



# Οπλισμένο Σκυροδέμα II

**Ενότητα 3:** Παραδείγματα φορτίσεων δομικών στοιχείων

Γεώργιος Παναγόπουλος  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

---

# Παραδείγματα φορτίσεων δομικών στοιχείων

Μεταφορά φορτίων μεταξύ των δομικών  
στοιχείων

# Περιεχόμενα ενότητας

---

1. Φορτίσεις στοιχείων από το ίδιο βάρος τους
2. Μεταφορά φορτίων από τις πλάκες στις δοκούς

# Σκοποί ενότητας

- Εξοικείωση των φοιτητών με τις φορτίσεις των δομικών στοιχείων
- Διαδικασίες απλοποίησης σύνθετων φορτίσεων

# Φορτίσεις των κατασκευών



(1) Κωνσταντινίδης Απ. (2008) “Αντισεισμικά κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα, Τόμος Α - Η Τέχνη της Κατασκευής και η Μελέτη Εφαρμογής”, π-SYSTEMS INTERNATIONAL A.E., Αθήνα

# Φορτία τοιχοπληρώσεων και άλλων στοιχείων πλήρωσης

- Συνήθως δίνεται το κατανεμημένο φορτίο στην επιφάνεια των στοιχείων πλήρωσης
- Για παράδειγμα στις τοιχοπληρώσεις οι συνήθεις τιμές είναι:
  - Δρομική τοιχοποιία (εσωτερικοί τοίχοι):  $g_{\text{τοιχ}} = 2.1 \text{ kN/m}^2$
  - Μπατική τοιχοποιία (εξωτερικοί τοίχοι):  $g_{\text{τοιχ}} = 3.6 \text{ kN/m}^2$

# Μόνιμα φορτία πλακών (kN/m<sup>2</sup>)

- Φορτίο από το **ίδιο βάρος** της πλάκας

$$g_{\text{πλ,IB}} = \gamma_{\text{σκυρ}} \cdot h_f$$

- Πρόσθετα μόνιμα φορτία** πλακών (δάπεδα, επιστρώσεις κτλ)

$g_{\text{πλ,πρ}}$  (συναντώνται και ως  $g_{\text{πλ,1}}$ ,  $g_{\text{πλ,επικ.}}$ ,  $g_{\text{πλ,δαπ.}}$  κτλ). Δίνεται τιμή ανά υλικό.

- Φορτία **τοιχοπληρώσεων** ή άλλων μόνιμων γραμμικών φορτίσεων

- Στη (συνήθη) περίπτωση μη ακριβέστερου υπολογισμού θεωρείται ότι το σύνολο των φορτίων κατανέμεται ομοιόμορφα στην επιφάνεια της πλάκας
- Παράδειγμα: Δρομικές τοιχοπληρώσεις ύψους  $h_{\text{τοιχ}}=2.5\text{m}$  για μήκος  $l_{\text{τοιχ}}=4.0\text{m}$  σε μία πλάκα διαστάσεων ( $l_x \times l_y$ )  $3.5 \times 5.0\text{m}$

$$g_{\text{πλ,τοιχ}} = \frac{g_{\text{πλ,τοιχ}} \cdot h_{\text{τοιχ}} \cdot l_{\text{τοιχ}}}{l_x \cdot l_y} = \frac{2.1\text{kN/m}^2 \cdot 2.5\text{m} \cdot 4.0\text{m}}{3.5\text{m} \cdot 5.0\text{m}} = 1.2\text{kN/m}^2$$

# Μόνιμα φορτία δοκών (kN/m)

- **Μόνιμο φορτίο πλακών** που μεταφέρεται στις δοκούς (αναλυτικά στη συνέχεια):  $g_{\text{δοκ,πλ}}$
- Φορτίο από το **ίδιο βάρος** των δοκών:  $g_{\text{δοκ,ΙΒ}}$ 
  - Ορθογωνικές διατομές:  $g_{\text{δοκ,ΙΒ}} = \gamma_{\text{σκυρ}} \cdot b_w \cdot h_f$
  - Πλακοδοκοί:  $g_{\text{δοκ,ΙΒ}} = \gamma_{\text{σκυρ}} \cdot b_w \cdot (h - h_f)$
  - στις πλακοδοκούς αφαιρείται το κομμάτι της πλάκας που έχει ήδη υπολογιστεί στο  $g_{\text{δοκ,πλ}}$
- Φορτία **τοιχοπληρώσεων** ή άλλων μόνιμων γραμμικών φορτίσεων  
Στη (συνήθη) περίπτωση μη ακριβέστερου υπολογισμού θεωρείται ότι το σύνολο των φορτίων κατανέμεται ομοιόμορφα κατά μήκος των δοκών

$$g_{\text{δοκ,τοιχ}} = g_{\text{τοιχ}} \cdot h_{\text{τοιχ}}$$



# Μόνιμα φορτία υποστυλωμάτων (kN/m)

- **Μόνιμο φορτίο δοκών** που μεταφέρεται στις δοκούς. Από τη στατική επίλυση του φορέα, οι τέμνουσες δυνάμεις στα άκρα των δοκών που στηρίζονται στο υποστύλωμα μεταφέρονται σε αυτό ως (θλιπτικές) αξονικές δυνάμεις
- Φορτίο από το **ίδιο βάρος** των υποστυλωμάτων

$$g_{\text{υπ,IB}} = \gamma_{\text{σκυρ}} \cdot A_c$$

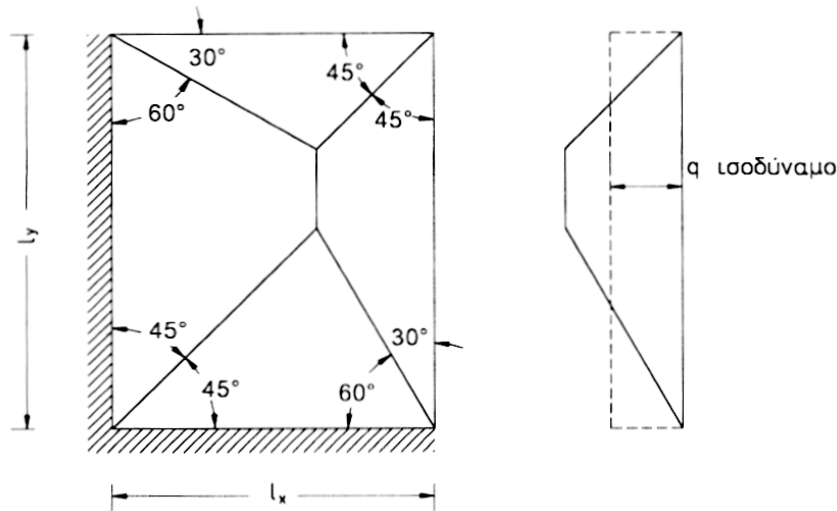
Ορθογωνικές διατομές:  $g_{\text{υπ,IB}} = \gamma_{\text{σκυρ}} \cdot b \cdot h$

# Μεταβλητές δράσεις

- Τα **ωφέλιμα φορτία** δίνονται από τον Ευρωκώδικα 1, ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου (συνήθης τιμή  $q_{\text{πλ}}=2.0\text{kN/m}^2$ )
- Συνήθως το σύνολο των ωφέλιμων φορτίων ασκείται στις πλάκες και μέσω αυτών μεταφέρεται στις δοκούς και στη συνέχεια στα υποστυλώματα
- Για τις υπόλοιπες μεταβλητές δράσεις (άνεμος, χιόνι κτλ) η διαδικασία υπολογισμού περιγράφεται στα αντίστοιχα μέρη του Ευρωκώδικα 1.

# Μεταφορά φορτίων από τις πλάκες στις δοκούς (1/4)

Γενική περίπτωση: Γεωμετρικός κανόνας ( $45^\circ$ - $45^\circ$  ή  $30^\circ$ - $60^\circ$ )

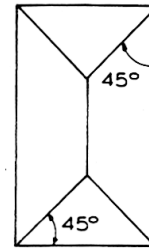


- Εφόσον σε μία γωνία συντρέχουν πλευρές ομοειδούς στήριξης (πάκτωση-πάκτωση ή έδραση-έδραση) η γωνία μερισμού είναι  $45^\circ$ .
- Εφόσον συντρέχουν μία πλήρως πακτωμένη με μία απλά εδραζόμενη οι γωνίες μερισμού είναι  $60^\circ$  και  $30^\circ$  αντίστοιχα.
- Για μερική πάκτωση συνιστάται να λαμβάνονται ενδιάμεσες τιμές των γωνιών (κάτι που εφαρμόζεται εξαιρετικά σπάνια)

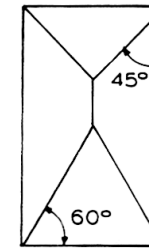
# Μεταφορά φορτίων από τις πλάκες στις δοκούς (2/4)

Γενική περίπτωση  
Γεωμετρικός κανόνας ( $45^\circ$ - $45^\circ$  ή  $30^\circ$ - $60^\circ$ )

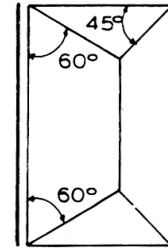
- 6 τύποι πλακών, αντίστοιχοι με τους πίνακες Czerny
- Πίνακες για τη μετατροπή των τριγωνικών-τραπεζοειδών φορτίσεων σε ισοδύναμες ορθογωνικές
- Μετατροπή βάσει τεμνουσών ή ροπών



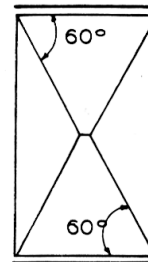
ΤΥΠΟΣ 1



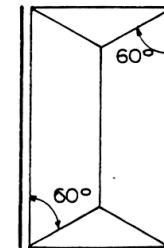
ΤΥΠΟΣ 2β



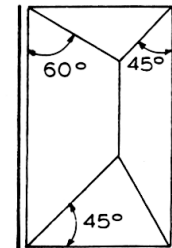
ΤΥΠΟΣ 2α



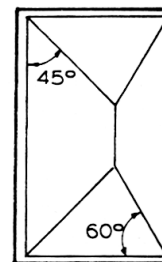
ΤΥΠΟΣ 3β



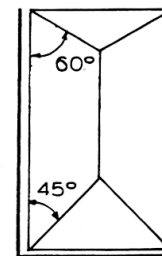
ΤΥΠΟΣ 3α



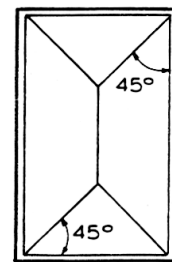
ΤΥΠΟΣ 4



ΤΥΠΟΣ 5β



ΤΥΠΟΣ 5α

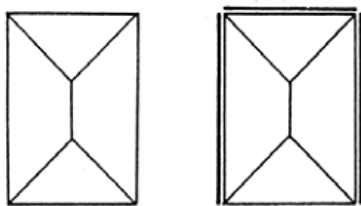


ΤΥΠΟΣ 6

# Μεταφορά φορτίων από τις πλάκες στις δοκούς (3/4)

## Χρήση πινάκων υπολογισμού

ΠΛΑΚΕΣ ΤΥΠΟΥ 1 ή 6



$$\bar{\lambda} = 1000 \cdot \lambda$$

Ισοδύναμα ομοιόμορφα φορτία δοκών

Για τέμνουσες :  $P_V^i = \lambda_V^i \cdot P$

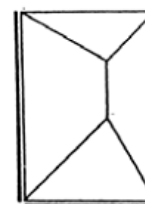
Για ροπές :  $P_M^i = \lambda_M^i \cdot P$

Οριο πλάκας  $i$  :  $\begin{cases} \alpha(\text{άνω}), & u(\text{κάτω}) \\ \lambda(\text{αριστερά}), & r(\text{δεξιά}) \end{cases}$

$$P = (p_{n\lambda} \cdot l_{min}) / 2$$

$p_{n\lambda}$  : Φορτίο πλάκας ανά  $m^2$

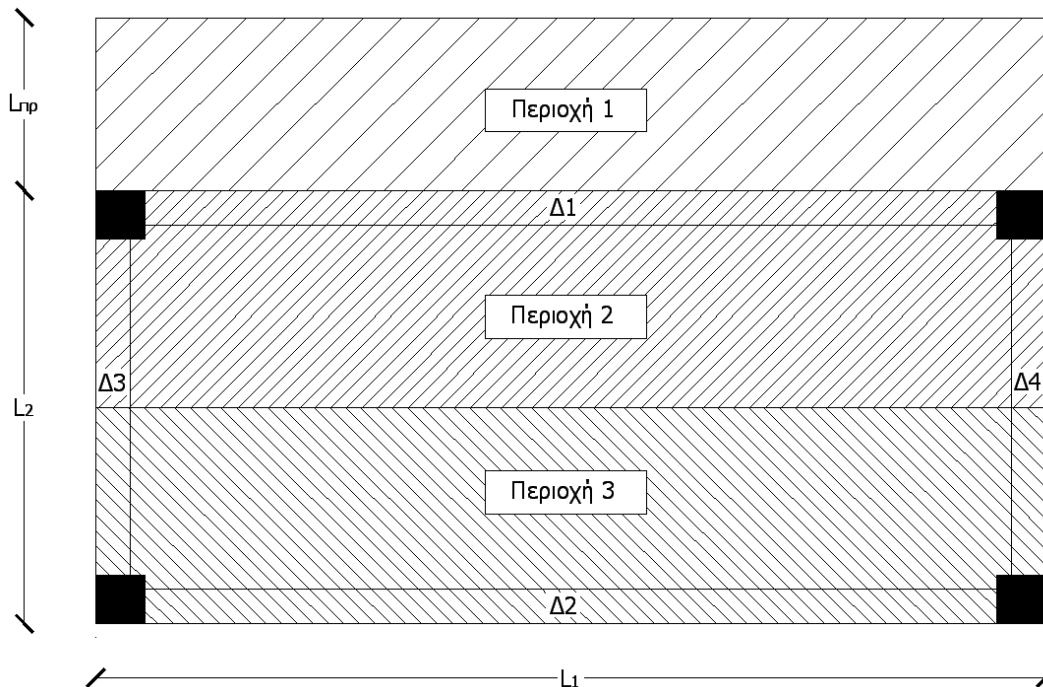
ΠΛΑΚΕΣ ΤΥΠΟΥ 4



$\epsilon = l_{max}/l_{min}$	1.00	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.60	1.70	1.80	2.00	2.25	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00
Π λ ά κ ε ς μ ε σ τ η ρ ι ξ ε ι ς τ ύ π ο υ 1 ή 6																					
$\bar{\lambda}_V^o = \bar{\lambda}_V^u$	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
$\bar{\lambda}_V^i = \bar{\lambda}_V^r$	500	524	545	565	583	600	615	630	643	655	667	688	706	722	750	778	800	833	857	875	900
$\bar{\lambda}_M^o = \bar{\lambda}_M^u$	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667
$\bar{\lambda}_M^i = \bar{\lambda}_M^r$	667	698	725	748	769	787	803	817	830	841	852	870	885	897	917	934	947	962	973	979	987
Π λ ά κ ε ς μ ε σ τ η ρ ι ξ ε ι ς τ ύ π ο υ 4																					
$\bar{\lambda}_V^o$	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366
$\bar{\lambda}_V^u$	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634
$\bar{\lambda}_V^i$	634	664	692	717	739	761	780	798	815	831	845	872	895	916	951	986	1014	1057	1087	1110	1141
$\bar{\lambda}_V^r$	366	383	399	414	427	439	450	460	471	480	488	503	517	529	549	569	586	610	627	641	659
$\bar{\lambda}_M^o$	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478
$\bar{\lambda}_M^u$	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827
$\bar{\lambda}_M^i$	827	865	898	928	954	977	998	1017	1034	1049	1063	1086	1105	1122	1147	1169	1186	1207	1220	1230	1240
$\bar{\lambda}_M^r$	478	501	520	538	554	567	578	589	600	608	616	630	640	650	665	678	688	700	708	713	719

# Μεταφορά φορτίων από τις πλάκες στις δοκούς (4/4)

- Στις διέρειστες πλάκες με στηρίξεις στις απέναντι πλευρές το φορτίο ισομοιράζεται σε αυτές
- Αντίστοιχα, στις απλά οπλισμένες τετραέριστες πλάκες θεωρείται ότι το σύνολο των φορτίων μεταφέρεται στις δύο μεγάλες δοκούς
- Στους προβόλους όλο το φορτίο της πλάκας μεταφέρεται στη δοκό στήριξης



- $p_{\Delta 1, \pi\rho} = p_{\pi\rho} \cdot L_{\pi\rho}$
- $p_{\Delta 1, \pi\lambda} = p_{\pi\lambda} \cdot L_2/2$
- $p_{\Delta 2, \pi\lambda} = p_{\pi\lambda} \cdot L_2/2$
- $p_{\Delta 3, \pi\lambda} = p_{\Delta 4, \pi\lambda} = 0$