Αξίζει τέλος να αναφέρουμε πως ο κανονισμός της Νέας Ζηλανδίας έχει υιοθετήσει το προηγούμενο μοντέλο θεωρώντας ότι η τιμή του όρου n_u είναι ίση με 1 δηλαδή θεωρώντας πως κάθε τοίχωμα παραλαμβάνει το σύνολο της τέμνουσας βάσης του φορέα (!) πράγμα προφανώς πολύ συντηρητικό.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι τιμές των αυξητικών συντελεστών που προέκυψαν για τα τοιχώματα των δύο φορέων της παρούσας ανάλυσης με το μοντέλο των Paulay και Priestley.

Φορέας	Τοιχωμα	$\omega^* u \cdot \phi_{0,w}$
Dual 1	Κεντρικό ($l_w = 6m$)	2.602
Dual 2	Κεντρικό ($l_w = 6m$)	2.599
	Γωνιακό ($l_w = 2m$)	3.691

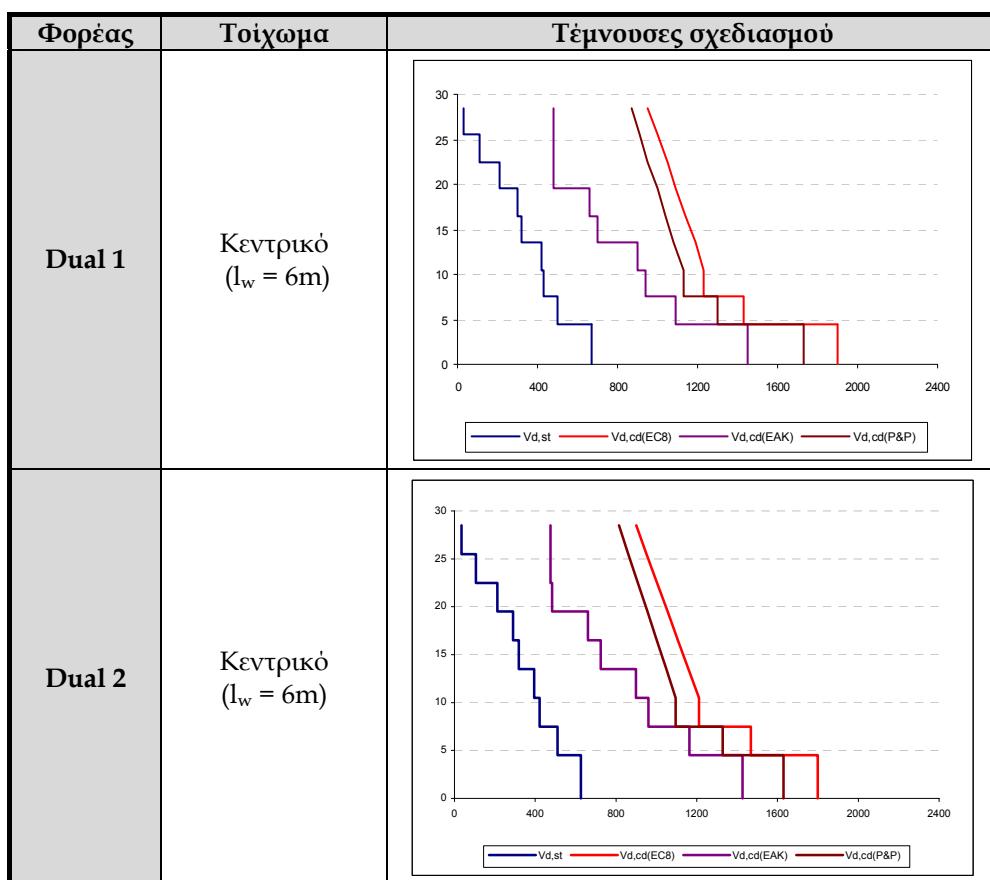
Πίνακας 4.4 Τιμές των αυξητικών συντελεστών για τα τοιχώματα των φορέων της παρούσας ανάλυσης κατά το μοντέλο των Paulay και Priestley.

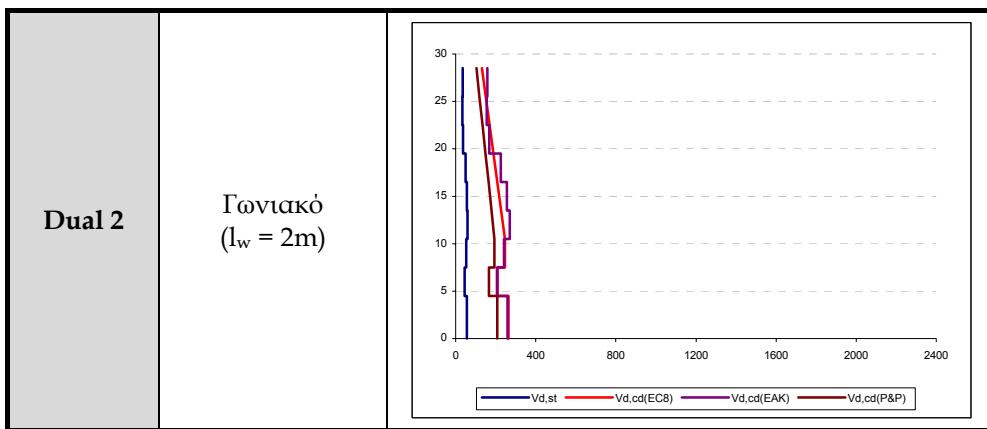
Για τα μεγάλα τοιχώματα και των δύο φορέων προκύπτουν τιμές αυξητικών συντελεστών παρόμοιες μεταξύ τους, αλλά γενικώς μικρότερες από τις αντίστοιχες του EC8 (κατά περίπου 10%) και μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες του ΕΑΚ (κατά περίπου 17%). Ωστόσο η μεγαλύτερη διαφορά παρατηρείται στο μικρό τοίχωμα του δεύτερου φορέα όπου ο αυξητικός συντελεστής του μοντέλου των Paulay και Priestley προέκυψε κατά 26% μικρότερος τόσο από αυτόν του ΕΑΚ όσο και από αυτόν του EC8 γεγονός το οποίο σε μεγάλο βαθμό οφείλεται στη συμβολή του όρου n_u η οποία αναλύθηκε εκτενώς στα προηγούμενα.

Αναφορικά με την καθ' ύψος κατανομή των τεμνουσών σχεδιασμού ισχύουν όλα όσα αναφέραμε στην προηγούμενη παράγραφο (4.3.2) σχετικά με τον τρόπο αντιμετώπισης του προβλήματος από τον EC8 καθότι τόσο αυτός ο κανονισμός όσο και οι Paulay και Priestley χρησιμοποιούν την ίδια περιβάλλουσα τεμνουσών σχεδιασμού, δηλαδή αυτή που φαίνεται στο σχήμα 4.7.

Στον πίνακα που ακολουθεί έχουν σχεδιασθεί οι περιβάλλουσες των τεμνουσών σχεδιασμού όπως προέκυψαν για τα τοιχώματα των δύο φορέων της παρούσας ανάλυσης σύμφωνα με τις 3 μεθόδους που παρουσιάσθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους καθώς και οι τέμνουσες που προέκυψαν από την ισοδύναμη φασματική ανάλυση.

Για την σχεδίαση επλέχθηκε κοινή κλίμακα έτσι ώστε να γίνουν αντιληπτές οι διαφορές των μεγεθών.





Πίνακας 4.5 Περιβάλλονσες των τεμνουσών σχεδιασμού για τα τοιχώματα των φορέων της παρούσας ανάλυσης σύμφωνα με τις μεθόδους των κανονισμών EAK 2000, EC8 καθώς και με το μοντέλο των Paulay και Priestley(1991).

Θα πρέπει στο σημείο αυτό να διευκρινίσουμε ότι ο καθορισμός των τεμνουσών σχεδιασμού κατά τον EAK 2000 όπως αυτές έχουν σχεδιασθεί στα σχήματα του παραπάνω πίνακα, στηρίζεται στη παραδοχή πως η ανάλυση του φορέα (δυσκαμψίες, δείκτες συμπεριφοράς, φάσματα, μέθοδος ανάλυσης) καθώς και η διαστασιολόγηση σε κάμψη του τοιχώματος για αυτόν τον κανονισμό δεν θα διαφοροποιήσει σημαντικά τις τέμνουσες σχεδιασμού σε σύγκριση με αυτές που αντιστοιχούν σε απευθείας εφαρμογή του αυξητικού συντελεστή α_{CD} στα αποτελέσματα της ανάλυσης ενός άλλου κανονισμού, δηλαδή στην προκειμένη περίπτωση του EC8. Με άλλα λόγια δεν πραγματοποιήθηκε ξεχωριστή ανάλυση και διαστασιολόγηση αλλά χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση και η διαστασιολόγηση που έγινε σύμφωνα με τον EC8 (βλέπε κεφάλαιο 2 της παρούσας εργασίας). Αυτό έγινε γιατί στόχος της παρούσας εργασίας είναι να κρίνει την αποτελεσματικότητα των μεθόδων καθορισμού των τεμνουσών σχεδιασμού έχοντας ως βάση την ίδια ελαστική ανάλυση (ίδιες $V_{d,st}$) και τις ίδιες ροπές αντοχής M_{Rd} έτσι ώστε η σύγκριση να γίνει μόνο στο επίπεδο των αυξητικών συντελεστών και της μεθόδου χάραξης της περιβάλλουσας και όχι υπό την επιρροή και άλλων παραμέτρων σχεδιασμού όπως ο δείκτης συμπεριφοράς, οι δυσκαμψίες κτλ. Για τον λόγον το αληθές ο φορέας Dual 1 αναλύθηκε σύμφωνα με όσα προβλέπει ο EAK 2000. Οι δύο βασικές διαφορές της ανάλυσης αυτής σε σχέση με αυτήν του EC8 είναι οι προσεγγιστικές δυσκαμψίες των δομικών στοιχείων που μεταβάλλονται ανάλογα με το είδος του στοιχείου (δηλαδή $0.4EI_g$ για τις δοκούς, $0.6EI_g$ για τα ακραία υποστυλώματα και τα τοιχώματα και $0.8EI_g$ για τα εσωτερικά υποστυλώματα) καθώς και οι τιμές των δεικτών συμπεριφοράς (3.5 για τον EAK σε σύγκριση με το 5.4 που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση κατά τον EC8). Όπως αναμενόταν (λόγω της μικρότερης τιμής του q) οι τιμές των εντατικών μεγεθών (ροπές και τέμνουσες) που προέκυψαν από την ανάλυση για τη βάση του τοιχώματος ήταν μεγαλύτερες σε σχέση με αυτές του EC8 (βλέπε παρ. 2.7.4 του παρόντος) ήτοι $M_{Sd}=10025$ kNm και $V_{Sd} = 1040$ kN. Έτσι ο συντελεστής α_{CD} , θεωρώντας ίδια M_{Rd} με αυτήν που προέκυψε από την διαστασιολόγηση σύμφωνα με τον EC8, προέκυψε πολύ μικρότερος ($\alpha_{CD} = 1.45$) και τελικά η τέμνουσα σχεδιασμού στη βάση του τοιχώματος προέκυψε 1508 kN που είναι μόλις 3.5% μεγαλύτερη από αυτήν που αντιστοιχεί σε απευθείας εφαρμογή του συντελεστή α_{CD} στα αποτελέσματα της ανάλυσης του EC8. Το αυτό ισχύει και για τις τέμνουσες σχεδιασμού των υπολοίπων ορόφων του φορέα. Αναφορικά τέλος με το μοντέλο των Paulay και Priestley εφαρμόσθηκε και αυτό, όπως αυτό του EAK, απευθείας στα αποτελέσματα της ανάλυσης και της διαστασιολόγησης κατά τον EC8.

Με το τέλος και αυτής της παραγράφου, ολοκληρώνεται όχι μόνο η παρουσίαση του θεωρητικού υποβάθρου του προβλήματος καθορισμού των τεμνουσών σχεδιασμού

τοιχωμάτων μικτών συστημάτων, αλλά και του τρόπου με τον οποίο αυτό υλοποιείται σε διάφορους κανονισμούς και μοντέλα.

Απομένει η κριτική και η συγκριτική αντιπαράθεση αυτών διαμέσου των αποτελεσμάτων των ανελαστικών δυναμικών αναλύσεων που παρουσιάσθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας. Αυτό γίνεται στις παραγράφους που ακολουθούν.



4.3 Σχολιασμός των αποτελεσμάτων των ανελαστικών δυναμικών αναλύσεων

4.3.1 Φορέας Dual 1

Θυμίζουμε ότι ο φορέας Dual 1 αποτελείται από ένα είδος τοιχώματος (κεντρικά τοποθετημένο πλάτους 6m) συνεπώς από τα αποτελέσματα των αναλύσεων αυτού μπορούν να αξιολογηθούν όλοι οι παράμετροι καθορισμού των τεμνουσών σχεδιασμού με εξαίρεση αυτήν που αφορά το ποσοστό συμμετοχής διαφορετικών τοιχωμάτων στην ανάληψη της τέμνουσας βάσης (όρος n_u κατά τους Paulay και Priestley) η οποία και θα εξετασθεί με την βοήθεια του φορέα Dual 2.

4.3.1.1 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ

Σύμφωνα με τη γενική φιλοσοφία σχεδιασμού των έργων σε σεισμό, θα πρέπει αυτά να ανθίστανται σε σεισμούς μικρής εντάσεως χωρίς βλάβες, δηλαδή για μικρές και συχνά επαναλαμβανόμενες δονήσεις, όλα τα στοιχεία της κατασκευής θα πρέπει να βρίσκονται κάτω του ορίου ελαστικότητας.

Πράγματι για όλες τις αναλύσεις τα στοιχεία του τοιχώματος παρέμειναν στην ελαστική περιοχή ικανοποιώντας την παραπάνω θεμελιώδη απαίτηση.

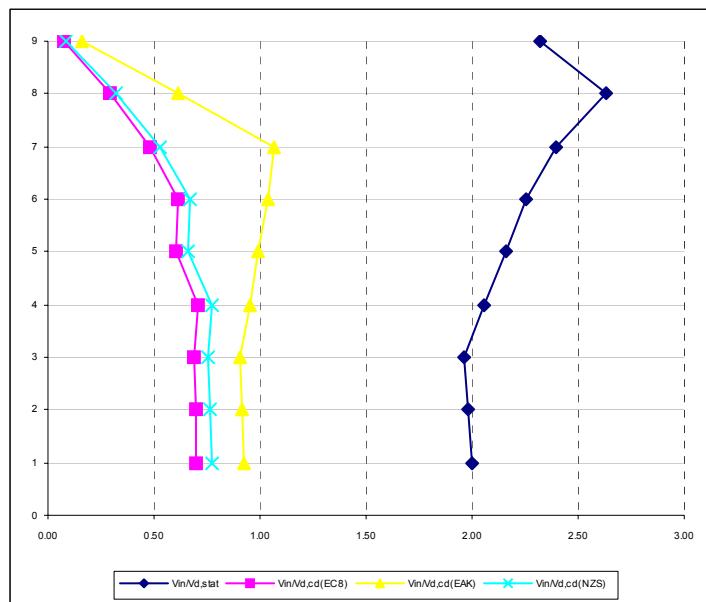
Στο σχήμα 4.8 φαίνονται οι λόγοι των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις (V_{in}) για σεισμούς ελέγχου της Ο.Κ.Λ. και για δυσκαμψία δομικών στοιχείων όπως αυτή ορίζεται από τον EC8, προς:

1. τις τέμνουσες που προέκυψαν από την ισοδύναμη φασματική ανάλυση ($V_{d,st}$)
2. τις τέμνουσες σχεδιασμού του EC8 ($V_{d,cd(EC8)}$).
3. τις τέμνουσες σχεδιασμού του EAK 2000 ($V_{d,cd(EAK)}$).
4. τις τέμνουσες σχεδιασμού του μοντέλου των Paulay και Priestley ($V_{d,cd(P&P)}$).

Γίνεται σαφές από το σχήμα αυτό ότι οι προβλέψεις του EC8 και του μοντέλου των Paulay και Priestley βρίσκονται πολύ κοντά μεταξύ τους συγκριτικά με αυτές του EAK οι οποίες για τα κατώτερα 2/3 του ύψους του τοιχώματος κυμαίνονται κοντά στη μονάδα πράγμα απαράδεκτο για ένα σεισμό ελέγχου της Ο.Κ.Λ. Εξήγηση για αυτό μπορεί να δοθεί μόνο από το γεγονός ότι για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν για τα δομικά στοιχεία οι προσεγγιστικές δυσκαμψίες του EC8 οι οποίες (όπως είπαμε και στην προηγούμενη παράγραφο) είναι πολύ διαφορετικές σε σύγκριση με αυτές που ορίζει ο EAK 2000.

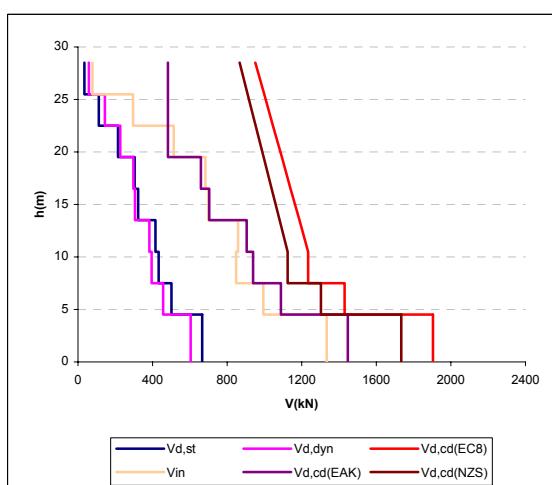
Παρατηρούμε επίσης πως ενώ για το κατώτερο 1/3 του ύψους του τοιχώματος οι V_{in} είναι σταθερά διπλάσιες από τις $V_{d,st}$ το αυτό δεν ισχύει και στο υπόλοιπο του ύψους όπου οι V_{in} αυξάνονται σταδιακά σε σχέση με τις $V_{d,st}$ ως και 2.7 φορές περισσότερο στον

προτελευταίο όροφο. Η παρατήρηση αυτή, η οποία ως ένα βαθμό αποτελεί κοινό στοιχείο όλων των αντίστοιχων διαγραμμάτων που θα παρουσιασθούν στη συνέχεια, έρχεται να επιβεβαιώσει την άποψη πως μία ενδεχόμενη γραμμική μεγέθυνση του διαγραμμάτος των $V_{d,st}$ κατά έναν οποιονδήποτε αυξητικό συντελεστή θα υποτιμούσε τις μέγιστες τέμνουσες των ανώτερων ορόφων. Από την άλλη οι περιβάλλουσες σχεδιασμού που προτάθηκαν για το λόγο αυτό (βλέπε EC8 και μοντέλο Paulay & Priestley) φαίνεται πως υπερτιμούν τις τέμνουσες αυτές καθώς προκύπτουν 4 ως 10 φορές μεγαλύτερες από αυτές στους δύο τελευταίους ορόφους.



Σχήμα 4.8 Σύγκριση των λόγων των μέσων όρων των μεγίστων απόλοιτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις (V_{in}) για σεισμό ελέγχον της Ο.Κ.Λ. και για δυσκαμψία δομικών στοιχείων όπως αυτή ορίζεται από τον EC8, προς τις τέμνουσες που προέκυψαν από την ισοδύναμη φασματική ανάλυση ($V_{d,st}$) τις τέμνουσες σχεδιασμού του EC8 ($V_{d,cd(EC8)}$), τις τέμνουσες σχεδιασμού του EAK 2000 ($V_{d,cd(EAK)}$) και τις τέμνουσες σχεδιασμού του μοντέλου των Paulay και Priestley ($V_{d,cd(P&P)}$).

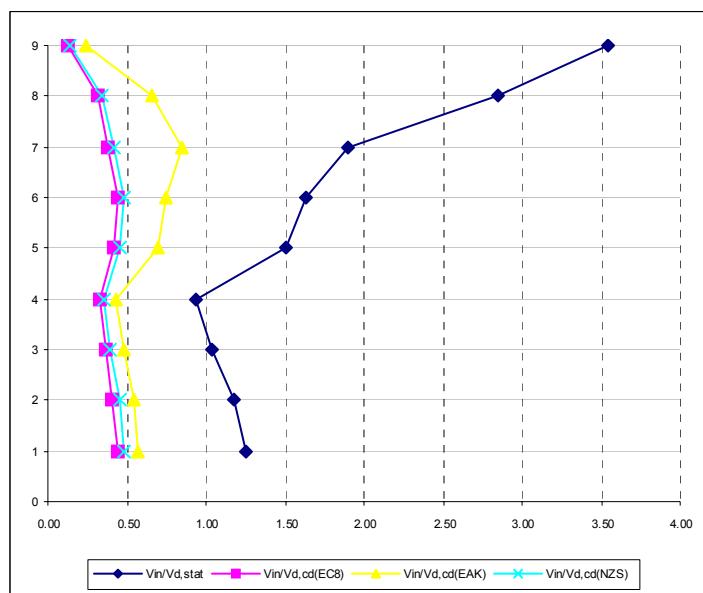
Στο σχήμα 4.9 φαίνονται τα αντίστοιχα διαγράμματα τεμνουσών για την προηγούμενη περίπτωση ανάλυσης.



Σχήμα 4.9 Διαγράμματα τεμνουσών των ελαστικών και ανελαστικών (μέσοι όροι) αναλύσεων καθώς και οι αντίστοιχες περιβάλλουσες σχεδιασμού των κανονισμών EC8, EAK και των μοντέλου των Paulay και Priestley (1991).

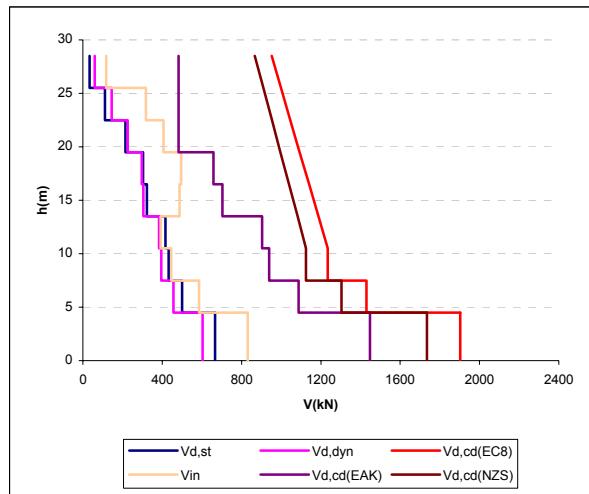
Το σχήμα 4.10 είναι αντίστοιχο του 4.8 με τη διαφορά πως αναφέρεται σε δυσκαμψίες δομικών στοιχείων υπολογισμένες με βάση την κλίση των πρώτων κλάδων κατάλληλα διγραμμικοποιημένων διαγραμμάτων ροπών καμπυλοτήτων ($EI_{ef} = M_y/\phi_y$) ενώ και οι αντίστοιχοι συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων έχουν υπολογισθεί για τη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο που αντιστοιχεί στο φορέα με τις προηγούμενες δυσκαμψίες (η περίπτωση να χρησιμοποιούνται συντελεστές ομαλοποίησης αυτοί που αντιστοιχούν σε θεμελιώδη ιδιοπερίοδο υπολογισμένη με βάση τις δυσκαμψίες δομικών στοιχείων κατά EC8 δεν αναφέρεται καθότι προέκυπτε πάντοτε η ευμενέστερη όλων και ως εκ τούτου δεν έχει να προσφέρει στην εξαγωγή συμπερασμάτων).

Στη περίπτωση αυτή οι τέμνουσες των ανελαστικών δυναμικών αναλύσεων προέκυψαν μικρότερες σε σύγκριση με αυτές της προηγούμενης ομάδας αναλύσεων (σχήμα 4.8) τουλάχιστον για τα 2/3 του ύψους του τοιχώματος αλλά μεγαλύτερες στους ανώτερους 2 ορόφους (παρατήρησε τις τιμές του λόγου $V_{in}/V_{d,st}$ σε αντιπαράθεση με αυτές του σχήματος 4.8). Οι βασικές παρατηρήσεις που έγιναν στη προηγούμενη περίπτωση ισχύουν και εδώ με τη διαφορά πως παρατηρείται μία μεγαλύτερη σύγκλιση των τεμνουσών σχεδιασμού που προβλέπει ο ΕΑΚ σε αυτές που προβλέπει ο EC8 και οι Paulay και Priestley. Η εξήγηση για αυτό είναι προφανώς το είδος των δυσκαμψιών που θεωρήθηκε για τα δομικά στοιχεία για το οποίο δεν υπάρχει αντίστοιχια με αυτό που χρησιμοποιήθηκε στη διαστασιολόγηση, για κανένα από τα μοντέλα (όπως στη προηγούμενη περίπτωση με αυτό του EC8) οπότε οι διαφορές αυτές μπορούν να θεωρηθούν περισσότερο ρεαλιστικές. Εξαίρεση από την προηγούμενη παρατήρηση αποτελούν οι 4 προτελευταίοι όροφοι όπου οι προβλέψεις του ΕΑΚ φαίνονται λιγότερο συντηρητικές όχι μόνο σε σύγκριση με αυτές των άλλων μοντέλων αλλά ακόμη και από τις προβλέψεις του ιδίου, για τους χαμηλότερους ορόφους. Γίνεται φανερή εδώ η έλλειψη καθορισμού περιβάλλουσας σχεδιασμού από τον Ελληνικό Αντισειμικό Κανονισμό με αποτέλεσμα να υστερεί στην σωστή πρόβλεψη των τεμνουσών σχεδιασμού των ανώτερων ορόφων παρόλη την μικρή διόρθωση που επιχειρεί με το κάτω όριο ($V_{base}/3$) που εισάγει.



Σχήμα 4.10 Σύγκριση των λόγων των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις (V_{in}) για σεισμό ελέγχου της Ο.Κ.Λ. και για δυσκαμψία δομικών στοιχείων $EI_{ef} = M_y/\phi_y$ (καθώς και των αντίστοιχων συντελεστών ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων), προς τις τέμνουσες που προέκυψαν από την ισοδύναμη φασματική ανάλυση ($V_{d,st}$) τις τέμνουσες σχεδιασμού του EC8 ($V_{d,cd(EC8)}$), τις τέμνουσες σχεδιασμού του EAK 2000 ($V_{d,cd(EAK)}$) και τις τέμνουσες σχεδιασμού των μοντέλον των Paulay και Priestley ($V_{d,cd(P&P)}$).

Τέλος στο σχήμα 4.11 φαίνονται τα αντίστοιχα διαγράμματα τεμνουσών για την τελευταία περίπτωση ανάλυσης.



Σχήμα 4.11 Διαγράμματα τεμνουσών των ελαστικών και ανελαστικών (μέσοι όροι) αναλύσεων καθώς και οι αντίστοιχες περιβάλλονσες σχεδιασμού των κανονισμών EC8, EAK και των μοντέλον των Paulay και Priestley (1991).

4.3.1.2 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Α.

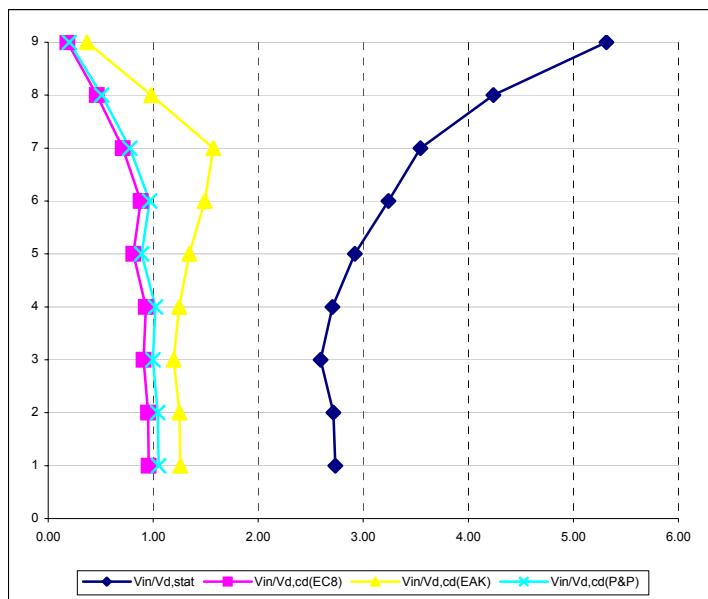
Σύμφωνα και πάλι με τη γενική φιλοσοφία σχεδιασμού των έργων σε σεισμό, θα πρέπει αυτά να ανθίστανται σε σεισμούς μέσος εντάσεως (σεισμούς ελέγχου της Ο.Κ.Α.), με ήσσονος σημασίας βλάβες στο φέροντα σκελετό και δη επισκευάσιμες.

Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων του φορέα Dual 1 για «σεισμούς ελέγχου της Ο.Κ.Α.» προκύπτει ότι περισσότερο κρίσιμες, αναφορικά με την ικανοποίηση της παραπάνω απαίτησης, είναι οι περιπτώσεις ανάλυσης στις οποίες τα δομικά στοιχεία του φορέα θεωρούνται με τις προσεγγιστικές δυσκαμψίες του EC8. Για όλες αυτές τις περιπτώσεις το τοίχωμα σχημάτισε πλαστική άρθρωση στη βάση του, πράγμα αποδεκτό με βάση τη φιλοσοφία σχεδιασμού που προαναφέραμε, ενώ σε μία μόνο περίπτωση (σεισμική διέγερση Αθηνών, ανάλυση 16) εκδηλώθηκε και αστοχία από διαγώνιο ελκυσμό στο στοιχείο ισογείου του τοιχώματος πράγμα όμως που δεν συνάδει με την προηγούμενη φιλοσοφία (για την αντίστοιχη ανάλυση του φορέα Dual 2 πάντως, η προηγούμενη αστοχία δεν εκδηλώθηκε, πράγμα αναμενόμενο δοθέντος ότι τα συμπληρωματικά τοιχώματα ανακουφίζουν την ένταση του κεντρικού). Για τις υπόλοιπες περιπτώσεις αναλύσεων καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε στο τοίχωμα του φορέα Dual 1.

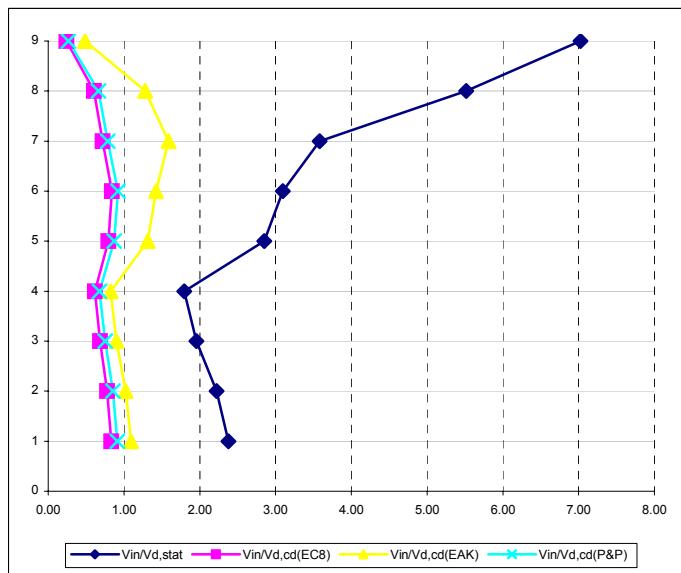
Ακολουθώντας την πορεία παρουσίασης της προηγούμενης παραγράφου, παρουσιάζουμε και εδώ τα αντίστοιχα σχήματα των 4.8 και 4.10.

Από την ομοιότητα των διαγραμμάτων αυτών γίνεται προφανές πως οι βασικές παρατηρήσεις που έγιναν για τις περιπτώσεις των σεισμών ελέγχου της Ο.Κ.Λ ισχύουν και εδώ, δηλαδή:

- οημαντική ενίσχυση των τεμνουσών των ανελαστικών δυναμικών αναλύσεων στους ανώτερους ορόφους που όμως δεν μπορεί να καλυφθεί μέσω της χρήσης ενός αυξητικού συντελεστή υπολογισμένου για τη βάση του τοιχώματος, γεγονός που καθιστά απαραίτητη τη χρήση μιας περιβάλλονσας σχεδιασμού βασισμένης σε ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις (όπως αυτές του EC8 και του μοντέλου των Paulay και Priestley).



Σχήμα 4.12 Σύγκριση των λόγων των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις (V_{in}) για σεισμό ελέγχου της Ο.Κ.Α. και για δυσκαμφία δομικών στοιχείων όπως αυτή ορίζεται από τον EC8, προς τις τέμνουσες που προέκυψαν από την ισοδύναμη φασματική ανάλυση ($V_{d,st}$) τις τέμνουσες σχεδιασμού του EC8 ($V_{d,cd(EC8)}$), τις τέμνουσες σχεδιασμού του EAK 2000 ($V_{d,cd(EAK)}$) και τις τέμνουσες σχεδιασμού του μοντέλου των Paulay και Priestley ($V_{d,cd(P&P)}$).



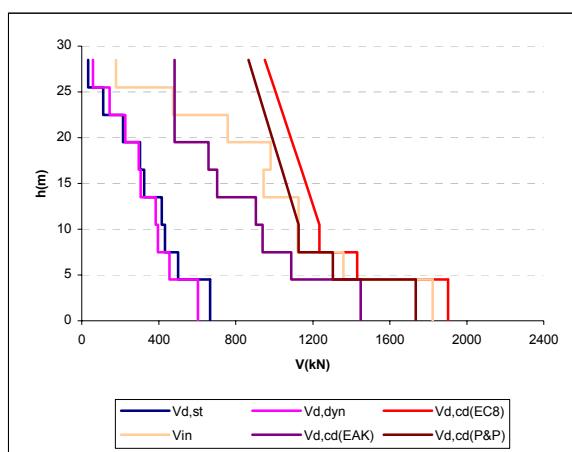
Σχήμα 4.13 Σύγκριση των λόγων των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις (V_{in}) για σεισμό ελέγχου της Ο.Κ.Α. και για δυσκαμφία δομικών στοιχείων $EI_{ef} = M_y/\phi_y$ (καθώς και των αντίστοιχων συντελεστών ομαλοποίησης των επιταχνιογραφημάτων), προς τις τέμνουσες που προέκυψαν από την ισοδύναμη φασματική ανάλυση ($V_{d,st}$) τις τέμνουσες σχεδιασμού του EC8 ($V_{d,cd(EC8)}$), τις τέμνουσες σχεδιασμού του EAK 2000 ($V_{d,cd(EAK)}$) και τις τέμνουσες σχεδιασμού του μοντέλου των Paulay και Priestley ($V_{d,cd(P&P)}$).

- το «φούσκωμα» που παρατηρείται στο διάγραμμα του ΕΑΚ του σχήματος 4.12 στους ανώτερους ορόφους αποδίδεται και εδώ στην έλλειψη περιβάλλουσας σχεδιασμού από τον κανονισμό αυτόν (βλέπε και προηγούμενη παρατήρηση).
- συντηρητική προσέγγιση των χρησιμοποιούμενων περιβαλλουσών σχεδιασμού των EC8 και Paulay & Priestley, στο ανώτερο 1/3 του ύψους του τοιχώματος,

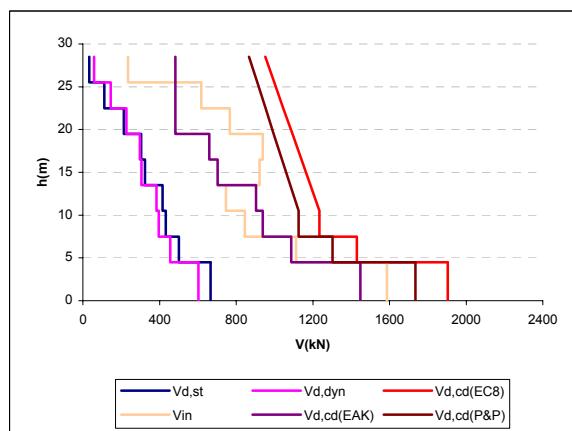
όπου οι προβλεπόμενες τέμνουσες προκύπτουν ως και 5 φορές μεγαλύτερες από αυτές που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις.

- σύγκλιση των αποτελεσμάτων του μοντέλου των Paulay και Priestley και αυτού του EC8 σε όλες τις περιπτώσεις, με αυτό του EC8 να βρίσκεται πάντα προς τη πλευρά της ασφάλειας (δεδομένου πως για αυτόν προκύπτουν μεγαλύτεροι αιχητικοί συντελεστές, ενώ η περιβάλλουσα σχεδιασμού είναι η ίδια και για τις δύο περιπτώσεις). Η πρόταση του ΕΑΚ μπορεί να συγκριθεί με τις προηγούμενες μόνο για τους κατώτερους ορόφους και για τη δεύτερη περίπτωση ανάλυσης (δυσκαμψίες $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ και αντίστοιχοι συντελεστές ομαλοποίησης) για την οποία, όπως αναφέραμε στη προηγούμενη παράγραφο, θα πρέπει να αναμένουμε πιο ρεαλιστικές διαφορές μεταξύ των τριών μοντέλων.

Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνονται και τα αντίστοιχα διαγράμματα τεμνουσών.



Σχήμα 4.14 Διαγράμματα τεμνουσών των ελαστικών και ανελαστικών (μέσοι όροι) αναλύσεων καθώς και οι αντίστοιχες περιβάλλουσες σχεδιασμού των κανονισμών EC8, EAK και του μοντέλου των Paulay και Priestley (1991) για την πρώτη περίπτωση ανάλυσης (δυσκαμψίες EC8).



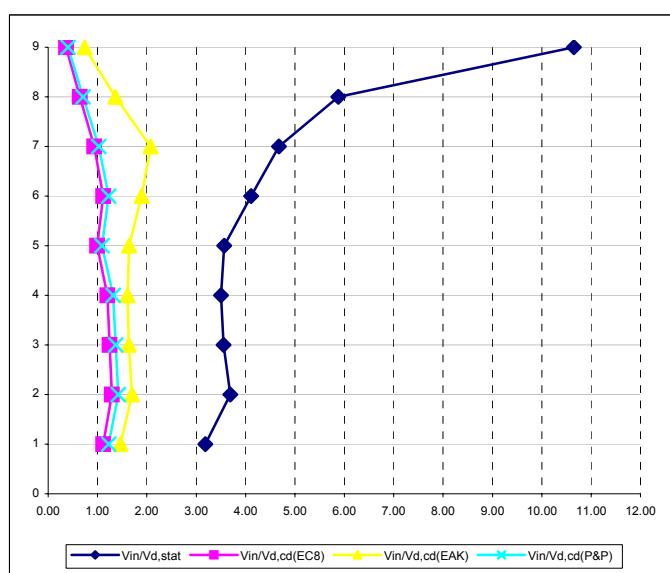
Σχήμα 4.15 Διαγράμματα τεμνουσών των ελαστικών και ανελαστικών (μέσοι όροι) αναλύσεων καθώς και οι αντίστοιχες περιβάλλουσες σχεδιασμού των κανονισμών EC8, EAK και του μοντέλου των Paulay και Priestley (1991) για την δεύτερη περίπτωση ανάλυσης (δυσκαμψίες $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ και οι αντίστοιχοι συντελεστές ομαλοποίησης).

Θα πρέπει τέλος να σημειώσουμε πως οι προβλέψεις των μοντέλων του EC8 και των Paulay και Priestley για τις τέμνουσες σχεδιασμού στη βάση του τοιχώματος (για την οποία και υπολογίζεται ο αυξητικός συντελεστής) μπορούν σε κάθε περίπτωση να θεωρηθούν απολύτως επιτυχείς, καθότι, δοθέντος ότι αναφερόμαστε σε ένα σεισμό ελέγχου της Ο.Κ.Α., πλησιάζουν με πολύ ικανοποιητική ακρίβεια τις τέμνουσες που προέκυψαν για τις ίδιες θέσεις από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις (οι λόγοι $V_{in}/V_{d,cd}$ κυμαίνονταν λίγο κάτω από την μονάδα!). Αυτό αποδεικνύει πως η χρήση των συγκεκριμένων αυξητικών συντελεστών (ε και ω_u^* φο,ω αντίστοιχα) είναι απόλυτα επιτυχής, ιδίως αν συνδυαστεί με μία περισσότερο λεπτομερώς σχεδιασμένη περιβάλλουσα για τα ανώτερα τμήματα του τοιχώματος.

4.3.1.3 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Α.

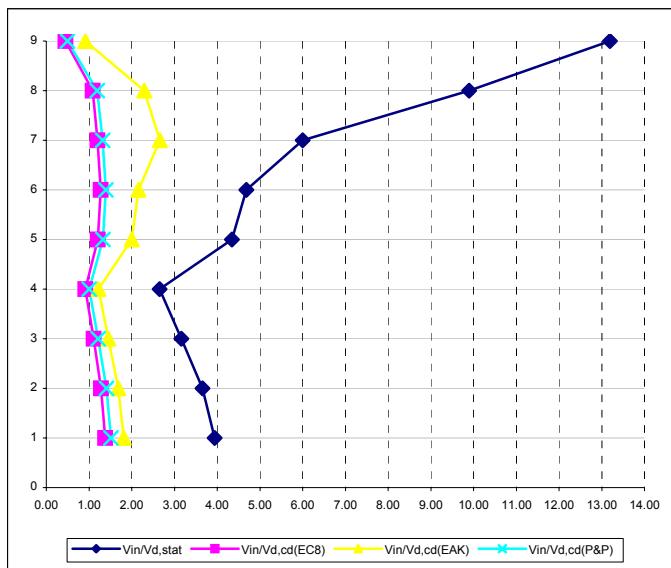
Σύμφωνα με τη φιλοσοφία σχεδιασμού των έργων σε σεισμό, θα πρέπει αυτά να ανθίστανται σε πολύ ισχυρούς καταστροφικούς σεισμούς χωρίς κατάρρευση. Πράγματι για όλες τις περιπτώσεις ανάλυσης του φορέα Dual 1 για ισχυρούς καταστροφικούς σεισμούς, που παρουσιάσθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, σε καμία περίπτωση δεν παρουσιάσθηκε κίνδυνος κατάρρευσης. Ωστόσο, θα πρέπει να επισημάνουμε, όπως άλλωστε ήταν αναμενόμενο, ότι στο τοίχωμα σχηματίσθηκαν σε κάθε περίπτωση πλαστικές αρθρώσεις (σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις και σε άλλες θέσεις εκτός της βάσεως του) ενώ σε αρκετές περιπτώσεις ανάλυσης εκδηλώθηκαν και αστοχίες από διαγώνιο ελκυσμό στο στοιχείο τοιχώματος, γεγονός που καταδεικνύει την κριτιμότητα του θέματος της ορθής πρόβλεψης των τεμνουσών σχεδιασμού.

Κατά τα άλλα όπως φαίνεται στα σχήματα των επόμενων σελίδων, ισχύουν και εδώ όλες οι παρατηρήσεις που έγιναν για τις περιπτώσεις των αναλύσεων που αναφέρονταν σε σεισμούς ελέγχου των Ο.Κ.Λ και Ο.Κ.Α.



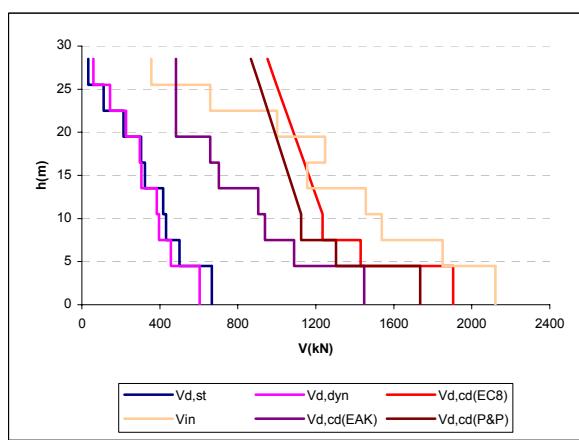
Σχήμα 4.16 Σύγκριση των λόγων των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις (V_{in}) για έναν σεισμό ελέγχου της Ο.Κ.Κ. και για δινοσκαμψία δομικών στοιχείων όπως αυτή ορίζεται από τον EC8, προς τις τέμνουσες που προέκυψαν από την ισοδύναμη φρασματική ανάλυση ($V_{d,sl}$) τις τέμνουσες σχεδιασμού του EC8 ($V_{d,cd(EC8)}$), τις τέμνουσες σχεδιασμού του EAK 2000 ($V_{d,cd(EAK)}$) και τις τέμνουσες σχεδιασμού του μοντέλου των Paulay και Priestley ($V_{d,cd(P&P)}$).

Η μοναδική διαφοροποίηση συνιστάται στο γεγονός πως οι τέμνουσες σχεδιασμού όλων των μοντέλων, ακόμη και του EC8 που είχε αναδειχθεί ως η περισσότερο συντηρητική από όλες τις άλλες στις προηγούμενες αναλύσεις, αποδείχθηκαν (όπως άλλωστε ήταν αναμενόμενο) μικρότερες από αυτές που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις με μοναδικές εξαιρέσεις τους τελευταίους ορόφους του φορέα. Ερμηνεία του τελευταίου έχει ήδη δοθεί στα προηγούμενα.

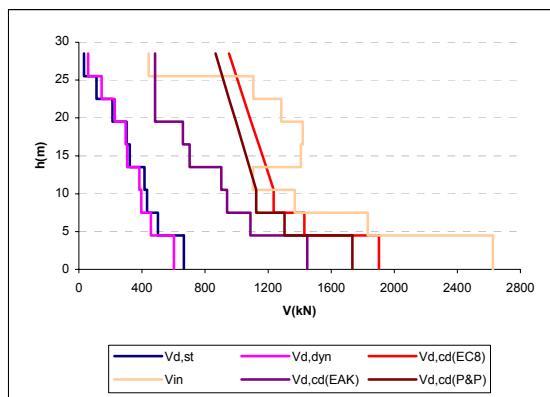


Σχήμα 4.17 Σύγκριση των λόγων των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις (V_{in}) για έναν σεισμό ελέγχου της Ο.Κ.Κ. και για δυσκαμψία δομικών στοιχείων $EI_{ef} = M_y/\phi_y$ (καθώς και των αντίστοιχων συντελεστών ομαλοποίησης των επιταχνοσιγραφημάτων), προς τις τέμνουσες που προέκυψαν από την ισοδύναμη φασματική ανάλυση ($V_{d,st}$) τις τέμνουσες σχεδιασμού του EC8 ($V_{d,cd(EC8)}$), τις τέμνουσες σχεδιασμού του EAK 2000 ($V_{d,cd(EAK)}$) και τις τέμνουσες σχεδιασμού των μοντέλου των Paulay και Priestley ($V_{d,cd(P\&P)}$).

Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνονται και τα αντίστοιχα διαγράμματα τεμνουσών.



Σχήμα 4.18 Διαγράμματα τεμνουσών των ελαστικών και ανελαστικών (μέσοι όροι) αναλύσεων καθώς και οι αντίστοιχες περιβάλλοντες σχεδιασμού των κανονισμών EC8, EAK και των μοντέλου των Paulay και Priestley (1991) για την πρώτη περίπτωση ανάλυσης (δυσκαμψίες EC8).



Σχήμα 4.19 Διαγράμματα τεμνουσών των ελαστικών και ανελαστικών (μέσοι όροι) αναλόσεων καθώς και οι αντίστοιχες περιβάλλουσες σχεδιασμούς των κανονισμών EC8, EAK και του μοντέλου των Paulay και Priestley (1991) για την δεύτερη περίπτωση ανάλυσης (δυσκαμψίες $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ και οι αντίστοιχοι συντελεστές ομαλοποίησης).

4.3.2 Φορέας Dual 2

Ο φορέας Dual 2, διαφοροποιείται ως προς τον φορέα Dual 1, μόνο ως προς την ύπαρξη τεσσάρων τοιχωμάτων, πλάτους 2m τα οποία έχουν τοποθετηθεί στις άκρες των κατά x όψεων του φορέα (σχήμα 1.1).

Στόχος μίας τέτοιας διάταξης είναι η διερεύνηση του ποσοστού συμμετοχής διαφορετικών τοιχωμάτων στην ανάληψη της τέμνουσας βάσης, καθότι όπως αναφέραμε και στα προηγούμενα (παρ. 4.2.3) θεωρείται ότι οι δυναμικά προκαλούμενες τέμνουσες βάσης στα τοιχώματα μικτών συστημάτων αυξάνουν με την αυξημένη συμμετοχή τέτοιων τοιχωμάτων στην παραλαβή της συνολικής τέμνουσας βάσης ολόκληρου του φορέα.

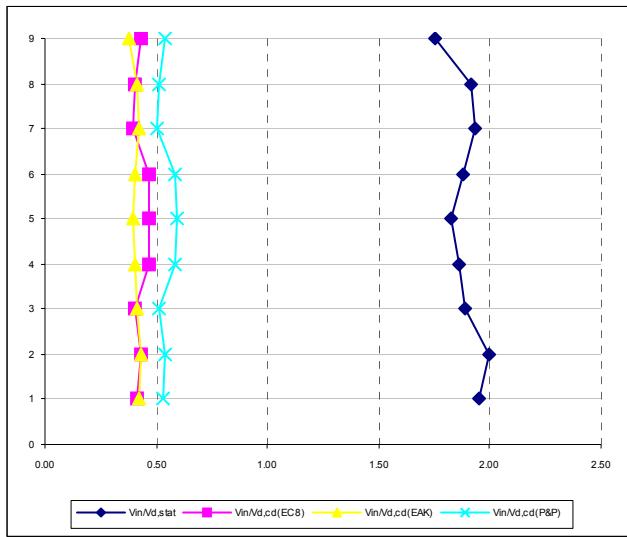
4.3.2.1 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Λ

Υπό το πρίσμα της φιλοσοφίας σχεδιασμού έργων σε σεισμούς μικρής εντάσεως (παρ. 4.3.1.1), αναφέρουμε εδώ ότι καμία πλαστική άρθρωση και καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε κάποιο τοίχωμα του φορέα αυτού.

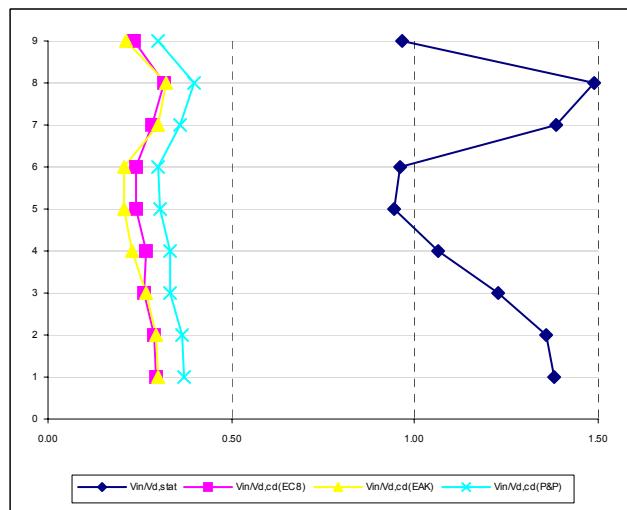
Αναφορικά με τη συμπεριφορά του μεγάλου (κεντρικού) τοιχώματος, θα πρέπει να τονίσουμε ότι ισχύουν όλα τα συμπεράσματα και παρατηρήσεις που έγιναν στην αντίστοιχη παράγραφο για το τοίχωμα του φορέα Dual 1 (για αποτελέσματα και διαγράμματα παραπέμπουμε στην παράγραφο 3.5.2 του παρόντος). Η μοναδική επισήμανση για το τοίχωμα αυτό έχει να κάνει με το προφανές, ότι δηλαδή οι τέμνουσες που προέκυψαν από όλες τις ανελαστικές δυναμικές αναλόσεις ήσαν μικρότερες από αυτές του αντίστοιχου τοιχώματος του φορέα Dual 1, κάτι που οφείλεται στη ανακουφιστική συμβολή των πρόσθετων τοιχωμάτων στην παραλαβή της συνολικής τέμνουσας βάσης του κτιρίου.

Αναφορικά με τη συμπεριφορά των γωνιακών τοιχωμάτων, εδώ τα πράγματα διαφοροποιούνται μερικώς, συγκριτικά με όσα έχουν αναφερθεί για τα κεντρικά τοιχώματα. Όπως φαίνεται στα σχήματα της επόμενης σελίδας κανένα γενικό συμπέρασμα δεν προκύπτει από τη σχέση των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών των ανελαστικών δυναμικών αναλόσεων και αυτών που προέκυψαν από την ισοδύναμη φασματική ανάλυση. Έτσι στη μία περίπτωση (δυσκαμψίες EC8), ο λόγος των προηγούμενων μεγεθών διατηρείται σχεδόν σταθερός καθ' ώψος σε αντίθεση με την άλλη

περίπτωση (δυσκαμψίες $EI_{ef} = M_y/\phi_y$) όπου μεταβάλλεται με μη προβλέψιμο τρόπο και απότομα.



Σχήμα 4.20 Σύγκριση για τα γωνιακά τοιχώματα των λόγων των μέσων όρων, των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλόσεις (V_{in}) για σεισμούς ελέγχου της Ο.Κ.Λ. και για δυσκαμψία δομικών στοιχείων όπως αυτή ορίζεται από τον EC8, προς τις τέμνονοσες που προέκυψαν από την ισοδύναμη φρασματική ανάλυση ($V_{d,si}$) τις τέμνονοσες σχεδιασμού του EC8 ($V_{d,cd(EC8)}$), τις τέμνονοσες σχεδιασμού του EAK 2000 ($V_{d,cd(EAK)}$) και τις τέμνονοσες σχεδιασμού των μοντέλων των Paulay και Priestley ($V_{d,cd(P&P)}$).

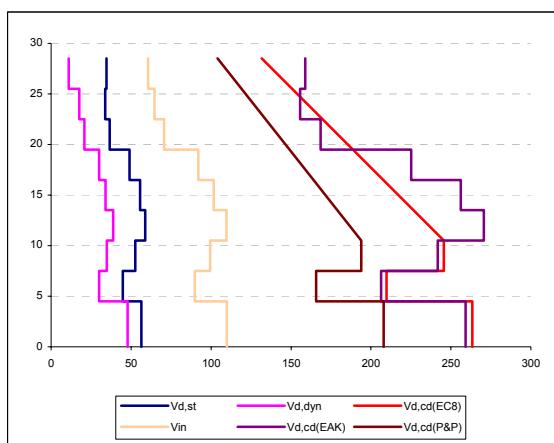


Σχήμα 4.21 Σύγκριση για τα γωνιακά τοιχώματα των λόγων των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλόσεις (V_{in}) για σεισμούς ελέγχου της Ο.Κ.Λ. και για δυσκαμψία δομικών στοιχείων $EI_{ef} = M_y/\phi_y$ (καθώς και των αντίστοιχων συντελεστών ομαλοποίησης των επιταχνιογραφημάτων), προς τις τέμνονοσες που προέκυψαν από την ισοδύναμη φρασματική ανάλυση ($V_{d,si}$) τις τέμνονοσες σχεδιασμού του EC8 ($V_{d,cd(EC8)}$), τις τέμνονοσες σχεδιασμού του EAK 2000 ($V_{d,cd(EAK)}$) και τις τέμνονοσες σχεδιασμού των μοντέλων των Paulay και Priestley ($V_{d,cd(P&P)}$).

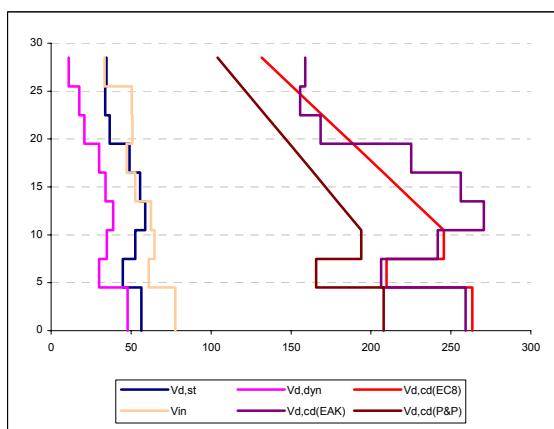
Το πλέον αξιοσημείωτο πάντως, τουλάχιστον εκ πρώτης όψεως, έχει να κάνει με την επιτυχή πρόβλεψη της καθ' ύψος κατανομής των τεμνονοσών σχεδιασμού και από τα τρία μοντέλα. Επίσης αυτή τη φορά είναι οι προτάσεις του EC8 και του EAK 2000 που φαίνεται να παρουσιάζουν τις μικρότερες διαφορές (παρόλη την έλλειψη περιβάλλοντας σχεδιασμού από μέρους του τελευταίου) σε σύγκριση με αυτή των Paulay και Priestley. Για να αποφανθούμε όμως αναφορικά με τη συντηρητικότητα της μίας ή της άλλης

περίπτωσης θα πρέπει να συμβουλευτούμε πρώτα και τα αποτελέσματα από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις για σεισμικές δράσεις ελέγχου των Ο.Κ.Α και Ο.Κ.Κ. Αναφέρουμε επίσης, ότι μία σημαντική διαφοροποίηση του μοντέλου των Paulay και Priestley συγκριτικά με τα υπόλοιπα είναι η εισαγωγή του όρου n_u που όπως δείχαμε στα προηγούμενα, ορίζεται ως ο λόγος της τέμνουσας που παραλαμβάνει το προς διαστασιολόγηση τοίχωμα στη βάση του, δια της συνολικής τέμνουσας βάσης του κτιρίου. Η αξιολόγηση του όρου αυτού δεν ήταν προφανώς δυνατή στη περίπτωση του φορέα Dual 1 όπου το ένα και μοναδικό (και μάλιστα πολύ ισχυρό τοίχωμα) παραλάμβανε περισσότερο από το 92% της συνολικής τέμνουσας βάσης. Η παρουσία του όμως ενδέχεται να αποτελεί σημαντικό λόγο διαφοροποίησης των αποτελεσμάτων του μοντέλου αυτού σε σχέση με τα άλλα, για τη περίπτωση του φορέα Dual 2 όπου τα πρόσθετα τοιχώματα ανακουφίζουν το κεντρικό ως προς την παραλαβή της τέμνουσας βάσης διαφοροποιώντας έτσι τους λόγους n_u .

Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνονται και τα αντίστοιχα διαγράμματα των τεμνουσών.



Σχήμα 4.22 Διαγράμματα τεμνουσών για τα γωνιακά τοιχώματα, των ελαστικών και ανελαστικών (μέσοι όροι) αναλύσεων καθώς και οι αντίστοιχες περιβάλλονσες σχεδιασμού των κανονισμών EC8, EAK και του μοντέλου των Paulay και Priestley (1991) για την πρώτη περίπτωση ανάλυσης (δυσκαμψίες EC8).



Σχήμα 4.23 Διαγράμματα τεμνουσών για τα γωνιακά τοιχώματα, των ελαστικών και ανελαστικών (μέσοι όροι) αναλύσεων καθώς και οι αντίστοιχες περιβάλλονσες σχεδιασμού των κανονισμών EC8, EAK και του μοντέλου των Paulay και Priestley (1991) για την δεύτερη περίπτωση ανάλυσης (δυσκαμψίες $EI_y = M_y/\phi_y$ και οι αντίστοιχοι συντελεστές ομαλοποίησης).

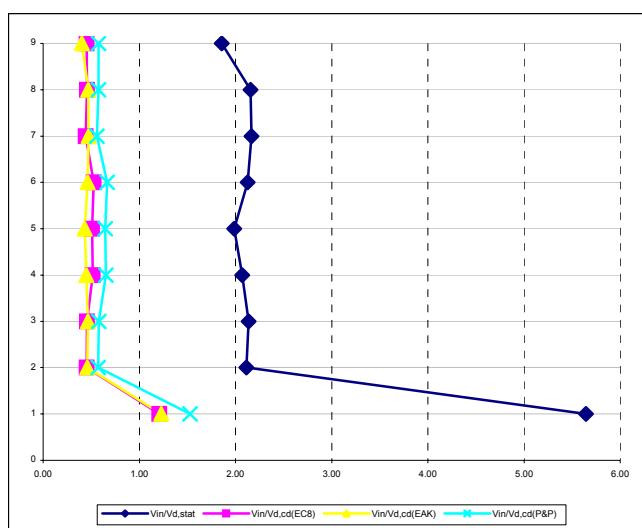
4.3.2.2 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Α.

Για αυτές τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις μόνο πλαστικές αρθρώσεις σχηματίσθηκαν και αυτές περιορίσθηκαν μόνο στις βάσεις των τοιχωμάτων και μάλιστα για ορισμένες μόνο από τις περιπτώσεις ανάλυσης. Καμία αστοχία δεν εκδηλώθηκε σε κανένα στοιχείο γεγονός που συνάδει με τη φιλοσοφία σχεδιασμού έργων σε σεισμούς μέσης εντάσεως (σεισμούς ελέγχου της Ο.Κ.Α.). Τέλος οι πλαστικές αρθρώσεις στο μεγάλο τοίχωμα ήταν περισσότερο περιορισμένες σε σύγκριση με τις αντίστοιχες περιπτώσεις ανάλυσης του φορέα Dual 1, γεγονός που αποδίδεται στη συμβολή των γωνιακών τοιχωμάτων τα οποία ανακουφίζουν την ένταση των κεντρικών.

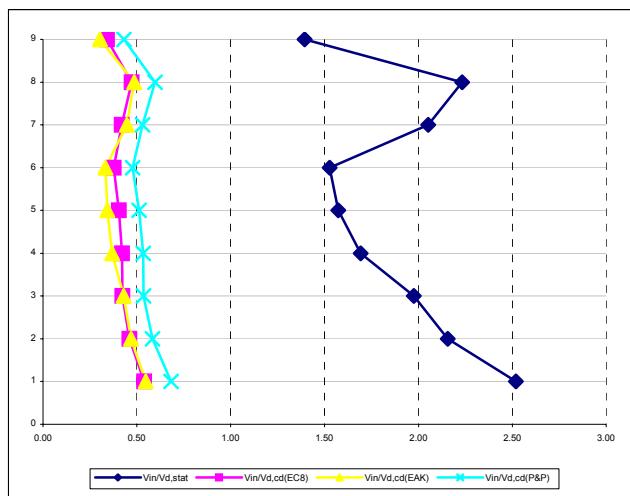
Αναφορικά με τη συμπεριφορά του μεγάλου (κεντρικού) τοιχώματος, θα πρέπει να τονίσουμε ότι ισχύουν όλα τα συμπεράσματα και παρατηρήσεις που έγιναν στην αντίστοιχη παράγραφο για το τοίχωμα του φορέα Dual 1 (για αποτελέσματα και διαγράμματα παραπέμπουμε στην παράγραφο 3.5.2 του παρόντος).

Αναφορικά με τη συμπεριφορά των γωνιακών τοιχωμάτων, επιπρόσθετα σε όσα αναφέρθηκαν στη προηγούμενη παράγραφο, θα πρέπει κανείς να σταθεί και στα εξής δύο βασικά στοιχεία:

1. στην ανεπαρκή εκτίμηση του σωστού αυξητικού συντελεστή των τεμνονοσών για το στοιχείο ισογείου του τοιχώματος για όλες τις περιπτώσεις μοντέλων στη πρώτη περίπτωση ανάλυσης (δυσκαμψίες EC8) όπως φαίνεται στα σχήματα 4.24 και 4.25.
2. στην υπερβολικά συντηρητική προσέγγιση των μοντέλων του EC8 και του EAK 2000 για τους υπολοίπους, εκτός του ισογείου ορόφους, γεγονός που μπορεί ενδεχομένως να αποδοθεί στην παράληψη από μέρους αυτών των μοντέλων του θέματος της συνύπαρξης στο ίδιο (μικτό) σύστημα τοιχωμάτων με πολύ διαφορετικές διατομές σε αντίθεση με το μοντέλο των Paulay και Priestley (επιρροή του όρου n_u).

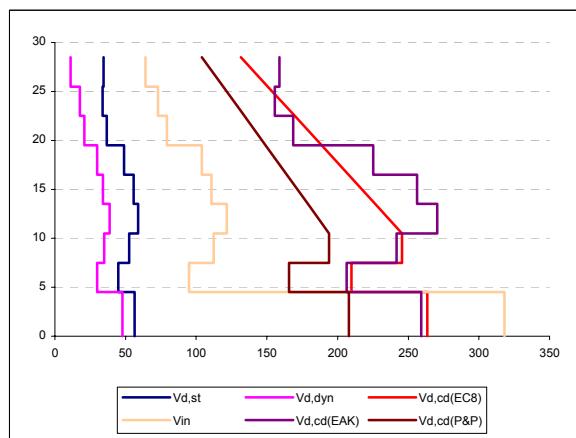


Σχήμα 4.24 Σύγκριση για τα γωνιακά τοιχώματα των λόγων των μέσων όρων, των μεγίστων απόλοιτων τιμών τεμνονοσών που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις (V_{in}) για σεισμούς ελέγχου της Ο.Κ.Α. και για δυσκαμψία δομικών στοιχείων όπως αντή ορίζεται από τον EC8, προς τις τέμνονοσες που προέκυψαν από την ισοδύναμη φασματική ανάλυση ($V_{d,st}$) τις τέμνονοσες σχεδιασμού του EC8 ($V_{d,cd(EC8)}$), τις τέμνονοσες σχεδιασμού του EAK 2000 ($V_{d,cd(EAK)}$) και τις τέμνονοσες σχεδιασμού των μοντέλου των Paulay και Priestley ($V_{d,cd(P&P)}$).

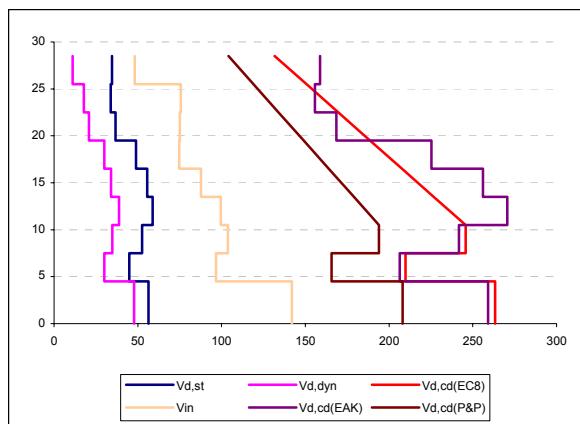


Σχήμα 4.25 Σύγκριση για τα γωνιακά τοιχώματα των λόγων των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις (V_{in}) για σεισμούς ελέγχου της Ο.Κ.Α. και για δυσκαμψία δομικών στοιχείων $EI_{ef} = M_y/\phi_y$ (καθώς και των αντίστοιχων συντελεστών ομαλοποίησης των επιταχυνογραφημάτων), προς τις τέμνουσες που προέκυψαν από την ισοδύναμη φρασματική ανάλυση ($V_{d,st}$) τις τέμνουσες σχεδιασμού του EC8 ($V_{d,cd(EC8)}$), τις τέμνουσες σχεδιασμού του EAK 2000 ($V_{d,cd(EAK)}$) και τις τέμνουσες σχεδιασμού των μοντέλων των Paulay και Priestley ($V_{d,cd(P&P)}$).

Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνονται και τα αντίστοιχα διαγράμματα των τεμνουσών.



Σχήμα 4.26 Διαγράμματα τεμνουσών για τα γωνιακά τοιχώματα, των ελαστικών και ανελαστικών (μέσοι όροι) αναλύσεων καθώς και οι αντίστοιχες περιβάλλοντας σχεδιασμού των κανονισμών EC8, EAK και των μοντέλων των Paulay και Priestley (1991) για την πρώτη περίπτωση ανάλυσης (δυσκαμψίες EC8).

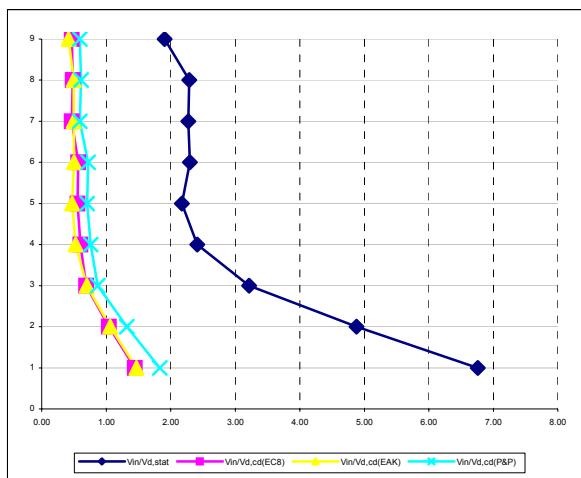


Σχήμα 4.27 Διαγράμματα τεμνονοσών για τα γωνιακά τοιχώματα, των ελαστικών και ανελαστικών (μέσοι όροι) αναλόσεων καθώς και οι αντίστοιχες περιβάλλονσες σχεδιασμού των κανονισμών EC8, EAK και του μοντέλου των Paulay και Priestley (1991) για την δεύτερη περίπτωση ανάλυσης (δυσκαμψίες $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ και οι αντίστοιχοι συντελεστές ομαλοποίησης).

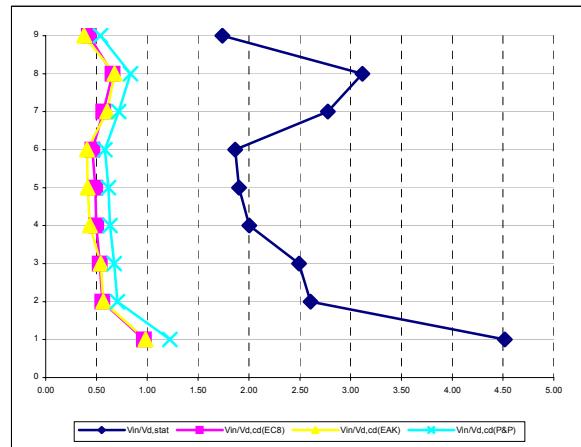
4.3.2.3 Σεισμική δράση ελέγχου της Ο.Κ.Κ.

Στη περίπτωση αυτή πλαστικές αρθρώσεις σχηματίσθηκαν στα τοιχώματα σε περισσότερες περιπτώσεις ανάλυσης όπως άλλωστε αυτό ήταν αναμενόμενο. Για τα γωνιακά τοιχώματα όσες καμπτικές διαρροές εμφανίσθηκαν περιορίσθηκαν στη βάση αυτών, ενώ στο κεντρικό τοίχωμα υπήρχαν και περιπτώσεις όπου αυτές σχηματίσθηκαν και σε κάποιους ανώτερους ορόφους. Αστοχίες εκδηλώθηκαν μόνο λόγω υπέρβασης της αντοχής έναντι διαγώνιου ελκυσμού, σε ορισμένες μόνο περιπτώσεις, στο στοιχείο ισογείου του κεντρικού τοιχώματος. Σε καμία περίπτωση πάντως η κατασκευή δεν οδηγήθηκε σε κατάρρευση, ικανοποιώντας έτσι τη θεμελιώδη απαίτηση αποφυγής καταρρεύσεως για τις περιπτώσεις ισχυρών καταστροφικών σεισμών με μεγάλες περιόδους επανάληψης.

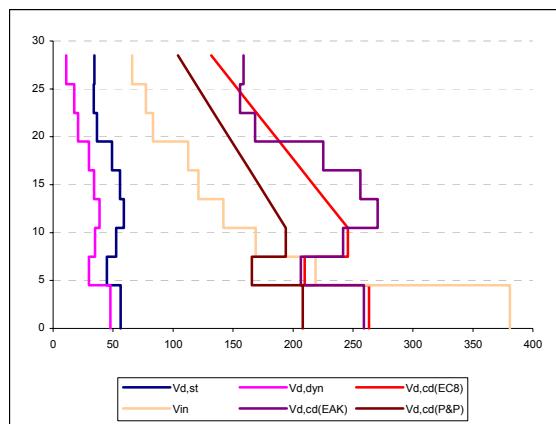
Κατά τα άλλα για τη συμπεριφορά του μεγάλου (κεντρικού) τοιχώματος, θα πρέπει να τονίσουμε ότι ισχύουν όλα τα συμπεράσματα και παρατηρήσεις που έγιναν στην αντίστοιχη παράγραφο για το τοίχωμα του φορέα Dual 1 (για αποτελέσματα και διαγράμματα παραπέμπουμε στην παράγραφο 3.5.2 του παρόντος). Ομοίως και για τα γωνιακά τοιχώματα (βλέπε και σχήματα 4.28-4.31) για τα οποία παραπέμπουμε στις δύο προηγούμενες παραγράφους.



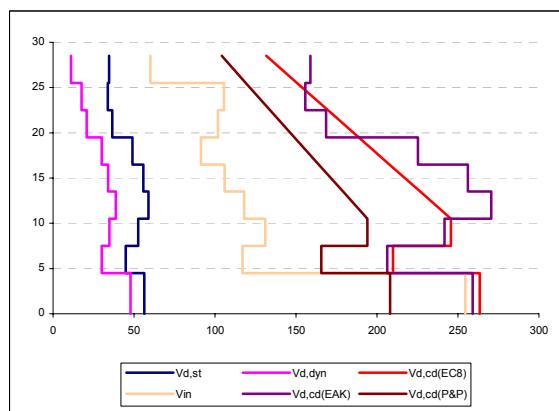
Σχήμα 4.28 Σύγκριση για τα γωνιακά τοιχώματα των λόγων των μέσων όρων, των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις (V_{in}) για σεισμούς ελέγχου της Ο.Κ.Κ. και για δυσκαμψία δομικών στοιχείων όπως αντή ορίζεται από τον EC8, προς τις τέμνουσες που προέκυψαν από την ισοδύναμη φρασματική ανάλυση ($V_{d,stat}$) τις τέμνουσες σχεδιασμού του EC8 ($V_{d,cd(EC8)}$), τις τέμνουσες σχεδιασμού του EAK 2000 ($V_{d,cd(EAK)}$) και τις τέμνουσες σχεδιασμού του μοντέλου των Paulay και Priestley ($V_{d,cd(P&P)}$).



Σχήμα 4.29 Σύγκριση για τα γωνιακά τοιχώματα των λόγων των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις (V_{in}) για σεισμούς ελέγχου της Ο.Κ.Κ. και για δυσκαμψία δομικών στοιχείων $EI_{ef} = M_y/\phi_y$ (καθώς και των αντίστοιχων συντελεστών ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων), προς τις τέμνουσες που προέκυψαν από την ισοδύναμη φρασματική ανάλυση ($V_{d,stat}$) τις τέμνουσες σχεδιασμού του EC8 ($V_{d,cd(EC8)}$), τις τέμνουσες σχεδιασμού του EAK 2000 ($V_{d,cd(EAK)}$) και τις τέμνουσες σχεδιασμού του μοντέλου των Paulay και Priestley ($V_{d,cd(P&P)}$).



Σχήμα 4.30 Διαγράμματα τεμνονοσών για τα γωνιακά τοιχώματα, των ελαστικών και ανελαστικών (μέσοι όροι) αναλύσεων καθώς και οι αντίστοιχες περιβάλλονσες σχεδιασμού των κανονισμών EC8, EAK και του μοντέλου των Paulay και Priestley (1991) για την πρώτη περίπτωση ανάλυσης (δυσκαμψίες EC8).



Σχήμα 4.31 Διαγράμματα τεμνονοσών για τα γωνιακά τοιχώματα, των ελαστικών και ανελαστικών (μέσοι όροι) αναλύσεων καθώς και οι αντίστοιχες περιβάλλονσες σχεδιασμού των κανονισμών EC8, EAK και του μοντέλου των Paulay και Priestley (1991) για την δεύτερη περίπτωση ανάλυσης (δυσκαμψίες $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ και οι αντίστοιχοι συντελεστές ομαλοποίησης).



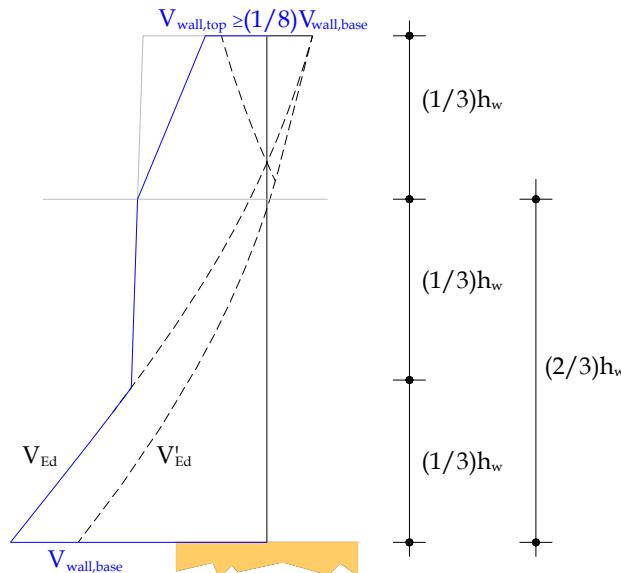
4.4 Συμπεράσματα και προτάσεις διόρθωσης της διαδικασίας πρόβλεψης των τεμνουσών σχεδιασμού

Συνοψίζοντας όσα αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους μπορούμε να αναφέρουμε τα εξής:

- Από τους αυξητικούς συντελεστές των 3 μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν εδώ, αυτός που φαίνεται πως προσεγγίζει καλύτερα και για όλες τις περιπτώσεις τις πραγματικές τέμνουσες που αναπτύσσονται στις βάσεις των τοιχωμάτων στη διάρκεια μίας ανελαστικής δυναμικής ανάλυσης είναι αυτός του μοντέλου των Paulay και Priestley. Κατά την άποψη του γράφοντος, κριτήριο για αυτό αποτελεί κυρίως η πιο ρεαλιστική αντιμετώπιση της περίπτωσης των γωνιακών τοιχωμάτων, για τα οποία το παραπάνω μοντέλο έδωσε την λιγότερη συντηρητική αλλά περισσότερο ακριβή πρόβλεψη όχι μόνο για τη βάση αλλά για όλο το ύψος των τοιχωμάτων. Αιτία για αυτό είναι κατά την άποψή μας, η χρήση του όρου *n_u* ο οποίος αντικατοπτρίζει την συμμετοχή του κάθε τοιχώματος στη παραλαβή της τέμνουσας βάσης και έχοντας ως δεδομένο ότι οι δυναμικά προκαλούμενες τέμνουσες βάσης κάθε τοιχώματος, αυξάνονται ανάλογα με τη συμμετοχή καθενός τοιχώματος, στην παραλαβή της συνολικής τέμνουσας βάσης του φορέα. Από την άλλη δεν θα πρέπει να παραβλέψουμε να αναγνωρίσουμε την δυναμική του αντίστοιχου αυξητικού συντελεστή ε του EC8, ο οποίος φαίνεται να τα πηγαίνει πολύ καλύτερα από τον προηγούμενο στις περιπτώσεις των κεντρικών τοιχωμάτων, δηλαδή αυτών που έχουν τη μεγαλύτερη συμβολή (άρα και *n_u* περισσότερο κοντά στη μονάδα) στη παραλαβή της τέμνουσας βάσης. Θεωρούμε πως ο ιδανικότερος αυξητικός συντελεστής θα μπορούσε να προκύψει με την τροποποίηση αυτού που χρησιμοποιεί ο EC8, ώστε να λαμβάνει υπόψη τη συμβολή του κάθε διαφορετικού τοιχώματος στη παραλαβή της συνολικής τέμνουσας βάσης. Όσον αφορά τον συντελεστή *a_{CD}* του EAK 2000 είναι προφανείς οι ελλείψεις του τόσο όσον αφορά το πεδίο που περιγράφηκε παραπάνω όσο στον τομέα της επιρροής των ανώτερων ιδιομορφών στην ανελαστική περιοχή συμπεριφοράς των κατασκευών. Η μοναδική περίπτωση που ο συντελεστής αυτός έδειξε να μην υστερεί συγκριτικά με τους υπολοίπους, είναι αυτή των γωνιακών τοιχωμάτων, για την οποία παρατηρήθηκε μία γενική ανεπάρκεια των διατιθέμενων μοντέλων ενώ όπως αναφέρεται και στα επόμενα, γενικότερα συμπεράσματα για τη περίπτωση αυτή δεν μπορούν να εξαχθούν αν δεν αναλυθούν και άλλες περιπτώσεις διάταξης διαφορετικών τοιχωμάτων.
- Για τα κεντρικά («μεγάλα») τοιχώματα παρατηρήθηκε για κάθε στάθμη έντασης (λειτουργικότητας, αισθοχίας ή καταρρεύσεως) και για κάθε φορέα, μία σημαντική αύξηση καθ' ύψος, των μεγίστων τεμνουσών που προέκυψαν από τις διάφορες ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις, σε σχέση με τις τέμνουσες που προέκυψαν από την ισοδύναμη φασματική ανάλυση (ψευδοστατική μέθοδο). Αυτό σημαίνει πως για τα τοιχώματα αυτά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των τεμνουσών σχεδιασμού, η λογική ενός κοινού αυξητικού συντελεστή για όλο το ύψος των τοιχωμάτων, πόσο μάλλον όταν αυτός υπολογίζεται (όπως γίνεται σε όλα τα μοντέλα που παρουσιάσαμε εδώ) μόνο στη βάση τους. Η καταλληλότερη προσέγγιση στο θέμα αυτό είναι η χρήση μίας περιβάλλουσας σχεδιασμού η οποία θα στηρίζεται σε δεδομένα ανελαστικών δυναμικών αναλύσεων και η οποία θα ορίζεται με βάση την τέμνουσα σχεδιασμού της βάσεως του τοιχώματος, αρκεί

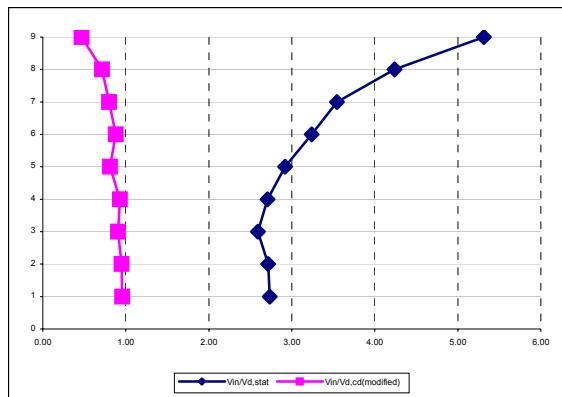
βεβαίως η τελευταία να υπολογίζεται με επαρκή ακρίβεια (βλέπε προηγούμενη παρατήρηση). Το μοναδικό από τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν εδώ χωρίς να διαθέτουν μία τέτοια περιβάλλουσα ήταν αυτό του EAK 2000, γεγονός που ήταν εμφανές στους ανώτερους ορόφους των μεγάλων τοιχωμάτων, παρόλο το κάτω όριο ($V_{base}/3$) που εισάγει ο κανονισμός για τις θέσεις αυτές. Αυτό καθιστά απαραίτητο τον ορισμό από την πλευρά του EAK, μίας τέτοιας περιβάλλουσας ή (το συνιστώμενο) την υιοθέτηση αυτής που περιέχεται στον EC8. Από την άλλη μεριά, στα γωνιακά (μικρά) τοιχώματα, η έλλειψη περιβάλλουσας από μέρους του EAK δεν έγινε αισθητή λόγω κυρίως του μεγάλου αυξητικού συντελεστή α_{CD} που προέκυψε για αυτά. Η αλληλεπίδραση βεβαίως διαφορετικών διατομών τοιχωμάτων δεν μπορεί να εξαντληθεί μόνο στη περίπτωση που εξετάσθηκε εδώ (Dual 2) οπότε για τα γωνιακά τοιχώματα δεν μπορούν να εξαχθούν τελικά συμπεράσματα, όπως ίσως μπορεί να γίνει για τα κεντρικά.

- Η περιβάλλουσα σχεδιασμού που χρησιμοποιείται στον EC8 και στο μοντέλο των Paulay και Priestley φαίνεται να υπερεκτιμά τις αναμενόμενες τέμνουσες του ανώτερου 1/3 του ύψους του τοιχώματος, τουλάχιστον για τις περιπτώσεις των κεντρικών τοιχωμάτων. Κρίνουμε σκόπιμο από τη θέση αυτή, να προτείνουμε μία διόρθωση της περιβάλλουσας αυτής που θα συνίσταται στη περαιτέρω κλιμάκωση της γραμμικής μεταβολής των τεμνουσών στο ανώτερο τμήμα του τοιχώματος, από την τιμή που θα αντιστοιχεί στα 2/3 του ύψους αυτού, ως την τιμή $V_{wall,base}/8$ αρκεί βεβαίως αυτή να είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη τέμνουσα που προκύπτει στη θέση αυτή από την ισοδύναμη φασματική ανάλυση.

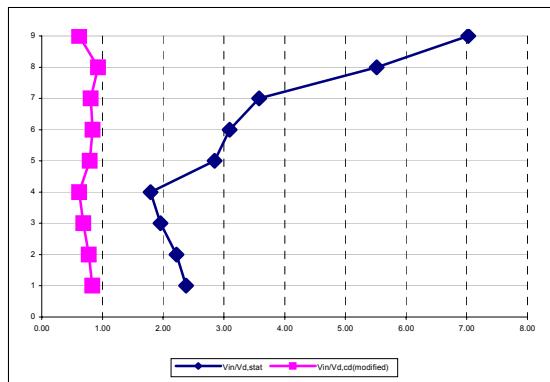


Σχήμα 4.32 Προτεινόμενη διόρθωση της περιβάλλουσας σχεδιασμού του EC8 αλλά και των μοντέλου των Paulay και Priestley

Στα σχήματα των σελίδων που ακολουθούν φαίνονται ενδεικτικά τα διαγράμματα των λόγων $V_{in}/V_{d,cd(modified)}$ και $V_{in}/V_{d,st}$ για τη περίπτωση του τοιχώματος των φορέα Dual 1, σεισμό επιπέδου έντασης σχεδιασμού και δυσκαμψίες δομικών στοιχείων $EI_{ef}=M_y/\phi_y$ (με τους αντίστοιχους συντελεστές ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων) καθώς επίσης και για δυσκαμψίες κατά EC8.



Σχήμα 4.33 Σύγκριση για το κεντρικό τοίχωμα του φορέα Dual 1 των λόγων των μέσων όρων, των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις (V_{in}) για σεισμούς ελέγχου της Ο.Κ.Α. και για δοσκαμψία δομικών στοιχείων όπως αυτή ορίζεται από τον EC8, προς τις τέμνουσες που προέκυψαν από την ισοδύναμη φασματική ανάλυση ($V_{d,st}$) και τις τέμνουσες σχεδιασμού κατά την τροποποιημένη περιβάλλουσα του EC8 ($V_{d,cd(modified)}$).

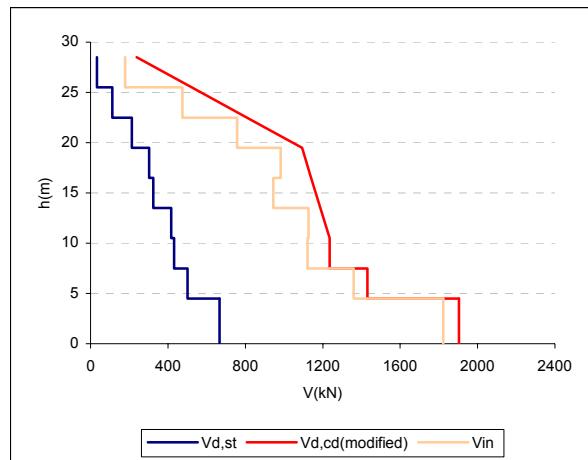


Σχήμα 4.34 Σύγκριση για το κεντρικό τοίχωμα των λόγων των μέσων όρων των μεγίστων απόλυτων τιμών τεμνουσών που προέκυψαν από τις ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις (V_{in}) για σεισμούς ελέγχου της Ο.Κ.Α. και για δοσκαμψία δομικών στοιχείων $EI_{ef} = M_y/\phi_y$ (καθώς και των αντίστοιχων συντελεστών ομαλοποίησης των επιταχυνσιογραφημάτων), προς τις τέμνουσες που προέκυψαν από την ισοδύναμη φασματική ανάλυση ($V_{d,st}$) και τις τέμνουσες σχεδιασμού κατά την τροποποιημένη περιβάλλουσα του EC8 ($V_{d,cd(modified)}$).

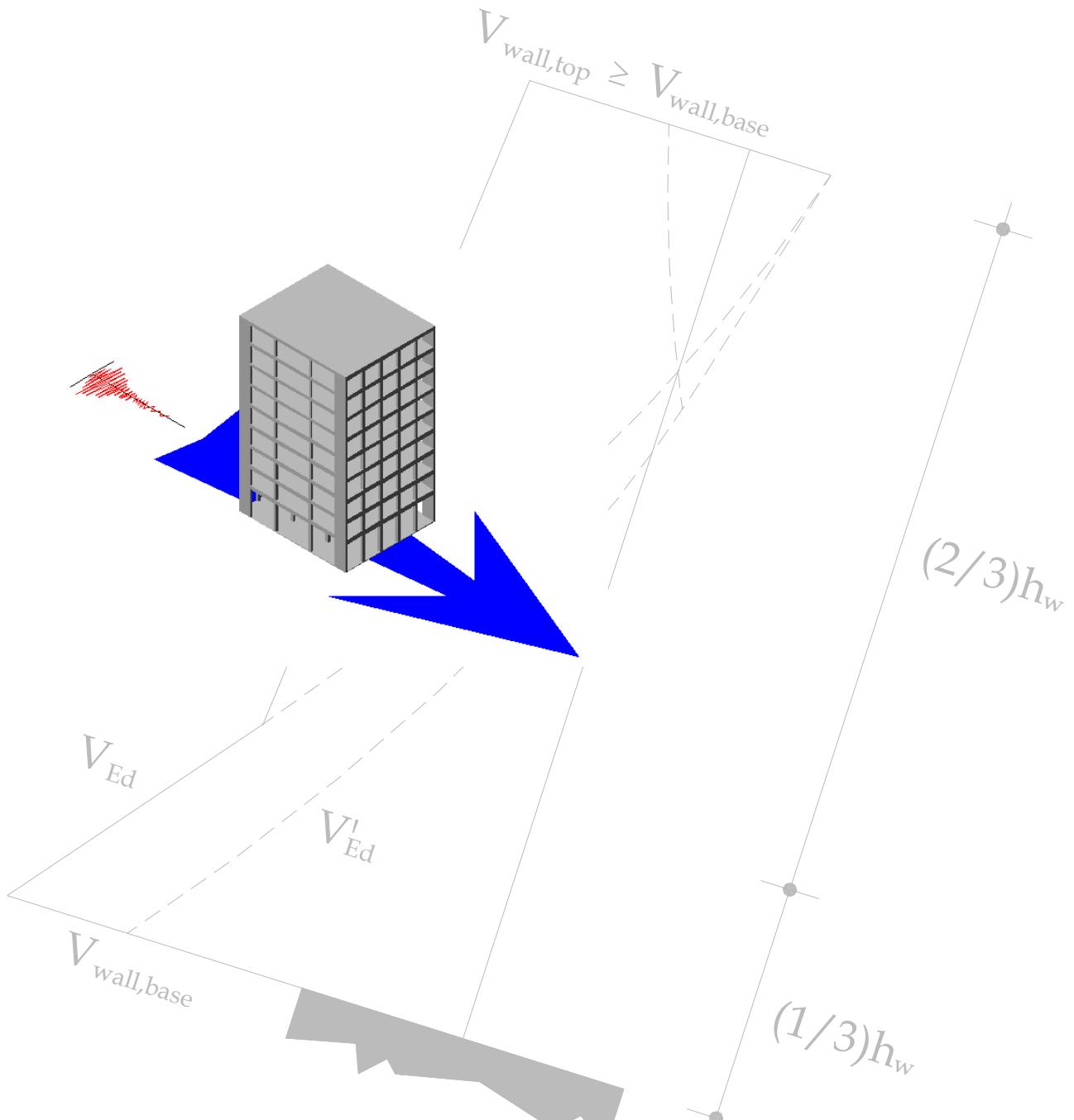
Από τη σύγκριση των προηγούμενων διαγραμμάτων με αυτά των σχημάτων 4.12 και 4.13 είναι προφανής η βελτίωση της καθ' ύψος κατανομής των τεμνουσών σχεδιασμού καθότι τα αντίστοιχα διαγράμματα πλησιάζουν πλέον περισσότερο τη κατακόρυφο.

Στο σχήμα της επόμενης σελίδας έχουν σχεδιασθεί ενδεικτικά τα διαγράμματα τεμνουσών για την περίπτωση που περιγράφεται στο σχήμα 4.33. Η σύγκλιση που επιτυγχάνεται με τη διόρθωση που περιγράφηκε παραπάνω είναι προφανής.

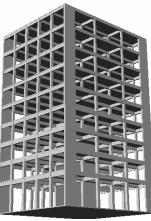
Τα αυτά συμπεράσματα προκύπτουν και από τα αντίστοιχα διαγράμματα και σχήματα των υπολοίπων αναλύσεων της παρούσας εργασίας. Θα πρέπει όμως να τονίσουμε πως τα συμπεράσματα αυτά αφορούν μόνο τις συγκεκριμένες περιπτώσεις φορέων που αναλόθηκαν εδώ, για αυτό συνιστάται μία πιο λεπτομερής παραμετρική διερεύνηση του θέματος (βλέπε παράγραφο 5.2) προτού εξαχθούν οριστικά συμπεράσματα.



Σχήμα 4.35 Διαγράμματα τεμνονοσών της ελαστικής και των ανελαστικών (μέσοι όροι) αναλύσεων καθώς και η τροποποιημένη περιβάλλονσα του EC8 ($V_{d,cd(modified)}$).



Κεφάλαιο 5



Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Στο κεφάλαιο αυτό συνοψίζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας ενώ γίνονται και μία σειρά από προτάσεις, σχετικά με τις κατευθύνσεις που μπορεί να ακολουθήσει η έρευνα πάνω στο θέμα του καθορισμού των τεμνουσών σχεδιασμού τοιχωμάτων που ανήκουν σε μικτά συστήματα (πλαισίων - τοιχωμάτων).



5.1 Γενικά συμπεράσματα από την παρούσα εργασία

5.1.1 Συμπεράσματα αναφορικά με τη διαστασιολόγηση των φορέων με βάση τους σύγχρονους ευρωπαϊκούς κανονισμούς

Στα πλαίσια του πρώτου μέρους της παρούσας εργασίας δύο μικτοί φορείς (πλαισίων - τοιχωμάτων) από οπλισμένο σκυρόδεμα διαστασιολογήθηκαν με βάση τις τελευταίες εκδόσεις των ευρωπαϊκών κανονισμών EC2 (Σχεδιασμός κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα : EN 1992-1-1 :2004, Part 1) και EC8 (Αντισεισμικός σχεδιασμός κατασκευών: EN 1998 – 1: 2004, Part 1).

Παρατίθενται στη συνέχεια οι βασικότερες διαφορές στη διαδικασία αντισεισμικού σχεδιασμού, όπως ορίζεται στα πλαίσια των παραπάνω κανονισμών και των αντίστοιχων που ισχύουν αυτή την στιγμή στον Ελληνικό χώρο δηλαδή τους ΕΚΟΣ 2000 και ΕΑΚ 2000, υπενθυμίζοντας ότι η διαστασιολόγηση των φορέων έγινε θεωρώντας αυτούς (κατά τον EC8) ως υψηλής στάθμης πλαστιμότητας κατασκευές (DCH):

- Διάκριση των φορέων ανάλογα με την επιθυμητή στάθμη πλαστιμότητας σε χαμηλής, μέσης και υψηλής στάθμης πλαστιμότητας κατασκευές (DCL, DCM & DCH), χωρίς μία τέτοια διάκριση να υφίσταται στον ΕΑΚ 2000 (υπενθυμίζεται ωστόσο ότι στον ΕΚΟΣ γίνεται η διάκριση σε φορείς με και χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας).
- Καθορισμός μοντέλου τάσεων - παραμορφώσεων για το περισφιγμένο σκυρόδεμα στον EC2.
- Φάσμα σχεδιασμού αποτελούμενο από τέσσερα τμήματα σε σχέση με τα τρία του φάσματος του ΕΑΚ 2000 (ώστε να είναι πιο αξιόπιστος ο καθορισμός των μετακινήσεων σχεδιασμού).
- Καθορισμός συγκεκριμένης διαδικασίας υπολογισμού του δείκτη συμπεριφοράς (ανάλογα με το επίπεδο πλαστιμότητας, τον τύπο του φορέα, την κανονικότητά του, την ύπαρξη ή όχι «κοντών» τοιχωμάτων) σε σύγκριση με τον απευθείας ορισμό συγκεκριμένων τιμών για τον ρόπας γίνεται στον ΕΑΚ 2000.
- Διάκριση μεταξύ των φορτίων που θεωρείται ότι συνεισφέρουν στις αδρανειακές δυνάμεις (μειωμένη πιθανότητα ύπαρξης ολόκληρου του κινητού φορτίου στην κατασκευή τη στιγμή του σεισμού, μειωμένη συμμετοχή μαζών που δεν είναι

σταθερά συνδεδεμένες στον υπόλοιπο φορέα) και των φορτίων που λαμβάνονται στον καθορισμό του σεισμικού συνδυασμού δράσεων.

- Προσεγγιστικές ρηγματωμένες δυσκαμψίες, κοινές για όλα τα δομικά στοιχεία και ίσες με τις μισές των αντίστοιχων αρηγμάτων για τον EC8, σε αντίθεση με αυτές του EAK 2000 που διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος και τη θέση (αν πρόκειται για υποστυλώματα) του δομικού στοιχείου.
- Διαφορετικά μοντέλα υπολογισμού των συνεργαζόμενων πλατών πλακοδοκών στους EC2 και EKOΣ 2000.
- Δυνατότητα στον EC8 για τη θεώρηση της επιρροής της εγκάρσιας συνιστώσας της σεισμικής διέγερσης αλλά και της τυχηματικής εκκεντρότητας με προσεγγιστικό τρόπο μετά το πέρας της ανάλυσης ακόμη και αν το μοντέλο του φορέα που έχει αναλυθεί είναι επίπεδο.
- Διαφορά στον τρόπο καθορισμού του μεγίστου ποσοστού διαμήκων οπλισμών στις κρίσιμες περιοχές δοκών.
- Απαίτηση ελέγχου από πλευράς EC8 της μέγιστης επιτρεπόμενης διαμέτρου των διαμήκων ράβδων δοκών που διέρχονται μέσα από τους κόμβους δοκών υποστυλωμάτων (ώστε να αποφευχθεί το ενδεχόμενο αστοχίας αυτών εξαιτίας της αγκύρωσης των διαμήκων ράβδων δοκών που διέρχονται μέσα από αυτούς) χωρίς αντίστοιχος έλεγχος να υφίσταται στον EAK 2000.
- Διαστασιολόγηση σε διάτμηση δοκών και υποστυλωμάτων υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων, η οποία λαμβάνει υπόψη το ενδεχόμενο οι πλαστικές αρθρώσεις να μην σχηματίζονται πάντα και στα δύο άκρα του αντίστοιχου δομικού στοιχείου όπως γίνεται στον EAK 2000.
- Σημαντική μείωση της αντοχής έναντι συντριβής των θλιβόμενων διαγωνίων στην κρίσιμη περιοχή των τοιχωμάτων, στο 40% αυτής που αντιστοιχεί στην εκτός κρισίμου περιοχής, σε αντίθεση τόσο με τον EKOΣ 2000 όπου δεν υπάρχει διαφοροποίηση εντός και εκτός κρισίμου, όσο και με παλαιότερες εκδόσεις του EC8 όπου η αντίστοιχη μείωση ήταν μόνο στο 80%. Αποτέλεσμα αυτού είναι ο έλεγχος αυτός να καθίσταται κρίσιμος (τουλάχιστον για τις περιπτώσεις που αναλύθηκαν εδώ) για την επιλογή του πάχους των τοιχωμάτων.
- Λεπτομερής μεθοδολογία διαστασιολόγησης των κόμβων δοκών υποστυλωμάτων στον EC8 που δεν υπάρχει στον EKOΣ 2000.
- Καθορισμός κατά τον EC8 «γραφικών» περιβαλλοντών σχεδιασμού τόσο για τις ροπές όσο για τις τέμνουσες των τοιχωμάτων, στηριζόμενων στα αποτελέσματα ανελαστικών δυναμικών αναλύσεων, σε αντίθεση με την αντιμετώπιση του EAK 2000 η οποία στηρίζεται αποκλειστικά στη χρήση αυξητικών συντελεστών.
- Διαφορετικός συντελεστής επαύξησης των τεμνουσών σχεδιασμού (βλέπε και προηγούμενο κεφάλαιο για περισσότερες λεπτομέρειες).
- Διαφοροποίηση του τρόπου υπολογισμού των οριζόντιων ράβδων κορμού (έλεγχος διαγώνιου εφελκυσμού) σε τοιχώματα με λόγο διάτμησης $a_s < 2.0$.
- Εισαγωγή ελέγχου έναντι του ενδεχομένου διατμητικής ολισθησης τοιχωμάτων, θέμα για το οποίο δεν γίνεται αναφορά στον EAK 2000.
- Εισαγωγή μίας περισσότερο αναλυτικής μεθοδολογίας για τον απαλλακτικό έλεγχο περιορισμού των βυθίσεων στον EC2.
- Εισαγωγή περισσοτέρων παραμέτρων στις μεθόδους υπολογισμού των μηκών αγκύρωσης και παράθεσης στον EC2 σε σύγκριση με τις αντίστοιχες μεθόδους υπολογισμού του EAK 2000.

Στη συνέχεια παρατίθενται όλες εκείνες οι περιπτώσεις οι οποίες προκάλεσαν προβληματισμό κατά τη διάρκεια της διαστασιολόγησης των φορέων σύμφωνα με τους EC8 και EC2, και για τις οποίες κρίνεται ότι ενδεχομένως χρειάζονται επανεξέταση (Οι

περιπτώσεις αυτές έχουν επισημανθεί περισσότερο αναλυτικά και στα αντίστοιχα τμήματα του κεφαλαίου 2 της παρούσας εργασίας):

- Χαμηλά μέγιστα επιτρεπόμενα ποσοστά διαμήκων ράβδων στις κρίσιμες περιοχές δοκών, τόσο ώστε ακόμη και για την περίπτωση χαμηλής επιτάχυνσης σχεδιασμού (0.16g) όπως αυτή των φορέων που αναλύονται εδώ, να μην ικανοποιούνται σε αρκετές περιπτώσεις με βάση τους χρησιμοποιούμενους οπλισμούς. Οι υπερβάσεις βεβαίως που προσδιορίσθηκαν στη περίπτωσή μας ήταν σχετικά μικρές αλλά πιθανόν να μην ισχύει το ίδιο για περιπτώσεις φορέων διαστασιολογημένων για επιταχύνσεις σχεδιασμού της τάξεως των 0.24 ή 0.32g.
- Υπερβολικά αυστηρός περιορισμός της διαμέτρου των διαμήκων ράβδων δοκών που διέρχονται μέσα από κόμβους δοκών - υποστυλωμάτων, ιδίως για τους κόμβους ανώτερων ορόφων, όπου και τα αξονικά φορτία είναι χαμηλότερα. Φρονούμε ότι περιορισμοί των διαμέτρων σε τιμές της τάξεως των 8mm, όπως προέκυψε σε πολλές περιπτώσεις, κάθε άλλο παρά συμβατοί είναι με το πνεύμα του Κανονισμού για το θέμα αυτό.
- Προβληματική εφαρμογή της σχέσεως (5.35) του EC8 για τον περιορισμό της διαγώνιας εφελκυστικής τάσης σκυροδέματος, στους ανώτερους κόμβους (βλέπε παράγραφο 2.10.6.2 γ).
- Υπολογισμός αναίτια υψηλού ποσοστού οριζόντιου οπλισμού κορμού σε ανώτερο όροφο των κεντρικών τοιχωμάτων των δύο φορέων. Από υπολογιστικής απόψεως αυτό εξηγείται λόγω της μικρής τιμής του λόγου διατμήσεως που προέκυψε στους ορόφους αυτούς ($a_s = 0.29$) αλλά σε καμία περίπτωση η ένταση του τοιχώματος στις θέσεις αυτές δεν δικαιολογεί τα υψηλά ποσοστά οριζόντιου οπλισμού κορμού που προέκυψαν. Ενδεχομένως η «ανά όροφο» (όπου τα εν λόγω τοιχώματα μπορούν να χαρακτηρισθούν ως κοντά) και όχι η «ανά τοίχωμα στη ολότητά του» αντιμετώπιση του θέματος από τον EC8 είναι η πηγή του προβλήματος αυτού.
- Τέλος θεωρούμε ότι απαιτείται μία σαφέστερη διατύπωση αναφορικά με τις ακριβείς θέσεις ελέγχου του ελάχιστου ογκομετρικού ποσοστού οπλισμού ω_{wd} των υποστυλωμάτων όπως ορίζεται στη παράγραφο 5.5.3.2.2(10) του EC8.

5.1.2 Συμπεράσματα αναφορικά με τη βαθμονόμηση της διαδικασίας καθορισμού των τεμνουσών σχεδιασμού των σύγχρονων κανονισμών

Τα βασικά συμπεράσματα από τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των διαφόρων μεθόδων καθορισμού των τεμνουσών σχεδιασμού ψηλών τοιχωμάτων συνοψίζονται στα εξής:

- Σαφής επιβεβαίωση της κυριαρχούσας αντίληψης, ότι στον καθορισμό των τεμνουσών σχεδιασμού των τοιχωμάτων θα πρέπει να συνεκτιμάται όχι μόνο η συμβολή της υπεραντοχής (όπως γίνεται στον EAK 2000) αλλά και αυτή των ανώτερων ιδιομορφών ταλάντωσης στην ανελαστική περιοχή συμπεριφοράς της κατασκευής, η σημασία της οποίας αυξάνει, όπως είναι εύλογο, με την αύξηση του ύψους ενός κτιρίου.
- Επαρκής προσδιορισμός των μεγίστων τεμνουσών στο κατώτερο τμήμα των τοιχωμάτων και κυρίως στη βάση τους (για την οποία και υπολογίζονται όλοι οι αυξητικοί συντελεστές) τόσο με το μοντέλο του EC8 (Eibl & Keintzel, 1988) όσο με αυτό των Paulay & Priestley (1991), σε αντίθεση με αυτό του EAK 2000, το οποίο αποδείχθηκε επαρκές μόνο για τις περιπτώσεις των γωνιακών τοιχωμάτων του

φορέα Dual 2, και όχι για τις σαφώς περισσότερο κρίσιμες περιπτώσεις των κεντρικών τοιχωμάτων.

- Εμφανώς συντηρητική προσέγγιση της καθ' ύψος κατανομής των τεμνουσών των γωνιακών (μικρών) τοιχωμάτων από πλευράς EAK 2000 και EC8 σε αντίθεση με αυτήν του μοντέλου των Paulay & Priestley, γεγονός που αποδίδεται στην συμβολή του όρου *n_u* ο οποίος εκφράζει το ποσοστό της συνολικής τέμνουσας βάσης που παραλαμβάνεται από το κάθε τοίχωμα.
- Έγινε προφανής η ανάγκη καθορισμού της καθ' ύψος κατανομής των τεμνουσών σχεδιασμού μέσω μίας κατάλληλα ορισμένης περιβάλλουσας σχεδιασμού, η οποία θα στηρίζεται στα αποτελέσματα ανελαστικών δυναμικών αναλύσεων. Η έλλειψή της στη περίπτωση του EAK 2000 ήταν εμφανής, κυρίως στις περιπτώσεις των κεντρικών τοιχωμάτων.
- Η περιβάλλουσα σχεδιασμού που χρησιμοποιείται από το μοντέλο του EC8 καθώς και από αυτό των Paulay & Priestley φαίνεται να οδηγεί σε πολύ συντηρητικά αποτελέσματα στο ανώτερο τρίτο του ύψους του τοιχώματος σε αντίθεση με το τι συμβαίνει στο υπόλοιπο ύψος αυτού. Μία νέα πρόταση - διόρθωση παρουσιάσθηκε εδώ η οποία φαίνεται να περιγράφει με περισσότερη αποτελεσματικότητα το φαινόμενο.



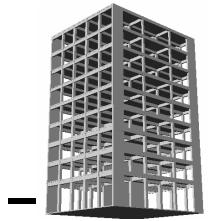
5.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Τα συμπεράσματα της προηγούμενης παραγράφου αναφέρονται καταρχήν στις δύο περιπτώσεις φορέων (Dual 1 & 2) που εξετάσθηκαν εδώ. Οι περιπτώσεις βεβαίως αυτές είναι χαρακτηριστικές για τη περίπτωση του θέματος που μας απασχόλησε, αλλά η γενίκευση και ο εμπλούτισμός των συμπερασμάτων αυτών δεν είναι δυνατή, χωρίς η έρευνα για το θέμα αυτό να επεκταθεί προς τις εξής κατευθύνσεις:

- Στην επιρροή του αριθμού των ορόφων ή διαφορετικά του ύψους του φορέα. Η παράμετρος αυτή επηρεάζει τη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο (άλλωστε χρησιμοποιείται αυτούσια στο μοντέλο των Paulay & Priestley) και τη συμβολή των ανώτερων ιδιομορφών, που η επιρροή τους είναι κεφαλαιώδους σημασίας για τον καθορισμό των τεμνουσών σχεδιασμού του τοιχώματος.
- Στην επιρροή της επιθυμητής στάθμης πλαστιμότητας για τον φορέα που σχεδιάζεται, δηλαδή αν ο φορέας κατατάσσεται ως χαμηλής (DCL), μέσης (DCM) ή υψηλής (DCH, όπως αυτοί που θεωρήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας εργασίας) στάθμης πλαστιμότητας.
- Στην επιρροή του προβλήματος της ορθής διαστασιολόγησης σε κάμψη του τοιχώματος. Δοθέντος ότι η αντοχή σε διάτμηση δεν θα πρέπει να υπολείπεται της αντίστοιχης καμπτικής, οι απαιτήσεις σε διάτμηση σε κάθε στάθμη συμβαδίζουν με τις καμπτικές αντοχές που παρέχονται σε αυτές. Θα πρέπει έτοι να επανεξετασθεί το θέμα της διαστασιολόγησης σε κάμψη σε συνδυασμό με αυτό της διάτμησης, σε κάπως μεγαλύτερο βάθος ιδίως για τη περίπτωση του EAK 2000 ο οποίος δεν ορίζει «γραφικές» περιβάλλουσες σχεδιασμού για καμία από τις παραπάνω περιπτώσεις, όπως κάνει για παράδειγμα ο EC8.
- Όπως σε κάθε περίπτωση παραμετρικής μελέτης που περιλαμβάνει ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν περισσότερα επιταχυνογραφήματα, με κατάλληλα επιλεγμένο συχνοτικό περιεχόμενο.

- Τέλος, μία σημαντική παράμετρος που επηρεάζει τα εντατικά μεγέθη είναι η παρουσία (ή και η «απουσία» σε περίπτωση μαλακού ορόφου) του οργανισμού πληρώσεως.

Φρονούμε πως η μελέτη του θέματος υπό το φως των προηγούμενων κατευθύνσεων, αφενός θα μπορέσει να απαντήσει στα ερωτήματα που αφορούν το θέμα της σωστής πρόβλεψης των τεμνουσών σχεδιασμού των τοιχωμάτων, αφετέρου θα μπορέσει (ενδεχόμενα) να οδηγήσει σε μία πληρέστερη πρόταση - μοντέλο για τον καθορισμό μίας ορθολογικότερης περιβάλλουσας σχεδιασμού.



Βιβλιογραφία

1. Αναστασιάδης, Κ., (1989) "Αντισεισμικές Κατασκευές I", Computer Technics, Θεσσαλονίκη.
2. Αναστασιάδης, Κ., (1983) "Δυναμική των Κατασκευών, τομ. I, II", Εκδόσεις Π. Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
3. Beton Kalender 1993
4. CEN (2004) "Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance - Part 1: General Rules, seismic actions and rules for buildings", EN 1998-1: 2004, European Committee of Standardisation
5. CEN (2004) "Eurocode 2: Design of Concrete Structures- Part 1: General Rules and rules for buildings", EN 1992-1-1: 2004, European Committee of Standardisation
6. "Ελληνικός Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος" (ΕΚΟΣ 2000). Αριθ. Δ 17α/116/4/ΦΝ 429, Φ.Ε.Κ. 1329 Β' /6-11-2000.
7. "Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός" (ΕΑΚ 2000). Αριθ. Δ 17α/141/3/ΦΝ 275, Φ.Ε.Κ. 2184 Β' /20-12-1999.
8. Eibl J. and Keintzel E. (1988) "Seismic Shear Forces In RC Cantilever Shear Walls" Proceedings of Ninth World Conference on Earthquake Engineering, Tokyo - Kyoto, Japan, August 1988, Maruzen (Tokyo) VI, pp.5-10.
9. Ζαράρης Π.Δ. (2002) "Μέθοδοι Υπολογισμού Σιδηροπαγούς Σκυροδέματος", Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη α.ε., Θεσσαλονίκη
10. Kappos, A.J. (2002) RCCOLA-90: Program for the analysis of the inelastic response of reinforced concrete sections. Rep. of the Lab. of Concrete Structures, Dept. of Civil Eng. Aristotle University of Thessaloniki, Greece.
11. Kappos, A.J. and Dymiotis, C. (2000) DRAIN 2000: A program for the inelastic time-history and seismic reliability analysis of 2-D structures, Report No. STR/00/CD/01, Dept. of Civil and Offshore Engineering, Heriot-Watt University, Edinburg, UK.
12. Kappos, A.J. and Kyriakakis, P. (2001). "A Reevaluation of Scaling Techniques for Natural Periods", Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol. 20, No. 1-4, pp. 111-123.
13. Κάππος, Α.Ι (1986) "Διερεύνηση της ανελαστικής σεισμικής συμπεριφοράς πολυόροφων κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα" Διδακτορική διατριβή, Τμήμα

Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ, Επιστημονική επετηρίδα της Πολυτεχνικής σχολής,
Παράρτ. Αριθ. 8 του Ι' Τόμου, Θεσσαλονίκη.

14. NZS (1995). "Concrete Structures Standard (NZS 3101) - Part1: The Design of Concrete Structures; Part 2: Commentary on the Design of Concrete Structures" Standards New Zealand, Wellington, New Zealand.
15. Paulay,T and Priestley, M.J.N., (1996), "Αντισεισμικός σχεδιασμός κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα και Τοιχοποιία" εκδόσεις Κλειδάριθμος.
16. Penelis G.G. and Kappos A.J (1997), "Earthquake-resistant Concrete Structures, E & FN SPON (Chapman & Hall), London
17. Πενέλης Γ.Γ. και Κάππος Α.Ι (1990), "Αντισεισμικές κατασκευές από σκυρόδεμα" Εκδόσεις Π. Ζήτη, Θεσσαλονίκη
18. Πενέλης Γ.Γ., Στυλιανίδης Κ., Κάππος Α.Ι και Ιγνατάκης. Χ (1995), "Κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα (πανεπιστημιακές παραδόσεις)", Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Έκδοση: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων.
19. Rutenberg A. (2004) "The seismic shear of ductile cantilever wall systems in multistory structures" *Earthquake Engineering and Structural Dynamics* 2004; 33:881 – 896 (DOI: 10.1002/eqe.384)

