



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

Ανάπτυξη εφαρμογής σε Low Code περιβάλλον:
Σχεδιασμός Εφαρμογής για τον Προγραμματισμό
και την Παρακολούθηση Εργασιών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ ΞΙΑΡΧΟΥ

Επιβλέπων: Ξένος Μιχάλης

Καθηγητής

Συνεπιβλέπων: Μακρής Χοήστος

Αν. Καθηγητής

Συνεπιβλέπουσα: Βογιατζάκη Ελένη

ΕΔΙΠ

Πάτρα, Φεβρουάριος 2025



Πανεπιστήμιο Πατρών
Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής

**Ανάπτυξη εφαρμογής σε Low Code περιβάλλον:
Σχεδιασμός Εφαρμογής για τον Προγραμματισμό
και την Παρακολούθηση Εργασιών**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ ΞΙΑΡΧΟΥ

Επιβλέπων: Ξένος Μιχάλης
Καθηγητής
Συνεπιβλέπων: Μακρής Χρήστος
Αν. Καθηγητής
Συνεπιβλέπουσα: Βογιατζάκη Ελένη
ΕΔΙΠ

Εγκρίθηκε από την διμελή εξεταστική επιτροπή την Ημερομηνία Εξέτασης.

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

.....
Ξένος Μιχάλης
Καθηγητής

.....
Ονοματεπώνυμο!
Τίτλος

Πάτρα, Φεβρουάριος 2025



Πανεπιστήμιο Πατρών
Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής

Copyright ©—All rights reserved Αλέξανδρος Ξιάρχος, 2025.
Με την επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Το περιεχόμενο αυτής της εργασίας δεν απηχεί απαραίτητα τις απόψεις του Τμήματος, του Επιβλέποντα, ή της επιτροπής που την ενέκρινε.

Υπεύθυνη Δήλωση

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας, και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην διπλωματική εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η διπλωματική εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πατρών.

(Υπογραφή)

.....
Αλέξανδρος Ξιάρχος

Ευχαριστίες

Περίληψη

Λέξεις Κλειδιά

Abstract

Keywords

στη μητέρα μου

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	7
Περίληψη	9
Abstract	11
Κατάλογος Σχημάτων	21
Κατάλογος Πινάκων	23
1 Εισαγωγή	1
1.1 Σημασία του προβλήματος	1
1.2 Στόχοι της εργασίας	1
1.3 Μεθοδολογία προσέγγισης	1
1.4 Διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας	1
2 Διαχείριση Εργασιών	3
2.1 Το πρόβλημα της διαχείρισης εργασιών	3
2.1.1 Ορισμός της εργασίας	4
2.1.2 Ορισμός της διαχείρισης εργασιών	4
2.1.3 Πεδίο εφαρμογής διαχείρισης εργασιών	4
2.1.4 Διαφορά με διαχείριση έργου	5
2.2 Ιστορική αναδρομή	5
2.2.1 Προφορικότητα και μνημονικές συσκευές	6
2.2.2 Πρώτα ημερολόγια	7
2.2.3 Σύγχρονη εποχή	8
2.3 Η συνδρομή της τεχνολογίας	10
2.3.1 Ψηφιακά εργαλεία	10
2.3.1.1 Todoist	10
2.3.1.2 Notion	11
2.3.1.3 Microsoft Project	11
2.3.1.4 Trello	13
2.4 Μεθοδολογίες	14

2.4.1 Διάγραμμα Γκαντ	15
2.4.2 Program evaluation and review technique (PERT)	15
2.4.3 Kanban	17
3 Ανάλυση προτιμήσεων φοιτητών	21
3.1 Υπάρχουσες έρευνες και σχετική βιβλιογραφία	21
3.1.1 Προβλήματα διαχείρισης που αντιμετωπίζουν οι φοιτητές	21
3.1.2 Χαρακτηριστικά που οι φοιτητές θα επιθυμούσαν σε μια εφαρμογή	22
3.2 Πρωτογενής έρευνα	23
3.2.1 Μεθοδολογία και δείγμα	23
3.2.2 Ερωτηματολόγιο	23
3.2.3 Αποτελέσματα	24
3.2.4 Συμπεράσματα	26
4 Low-Code	29
4.1 Τι είναι ο χαμηλός κώδικας	29
4.1.1 Οπτικός προγραμματισμός (visual programming)	30
4.1.2 Καθόλου κώδικας (no-code)	32
4.1.3 Η έννοια του προγραμματιστή πολίτη (citizen developer)	33
4.1.3.1 Διαφορές από τους παραδοσιακούς προγραμματιστές .	34
4.1.3.2 Χαρακτηριστικά των προγραμματιστών πολιτών	35
4.2 Πώς φτάσαμε στον χαμηλό κώδικα	36
4.2.1 Computer-Aided Software Engineering (CASE)	38
4.2.2 Model-Driven Architecture (MDA)	39
4.2.3 Προγενέστερα λογισμικά οπτικού προγραμματισμού	40
4.3 Πλατφόρμες Ανάπτυξης Εφαρμογών σε Low-Code (LCDP)	41
4.3.1 Χαρακτηριστικά και δομή των LCDP	43
4.3.2 Διαδικασία ανάπτυξης στα LCDP	45
4.3.3 Παραδείγματα από (LCDP)	46
4.3.3.1 Mendix	46
4.3.3.2 OutSystems	46
4.3.3.3 Power Apps	48
5 Mendix	49
5.1 Τι είναι το Mendix;	49
5.2 To Mendix Studio	50
5.2.1 Περιβάλλον ανάπτυξης	51
5.2.1.1 Επιλογές για deployment	52
5.3 Δομή εφαρμογών του Mendix	52
5.3.1 Modules	52
5.3.1.1 To module App	53
5.3.1.2 To module System	56

5.3.2	Έγγραφα	56
5.3.3	Σελίδες	57
5.3.3.1	Layout	57
5.3.3.2	Widgets	58
5.3.3.3	Εμφάνιση σελίδων	59
5.3.3.4	Παράδειγμα δομής σελίδας	61
5.3.4	Microflows	62
5.3.5	Εκφράσεις	64
5.3.6	Domain Model	64
5.3.6.1	Οντότητες	65
5.3.7	Dashboard εφαρμογής	68
6	Υλοποίηση εφαρμογής	69
6.1	Mockups και σχεδιαστική προσέγγιση	69
6.2	Παρουσίαση της εφαρμογής	71
6.3	Δομή της εφαρμογής	79
6.3.1	Module Administrator	80
6.3.1.1	Domain model του Administrator	81
6.3.1.2	Σελίδες του Administrator	83
6.3.1.3	Microflows του Administrator	87
6.3.2	Module TaskManager	91
6.3.2.1	Domain model του TaskManager	92
6.3.2.2	Σελίδες του TaskManager	93
6.3.2.3	Microflows του TaskManager	103
6.3.3	Module UniTaskDesignSystem	113
6.3.3.1	Layouts του UniTaskDesignSystem	113
6.3.3.2	Styling του UniTaskDesignSystem	114
7	Πειραματική διαδικασία και αποτελέσματα	115
7.1	Πειραματική διαδικασία	115
7.1.1	Οδηγίες	116
7.1.2	Ερωτηματολόγιο	117
7.2	Αποτελέσματα	117

Κατάλογος Σχημάτων

2.1	Η συσκευή λουκάσα	6
2.2	Η συσκευή κουίπου	7
2.3	Το παλαιότερο γνωστό ηλιακό ρολόι από τους Αιγυπτίους· χρησιμοποιούνταν για να μετράει τις ώρες εργασίας τους	8
2.4	Το φράγμα Χούβερ [10]	9
2.5	Η εφαρμογή Todoist.	11
2.6	Στιγμιότυπο του Notion	12
2.7	Στιγμιότυπο από το Microsoft Project 3.0 (σε DOS) [12]	12
2.8	Στιγμιότυπο από το Microsoft Project 2000 [12]	13
2.9	Στιγμιότυπο του Trello	14
2.10	Παράδειγμα διαγράμματος Γκαντ	16
2.11	Παράδειγμα κόμβου σε διάγραμμα PERT [13]	16
2.12	Παράδειγμα διαγράμματος PERT (με κόκκινο εμφανίζεται η κρίσιμη διαδρομή)	17
2.13	Ένας Kanban πίνακας στο Jira	18
2.14	Ένα παράδειγμα συμφορήσεων [17]	19
3.1	Βαθμολόγηση χαρακτηριστικών που οι φοιτητές θεωρούν χρήσιμα σε μια εφαρμογή διαχείρισης εργασιών	26
4.1	Παραδοσιακός κώδικας και το γραφικό περιβάλλον του Mendix.	31
4.2	Σύγκριση ανάμεσα στην προγραμματιστική εμπειρία των χρηστών και την προγραμματιστική προσέγγιση που χρησιμοποιούν [23]	32
4.3	Ποιος θα αναπτύξει την εφαρμογή; [23]	34
4.4	Επαγγελματικό υπόβαθρο προγραμματιστών πολιτών [23].	35
4.5	Ηλικιακή κατανομή προγραμματιστών πολιτών [31].	36
4.6	Το γραφικό περιβάλλον του Microsoft FrontPage	41
4.7	Σύγκριση μεταξύ της μηχανικής που βασίζεται σε μοντέλα και των Low-Code πλατφορμών [34].	42
4.8	Στιγμιότυπα από LCDP από αριστερά προς τα δεξιά: Mendix, OutSystems, Appian [22]	42
4.9	Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός των LCDP [29]	45

4.10 Στιγμιότυπο από την πλατφόρμα OutSystems	47
4.11 Παράδειγμα portal app στο Power Apps	48
5.1 Τεταρτημόριο της Gartner με πλατφόρμες ανάπτυξης λογισμικού [27]	50
5.2 Στιγμιότυπο του Mendix Studio Pro.	51
5.3 Σελίδα Environments της εφαρμογής UniTask (κεφ. 6)	53
5.4 Παράθυρο Settings του App	54
5.5 Παράθυρο Security του App	55
5.6 Το έγγραφο Navigation.	56
5.7 Το παράθυρο δημιουργίας μιας νέας σελίδας.	57
5.8 Τα Widgets περιλαμβάνονται στο Toolbox panel.	59
5.9 Το panel Properties.	59
5.10 Διαφορετικές εμφανίσεις της ίδιας σελίδας από αριστερά προς τα δεξιά: Structure Mode, Design Mode, X-Ray Mode.	60
5.11 Page Explorer και Working area της σελίδας Course_Overview.	61
5.12 Παράδειγμα Microflow. Τα πράσινα και κόκκινα κυκλώκια αναπαρι- στούν τα events, τα μπλε ορθογώνια τα activities και ο πορτοκαλί ρόμ- βος το decision. Ως είσοδο έχουμε το parameter AccountPasswordData [47].	62
5.13 Όταν επεξεργαζόμαστε ένα Microflow, το Toolbox panel περιλαμβάνει τα διαθέσιμα activities.	63
5.14 Παράδειγμα από domain model [47].	65
5.15 Ιδιότητες μιας οντότητας Task (βλ. κεφ. 6)	66
5.16 Προσθήκη καινούριου γνωρίσματος σε μια οντότητα	67
5.17 Προσθήκη κανόνα επικύρωσης (βλ. κεφ. 6)	67
5.18 Επεξεργασία κανόνων πρόσβασης της οντότητας Task (βλ. κεφ. 6)	68
5.19 Πίνακας Kanban στο dashboard [47].	68
6.1 Mockup Calendar σελίδας	70
6.2 Mockup Dashboard σελίδας	70
6.3 Mockup Kanban σελίδας	71
6.4 Σελίδα σύνδεσης	71
6.5 Σελίδα διαχείρισης χρηστών	72
6.6 Φόρμα προσθήκης νέου χρήστη	73
6.7 Λίστα χρηστών με τον χρήστη Foithths	73
6.8 Επεξεργασία στοιχείων χρήστη	73
6.9 Αναζήτηση χρήστη	74
6.10 Αρχική σελίδα εφαρμογής	74
6.11 Dashboard εργασιών	75
6.12 Δημιουργία νέας εργασίας	76
6.13 Επιλογές κατάστασης και προτεραιότητας εργασίας	77
6.14 Dashboard με δημιουργημένη εργασία	77

6.15 Επεξεργασία εργασίας	78
6.16 Ενημερωτικό κείμενο κάρτας εργασίας	78
6.17 Επιβράβευση όταν ολοκληρωθεί μια εργασία	79
6.18 Σελίδα Kanban	79
6.19 Σελίδα Calendar	80
6.20 Σελίδα ρυθμίσεων	80
6.21 Σελίδα ρυθμίσεων	81
6.22 Οι σελίδες Dashboard, Kanban και Calendar μετά την αρχικοποίηση των εργασιών. Στο Dashboard φαίνεται η λειτουργία γρήγορης διαγραφής εργασιών.	82

Κατάλογος Πινάκων

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

- 1.1 Σημασία του προβλήματος**
- 1.2 Στόχοι της εργασίας**
- 1.3 Μεθοδολογία προσέγγισης**
- 1.4 Διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας**

Κεφάλαιο 2

Διαχείριση Εργασιών

“Plans are nothing; planning is everything”

—Dwight D. Eisenhower

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στην ανάπτυξη μιας εφαρμογής για τον προγραμματισμό και την παρακολούθηση εργασιών. Οι διαδικασίες σχεδιασμού, υλοποίησης και παρακολούθησης αυτών των εργασιών εντάσσονται στο ευρύτερο πλαίσιο της διαχείρισης εργασιών (task management). Για τον λόγο αυτό, στο παρόν κεφάλαιο κρίνεται απαραίτητο να παρουσιαστεί μια πιο αναλυτική ανάλυση του όρου, καθώς και οι θεμελιώδεις αρχές και μέθοδοι που σχετίζονται με τη συγκεκριμένη έννοια.

Η διαχείριση εργασιών αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της καθημερινότητας, επηρεάζοντας τη συνολική παραγωγικότητα και αποδοτικότητα τόσο σε ατομικό όσο και σε συλλογικό επίπεδο. Με την αυξανόμενη πολυπλοκότητα των σύγχρονων υποχρεώσεων και την ανάγκη για αποτελεσματικό συντονισμό πολλαπλών δραστηριοτήτων, η εφαρμογή αποτελεσματικών πρακτικών διαχείρισης καθίσταται επιτακτική.

Στο πλαίσιο του κεφαλαίου αυτού, θα εξεταστεί αναλυτικά η διαδικασία διαχείρισης εργασιών, η ιστορική της εξέλιξη, οι μεθοδολογίες που βελτιώνουν την αποδοτικότητά της και ο ρόλος που διαδραματίζει στην πανεπιστημιακή κοινότητα. Ο στόχος είναι να αναδειχθεί η σημασία της έννοιας αυτής για την καθημερινότητα, με ιδιαίτερη έμφαση στους φοιτητές, καθώς αποτελεί τη βάση της λογικής για την ανάπτυξη της εφαρμογής που θα παρουσιαστεί στη συνέχεια.

2.1 Το πρόβλημα της διαχείρισης εργασιών

Στην παρούσα ενότητα θα οριστεί η έννοια της διαχείρισης εργασιών, εστιάζοντας στις διαφορές της από τη διαχείριση έργου. Παράλληλα, θα αναλυθούν τα κύρια πεδία εφαρμογής της, προκειμένου να αποκτηθεί μια ολοκληρωμένη κατανόηση του όρου.

2.1.1 Ορισμός της εργασίας

Εργασία (task) στη διαχείριση εργασιών ορίζεται ως μια προσωρινή δραστηριότητα που αναλαμβάνεται για τη δημιουργία ενός μοναδικού αποτελέσματος, όπως ένα προϊόν, μια υπηρεσία, μια αναφορά ή κάποιο άλλο παραδοτέο. Η εκτέλεση μιας εργασίας πραγματοποιείται εντός μιας προκαθορισμένης χρονικής περιόδου και ολοκληρώνεται όταν επιτευχθούν οι στόχοι της, όταν δεν υπάρχει πλέον ανάγκη υλοποίησής της ή όταν εκτιμάται ότι οι στόχοι δεν μπορούν να επιτευχθούν [1].

2.1.2 Ορισμός της διαχείρισης εργασιών

Διαχείριση εργασιών (task management) ορίζεται ως η διαδικασία οργάνωσης, ιεράρχησης και παρακολούθησης των επιμέρους εργασιών καθ' όλη τη διάρκειά τους, από τον αρχικό σχεδιασμό έως την ολοκλήρωσή τους, με στόχο τη διασφάλιση της αποδοτικής και αποτελεσματικής εκτέλεσής τους [1].

Η διαδικασία αυτή αποτελεί θεμελιώδη παράγοντα για τη βελτίωση της παραγωγικότητας, τόσο σε ατομικό όσο και σε συλλογικό επίπεδο. Ενώ παραδοσιακά η διαχείριση εργασιών πραγματοποιούνταν χειροκίνητα, η τεχνολογική πρόοδος καθιστά τα φηφιακά εργαλεία τον κύριο τρόπο υλοποίησής της, προσφέροντας αυξημένη ευελιξία και ακρίβεια.

2.1.3 Πεδίο εφαρμογής διαχείρισης εργασιών

Η διαχείριση εργασιών καλύπτει ένα ευρύ πεδίο εφαρμογών, από την προσωπική οργάνωση έως τη διαχείριση σύνθετων επαγγελματικών διαδικασιών.

Σε προσωπικό επίπεδο, περιλαμβάνει τη χρήση εργαλείων όπως λίστες υποχρεώσεων (to-do lists), ημερολόγια και φηφιακές εφαρμογές¹ (π.χ. Todoist [2], Notion [3], Google Keep). Αυτές οι πλατφόρμες διευκολύνουν την οργάνωση υποχρεώσεων, τον προγραμματισμό δραστηριοτήτων και την παρακολούθηση της προόδου.

Σε επαγγελματικό επίπεδο, η διαχείριση εργασιών διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο, συμβάλλοντας στη βελτίωση της συνεργασίας και της συνολικής αποδοτικότητας. Κεντρικός στόχος της είναι η ορθολογική κατανομή του φόρτου εργασίας, η διασφάλιση του συντονισμού μεταξύ των μελών μιας ομάδας και η οργάνωση των καθημερινών δραστηριοτήτων. Μέσω της διαχείρισης εργασιών καθίσταται δυνατή η διευθέτηση παράλληλων εργασιών, η ιεράρχησή τους με βάση την προτεραιότητα (επείγουσες ή μη), καθώς και η δίκαιη και στοχευμένη ανάθεση καθηκόντων στους εργαζομένους. Ένα από τα πλέον δημοφιλή εργαλεία που χρησιμοποιούνται σε ομαδικά επαγγελματικά περιβάλλοντα για τον σκοπό αυτό είναι το Trello [4], το οποίο παρέχει ευελιξία και οπτική οργάνωση των εργασιών.

Τέλος, η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας έχει οδηγήσει στη δημιουργία προηγμένων πλατφορμών που αξιοποιούν σύγχρονες τεχνολογίες, όπως η τεχνητή νοημοσύνη

¹Θα αναφερθούμε πιο εκτεταμένα σε φηφιακά εργαλεία στην ενότητα 2.3.1

και η ανάλυση δεδομένων, για τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης εργασιών. Αυτές οι πλατφόρμες υπερβαίνουν τις παραδοσιακές μεθόδους οργάνωσης καθώς είναι σε θέση να αναγνωρίζουν πρότυπα, να προβλέπουν χρονικές απαιτήσεις, να ανιχνεύουν πιθανές συγκρούσεις στον χρονοπρογραμματισμό και να προτείνουν την ιδανική σειρά εκτέλεσης των εργασιών.

2.1.4 Διαφορά με διαχείριση έργου

Η διαχείριση εργασιών (task management) συχνά συγχέεται με τη διαχείριση έργου (project management). Αν και οι δύο έννοιες σχετίζονται, έχουν διακριτές διαφορές.

Η **διαχείριση εργασιών**, όπως έχει αναφέρθηκε, εστιάζει στην παρακολούθηση και εκτέλεση διαφορετικών, μεμονωμένων δραστηριοτήτων, διασφαλίζοντας την έγκαιρη ολοκλήρωσή τους. Η διαχείριση εργασιών επικεντρώνεται στο μικροεπίπεδο, στη διαχείριση καθημερινών υποχρεώσεων, στα διαφορετικά deadlines που μπορεί να υπάρχουν, την εξέλιξή τους ανά το χρόνο κ.α. Τα εργαλεία που αφορούν τη διαχείριση εργασιών περιλαμβάνουν ημερολόγια, υπενθυμίσεις ή χρονοδιαγράμματα.

Αντίθετα, η **διαχείριση έργου** περιγράφει τον σχεδιασμό, την εκτέλεση και την ολοκλήρωση ενός ολόκληρου έργου. Ένα έργο αποτελείται και αυτό από διαφορετικές εργασίες, οι οποίες όμως είναι οργανωμένες προς έναν ευρύτερο στόχο. Επομένως, η έννοια της διαχείρισης έργου συμπεριλαμβάνει τη διαχείριση εργασιών, αλλά επίσης προϋποθέτει επιπλέον απαιτήσεις όπως τη σωστή κατανομή πόρων (resource allocation) ή την αξιολόγηση κινδύνου (risk assessment). Τα λογισμικά διαχείρισης έργου έχουν λειτουργικότητες όπως διαγράμματα Γκαντ ή παρακολούθηση εξαρτήσεων.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, για λόγους πληρότητας, θα αναλυθούν και ορισμένες έννοιες διαχείρισης έργου, με την υλοποίηση της εφαρμογής ωστόσο να επικεντρώνεται αποκλειστικά στη διαχείριση εργασιών.

2.2 Ιστορική αναδρομή

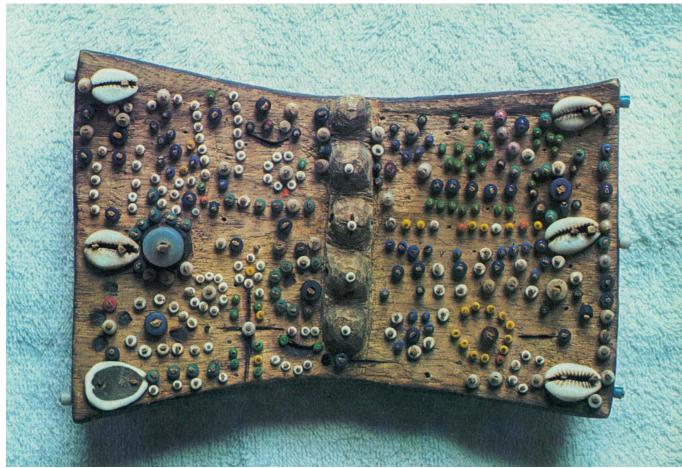
Η διαχείριση και ο προγραμματισμός εργασιών αποτελούν έννοιες που υπήρχαν ήδη από την αρχαιότητα, πολύ πριν την ανάπτυξη φημιακών εργαλείων και αυτοματισμών, με τις πρώτες μορφές οργάνωσης να βασίζονται κυρίως στον προφορικό λόγο και την ανθρώπινη μνήμη. Με την ανάγκη για καταγραφή και παρακολούθηση, αναπτύχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν διάφορες μνημονικές συσκευές, οι οποίες προσέφεραν στους πολιτισμούς της εποχής τρόπους οργάνωσης και αποθήκευσης κρίσιμων πληροφοριών.

Στην ενότητα αυτή, θα ασχοληθούμε με τις πρώτες καταγεγραμμένες μορφές διαχείρισης εργασιών, την εξέλιξή τους μέχρι σήμερα, καθώς και τις σημαντικές καινοτομίες και μεθοδολογίες που αναπτύχθηκαν στην πορεία της ιστορίας, όπως το διάγραμμα Γκαντ και άλλες οργανωτικές τεχνικές, οι οποίες διαμόρφωσαν τη σύγχρονη διαχείριση και τον προγραμματισμό των εργασιών.

2.2.1 Προφορικότητα και μνημονικές συσκευές

Στην αρχαιότητα, η διαχείριση των εργασιών βασιζόταν χυρίως στον προφορικό λόγο, ο οποίος αποτελούσε το κύριο μέσο μετάδοσης πληροφοριών και οδηγιών. Έτσι οι εργασίες αναθέτονταν μέσω προφορικών οδηγιών, ενώ η ακρίβεια της εκτέλεσης εξαρτιόταν σε μεγάλο βαθμό από την αξιοπιστία της ανθρώπινης μνήμης. Αυτό το σύστημα, αν και ήταν η μόνη επιλογή που υπήρχε εκείνη την εποχή, παρουσίαζε σοβαρά μειονεκτήματα, καθώς η μνήμη είναι επιφρεπής σε λάθη, ειδικά σε καταστάσεις που απαιτούν τη διαχείριση πολλαπλών ή σύνθετων εργασιών. Με λίγα λόγια, η εξάρτηση από την ανθρώπινη μνήμη περιόριζε την ακρίβεια και τη δυνατότητα αποτελεσματικής οργάνωσης, ιδίως σε περιπτώσεις που οι εργασίες ήταν περίπλοκες, έπρεπε να εκτελεστούν σε μεγάλα χρονικά διαστήματα ή αφορούσαν πολλά άτομα [5].

Αυτή η αναγκαιότητα οδήγησε στην ανάπτυξη τεχνικών απομνημόνευσης και συστημάτων καταγραφής, που είχαν ως στόχο τη βελτίωση της διαχείρισης πληροφοριών και την αύξηση της αξιοπιστίας. Τέτοιες τεχνικές περιλάμβαναν τη χρήση επαναλαμβανόμενων φράσεων και ρυθμικών μοτίβων για την ευκολότερη απομνημόνευση οδηγιών. Επιπλέον, η δημιουργία χειροκίνητων συσκευών, όπως το λουκάσα (lukasa) από τους Λούμπα του Κονγκό και το κουίπου (quipu) από τους Ίνκα, εισήγαγε συστήματα που υποκαθιστούσαν εν μέρει την ανθρώπινη μνήμη, παρέχοντας μια οπτικοποιημένη αναπαράσταση πληροφοριών. Αυτές οι συσκευές δεν ήταν απλώς εργαλεία καταγραφής, αλλά αποτελούσαν καινοτόμες λύσεις διαχείρισης εργασιών, ενισχύοντας την ικανότητα ανάκλησης και οργάνωσης πληροφοριών.



Σχήμα 2.1: Η συσκευή λουκάσα

Το λουκάσα (σχήμα 2.1) αποτελούνταν από πολύχρωμες χάντρες τοποθετημένες σε συγκεκριμένες θέσεις πάνω σε ξύλινες ή δερμάτινες επιφάνειες, προσφέροντας στους χειριστές έναν τρόπο να αποθηκεύουν, να οργανώνουν και να ανακαλούν πληροφορίες [6]. Το κουίπου (σχήμα 2.2) ήταν μια κατασκευή με χορδές από βαμβάκι ή μαλλί. Οι χορδές ήταν πολύχρωμες με κόμπους, επιτρέποντας έτσι την κατηγοριοποί-



Σχήμα 2.2: Η συσκευή κουπίου

ηση και αποθήκευση πληροφοριών βάσει χρώματος, διάτοξης και αριθμού. Οι Τυκα δημιουργούσαν κόμπους στις χορδές και τις χρησιμοποιούσαν για τη συλλογή και παρακολούθηση των υποχρεώσεών τους ή και για την αποθήκευση άλλων πληροφοριών όπως δεδομένα απογραφής, φορολογικών υποχρεώσεων και άλλα [7].

Η δημιουργία τέτοιων τεχνικών και συστημάτων καταγραφής αναδεικνύει την ανθρώπινη ικανότητα να προσαρμόζεται σε πρακτικές ανάγκες και να δημιουργεί καινοτόμες λύσεις. Αυτά τα πρώιμα μέσα διαχείρισης εργασιών όχι μόνο κάλυψαν τις απαιτήσεις της εποχής, αλλά έθεσαν τα θεμέλια για τη μεταγενέστερη ανάπτυξη γραπτών και, τελικά, ψηφιακών συστημάτων, που επανακαθόρισαν τον τρόπο με τον οποίο οργανώνουμε και εκτελούμε εργασίες στις μέρες μας.

2.2.2 Πρώτα ημερολόγια

Κατασκευές όπως τα ηλιακά ρολόγια (σχήμα 2.3) αποτέλεσαν ένα από τα πρώτα εργαλεία που έδωσαν στους ανθρώπους τη δυνατότητα να διαιρέσουν την ημέρα σε διακριτά τμήματα. Η ανακάλυψη αυτών των εργαλείων αποτέλεσε καθοριστικό βήμα στην κατανόηση του χρόνου ως διομημένου και μετρήσιμου πόρου, επιτρέποντας στους πληθυσμούς να οργανώσουν καλύτερα τις καθημερινές τους δραστηριότητες. Αυτό επέτρεψε τον σαφή διαχωρισμό μεταξύ υποχρεώσεων και ελεύθερου χρόνου, καθώς οι άνθρωποι άρχισαν να προγραμματίζουν τις ώρες της ημέρας με μεγαλύτερη ακρίβεια. Αυτός ο διαχωρισμός ήταν θεμελιώδης για την ανάπτυξη πιο σύνθετων συστημάτων διαχείρισης του χρόνου, καθώς οι κοινότητες αντιλήφθηκαν τη σημασία του χρονοπρογραμματισμού για τη βελτιστοποίηση των συλλογικών τους δραστηριοτήτων.

Παράλληλα με τα ηλιακά ρολόγια, οι πρώιμες προσπάθειες δημιουργίας ημερολογίων συνέβαλαν καθοριστικά στην εξέλιξη της διαχείρισης εργασιών και χρόνου. Πολιτισμοί όπως οι Αιγύπτιοι, οι Ρωμαίοι και οι Μάγια ανέπτυξαν πολύπλοκα συστήματα ημερολογίων που βασίζονταν στις κινήσεις του ήλιου, της σελήνης και των



Σχήμα 2.3: Το παλαιότερο γνωστό ηλιακό ρολόι από τους Αιγυπτίους χρησιμοποιούνταν για να μετράει τις ώρες εργασίας τους

άστρων. Αυτά τα ημερολόγια όχι μόνο προσδιόριζαν τον χρόνο για γεωργικές δραστηριότητες, όπως η σπορά και η συγκομιδή, αλλά χρησίμευαν και ως οδηγός για θρησκευτικές τελετές, κοινωνικές εκδηλώσεις και άλλες τελετουργίες. Μέσω αυτών των εργαλείων, έγινε εφικτός ο διαχωρισμός του χρόνου, προσφέροντας μια πρώιμη μορφή συστηματικής οργάνωσης που συνέβαλε στην ανάπτυξη των κοινωνιών [8].

Η τεχνολογική πρόοδος έφερε σημαντικές εξελίξεις στον τρόπο μέτρησης και διαχείρισης του χρόνου. Τα ηλιακά ρολόγια, τα οποία ήταν εξαρτώμενα από την παρουσία του ήλιου, σταδιακά εξελίχθηκαν σε μηχανικά ρολόγια, τα οποία μπορούσαν να λειτουργούν ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες ή την ώρα της ημέρας. Αυτή η μετάβαση στα μηχανικά ρολόγια σηματοδότησε μια νέα εποχή για τον χρονοπρογραμματισμό. Τα μηχανικά ρολόγια προσέφεραν μεγαλύτερη ακρίβεια και έθεσαν τα θεμέλια για την ανάπτυξη πιο σύνθετων εργαλείων διαχείρισης εργασιών, που θα μπορούσαν να εξυπηρετήσουν τις αυξανόμενες απαιτήσεις των κοινωνιών.

2.2.3 Σύγχρονη εποχή

Η οργανωμένη διαχείριση εργασιών έχει τις ρίζες της βαθιά μέσα στην ιστορία, καθώς οι άνθρωποι πάντα αναζητούσαν τρόπους να οργανώσουν καλύτερα τις δραστηριότητές τους. Ωστόσο, οι πρώτες προσπάθειες τυποποιήσης αυτής της διαδικασίας εντοπίζονται στον 18ο αιώνα, όταν η ανάγκη για μια συστηματική προσέγγιση έγινε πιο έντονη λόγω της ανάπτυξης των κοινωνιών και της αυξανόμενης πολυπλοκότητας των έργων. Στα τέλη του 19ου αιώνα, η βιομηχανική επανάσταση επέφερε τεράστιες αλλαγές στον τρόπο παραγωγής και κατασκευής. Τα έργα μεγάλης κλίμακας, όπως σιδηροδρομικά δίκτυα, γέφυρες και εργοστάσια, απαιτούσαν πιο οργανωμένες προσεγγίσεις στη διαχείριση ανθρώπινου δυναμικού και πόρων. Αυτές οι νέες απαιτήσεις

οδήγησαν στην ανάγκη για πιο λεπτομερή και αποτελεσματική διαχείριση των εργασιών. Όμως η οργάνωση χιλιάδων εργατών, η διαχείριση μεγάλων ποσοτήτων πρώτων υλών και η τήρηση αυστηρών χρονοδιαγραμμάτων ήταν προκλήσεις που δε θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν με τις παραδοσιακές τεχνικές.

Μηχανικοί όπως ο Henry Gantt εισήγαγαν πρωτοποριακές μεθόδους οργάνωσης, όπως το **διάγραμμα Γκαντ**. Το διάγραμμα Γκαντ είναι ένα εργαλείο που παρέχει οπτικοποίηση, αναπαριστώντας όλες τις επιμέρους εργασίες ενός έργου κατά μήκος ενός χρονικού άξονα, παρέχοντας μια καθαρή εικόνα των φάσεων υλοποίησής του. Με αυτόν τον τρόπο, οι υπεύθυνοι έργων μπορούσαν να παρακολουθούν την πρόοδο κάθε φάσης, να εντοπίζουν πιθανές καθυστερήσεις και να αναπροσαρμόζουν τον προγραμματισμό όπου ήταν απαραίτητο. Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα του διαγράμματος Γκαντ ήταν η δυνατότητα προσδιορισμού της κρίσιμης διαδρομής του έργου, δηλαδή της αλληλουχίας των εργασιών που πρέπει να ολοκληρωθούν εντός συγκεκριμένων χρονικών ορίων για να διασφαλιστεί η έγκαιρη ολοκλήρωση του έργου. Θα αναφερθούμε με μεγαλύτερη λεπτομέρεια στο διάγραμμα Γκαντ στην ενότητα 2.4. Πάντως, το εργαλείο αυτό ήταν καθοριστικό σε μεγάλα έργα υποδομών, όπως η κατασκευή της Διώρυγας του Παναμά, που αποτέλεσε ένα από τα πιο φιλόδοξα και απαιτητικά έργα της εποχής, καθώς και το φράγμα Χούβερ, το οποίο απαίτησε σχολαστικό σχεδιασμό και συντονισμό πόρων σε πρωτόγνωρη κλίμακα [9].



Σχήμα 2.4: Το φράγμα Χούβερ [10]

Η εισαγωγή μεθοδολογικών εργαλείων όπως το διάγραμμα Γκαντ δεν περιορίστηκε μόνο στη βιομηχανία και τα έργα υποδομών· αποτέλεσε την έμπνευση για νέες έρευνες και πρακτικές που επεκτάθηκαν σε διάφορους τομείς. Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι το Πρότζεκτ Μανχάταν (Manhattan Project), το οποίο σχεδιάστηκε κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου για το σχεδιασμό πυρηνικών όπλων. Αυτό το ιδιαίτερα απαιτητικό έργο οδήγησε στην ανάπτυξη δύο νέων μοντέλων διαχείρισης, του PERT (Program Evaluation and Review Technique)

και του CPM (Critical Path Method). Το PERT σχεδιάστηκε για να αντιμετωπίσει την αβεβαιότητα στις εκτιμήσεις του χρόνου υλοποίησης των εργασιών, ενώ το CPM επικεντρώθηκε στην ανάλυση και τη βελτιστοποίηση της κρίσιμης διαδρομής του έργου [11]. Θα αναφερθούμε και σε αυτά τα μοντέλα στην ενότητα 2.4.

2.3 Η συνδρομή της τεχνολογίας

Από τη δεκαετία του '60 και έπειτα, οι επιχειρήσεις άρχισαν να αναγνωρίζουν την αξία της συστηματικής και μεθοδικής οργάνωσης της εργασίας. Η φηφιακή επανάσταση που ακολούθησε δε θα μπορούσε παρά να γιγαντώσει αυτή τη νέα πραγματικότητα. Η είσοδο των υπολογιστών, επέφερε και νέες δυνατότητες αποθήκευσης και ανάλυσης δεδομένων, δυνατότητες που άλλαξαν ριζικά τη διαχείριση των εργασιών. Έτσι, διαδικασίες που προηγουμένως απαιτούσαν χρονοβόρα χειρωνακτική εργασία και εκτεταμένη χρήση χαρτιού, έγιναν πλέον πιο γρήγορες και πιο ακριβείς.

Η τεχνολογική πρόοδος έφερε νέα εργαλεία και λογισμικά που ενίσχυσαν τη συνεργασία μεταξύ ομάδων και τμημάτων, όπως το Microsoft Project και αργότερα οι πλατφόρμες συνεργασίας τύπου Trello και Asana, επέτρεψαν σε ομάδες διαφορετικών γεωγραφικών περιοχών να συνεργάζονται απρόσκοπτα, μειώνοντας τα εμπόδια επικοινωνίας, ενώ πρόσθεσε και αυτοματισμούς στην κατανομή εργασιών και στη δημιουργία χρονοδιαγραμμάτων. Η τεχνολογία όχι μόνο βελτίωσε τη λειτουργικότητα των εργαλείων διαχείρισης αλλά τα έκανε επίσης πιο προσιτά σε μικρότερες επιχειρήσεις, που προηγουμένως δεν είχαν τη δυνατότητα να επενδύσουν σε τέτοιες λύσεις.

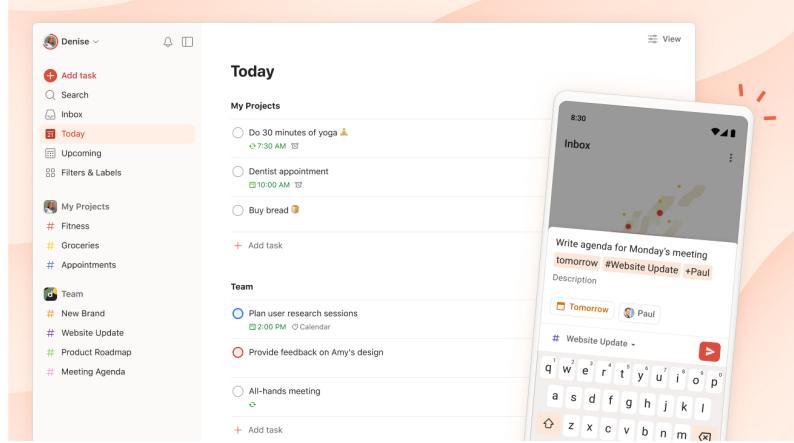
2.3.1 Ψηφιακά εργαλεία

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, οι σημειώσεις και η οργάνωση μεταφέρθηκε από τις χειρόγραφες σημειώσεις, τα ημερολόγια και τα έγγραφα των γραφομηχανών σε φηφιακά εργαλεία. Παραδείγματα αυτών σε ατομικό επίπεδο είναι το Todoist ή το Notion και σε επαγγελματικό επίπεδο προγράμματα σαν το Microsoft Project.

2.3.1.1 Todoist

Αν και έχει χάσει πλέον την πρωτοκαθεδρία του, το Todoist (σχήμα 2.5) παραμένει μια από τις πιο δημοφιλείς εφαρμογές διαχείρισης εργασιών, σχεδιασμένη για να βοηθάει τόσο απλούς χρήστες όσο και επαγγελματίες να οργανώνουν τις υποχρεώσεις τους και να βελτιώνουν την παραγωγικότητά τους. Η εφαρμογή επιτρέπει τη δημιουργία λιστών εργασιών με δυνατότητα ομαδοποίησης σε έργα, υποέργα ή ετικέτες (tags). Οι χρήστες μπορούν να καθορίσουν ημερομηνίες και προθεσμίες καθώς και να ρυθμίσουν υπενθυμίσεις, καταφέροντας έτσι την αποδοτικότερη οργάνωση του χρόνου τους, ενώ οι ειδοποιήσεις τους διασφαλίζουν ότι δε θα παραλείψουν καμία σημαντική εργασία. Επιπλέον, περιλαμβάνει σύστημα επιβράβευσης ("Karma") ενθαρρύνοντας τη

συνέπεια και την ολοκλήρωση των εργασιών, ενώ υπάρχει η δυνατότητα ενσωμάτωσης με εξωτερικές εφαρμογές όπως το Google Calendar [2].



Σχήμα 2.5: Η εφαρμογή Todoist.

2.3.1.2 Notion

Το Notion (σχήμα 2.6) είναι αυτή τη στιγμή ίσως η πιο δημοφιλής πλατφόρμα προσωπικής οργάνωσης. Συνδυάζει στοιχεία για task-management, note-taking, βάσεις δεδομένων και συνεργατικότητας σε μία ενιαία εφαρμογή, καθιστώντας το ιδανικό για χρήστες που επιζητούν έναν κεντρικό χώρο για τη διαχείριση της εργασιακής ή προσωπικής τους ζωής. Το κύριο χαρακτηριστικό του Notion είναι η δυνατότητα δημιουργίας προσαρμοσμένων σελίδων χρησιμοποιώντας Markdown γλώσσα, στις οποίες οι χρήστες μπορούν να μορφοποιήσουν το κείμενο, να προσθέσουν πίνακες ή να ενσωματώσουν διάφορα στοιχεία όπως λίστες εργασιών, πίνακες Kanban, ημερολόγια, checklists, ή ακόμη και embedded αρχεία. Αυτή η ευελιξία επιτρέπει τη δημιουργία εξατομικευμένων συστημάτων διαχείρισης, προσαρμοσμένων στις μοναδικές ανάγκες του κάθε χρήστη, λειτουργώντας ως μια προσωπική εγκυρωτική.

Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας βάσεων δεδομένων (οι οποίες μπορούν να λειτουργήσουν ως λίστες εργασιών, παρακολούθησης προόδου για έργα κ.α.) τις οποίες μπορούν να φιλτράρουν, να ταξινομούν και να χειρίζονται όπως θέλουν. Τέλος, υπάρχει δυνατότητα για συνεργατική κοινή χρήση σελίδων, την ενσωμάτωση με άλλα εργαλεία όπως το Google Drive ή το Slack.

2.3.1.3 Microsoft Project

Πρόκειται για ένα από τα πρώτα λογισμικά διαχείρισης έργων, σχεδιασμένα για το κοινό. Η ιδέα για τη δημιουργία του προήλθε από μια φάρσα του Ron Bredehoeft, ο οποίος, θέλοντας να αναπαραστήσει τη διαδικασία παρασκευής αυγών μπένεντικτ σε όρους διαχείρισης έργων, ανέπτυξε την ιδέα για ένα εργαλείο που θα μπορούσε

The screenshot shows the Notion Projects interface. At the top, there are navigation icons and a search bar. Below that is a header with tabs: Active, Timeline, Mine, and more... The Active tab is selected. To the right of the header are buttons for Filter, Sort, and a search icon. A blue 'New' button is highlighted. Below the header is a filter section with Status (Active), People, and Dates dropdowns, and a '+ Add filter' button. The main area displays two projects under the 'Planning' status: 'New Emojis dont render' and 'Better commenting experience'. Each project card includes a progress bar, assigned users, and a date range. To the right, there's a section for 'In Progress' projects with one item: 'Dogfood new mobile experience'. A sidebar on the right lists 'Hidden groups': Paused (1), Backlog (0), Done (4), and Canceled (0). A 'New' button is also located in this sidebar.

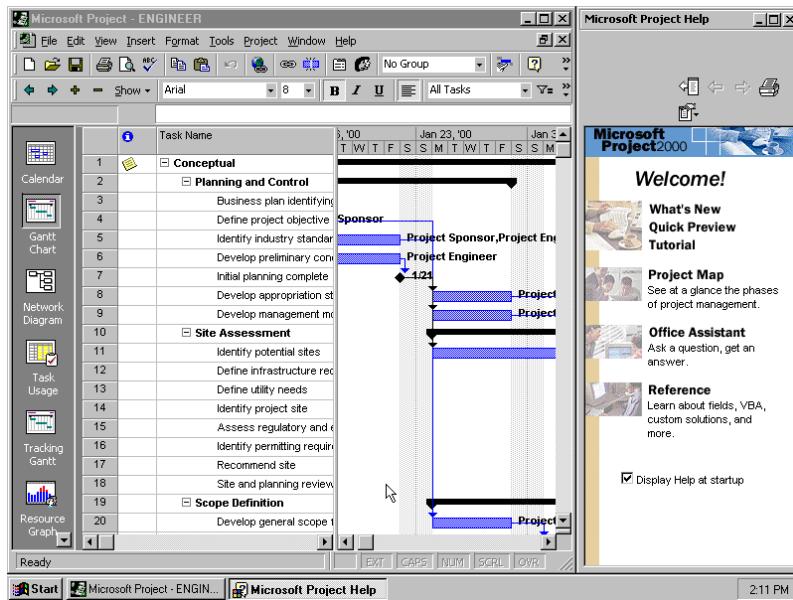
Σχήμα 2.6: Στιγμιότυπο του Notion



Σχήμα 2.7: Στιγμιότυπο από το Microsoft Project 3.0 (σε DOS) [12]

να χρησιμοποιηθεί για την οργάνωση και τον προγραμματισμό οποιουδήποτε έργου. Το Microsoft Project παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το 1984 ως εφαρμογή για DOS, κερδίζοντας αμέσως την προσοχή των επαγγελματιών. Σήμερα, αποτελεί ένα από τα πιο καθιερωμένα εργαλεία για την οργάνωση, τον χρονοπρογραμματισμό και την παρακολούθηση έργων, με εφαρμογές σε πλήθος βιομηχανιών, από την κατασκευή μέχρι την πληροφοριακή και τη διαχείριση ανθρώπινων πόρων.

Η κεντρική ιθόνη του λογισμικού χωρίζεται σε δύο βασικές περιοχές: το διάγραμμα Γκαντ (Gantt chart) και τον πίνακα εισαγωγής εργασιών (input table). Ο πίνακας εισαγωγής επιτρέπει την εισαγωγή λεπτομερών πληροφοριών σχετικά με κάθε εργα-



Σχήμα 2.8: Στιγμιότυπο από το Microsoft Project 2000 [12]

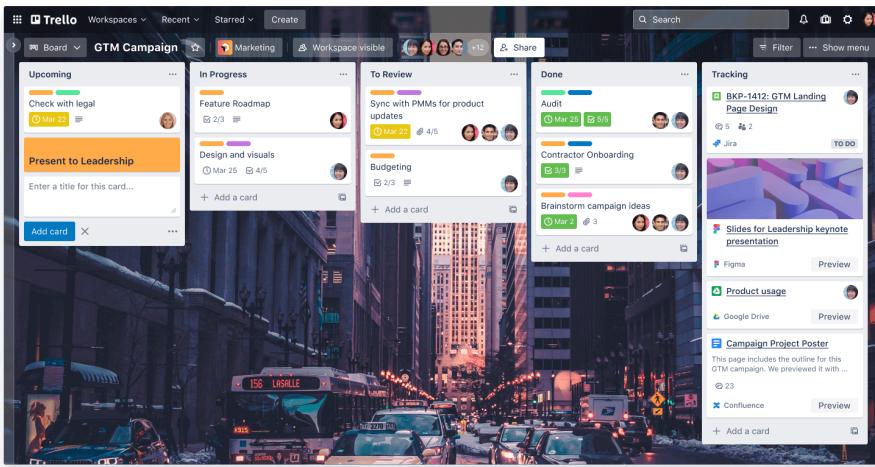
σία, όπως η διάρκεια, οι εξαρτήσεις και οι πόροι.

Παρέχονται λειτουργικότητες όπως η δυνατότητα ιεράρχησης των εργασιών μέσω της τοποθέτησης εσοχών (indents) (δημιουργώντας μια σαφή δομή του έργου, διευκολύνοντας τη διαχείριση πολύπλοκων έργων με πολλές υποκατηγορίες), η δημιουργία εξαρτήσεων μεταξύ των εργασιών (predecessors) (για παράδειγμα, μια εργασία μπορεί να προγραμματιστεί να ξεκινήσει μόνο όταν ολοκληρωθεί μια άλλη), η δυνατότητα αυτόματου προγραμματισμού των εργασιών (auto-scheduling), η δυνατότητα δημιουργίας αλυσιδωτών εργασιών (linked tasks), στις οποίες μια εργασία εκτελείται αμέσως μετά την ολοκλήρωση μιας άλλης, διευκολύνοντας τον προγραμματισμό μεγάλων και σύνθετων έργων. Επιπλέον, το λογισμικό προσφέρει ευελιξία στην προβολή των δεδομένων, επιτρέποντας την αποτύπωση των εργασιών πέρα από το διάγραμμα. Γκαντ σε μορφή ημερολογίου, φύλλου εργασίας (task sheet) ή ακόμη και η δημιουργία στατιστικών αναφορών. Έτσι, για παράδειγμα μια ομάδα μπορεί να επιλέξει το ημερολόγιο για να βλέπει τις ημερήσιες υποχρεώσεις της, ενώ ένας διευθυντής μπορεί να επιλέξει τις στατιστικές αναφορές για να αξιολογήσει τη συνολική πρόοδο.

Στα σχήματα 2.7 και 2.8 παρουσιάζονται στιγμιότυπα από τις πρώτες εκδόσεις του λογισμικού.

2.3.1.4 Trello

Το Trello (σχήμα 2.9) είναι μια πλατφόρμα διαχείρισης εργασιών που βασίζεται στους πίνακες Kanban (θα αναλυθούν στην ενότητα 2.4), επιτρέποντας μια εύληπτη οργάνωση της καθημερινότητας. Με τη χρήση πινάκων, λιστών και καρτών, οι χρήστες μπορούν συνεργατικά να παρακολουθούν την πρόοδο των εργασιών τους, ιδιαί-



Σχήμα 2.9: Στιγμιότυπο του Trello

τερα για εργασίες που χρειάζονται ομαδική συνεργασία, καθιστώντας το ιδιαίτερα δημοφιλές σε ομάδες όλων των μεγεθών και σε διάφορους τομείς. Κάθε πίνακας αντιπροσωπεύει ένα πρότζεκτ, ενώ οι λίστες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατηγοριοποίηση των εργασιών σε στάδια (“To Do”, “In Progress”, “Done”). Οι κάρτες, που τοποθετούνται μέσα στις λίστες, αντιπροσωπεύουν συγκεκριμένες εργασίες που πρέπει να ολοκληρωθούν. Οι χρήστες μπορούν να προσθέτουν περιγραφές, checklists, προθεσμίες, συνημμένα αρχεία, και ετικέτες (labels) στις κάρτες, επιτρέποντας την εξατομίκευση και την οργάνωση κάθε εργασίας σύμφωνα με τις ανάγκες τους. Προσφέρονται εργαλεία αυτοματοποίησης (λειτουργία “Butler”) και υπάρχουν δυνατότητες ενσωμάτωσης με άλλες εφαρμογές [4].

2.4 Μεθοδολογίες

Στις προηγούμενες ενότητες, αναφερθήκαμε στην ιστορική εξέλιξη της οργάνωσης των εργασιών και του χρόνου μας και το πως η ραγδαία πρόοδος της τεχνολογίας έθεσαν τα θεμέλια για τις σύγχρονες προσεγγίσεις που ακολουθούμε σήμερα στη διαχείριση εργασιών. Επίσης, έγινε αναφορά σε φημιακά εργαλεία, όπως το Notion, το Trello και το Todoist, και το πώς παρέχουν λειτουργικότητα που διευκολύνει τη ροή των εργασιών και ενισχύει την παραγωγικότητα των ομάδων.

Παράλληλα με την ανάπτυξη των εργαλείων, ωστόσο, αναπτύχθηκαν και υιοθετήθηκαν και αντίστοιχες μεθοδολογίες, οι οποίες παρέχουν βασικές αρχές για την αποτελεσματική διαχείριση σύνθετων έργων. Παραδείγματα αυτών των μεθοδολογιών που θα αναλυθούν είναι το διάγραμμα Γκαντ, το PERT και το Kanban.

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής, η οποία επικεντρώνεται στην ανάπτυξη μιας εφαρμογής διαχείρισης εργασιών που θα περιλαμβάνει και πίνακα Kanban, η αναφορά στις μεθοδολογίες αυτές είναι απαραίτητη για λόγους πληρότητας ώστε να

αναδειχθούν οι αρχές που καθοδηγούν τον σχεδιασμό τέτοιων εργαλείων.

2.4.1 Διάγραμμα Γκαντ

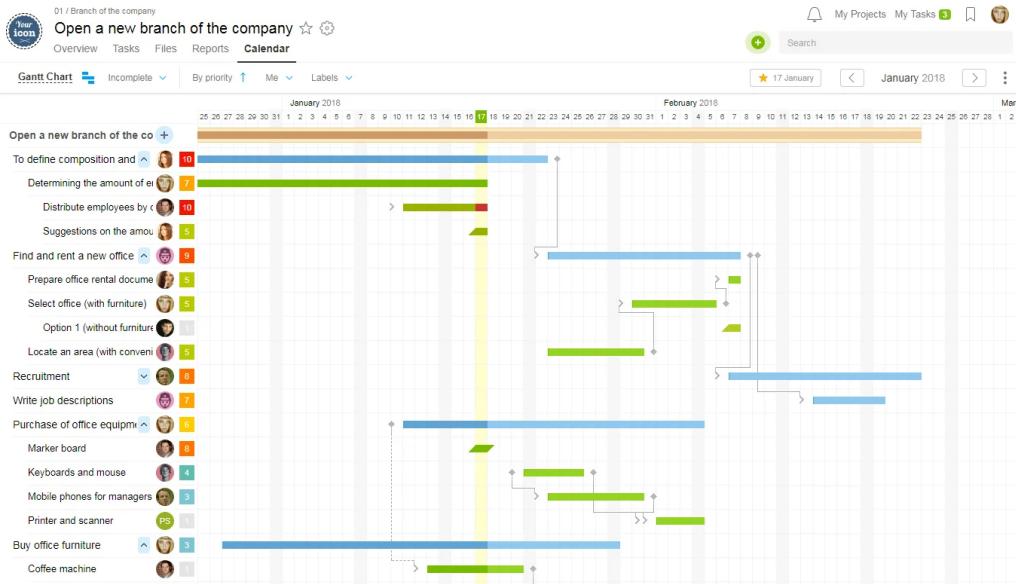
Το **διάγραμμα Γκαντ** (Gantt chart) έχει καθιερωθεί ως ένα από τα πιο χρήσιμα εργαλεία στη διαχείριση έργων, καθώς παρέχει μια εύληπτη γραφική αναπαράσταση των επιμέρους εργασιών ενός έργου (σχήμα 2.10). Στον οριζόντιο άξονα απεικονίζεται ο χρόνος, ενώ στον κατακόρυφο άξονα παρατίθενται οι διαφορετικές εργασίες που συνθέτουν το έργο. Για τη δημιουργία ενός διαγράμματος Γκαντ, είναι απαραίτητος ο αρχικός καταμερισμός του έργου σε επιμέρους εργασίες. Αυτό περιλαμβάνει την αναλυτική καταγραφή κάθε δραστηριότητας που πρέπει να ολοκληρωθεί και την εκτίμηση της χρονικής διάρκειας που θα απαιτηθεί για την ολοκλήρωσή της. Αφού γίνει ο καταμερισμός, οι εργασίες τοποθετούνται στο διάγραμμα με τέτοιο τρόπο ώστε αυτές που ολοκληρώνονται νωρίτερα να βρίσκονται ψηλότερα, διατηρώντας μια σαφή διαδικασία που διευκολύνει την ανάγνωση και την κατανόηση του χρονοδιαγράμματος.

Η ευκολία και η ταχύτητα με την οποία μπορεί να κατασκευαστεί ένα διάγραμμα Γκαντ αποτελούν έναν από τους κύριους λόγους για τη δημοτικότητά του. Παρέχει μια σαφή απεικόνιση της χρονικής διάρκειας και της αλληλουχίας των εργασιών, κάνοντας τη χρήση του προσιτή ακόμη και για άτομα που δεν έχουν εξειδικευμένες γνώσεις στη διαχείριση έργων.

Παρόλα αυτά, το διάγραμμα Γκαντ έχει και ορισμένους περιορισμούς. Ένας από αυτούς είναι η αδυναμία του να αποτυπώσει τις εξαρτήσεις μεταξύ των εργασιών και την επίδραση της καθυστέρησης μιας εργασίας στο συνολικό έργο. Για παράδειγμα, δεν είναι εμφανές ποιες εργασίες πρέπει να ολοκληρωθούν πριν ξεκινήσει μια αλλη, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε παρανοήσεις ή καθυστερήσεις αν δεν υπάρχει κατάλληλος συντονισμός. Επιπλέον, η στατική του φύση περιορίζει τη δυνατότητα αναπροσαρμογής όταν οι συνθήκες αλλάξουν, όπως σε περιπτώσεις μεταβολής της διάρκειας μιας εργασίας ή προσθήκης νέων δραστηριοτήτων. Αυτό σημαίνει ότι, ενώ είναι εξαιρετικό για την αρχική φάση σχεδιασμού και την παρακολούθηση, μπορεί να μην επαρκεί σε δυναμικά περιβάλλοντα όπου απαιτείται συνεχής αναπροσαρμογή. Παρόλα αυτά, παραμένει ένα από τα πιο χρήσιμα εργαλεία για την κατανόηση της χρονικής διάστασης ενός έργου και τη συνολική εποπτεία της προόδου του [13].

2.4.2 Program evaluation and review technique (PERT)

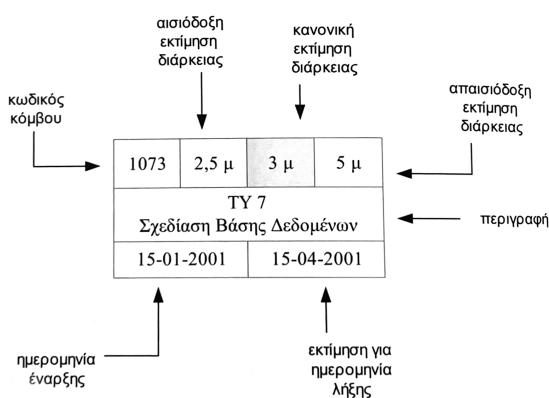
Το **Program Evaluation and Review Technique (PERT)** συνδυαστικά και με τη μέθοδο κρίσιμης διαδρομής (Critical Path Method – CPM), είναι μια μεθοδολογία προγραμματισμού και ελέγχου έργων που επικεντρώνεται στον υπολογισμό και την αξιολόγηση του χρόνου ολοκλήρωσης ενός έργου, ενώ παράλληλα παρέχει σαφή εικόνα των σχέσεων και των εξαρτήσεων μεταξύ των δραστηριοτήτων του. Αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1950 για την υποστήριξη σύνθετων έργων με υψηλή αβεβαιότητα, όπως ο προγραμματισμός στρατιωτικών προγραμμάτων.



Σχήμα 2.10: Παράδειγμα διαγράμματος Γκαντ

Σε ένα διάγραμμα PERT (διάγραμμα αξιολόγησης έργου), το έργο αναλύεται σε επιμέρους δραστηριότητες, καθεμία από τις οποίες απεικονίζεται ως κόμβος σε ένα γράφημα (σχήμα 2.11). Αυτή η δομή επιτρέπει την οπτικοποίηση των σχέσεων και των εξαρτήσεων μεταξύ των δραστηριοτήτων, καθιστώντας σαφές ποιες πρέπει να ολοκληρωθούν πρώτα και ποιες μπορούν να εκτελούνται παράλληλα.

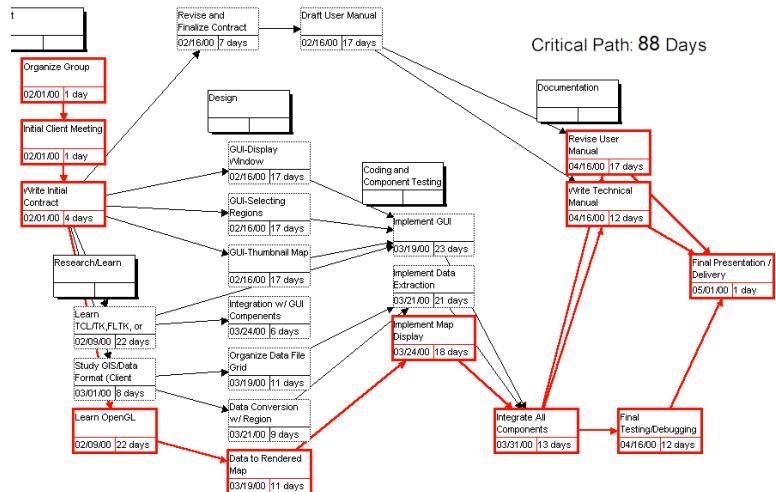
Το PERT βασίζεται στην εκτίμηση του χρόνου για κάθε δραστηριότητα χρησιμοποιώντας τρεις παραμέτρους: τον αισιόδοξη χρόνο (ο ελάχιστος χρόνος ολοκλήρωσης), τον πιο πιθανό χρόνο και τον απαισιόδοξη χρόνο (ο μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης). Με βάση αυτές τις εκτιμήσεις, υπολογίζεται ο αναμενόμενος χρόνος για κάθε δραστηριότητα, λαμβάνοντας υπόψη την αβεβαιότητα.



Σχήμα 2.11: Παράδειγμα κόμβου σε διάγραμμα PERT [13]

Μια σημαντική έννοια στο PERT είναι ο υπολογισμός της κρίσιμης διαδρομής

(σχήμα 2.12), δηλαδή της αλληλουχίας δραστηριοτήτων που καθορίζει τη συνολική διάρκεια του έργου. Οι δραστηριότητες που βρίσκονται στην κρίσιμη διαδρομή δεν επιτρέπουν καθυστερήσεις, καθώς οποιαδήποτε καθυστέρηση σε αυτές θα παρατείνει το συνολικό χρονοδιάγραμμα του έργου. Αντίθετα, οι μη κρίσιμες δραστηριότητες έχουν ένα χρονικό περιθώριο (slack), το οποίο τους επιτρέπει κάποιες καθυστερήσεις χωρίς να επηρεαστεί το συνολικό έργο.



Σχήμα 2.12: Παράδειγμα διαγράμματος PERT
(με κόκκινο εμφανίζεται η κρίσιμη διαδρομή)

Η μεθοδολογία PERT παρέχει σημαντικά εργαλεία για την ανάλυση του χρόνου ολοκλήρωσης του έργου, όπως ο υπολογισμός του νωρίτερου και του αργότερου χρόνου για κάθε γεγονός και δραστηριότητα. Με τη βοήθεια αυτών των υπολογισμών, οι διαχειριστές έργων μπορούν να προβλέψουν την ελάχιστη και μέγιστη διάρκεια του έργου, να αναγνωρίσουν κρίσιμα σημεία και να σχεδιάσουν κατάλληλα τις ενέργειες τους για την αντιμετώπιση πιθανών καθυστερήσεων.

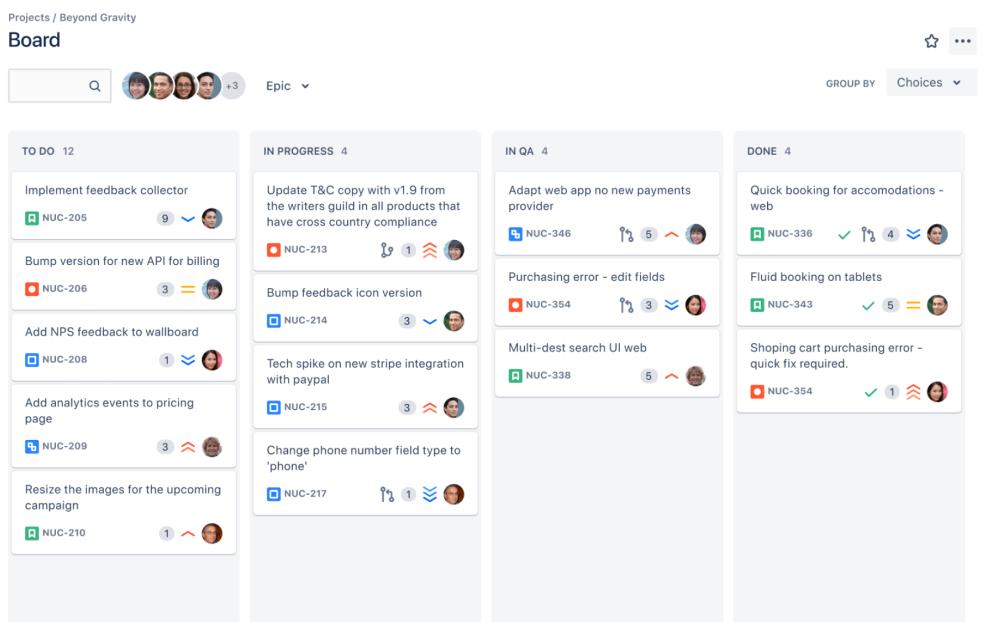
Το PERT, παρόλο που είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε έργα με πολλές αβεβαιότητες, παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς. Οι εκτιμήσεις χρόνου συχνά βασίζονται σε υποκειμενικά δεδομένα, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε αποκλίσεις. Παρόλα αυτά, η εφαρμογή του PERT συμβάλλει σημαντικά στη διαχείριση έργων, διευκολύνοντας τη λήψη αποφάσεων και την κατανομή πόρων με τρόπο αποτελεσματικό [14].

2.4.3 Kanban

Το Kanban (σχήμα 2.13) είναι μια μέθοδος διαχείρισης εργασιών που αρχικά αναπτύχθηκε από την Toyota στον τομέα της παραγωγής τη δεκαετία του 1940, με σκοπό τη βελτίωση της ροής εργασιών και την ελαχιστοποίηση των καθυστερήσεων και στη συνέχεια εξελίχθηκε και υιοθετήθηκε ευρέως στον τομέα της ανάπτυξης λογισμικού και άλλων έργων, για να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα των ομάδων και

την παράδοση των έργων.

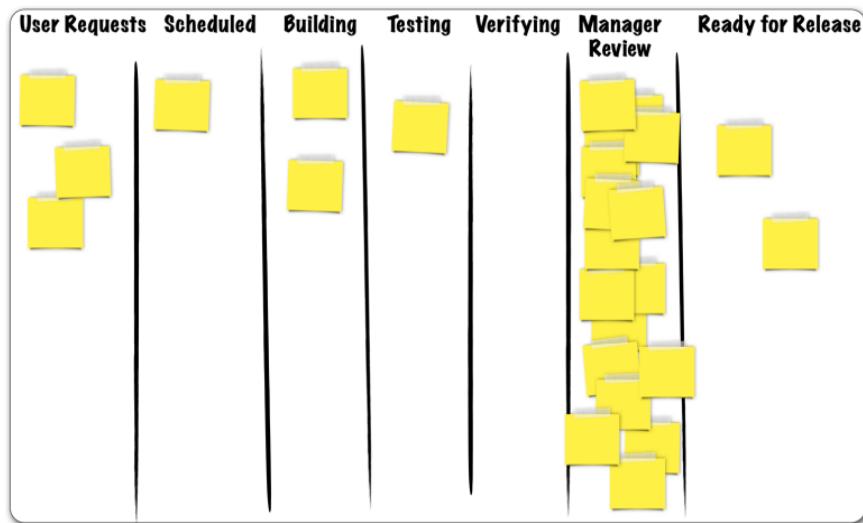
Η κεντρική ιδέα του Kanban είναι η απεικόνιση των εργασιών μέσω ενός πίνακα (Kanban board). Στον πίνακα, οι εργασίες αναπαρίστανται ως κάρτες που μετακινούνται μεταξύ διαφορετικών σταδίων, όπως “To Do”, “In Progress” και “Done”. Αυτή η οπτική αναπαράσταση της διαδικασίας επιτρέπει στα μέλη της ομάδας να παρακολουθούν την πρόοδο των εργασιών σε πραγματικό χρόνο και να εντοπίζουν εύκολα τα τμήματα του έργου που καθυστερούν ή χρειάζονται προσοχή. Στη σύγχρονη πρακτική, τα Kanban boards συνήθως υποστηρίζονται από φημιακά εργαλεία όπως το Trello [4], το Jira [15] και το Asana [16], τα οποία προσφέρουν επιπλέον δυνατότητες όπως η αυτόματη ενημέρωση και η συνεργασία σε πραγματικό χρόνο.



Σχήμα 2.13: Ένας Kanban πίνακας στο Jira

Η βασική αρχή του Kanban είναι ο περιορισμός της εργασίας που βρίσκεται σε εξέλιξη (“Work In Progress, WIP”). Έτσι οι ομάδες επικεντρώνονται σε συγκεκριμένες εργασίες και τις ολοκληρώνουν προτού ξεκινήσουν μια νέα. Με αυτόν τον τρόπο, το Kanban διασφαλίζει ότι η ομάδα δεν αναλαμβάνει περισσότερες εργασίες από όσες μπορεί να διαχειριστεί, ενισχύοντας τη ροή της εργασίας και μειώνοντας τις καθυστερήσεις. Επιπλέον, μπορούν εύκολα να εντοπίζουν συμφορήσεις (bottlenecks) στη ροή εργασιών (σχήμα 2.14). Οι συμφορήσεις αυτές προκύπτουν όταν μια συγκεκριμένη φάση ή εργασία καθυστερεί και εμποδίζει την πρόοδο των υπόλοιπων εργασιών.

Η εφαρμογή του Kanban έχει αποδειχθεί αποτελεσματική στην αύξηση της παραγωγικότητας και της ποιότητας των έργων, καθώς ενθαρρύνει τη συνεχιζόμενη βελτίωση και την ανάλυση της ροής εργασίας. Με την εφαρμογή της μεθόδου, οι ομάδες μπορούν να παρακολουθούν τις καθυστερήσεις, να μειώσουν τις χρόνιες καθυστερήσεις και να βελτιώσουν τις επικοινωνιακές ροές, ενισχύοντας τη συνεργασία και τη



Σχήμα 2.14: Ένα παράδειγμα συμφορήσεων [17]

διαφένεια [18] [17].

Κεφάλαιο 3

Ανάλυση προτιμήσεων φοιτητών

3.1 Υπάρχουσες έρευνες και σχετική βιβλιογραφία

Σε πολλές περιπτώσεις, η αποτελεσματικότητα των φοιτητών καθορίζεται κυρίως από την οργάνωσή τους και τον σωστό προγραμματισμό τους, τόσο στις ακαδημαϊκές όσο και στις προσωπικές τους υποχρεώσεις. Η σωστή διαχείριση χρόνου και προτεραιοτήτων είναι καθοριστική για την αποφυγή άγχους, την αύξηση της παραγωγικότητας και την επίτευξη των στόχων τους. Παρόλα αυτά, οι φοιτητές συχνά έρχονται αντιμέτωποι με προκλήσεις, όπως η αναβλητικότητα και η έλλειψη σωστής οργάνωσης για την ολοκλήρωση των καθημερινών τους καθηκόντων. Οι ερευνητικές προσπάθειες στον τομέα αυτό αναδεικνύουν τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι φοιτητές και προσφέρουν πολύτιμες πληροφορίες για τη βελτίωση των δεξιοτήτων διαχείρισης εργασιών.

3.1.1 Προβλήματα διαχείρισης που αντιμετωπίζουν οι φοιτητές

Σε έρευνα [19] που διεξήχθη στο Πανεπιστήμιο του Τσουκούμπα της Ιαπωνίας, η οποία διερευνούσε τη διαχείριση του προγραμματισμού των εργασιών από την πλευρά των φοιτητών, παρατηρήθηκε πως η πλειοφηφία τους αντιμετωπίζει δυσκολίες στην εκκίνηση μιας νέας εργασίας. Οι βασικοί λόγοι που καταγράφηκαν περιλαμβάνουν: α) την έλλειψη χρόνου (26,9%), β) την αγνόηση της εργασίας επειδή τη θεωρούσαν ελάσσονος σημασίας (15,7%), γ) επειδή τη ξέχασαν (12,3%), δ) λόγω κακής συνεργασίας (11,2%) και ε) επειδή ήταν κουραστική (8,9%). Οι τρεις πρώτοι λόγοι, που καλύπτουν το μεγαλύτερο ποσοστό (54,9%), αφορούν σε θέματα κακής οργάνωσης από την πλευρά των φοιτητών, υποδεικνύοντας την ανάγκη για αποτελεσματικότερα εργαλεία χρονοπρογραμματισμού.

Παράλληλα, μια διαφορετική έρευνα [20] καταδεικνύει πάλι πως το κυριότερο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι φοιτητές είναι η σωστή δόμηση του προγράμματός τους. Παρατηρήθηκε ότι ο τρόπος με τον οποίο οργανώνουν το διάβασμά τους καθοδηγείται κυρίως από τις καταληκτικές ημερομηνίες των εργασιών τους, με αποτέλεσμα να παραμελούν άλλες σημαντικές ακαδημαϊκές δραστηριότητες, όπως η παρακολούθηση

διαλέξεων. Αυτό οδηγεί σε ανισορροπία μεταξύ των ακαδημαϊκών τους υποχρεώσεων, επηρεάζοντας την απόδοσή τους συνολικά.

Οι παραπάνω έρευνες οδήγησαν σε συγκεκριμένα συμπεράσματα. Πρώτον, η έλλειψη οργανωτικών δεξιοτήτων παραμένει ένας από τους κύριους παράγοντες που εμποδίζουν την αποτελεσματική διαχείριση των εργασιών από τους φοιτητές. Οι λόγοι αυτοί συνδέονται συχνά με την αναβλητικότητα και την έλλειψη εργαλείων που θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην αποδοτικότερη οργάνωση των καθημερινών τους υποχρεώσεων. Δεύτερον, η ανάγκη για ένα δομημένο σύστημα προγραμματισμού είναι εμφανής, καθώς θα μπορούσε να παρέχει σαφείς προτεραιότητες και να συμβάλει στη μείωση του άγχους που προκαλείται από τις καταληκτικές ημερομηνίες. Συνεπώς, ένα αποτελεσματικό σύστημα διαχείρισης και προγραμματισμού των εργασιών, προσαρμοσμένο στις ανάγκες των φοιτητών, μπορεί να λειτουργήσει ως βασικό εργαλείο για την ενίσχυση της παραγωγικότητας και της επιτυχίας τους.

3.1.2 Χαρακτηριστικά που οι φοιτητές θα επιθυμούσαν σε μια εφαρμογή

Σε έρευνα [20] που πραγματοποιήθηκε στο τμήμα Πληροφορικής του Πανεπιστημίου του Εδιμβούργου, αναδείχθηκαν κάποιες σημαντικές προτιμήσεις και απαιτήσεις της ακαδημαϊκής κοινότητας σχετικά με τη λειτουργικότητα των εφαρμογών διαχείρισης εργασιών. Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων τόνισε τη σημασία της ύπαρξης ενός ενσωματωμένου ημερολογίου, το οποίο θα παρέχει τη δυνατότητα καταγραφής των ημερομηνιών έναρξης και λήξης για κάθε εργασία. Αυτή η λειτουργία θεωρήθηκε κρίσιμη για τη σωστή οργάνωση και τον προγραμματισμό των υποχρεώσεων, καθώς επιτρέπει στους χρήστες να έχουν σαφή εικόνα των προθεσμιών τους. Παράλληλα, υπογραμμίστηκε η αξία της χρωματικής ταξινόμησης (color-coding), η οποία διευκολύνει τη διάκριση μεταξύ διαφορετικών κατηγοριών ή τύπων εργασιών, ενισχύοντας τη διαφάνεια και την ευκολία χρήσης της εφαρμογής.

Επιπλέον, οι συμμετέχοντες επισήμαναν την ανάγκη για ειδοποιήσεις/γνωστοποιήσεις, οι οποίες θα λειτουργούν ως υπενθυμίσεις για τις επερχόμενες προθεσμίες ή τις εκκρεμότητες που απαιτούν άμεση προσοχή. Εξίσου σημαντική θεωρήθηκε η ύπαρξη to-do λιστών, οι οποίες θα διαθέτουν λειτουργίες όπως ιεράρχηση των εργασιών, ομαδοποίηση σε κατηγορίες, και δυνατότητα εμφάνισης μπάρας προόδου. Αυτές οι δυνατότητες συμβάλλουν στην αποτελεσματικότερη παρακολούθηση της προόδου των εργασιών και στη δημιουργία μιας αίσθησης ολοκλήρωσης και επίτευξης στόχων.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσίασε η πρόταση για την ενσωμάτωση ενός συστήματος ανταμοιβής, το οποίο στοχεύει στην ενθάρρυνση των φοιτητών να ολοκληρώνουν τις εργασίες τους εγκαίρως. Ένα τέτοιο σύστημα θα μπορούσε να περιλαμβάνει την εμφάνιση γραφικών στοιχείων όπως κομφετί ή εικονικά μετάλλια, ή την ανταμοιβή πόντων, συμβάλλοντας στη δημιουργία κινήτρων. Η εισαγωγή αυτού του συστήματος έχει σκοπό να ενισχύσει τη δέσμευση και την παραγωγικότητα των χρηστών, προσφέροντας έναν πιο διαδραστικό και ελκυστικό τρόπο διαχείρισης εργασιών. Με

την ενσωμάτωση χαρακτηριστικών όπως τα προαναφερθέντα, τέτοιες εφαρμογές μπορούν να βελτιώσουν ουσιαστικά την παραγωγικότητα και την αποτελεσματικότητα, προσφέροντας παράλληλα μια ευχάριστη εμπειρία χρήσης.

3.2 Πρωτογενής έρευνα

Πέρα από τις υπάρχουσες έρευνες, στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε νέα έρευνα με στόχο την κατανόηση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι φοιτητές στο καθημερινό προγραμματισμό των εργασιών τους, καθώς και την καταγραφή των χαρακτηριστικών που θεωρούν πιο χρήσιμα σε μια εφαρμογή διαχείρισης εργασιών. Η συλλογή αυτών των δεδομένων αποτέλεσε κρίσιμο βήμα για τη διαμόρφωση των απαιτήσεων της υπό ανάπτυξη εφαρμογής, διασφαλίζοντας ότι το τελικό προϊόν θα είναι όσο το δυνατόν πιο λειτουργικό και προσαρμοσμένο στις ανάγκες των φοιτητών.

3.2.1 Μεθοδολογία και δείγμα

Για τη συλλογή των δεδομένων, συγκεντρώθηκαν ποσοτικά στοιχεία μέσω ενός ερωτηματολογίου που δημιουργήθηκε στο Google Forms. Το ερωτηματολόγιο επικεντρωνόταν στους δύο βασικούς άξονες που αναλύθηκαν στις ενότητες 3.1.1 και 3.1.2.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε ένα δείγμα 14 φοιτητών, γεγονός που διασφαλίζει τη συνάφεια των απαντήσεων τους με το αντικείμενο της έρευνας. Η συμμετοχή ήταν εθελοντική και οι φοιτητές απάντησαν στο ερωτηματολόγιο ανώνυμα. Η συλλογή των δεδομένων διήρκεσε μια εβδομάδα και ο σύνδεσμος για την πρόσβαση στο ερωτηματολόγιο διανεμήθηκε μέσω κοινωνικών δικτύων.

3.2.2 Ερωτηματολόγιο

Τα ερωτήματα με τις πιθανές απαντήσεις που περιελάμβανε το ερωτηματολόγιο παρουσιάζονται παρακάτω:

Ερωτήσεις	Πιθανές απαντήσεις
Τι ηλικία έχεις;	18-19 20-21 22-24 25+
Ποιο είναι το ακαδημαϊκό σου επίπεδο;	Προπτυχιακό Μεταπτυχιακό Διδακτορικό
Τι σπουδάζεις;	(κείμενο σύντομης απάντησης)
Σε ποιο έτος σπουδών είσαι;	1o, 2o, 3o, 4o, 5o, Επί πτυχίο

Ερωτήσεις	Πιθανές απαντήσεις
Χρησιμοποιείς κάποιο εργαλείο για τη διαχείριση του χρόνου σου και των υποχρεώσεών σου;	Ναι Όχι, προγραμματίζω στο μυαλό μου
Αν ναι, ποιο/α εργαλείο/α χρησιμοποιείς:	Εφαρμογές (π.χ., Ημερολόγιο, Notion, Todoist) Υπενθυμίσεις στο κινητό ή υπολογιστή Ημερολόγιο σε φυσική μορφή Post-it ή άλλες χειρόγραφες σημειώσεις Excel ή άλλα υπολογιστικά φύλλα Άλλο
Αν ναι, οι εργασίες που προγραμματίζεις και οργανώνεις αφορούν περισσότερο...	Υποχρεώσεις σχολής (π.χ., διάβασμα, εργασίες) Υποχρεώσεις καθημερινότητας (π.χ., φώνια) Κοινωνικές δραστηριότητες (π.χ. χόμπι) Προσωπική ανάπτυξη (π.χ., μαθήματα γλωσσών) Προσωπική φροντίδα (π.χ., ραντεβού με γιατρούς) Άλλο
Αν ναι, σε κλίμακα από 1 έως 5, πόσο αποτελεσματικές θεωρείς τις μεθόδους διαχείρισης εργασιών που χρησιμοποιείς:	1 – 5
Τι δυσκολίες αντιμετωπίζεις στην διαχείριση των υποχρεώσεών σου;	Αναβλητικότητα Δυσκολία στην ιεράρχιση των εργασιών Πάρα πολλές υποχρεώσεις Έλλειψη κινήτρων Αδυναμία τήρησης προγράμματος Απόσπαση προσοχής από social media Έλλειψη χρόνου για σωστό προγραμματισμό ¹ Αγωνία ή άγχος σχετικά με τις προθεσμίες Κακή εκτίμηση του απαιτούμενου χρόνου
Πόσο συχνά έχει τύχει να χάσεις κάποια προθεσμία (deadline);	Ποτέ, Σπάνια, Μερικές φορές, Συχνά, Πάντα
Έχει τύχει να μην έχεις ξεκινήσει καν κάποια εργασία σου;	Ναι, Όχι
Αν ναι, ποιοι ήταν οι λόγοι;	Έλλειψη χρόνου Την ξέχασα Κακή συνεργασία ομάδας Ήταν κουραστική Άλλο
Πόσο συχνά αισθάνεσαι αγχωμένος/η από τον φόρτο των εργασιών σου;	Ποτέ, Σπάνια, Μερικές φορές, Συχνά, Πάντα
Τι θεωρείς χρήσιμο σε μια εφαρμογή διαχείρισης εργασιών για φοιτητές; <i>Υπαρξη ημερολογίου</i> <i>Ιεράρχιση εργασιών (χαμηλή, υψηλή προτεραιότητα)</i> <i>Κατηγοροποίηση εργασιών βάσει του χρώματός τους (color-coding)</i> <i>Υπαρξη επαναλαμβανόμενων (recurring) εργασίες</i> <i>Σύστημα επιβράβευσης κατά την ολοκλήρωση μιας εργασίας</i> <i>Καλαϊσθητο, φιλικό για τον χρήστη, γραφικό περιβάλλον</i> <i>Προειδοποίηση πριν λήξει η προθεσμία μιας εργασίας</i>	1 (καθόλου χρήσιμο) – 5 (πολύ χρήσιμο) 1 (καθόλου χρήσιμο) – 5 (πολύ χρήσιμο)
Σε κλίμακα από 1 έως 5, πόσο πιθανό είναι να χρησιμοποιήσεις μια εφαρμογή σχεδιασμένη για τη διαχείριση εργασιών των φοιτητών;	1 – 5

3.2.3 Αποτελέσματα

Εν τέλει το δείγμα αποτελείται από 14 φοιτητές, με το 28.6% ($n = 4$) να ανήκει στην ηλικιακή ομάδα 18–19 ετών, το 21.4% ($n = 3$) στην ηλικιακή ομάδα 20–21 ετών, το 28.6% ($n = 4$) στην ηλικιακή ομάδα 22–24 ετών και το 21.4% ($n = 3$) στην ηλικιακή ομάδα 25+.

Όσον αφορά το ακαδημαϊκό επίπεδο, το 71.4% ($n = 10$) των συμμετεχόντων είναι προπτυχιακοί φοιτητές, ενώ το 14.3% ($n = 2$) μεταπτυχιακοί και το 14.3% ($n = 2$) διδακτορικοί φοιτητές.

Σχετικά με το αντικείμενο σπουδών, 6 φοιτητές σπουδάζουν στο παρόν τμήμα, οι υπόλοιποι φοιτητές σπουδάζουν Επιστήμη Γλυκών, Διοίκηση Επιχειρήσεων, Ιατρική, ΗΜΤΥ, Φιλολογία, και Διατροφολογία. Το 7.1% (n = 1) των φοιτητών είναι στο 1ο έτος σπουδών, το 28.6% (n = 4) στο 2ο έτος, το 21.4% (n = 3) στο 3ο έτος, το 7.1% (n = 1) στο 4ο έτος, το 14.3% (n = 2) στο 5ο έτος, και το 21.4% (n = 3) είναι επί πτυχίο.

Σχετικά με τη χρήση εργαλείων για τη διαχείριση του χρόνου, το 64.3% (n = 9) των φοιτητών χρησιμοποιούν κάποιο εργαλείο, ενώ το 35.7% (n = 5) προγραμματίζουν τις υποχρεώσεις τους στο μυαλό τους. Από τους φοιτητές που χρησιμοποιούν εργαλεία, και οι 9 χρησιμοποιούν κάποια εφαρμογή, ενώ 2 από αυτούς επιπλέον χρησιμοποιούν υπενθυμίσεις ή ημερολόγιο σε φυσική μορφή.

Όσον αφορά το είδος των εργασιών που προγραμματίζουν, και οι 9 φοιτητές αναφέρουν ότι προγραμματίζουν υποχρεώσεις σχολής και επίσης 4 από αυτούς προγραμματίζουν υποχρεώσεις καθημερινότητας, 3 κοινωνικές δραστηριότητες, 2 προσωπική ανάπτυξη και 3 προσωπική φροντίδα. Σε κλίμακα από 1 έως 5, 5 φοιτητές βαθμολογούν τις μεθόδους διαχείρισης εργασιών που χρησιμοποιούν με βαθμό 4, 4 φοιτητές με βαθμό 3, 3 φοιτητές με βαθμό 2 ενώ ένας φοιτητής με βαθμό 1.

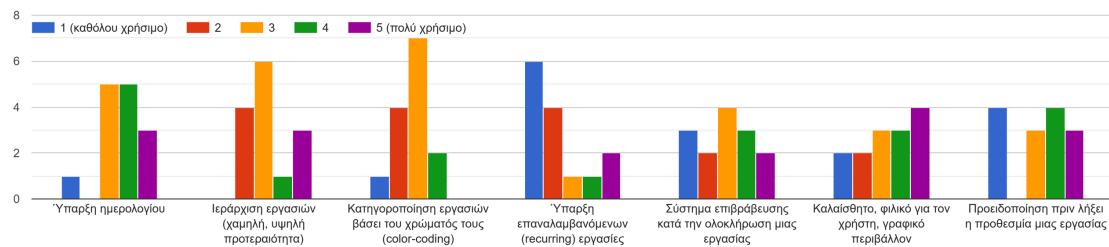
Σχετικά με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν στη διαχείριση των υποχρεώσεών τους, 9 φοιτητές αναφέρουν ότι αντιμετωπίζουν απόσπαση προσοχής από social media, 6 φοιτητές αντιμετωπίζουν αναβλητικότητα, 5 φοιτητές αντιμετωπίζουν αγωνία ή άγχος σχετικά με τις προθεσμίες, 4 φοιτητές αντιμετωπίζουν αδυναμία τήρησης προγράμματος, 3 φοιτητές έχουν πάρα πολλές υποχρεώσεις ή έλλειψη κινήτρων, ενώ 2 φοιτητές έχουν δυσκολία στην ιεράρχηση των εργασιών τους, έλλειψη χρόνου για σωστό προγραμματισμό ή κακή εκτίμηση του απαιτούμενου χρόνου για τον προγραμματισμό τους.

Σχετικά με τις προθεσμίες, το 42.9% (n = 6) των φοιτητών αναφέρουν ότι μερικές φορές έχουν χάσει κάποια προθεσμία, το 21.4% (n = 3) συχνά, το 14.3% (n = 2) πάντα και ποτέ και το 7.1% (n = 1) σπάνια. Όσον αφορά το αν έχει τύχει να μην έχουν ξεκινήσει κάποια εργασία τους, οι μισοί απάντησαν ότι ναι, ενώ οι υπόλοιποι όχι. Αν ναι, έχουν δοθεί 8 απαντήσεις (μια επιπλέον), με 2 απαντήσεις να αναφέρουν ότι η έλλειψη χρόνου ήταν ο λόγος που δεν ξεκίνησαν την εργασία τους, 2 απαντήσεις να αναφέρουν ότι την ξέχασαν, 2 απαντήσεις να αναφέρουν ότι ήταν κουραστική και μια απάντηση να αναφέρει πως ήταν ο λόγος ήταν ότι ήταν ομαδική και δεν υπήρχε συνεργασία με την υπόλοιπη ομάδα.

Σχετικά με το αν αγχώνονται οι φοιτητές από τον φόρτο των εργασιών, το 42.9% (n = 6) των φοιτητών αναφέρουν ότι συχνά αισθάνονται αγχωμένοι, το 28.6% (n = 4) μερικές φορές, το 14.3% (n = 2) σπάνια, το 7.1% (n = 1) ποτέ και το 7.1% (n = 1) πάντα.

Τα χαρακτηριστικά που οι φοιτητές θεωρούν χρήσιμα σε μια εφαρμογή διαχείρισης εργασιών εμφανίζονται στο 3.1. Παρατηρούμε πως οι φοιτητές δίνουν περισσότερο βάση στην ύπαρξη ημερολογίου, στην κατηγοριοποίηση βάση χρώματος, και στην προειδοποίηση πριν λήξει μια προθεσμία, ενώ δεν ενδιαφέρονται τόσο για την ύπαρξη

Τι θεωρείς χρήσιμο σε μια εφαρμογή διαχείρισης εργασιών για φοιτητές;



Σχήμα 3.1: Βαθμολόγηση χαρακτηριστικών που οι φοιτητές θεωρούν χρήσιμα σε μια εφαρμογή διαχείρισης εργασιών

επαναλαμβανόμενων εργασιών.

Τέλος, σε κλίμακα από 1 έως 5, 6 φοιτητές βαθμολογούν με βαθμό 3 την πιθανότητα χρήσης μιας εφαρμογής διαχείρισης εργασιών σχεδιασμένη για φοιτητές, 3 φοιτητές με βαθμούς 2 και 5, και 2 φοιτητές με βαθμό 1.

3.2.4 Συμπεράσματα

Η έρευνα ανέδειξε ενδιαφέρουσες πτυχές σχετικά με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι φοιτητές στη διαχείριση των εργασιών τους, καθώς και τα χαρακτηριστικά που θεωρούν ιδιαίτερα χρήσιμα σε μία εφαρμογή οργάνωσης υποχρεώσεων.

Αρχικά, διαπιστώνεται ότι, παρά την ύπαρξη ψηφιακών εργαλείων διαχείρισης χρόνου, ένα αξιοσημείωτο ποσοστό φοιτητών εξακολουθεί να βασίζεται σε μη συστηματικές μεθόδους προγραμματισμού, όπως η απομνημόνευση των υποχρεώσεων. Επιπλέον, μεταξύ όσων χρησιμοποιούν κάποιο εργαλείο, η συντριπτική πλειοψηφία (100%) οργανώνει υποχρεώσεις της σχολής και ένα μικρότερο ποσοστό επεκτείνει τη χρήση αυτών των εργαλείων και σε άλλους τομείς, όπως υποχρεώσεις καθημερινότητας (44,4%), κοινωνικές δραστηριότητες (33,3%) και προσωπική φροντίδα (33,3%).

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η ανάδειξη της αναβλητικότητας (42,9%) και της απόσπασης προσοχής από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (64,3%) ως δύο από τα πλέον συχνά προβλήματα στη διαχείριση των εργασιών. Αυτά τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι οι φοιτητές δε χρειάζονται απλώς ένα εργαλείο καταγραφής υποχρεώσεων, αλλά μία εφαρμογή που να ενσωματώνει μηχανισμούς οι οποίοι διευκολύνουν τη συγκέντρωση και ενισχύουν τη συνέπεια στην τήρηση του προγράμματος. Η εισαγωγή ενός συστήματος επιβράβευσης, το οποίο βαθμολογείται με 3,9/5 από τους συμμετέχοντες, θα μπορούσε να λειτουργήσει ενισχυτικά στη διατήρηση κινήτρου και στη σταδιακή μείωση της αναβλητικότητας.

Η δυσκολία τήρησης προθεσμιών αναδεικνύεται ως σημαντική πρόκληση, καθώς 78,6% των φοιτητών έχει χάσει κάποια προθεσμία τουλάχιστον μία φορά. Επιπλέον, οι μεσοί φοιτητές (50%) έχουν τουλάχιστον μία φορά ξεχάσει ή εγκαταλείψει μία

εργασία τους λόγω έλλειψης χρόνου, κούρασης ή κακής συνεργασίας ομάδας. Για να αντιμετωπιστεί αυτή η δυσκολία, η εφαρμογή θα πρέπει να ενσωματώνει υπενθυμίσεις και ειδοποιήσεις που θα προσαρμόζονται στις συνήθειες του χρήστη, επιτρέποντάς του να έχει έγκαιρη ενημέρωση σχετικά με τις προθεσμίες. Ένα σύστημα ειδοποιήσεων που θα ξεκινά με υπενθύμιση αρκετές ημέρες πριν από την προθεσμία θα μπορούσε να βελτιώσει την τήρηση των προθεσμιών.

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά που θεωρούνται απαραίτητα σε μία εφαρμογή διαχείρισης εργασιών, παρατηρείται έντονο ενδιαφέρον για λειτουργίες όπως το ημερολόγιο, η ιεράρχηση εργασιών βάσει προτεραιότητας, η δυνατότητα κατηγοριοποίησης μέσω χρωμάτων και η αποστολή ειδοποιήσεων πριν από τις προθεσμίες, με όλα αυτά τα χαρακτηριστικά να λαμβάνουν μέσο όρο βαθμολογίας μεταξύ 4,2 και 4,7 σε κλίμακα 1-5. Παράλληλα, δίνεται έμφαση στη σημασία της ευχρηστίας και της αισθητικής της εφαρμογής, καθώς το φιλικό γραφικό περιβάλλον αξιολογείται με μέσο όρο 4,6/5.

Η πρόθεση χρήσης μιας τέτοιας εφαρμογής δεν είναι απόλυτα εγγυημένη, καθώς ο μέσος όρος στην κλίμακα 1-5 φτάνει το 3,14, κάτι που δείχνει ενδιαφέρον αλλά όχι ενθουσιασμό. Αυτό υποδηλώνει ότι η αποδοχή μιας εφαρμογής εξαρτάται από το ον μπορεί να προσφέρει σημαντική βελτίωση σε σχέση με τα υπάρχοντα εργαλεία, να είναι εύκολη στη χρήση και να παρέχει σαφή οφέλη, χωρίς να προσθέτει επιπλέον γνωστικό φορτίο.

Τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν ότι η ανάπτυξη μιας εφαρμογής διαχείρισης εργασιών για φοιτητές πρέπει να εστιάσει όχι μόνο στην καταγραφή υποχρεώσεων, αλλά και στη δημιουργία μηχανισμών που βοηθούν στην πειθαρχία, στη μείωση των περισπασμών και στην ενίσχυση της παραγωγικότητας. Η αποτελεσματική υλοποίηση αυτών των χαρακτηριστικών μπορεί να οδηγήσει σε μία εφαρμογή που όχι μόνο διευκολύνει τον προγραμματισμό, αλλά και βελτιώνει τη συνολική ακαδημαϊκή εμπειρία των χρηστών της.

Κεφάλαιο 4

Low-Code

“The future of coding is no coding at all.”

—Chris Wanstrath, Co-Founder, Github

Πριν προχωρήσουμε στην περιγραφή της υλοποίησης της εφαρμογής είναι κρίσιμο να αναφερθούμε στην έννοια του χαμηλού κώδικα (low code). Ο χαμηλός κώδικας αποτελεί απάντηση στην ανάγκη για γρηγορότερη παραγωγή ποιοτικών εφαρμογών, μάλιστα επιτρέποντας σε χρήστες με περιορισμένες ή μηδενικές γνώσεις προγραμματισμού να συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία ανάπτυξης. Η έννοια αυτή συνδέεται στενά με τις παλαιότερες προσπάθειες αυτοματοποίησης της ανάπτυξης λογισμικού, όπως το Computer-Aided Software Engineering (CASE) και η Model-Driven Architecture (MDA), οι οποίες αποτέλεσαν τις θεωρητικές ρίζες του χαμηλού κώδικα.

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται οι βασικές αρχές, τα χαρακτηριστικά και τα πλεονεκτήματα της προσέγγισης αυτής, το ιστορικό υπόβαθρο, η έννοια του προγραμματιστή πολίτη (citizen developer), και γίνεται αναφορά σε δημοφιλείς Πλατφόρμες Ανάπτυξης Εφαρμογών σε Low-Code και στον τρόπο που αυτές έχουν αναδιαμορφώσει το τοπίο της ανάπτυξης λογισμικού, αποτελώντας τη βάση για την εφαρμογή που παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία. Μια εξ’ αυτών, η Mendix, είναι αυτή που έχει χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη της εφαρμογής και θα αναλυθεί στο επόμενο κεφάλαιο.

4.1 Τι είναι ο χαμηλός κώδικας

“When you can visually create new business applications with minimal hand-coding –when your developers can do more of greater value, faster—that’s low-code.” [21]

Για να κατανοήσουμε καλύτερα την έννοια του χαμηλού κώδικα, μπορούμε να εξετάσουμε την εξέλιξη των γλωσσών προγραμματισμού. Για παράδειγμα, η Python, μια γλώσσα υψηλού επιπέδου, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως χαμηλός κώδικας σε σύγκριση με τη C++. Αντίστοιχα η C θα μπορούσε να χαρακτηριστεί και αυτή

χαμηλός κώδικας συγχριτικά με την Assembly, όπως και η Assembly είναι χαμηλός κώδικας αν τη συγχρίνουμε με το να αλλάζουμε χειροκίνητα μηδενικά και άσσους στους καταχωρητές. Πρακτικά, η εξέλιξη του προγραμματισμού ταυτίζεται με την εξέλιξη του χαμηλού κώδικα.

Επομένως, ο χαμηλός κώδικας, αν και ονομάστηκε πρόσφατα ως όρος, η έννοιά του δεν είναι καθόλου καινούρια, και είναι η άμεση εξέλιξη του υψηλού επιπέδου γλωσσών προγραμματισμού (4GLs) των τελευταίων δεκαετιών. Το υψηλότερο προγραμματιστικό επίπεδο με τις αφαιρέσεις που διαθέτει, επιτρέπει ευκολότερη και γρηγορότερη ανάπτυξη λογισμικού. Πέρα όμως από τους χρήστες που είναι ήδη προγραμματιστές, προσφέρει επιπλέον τη δυνατότητα σε χρήστες με λίγη ή και καθόλου προγραμματιστική εμπειρία (προγραμματιστές πολίτες – περιγράφονται αναλυτικότερα στο 4.1.3). να τροποποιήσουν εφαρμογές ή και να φτιάξουν εξ' ολοκλήρου τις δικές τους, με την ίδια λογική όπως η Python επέτρεψε σε περισσότερο κόσμο να προγραμματίσει σε σχέση με την Assembly.

Ο προγραμματισμός σε χαμηλό κώδικα πραγματοποιείται σε πλατφόρμες που ονομάζονται **Πλατφόρμες Ανάπτυξης Λογισμικού σε Low-Code** (Low-Code Development Platforms – LCDPs), οι οποίες θα αναλυθούν στην ενότητα 4.3. Οι πλατφόρμες περιλαμβάνουν γραφικό περιβάλλον με drag-and-drop και WYSIWYG (What-You-See-Is-What-You-Get) editors, επιτρέποντας την πιο γρήγορη και ενστικτώδη κατασκευή εφαρμογών. Αυτός ο οπτικός προγραμματισμός (visual programming) είναι σημαντικός παράγοντας στην προσβασιμότητα που προσφέρει ο χαμηλός κώδικας [22] [23] [24].

4.1.1 Οπτικός προγραμματισμός (visual programming)

Στο σχήμα 4.1 παρατίθενται δύο παραδείγματα από την παραδοσιακή ανάπτυξη εφαρμογών και την ανάπτυξη εφαρμογών σε low-code στην πλατφόρμα Mendix.

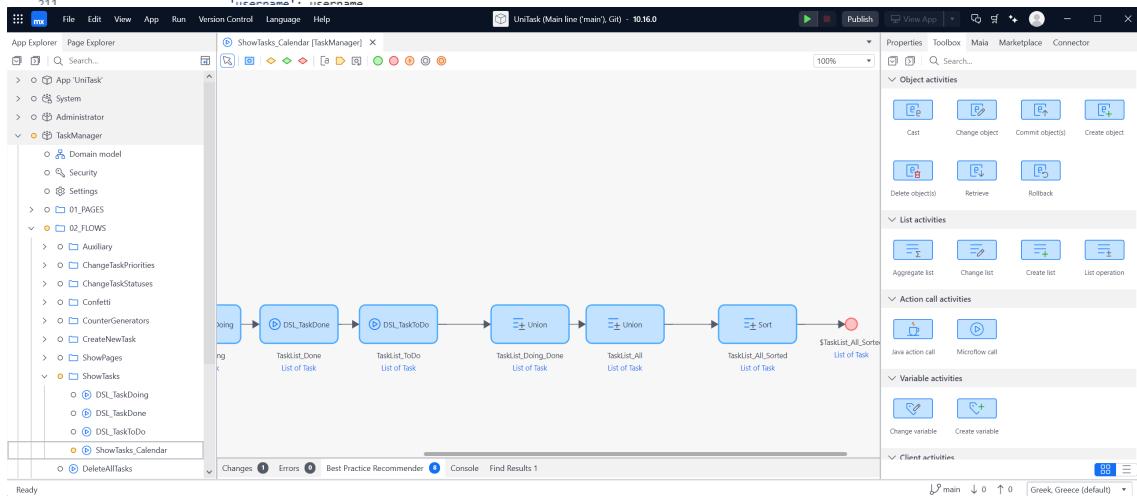
Στο γραφικό περιβάλλον, ο προγραμματισμός γίνεται σε ένα διάγραμμα ροής με drag-and-drop επαναχρησιμοποιούμενα στοιχεία. Αυτή η προσέγγιση διευκολύνει την ανάπτυξη εφαρμογών, καθώς επιτρέπει στους χρήστες να επικεντρωθούν στη λογική της εφαρμογής, χωρίς να χρειάζεται να ασχοληθούν με τη σύνταξη και τις λεπτομέρειες του κώδικα. Στο σχήμα 4.1, παρατηρούμε ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα επαναχρησιμοποιούμενων στοιχείων· τα μπλε τετράγωνα στο διάγραμμα ροής αποτελούν βασικά δομικά συστατικά που μπορούν να τοποθετηθούν και να συνδεθούν εύκολα. Στη δεξιά πλευρά της οθόνης εμφανίζεται μια βιβλιοθήκη εργαλείων (toolbox), μέσω της οποίας οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν και να προσθέσουν τα απαραίτητα στοιχεία στο διάγραμμά τους. Η διαδικασία αυτή, σε αντίθεση με την παραδοσιακή γραμμή-γραμμή σύνταξη κώδικα (υψηλός κώδικας), καθιστά την ανάπτυξη εφαρμογών εξαιρετικά γρήγορη, μειώνοντας τον χρόνο εκμάθησης και διευρύνοντας το φάσμα των χρηστών που μπορούν να συμμετάσχουν σε αυτήν.

Η οπτικοποίηση του προγραμματισμού αποτελεί μια εκ θεμελίων επαναστατική

```

187         }
188     });
189
190     // ===== CREATE RESCUER ACCOUNT =====
191     // Create new Rescuer
192     document.getElementById('createRescuerForm').addEventListener('submit', function(e) {
193         e.preventDefault();
194
195         // Function to create rescuer account
196         function createRescuerAccount() {
197             return new Promise((resolve, reject) => {
198                 // Get form data
199                 var name = document.getElementById('rescuerName').value;
200                 var username = document.getElementById('rescuerUsername').value;
201                 var email = document.getElementById('rescuerEmail').value;
202                 var password = document.getElementById('rescuerPassword').value;
203                 var phone = document.getElementById('rescuerPhone').value;
204
205                 // Make an AJAX POST request to create the rescuer account
206                 $.ajax({
207                     url: './php/create_rescuer.php',
208                     type: 'POST',
209                     data: {
210                         'name': name,
211                         'username': username
212                     }
213                 })
214             })
215         }
216     });

```



Σχήμα 4.1: Παραδοσιακός κώδικας και το γραφικό περιβάλλον του Mendix.

αλλαγή, καθώς αναδεικνύει μια βαθιά ανθρώπινη ανάγκη: τη χρήση της οπτικής επικοινωνίας για την κατανόηση και τη μεταφορά ιδεών. Εξάλλου οι πρώτες πετρογραφίες και οι ζωγραφιές στους τοίχους των σπηλαίων αποδεικνύουν ότι η οπτική παράσταση ήταν ανέκαθεν ένα ισχυρό εργαλείο επικοινωνίας [25]. Ο οπτικός προγραμματισμός στηρίζεται σε αυτή τη λογική και τη μεταφέρει στον σύγχρονο κόσμο της τεχνολογίας. Η χρήση του ποντικιού, το οποίο θεωρείται πιο προσιτό από το πληκτρολόγιο για τους περισσότερους χρήστες, διευκολύνει τη διαδικασία εισαγωγής, επεξεργασίας και διασύνδεσης στοιχείων. Το αποτέλεσμα είναι ένα περιβάλλον που συνδυάζει λειτουργικότητα και ευκολία, εξαλείφοντας την ανάγκη για εξειδικευμένες τεχνικές γνώσεις, ενώ ταυτόχρονα αυξάνει την αποδοτικότητα της ανάπτυξης.

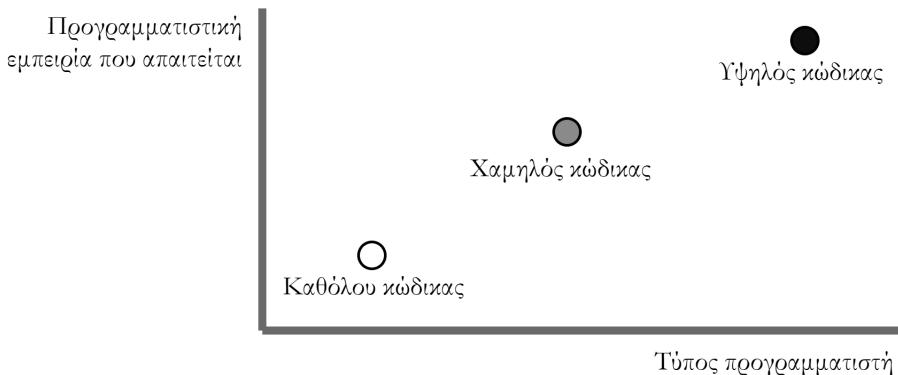
Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η οπτική προσέγγιση επιτρέπει την ταχύτερη ανίχνευση σφαλμάτων και την πιο αποτελεσματική συνεργασία μεταξύ των μελών μιας ομάδας, καθώς ένα διάγραμμα ροής είναι άμεσα κατανοητό από όλους τους εμπλεκόμενους, ανεξαρτήτως τεχνικού υποβάθρου.

4.1.2 Καθόλου κώδικας (no-code)

Ένας εύληπτος τρόπος για να κατανοήσουμε τη διαφορά ανάμεσα στον χαμηλό κώδικα και τον καθόλου κώδικα είναι η προσέγγιση που ακολουθείται στην αλληλεπίδραση με το λογισμικό. Στα no-code περιβάλλοντα, οι χρήστες δε χρειάζεται να χρησιμοποιούν καθόλου το πληκτρολόγιο· όλες οι ενέργειες πραγματοποιούνται μέσω ποντικιού, αξιοποιώντας ένα πλήρως γραφικό περιβάλλον. Η διαδικασία αυτή εξαλείφει κάθε ανάγκη γραφής κώδικα, καθιστώντας τα no-code περιβάλλοντα ιδιαίτερα ελκυστικά για χρήστες που δε διαθέτουν τεχνικές γνώσεις.

Ένα βασικό μειονέκτημα αυτών των συστημάτων είναι η έλλειψη ευελιξίας. Οι χρήστες δεν μπορούν να προσαρμόσουν πλήρως τις εφαρμογές στις ιδιαίτερες ανάγκες τους, καθώς αφού δεν υπάρχει η δυνατότητα για εξατομίκευση με custom κώδικα, οι χρήστες περιορίζονται αποκλειστικά από τις δυνατότητες που έχουν προκαθοριστεί από την πλατφόρμα. Από την άλλη, ο περιοριστικός χαρακτήρας αυτών των εργαλείων ελαχιστοποιεί την πιθανότητα εμφάνισης σφαλμάτων και έτσι αυξάνεται η απλότητα και η ακρίβεια.

Αντίθετα, ο χαμηλός κώδικας (low-code) συνδυάζει τα καλύτερα στοιχεία και των δύο κόσμων: της παραδοσιακής προγραμματιστικής διαδικασίας και των no-code εργαλείων. Οι χρήστες μπορούν να αξιοποιήσουν την απλότητα και την ευκολία του γραφικού περιβάλλοντος, αλλά παράλληλα έχουν τη δυνατότητα να ενσωματώσουν τον δικό τους κώδικα για πλήρη παραμετροποίηση και ανάπτυξη. Αυτή η προσέγγιση καθιστά τα low-code εργαλεία ιδανικά για πιο σύνθετα έργα, όπου απαιτούνται πιο προσαρμοσμένες λύσεις [23].



Σχήμα 4.2: Σύγκριση ανάμεσα στην προγραμματιστική εμπειρία των χρηστών και την προγραμματιστική προσέγγιση που χρησιμοποιούν [23]

4.1.3 Η έννοια του προγραμματιστή πολίτη (citizen developer)

Ο προγραμματιστής πολίτης είναι ένας χρήστης που αναπτύσσει εφαρμογές σε συνεργασία με τους προγραμματιστές υψηλού επιπέδου, χωρίς να είναι απαραίτητο να

διαθέτει προγραμματιστικές γνώσεις. Η έλλειψη προηγούμενων γνώσεων και εμπειρίας στον προγραμματισμό δεν τον εμποδίζει από το να συνεισφέρει στην ανάπτυξη με ισότιμο τρόπο όπως οι παραδοσιακοί προγραμματιστές.

Μια περίληψη των βασικών διαφορών που παρατηρούνται ανάμεσα στους προγραμματιστές πολίτες και τους μηχανικούς λογισμικού συνοψίζεται στον παρακάτω πίνακα [23]:

Χαρακτηριστικό	Παραδοσιακός μηχανικός λογισμικού	Προγραμματιστής πολίτης
Γνωστικό υπόβαθρο	Μηχανική λογισμικού ή Επιστήμη των Υπολογιστών	Ποικίλει
Θέση στην επιχείρηση	Τεχνολογία πληροφοριών (IT), DevOps	Μάρκετινγκ, πωλήσεις, HR, λογιστικά
Γνώσεις που αφορούν την επιχείρηση	Λίγες	Πολλές

Ο ρόλος των προγραμματιστών πολιτών αναμένεται να γνωρίσει σημαντική άνοδο τα επόμενα χρόνια. Δεν πρόκειται τόσο για μια νέα εξειδικευμένη θέση εργασίας όσο για ένα πρόσθετο χαρακτηριστικό που θα ενσωματωθεί σε ήδη υπάρχουσες θέσεις. Οι εργαζόμενοι που αναλαμβάνουν διοικητικές, επιχειρηματικές ή άλλες λειτουργικές αρμοδιότητες θα αποκτούν δεξιότητες ανάπτυξης λογισμικού, επιτρέποντας τους να αναπτύσσουν λύσεις προσαρμοσμένες στις ανάγκες τους, χωρίς να εξαρτώνται αποκλειστικά από τις ομάδες προγραμματιστών.

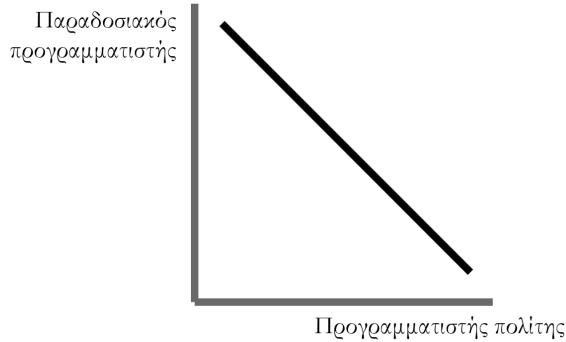
Η Gartner, μια κορυφαία διεθνής εταιρία ερευνών και συμβουλευτικών υπηρεσιών που εξειδικεύεται στους τομείς της τεχνολογίας, της επιχειρηματικής στρατηγικής και της καινοτομίας, υπογραμμίζει τη δυναμική αυτής της εξέλιξης. Σύμφωνα με έκθεσή της, προβλέπεται πως «έως το 2023, ο αριθμός των ενεργών προγραμματιστών πολιτών σε μεγάλες επιχειρήσεις θα είναι τουλάχιστον τετραπλάσιος από τον αριθμό των παραδοσιακών προγραμματιστών» [26]. Επίσης, σύμφωνα με φετινή έκθεσή της αναφέρεται πως «μέχρι το 2029, οι πλατφόρμες ανάπτυξης εφαρμογών low-code για επιχειρήσεις (Enterprise LCAPs) θα χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη εφαρμογών κρίσιμης σημασίας στο 80% των επιχειρήσεων παγκοσμίως, σε σύγκριση με το 15% που είναι το 2024» [27].

Επιπλέον, η Microsoft ενισχύει αυτήν την πρόβλεψη, επισημαίνοντας ότι «μέχρι το 2025, οι προγραμματιστές πολίτες θα έχουν δημιουργήσει 450 εκατομμύρια εφαρμογές χρησιμοποιώντας πλατφόρμες χαμηλού ή καθόλου κώδικα» [28]. Αυτή η εντυπωσιακή αριθμητική αύξηση σηματοδοτεί μια νέα εποχή στον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζεται η ανάπτυξη λογισμικού, δίνοντας έμφαση στη συμμετοχή ευρύτερων ομάδων εργαζομένων, ενώ παράλληλα αναδεικνύουν τον εκδημοκρατισμό της τεχνολογίας.

4.1.3.1 Διαφορές από τους παραδοσιακούς προγραμματιστές

Οι παραδοσιακοί προγραμματιστές (προγραμματιστές υψηλού κώδικα), σε αντίθεση με την αρχική εντύπωση που μπορεί να δημιουργείται, δεν αντιμετωπίζουν τους προγραμματιστές πολίτες με καχυποφία ή φόβο για απώλεια του ρόλου τους. Αντίθετα, δείχνουν ενθουσιασμό για την παρουσία και την προσφορά τους. Ο λόγος πίσω από αυτή τη θετική στάση είναι απλός και συνοφίζεται στο σχήμα 4.3.

Ποιος θα αναπτύξει την εφαρμογή;



Σχήμα 4.3: Ποιος θα αναπτύξει την εφαρμογή; [23]

Παρότι οι προγραμματιστές πολίτες μπορούν και συνεισφέρουν στην υλοποίηση απλών εφαρμογών, παραμένει ανέφικτο για αυτούς να αναλάβουν τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη πολύπλοκων συστημάτων που απαιτούν σχεδιαστική γνώση και εμπειρία. Αυτή η πραγματικότητα δημιουργεί έναν φυσικό διαχωρισμό ρόλων (σχήμα 4.2). Με ένα σημαντικό μέρος της εργασίας που σχετίζεται με καθημερινές, επαναλαμβανόμενες διαδικασίες να μεταφέρεται στους προγραμματιστές πολίτες, οι επαγγελματίες προγραμματιστές απελευθερώνονται από τα βάρη των «αδιάφορων» λεπτομερειών και μπορούν να αφιερώσουν περισσότερη ενέργεια στη σχεδίαση, την αρχιτεκτονική των εφαρμογών και σε πιο στρατηγικούς στόχους. Αυτό σημαίνει ότι αντί να ασχολούνται με λεπτομέρειες που μπορεί να διεκπεραιωθούν με τη βοήθεια εργαλείων χαμηλού ή καθόλου κώδικα, στρέφουν την προσοχή τους σε σύνθετα ζητήματα όπως η κλιμάκωση των συστημάτων, η διασφάλιση της ασφάλειας, η βελτιστοποίηση των επιδόσεων και η δημιουργία καινοτόμων λύσεων [29].

Οι προγραμματιστές πολίτες και οι παραδοσιακοί προγραμματιστές μαζί συνθέτουν μια δυναμική ομάδα που καλύπτει ένα ευρύ φάσμα αναγκών, προάγοντας την αποτελεσματικότητα και την καινοτομία στην ανάπτυξη λογισμικού.

4.1.3.2 Χαρακτηριστικά των προγραμματιστών πολιτών

Σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε από την εταιρεία QuickBase [30], στην οποία συμμετείχαν 148 αυτοαποκαλούμενοι προγραμματιστές πολίτες, αναδεικνύονται

σημαντικά χαρακτηριστικά αυτής της ομάδας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, το 97% των συμμετεχόντων κατείχε βασικές δεξιότητες στη χρήση εργαλείων επεξεργασίας κειμένου και υπολογιστικών φύλλων, ενώ το 36% των ερωτηθέντων διέθετε γνώσεις front-end web development, όπως HTML, CSS και JavaScript, επιβεβαιώνοντας ότι ορισμένοι προγραμματιστές πολίτες διαθέτουν τεχνικό υπόβαθρο πέρα από τα βασικά. Επιπλέον, ένα μικρότερο αλλά εξίσου σημαντικό ποσοστό, το 8%, είχε επαφή με πιο προχωρημένες γλώσσες προγραμματισμού, όπως Java, .NET, Python, Ruby και PHP, δείχνοντας ότι οι δεξιότητες ορισμένων προγραμματιστών πολιτών επεκτείνονται και σε πιο παραδοσιακές τεχνολογίες ανάπτυξης λογισμικού.



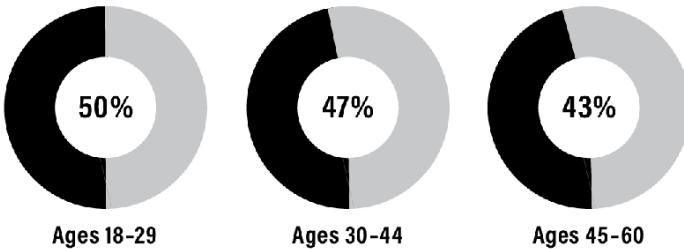
Σχήμα 4.4: Επαγγελματικό υπόβαθρο προγραμματιστών πολιτών [23].

Το σχήμα 4.4 παρουσιάζει έναν επιπλέον ενδιαφέρων διαχωρισμό: το 72% των προγραμματιστών πολιτών δεν είναι επαγγελματίες προγραμματιστές, αλλά προέρχονται από διαφορετικά επαγγελματικά αντικείμενα. Από την άλλη πλευρά, το 28% των συμμετεχόντων που είναι ήδη επαγγελματίες προγραμματιστές δείχνει μια τάση αποδοχής των εργαλείων χαμηλού και καθόλου κώδικα ακόμα και από αυτούς που έχουν την ικανότητα να γράφουν παραδοσιακό κώδικα. Τέλος, το σχήμα 4.5 φανερώνει πως οι νεότερες γενιές εμφανίζουν αυξημένες πιθανότητες να ασχολούνται ως προγραμματιστές πολίτες. Αυτή η παρατήρηση μπορεί να αποδοθεί στη μεγαλύτερη εξοικείωση των νεότερων γηλικιακά με την τεχνολογία και τα ψηφιακά εργαλεία, καθώς και στη διάθεση για καινοτομία και πειραματισμό που χαρακτηρίζει τις γενιές αυτές. Επιπλέον, η αυξημένη διείσδυση εργαλείων χαμηλού κώδικα στην εκπαίδευση και στο επαγγελματικό περιβάλλον φαίνεται να ενθαρρύνει τη συμμετοχή νεότερων ατόμων, δημιουργώντας τις προϋποθέσεις για περαιτέρω διάδοση του φαινομένου.

4.2 Πώς φτάσαμε στον χαμηλό κώδικα

Πριν προχωρήσουμε στις Πλατφόρμες Ανάπτυξης Λογισμικού σε Low-Code, αξίζει να αναφερθούμε πρώτα στις τεχνολογικές εξελίξεις που μας οδήγησαν σήμερα στην ύπαρξη αυτών των πλατφορμών, ξεκινώντας με τον ορισμό της μηχανικής λογισμικού.

Η μηχανική λογισμικού είναι ο τομέας που ασχολείται με τη συστηματική ανάπτυξη και διαχείριση υπολογιστικών συστημάτων. Ορίζεται ως η πειθαρχημένη και



Σχήμα 4.5: Ηλικιακή κατανομή προγραμματιστών πολιτών [31].

αυστηρή εφαρμογή μεθόδων, διαδικασιών και εργαλείων στη διαχείριση και ανάπτυξη υπολογιστικών συστημάτων. Ιστορικά, έχει περάσει πολλά στάδια μέχρι να αρχίσουμε να αναφερόμαστε και σε χρήση χαμηλού κώδικα. Μέχρι τη δεκαετία του 1970, η ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων έμοιαζε περισσότερο με τέχνη παρά με επιστήμη, καθώς δεν υπήρχε τυποποιημένη διαδικασία ή καμία συγκεκριμένη δομή για την ανάπτυξη των προγραμμάτων. Οι προγραμματιστές λαμβάνανε απλώς τις απαιτήσεις από τους χρήστες και, έπειτα από κάποιο χρονικό διάστημα, παρέδιδαν ένα σύστημα που συνήθως δεν κάλυπτε όλες τις ανάγκες του χρήστη, αλλά παρέμενε χρήσιμο σε σχέση με την προηγούμενη κατάσταση. Αυτή η μέθοδος, γνωστή και ως “*αλασική μέθοδος*”, χαρακτηρίζεται από την έλλειψη τυποποίησης και αναφορών (documentation), καθώς οι διαδικασίες ήταν αδόμητες και συχνά ανεπίσημες.

Η ανάγκη για αύξηση της παραγωγικότητας στον κύκλο ζωής έκδοσης λογισμικού (software release life cycle)¹ οδήγησε στην εμφάνιση “επίσημων μεθόδων” στα τέλη της δεκαετίας του 1970. Ο στόχος αυτών των μεθόδων ήταν η τυποποίηση του σχεδιασμού για τη βελτίωση της ποιότητας του λογισμικού. Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτών των μεθόδων είναι η χρήση δομημένης ανάλυσης (structured analysis), η οποία προσέφερε μια περισσότερο οργανωμένη και συστηματική προσέγγιση στην ανάπτυξη λογισμικού. Οι μηχανικοί μπορούσαν να χρησιμοποιούν εργαλεία όπως τα διαγράμματα ροής δεδομένων (data flow diagrams)², επιτρέποντας τη σαφέστερη κατανόηση και ανάλυση των απαιτήσεων του συστήματος, ή τα μοντέλα οντοτήτων-συσχετίσεων (ER models), τα οποία περιγράφουν ένα σύνολο αντικειμένων (οντότητες) και τις σχέσεις μεταξύ αυτών.

Με την περαιτέρω ανάπτυξη των προσωπικών υπολογιστών στα μέσα της δεκαετίας του 1980, η χρήση επίσημων μεθόδων για την ανάπτυξη λογισμικού έγινε μονόδρομος. Αυτή η ανάγκη για αυστηρές και οργανωμένες διαδικασίες ενίσχυσε την τάση για αυτοματοποίηση του προγραμματισμού και την ελαχιστοποίηση της χειροκίνητης γρα-

¹Πρόκειται μια έννοια που αναφέρεται στις φάσεις ανάπτυξης και ύπαρξης ενός λογισμικού. Ξεκινάει από τη σύλληψη της ιδέας, τη μελέτη για τις απαιτήσεις του, την υλοποίηση του, τη διάθεση του προϊόντος στο πελάτη, τη υποστήριξή του με ενημερώσεις και τέλος την απόσυρσή του.

²Είναι μια οπτική αναπαράσταση της ροής των δεδομένων σε ένα σύστημα. Αναγράφονται οι διεργασίες (κύκλοι), οι είσοδοι και έξοδοι (τετράγωνα) και η αποθήκευση των δεδομένων (παράλληλες γραμμές).

φής κώδικα, κάτι που αποτέλεσε θεμελιώδη αλλαγή στον τρόπο που αναπτύσσονταν οι υπολογιστικές εφαρμογές [32], [33], [34].

Αυτή η τάση οδήγησε σε σημαντικές εξελίξεις στον τομέα του προγραμματισμού, με κυριότερες τις εξής: α) τη δεκαετία του 1980, οι γλώσσες προγραμματισμού τέταρτης γενιάς, β) τα CASE περιβάλλοντα, γ) η Ταχεία Ανάπτυξη Εφαρμογών τη δεκαετία του 1990, δ) η ανάπτυξη του Προγραμματισμού Τελικού Χρήστη τη δεκαετία του 2000 και ε) οι αρχιτεκτονικές που βασίζονται σε μοντέλα τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Στις επόμενες υποενότητες θα αναφερθούμε πιο εκτεταμένα στα CASE και MDA περιβάλλοντα, τα οποία υπήρξαν και τα κύρια πρωταίτια των Low-Code περιβαλλόντων, αλλά προς το παρόν ας κάνουμε μια αναφορά στις υπόλοιπες:

Οι γλώσσες προγραμματισμού τέταρτης γενιάς (fourth-Generation Programming Languages – 4GLs) σχεδιάστηκαν για να διευκολύνουν την ανάπτυξη λογισμικού και να την κάνουν πιο κατανοητή, προσεγγίζοντας τη φυσική ανθρώπινη γλώσσα. Σε αντίθεση με τις γλώσσες προγραμματισμού τρίτης γενιάς, όπως η C και η Java, οι οποίες απαιτούν πιο εξειδικευμένες γνώσεις και είναι πιο κοντά στο μηχάνημα, οι 4GLs όπως η Python, SQL και Ruby παρέχουν υψηλότερου επιπέδου αφαιρέσεις, καθιστώντας τον προγραμματισμό πιο προσβάσιμο και λιγότερο χρονοβόρο [35].

Η **Ταχεία Ανάπτυξη Εφαρμογών** (Rapid Application Development – RAD) που εμφανίστηκε τη δεκαετία του 1990, επικεντρώθηκε στη δημιουργία πρωτοτύπων και χρησιμοποίησε εργαλεία που επέτρεπαν στους προγραμματιστές να αναπτύσσουν γρήγορα λογισμικά χωρίς να χρειάζεται να ξεκινούν από το μηδέν και να ξοδεύουν πολύτιμο χρόνο για να περιγράψουν λεπτομερώς όλες τις προδιαγραφές του. Παραδείγματα RAD εργαλείων είναι οι GUI builders· πρόκειται για WYSIWYG (What-You-See-Is-What-You-Get) επεξεργαστές για τη γρήγορη ανάπτυξη λογισμικών με διεπαφή χρήστη (user interface) [36].

Ο **Προγραμματισμός Τελικού Χρήστη** (End-User Development – EUD), που αφορά τη δυνατότητα των απλών χρηστών να προγραμματίζουν και να δημιουργούν εφαρμογές χωρίς να απαιτούνται γνώσεις κώδικα. Παραδείγματα αυτών των εργαλείων περιλαμβάνουν λογιστικά φύλλα όπως το Microsoft Excel και εκπαιδευτικά εργαλεία όπως το Scratch, τα οποία επιτρέπουν στους χρήστες να δημιουργούν απλές εφαρμογές και αυτοματισμούς [37].

4.2.1 Computer-Aided Software Engineering (CASE)

Τα **Computer-Aided Software Engineering** (CASE – Μηχανική Λογισμικού Υποβοηθούμενη από Υπολογιστή) περιβάλλοντα αποτέλεσαν μια σημαντική εξέλιξη στον τομέα της ανάπτυξης λογισμικού, προσφέροντας στους μηχανικούς τη δυνατότητα να καταγράψουν και να μοντελοποιούν με συστηματικό και οργανωμένο τρόπο κάθε στάδιο του πληροφοριακού συστήματος, από τις πρώτες περιγραφές των απαιτήσεων του χρήστη μέχρι τη σχεδίαση, την υλοποίηση και τη δοκιμή του τελικού προϊόντος. Αυτά τα εργαλεία δεν περιορίζονται μόνο στη δημιουργία λογισμικού αλλά έδιναν έμφαση

και στη διασφάλιση της συνοχής και της ποιότητάς του, ενισχύοντας τη συστηματικότητα και μειώνοντας τον ανθρώπινο παράγοντα λάθους.

Προτού τα CASE εργαλεία εισαχθούν στην καθημερινότητα των προγραμματιστών, τα περισσότερα εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού επικεντρώνονται χυρίως στην επεξεργασία και τη συγγραφή πηγαίου κώδικα καθώς και στην αποσφαλμάτωσή του. Αυτή η προσέγγιση είχε ως αποτέλεσμα οι μηχανικοί λογισμικού να δαπανούν υπερβολικό χρόνο σε χειρωνακτικές εργασίες, χωρίς να έχουν στη διάθεσή τους αυτοματοποιημένα μέσα για την ανάλυση ή τη σχεδίαση του συστήματος. Αντίθετα, τα CASE περιβάλλοντα εισήγαγαν έναν εντελώς νέο τρόπο εργασίας, εστιάζοντας στη μεθοδολογία της ανάπτυξης λογισμικού. Περιελάμβαναν εργαλεία για την ανάλυση απαιτήσεων, για το λογικό σχεδιασμό, τον έλεγχο εγκυρότητας των συστημάτων, την επαναχρησιμοποίηση κώδικα και τη μείωση ή και εξάλειψη των πλεονασμών, βελτιώνοντας σημαντικά τη ροή εργασιών και τον τελικό σχεδιασμό.

Με λίγα λόγια, τα CASE εργαλεία αποτελούν το δεξί χέρι των μηχανικών λογισμικού, καθώς τους επέτρεπε να αυτοματοποιήσουν δύσκολες ή χρονοβόρες διαδικασίες, αυξάνοντας όχι μόνο την παραγωγικότητα αλλά και την ποιότητα της δουλειάς τους. Τα εργαλεία που προσέφεραν τα CASE περιβάλλοντα ποικίλουν· από τη δυνατότητα δημιουργίας διαγραμμάτων για την αναπαράσταση της ροής δεδομένων ή των σχέσεων οντοτήτων (ER diagrams) μέχρι και πλήρη αυτοματοποίησης όλων των σταδίων του κύκλου ζωής του λογισμικού. Ένα ολοκληρωμένο CASE περιβάλλον περιλαμβάνει:

- ένα διαδραστικό και φιλικό για το χρήστη γραφικό περιβάλλον διαχείρισης
- ένα σύνολο από εργαλεία ανάπτυξης (επεξεργαστές κειμένου, λεξικά, αναλυτές σχεδιασμού κ.α.)
- ένα σύνολο από εργαλεία για τον έλεγχο της διαδικασίας (για τον χρονοπρογραμματισμό, τη διασφάλιση ποιότητας κ.α.)
- ένα περιβάλλον βοήθειας με το documentation των εργαλείων
- ένα σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων

Τα CASE εργαλεία συνέβαλαν επίσης στη θέσπιση νέων προτύπων στον τομέα της ανάπτυξης λογισμικού. Ο οπτικός προγραμματισμός (visual programming), ο οποίος βασίζεται στη χρήση διαγραμμάτων και γραφικών για την απλοποίηση της σχεδίασης και του προγραμματισμού, και ο προγραμματισμός που βασίζεται σε μοντέλα (Model-Driven Programming), ο οποίος προωθεί τη χρήση αφηρημένων μοντέλων για την αυτοματοποίηση της ανάπτυξης λογισμικού, είναι μόνο δύο από τις τεχνολογίες που επηρεάστηκαν βαθύτατα από τα CASE εργαλεία.

Τελικά, τα CASE περιβάλλοντα αντιπροσωπεύουν την εφαρμογή της πειθαρχημένης μεθοδολογίας της μηχανικής λογισμικού στην πράξη. Δεν ήταν απλώς εργαλεία υποβοήθησης· αποτελούσαν ολοκληρωμένες λύσεις που ενίσχυαν τη συνεργασία, τη διαφάνεια και τη δομημένη σκέψη σε όλα τα στάδια της ανάπτυξης λογισμικού. Παράλληλα, έθεσαν τις βάσεις για την εξέλιξη των σύγχρονων πλατφορμών ανάπτυξης

λογισμικού, όπως οι λύσεις low-code και no-code, που βασίζονται στις ίδιες αρχές απλοποίησης και αυτοματοποίησης [25], [32], [33], [38].

4.2.2 Model-Driven Architecture (MDA)

Τα μοντέλα προσφέρουν τη δυνατότητα αφαίρεσης σε ένα σύστημα, επιτρέποντας στους μηχανικούς να επικεντρώνονται αποκλειστικά στο πρόβλημα που καλούνται να λύσουν και αγνοούν τις περιττές λεπτομέρειες που δε σχετίζονται με αυτό. Αυτή η προσέγγιση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την κατανόηση και την επεξεργασία πολύπλοκων συστημάτων, όπου οι λεπτομέρειες μπορεί να είναι τόσο πολλές που να καθιστούν δύσκολη τη συνολική θεώρηση του συστήματος. Για παράδειγμα, η μοντελοποίηση διαφορετικών επιπέδων εμφάνισης ενός συστήματος, όπως το δομικό επίπεδο, το επίπεδο συμπεριφοράς ή το επίπεδο φυσικής υλοποίησης, βοηθά τους μηχανικούς να κατανοούν το σύστημα από διάφορες οπτικές γωνίες.

Η ιδέα της χρήσης μοντέλων αποτέλεσε τη βάση για μια νέα προσέγγιση ανάπτυξης λογισμικού, γνωστή ως μηχανική που βασίζεται σε μοντέλα (Model-Driven Engineering – MDE). Στη MDE, τα μοντέλα δεν είναι απλώς εργαλεία για την αναπαράσταση ενός συστήματος: γίνονται βασικά στοιχεία της διαδικασίας ανάπτυξης λογισμικού. Με τη βοήθεια σαφών κανόνων και τυποποιημένων διαδικασιών, τα μοντέλα μπορούν να περιγράφονται, να μετασχηματίζονται και να αξιοποιούνται για την ανάπτυξη λογισμικού. Για παράδειγμα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κανόνες για τη μετατροπή ενός μοντέλου υψηλού επιπέδου σε ένα πιο λεπτομερές, ή για την παρακολούθηση της συνέπειας μεταξύ στοιχείων διαφορετικών μοντέλων. Αυτή η διαδικασία συνιστά τη βάση για την αρχιτεκτονική που βασίζεται σε μοντέλα (Model-Driven Architecture – MDA).

Η MDA, η οποία υποστηρίζεται από την Object Management Group (OMG) [39], βασίζεται σε ένα σύνολο προτύπων που αφορούν τον ορισμό μοντέλων, συμβολισμών και κανόνων μετασχηματισμού. Τα πρότυπα αυτά περιλαμβάνουν το UML (Unified Modeling Language), το οποίο παρέχει μια κοινή γλώσσα για την αναπαράσταση συστημάτων. Τα μοντέλα χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό, την προσομοίωση, την επαλήθευση, τον εκσυγχρονισμό, τη συντήρηση, την κατανόηση και τη δημιουργία κώδικα. Στόχος παραμένει η αυτοματοποίηση διαφόρων βημάτων στην ανάπτυξη λογισμικού, κάτι που αυξάνει την παραγωγικότητα και την ποιότητα του παραγόμενου λογισμικού.

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό της MDA είναι ο διαχωρισμός της λειτουργικότητας μιας εφαρμογής από την υλοποίησή της σε μια συγκεκριμένη πλατφόρμα. Αυτός ο διαχωρισμός επιτρέπει στους προγραμματιστές να επικεντρώνονται περισσότερο στον σχεδιασμό του συστήματος και λιγότερο σε ζητήματα που σχετίζονται με τις τεχνικές λεπτομέρειες της πλατφόρμας υλοποίησης. Ως αποτέλεσμα, τα συστήματα που αναπτύσσονται με βάση τη MDA είναι πιο φορητά και πιο ευέλικτα, ενώ μπορούν να προσαρμόζονται εύκολα σε αλλαγές στις τεχνολογικές απαιτήσεις ή στις

πλατφόρμες [34], [40], [41].

Εν τέλει, η αρχιτεκτονική που βασίζεται σε μοντέλα έχει φέρει μια αλλαγή στον τρόπο σκέψης των προγραμματιστών και μηχανικών λογισμικού. Εισήγαγε μια κουλτούρα που βασίζεται στην αφαιρετικότητα, τον σωστό διαχωρισμό των χαρακτηριστικών και την αυτοματοποίηση. Με αυτόν τον τρόπο, οι προγραμματιστές μπορούν να αναπτύσσουν λογισμικό που είναι όχι μόνο πιο αποδοτικό και ευέλικτο αλλά και πιο ανθεκτικό σε μελλοντικές τεχνολογικές αλλαγές.

4.2.3 Προγενέστερα λογισμικά οπτικού προγραμματισμού

Στο πεδίο του οπτικού προγραμματισμού που εισήγαγαν τα CASE εργαλεία, οι Πλατφόρμες Ανάπτυξης Εφαρμογών σε Low-Code δεν ήταν οι πρώτες που αξιοποίησαν γραφικό περιβάλλον εργασίας για την ανάπτυξη εφαρμογών. Υπήρχαν ήδη αρκετά προγενέστερα λογισμικά που εισήγαγαν χρήσιμες ιδέες και θέτουν τη βάση για την κατανόηση της εξέλιξης αυτών των τεχνολογιών.

Ένα από τα πρώτα και πιο σημαντικά λογισμικά με γραφικό περιβάλλον ήταν το Microsoft Access, το οποίο έδωσε τη δυνατότητα στους χρήστες να δημιουργούν βάσεις δεδομένων, φόρμες και αναφορές, χρησιμοποιώντας ένα drag-and-drop γραφικό περιβάλλον εργασίας. Αυτό απλοποίησε σε μεγάλο βαθμό τη διαχείριση δεδομένων, καθώς οι χρήστες μπορούσαν να κατασκευάζουν βάσεις δεδομένων, φόρμες χωρίς να απαιτείται εξειδικευμένη γνώση της SQL.

Παρόμοια, το Microsoft FrontPage (σχήμα 4.6) υπήρξε ένας από τους πρώτους WYSIWYG (What-You-See-Is-What-You-Get) επεξεργαστές για τη δημιουργία και διαχείριση ιστοσελίδων. Το FrontPage επέτρεπε στους χρήστες να δημιουργούν ιστοσελίδες μέσω ενός απλού γραφικού περιβάλλοντος, παραχάμπτοντας την ανάγκη να γράφουν HTML ή CSS από το μηδέν.



Σχήμα 4.6: Το γραφικό περιβάλλον του Microsoft FrontPage

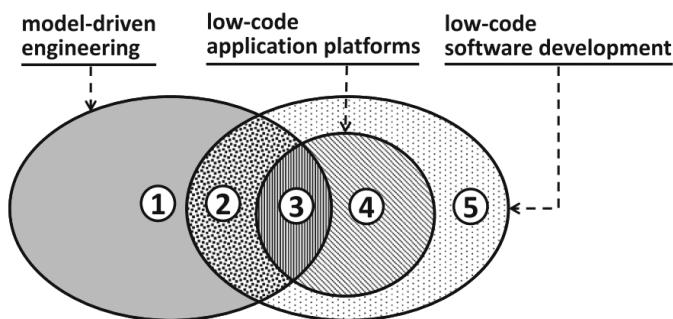
Τα LCDPs που ακολούθησαν πήραν αυτές τις αρχές και τις εξέλιξαν, ενσωματώνοντας προηγμένα χαρακτηριστικά όπως η ευελιξία στη σύνδεση διαφορετικών συστη-

μάτων, η χρήση cloud τεχνολογιών ή η υποστήριξη πολλαπλών πλατφορμών, δημιουργώντας εν τέλει εργαλεία που είναι ισχυρά, αλλά ταυτόχρονα προσιτά [23].

4.3 Πλατφόρμες Ανάπτυξης Εφαρμογών σε Low-Code (LCDP)

Όσο και αν η έννοια των μοντέλων άλλαξε τη μηχανική λογισμικού και έθεσε νέες προδιαγραφές στον σχεδιασμό του, η εξάρτησή της από δύσχρηστα πρότυπα όπως το UML περιόριζε την ευρεία υιοθέτησή της στη βιομηχανία. Ανταποκρινόμενες σε αυτή την πρόκληση, τα τελευταία χρόνια εμφανίστηκαν πλατφόρμες που αξιοποιούν τις αρχές της αφαίρεσης των μοντέλων, αλλά με μια πιο πρακτική και προσβάσιμη προσέγγιση. Αυτές οι πλατφόρμες εστιάζουν στην απλοποίηση της διαδικασίας ανάπτυξης λογισμικού, επιτρέποντας στους χρήστες να δημιουργούν εφαρμογές με ελάχιστη ή και καθόλου γραφή κώδικα.

Οι συγκεκριμένες πλατφόρμες, γνωστές ως **Πλατφόρμες Ανάπτυξης Εφαρμογών σε Low-Code** (Low-Code Development Platforms – LCDPs)³, ενσωματώνουν γραφικά περιβάλλοντα εργασίας, προκαθορισμένα πρότυπα και αυτοματοποιημένα εργαλεία, με στόχο να μειώσουν την εξάρτηση από πολύπλοκα τεχνικά μέσα και να επιταχύνουν τον κύκλο ανάπτυξης λογισμικού.[42]

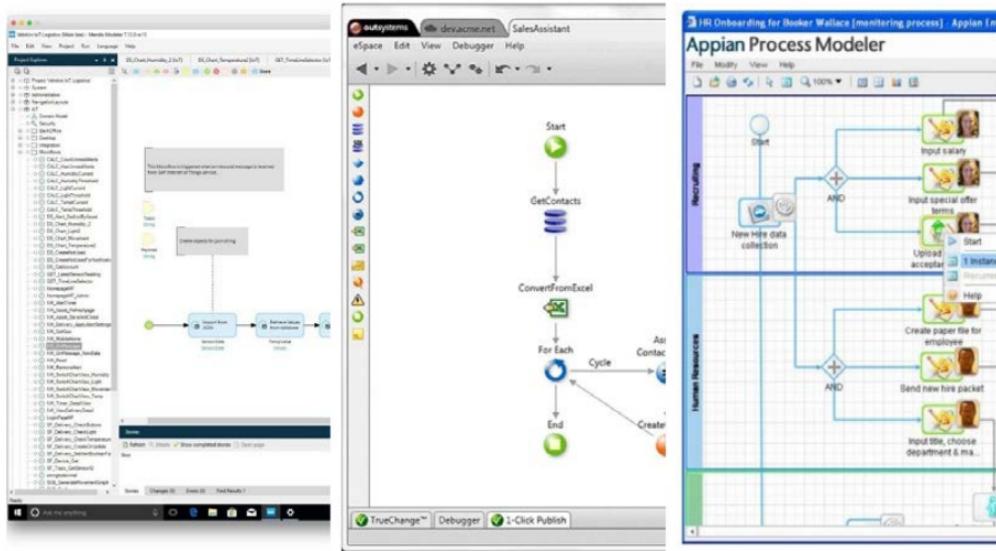


Σχήμα 4.7: Σύγκριση μεταξύ της μηχανικής που βασίζεται σε μοντέλα και των Low-Code πλατφορμών [34].

Το σχήμα 4.7 αποτυπώνει την αλληλεπίδραση και τις διαφορές μεταξύ της μηχανικής που βασίζεται σε μοντέλα (Model-Driven Engineering), των πλατφορμών ανάπτυξης εφαρμογών σε low-code (low-code application platforms) και της ανάπτυξης λογισμικού σε low-code (low-code software development). Στην περιοχή 1, τα μοντέλα χρησιμοποιούνται χωρίς ιδιαίτερη έμφαση στη μείωση του κώδικα, αντικατοπτρίζοντας μια παραδοσιακή προσέγγιση στη μηχανική λογισμικού. Αντίθετα, στις περιοχές 2 και 3, οι προσπάθειες εστιάζουν στη μείωση του κώδικα, κάτι που αποτελεί κεντρι-

³ Εναλλακτικές ονομασίες είναι Low-Code Platforms (LCP), Low-Code Development Platforms (LCDP), ενώ η διαδικασία ανάπτυξης αναφέρεται ως Low-Code Software Development (LCSD). Η έννοια του Low-Code συχνά αναφέρεται και ως Χαμηλός Κώδικας.

κό στόχο των low-code πλατφορμών. Από την άλλη γίνεται να υπάρχουν προσπάθειες μείωσης κώδικα χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση μοντέλων (περιοχές 4 και 5), όπου οι πλατφόρμες συχνά βασίζονται σε άλλους είδους δομές, όπως δεδομένα από σχεσιακές βάσεις ή XML αρχεία. Μια κρίσιμη διαφοροποίηση μεταξύ των low-code application platforms και του low-code software development είναι ότι οι πλατφόρμες προσφέρουν πρόσθετα χαρακτηριστικά, όπως τη δυνατότητα διάθεσης του λογισμικού στο ευρύ κοινό και τη διαχείρισή του καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του.



Σχήμα 4.8: Στιγμιότυπα από LCDP από αριστερά προς τα δεξιά: Mendix, OutSystems, Appian [22]

Μια Πλατφόρμα Ανάπτυξης Εφαρμογών σε Low-Code (LCDP) είναι μια πλατφόρμα ανάπτυξης λογισμικού που συνήθως λειτουργεί ως Platform-as-service (PaaS) βασιζόμενη στο cloud και έχει σχεδιαστεί για να υποστηρίζει την ταχεία ανάπτυξη, εκτέλεση και διαχείριση εφαρμογών με ελάχιστο ή καθόλου ανάγκη για παραδοσιακό κώδικα και δομημένο προγραμματισμό. Αντίθετα, παρέχεται περιβάλλον με οπτικές αφαιρέσεις (visual abstractions) και χρησιμοποιείται προγραμματισμός με υψηλό επίπεδο αφαιρέσεων χρησιμοποιώντας μοντέλα και μεταδεδομένα.

Η αποδοτική ανάπτυξη λογισμικού με χαμηλό κόστος και ελάχιστη προσπάθεια αποτελεί το βασικό στόχο των LCDP. Αυτές οι πλατφόρμες διευκολύνουν την γρήγορη προσαρμογή των εφαρμογών στις συνεχώς μεταβαλλόμενες τεχνολογικές ανάγκες και συνθήκες των σύγχρονων λειτουργικών συστημάτων. Με την εξαιρετική ευχέρεια προσαρμογής τους, οι οργανισμοί μπορούν να αντιδράσουν άμεσα στις απαιτήσεις της αγοράς, αναπτύσσοντας εφαρμογές που είναι συμβατές με νέες τεχνολογίες και νέες ανάγκες των χρηστών χωρίς να απαιτείται συνεχής αναθεώρηση του κώδικα.

Η χρήση των LCDP έχει τύχει θετικής αποδοχής από τη βιομηχανία με πολλές εταιρείες και οργανισμοί να έχουν ενσωματώσει αυτές τις πλατφόρμες στις στρατηγικές

τους για την ανάπτυξη λογισμικού και την υιοθέτησή τους συνεχώς να αυξάνεται [29], [40], [42].

Οι τεχνολογίες των LCDP δεν είναι ούτε νέες, ούτε καινοτόμες. Αντίθετα, περιλαμβάνουν γνωστά εργαλεία και χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται κατά κόρον εδώ και χρόνια σε κάποια μορφή. Το πλεονέκτημα όμως των LCDP είναι ότι συνδυάζουν αυτά τα εργαλεία και χαρακτηριστικά σε ένα ενιαίο περιβάλλον προσφέροντας μια ολοκληρωμένη λύση για την ανάπτυξη λογισμικού. Αυτό επιτρέπει στους χρήστες να αναπτύσσουν εφαρμογές με μεγάλη ταχύτητα, ενώ ταυτόχρονα διατηρούν την ευελιξία και την προσαρμοστικότητα που απαιτούνται από τις σύγχρονες εφαρμογές.

4.3.1 Χαρακτηριστικά και δομή των LCDP

Επιγραμματικά κάποια κοινά χαρακτηριστικά για τα οποία διακρίνονται οι Πλατφόρμες Ανάπτυξης Εφαρμογών σε Low-Code είναι τα εξής:

Γραφικός σχεδιαστής (GUI Designer) – Ένα από τα πιο προφανή χαρακτηριστικά των LCDP είναι το γραφικό περιβάλλον χρήστη, ο οποίος παρέχει υποστήριξη για την προσαρμογή του GUI σε διαφορετικά περιβάλλοντα (υπολογιστές, κινητά κ.α.). Περιλαμβάνονται drag-and-drop εργαλεία, μηχανές αποφάσεων για τη μοντελοποίηση πολύπλοκης λογικής, κατασκευαστές φορμών (form builders) και άλλα.

Μοντελοποίηση δομών δεδομένων – Σχεδόν πάντα εφαρμόζεται μια παραλλαγή του τυπικού μοντέλου οντοτήτων-συσχετίσεων (ER model). Σε ορισμένες περιπτώσεις οι δομές δεδομένων ορίζονται μόνο μέσω διαλόγων ή λιστών από το περιβάλλον διεπαφής του χρήστη. Συχνά υπάρχει πρόσβαση σε εξωτερικές πηγές δεδομένων χρησιμοποιώντας API και χρήση προτύπων όπως το JDBC⁴ και συνδέσμους (connectors) για άλλους τύπους αρχείων και συστημάτων. Τα δεδομένα σχεδιάζονται ώστε να αποθηκεύονται είτε στο εσωτερικό σύστημα βάσεων δεδομένων της πλατφόρμας είτε σε εξωτερικές πηγές.

Ροή προγράμματος – Χρήση απλών γλωσσικών εκφράσεων για κανόνες απόφασης και καθορισμού συνθηκών ροής προγράμματος. Περιλαμβάνονται βιβλιοθήκες με λειτουργίες γενικού τύπου (όπως μαθηματικές συναρτήσεις) ή την ενσωμάτωση εσωτερικών λειτουργιών (για παράδειγμα REST υπηρεσίες).

Φορητότητα και συνεργασία – Οι LCDP διευκολύνουν τη συνεργασία, επιτρέποντας στους χρήστες να εργάζονται από οποιαδήποτε τοποθεσία και συσκευή, ανεξαρτήτως λειτουργικού συστήματος.

Επεκτασιμότητα – Η επαναχρησιμοποίηση προκατασκευασμένων στοιχείων μειώνει δραστικά τον χρόνο ανάπτυξης, ενώ η ύπαρξη marketplace επιτρέπει στους χρήστες να προσθέτουν νέα modules ή λειτουργίες στις εφαρμογές τους. Έτσι προσφέρεται η δυνατότητα εύκολης ενσωμάτωσης τρίτων modules, καθιστώντας τις

⁴Java Database Connectivity: Πρότυπο για πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων μέσω της Java.

εφαρμογές πιο ευέλικτες και προσαρμόσιμες στις ανάγκες των προγραμματιστών ή των τελικών χρηστών.

Εύκολη διάθεση και έλεγχος έκδοσης – Ορισμένες πλατφόρμες η εφαρμογή να γίνεται deploy απομακρυσμένα σε κάποιον διαχομιστή, ενώ άλλες το επιτρέπουν στο εκάστοτε μηχάνημα. Κάθε LCDP ενσωματώνει χαρακτηριστικά Dev Ops όπως το version control μέσω Git, διευκολύνοντας την παρακολούθηση αλλαγών και την αναίρεση ανεπιθύμητων ενεργειών [42].

Περνώντας σε παραπάνω λεπτομέρειες, αρχιτεκτονικά οι Πλατφόρμες Ανάπτυξης Λογισμικού σε Low-Code διαχωρίζονται σε τέσσερα επίπεδα (σχήμα 4.9): Το υψηλότερο επίπεδο, το *Επίπεδο Εφαρμογής* (Application Layer) περιλαμβάνει το γραφικό περιβάλλον με το οποίο αλληλεπιδρούν οι χρήστες. Εκεί βρίσκονται τα εργαλεία και τα widgets που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία των σελίδων της εφαρμογής. Είναι το μέρος που οι χρήστες μπορούν να καθορίσουν τη συμπεριφορά της εφαρμογής, να συνδέσουν δεδομένα από εξωτερικές πηγές και να τα επεξεργαστούν και περιλαμβάνονται μηχανισμοί επαλήθευσης ταυτότητας και εξουσιοδότησης. Για τη σύνδεση των εξωτερικών πηγών μέσω των μηχανισμών επαλήθευσης ταυτότητας και των API (για παράδειγμα DropBox ή Git) χρησιμοποιείται το *Επίπεδο Ενσωμάτωσης Υπηρεσιών* (Service Integration Layer). Αμέσως χαμηλότερα, το *Επίπεδο Ενσωμάτωσης Δεδομένων* (Data Integration Layer) επιτρέπει την ομοιόμορφη διαχείρισης, επεξεργασία και ενοποίηση δεδομένων, ακόμα αν προέρχονται από ετερογενείς πηγές. Το χαμηλότερο επίπεδο είναι το *Επίπεδο Διανομής* (Deployment Layer) στο οποίο η εκάστοτε εφαρμογή πακετάρεται και διανέμεται στο cloud [29].



Σχήμα 4.9: Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός των LCDP [29]

Επεκτείνοντας την αρχιτεκτονική των τεσσάρων προαναφερθέντων επιπέδων, μπορούμε να ομαδοποιήσουμε τα κύρια στοιχεία που συνθέτουν οποιαδήποτε Πλατφόρμα Ανάπτυξης Λογισμικού σε Low-Code (LCDP) σε τρία μέρη: Το πρώτο μέρος περιλαμβάνει τον μοντελοποιητή εφαρμογών (application modeler), το βασικό μηχανισμό που επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν και να διαμορφώνουν εφαρμογές μέσω μιας γραφικής διεπαφής, το δεύτερο μέρος αφορά την πλευρά του διαχομιστή (server-side)

(περιλαμβάνει τον κεντρικό μηχανισμό επεξεργασίας που χειρίζεται και επεξεργάζεται τα δεδομένα και διαχειρίζεται την ασφάλεια και επικοινωνία μεταξύ των εξωτερικών πηγών δεδομένων), ενώ το τρίτο μέρος επικεντρώνεται στις εξωτερικές υπηρεσίες (external services) που ενσωματώνονται στην πλατφόρμα.

Υπάρχει υποστήριξη και για SQL και για NoSQL βάσεις δεδομένων⁵. Όποιο και να είναι το είδος των δεδομένων, οι προγραμματιστές των εφαρμογών δεν χρειάζεται να ασχολούνται με τη διαχείριση των δεδομένων σε χαμηλό επίπεδο καθώς όλες οι διαδικασίες δημιουργίας, συντονισμού και διαχείρισης των δεδομένων πραγματοποιούνται στο back-end της πλατφόρμας. Επίσης, συνήθως παρέχονται αποθετήρια (repositories) για τη διαχείριση των εκδόσεων της εφαρμογής (version control), διευκολύνοντας τη συνεργασία μεταξύ των ομάδων ανάπτυξης και επιτρέποντας την παρακολούθηση και την ανάκτηση προηγούμενων εκδόσεων της εφαρμογής. Για να υποστηριχθεί η συνεργατική ανάπτυξη, οι LCDP ενσωματώνουν πλήθος εργαλείων και λειτουργιών που διευκολύνουν τη χρήση μεθοδολογιών ανάπτυξης λογισμικού, όπως το Agile, το Kanban και το Scrum. Αυτές οι μεθοδολογίες επιτρέπουν στις ομάδες ανάπτυξης να εργάζονται σε μικρότερα, διαχειρίσιμα κομμάτια του έργου, ενώ παράλληλα διευκολύνουν την επικοινωνία και τη συνεργασία. Μέσω αυτών των λειτουργιών, οι πλατφόρμες προσφέρουν ένα περιβάλλον που υποστηρίζει τη συνεχιζόμενη παράδοση (continuous delivery) και τη γρήγορη προσαρμογή στις αλλαγές των απαιτήσεων, κάτι που είναι καίριο για την ανάπτυξη σύγχρονων επιχειρηματικών εφαρμογών.

4.3.2 Διαδικασία ανάπτυξης στα LCDP

Για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής μέσω πλατφορμών χαμηλού κώδικα (Low-Code Development Platforms – LCDPs), συνήθως ακολουθείται μια σειρά βημάτων που εξασφαλίζουν τη σωστή δομή και λειτουργικότητα της εφαρμογής. Το πρώτο βήμα περιλαμβάνει τη μοντελοποίηση δεδομένων. Σε αυτή τη φάση, οι χρήστες χρησιμοποιούν το γραφικό περιβάλλον της πλατφόρμας για να διαμορφώσουν τις οντότητες της εφαρμογής, τις σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων και να ορίσουν περιορισμούς και εξαρτήσεις. Αφού ολοκληρωθεί η μοντελοποίηση, ακολουθεί ο σχεδιασμός της διεπαφής χρήστη. Σε αυτό το στάδιο, οι χρήστες διαμορφώνουν φόρμες και σελίδες που θα χρησιμοποιηθούν για την παρουσίαση της εφαρμογής. Παράλληλα, ορίζονται οι ρόλοι χρηστών και οι μηχανισμοί ασφαλείας που θα ισχύουν για τις οντότητες, τις φόρμες και τις σελίδες. Στη συνέχεια, γίνεται ο καθορισμός των κανόνων λογικής και των ροών εργασίας. Αυτό περιλαμβάνει τη διαχείριση ροών μεταξύ φορμών ή σελίδων που απαιτούν διαφορετικές λειτουργίες, οι οποίες υλοποιούνται μέσω οπτικών ροών εργασίας. Ακολουθεί η ενσωμάτωση εξωτερικών υπηρεσιών μέσω APIs τρίτων. Στο

⁵Οι SQL βάσεις δεδομένων οργανώνουν τα δεδομένα σε πίνακες με γραμμές και στήλες όπου κάθε γραμμή αντιπροσωπεύει μια εγγραφή και κάθε στήλη ένα πεδίο δεδομένων. Οι NoSQL βάσεις δε χρησιμοποιούν αυτή την παραδοσιακή σχέση πίνακα-γραμμής-στήλης αλλά υποστηρίζουν διάφορους τύπους αποθήκευσης δεδομένων όπως έγγραφα, κλειδιά-τιμές ή γραφήματα και είναι πιο ευέλικτες στην επεξεργασία μη δομημένων δεδομένων.

τελευταίο στάδιο γίνεται η διάθεση της εφαρμογής, κάτι που μπορεί να γίνει στις περισσότερες πλατφόρμες με λίγα μόνο κλικ.

4.3.3 Παραδείγματα από (LCDP)

Όπως έχει αναφερθεί, οι πλατφόρμες ανάπτυξης εφαρμογών σε Low-Code έχουν γίνει δημοφιλείς στη βιομηχανία λογισμικού, με πολλές εταιρείες να επιλέγουν να χρησιμοποιούν αυτές τις πλατφόρμες για την ανάπτυξη των εφαρμογών τους. Κάποιες από τις πιο δημοφιλείς πλατφόρμες ανάπτυξης εφαρμογών σε Low-Code είναι η πλατφόρμα Mendix, η OutSystems και η σουίτα Power Apps της Microsoft.

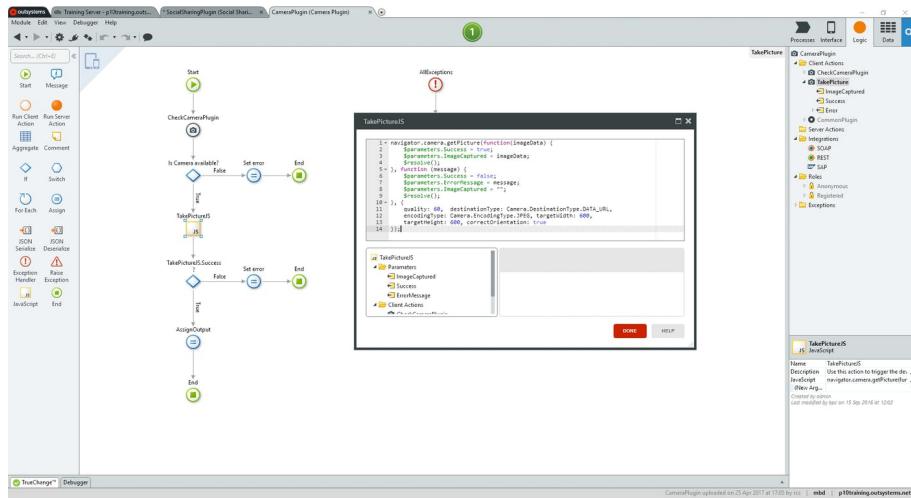
4.3.3.1 Mendix

Το Mendix αποτελεί μια από τις κορυφαίες πλατφόρμες ανάπτυξης λογισμικού χαμηλού κώδικα, με drag-and-drop δυνατότητες και δυνατότητα για συνεργασία σε πραγματικό χρόνο με συναδέλφους με ενσωματωμένη χρήση Agile μεθόδων. Περιλαμβάνει γραφικό περιβάλλον που βοηθάει στην επαναχρησιμοποίηση διαφόρων στοιχείων κάτι που επιταχύνει τη διαδικασία ανάπτυξης, από τη ρύθμιση του μοντέλου δεδομένων ως τον ορισμό των διεπαφών χρήστη. Η πλατφόρμα υποστηρίζει ανάπτυξη εφαρμογών για web, mobile και PWA (Progressive Web Apps) και παρέχεται cloud υποδομή για άμεση διάθεση της εφαρμογής. Θα αναφερθούμε αναλυτικά στο Mendix στο κεφάλαιο 5.

4.3.3.2 OutSystems

Η OutSystems (σχήμα 4.10) είναι μια άλλη δημοφιλής PaaS βασισμένη στο cloud πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών χαμηλού κώδικα που είναι σχεδιασμένη με γνώμονα την απόδοση, την επεκτασιμότητα και την υψηλή διαθεσιμότητα. Αποτελεί ένα από τα κορυφαία ονόματα ειδικά στην ανάπτυξη mobile εφαρμογών, μαζί εταιρείες όπως η IBM, και η Gartner την χαρακτήρισε ως «օραματιστής» ανάμεσα σε 36 διαφορετικές πλατφόρμες ανάπτυξης mobile εφαρμογών. Τα πλεονεκτήματά της περιλαμβάνουν την προσέγγισή του που βασίζεται σε μοντέλα (Model-Driven Approach) και τη συμπερίληψη μιας ποικιλίας APIs. Παρόλα αυτά, επισημάνθηκαν και κάποιες προειδοποιήσεις, όπως η έλλειψη ελέγχου στον παραγόμενο κώδικα, η ασυμβατότητα με τις παραδοσιακές μεθόδους ανάπτυξης και η απουσία ορισμένων επιλογών ανάπτυξης, τα οποία ενδέχεται να αποθαρρύνουν πιθανούς πελάτες από τη χρήση της πλατφόρμας [43].

Η πλατφόρμα αποτελείται από δύο μέρη: έναν διακομιστή και την αντίστοιχη εφαρμογή για υπολογιστές. Η εγκατάσταση του διακομιστή μπορεί να επεκταθεί με επιπλέον υπηρεσίες και αποθετήρια (repositories), αν αυτά είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των εφαρμογών. Για την ανάπτυξη των εφαρμογών μπορεί να χρησιμοποιηθούν περιβάλλοντα όπως το Microsoft .NET Stack ή το WebLogic της Oracle, και ο πηγαίος κώδικας των εφαρμογών παράγεται είτε σε C# είτε σε Java, επιτρέποντας τη



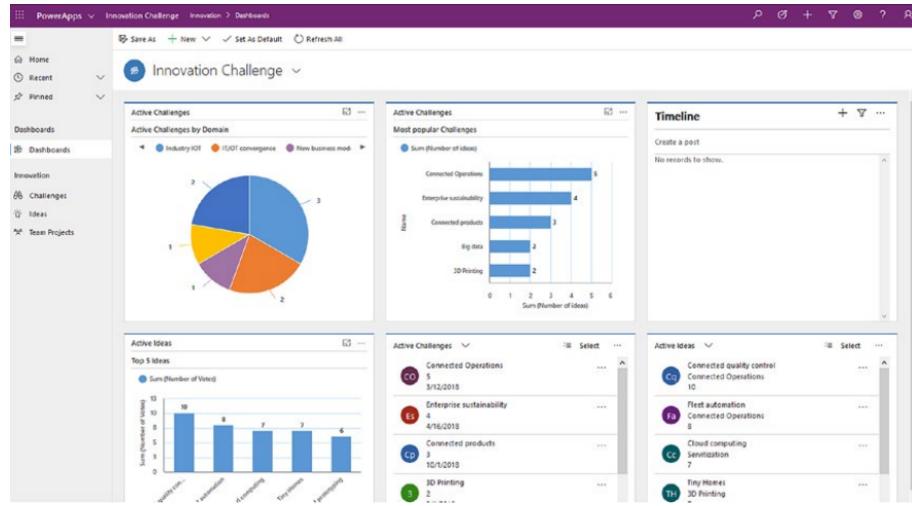
Σχήμα 4.10: Στιγμιότυπο από την πλατφόρμα OutSystems

χρήση μηχανών όπως Common Language Runtime ή Java Virtual Machine. Η εφαρμογή της OutSystems, το Service Studio, δίνει εύκολη πρόσβαση σε όλες τις λειτουργίες της πλατφόρμας, όπως η μοντελοποίηση της διεπαφής χρήστη, τις βάσεις δεδομένων, SOAP/REST υπηρεσιών, προγραμματιζόμενων εργασιών κ.α. Πέρα από το Service Studio, διατίθεται και το Integration Studio, μια εφαρμογή επέκτασης της πλατφόρμας με πρόσθετη λειτουργικότητα, όπου οι προγραμματιστές μπορούν να ενοποιήσουν εξωτερικές βιβλιοθήκες, υπηρεσίες ή βάσεις δεδομένων με το OutSystems. Οι εφαρμογές Service Studio και το Integration Studio δεν εκτελούν τον κώδικα της πλατφόρμας τοπικά. Συνδέονται απομακρυσμένα στην OutSystems, επομένως δεν υπάρχουν μεγάλες απαιτήσεις σε υπολογιστική ισχύ ή σε διαθέσιμο αποθηκευτικό χώρο, παρά μόνο καλή σύνδεση στο διαδίκτυο, και επιπλέον είναι διαθέσιμες και σε browser μορφή, κάτι που εξαλείφει εντελώς την ανάγκη για εγκατάστασή τους [44] [45].

4.3.3.3 Power Apps

Το **Power Apps** (σχήμα 4.11) είναι μια άλλη PaaS πλατφόρμα για την ανάπτυξη εφαρμογών σε χαμηλό κώδικα. Σε αντίθεση με πλατφόρμες όπως την OutSystems που επικεντρώνεται στην ανάπτυξη εφαρμογών για καταναλωτές, όπως παιχνίδια ή mobile εφαρμογές ευρείας χρήστης, το Power Apps εστιάζει στην παροχή εργαλείων για τη δημιουργία προσαρμοσμένων λύσεων που ανταποκρίνονται στις εσωτερικές ανάγκες των επιχειρήσεων.

Η Microsoft παρουσίασε το **Power Apps** στα τέλη του 2016, προσφέροντας ένα γραφικό περιβάλλον χρήστη που θύμιζε έντονα εκείνο του Microsoft Excel, διευκολύνοντας έτσι τους χρήστες με βασικές γνώσεις του οικοσυστήματος της εταιρείας να προσαρμοστούν γρήγορα. Από την αρχή, το Power Apps υποστήριζε την ενσωμάτωση δεδομένων από διάφορες πηγές, όπως το SharePoint, το Dynamics 365, οι διακο-



Σχήμα 4.11: Παράδειγμα portal app στο Power Apps

μιστές SQL και εκαποντάδες ακόμη συνδέσεις, ενισχύοντας τη χρησιμότητά του για οργανισμούς με διαφορετικές ανάγκες δεδομένων. Στα επόμενα χρόνια, η πλατφόρμα εξελίχθηκε περαιτέρω με την εισαγωγή ενός νέου τρόπου ανάπτυξης εφαρμογών βασισμένου σε μοντέλα (Model-Driven Development) ο οποίος επέτρεψε τη δημιουργία λειτουργικών διεπαφών χρήστη με ελάχιστη ή και καθόλου παρέμβαση από προγραμματιστές. Το 2019, η Microsoft εισήγαγε τα Power Apps Portals, μια υπηρεσία που επέτρεπε τη δημιουργία ιστοσελίδων. Αυτή η προσθήκη ενίσχυσε σημαντικά τις δυνατότητες του Power Apps, καθώς πλέον οι επιχειρήσεις μπορούσαν να δημιουργήσουν ιστοσελίδες που επιτρέπουν σε χρήστες εκτός της επιχείρησης να έχουν πρόσβαση στις επιχειρηματικές εφαρμογές τους [46].

Κεφάλαιο 5

Mendix

Έχοντας πλέον μια καλή εικόνα για τον ορισμό του χαμηλού κώδικα και των Πλατφόρμων Ανάπτυξης Λογισμικού σε Low-Code, στο παρόν κεφάλαιο, θα επικεντρωθούμε σε μια από αυτές τις πλατφόρμες, το Mendix, η οποία αποτέλεσε το βασικό εργαλείο για την υλοποίηση της εφαρμογής που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα περιγραφεί το γραφικό περιβάλλον του Mendix Studio Pro, και θα αναλυθεί η δομή μιας εφαρμογής που αναπτύσσεται στο Mendix. Θα περιγραφούν έννοιες όπως τα modules, τα έγγραφα, τα widgets, οι σελίδες, τα microflows, τα domain models και άλλα. Ο στόχος είναι να κατανοηθεί πλήρως η δομή μιας εφαρμογής στο Mendix, πριν προχωρήσουμε στη διαδικασία υλοποίησης στο επόμενο κεφάλαιο.

5.1 Τι είναι το Mendix;

Το Mendix αποτελεί μία από τις πιο διαδεδομένες πλατφόρμες ανάπτυξης λογισμικού που βασίζεται σε χαμηλό κώδικα. Ιδρύθηκε το 2005 στο Ρότερνταμ της Ολλανδίας με στόχο να παρέχει στους επιχειρηματίες και τους οργανισμούς τη δυνατότητα να αναπτύσσουν, να προσαρμόζουν και να διαχειρίζονται εφαρμογές αποδοτικά με χαμηλό κόστος. Το Mendix περιλαμβάνει όλα τα οφέλη και τα χαρακτηριστικά των LCDP που έχουν περιγραφεί στην ενότητα 4.3, συμπεριλαμβάνοντας γραφικό περιβάλλον με WYSIWYG GUI σχεδιαστή, drag-and-drop εργαλεία και έτοιμες βιβλιοθήκες, τη χρήση domain models, το εύκολο deployment της εφαρμογής στο cloud, version control μέσω Git, συνεργασία χρησιμοποιώντας Agile μεθοδολογία και άλλα.

Το 2018, το Mendix εξαγοράστηκε από τη Siemens, τη μεγαλύτερη βιομηχανική κατασκευαστική εταιρεία στην Ευρώπη, γεγονός που επέφερε σημαντικές εξελίξεις στην πλατφόρμα. Η συγχώνευση αυτή επέτρεψε την ενσωμάτωση προηγμένων βιομηχανικών και IoT (Internet of Things) λύσεων, ενισχύοντας τη θέση του Mendix στην αγορά των λογισμικών σχεδιασμένων για επιχειρήσεις. Έτσι, το Mendix αποτελεί μία από τις πιο ισχυρές και ευέλικτες λύσεις στην αγορά του low-code προγραμματισμού,

προσφέροντας αποτελεσματικότητα, ταχύτητα και καινοτομία στην ανάπτυξη λογισμικού, ενώ παράλληλα ενσωματώνει τις πιο σύγχρονες τεχνολογίες για να καλύψει τις ανάγκες επιχειρήσεων που επιθυμούν να παραμείνουν ανταγωνιστικές στην φημιακή εποχή [22].

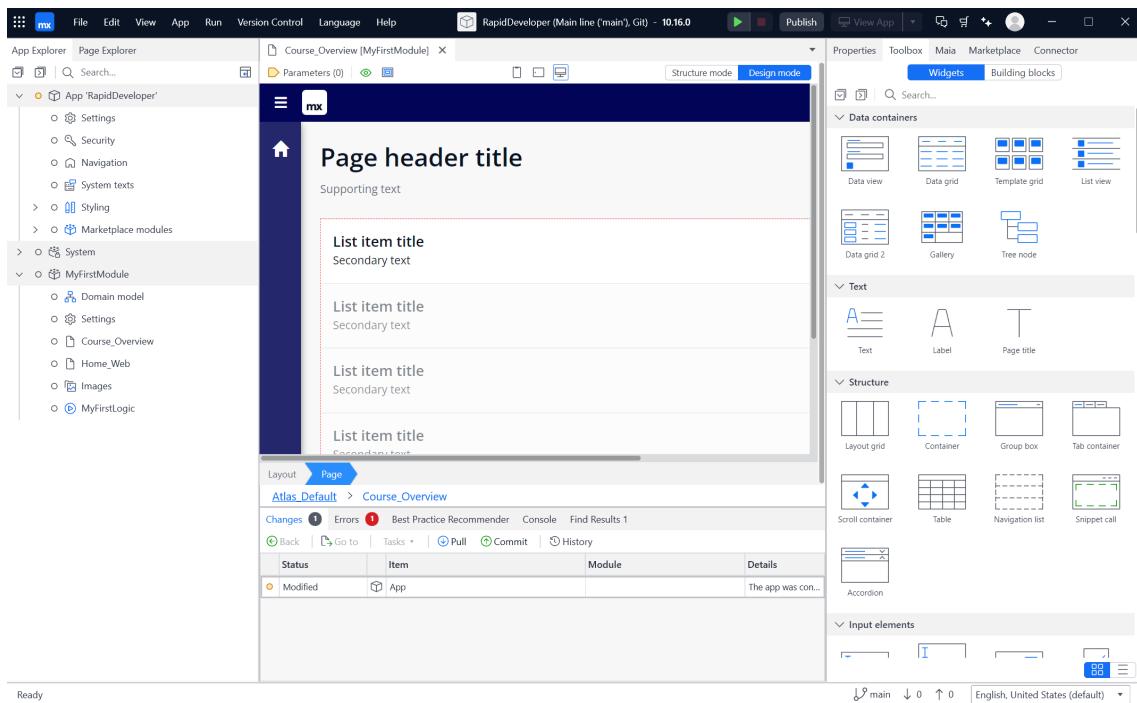
Η Gartner, μία από τις μεγαλύτερες εταιρείες έρευνας και συμβουλευτικής στον κλάδο της τεχνολογίας, χαρακτηρίζει το Mendix ως ηγέτη στην αγορά των πλατφορμών ανάπτυξης λογισμικού για 8 συνεχόμενα χρόνια, (σχήμα 5.1). Η κατάταξη αυτή αποδεικνύει την ικανότητα του Mendix να παρέχει λύσεις υψηλής ποιότητας και αξίας στους πελάτες του, καθώς και την ικανότητά του να προσαρμόζεται στις ανάγκες της αγοράς και να προσφέρει συνεχώς καινοτόμες λύσεις [27]. Για αυτούς τους λόγους έχει προτιμηθεί για την υλοποίηση της εφαρμογής που θα παρουσιαστεί στο επόμενο κεφάλαιο.



Σχήμα 5.1: Τεταρτημόριο της Gartner με πλατφόρμες ανάπτυξης λογισμικού [27]

5.2 To Mendix Studio

Το Mendix Studio Pro αποτελεί το βασικό εργαλείο ανάπτυξης εφαρμογών της πλατφόρμας Mendix, προσφέροντας στους χρήστες τη δυνατότητα να δημιουργήσουν, να προσαρμόσουν, να δοκιμάσουν και να αναπτύξουν εφαρμογές.



Σχήμα 5.2: Στιγμιότυπο του Mendix Studio Pro.

5.2.1 Περιβάλλον ανάπτυξης

Στο 5.2 παρουσιάζεται το γραφικό περιβάλλον του Mendix Studio Pro με ανοιχτή την εφαρμογή RapidDeveloper¹.

Μπορούμε να διαχωρίσουμε το γραφικό περιβάλλον σε τέσσερα μέρη. Η μαύρη μπάρα στο πάνω μέρος περιλαμβάνει το βασικό μενού της πλατφόρμας, το όνομα της εφαρμογής που αναπτύσσουμε, κουμπιά τα οποία επιτρέπουν είτε την τοπική εκτέλεση της εφαρμογής μέσω localhost ή τη διάθεσή της στο cloud (βλ. ενότητα 5.2.1.1) και σύνδεσμοι που οδηγούν στο Mendix προφίλ του χρήστη, στο Marketplace κ.α.

Στο κεντρικό τμήμα της οθόνης βρίσκεται το *Working Area*, ένας WYSIWYG σχεδιαστής όπου μπορούμε να προβάλλουμε και να επεξεργαστούμε τις σελίδες της εφαρμογής μας. Μια σελίδα μπορεί να εμφανιστεί στο Working Area με διάφορους τρόπους, οι οποίοι θα αναλυθούν στην ενότητα 5.3.3.3.?

Στην αριστερή πλευρά, εντοπίζουμε τον *App Explorer*, ο οποίος περιλαμβάνει τη δομή φακέλων και αρχείων της εφαρμογής, καθώς και τον *Page Explorer*, που καταγράφει όλα τα στοιχεία που έχουν χρησιμοποιηθεί στη σελίδα της εφαρμογής που είναι ανοιχτή. Στη δεξιά πλευρά, βρίσκεται το *Properties Panel*, όπου εμφανίζονται όλες οι

¹Η εφαρμογή RapidDeveloper δημιουργήθηκε ως αποτέλεσμα των μαθημάτων (crash courses) που προσφέρονται μέσω του Mendix Academy. Αυτά τα μαθήματα έχουν σχεδιαστεί για να παρέχουν στους χρήστες μια γρήγορη και πρακτική εισαγωγή στις βασικές δυνατότητες της πλατφόρμας Mendix, επιτρέποντάς τους να εξοικειωθούν με τη διαδικασία ανάπτυξης εφαρμογών σε περιβάλλον low-code.

ρυθμίσεις και οι παράμετροι του στοιχείου ή της σελίδας που έχουμε επιλεγμένη, και το *Toolbox*, το οποίο περιέχει ένα σύνολο από προκατασκευασμένα στοιχεία που μπορούν να εισαχθούν στη σελίδα. Στο κάτω μέρος εμφανίζονται panels με τις αλλαγές που πραγματοποιήμε σαν commit, τα σφάλματα αν τυχόν υπάρχουν, logs, κονσόλα και άλλα. Μπορούμε σε οποιαδήποτε πεδίο να προσθέσουμε ή να αφαιρέσουμε Panels από το Μενού → View [47].

5.2.1.1 Επιλογές για deployment

Το Mendix παρέχει διάφορες επιλογές για το deployment των εφαρμογών που αναπτύσσονται στην πλατφόρμα.

Με το Mendix Free μπορούμε να κάνουμε deploy την εφαρμογή στο διαδίκτυο σε ένα URL της μορφής <όνομα εφαρμογής>-sandbox.mxapps.io, και είναι αυτό που έχει χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση της εφαρμογής μας στο κεφάλαιο 6. Το Mendix Free είναι κατάλληλο για την ανάπτυξη μικρών εφαρμογών και την εξοικείωση με την πλατφόρμα, αλλά δεν προσφέρει την απαιτούμενη ασφάλεια και ευελιξία για την ανάπτυξη μεγάλων επιχειρησιακών εφαρμογών καθώς οι εφαρμογές παύουν να λειτουργούν μετά από λίγες ώρες αδράνειας (sleep mode), δεν μπορούν να κλιμακωθούν, υπάρχει όριο στην υπολογιστική ισχύ και το μέγεθος της βάσης δεδομένων, δεν τρέχουν προγραμματιζόμενα γεγονότα, δεν υποστηρίζονται custom domains κ.α. Παρόλα αυτά είναι μια πολύ καλή επιλογή που εξυπηρετεί τις ανάγκες των αρχάριων χρηστών και μικρών εφαρμογών. Για χρήστες ή επιχειρήσεις με αυξανόμενες ανάγκες, το Mendix προσφέρει λύσεις επί πληρωμή που άρουν τους περιορισμούς που αναφέρθηκαν νωρίτερα [48].

Το Mendix προφίλ κάθε χρήστη περιλαμβάνει dashboards (σχήμα 5.3) για κάθε εφαρμογή που αναπτύσσει όπου περιλαμβάνονται ρυθμίσεις και πληροφορίες όσον αφορά το deployment.

5.3 Δομή εφαρμογών του Mendix

Μια εφαρμογή στο Mendix απαρτίζεται από διαφορετικά έγγραφα και modules. Τα modules επιτρέπουν τον διαχωρισμό της εφαρμογής σε αυτόνομα λειτουργικά κομμάτια. Ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται ο διαχωρισμός εξαρτάται από την κρίση και τη σχεδιαστική προσέγγιση του μηχανικού λογισμικού.

5.3.1 Modules

Μια εφαρμογή αποτελείται από ένα App module, ένα System module, από modules που δημιουργούνται από τους χρήστες, από modules από το marketplace του Mendix ή από modules που καθορίζουν την εμφάνιση της εφαρμογής (UI resources modules). Τα modules του marketplace προσφέρουν έτοιμες λειτουργικότητες κατασκευασμένες

The screenshot shows the Mendix Cloud Environments page for the "UniTask" app. At the top, there's a message about being on a free version and a link to learn more. Below that, tabs for "Deploy" and "Permissions" are visible, with "Deploy" being the active tab. A summary card indicates the app is deployed in Mendix Cloud EU: AWS Ireland (Free) with the current running version being 1.0.0.811cf6c1. Below this, three buttons are available: "View Live Log", "Show Latest Build Output", and "Show Debugger Information". The main section is titled "Activity" and lists five deployment events. The first event is the most recent, deployed on Mon, 06 Jan 2025 at 22:00:12 GMT+2. The last event listed is from Thu, 28 Nov 2024 at 20:17:00 GMT+2. Navigation controls at the bottom show page 1 of 56.

Activity	Date
Deployed model version 'main-1.0.0.811cf6c1.mda' to your sandbox by Alexandros Xiarchos.	Mon, 06 Jan 2025 22:00:12 GMT+2
Deployed model version 'main-1.0.0.a72a0c7b.mda' to your sandbox by Alexandros Xiarchos.	Sun, 29 Dec 2024 17:07:04 GMT+2
Deployed model version 'main-1.0.0.4265c558.mda' to your sandbox by Alexandros Xiarchos.	Mon, 23 Dec 2024 16:48:04 GMT+2
Deployed model version 'main-1.0.0.8abbe264.mda' to your sandbox by Alexandros Xiarchos.	Mon, 23 Dec 2024 15:44:55 GMT+2
Deployed model version 'main-1.0.0.39856037.mda' to your sandbox by Alexandros Xiarchos.	Thu, 28 Nov 2024 20:17:00 GMT+2

Σχήμα 5.3: Σελίδα Environments της εφαρμογής UniTask (κεφ. 6)

από τρίτους ενώ τα UI resources modules εμφανίζονται με πράσινο χρώμα και περιλαμβάνουν πρότυπα σελίδων (page templates) και δομικά στοιχεία (building blocks).

Για παράδειγμα, στο App Explorer της εφαρμογής RapidDeveloper (σχήμα 5.2) παρατηρούμε πως εμφανίζονται τρία διαφορετικά modules: το module App, το module System και το module MyFirstModule. Τα δύο πρώτα είναι modules που δημιουργούνται αυτόματα κατά τη δημιουργία μιας εφαρμογής, ενώ το τρίτο είναι ένα module που δημιουργήθηκε από τον χρήστη.

Κάθε module περιλαμβάνει ένα domain model που ορίζει τη δομή των δεδομένων του. Θα αναφερθούμε αναλυτικά στο domain model στην ενότητα 5.3.6. Πέρα από το domain models, κάθε module περιλαμβάνει παράθυρα για τις Ρυθμίσεις (Settings) του module και την Ασφάλεια (Security).

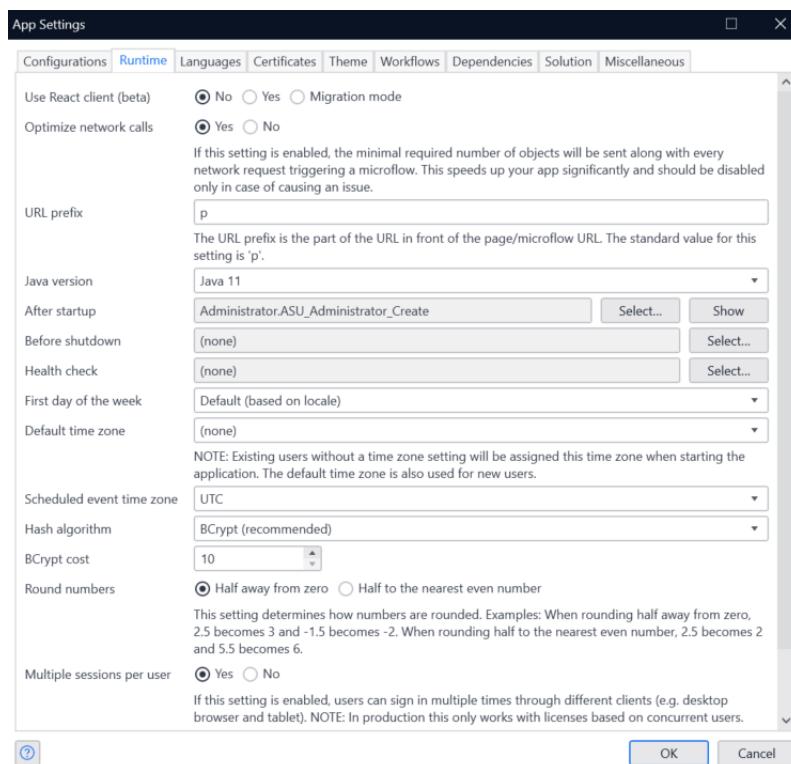
Στις Ρυθμίσεις επιτρέπεται η εξαγωγή του Module ως *App Module* με όλο το πηγαίο κώδικα του ή ως *Add-on Module* με σκοπό να χρησιμοποιηθεί από άλλους χρήστες, και επίσης εκεί μπορεί να γίνει προσθήκη Java Dependancies στο module. Στην Ασφάλεια μπορεί να καθοριστεί η πρόσβαση όλων των ρόλων χρηστών για κάθε σελίδα, ουτότητα ή microflow που υπάρχει στο συγκεκριμένο module.

5.3.1.1 To module App

Κάτα τη δημιουργία μιας νέας εφαρμογής, το Mendix διαθέτει ένα σύνολο από προεγκατεστημένες σελίδες με έτοιμο σχεδιασμό και λειτουργικότητα. Τα αρχεία αυτών των σελίδων βρίσκονται στο module App. Το module App πέρα από τα παρά-

θυρα των Ρυθμίσεων και Ασφάλειας (τα οποία έτσι και αλλιώς υπάρχουν σε όλα τα modules) επιπλέον περιλαμβάνει την Πλοήγηση (Navigation) και τα Κείμενα Συστήματος (System Texts)². Επιπλέον, περιλαμβάνει ένα φάκελο Styling με .js και .css αρχεία τα οποία χρησιμοποιούνται για το styling της εφαρμογής³ και έναν φάκελο Marketplace modules το οποίο περιλαμβάνει εξωτερικά modules που μπορούν να προστεθούν μέσω του Mendix Marketplace.

Το παράθυρο Ρυθμίσεων του App (σχήμα 5.4) διαφέρει σε σχέση με τα υπόλοιπα modules, καθώς αυτό περιλαμβάνει παραμετροποιήσεις για το runtime περιβάλλον της εφαρμογής, το theme που χρησιμοποιείται, την επιλογή συγκεκριμένων ενεργειών πριν αρχικοποιηθεί η εφαρμογή κατά την εκκίνησή της, επιλογή συγκεκριμένου αλγόριθμου κρυπτογράφησης για το Hashed String τύπο δεδομένων, καθορισμός γλώσσας και άλλα.

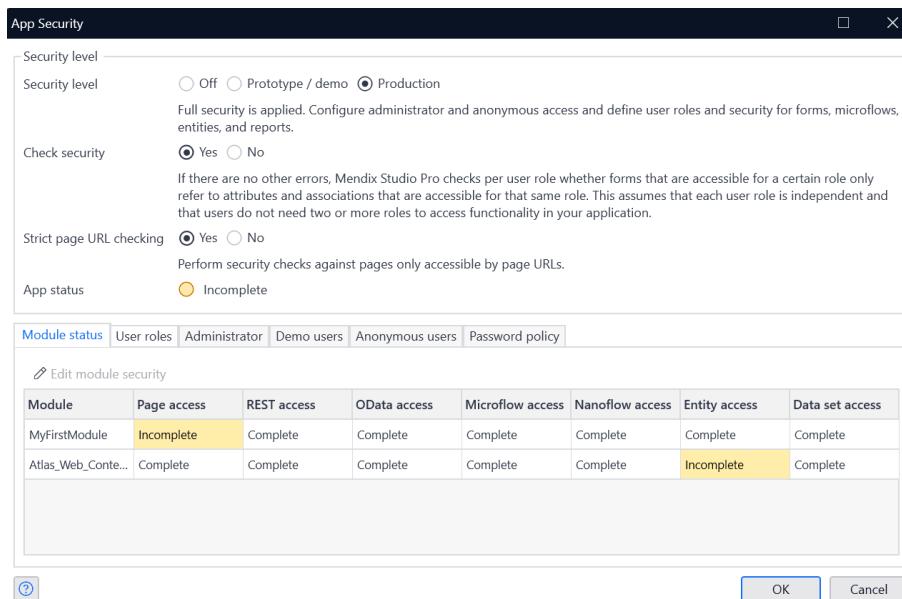


Σχήμα 5.4: Παράθυρο Settings του App

Το παράθυρο Ασφάλεια του App (σχήμα 5.5) το οποίο και αυτό διαφέρει σε σχέση

²Στο έγγραφο με τα Κείμενα Συστήματος μπορεί να γίνει μετάφραση των μηνυμάτων που παράγονται από τον διακομιστή κατά την εκτέλεση μιας εφαρμογής (για παράδειγμα “Password too short”).

³Στα συγκεκριμένα αρχεία μπορούν να επεξεργαστούν μεταβλητές που αφορούν τη σχεδίαση του UI resources module **Atlas**, το οποίο χρησιμοποιείται ως κεντρικό theme για τις προεγκατεστημένες σελίδες του Mendix. Το **Atlas** για παράδειγμα περιλαμβάνει έτοιμα color schemes (**primary**, **success**, **warning**, **danger**, **info**) τα οποία χρησιμοποιούνται σε όλα τα widgets των σελιδών, όπως επίσης γραμματοσειρές, spacings κτλ. Τα αρχεία λοιπόν έναν από τους τρόπους προσαρμογής της προεπιλεγμένης σχεδίασης του **Atlas**. Εναλλακτικός τρόπος είναι η δημιουργία ενός custom UI resources module.



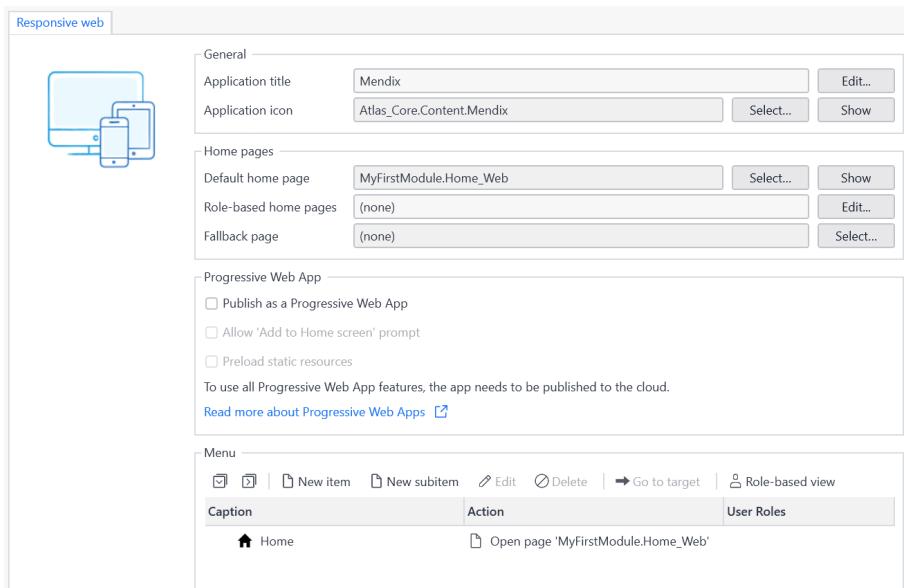
Σχήμα 5.5: Παράθυρο Security του App

με τα αντίστοιχα παράθυρα των υπόλοιπων modules, χρησιμοποιείται για να τροποποιηθεί το επίπεδο ασφάλειας (Security level) της εφαρμογής. Συγκεκριμένα μπορεί να επιλεγεί ώστε οι χρήστες να μη χρειάζεται να συνδεθούν για να έχουν πρόσβαση στην εφαρμογή (Security level = Off), να χρειάζεται να συνδεθούν για να ωστε να μπορέσουν να χρησιμοποιήσουν φόρμες, microflows κτλ (Security level = Prototype/demo), ή να χρειάζεται να συνδεθούν ώστε να έχουν πρόσβαση στην εφαρμογή καθολικά (Security level = Production).

Επίσης, μπορούν να οριστούν ρόλοι χρηστών όπως για παράδειγμα Administrator, User ή Guest. Κατ' αυτόν τον τρόπο καθίσταται δυνατό να διαχωριστούν τα δικαιώματα πρόσβασης των modules ανάλογα με το ποιος είναι ο ρόλος του χρήστη. Για παράδειγμα, ένας Administrator χρήστης μπορεί να έχει πλήρη πρόσβαση στα modules και στις σελίδες της εφαρμογής, ενώ ένας Guest μπορεί να έχει περιορισμένη προβολή.

Επιπλέον, στην Ασφάλεια μπορούν να οριστούν τα στοιχεία σύνδεσης του διαχειριστή (Administrator) της εφαρμογής (ώστε να μπορέσει να γίνει η πρώτη σύνδεση κατά το deployment), να οριστούν demo χρήστες (ώστε να δοκιμαστούν οι ρόλοι χρηστών) ή ανώνυμοι χρήστες (οι οποίοι έχουν πρόσβαση στην εφαρμογή χωρίς να συνδεθούν) και να ρυθμιστούν κανόνες για τους κωδικούς πρόσβασης.

Η Πλοήγηση του module App (σχήμα 5.6) εμφανίζει το σύνολο των σελίδων του κεντρικού μενού της εφαρμογής. Εκεί μπορεί να γίνει η επεξεργασία του μενού με την προσθήκη στοιχείων ή και υποστοιχείων σε στοιχεία. Επίσης, περιλαμβάνονται διαφορετικές προβολές ανάλογα με τον εκάστοτε ρόλο χρήστη, στις οποίες εμφανίζονται μόνο οι σελίδες που είναι προσβάσιμες σε κάθε ρόλο. Στην Πλοήγηση επίσης μπορεί να διαμορφωθεί το όνομα και το εικονίδιο της εφαρμογής όπως επίσης και να οριστεί



Σχήμα 5.6: Το έγγραφο Navigation.

και η αρχική σελίδα (home page) της, η οποία μάλιστα μπορεί να διαμορφωθεί ώστε να είναι διαφορετική για εκάστοτε ρόλο χρήστη [47].

5.3.1.2 To module System

To module system είναι ένα προεγκατεστημένο module που περιλαμβάνει τη βασική λειτουργικότητα η οποία χρησιμοποιείται στις ήδη κατασκευασμένες σελίδες και microflows του App. Το συγκεκριμένο module δεν μπορεί να επεξεργαστεί από τον χρήστη, αλλά μπορούν με βάσει αυτό να προστεθούν συσχετίσεις (associations) ή γενικεύσεις (generalizations) τα modules τα οποία κατασκευάζονται από τους χρήστες. Για παράδειγμα, μπορεί να δημιουργηθεί μια οντότητα Πελάτης η οποία θα συσχετίζεται με την οντότητα User του module system και έτσι θα κληρονομεί τις ρυθμίσεις ασφαλείας του [49].

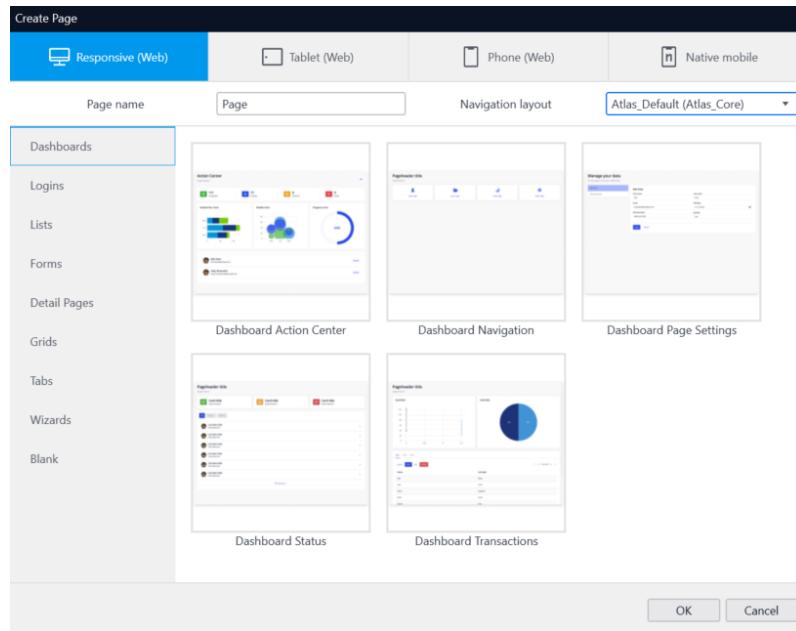
5.3.2 Έγγραφα

Η Πλοήγηση είναι ένα έγγραφο της εφαρμογής. Άλλα παραδείγματα εγγράφων είναι οι Σελίδες (Pages) (βλ. ενότητα 5.3.3), τα Microflows (βλ. ενότητα 5.3.4) και τα Enumerations⁴.

⁴Tα enumerations (κατάλογος, απαρίθμηση) καθορίζουν μια λίστα από προκαθορισμένες τιμές. Για παράδειγμα, ένα enumeration μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό της κατάστασης μιας εργασίας ως To do, Done ή Doing.

5.3.3 Σελίδες

Η σελίδα είναι ο κεντρικός τρόπος αλληλεπίδρασης του χρήστη με την εφαρμογή. Η δημιουργία μιας σελίδας μπορεί να βασιστεί σε πόρους που προέρχονται από έγγραφα, όπως οι Εικόνες (Images), τα Layouts τα οποία καθορίζουν τη διάταξη της σελίδας, τα Μενού (Menus) που διαμορφώνουν την πλοιάργηση, ή τα Snippets, τα οποία αποτελούν επαναχρησιμοποιήσιμα τμήματα διεπαφής.⁵



Σχήμα 5.7: Το παράθυρο δημιουργίας μιας νέας σελίδας.

5.3.3.1 Layout

Κάθε σελίδα στο Mendix βασίζεται σε ένα προκαθορισμένο layout, το οποίο καθορίζει βασικές ιδιότητες της σελίδας, όπως το μήκος, το πλάτος ή για παράδειγμα αν πρόκειται για αναδυόμενη (popup) σελίδα. Επιπλέον, τα layouts επιτρέπουν τον ορισμό στατικών τμημάτων, όπως ένα header ή ένα μενού, που παραμένουν σταθερά σε όλες τις σελίδες που τα χρησιμοποιούν. Για παράδειγμα, θα μπορούσαν να δημιουργηθούν δύο layouts όπου το ένα θα έχει το μενού πλοιάργησης ως μπάρα στο πάνω μέρος της οθόνης και το άλλο κάθετη στα αριστερά. Το Mendix παρέχει επίσης έτοιμα πρότυπα σελίδων (Page Templates), τα οποία διευκολύνουν τη γρήγορη και απλή δημιουργία σελίδων με προκαθορισμένη δομή και σχεδίαση.

⁵To Mendix είναι μια Εφαρμογή Μίας Σελίδας (Single-page application – SPA) που σημαίνει ότι όλη η αλληλεπίδραση πραγματοποιείται σε μία μόνο καρτέλα ή παράθυρο του προγράμματος περιήγησης που φορτώνεται μία φορά και στη συνέχεια ενημερώνεται δυναμικά χωρίς να χρειάζεται να φορτωθεί ξανά. Ως αποτέλεσμα, δεν είναι δυνατή η ανοίγματος νέων σελίδων σε διαφορετική καρτέλα ή παράθυρο.

Το σχήμα 5.7 απεικονίζει το παράθυρο δημιουργίας νέας σελίδας, όπου ο χρήστης μπορεί να επιλέξει είτε από τα έτοιμα πρότυπα είτε να δημιουργήσει μια κενή σελίδα. Εδώ δίνεται επίσης η δυνατότητα επιλογής του layout (Navigation layout) της σελίδας, το οποίο μπορεί να είναι είτε ένα από τα προεγκατεστημένα layouts του Mendix είτε ένα προσαρμοσμένο layout που έχει δημιουργηθεί από τον χρήστη.

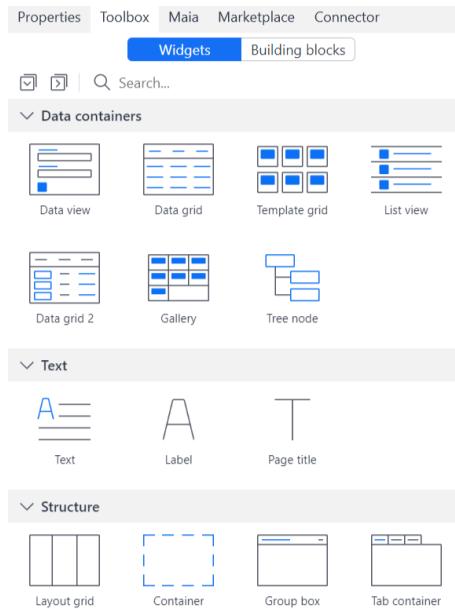
5.3.3.2 Widgets

Τα Widgets είναι προκατασκευασμένα στοιχεία, έτοιμες λειτουργικές μονάδες που μπορούν να προστεθούν απευθείας σε κάθε σελίδα της εφαρμογής. Πρόκειται για εργαλεία που ενσωματώνονται εύκολα μέσω του Toolbox, όπως παρουσιάστηκε στο σχήμα 5.2. Ενδεικτικά παραδείγματα περιλαμβάνουν:

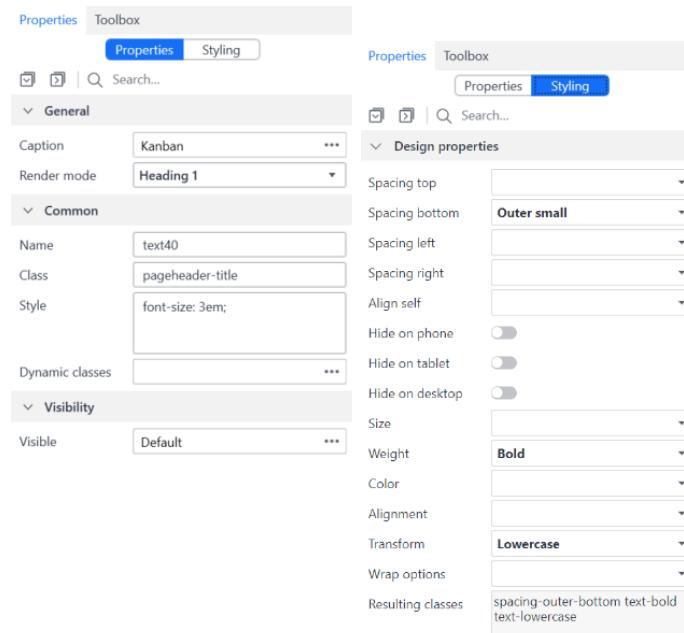
- **Data containers** – δομές δεδομένων που περιέχουν δεδομένα από τη βάση δεδομένων. Παραδείγματα είναι Data view, Data grid, List view κ.α.
- **Text widgets** – περιέχουν κείμενο. Παραδείγματα είναι Text, Label, Page Title κ.α.
- **Structure widgets** – δομικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την οργάνωση των widgets στη σελίδα. Παραδείγματα είναι Layout grid, Container, Tab container, Snippet call, Table κ.α.
- **Input widgets** – πεδία εισόδου δεδομένων. Παραδείγματα είναι Text box, Text area, Check box, Radio button, Drop-down, Date picker, File uploader κ.α.
- **Images, Videos ή Files** – widgets που περιέχουν πολυμέσα.
- **Buttons** – widgets που εκτελούν ενέργειες. Το Mendix παρέχει αρκετά buttons με προκαθορισμένες ενέργειες για την εκτέλεση ενεργειών όπως Save, Cancel, Delete, New, Edit, Crate, Call microflow κ.α.

Το Mendix προσφέρει προκαθορισμένα σύνολα από widgets (σχήμα 5.8), γνωστά ως *Building blocks*, τα οποία δημιουργούν στοιχεία όπως επικεφαλίδες (headers), φόρμες και ειδοποιήσεις (notifications). Αυτά τα Building blocks διευκολύνουν και επιταχύνουν τη διαδικασία ανάπτυξης, παρέχοντας στους χρήστες έτοιμες λύσεις που μπορούν να ενσωματωθούν απευθείας στις εφαρμογές.

Τέλος, για κάθε widget (όπως και για κάθε σελίδα) μπορούν να επεξεργαστούν οι ιδιότητές του. Το panel Properties (σχήμα 5.9) είναι ένα δυναμικό panel στο οποίο αλλάζει το περιεχόμενό του ανάλογα με το στοιχείο που έχουμε επιλεγμένο. Στο Properties μπορούμε να ορίσουμε συνθήκες όπου θα επιτρέπεται η εμφάνιση ενός στοιχείου, να επιλέξουμε διαφορετικά render styles από τα προκατασκευασμένα που παρέχει το Mendix, να ορίσουμε events που θα συμβαίνουν όταν ο χρήστης αλληλεπιδρά με το στοιχείο, όπως επίσης και να αλλάξουμε CSS κλάσεις είτε μέσω των παρεχόμενων επιλογών του Mendix είτε μέσω της προσθήκης δικού μας custom CSS κώδικα.



Σχήμα 5.8: Τα Widgets περιλαμβάνονται στο Toolbox panel.

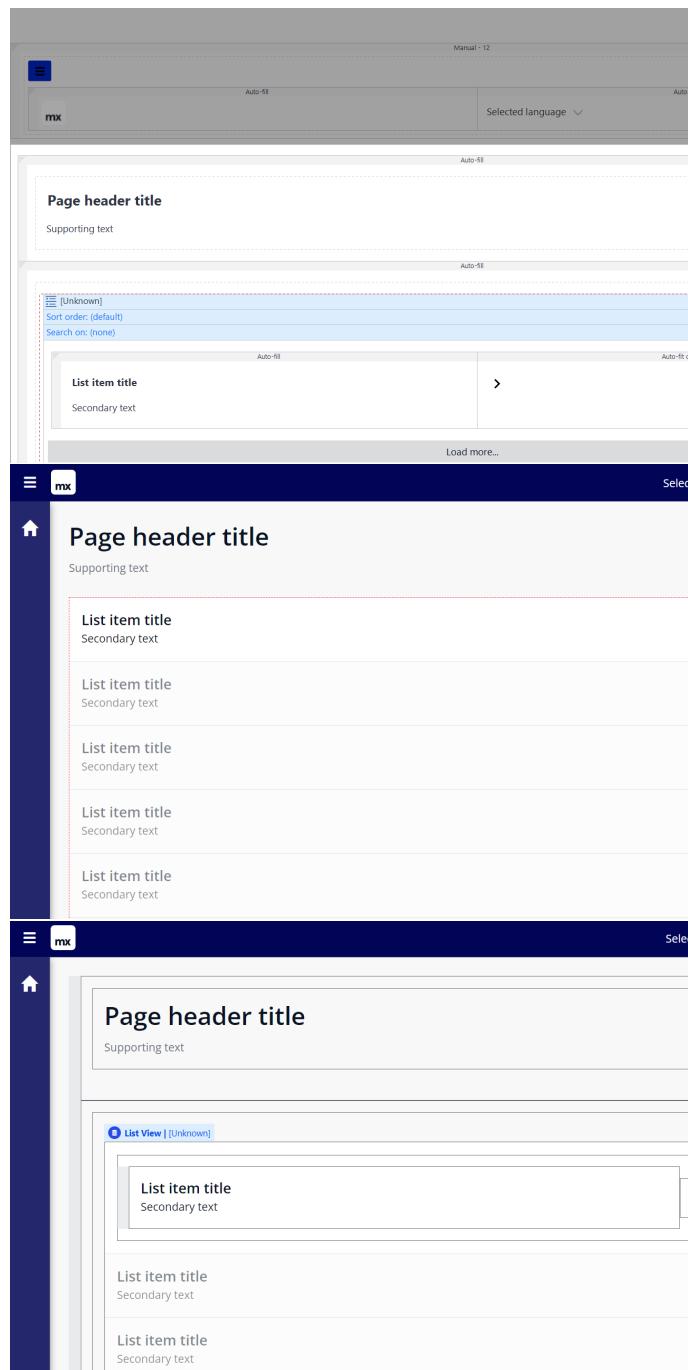


Σχήμα 5.9: Το panel Properties.

5.3.3.3 Εμφάνιση σελίδων

To Mendix Studio Pro επιτρέπει την προβολή μιας σελίδας είτε σε Structure Mode είτε σε Design Mode, παρέχοντας διαφορετικές οπτικές για τη διαχείριση και τον σχεδιασμό της.

Στο **Structure Mode**, παρουσιάζονται με σαφήνεια όλα τα δομικά στοιχεία που



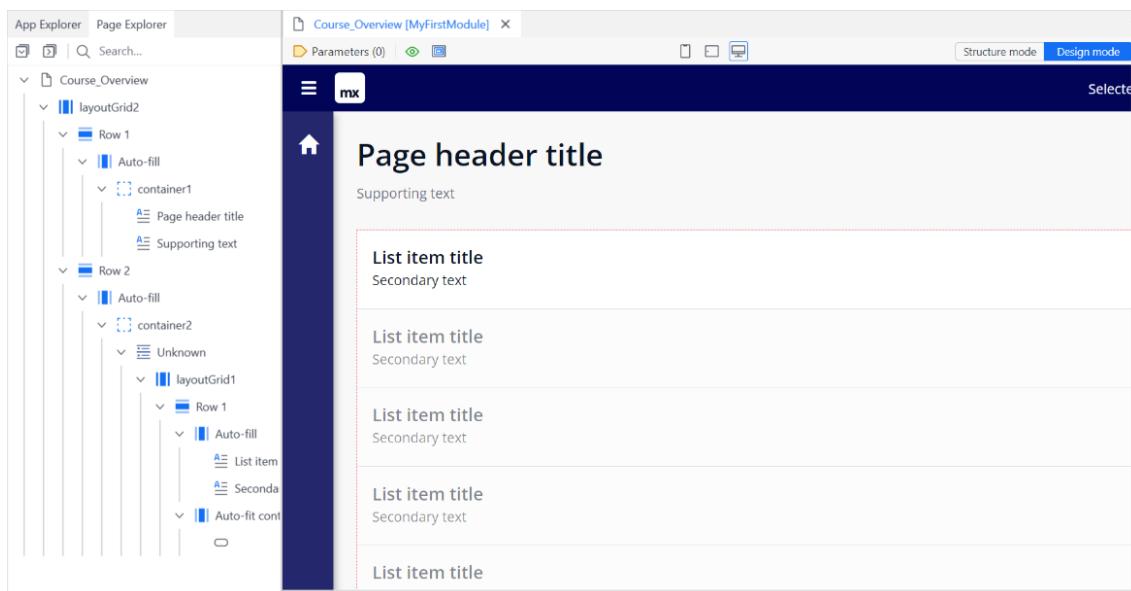
Σχήμα 5.10: Διαφορετικές εμφανίσεις της ίδιας σελίδας από αριστερά προς τα δεξιά: Structure Mode, Design Mode, X-Ray Mode.

συνθέτουν τη σελίδα, δίνοντας έμφαση στη δομή της και επιτρέποντας την εύκολη προσαρμογή και οργάνωση των περιεχομένων. Αυτή η λειτουργία είναι ιδανική για την ανάλυση της λογικής της σελίδας, τη διαχείριση των στοιχείων της και τη διόρθωση πιθανών προβλημάτων διάταξης. Είναι επίσης ο μοναδικός τρόπος προβολής των εφαρμογών κινητών συσκευών (Native mobile).

Αντίθετα, στο **Design Mode**, η σελίδα απεικονίζεται όπως ακριβώς θα εμφανίζεται στον τελικό χρήστη. Αυτό προσφέρει μια πιο ρεαλιστική απεικόνιση της εμπειρίας χρήστη. Επιπλέον, το Design Mode περιλαμβάνει τη λειτουργία **X-Ray Mode**, η οποία συνδυάζει στοιχεία από το Structure Mode και το Design Mode. Με το X-Ray Mode, οι χρήστες μπορούν να δουν τόσο την αισθητική εμφάνιση όσο και τη δομή της σελίδας ταυτόχρονα. Αυτή η λειτουργία επιτρέπει την ακριβή τοποθέτηση και διαχείριση στοιχείων, ενώ ταυτόχρονα προσφέρει τη δυνατότητα άμεσων προσαρμογών σε επίπεδο σχεδιασμού και λογικής.

Οι διαφορετικές προβολές μπορούν να επιλεγούν από το πάνω μέρος του Working Area, το οποίο επιπλέον περιλαμβάνει και δυνατότητα αλλαγών στο μέγεθος του και μέσω της σελίδας ώστε να ελεγχθεί το πως εμφανίζεται η εφαρμογή σε κινητά και τάμπλετ.

5.3.3.4 Παράδειγμα δομής σελίδας



Σχήμα 5.11: Page Explorer και Working area της σελίδας Course_Overview.

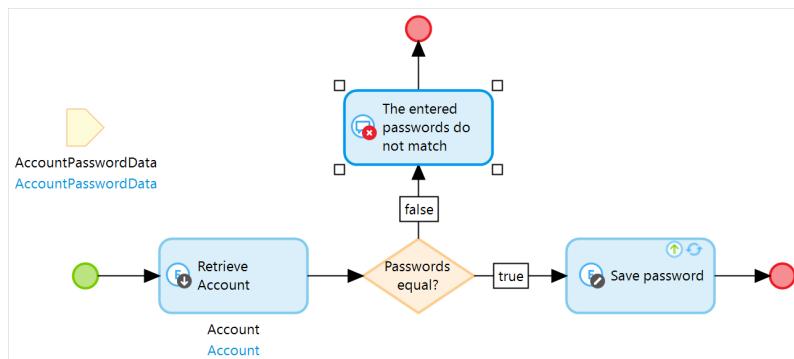
Στο σχήμα 5.11 εμφανίζεται ο Page Explorer και το Working area της σελίδας Course_Overview της εφαρμογής RapidDeveloper. Παρατηρούμε πως όλη η σελίδα είναι δομημένη γύρω από ένα Layout Grid, το οποίο αποτελείται από δύο Rows (γραμμές). Το Row 1 δημιουργεί το Header της σελίδας μαζί με το Supporting text τα οποία είναι τοποθετημένα σε ένα container⁶, και το Row 2 δημιουργεί ένα List View το οποίο επαναλαμβάνεται. Το List View αποτελείται και αυτό από ένα Layout Grid το οποίο

⁶Τα containers χρησιμοποιούνται καθώς είναι ένας βολικός τρόπος ομαδοποίησης κοινών στοιχείων της σελίδας. Έτσι μπορούν να δωθούν εύκολα κανόνες για αυτά τα στοιχεία όπως για παράδειγμα το visibility, συγκεκριμένα events ή και custom CSS κλάσεις.

δημιουργεί τα δύο texts τα οποία βλέπουμε στη λίστα όπως επίσης και ένα κουμπί (το οποίο εμφανίζεται εκτός οθόνης). Οι μπλε οριζόντια μπάρα και η μπλε κάθετη μπάρα στα αριστερά αποτελούν κομμάτι του Layout της σελίδας, το οποίο είναι το `Atlas_Default`.

5.3.4 Microflows

Τα Microflows (όπως και τα Nanoflows και τα Workflows)⁷ αποτελούν τον εγκέφαλο των εφαρμογών του Mendix καθώς αναπαριστούν της λογικής λειτουργίας της εφαρμογής με έναν οπτικό τρόπο χαμηλού κώδικα. Αυτά τα διαγράμματα ροής (σχήμα 5.12) λειτουργούν ως οδικοί χάρτες για την εκτέλεση διάφορων εντολών και αλληλουχιών ενεργειών, επιτρέποντας την κατασκευή σύνθετης λειτουργικότητας χωρίς την ανάγκη γραφής παραδοσιακού κώδικα. Χρησιμοποιούνται ευρέως για ενέργειες όπως η δημιουργία, η ενημέρωση και η διαγραφή δεδομένων, η εμφάνιση σελίδων, το φιλτράρισμα δεδομένων, η εκτέλεση ελέγχων, η είσοδος δεδομένων από εξωτερικές πηγές και άλλα



Σχήμα 5.12: Παράδειγμα Microflow. Τα πράσινα και κόκκινα κυκλώματα αναπαριστούν τα events, τα μπλε ορθογώνια τα activities και ο πορτοκαλί ρόμβος το decision. Ως είσοδο έχουμε το parameter `AccountPasswordData` [47].

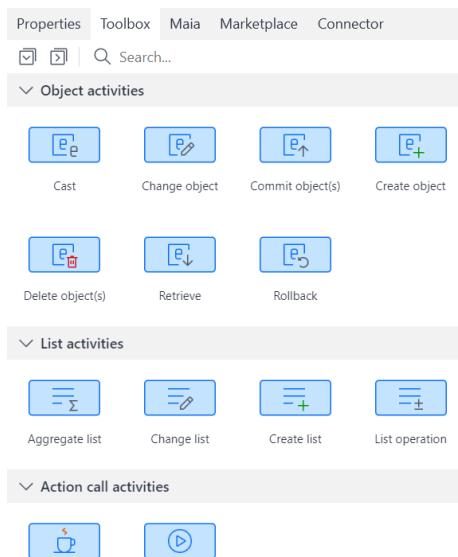
Τα Microflows αποτελούνται από τα παρακάτω στοιχεία:

⁷Η βασική διαφορά μεταξύ Microflows και Nanoflows έγκειται στη λειτουργικότητα και τον τρόπο εκτέλεσής τους. Τα Microflows βασίζονται σε βιβλιοθήκες της Java, εκτελούνται στον διακομιστή (runtime server) και, ως εκ τούτου, δεν είναι διαθέσιμα για εφαρμογές που λειτουργούν εκτός σύνδεσης. Από την άλλη πλευρά, τα Nanoflows χρησιμοποιούν βιβλιοθήκες της JavaScript, εκτελούνται στην πλευρά του client, γεγονός που τα καθιστά εν δυνάμει γρηγορότερα.

Τα Microflows είναι ιδανικά για την προσκόμιση και την επεξεργασία δεδομένων από τη βάση δεδομένων ή από εξωτερικές πηγές, εξασφαλίζοντας υψηλή αξιοπιστία και συνέπεια. Αντίθετα, τα Nanoflows χρησιμοποιούνται κυρίως για ενέργειες που σχετίζονται με την εμπειρία του χρήστη, όπως η εμφάνιση αναδυόμενων (pop-up) μηνυμάτων, η προβολή progress bars ή η ανταλλαγή cookies.

Τέλος, τα Workflows ενδείκνυνται για τη διαχείριση σταθερών και επαναλαμβανόμενων διαδικασιών, επιτρέποντας την αυτοματοποίηση και την απλοποίηση της εκτέλεσής τους.

- **Events** – λειτουργούν ως σημεία εκκίνησης και τερματισμού του Microflow. Χρησιμοποιώντας το τελικό event μπορούμε να ορίσουμε την τιμή και το τύπο δεδομένων που επιστρέφει το Microflow, με παρόμοιο τρόπο όπως στις συναρτήσεις ή μεθόδους του υψηλού κώδικα.
- **Decisions** – επιτρέπουν την εισαγωγή λογικών συνθηκών. Για παράδειγμα, ένα decision μπορεί να ελέγχει αν μια μεταβλητή έχει τιμή και, ανάλογα με την απάντηση, να κατευθύνει τη ροή σε διαφορετικές ενέργειες. Οι συνθήκες ορίζονται με τη χρήση εκφράσεων (βλ. ενότητα 5.3.5).
- **Activities** – αποτελούν τις κύριες ενέργειες που εκτελούνται στη ροή. Παραδείγματα τέτοιων ενεργειών είναι η δημιουργία (ή ενημέρωση ή διαγραφή) αντικειμένων μέσω του activity Create (ή Change ή Delete) object, η εμφάνιση μιας σελίδας στον χρήστη μέσω του Show page, η κλήση ενός άλλου Microflow μέσω του Microflow call, το φιλτράρισμα λιστών (List operation), η σύνδεση με εξωτερικές υπηρεσίες μέσω REST APIs κ.α.
- **Loops** – επιτρέπουν την εκτέλεση επαναλαμβανόμενων ενεργειών.
- **Parameter** – πρόκειται για τα δεδομένα εισόδου του Microflow, με αντίστοιχη λογική όπως οι συναρτήσεις υψηλού κώδικα.



Σχήμα 5.13: Όταν επεξεργαζόμαστε ένα Microflow, το Toolbox panel περιλαμβάνει τα διαθέσιμα activities.

Ένα Microflow μπορεί να εκτελεστεί από διαφορετικά μέρη όπως το Navigation menu, ένα κουμπί, ένα link ή ακόμα και να καλεστεί από ένα άλλο Microflow. Επιπλέον, τα Microflows μπορούν να εκτελεστούν αυτόματα μετά από μια συγκεκριμένη ενέργεια (Event Handlers), όπως η αποθήκευση ενός αντικειμένου ή η ενημέρωση ενός πεδίου.

Τέλος, κάθε Microflow αποθηκεύεται ως ένα Java αρχείο στον πηγαίο κώδικα της εφαρμογής. Για εξειδικευμένες λειτουργίες, το Mendix παρέχει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης προσαρμοσμένου κώδικα Java μέσω του App → Deploy to Eclipse.

5.3.5 Εκφράσεις

Οι εκφράσεις (expressions) του Mendix είναι ένας τρόπος ενσωμάτωσης λειτουργικότητας στην εφαρμογή μας. Οι εκφράσεις μπορούν να περιλαμβάνουν σταθερές τιμές, μεταβλητές, συναρτήσεις, λογικές πράξεις, συγκρίσεις, επιλογές κ.α. Για παράδειγμα, μπορεί να οριστεί η εμφάνιση ενός συγκεκριμένου widget μόνο αν ισχύει μια συγκεκριμένη συνθήκη. Οι εκφράσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλά σημεία της εφαρμογής, όπως στα Microflows, στις ιδιότητες των widgets κ.α.

Για παραδειγμα, η έκφραση `if $package/weight < 1.00 then 0.00 else 5.00` ελέγχει το γνώρισμα `weight` της οντότητας `package` και επιστρέφει `0.00` αν το βάρος είναι μικρότερο από `1.00`, αλλιώς επιστρέφει `5.00`. Θα δούμε περισσότερες τέτοιες εκφράσεις στην πράξη στο κεφάλαιο 6.

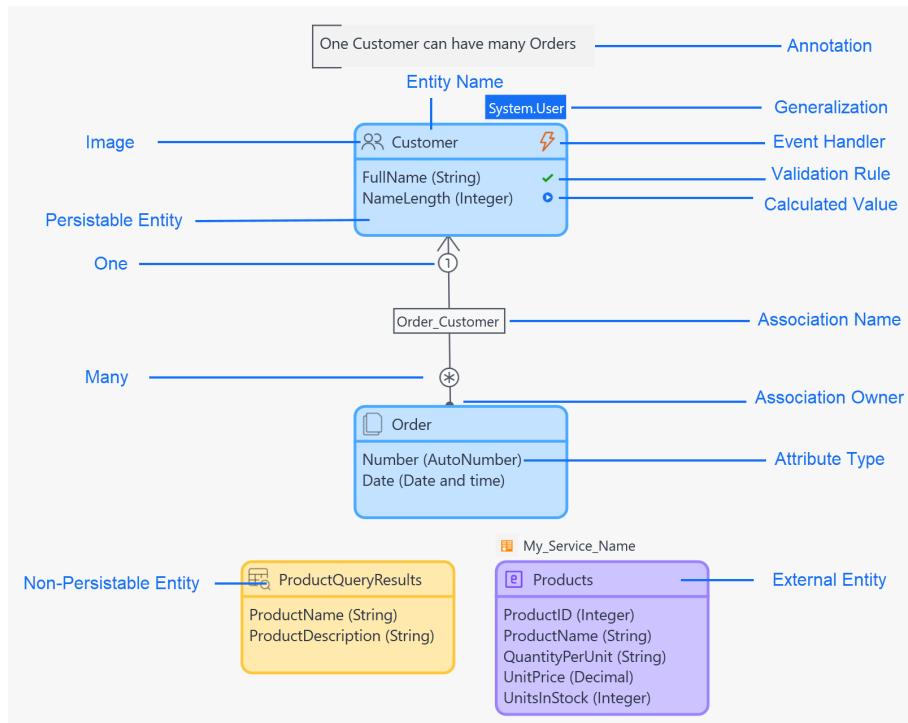
5.3.6 Domain Model

Το domain model αναπαριστά τη δομή των δεδομένων κάποιου module στην πλατφόρμα Mendix. Τα δεδομένα που περιγράφονται από το domain model αποθηκεύονται στη συνέχεια σε ένα σχεσιακό σύστημα βάσεων δεδομένων του Mendix.

Το domain model αποτελεί κεντρικό πυλώνα της αρχιτεκτονικής κάθε εφαρμογής. Κάθε module έχει το δικό του domain model, και όλα τα modules μπορούν να χρησιμοποιούν δεδομένα από όλα υπόλοιπα domain modules μέσω συσχετίσεων.

Το σχήμα 5.14 είναι ένα παράδειγμα ενός domain model που αναπαριστά πελάτες και παραγγελίες. Οι πελάτες και οι παραγγελίες αποτελούν οντότητες (entities) του domain model. Οι οντότητες συσχετίζονται μεταξύ τους με μια συσχέτιση (association) πολλών-προς-ένα. Κάθε παραγγελία ανήκει σε έναν μόνο πελάτη, ενώ ένας πελάτης μπορεί να έχει πολλές παραγγελίες. Φυσικά, το Mendix περιλαμβάνει και άλλες πληθικότητες, όπως συσχετίσεις ένα-προς-ένα ή πολλά-προς-πολλά. Επιπλέον, αν διαγραφτεί κάποια οντότητα μπορεί να ρυθμιστεί τι θα συμβεί με τις συσχετίσεις της (π.χ. να διαγραφούν και αυτές).

Μέσα στα ορθογώνια που αναπαριστούν τις οντότητες βρίσκονται τα γνωρίσματα, οι ιδιότητες (attributes) των οντοτήτων. Στην παρένθεση κάθε γνωρίσματος καταγράφεται ο τύπος δεδομένων του. Παρατηρούμε πως υπάρχουν ορθογώνια με διαφορετικά χρώματα, κάτι που αντιστοιχεί σε διαφορετικού είδους οντότητες. Τα μπλε ορθογώνια αναπαριστούν οντότητες που αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων, με κίτρινο μη-διατηρήσιμες οντότητες (non-persistent entities), δηλαδή οντότητες που δεν αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων αλλά αποθηκεύονται προσωρινά στη μνήμη, και τέλος με μωβ οντότητες από εξωτερικές πηγές δεδομένων. Η μπλε ετικέτα `System.User` που συνοδεύει την οντότητα `Customer` δηλώνει πως η οντότητα αυτή βασίζεται σε μια



Σχήμα 5.14: Παράδειγμα από domain model [47].

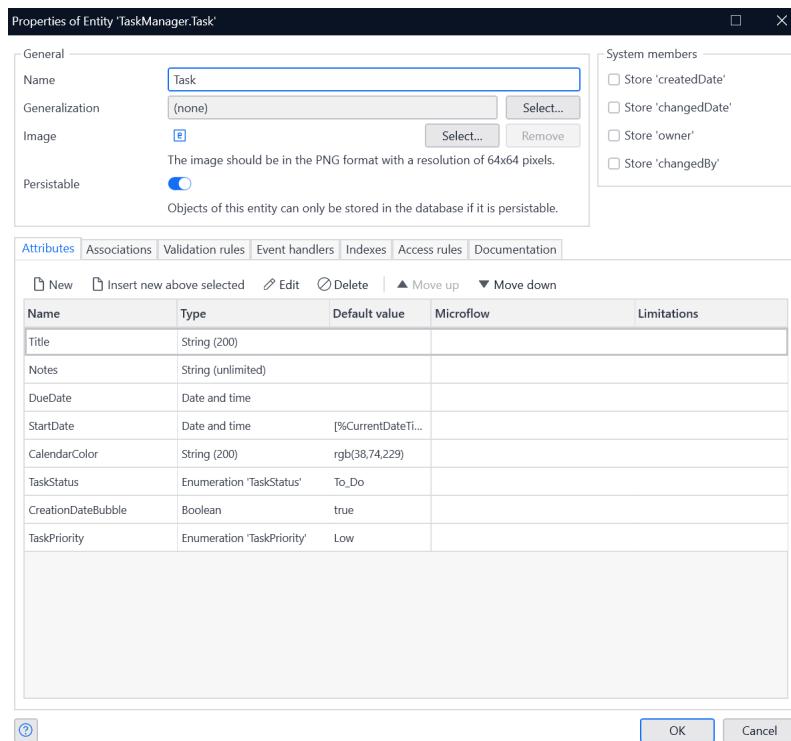
άλλη οντότητα, την οντότητα `User` του module `System` (Γενίκευση – Generalization)⁸. Τέλος, ανάλογα αν στην οντότητα έχει οριστεί κάποιος Event handler ή αν σε κάποιο γνώρισμα υπάρχει κάποιο validation rule, το Mendix το αναγνωρίζει και το αναπαριστά με το αντίστοιχο σύμβολο.

5.3.6.1 Οντότητες

Στο σχήμα 5.15 παρουσιάζεται το παράθυρο που εμφανίζεται όταν δημιουργούμε ή επεξεργαζόμαστε μια οντότητα. Στο πάνω μέρος ορίζεται αν η οντότητα έχει κάποια γενίκευση και το αν είναι διατηρήσιμη στη βάση δεδομένων.

Στην καρτέλα **Attributes** (Γνωρίσματα) καθορίζονται όλα τα γνωρίσματα της οντότητας. Εκεί επιλέγεται ο τύπος δεδομένων του γνωρίσματος. Οι τύποι δεδομένων που υποστηρίζονται από το Mendix είναι οι εξής: AutoNumber (αυτόματα παραγόμενοι αριθμοί, π.χ. IDs), Binary, Boolean, Date and time, Decimal, Enumeration

⁸Η έννοια της γενίκευσης στο Mendix βασίζεται σε μια λογική που θυμίζει την κληρονομικότητα (inheritance) στις αντικειμενοστραφείς γλώσσες προγραμματισμού, δηλαδή επιτρέπει σε μία οντότητα (entity) να κληρονομεί τις ιδιότητες και τις συσχετίσεις μιας άλλης υπεροντότητας, χρησιμοποιώντας τα χαρακτηριστικά και τις συσχετίσεις της, ενώ παράλληλα μπορεί να ορίσει πρόσθετες ιδιότητες ή συσχετίσεις που είναι μοναδικές για την ίδια. Η γενίκευση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη καθώς συμβάλλει στη διατήρηση της ακεραιότητας και της ασφάλειας των δεδομένων. Για παράδειγμα, οι “Customers” που κληρονομούν τα γνωρίσματα της οντότητας `System.User`, ταυτόχρονα κληρονομούν και όλα τα χαρακτηριστικά ασφάλειας του `User` που το Mendix έχει προκατασκευάσει.



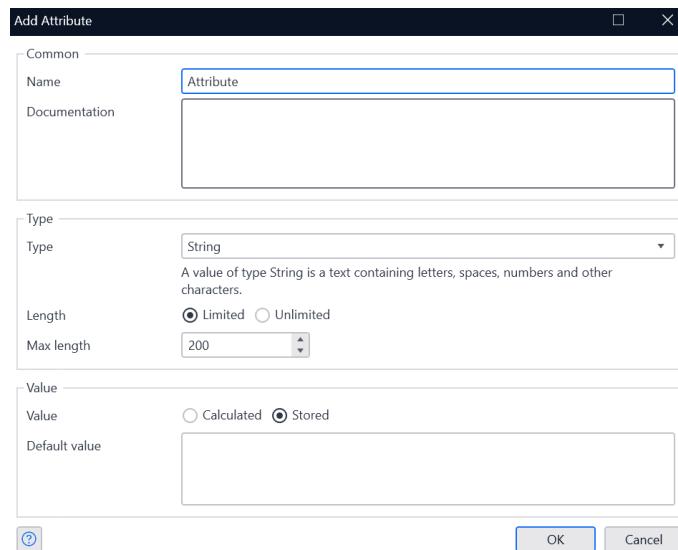
Σχήμα 5.15: Ιδιότητες μιας οντότητας Task (βλ. κεφ. 6)

(επιλέγεται κάποιο Enumeration έγγραφο), Hashed string, Integer, Long, String. Ο τύπος ενός γνωρίσματος είναι πιθανό να καθοριστεί αυτόματα από το Mendix βάσει του ονόματος που επιλέγεται κατά τον ορισμό του. Τέλος, μπορεί να οριστεί μια προεπιλεγμένη τιμή του κάθε ορίσματος ή να οριστεί η τιμή να καθορίζεται από κάποιο microflow.

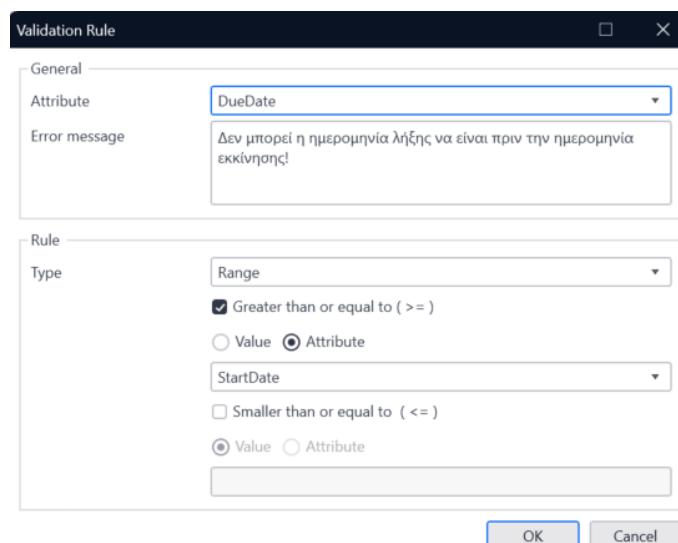
Η καρτέλα **Associations** (Συσχετίσεις) είναι ένας εναλλακτικός τρόπος που επιτρέπει να επεξεργαστούν οι συσχετίσεις μιας οντότητας. Ένας εναλλακτικός τρόπος είναι απευθείας από το domain model μέσω των συνδέσεων μεταξύ των οντοτήτων.

Η καρτέλα **Validation rules** (Κανόνες Επικύρωσης) δημιουργεί συνθήκες που πρέπει να ικανοποιούνται για να είναι έγκυρα τα γνωρίσματα κάθε οντότητας. Οι κανόνες επικύρωσης μπορούν να είναι απλές συνθήκες, όπως π.χ. ένα πεδίο να μην είναι κενό, ή πιο σύνθετες, όπως π.χ. η τιμή ενός πεδίου να καθορίζεται από ένα εύρος τιμών. Αν η συνθήκη δεν πληρούται, εμφανίζεται αυτόματα μήνυμα σφάλματος κάτω από το πεδίο.

Η καρτέλα **Event handlers** (Χειριστές Συμβάντων) είναι ένας τρόπος για να εκτελεστούν συγκεκριμένες ενέργειες (microflows) όταν συμβεί κάποιο συγκεκριμένο συμβάν στην οντότητα. Τα συμβάντα μπορεί να είναι η δημιουργία (create), η ενημέρωση (commit ή save), η διαγραφή (delete) ή η ακύρωση (rollback ή cancel) μιας οντότητας. Μπορεί να επιλεγεί η εκτέλεση του microflow πριν ή μετά την εκτέλεση των παρακάτω συμβάντων.



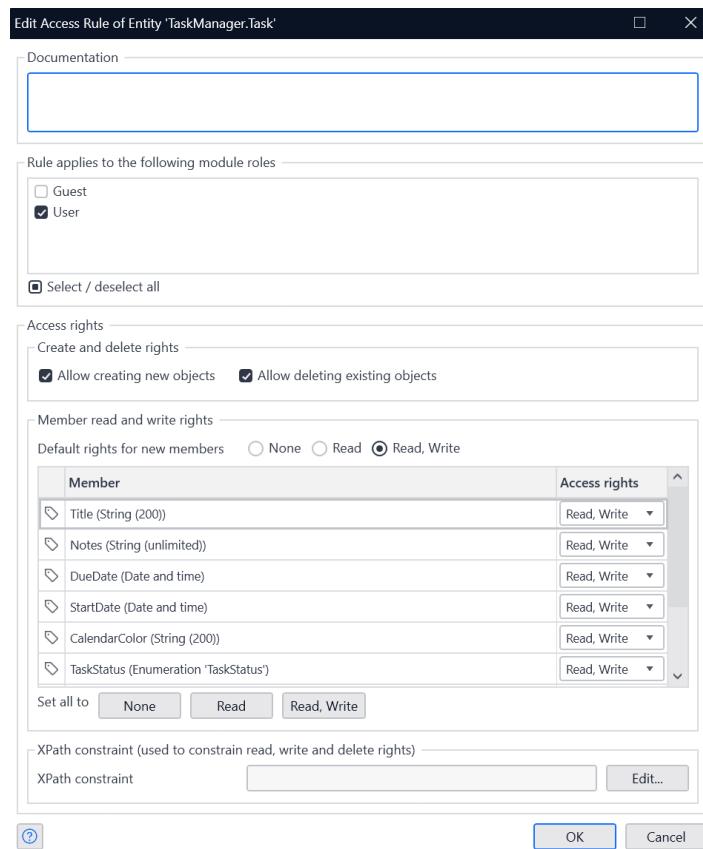
Σχήμα 5.16: Προσθήκη καινούριου γνωρίσματος σε μια οντότητα



Σχήμα 5.17: Προσθήκη κανόνα επικύρωσης (βλ. κεφ. 6)

Η καρτέλα **Access Rules** (Κανόνες Πρόσβασης) ορίζει τα δικαιώματα κάθε ρόλου χρήστη όσον αφορά την αλληλεπίδραση με τα γνωρίσματα της οντότητας. Μπορεί να επιλεγεί ποιος ρόλος χρήστη μπορεί να δημιουργήσει ή να διαγράψει στιγμιότυπα από οντότητες και να διαβάσει ή να τροποποιήσει τα γνωρίσματά τους.

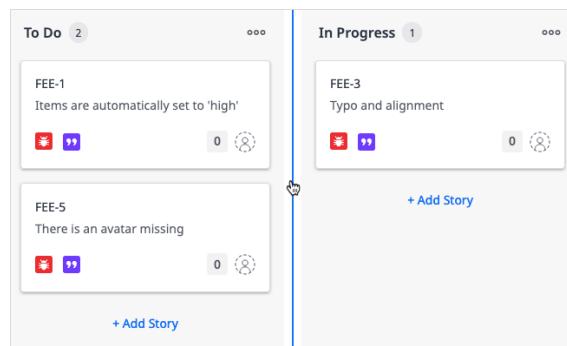
Τέλος, μπορούν να προστεθούν breakpoints στα Microflows ώστε να εντοπιστούν σφάλματα μέσω debugging κατά την εκτέλεσή τους.



Σχήμα 5.18: Επεξεργασία κανόνων πρόσβασης της οντότητας Task (βλ. κεφ. 6)

5.3.7 Dashboard εφαρμογής

Παράλληλα με την ανάπτυξη της εφαρμογής στο Mendix Studio Pro, στο προσωπικό προφίλ κάθε χρήστη υπάρχει ένα dashboard για κάθε εφαρμογή που αναπτύσσουμε όπου παρέχονται project management εργαλεία και μεθοδολογίες ανάπτυξης λογισμικού.



Σχήμα 5.19: Πίνακας Kanban στο dashboard [47].

Κεφάλαιο 6

Υλοποίηση εφαρμογής

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται η υλοποίηση της εφαρμογής UniTask. Αρχικά, γίνεται αναφορά στη σχεδιαστική προσέγγιση που ακολουθήθηκε, λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα έρευνας σχετικά με τις προτιμήσεις των φοιτητών. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ένα demo της εφαρμογής με όλες τις δυνατότητές της και στο τέλος εξηγείται η αρχιτεκτονική της εφαρμογής καθώς και τα επιμέρους τεχνικά στοιχεία που την απαρτίζουν. Συγκεκριμένα, αναλύονται τα διάφορα modules που χρησιμοποιήθηκαν, τα διαφορετικά layouts που συνθέτουν το περιβάλλον χρήστη, η λειτουργικότητα των διαφορετικών microflows που έχουν σχεδιαστεί και οι ρυθμίσεις της εφαρμογής.

Στόχος του κεφαλαίου είναι να παρέχει μια ολοκληρωμένη εικόνα της ανάπτυξης του UniTask, παρουσιάζοντας τόσο το frontend όσο και το backend της εφαρμογής, δίνοντας έμφαση στις επιλογές που διασφαλίζουν την ευχρηστία και την αποδοτικότητα της πλατφόρμας.

6.1 Mockups και σχεδιαστική προσέγγιση

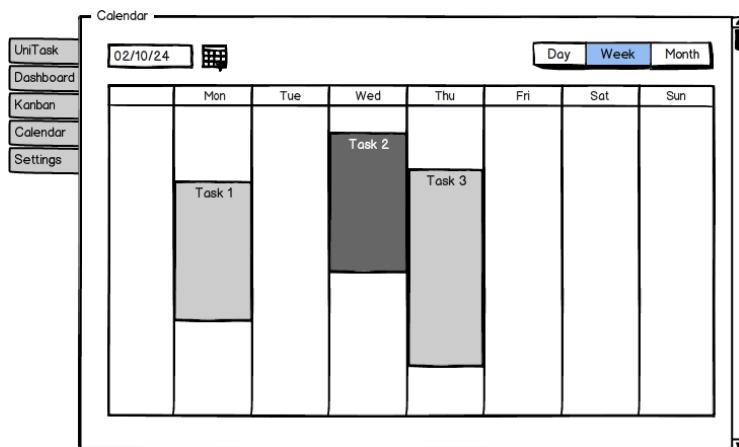
Στην ενότητα 3.1.2, παρουσιάστηκε μια έρευνα με τα βασικά χαρακτηριστικά που θεωρήθηκαν απαραίτητα από τους φοιτητές για μια εφαρμογή τους. Λαμβάνοντας υπόψιν τις προτιμήσεις αυτές δόθηκε βάση στην υλοποίηση τους ώστε η εφαρμογή να ανταποκρίνεται στις ανάγκες της ακαδημαϊκής κοινότητας.

Αρχικά, ως μια εφαρμογή διαχείρισης εργασιών, θα περιλαμβάνει προφανώς ένα σύστημα δημιουργίας, τροποποίησης και διαγραφής εργασιών, καθορισμού του χρόνου έναρξης και λήξεώς τους, και ενός συστήματος κατηγοριοποίησης των εργασιών ανάλογα με το αν έχουν πραγματοποιηθεί, αν πραγματοποιούνται και αν έχουν σκοπό να πραγματοποιηθούν μελλοντικά. Επιπλέον, με βάση την έρευνα, είναι σημαντική η ενσωμάτωση ενός ημερολογίου, η δυνατότητα χρωματικής ταξινόμησης (color-coding) και η υλοποίηση ενός συστήματος ανταμοιβής για την ενίσχυση της παρακίνησης των χρηστών. Επίσης, θα ήταν εξίσου σημαντική η δημιουργία ενός Kanban πίνακα για την άμεση οπτικοποίηση των εργασιών και την ευκολότερη διαχείρισή τους.

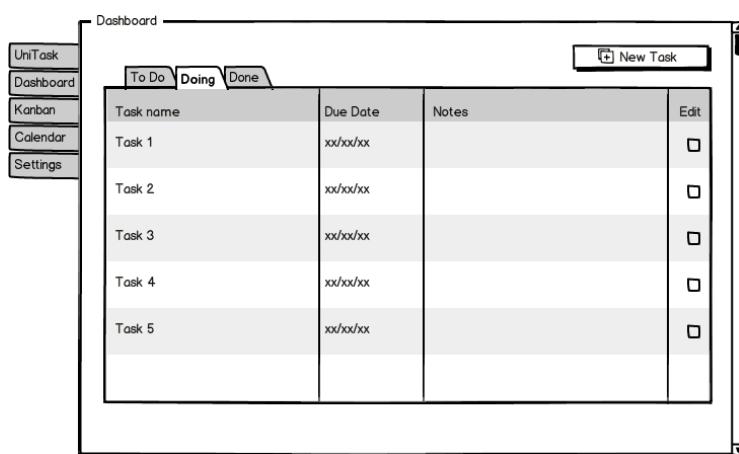
Σχεδιαστικά θεωρείται σημαντική η τήρηση σύγχρονων σχεδιαστικών κανόνων με

ένα καθαρό interface και συνοχή στον σχεδιασμό για τη δημιουργία μιας λειτουργικής, αισθητικά ευχάριστης και ευκολόχροης εμπειρίας χρήστη ώστε να εξασφαλιστεί ότι η εφαρμογή μπορεί να ανταποκριθεί στις ανάγκες διαφορετικών τύπων χρηστών, αλλά και να παρουσιαστεί ως ένα προϊόν έτοιμο προς υλοποίηση και χρήση και σε πραγματικές συνθήκες.

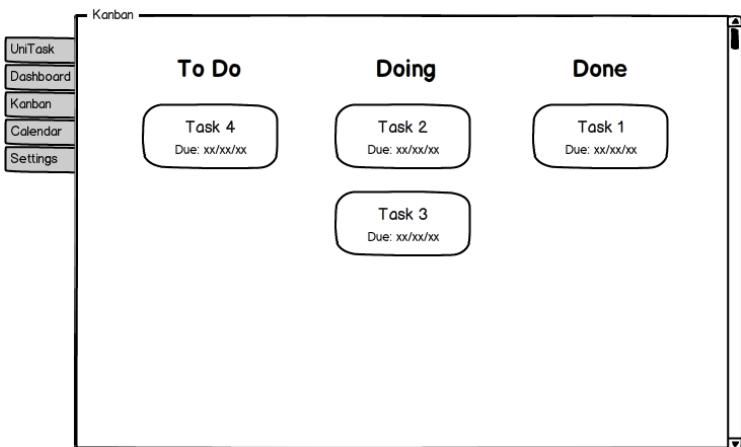
Στα σχήματα 6.1, 6.2 και 6.3 παρουσιάζονται κάποια αρχικά mockups που χρησιμοποιήθηκαν για τον σχεδιασμό της εφαρμογής.



Σχήμα 6.1: Mockup Calendar σελίδας



Σχήμα 6.2: Mockup Dashboard σελίδας

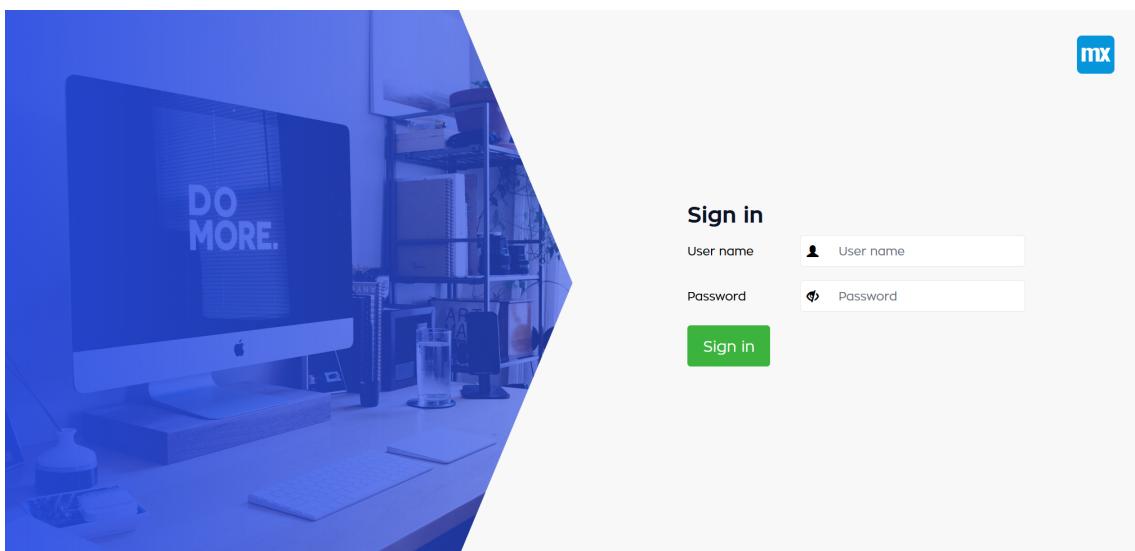


Σχήμα 6.3: Mockup Kanban σελίδας

6.2 Παρουσίαση της εφαρμογής

Κατά την εκτέλεση της εφαρμογής, είτε τοπικά είτε μέσω της απομακρυσμένης πρόσβασης στο cloud, στη διεύθυνση <https://unitask-sandbox.mxapps.io/>, εμφανίζεται αρχικά η σελίδα σύνδεσης, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.4. Στη συγκεκριμένη σελίδα, οι χρήστες καλούνται να εισάγουν τα στοιχεία σύνδεσής τους για να αποκτήσουν πρόσβαση στις λειτουργίες της εφαρμογής.

Το σύστημα αναγνωρίζει δύο επίπεδα πρόσβασης, ανάλογα με τα στοιχεία σύνδεσης που εισάγονται: δικαιώματα διαχειριστή (Administrator) και δικαιώματα χρήστη (User). Ο ρόλος του χρήστη (User) αντιστοιχεί σε φοιτητές που κάνουν χρήση της εφαρμογής, ενώ ο ρόλος του διαχειριστή παρέχει επιπλέον λειτουργίες διαχείρισης.



Σχήμα 6.4: Σελίδα σύνδεσης

Αρχικά, πραγματοποιείται σύνδεση με τον λογαριασμό διαχειριστή (Administrator) προκειμένου να παρουσιαστούν οι λειτουργίες διαχείρισης χρηστών, συμπεριλαμβανομένης της δυνατότητας προσθήκης νέου χρήστη. Μετά την επιτυχή εισαγωγή των διαπιστευτηρίων του διαχειριστή, τα οποία έχουν οριστεί προκαταβολικά κατά την ανάπτυξη της εφαρμογής (βλ. ενότητα 6.3), εμφανίζεται η σελίδα διαχείρισης χρηστών, όπως απεικονίζεται στο σχήμα 6.5. Η σελίδα αυτή παρέχει στους διαχειριστές μια ολοκληρωμένη επισκόπηση της λίστας χρηστών της εφαρμογής, καθώς και εργαλεία για τη διαχείρισή τους. Το layout της σελίδας αποτελείται από μια κάθετη μπάρα μενού η οποία περιλαμβάνει τις ίδιες δυνατότητες με τους απλούς χρήστες η οποίες θα αναλυθούν στη συνέχεια.

Σχήμα 6.5: Σελίδα διαχείρισης χρηστών

Πατώντας στο κουμπί New, εμφανίζεται η αναδυόμενη σελίδα του σχήματος 6.6 με μια φόρμα για την προσθήκη νέου χρήστη. Η φόρμα περιλαμβάνει πεδία για την εισαγωγή του ονόματος χρήστη (Username), του ρόλου του χρήστη (User role) όπου επιλέγεται αν πρόκειται για προσθήκη διαχειριστή ή χρήστη, του κωδικού πρόσβασης (New password και Confirm password). Λόγω του ότι ο χρήστης User έχει κληρονομήσει γνωρίσματα από την κλάση System.User του Mendix, έχουν προστεθεί πεδία όπως το Blocked, η οποία γίνεται αληθής μετά από κάποιες αποτυχημένες προσπάθειες σύνδεσης, το Active που γίνεται αληθές όταν ο χρήστης συνδεθεί, το Time zone όπου ορίζεται η ζώνη ώρας του χρήστη και το Language όπου ορίζεται η γλώσσα του χρήστη.

Ένας νέος χρήστης δημιουργείται με το όνομα Foithths. Ο χρήστης προστίθεται στη λίστα χρηστών, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.7. Πατώντας στο όνομά του, εμφανίζεται η σελίδα επεξεργασίας του χρήστη, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.8. Στη λίστα των χρηστών υπάρχει η δυνατότητα αναζήτησης χρηστών βάσει όλων των στοιχείων τους (σχήμα 6.9), όπως επίσης και η δυνατότητα διαγραφής τους.

Μετά την αποσύνδεση από τον λογαριασμό διαχειριστή και τη σύνδεση ως Foithths, εμφανίζεται η αρχική σελίδα της εφαρμογής (σχήμα 6.10). Η σελίδα περιλαμβάνει ένα κεντρικό call to action κουμπί (όλες οι εργασίες) το οποίο οδηγεί στο dashboard.

New Account

Username:

Blocked: Ναι Όχι

Active: Ναι Όχι

User role:

Language:

Time zone:

New password:

Confirm password:

Save **Cancel**

Σχήμα 6.6: Φόρμα προσθήκης νέου χρήστη

Name	Last login	Blocked	Blocked since	Active	Web service user	Is anonymous
Foithths		Όχι		Ναι	Όχι	Όχι

Σχήμα 6.7: Λίστα χρηστών με τον χρήστη Foithths

Edit Account

Username: Foithths

Blocked: Ναι Όχι

Active: Ναι Όχι

User role: User

Language: Greek, Greece

Time zone: (GMT+02:00) Athens/Europe

Change Password

Save **Cancel**

Σχήμα 6.8: Επεξεργασία στοιχείων χρήστη

Σχήμα 6.9: Αναζήτηση χρήστη

Σχήμα 6.10: Αρχική σελίδα εφαρμογής

Στο σχήμα 6.11 εμφανίζεται η σελίδα **dashboard**. Πρόκειται για την κεντρική σελίδα προβολής, δημιουργίας και επεξεργασίας των εργασιών του χρήστη. Περιλαμβάνονται τρεις καρτέλες (Επόμενες εργασίες, Εργασίες σε εξέλιξη, Ολοκληρωμένες εργασίες). Οι επόμενες εργασίες αφορούν εργασίες που έχουν σκοπό να πραγματοποιηθούν στο άμεσο μέλλον αλλά όχι τη δεδομένη χρονική στιγμή, οι εργασίες σε εξέλιξη αφορούν εργασίες που βρίσκονται σε εξέλιξη και οι ολοκληρωμένες εργασίες αφορούν εργασίες που έχουν ολοκληρωθεί.

Στη σελίδα επίσης περιλαμβάνεται ένα επεξηγηματικό παράθυρο που εμφανίζεται μόνο όταν ο χρήστης δεν έχει δημιουργήσει κάποια εργασία και του εξηγεί το τρόπο λειτουργίας της εφαρμογής. Στο dashboard επίσης περιλαμβάνονται μετρητές για το σύνολο των εργασιών που υπάρχουν ανά κατηγορία, όπως επίσης και ένα κεντρικό

Σχήμα 6.11: Dashboard εργασιών

κουμπί δημιουργίας εργασιών (Νέα εργασία).

Πατώντας το, εμφανίζεται ένα αναδυόμενο παράθυρο (σχήμα 6.12.1) με μια φόρμα για τη δημιουργία μιας νέας εργασίας. Η φόρμα αυτή περιλαμβάνει πεδία για την εισαγωγή του τίτλου της εργασίας (Τίτλος), της ημερομηνίας έναρξης (Εκκίνηση) και λήξης (Λήξη), της κατάστασης της εργασίας (Κατάσταση), της προτεραιότητας της εργασίας (Προτεραιότητα) όπως επίσης και του χρώματος της εργασίας (Χρώμα), όπως θα αποτυπωθεί μετέπειτα στο ημερολόγιο. Στο αναδυόμενο παράθυρο ορίζεται προεπιλεγμένα ως ημερομηνία λήξης της εργασίας μια εβδομάδα μετέπειτα από την ημερομηνία δημιουργίας της, ενώ η κατάσταση της εργασίας έχει προκαθοριστεί (γίνεται να τροποποιηθεί φυσικά) ανάλογα με το ποια καρτέλα ήταν ανοιχτή στο dashboard. Αφού επεξεργαστούμε το παράθυρο όπως επιθυμούμε (σχήμα 6.12.2), πατάμε αποθήκευση για την αποθήκευση της εργασίας.

Σημειώνεται ότι οι επιλογές για την κατάσταση και την προτεραιότητα της εργασίας είναι χρωματικά κωδικοποιημένες (color-coded) και συνοδεύονται από γραφικά σύμβολα, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.13 με σκοπό να διευκολύνει τον χρήστη για την άμεση αναγνώριση τους.

Στη σελίδα πλέον είναι δημιουργημένη η κάρτα με την πρώτη μας εργασία (σχήμα 6.14). Το πλαίσιο σύντομη σημείωση επιτρέπει την εισαγωγή μιας συνοπτικής περιγραφής της εργασίας, στα αριστερά εμφανίζεται ο τίτλος της εργασίας, μια μπάρα προόδου (progress bar) η οποία δυναμικά αυξάνεται όσο πλησιάζουμε στη λήξη της εργασίας, όπως επίσης η προτεραιότητα της εργασίας και οι ημερομηνίες και ώρες εκκίνησης και λήξης της εργασίας, ενώ στο δεξιό μέρος της κάρτας εμφανίζονται το εικονίδιο για την επεξεργασία της εργασίας.

Η ταξινόμηση των εργασιών στο dashboard βασίζεται στην προτεραιότητα και

The image consists of two vertically stacked screenshots of the UniTask application's task creation dialog.

Screenshot 1 (Top):

- Title:** Νέα εργασία
- Status:** Επόμενη (Next) icon
- Prioritization:** Χαμηλή (Low) icon
- Color:** Blue
- Start Date:** 11/1/2025, 7:30 μμ.
- End Date:** 18/1/2025, 7:30 μμ.
- Note:** Η ημερομηνία έχει δύο οριστέ σε μια εβδομάδα από τώρα!
- Buttons:** Αποθήκευση (Save), Ακύρωση (Cancel)

Screenshot 2 (Bottom):

- Title:** Συγγραφή Διπλωματικής
- Status:** Επόμενη (Next) icon
- Prioritization:** Μεσαία (Medium) icon
- Color:** Teal
- Start Date:** 1/12/2024, 7:30 μμ.
- End Date:** 1/2/2025, 7:30 μμ.
- Buttons:** Αποθήκευση (Save), Ακύρωση (Cancel)

Right Sidebar (Both Screenshots):

- Upcoming Tasks:**
 - Ο επόμενες εργασίες
 - 1 εργασίες σε εξέλιξη
 - Ο ολοκληρωμένες εργασίες

Σχήμα 6.12: Δημιουργία νέας εργασίας

στον χρόνο λήξης τους. Έτσι μια εργασία με υψηλή προτεραιότητα θα εμφανίζεται φηλότερα από μια εργασία με χαμηλή προτεραιότητα που δε λήγει σύντομα.

Με την επιλογή του εικονιδίου επεξεργασίας, εμφανίζεται το αναδυόμενο παράθυρο (σχήμα 6.15), το οποίο επιτρέπει την τροποποίηση των στοιχείων της εργασίας, συμπεριλαμβανομένου του πλαισίου σύντομη σημείωσης. Το ίδιο παράθυρο περιλαμβάνει και το κουμπί διαγραφής της εργασίας.

Για την καλύτερη διευκόλυνση του χρήστη, την τελευταία εβδομάδα πριν λήξη της προθεσμίας εμφανίζεται ενημερωτικό κείμενο στην κάρτα (σχήμα 6.16.1), ενώ όταν



Σχήμα 6.13: Επιλογές κατάστασης και προτεραιότητας εργασίας

The screenshot shows a dashboard interface for the 'καλώς όρισες, foithths' project. At the top, there are three tabs: 'Επόμενες εργασίες' (Next tasks), 'Εργασίες σε εξέλιξη' (Tasks in progress), and 'Ολοκληρωμένες εργασίες' (Completed tasks). A green button '+ Νέα εργασία' (New task) is located on the right. Below the tabs, there is a summary section with the title 'Συγγραφή Διπλωματικής' (Diplomatic writing), a status indicator 'μεσαία' (Medium), and a note: 'Έκκινση: 01 Δεκ 24, 7:30 μ.μ. Λήγει: 01 Φεβ 25, 7:30 μ.μ.'. To the right, a sidebar titled 'υπάρχουν...' lists the current status of tasks: 0 next tasks, 1 task in progress, and 0 completed tasks.

Σχήμα 6.14: Dashboard με δημιουργημένη εργασία

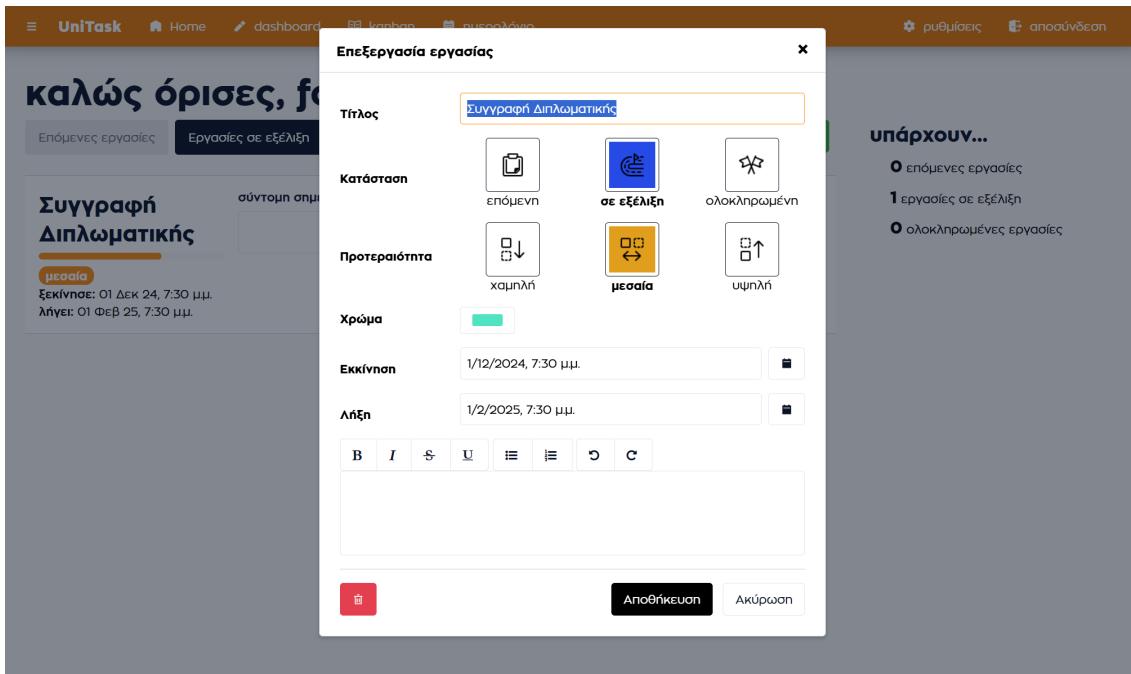
η εργασία έχει λήξει, εμφανίζεται call-to-action κουμπί που μπορεί να μετακινήσει αυτήν την εργασία στις ολοκληρωμένες εργασίες (σχήμα 6.16.2).

Επίσης, κατά την αλλαγή κατηγορίας της εργασίας σε ολοκληρωμένη, εμφανίζονται κομφετί ως ένα σύστημα ανταμοιβής για τον χρήστη (σχήμα 6.17).

Η σελίδα **Kanban** του σχήματος 6.18 εμφανίζει μια διαφορετική παρουσίαση στις εργασίες με τον τρόπο που έχει εξηγηθεί στην ενότητα 2.4.3. Στον πίνακα Kanban οι εργασίες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: τις εργασίες που έχουν ολοκληρωθεί, τις εργασίες που βρίσκονται σε εξέλιξη και τις εργασίες που έχουν σκοπό να πραγματοποιηθούν στο μέλλον. Κάθε στήλη περιλαμβάνει ένα κουμπί δημιουργίας νέας εργασίας που αυτόματα καθορίζει και την κατηγορία της.

Οι εργασίες απεικονίζονται ως κάρτες που περιλαμβάνουν τον τίτλο, την προτεραιότητα, καθώς και την ημερομηνία έναρξης και λήξης τους, ενώ πατώντας πάνω στην κάρτα μιας εργασίας, εμφανίζεται το αναδυόμενο παράθυρο επεξεργασίας της εργασίας του σχήματος 6.15.

Στη σελίδα **ημερολόγιο** (σχήμα 6.19) εμφανίζεται ένα ημερολόγιο με τις εργασίες του χρήστη. Οι εργασίες εμφανίζονται στο ημερολόγιο με το χρώμα που έχει οριστεί

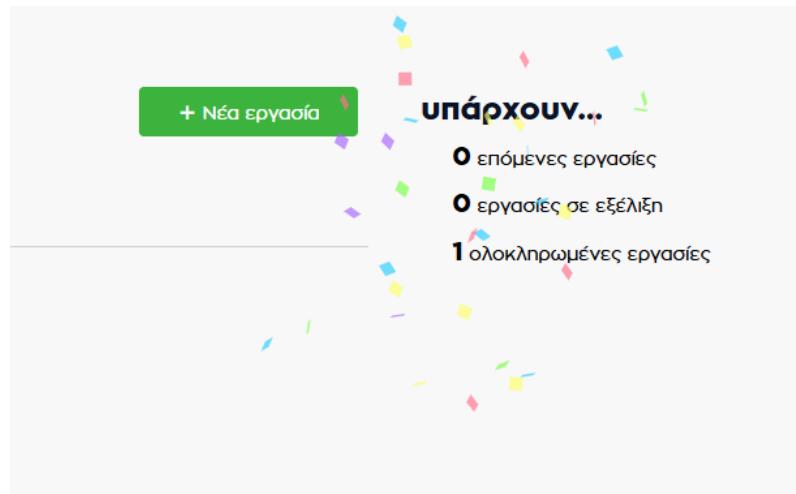


Σχήμα 6.15: Επεξεργασία εργασίας

Σχήμα 6.16: Ενημερωτικό κείμενο κάρτας εργασίας

στην επιλογή του χρήστη κατά τη δημιουργία της εργασίας, υπάρχουν προβολές ανά ημέρα, εβδομάδα ή μήνα ενώ εμφανίζεται και ένα σύντομο παράρτημα στα δεξιά με τη λίστα των εργασιών.

Η σελίδα ρυθμίσεις (σχήμα 6.20) παρέχει επιλογές για τη μαζική διαγραφή εργασιών ή την ενεργοποίηση της λειτουργίας γρήγορης διαγραφής. Αυτή η λειτουργία εισάγει ένα κουμπί διαγραφής στις κάρτες εργασιών στο dashboard, επιτρέποντας την άμεση διαγραφή των εργασιών που θέλουμε χωρίς να χρειάζεται να μεταβούμε στη σελίδα επεξεργασίας κάθε εργασίας (σχήμα 6.22.1). Τέλος, παρέχεται η δυνατότητα αρχικοποίησης των εργασιών. Στην αρχικοποίηση διαγράφονται οι υπάρχουσες εργασίες του χρήστη και δημιουργούνται κάποιες προκαθορισμένες οι οποίες λειτουργούν



Σχήμα 6.17: Επιβράβευση όταν ολοκληρωθεί μια εργασία

Σχήμα 6.18: Σελίδα Kanban

ως ένα demo (σχήμα 6.22).

Σε κάθε ρύθμιση εμφανίζονται επιβεβαιωτικά αναδυόμενα μηνύματα προκειμένου να αποφευχθούν ακούσιες διαγραφές εργασιών (σχήμα 6.21).

6.3 Δομή της εφαρμογής

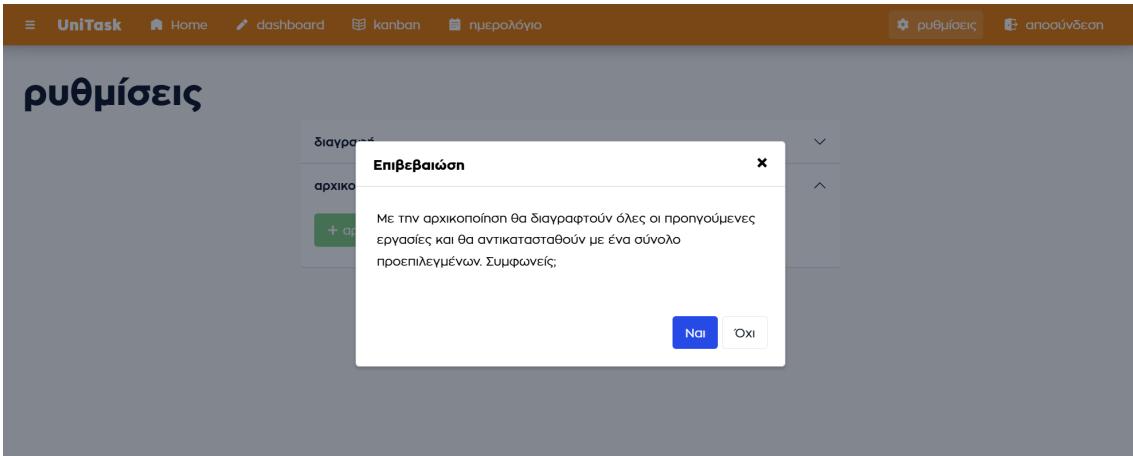
Πέρα από τα προκατασκευασμένα modules του Mendix, η λειτουργικότητα της εφαρμογής έχει οργανωθεί σε τρία modules: το Administrator, το TaskManager και το UniTask.

Σχήμα 6.19: Σελίδα Calendar

Σχήμα 6.20: Σελίδα ρυθμίσεων

6.3.1 Module Administrator

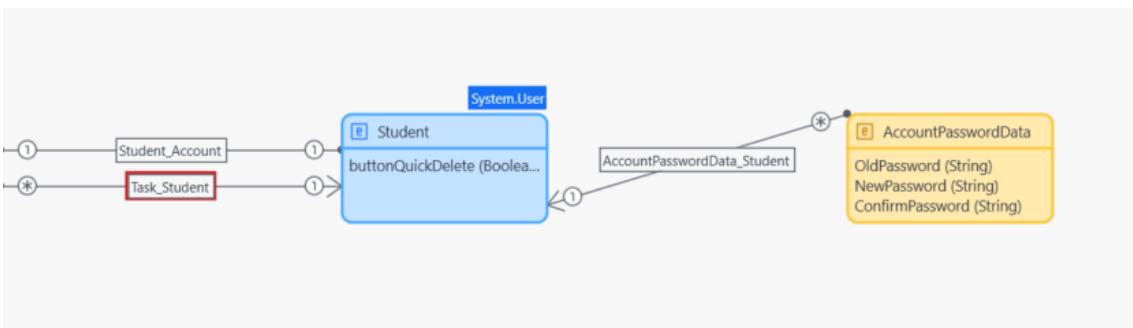
To Administrator περιλαμβάνει τη λειτουργικότητα που αφορά τη διαχείριση των χρηστών της εφαρμογής. Όλες οι οντότητες του domain model, οι σελίδες και τα



Σχήμα 6.21: Σελίδα ρυθμίσεων

microflows του module έχουν δικαιώματα ανάγνωσης και εγγραφής από τον ρόλο Administrator, όπως ορίζεται στο Security της εφαρμογής.

6.3.1.1 Domain model του Administrator



To domain model του Administrator περιλαμβάνει την οντότητα Student που καληρονομεί την οντότητα System.User του Mendix. Η οντότητα περιγράφει τον κάθε χρήστη της εφαρμογής και περιλαμβάνει την Boolean ιδιότητα buttonQuickDelete αρχικοποιημένη σε False η οποία χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση της λειτουργίας γρήγορης διαγραφής εργασιών. Η οντότητα Student συσχετίζεται με την οντότητα Account του System.User με σχέση 1-προς-1, η οντότητα Task του TaskManager με σχέση ένα-προς-πολλά (ένα Student συσχετίζεται με πολλά Tasks) και την οντότητα AccountPasswordData με σχέση 1-προς-πολλά (ένα Student συσχετίζεται με πολλά AccountPasswordData).

Η οντότητα AccountPasswordData είναι μη-διατηρήσιμη οντότητα (δεν αποθηκεύεται στη βάση δεδομένων αλλά μόνο στη μνήμη) και περιλαμβάνει τις ιδιότητες OldPassword, NewPassword και ConfirmPassword και χρησιμοποιείται για την αλλαγή του κωδικού πρόσβασης του χρήστη.

The figure consists of three vertically stacked screenshots of the UniTask application, each showing a different view of project management:

- Dashboard:** Shows a summary of tasks across three categories: "Πρότζεκτ Λειτουργικά Συστήματα" (Oct 1 - Nov 12), "Πρότζεκτ Ανάκτησης" (Dec 1 - Dec 20), and "Εργασία 2 Μικροεπεξεργαστών" (Dec 24 - Jan 15). It includes a "Ολοκληρωμένες εργασίες" section and a sidebar with statistics: 1 pending task, 1 task in progress, and 2 completed tasks.
- Kanban board:** Displays three columns: "επόμενες" (next), "σε εξέλιξη" (in progress), and "ολοκληρωμένες" (completed). Each column contains cards for the three projects mentioned in the dashboard, showing their current status and due dates.
- Calendar:** Shows the timeline from October 25 to November 5, 2024. Projects are represented as colored bars: "Πρότζεκτ Ανάκτησης" (green) from Oct 25 to Nov 5, "Δημιουργία Gantt Chart" (orange) from Oct 25 to Nov 5, and "Εργασία 2 Μικροεπεξεργαστών" (red) from Dec 24 to Jan 15. A sidebar on the right provides details for each project, including start and end dates and descriptions.

Σχήμα 6.22: Οι σελίδες Dashboard, Kanban και Calendar μετά την αρχικοποίηση των εργασιών. Στο Dashboard φαίνεται η λειτουργία γρήγορης διαγραφής εργασιών.

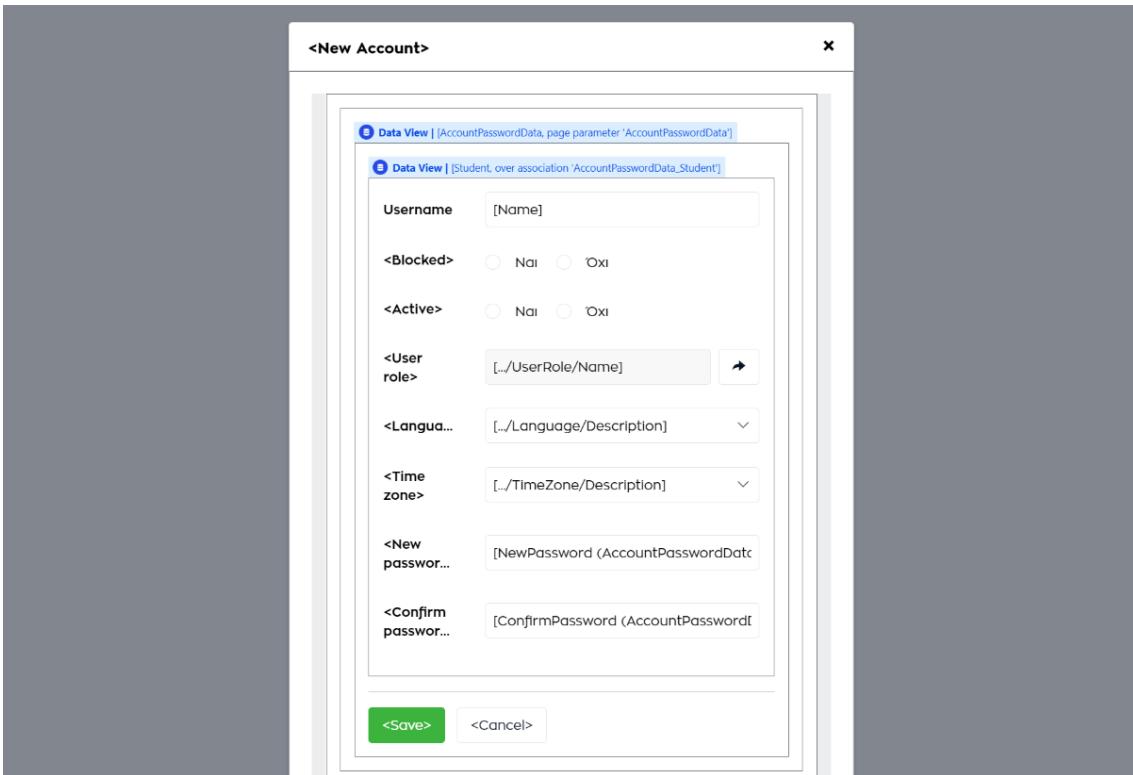
6.3.1.2 Σελίδες του Administrator

Στο Administrator περιλαμβάνονται οι εξής σελίδες:

Name	<Last login>	<Blocked>	<Blocked since>	<Active>	<Web service user>	<Is anonymous>
[Name]	[LastLogin]	[Blocked]	[BlockedSince]	[Active]	[WebServiceUser]	[IsAnonymous]
[Name]	[LastLogin]	[Blocked]	[BlockedSince]	[Active]	[WebServiceUser]	[IsAnonymous]
[Name]	[LastLogin]	[Blocked]	[BlockedSince]	[Active]	[WebServiceUser]	[IsAnonymous]
[Name]	[LastLogin]	[Blocked]	[BlockedSince]	[Active]	[WebServiceUser]	[IsAnonymous]
[Name]	[LastLogin]	[Blocked]	[BlockedSince]	[Active]	[WebServiceUser]	[IsAnonymous]

Η σελίδα χρησιμοποιείται για τη διαχείριση των χρηστών της εφαρμογής από την πλευρά των διαχειριστών.

Χρησιμοποιείται το UniTask_SideBar layout του UniTaskDesignSystem module. Το κύριο μέρος της σελίδας αποτελείται από ένα Data Grid με Data source την οντότητα Student και με στήλες τις ιδιότητες Name, Last login, Blocked, Blocked since, Active, Web service user και Is anonymous.

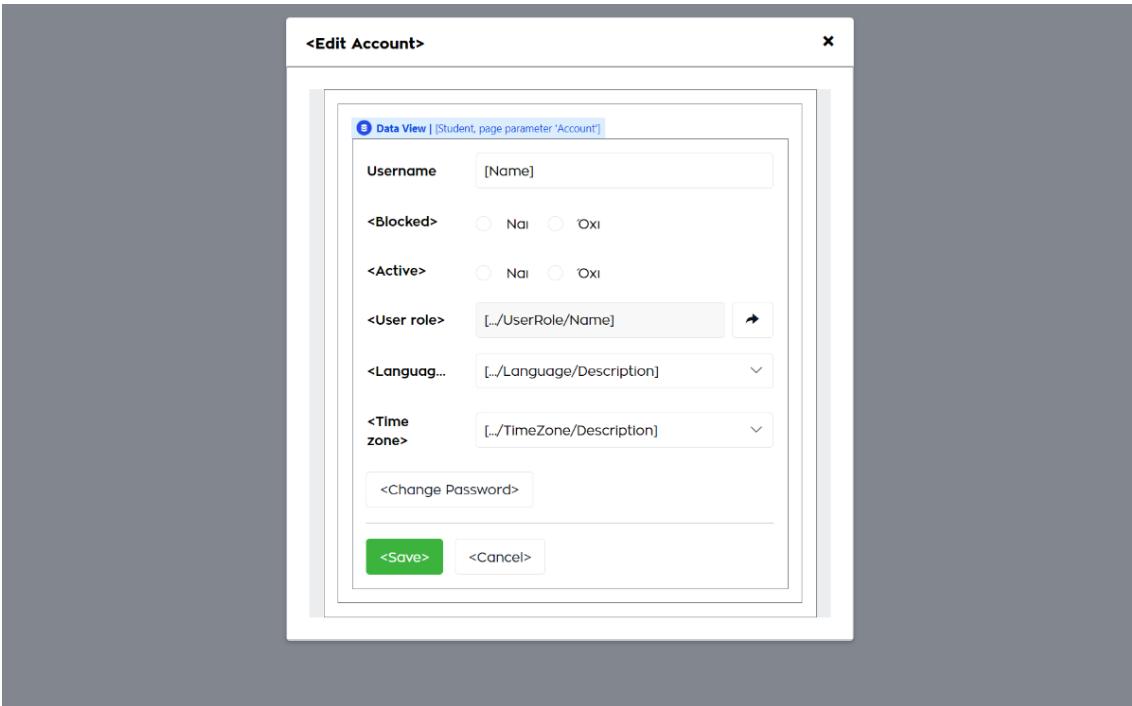
Account_New

Η σελίδα χρησιμοποιείται για τη δημιουργία νέων χρηστών της εφαρμογής.

Χρησιμοποιείται το PopupLayout layout του Atlas_Core module. Η σελίδα περιλαμβάνει δύο Parameters, το Student και AccountPasswordData του module Administrator. Η σελίδα αποτελείται από δύο εμφωλευμένα Data Views, το εξωτερικό έχει ως Data source το AccountPasswordData, ενώ το εσωτερικό έχει ως Data source τη συσχέτιση του AccountPasswordData με το Student. Η χρήση του AccountPasswordData είναι απαραίτητη καθώς η δημιουργία ενός νέου χρήστη χρειάζεται την αποθήκευση του κωδικού πρόσβασής του.

Στο εσωτερικό Data View περιλαμβάνει Text Boxes, Radio Buttons και Input Reference Set Selectors όπου εισάγονται τιμές για τα Username, Blocked, Active, User role, Language, Time zone, New password και Confirm password. Έχει σημασία να σημειωθεί πως οι ιδιότητες (γνωρίσματα) που αποθηκεύουμε στην πραγματικότητα δεν είναι ιδιότητες του Student αλλά του System.User του οποίου αποτελεί παιδί. Το Input Reference Set Selector χρησιμοποιείται για την επιλογή του UserRole, που αποτελεί διαφορετική σελίδα που θα αναλυθεί στη συνέχεια.

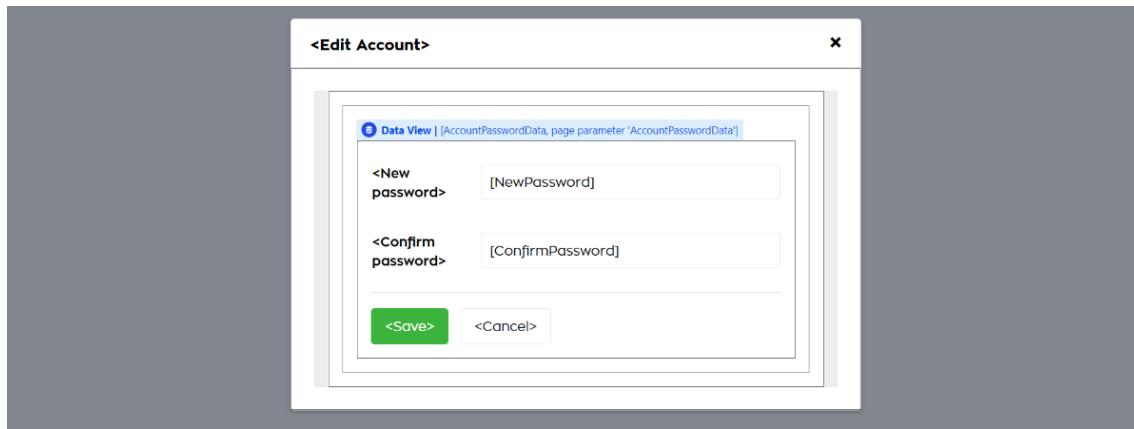
Τέλος, περιλαμβάνεται κουμπί για την αποθήκευση, το οποίο καλεί το microflow ACT_Account_Save του Administrator για την αποθήκευση των τιμών, και κουμπί για την ακύρωση της διαδικασίας.

Account_Edit

Η σελίδα χρησιμοποιείται για την επεξεργασία υπαρχόντων χρηστών της εφαρμογής.

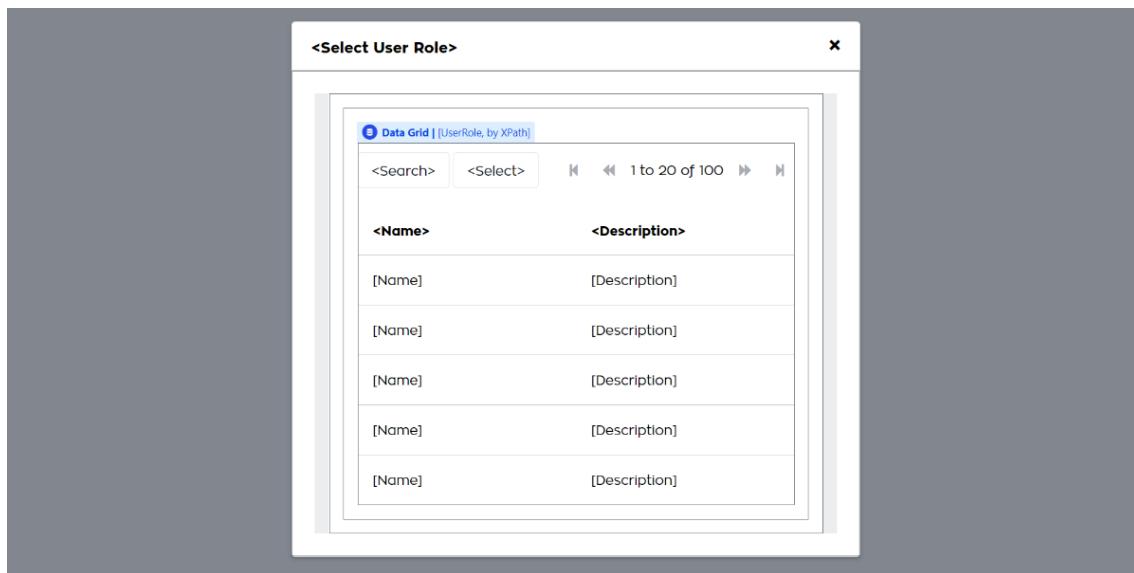
Χρησιμοποιείται το PopupLayout. Η σελίδα περιλαμβάνει το Parameter Student. Η σελίδα αποτελείται από ένα Data View με Data source το Student με παρόμοια Text Boxes και Radio Buttons όπως και το Account_New. Επίσης, περιλαμβάνεται το κουμπί που καλεί το microflow ACT_Password_Change για την αλλαγή κωδικού.

Τέλος, περιλαμβάνεται κουμπί για την αποθήκευση και κουμπί για την ακύρωση της διαδικασίας. Τα κουμπιά καλούν προεπιλεγμένες ενέργειες του Mendix.

Change_Password

Η σελίδα χρησιμοποιείται για την αλλαγή του κωδικού πρόσβασης υπάρχοντος χρήστη.

Χρησιμοποιείται το PopupLayout. Η σελίδα περιλαμβάνει το Parameter AccountPasswordData, ένα Data View με Data source το Student με τα απαραίτητα Text Boxes για την αλλαγή των τιμών. Τέλος, περιλαμβάνεται κουμπί για την αποθήκευση που καλεί το microflow ChangePassword του Administrator και κουμπί για την ακύρωση της διαδικασίας.

UserRole_Select

Η σελίδα χρησιμοποιείται για την επιλογή του ρόλου του χρήστη κατά τη δημιουργία νέου χρήστη.

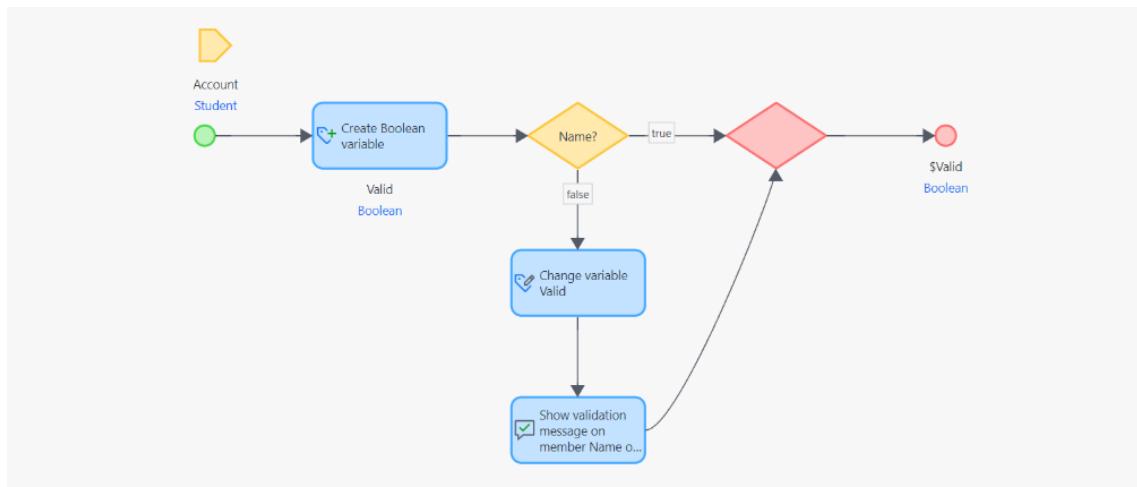
Χρησιμοποιείται το PopupLayout. Η σελίδα αποτελείται από ένα Data Grid με

Data source το UserRole του System.¹

6.3.1.3 Microflows του Administrator

Στο Administrator περιλαμβάνονται τα εξής microflows:

VAL_Account

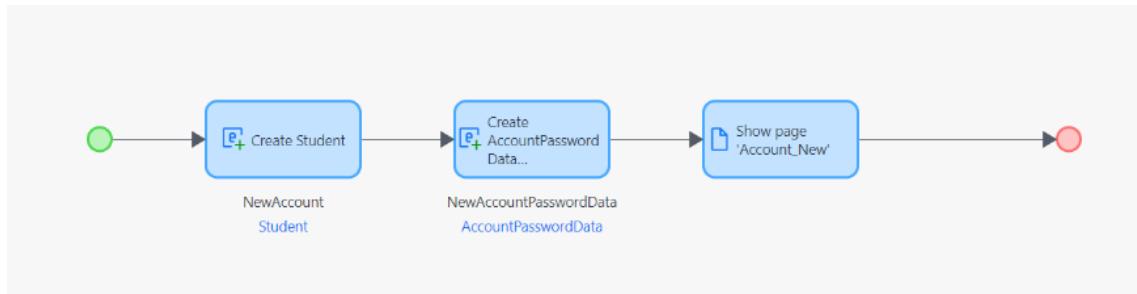


Το microflow καλείται από το microflow ACT_Account_Save για να επικυρώσει τον λογαριασμό του χρήστη πριν αποθηκευτούν οι τιμές του.²

Αρχικά δημιουργείται μια boolean μεταβλητή Valid με αρχική τιμή True η οποία θα επιστραφεί από το microflow. Στη συνέχεια ελέγχεται αν για το αντικείμενο Account τύπου Student ισχύει η συνθήκη (`trim($Account/Name) != ''`). Η έκφραση στη συνθήκη αφού καθαρίσει τα κενά (whitespaces) από το Name του Account, ελέγχει αν είναι διαφορετικό από το κενό string. Αν η συνθήκη δεν ισχύει, τότε η μεταβλητή Valid γίνεται False, η οποία επιστρέφεται μαζί με ένα popout μήνυμα. Αν η συνθήκη ισχύει, δηλαδή αν υπάρχει όνομα, τότε επιστρέφεται True.

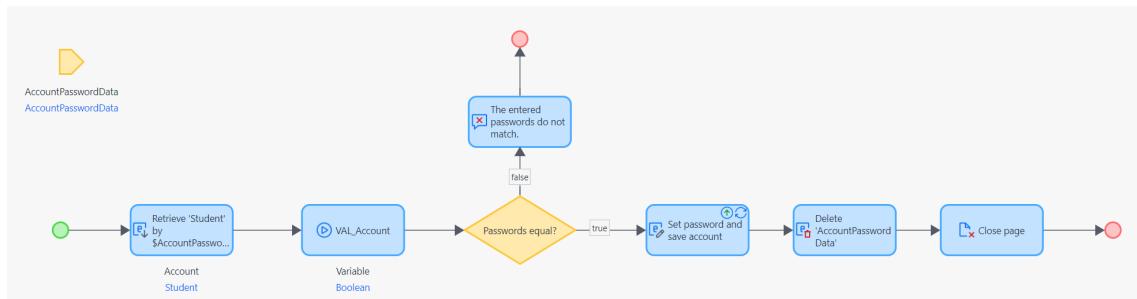
¹Τεχνικά, λόγω των ρόλων χρηστών που έχουν κληρονομηθεί από το Mendix περιλαμβάνεται και ο ρόλος Guest, ο οποίος στην πράξη δε χρησιμοποιείται καθώς έχει πρόσβαση μόνο στη σελίδα σύνδεσης.

²Το πρόθεμα VAL χρησιμοποιείται στην ονομασία των microflows για να δηλώσει επικύρωση (validation).

ACT_Account_New

Το microflow καλείται από τη σελίδα `Account_Overview` με σκοπό τη δημιουργία ενός νέου χρήστη.³

Αρχικά δημιουργούνται δύο στιγμιότυπα τύπου `Student` και `AccountPasswordData` με ονόματα `NewAccount` και `NewAccountPasswordData` αντίστοιχα. Να σημειωθεί πως το `NewAccountPasswordData` συσχετίζεται με το `Student`. Τα αντικείμενα δε γίνονται commit ακόμα στη βάση, καθώς είναι κενά. Στη συνέχεια εμφανίζεται η σελίδα `Account_New` με τα αντικείμενα `NewAccount` και `NewAccountPasswordData` ως Parameters.

ACT_Account_Save

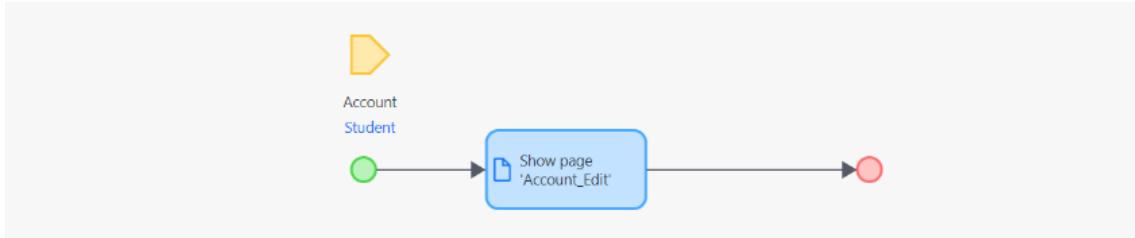
Το microflow καλείται από τη σελίδα `Account_New` με σκοπό την αποθήκευση των τιμών του νέου χρήστη.

Το microflow έχει ως Parameter το `AccountPasswordData`. Μαζί με αυτό, ανακτάται το `Student` αφού συσχετίζονται, και καλείται το microflow `VAL_Account` το οποίο ελέγχει αν το `Name` του `Student` είναι κενό. Αν το `Name` είναι κενό, τότε εμφανίζεται ένα popout μήνυμα και το microflow τερματίζεται. Αν το `Name` δεν είναι κενό, τότε ελέγχεται αν το `NewPassword` του `AccountPasswordData` είναι ίσο με το `ConfirmPassword`, όπως έχουν δοθεί στη φόρμα `Account_New`. Αν η συνθήκη δεν ισχύει, τότε εμφανίζεται ένα popout μήνυμα και το microflow τερματίζεται. Αν η συνθήκη ισχύει, τότε

³To πρόθεμα ACT χρησιμοποιείται στην ονομασία των microflows για να δηλώσει μια ενέργεια (action).

το NewPassword γίνεται commit στο Account τύπου Student στο γνώρισμα Password το οποίο είναι Hashed string. Στη συνέχεια το αντικείμενο AccountPasswordData διαγράφεται και κλείνει η σελίδα.

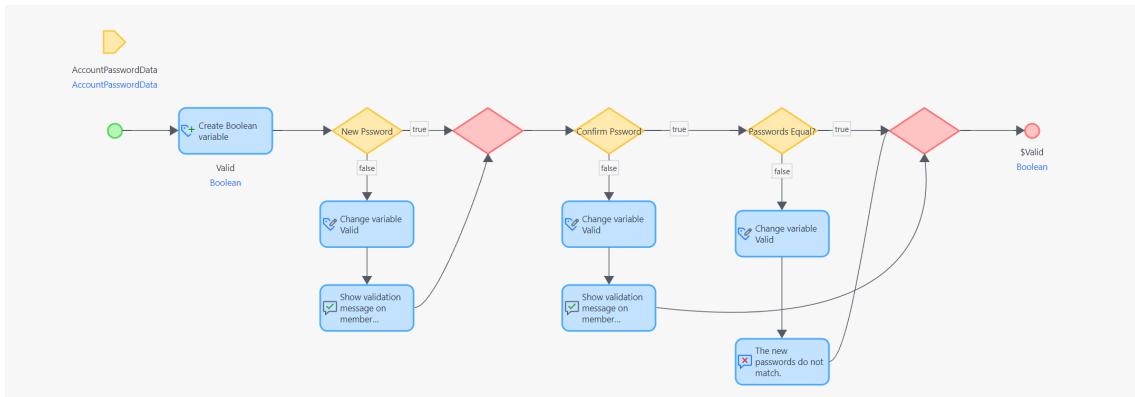
ACT_Account_Edit



Το microflow καλείται από τη σελίδα Account_Overview με σκοπό την επεξεργασία ενός υπάρχοντος χρήστη.

Το microflow εμφανίζει τη σελίδα Account_Edit με το Account τύπου Student ως Parameter.

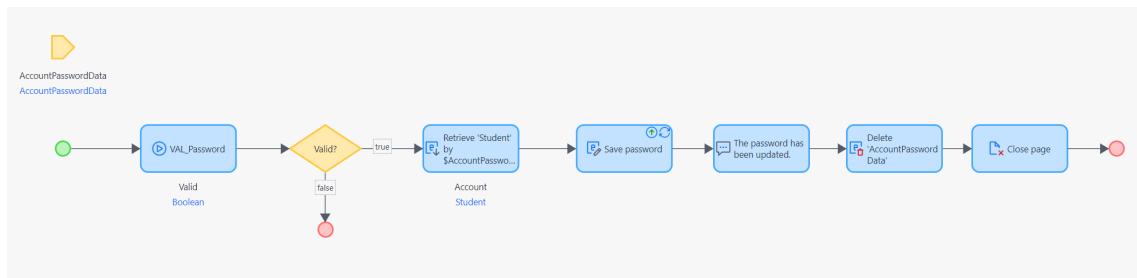
VAL_Password



Το microflow καλείται από το microflow ChangePassword με σκοπό τον έλεγχο των συνθηκών για την αλλαγή του κωδικού πρόσβασης.

Αρχικά δημιουργείται μια boolean μεταβλητή Valid με αρχική τιμή True. Στη συνέχεια ελέγχεται αν για το NewPassword του αντικειμένου AccountPasswordData ισχύει η συνθήκη (`trim($AccountPasswordData/NewPassword) != ''`). Η έκφραση στη συνθήκη ελέγχει αν έχει δοθεί όντως νέος κωδικός στη φόρμα της σελίδας Change_Password. Αν η συνθήκη ισχύει, ελέγχεται με παρόμοιο τρόπο και το ConfirmPassword όπως επίσης και το αν είναι ίσο με το NewPassword. Αν κάποια συνθήκη από τις προαναφερθείσες δεν ισχύει, η μεταβλητή Valid γίνεται False και εμφανίζεται κατάλληλο πορούτ μήνυμα. Αν όλες οι συνθήκες ισχύουν, τότε η μεταβλητή Valid παραμένει True και επιστρέφεται από το microflow.

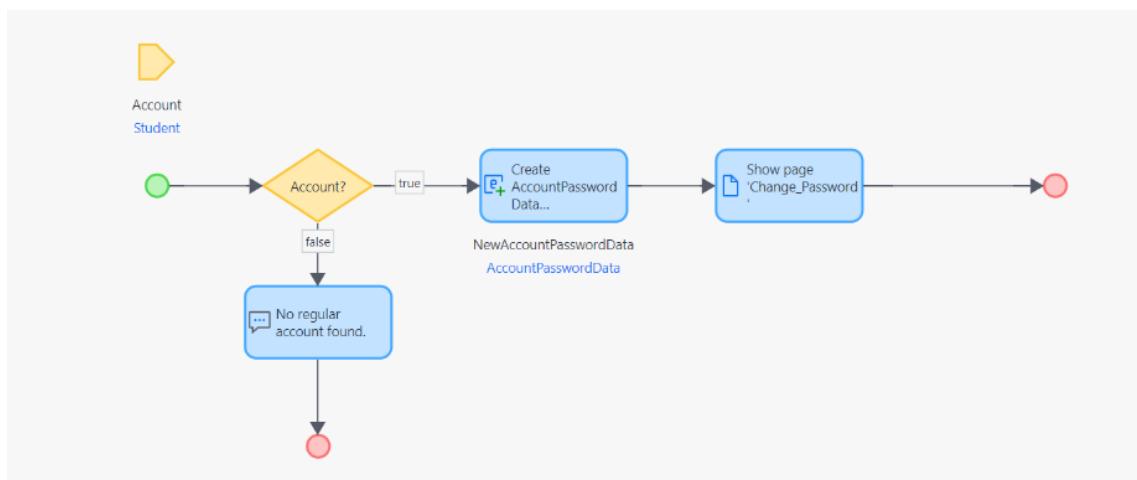
ChangePassword



Το microflow καλείται από τη σελίδα `Change_Password` με σκοπό την αποθήκευση του νέου ακωδικού πρόσβασης για έναν υπάρχων χρήστη.

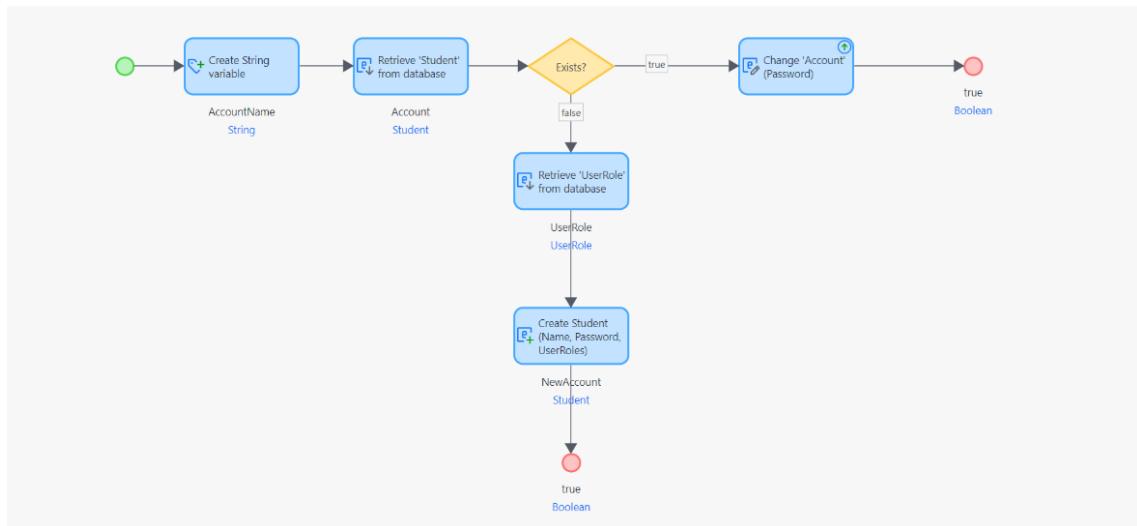
Το microflow έχει ως Parameter το `AccountPasswordData`. Στην αρχή καλείται το microflow `VAL_Password` για τον έλεγχο των συνθηκών. Αν η μεταβλητή `Valid` που επιστρέφεται από το microflow είναι `False`, τότε το microflow τερματίζεται. Αν είναι `True`, τότε γίνεται `retrieve` και το αντικείμενο `Student` ως συσχέτιση, γίνεται `commit` το `NewPassword` ως `Hashed string Password` στο `Student`, εμφανίζεται κατάλληλο πορούτ μήνυμα, διαγράφεται το `AccountPasswordData` και κλείνει η σελίδα.

ACT_Password_Change



Το microflow καλείται από τη σελίδα `Account_Edit` με σκοπό την αλλαγή του ακωδικού πρόσβασης ενός υπάρχοντος χρήστη.

Με Parameter το `Account` τύπου `Student`, αρχικά ελέγχεται αν υπάρχει όντως κάποιο υπαρκτό `Account`. Αν δεν υπάρχει, εμφανίζεται πορούτ μήνυμα και το microflow τερματίζεται. Αν υπάρχει, τότε δημιουργείται ένα νέο αντικείμενο `AccountPasswordData` συσχετισμένο με το `Account` και εμφανίζεται η σελίδα `Change_Password` με `AccountPasswordData` και `Account` ως Parameters.

ASU_Administrator_Create

Microflow που καλείται κατά την αρχικοποίηση της εφαρμογής για τη δημιουργία του διαχειριστή της εφαρμογής.⁴

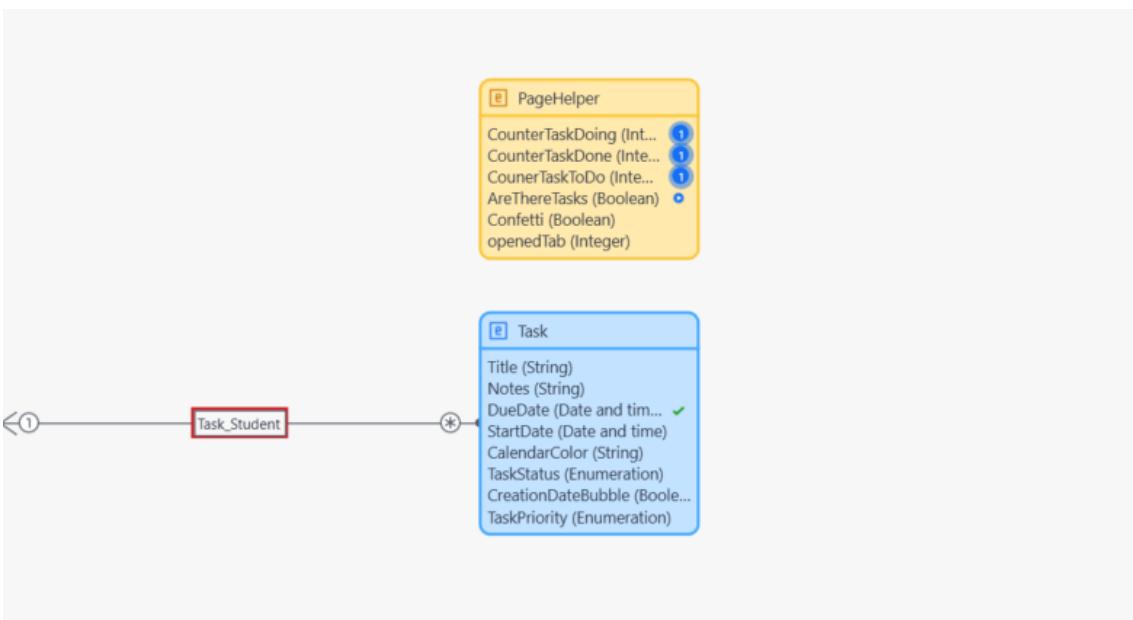
Αρχικά δημιουργείται το String AccountName με τιμή 'admin' με το username του διαχειριστή. Στη συνέχεια γίνεται retrieve από τη βάση δεδομένων το Student που έχει ως Name το AccountName. Αν δεν υπάρχει τέτοιος λογαριασμός, τότε γίνονται retrieve τα System.UserRoles και δημιουργείται ένα νέο αντικείμενο Student με Name το AccountName, Password η τιμή 'admin' και UserRole το UserRole. Αν υπάρχει ήδη λογαριασμός με το AccountName, τότε αλλάζει ο κωδικός σε 'admin'. Είναι προφανές ότι τα στοιχεία σύνδεσης του διαχειριστή έχουν οριστεί ως 'admin' και 'admin'.

6.3.2 Module TaskManager

Το TaskManager περιλαμβάνει τη λειτουργικότητα που αφορά τη διαχείριση των εργασιών της εφαρμογής. Όλες οι οντότητες του domain model, οι σελίδες και τα microflows του module έχουν δικαιώματα ανάγνωσης και εγγραφής από τον User ρόλο, όπως ορίζεται στο Security της εφαρμογής, με εξαίρεση το Custom_LogIn_-Page που έχει δικαιώματα o Guest.

⁴Το πρόθεμα ASU (After Startup) χρησιμοποιείται στην ονομασία των microflows για να δηλώσει ότι καλείται αμέσως μετά την εκκίνηση της εφαρμογής.

6.3.2.1 Domain model του TaskManager



Το domain model του TaskManager περιλαμβάνει την οντότητα Task και τη μηδιατηρήσιμη οντότητα PageHelper.

Η οντότητα Task αναπαριστά την εκάστοτε εργασία του χρήστη της εφαρμογής. Περιλαμβάνει τις ιδιότητες Title τύπου String ως 200 χαρακτήρες με το όνομα της εργασίας, Notes τύπου String με απεριόριστους χαρακτήρες όπου μπορούν να προστεθούν σημειώσεις για αυτή και DueDate τύπου Date and time με την ημερομηνία λήξης. Επίσης, περιλαμβάνει τη StartDate τύπου Date and time με την ημερομηνία έναρξης, η οποία αρχικοποιείται με την τιμή '%CurrentDateTime%' (Token που επιστρέφει την τρέχουσα ημερομηνία και ώρα) και τη CalendarColor τύπου String που αποθηκεύει το χρώμα της εργασίας στο ημερολόγιο. Λόγω της φύσης του widget του ημερολογίου, το String θα έχει πάντα τη μορφή 'rgb(<0-255>, <0-255>, <0-255>)' και στην οντότητα αρχικοποιείται με την τιμή 'rgb(38, 74, 229)' που αντιστοιχεί στο μπλε χρώμα.

Επιπλέον, η οντότητα περιλαμβάνει τις ιδιότητες TaskStatus και TaskPriority όπου είναι Enumeration ιδιότητες των Enumeration εγγράφων TaskStatus και TaskPriority, αρχικοποιημένες με To_Do και Low αντίστοιχα. Το TaskStatus καθορίζει την κατάσταση της εργασίας με τις δυνατές καταστάσεις να είναι 'To_Do', 'Doing' και 'Done' ενώ το TaskPriority καθορίζει αν η προτεραιότητα της εργασίας είναι χαμηλή, μεσαία ή υψηλή. Επίσης, περιλαμβάνεται η ιδιότητα CreationDateBubble τύπου Boolean που αρχικοποιείται με True. Η ιδιότητα αυτή χρησιμοποιείται για την εμφάνιση ενός επεξηγηματικού μηνύματος στον χρήστη όταν δημιουργεί μια νέα εργασία. Να σημειωθεί επίσης πως το DateDue περιλαμβάνει ένα Validation rule που ελέγχει αν η ημερομηνία λήξης είναι μετά την ημερομηνία έναρξης StartDate, και αν δεν ισχύει, τότε εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα.

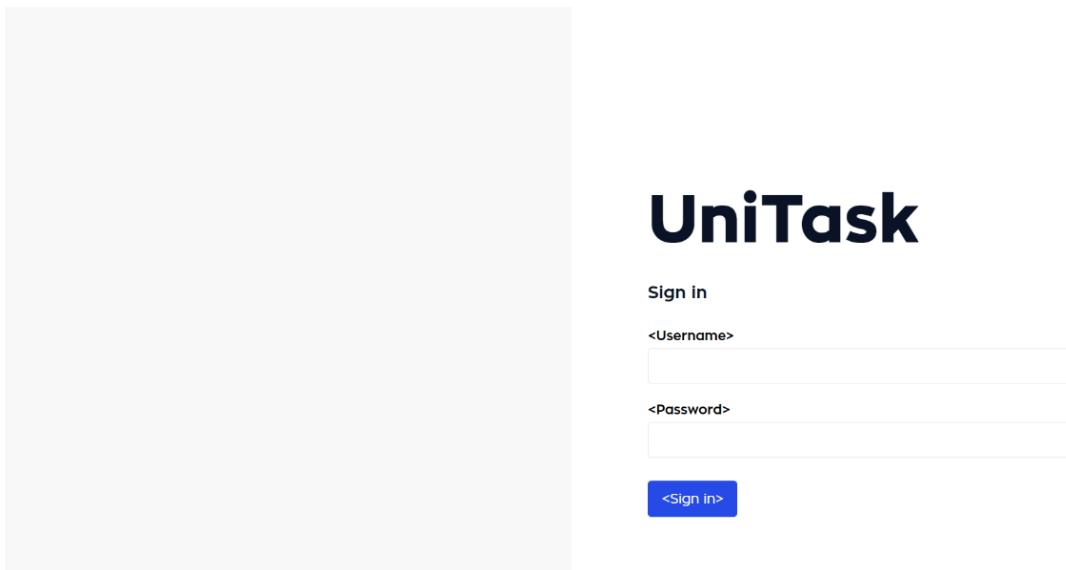
Η οντότητα PageHelper περιλαμβάνει τις ιδιότητες CounterTaskDoing,

CounterTaskDone και CounterTaskToDo τύπου Integer, των οποίων οι τιμές καθορίζονται από τα microflows CounterTaskDoing, CounterTaskDone και CounterTaskToDo αντίστοιχα. Οι ιδιότητες αυτές χρησιμοποιούνται για την εμφάνιση των τριών μετρητών. Επίσης, περιλαμβάνει την Boolean ιδιότητα AreThereTasks που καθορίζεται από το microflow AreThereTasks και χρησιμεύει για την εμφάνιση του επεξηγηματικού παραθύρου στο Dashboard, την Boolean ιδιότητα Confetti που αρχικοποιείται με False και χρησιμοποιείται για την εμφάνιση του κομφετί (σύστημα επιβράβευσης), και τέλος την ιδιότητα openedTab τύπου Integer αρχικοποιημένη με μηδέν που χρησιμεύει για την αποθήκευση της τρέχουσας καρτέλας του Dashboard που έχει ανοίξει ο χρήστης.

6.3.2.2 Σελίδες του TaskManager

Στο TaskManager περιλαμβάνονται οι εξής σελίδες:

Custom_LogIn_Overview



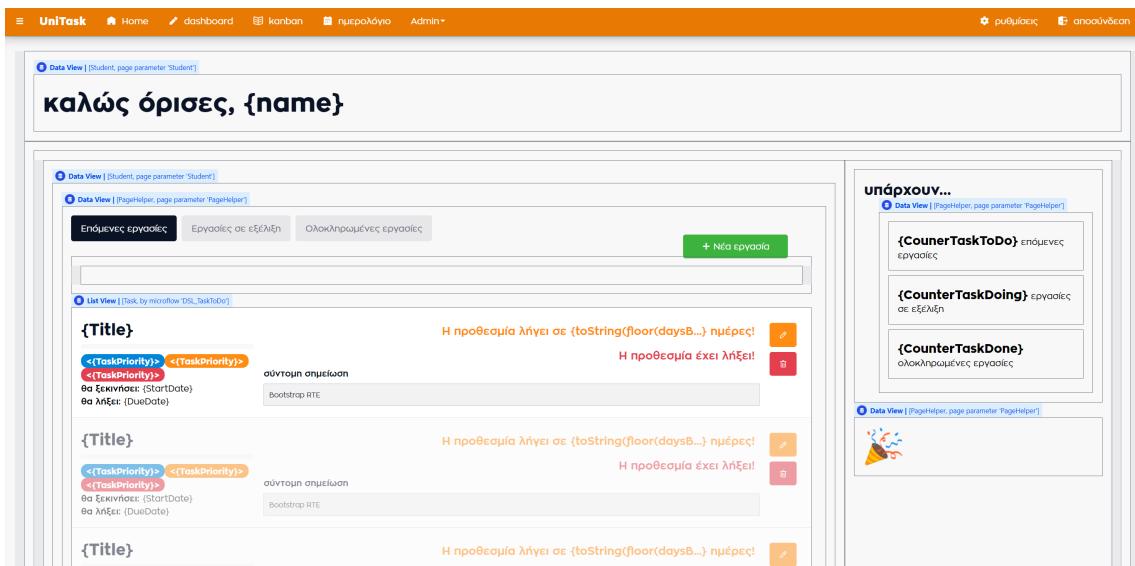
Η σελίδα χρησιμοποιείται για την είσοδο του χρήστη στην εφαρμογή. Πρόσβαση στη σελίδα έχουν μόνο οι Guest χρήστες.

Χρησιμοποιείται το Layout_LogIn layout του UniTaskDesignSystem module, με μια φόρμα που περιλαμβάνει τα Text Boxes για το Username και Password του χρήστη και το κουμπί για την είσοδο. Τα κουμπιά καλούν προεπιλεγμένες ενέργειες του Mendix.

PAGE_Home_Page

Η αρχική σελίδα της εφαρμογής που εμφανίζεται μετά την είσοδο του χρήστη.

Η σελίδα χρησιμοποιεί το UniTask_TopBar layout του UniTaskDesignSystem module, το οποίο εμφανίζει το κεντρικό μενού της εφαρμογής στο πάνω μέρος της σελίδας. Περιλαμβάνει το τίτλο **UniTask** με ένα call to action κουμπί που καλεί το microflow ShowPage_TasksOverview.

PAGE_Tasks_Overview

Η σελίδα χρησιμοποιείται για την εμφάνιση και διαχείριση των εργασιών του χρήστη. Χρησιμοποιεί το UniTask_TopBar layout του UniTaskDesignSystem module και έχει ως Parameters το Student και το PageHelper.

Η σελίδα αποτελείται από ένα Layout Grid με διαφορετικά rows. Το πρώτο row

χρησιμοποιείται για το καλωσόρισμα του χρήστη. Για την εμφάνιση του ονόματός του έχει χρησιμοποιηθεί ένα Data View με Data source το Student. Πίσω από το text widget που εμφανίζει το μήνυμα καλωσορίσματος υπάρχει στην πραγματικότητα η έκφραση καλώς άριστες, {1}. Τα {x} αποτελούν placeholders για μεταβλητές στη συγκεκριμένη περίπτωση το {1} αντιστοιχεί στο Name του Student.

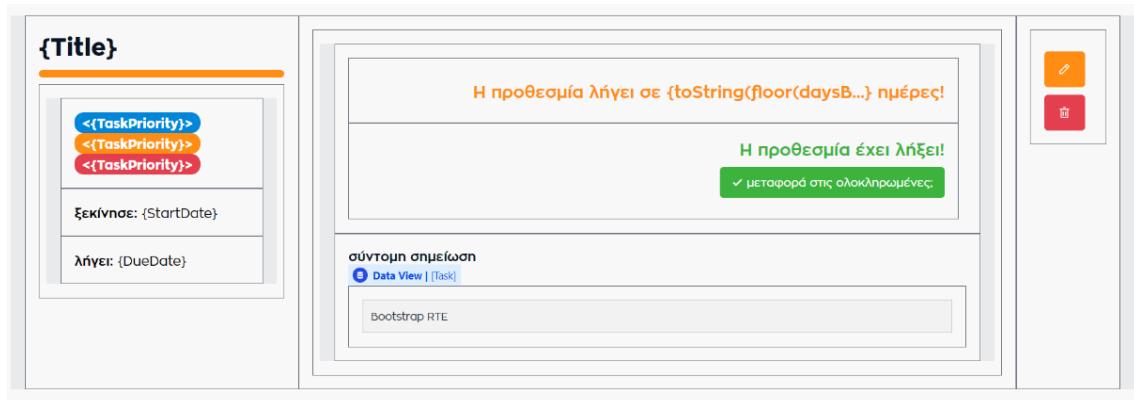
Το δεύτερο row του Layout Grid περιλαμβάνει ένα εσωτερικό Layout Grid που δημιουργεί δύο στήλες (9 και 3)⁵. Στην αριστερή στήλη περιλαμβάνονται οι κάρτες με τις εργασίες. Για να επιτευχθεί αυτό έχουν δημιουργηθεί δύο εμφωλευμένα Data Views με Data sources τα Student και PageHelper. Μέσα στο Data View περιλαμβάνεται ένα Tab Container με τρία tabs που αντιστοιχούν στις τρεις καταστάσεις των εργασιών. Σε κάθε tab αντιστοιχείται ένα ξεχωριστό πράσινο κουμπί (Νέα εργασία) που, ανάλογα με το tab που είναι ενεργό, καλεί το microflow CreateNewTask_ToDo, CreateNewTask_Doing ή CreateNewTask_Done. Το περιεχόμενο της καρτέλας είναι ένα List View με τις κάρτες εργασιών. Το περιεχόμενο των καρτών γίνεται populate (έχει δηλαδή Data source) από το microflow DSL_TaskToDo, DSL_TaskDoing ή DSL_TaskDone αντίστοιχα. Για την καλύτερη οργάνωση, η κάρτα ουσιαστικά αποτελεί ένα Snippet που επαναχρησιμοποιείται. Έχουν δημιουργηθεί τα Snippets TaskCard_Overview_Doing, TaskCard_Overview_ToDo και TaskCard_Overview_Done που θα αναλυθούν στη συνέχεια.

Η δεξιά στήλη με τους μετρητές περιλαμβάνει ένα Data View με Data source το PageHelper. Εσωτερικά περιλαμβάνονται containers με text widgets με τις μεταβλητές CounterTaskToDo, CounterTaskDoing και CounterTaskDone.

Όσον αφορά για το σύστημα επιβράβευσης, το κομφετί αποτελεί ένα add-on widget από το Marketplace του Mendix. Το widget αυτό βρίσκεται τοποθετημένο μέσα σε ένα Data View με Data source το PageHelper και εμφανίζεται μόνο όταν η μεταβλητή Confetti γίνεται True.

Στο κάτω μέρος του Tab container υπάρχει ένα επεξηγηματικό μπλε παράθυρο (βλέπε σχήμα 6.11) που εμφανίζεται μόνο όταν δεν έχουν δημιουργηθεί εργασίες. Αυτό επιτυγχάνεται με την έκφραση not (\$PageHelper/AreThereTasks) στην συνθήκη Visibility του container που αντιπροσωπεύει το παράθυρο. Αξίζει επίσης να σημειωθεί πως τα call-to-action κουμπιά για τη νέα εργασία και τη σελίδα Kanban είναι και αυτά clickable και έχουν χρησιμοποιηθεί custom CSS κλάσεις για την εμφάνισή τους.

⁵Χρησιμοποιώντας παρόμοια λογική όπως το Bootstrap, το Mendix χρησιμοποιεί ένα σύστημα 12 στηλών ώστε να καθορίσουμε το πλάτος των στηλών.

TaskCard_Overview_Doing

Πρόκειται για ένα Snippet που χρησιμοποιείται για την εμφάνιση των καρτών με τις εργασίες που βρίσκονται στην κατάσταση Doing. Έχει ως Parameters τα Task, PageHelper και Student.

Αποτελείται από ένα Layout Grid με τρεις στήλες. Η πρώτη στήλη περιλαμβάνει τον τίτλο, το Progress Bar widget και ένα εσωτερικό Layout Grid με την προτεραιότητα της εργασίας και τις ημερομηνίες έναρξης και λήξης.

Το Progress Bar χρησιμοποιείται για την εμφάνιση της προόδου της εργασίας και ολοκληρώνεται όσο πλησιάζει η ημερομηνία λήξης. Αυτό επιτυγχάνεται με τον καθορισμό τριών τιμών: Current, Minimum και Maximum value. Στις τιμές Minimum και Maximum value καθορίζονται οι εκφράσεις `dateTimeToEpoch($Task/StartDate)` και `dateTimeToEpoch($Task/DueDate)` αντίστοιχα, στις οποίες ουσιαστικά μετατρέπεται η ημερομηνία και ώρα σε ακέραιο αριθμό. Αυτό βοηθάει στο να είναι καθορισμένο ένα άνω και κάτω αριθμητικό όριο στο οποίο θα κινείται το Current value. Το Current value καθορίζεται από την έκφραση⁶:

```

1 if [%CurrentDateTime%] > $Task/DueDate then dateTimeToEpoch($Task/DueDate)
2 else if [%CurrentDateTime%] < $Task/StartDate then dateTimeToEpoch($Task/StartDate)
3 else dateTimeToEpoch([%CurrentDateTime%])

```

η οποία καταφέρνει τη συγκράτηση της τιμής μέσα σε αυτά τα όρια.

Η προτεραιότητα εμφανίζεται ως ένα Badge widget. Στην κάρτα βρίσκονται το ποθετημένα και τα τρία, και ανάλογα με το ποιο είναι το TaskPriority εμφανίζεται και εξαφανίζονται τα αντίστοιχα Badges. Τέλος, η ημερομηνία έναρξης και λήξης έχει επιλεχθεί να εμφανίζεται με τη μορφή dd MMM yy, h:mm a, που αντιστοιχεί σε “23 Απρ 18, 1:37 μ.μ.” για παράδειγμα.

⁶Η έκφραση επιστρέφει την τρέχουσα ημερομηνία σε Epoch μορφή, ή –σε περίπτωση που βρισκόμαστε πριν την ημερομηνία έναρξης ή μετά την ημερομηνία λήξης– αυτές τις ημερομηνίες πάλι σε Epoch μορφή. Η αναπαράσταση μιας χρονικής στιγμής σε Epoch βοηθάει στη σύγκριση μεταξύ ακεραίων για το Progress Bar. Να σημειωθεί πως λέγοντας Epoch μορφή εννοούμε τα δευτερόλεπτα που έχουν περάσει από τη 1η Ιανουαρίου 1970 μέχρι τη χρονική στιγμή που καθορίζουμε.

Η δεύτερη στήλη περιλαμβάνει ένα Layout Grid με διαφορετικά rows, το πρώτο αφορά δύο containers που εμφανίζονται υπό συνθήκη και περιλαμβάνουν ενημερώσεις για το αν λήγει μια εργασία σε λιγότερο από μια εβδομάδα ή αν έχει ήδη λήξει. Το πρώτο container εμφανίζεται από την έκφραση⁷:

```
1 if daysBetween($Task/DueDate, [%CurrentDateTime%]) < 7 and daysBetween($Task/DueDate,
2   [%CurrentDateTime%]) > 0 and $Task/DueDate > [%CurrentDateTime%]
then true else false
```

και εμφανίζει “Η προθεσμία λήγει σε {1} ημέρες!” όπου το {1} αντιστοιχεί σε:

```
1 toString(floor(daysBetween($Task/DueDate, [%CurrentDateTime%])))
```

Το δεύτερο container εμφανίζεται το [%CurrentDateTime] είναι μικρότερο ή ίσο από το DueDate και το κουμπί του καλεί το microflow ChangeTaskStatus_TaskDone.

Κάτω από το container υπάρχει ένα Data View με Data source το Task και το Bootstrap RTE widget. Το Rich Text Editor παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα δημιουργίας εμπλουτισμένου περιεχομένου, όπως έντονο (bold) και πλάγιο (italic) κείμενο. Το widget αποθηκεύει το κείμενο σε String μορφή.

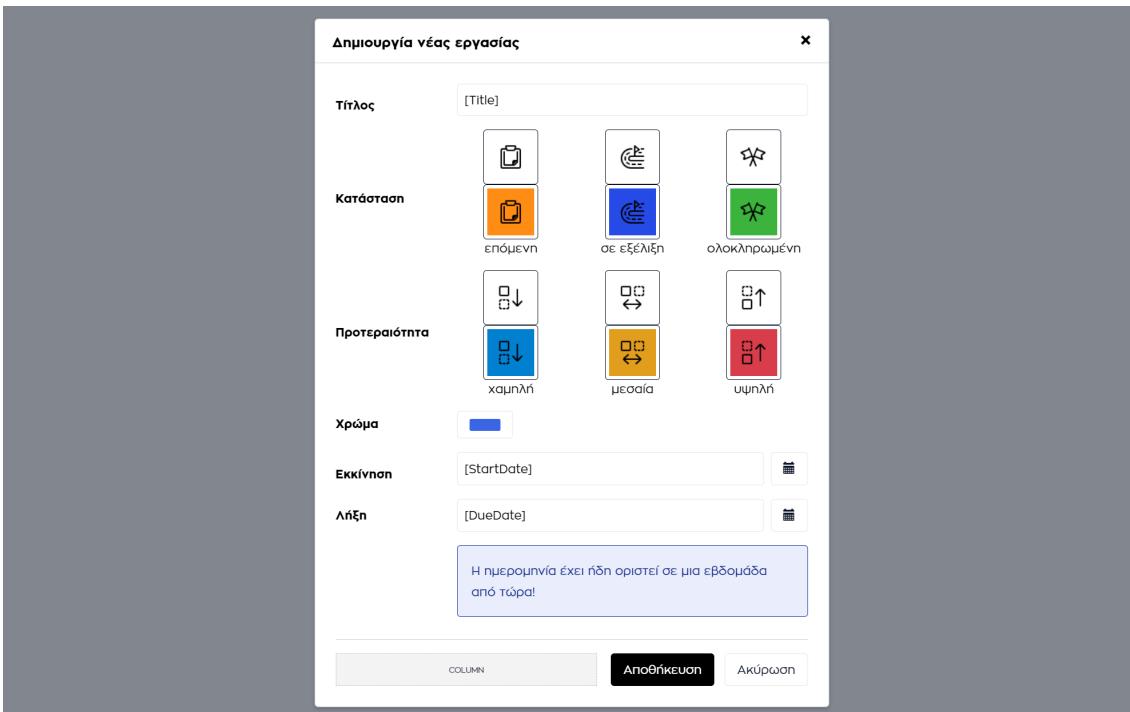
Στη δεξιά στήλη υπάρχουν τα κουμπιά επεξεργασίας και διαγραφής που καλούν τα microflows EditTask και DeleteTask (μετά από επιβεβαίωση) αντίστοιχα. Να σημειωθεί πως το κουμπί διαγραφής εμφανίζεται ανάλογα με την τιμή της Boolean ιδιότητας buttonQuickDelete του Student.

⁷Η έκφραση συγκρίνει τις ημέρες μεταξύ στην τρέχουσα μέρα και της ημερομηνίας λήξης της εργασίας, και επιστέφει True όταν η διαφορά είναι μικρότερη από μια εβδομάδα και η ημερομηνία λήξης ακόμη είναι στο μέλλον.

TaskCard_Overview_ToDo**TaskCard_Overview_Done**

Tα Snippets TaskCard_Overview_ToDo και TaskCard_Overview_Done είναι παρόμοια με το TaskCard_Overview_Done με τις απαραίτητες διαφοροποιήσεις.

Να σημειωθεί πως στο TaskCard_Overview_Done το Progress Bar πάντα είναι ολοκληρωμένο, ενώ το TaskCard_Overview_ToDo πάντα κενό, και επίσης πως στο δεύτερο δεν υπάρχει call-to-action κουμπί για την αλλαγή κατάστασης της εργασίας μετά την ημερομηνία λήξης, καθώς σε ένα σενάριο που ο χρήστης έχει προσθέσει μια εργασία ως To-Do και έχει τελειώσει η προθεσμία της πριν περάσει στην Doing κατάσταση, η προβλεπόμενη κίνηση θα είναι να τη διαγράψει.

POPOUT_Task_NewEdit

Η σελίδα καλείται στα microflows CreateNewTask_ToDo, CreateNewTask_Doing και CreateNewTask_Done και χρησιμοποιείται για τη δημιουργία νέων εργασιών. Χρησιμοποιεί το Popout_Layout layout του Atlas_Core και έχει ως Parameters το Task και το PageHelper.

Περιλαμβάνει ένα Data View με ένα Layout Grid με τα απαραίτητα Text Boxes και Date Pickers για την εισαγωγή του τίτλου και των ημερομηνιών έναρξης και λήξης. Για την επιλογή του χρώματος χρησιμοποιείται το widget ColorPicker που αποθηκεύει το επιλεγμένο χρώμα στη μεταβλητή CalendarColor.

Για την επιλογή της κατάστασης και της προτεραιότητας έχουν δημιουργηθεί ένα σύνολο από ζεύγη κουμπιών, το ένα άχρωμο και το άλλο έγχρωμο. Ανάλογα με το ποιο είναι το TaskStatus και το TaskPriority εμφανίζεται και εξαφανίζεται το αντίστοιχο σύνολο κουμπιών. Ταυτόχρονα, οι λεζάντες κάτω από τα κουμπιά περιέχουν τη δυναμική κλάση που καθορίζεται από την έκφραση:

```
1 if $Task/TaskPriority = TaskManager.TaskPriority.Low then 'labelSelected'
2 else ''
```

Αντίστοιχα στο αρχείο Styling/web/custom-variables.scss έχει δημιουργηθεί η κλάση:

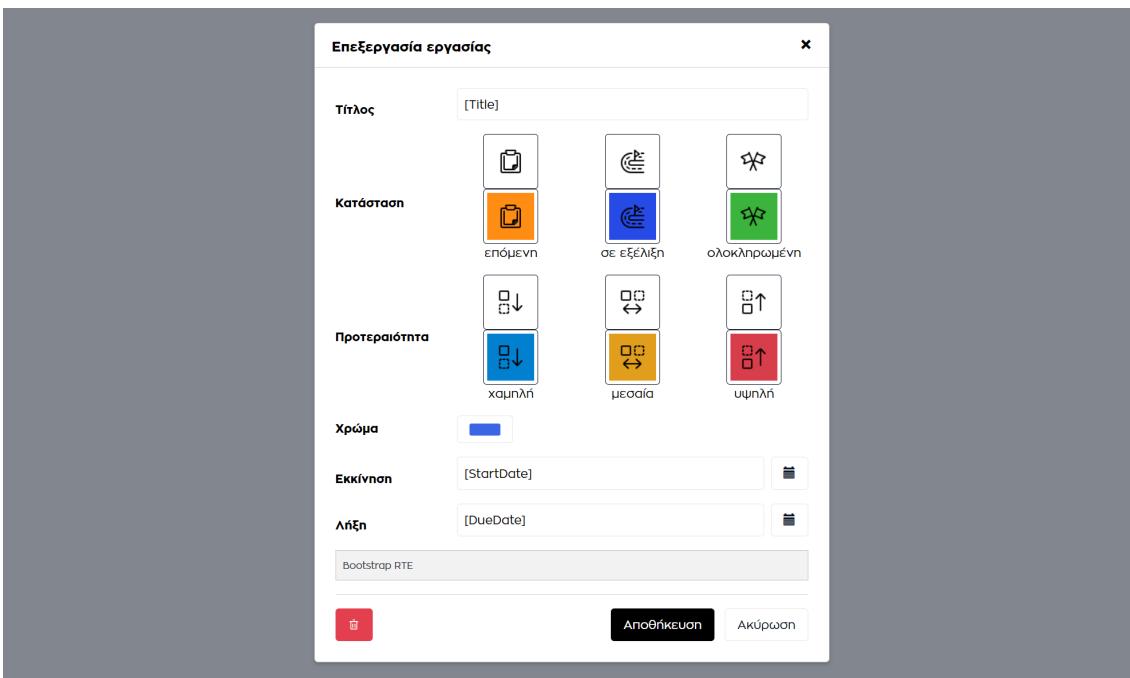
```
1 .labelSelected {
2   font-weight: bold;
3 }
```

Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η εμφάνιση της επιλεγμένης κατάστασης και προτεραιότητας με έντονη γραφή. Επιπλέον, το κάθε σύνολο από τα ζεύγη κουμπιών βρίσκεται τοποθετημένο σε ένα container, το οποίο αν πατηθεί καλεί τα microflow ChangeTaskStatus_TaskToDo, ChangeTaskStatus_TaskDoing, ChangeTaskStatus_TaskDone και ChangeTaskPriority_Low, ChangeTaskPriority_Medium και ChangeTaskPriority_High αντίστοιχα.

Τέλος, η εμφάνιση του μπλε παραθύρου που ενημερώνει ότι η ημερομηνία λήξης έχει προχαθοριστεί αυτόματα βασίζεται στην Boolean μεταβλητή CreationDateBubble του Task, και επίσης όταν γίνεται κλικ στο Date Picker για την ημερομηνία λήξης, καλείται το microflow DisableCreationDateBubble.

Για να αποθηκευτεί η νέα εργασία καλείται το microflow SaveTask.

POPOUT_Task_NewEdit_Edit



Η σελίδα καλείται από το microflow Edit_Task. Χρησιμοποιείται αντίστοιχη λογική με την POPOUT_Task_NewEdit με τη διαφορά ότι δεν υπάρχει επεξηγηματικό παράθυρο για την ημερομηνία λήξης, υπάρχει το widget Bootstrap RTE για την επεξεργασία της ιδιότητας Notes και επιπλέον υπάρχει το κουμπί διαγραφής της εργασίας που καλεί το microflow DeleteTask μετά από επιβεβαίωση.

PAGE_Tasks_Kanban

Η σελίδα χρησιμοποιείται ως ένας εναλλακτικός τρόπος εμφάνισης των εργασιών του χρήστη σε έναν Kanban πίνακα. Χρησιμοποιεί το UniTask_TopBar layout του UniTaskDesignSystem module και έχει ως Parameter το PageHelper.

Η σελίδα αποτελείται από ένα Layout Grid με 3 στήλες, με τις δύο ακραίες να αποτελούν negative space. Η κεντρική στήλη περιέχει ένα Layout Grid με 3 στήλες. Το πρώτο row του περιλαμβάνει τις επικεφαλίδες του πίνακα μαζί με κουμπιά για την προσθήκη νέας εργασίας. Κάθε κουμπί είναι προσαρμοσμένο να δημιουργεί μια εργασία που αντιστοιχεί στην κατάσταση της επικεφαλίδας, καλώντας τα microflows CreateNewTask_ToDo, CreateNewTask_Doing και CreateNewTask_Done αντίστοιχα. Το δεύτερο row περιλαμβάνει Galleries με Data sources τα DSL_TaskToDo, DSL_TaskDoing και DSL_TaskDone που δημιουργούν τις κάρτες, που αν πατηθούν καλούνται microflow EditTask. Τέλος, περιλαμβάνεται το Confetti widget, όπως και στην Dashboard σελίδα.

TaskCard_Kanban

```
<{Title}>
<{TaskPriority}> <{TaskPriority}> <{TaskPriority}>
Σεκίνησε: {StartDate}
Λήγει: {DueDate}
```

Πρόκειται για ένα Snippet που χρησιμοποιείται για την εμφάνιση των καρτών με τις εργασίες στον πίνακα Kanban. Έχει ως Parameters τα Task και Student.

Αποτελείται από ένα Layout Grid με τον τίτλο, τις ημερομηνίες έναρξης και λή-

ξης και Badges για την προτεραιότητα της εργασίας, με παρόμοιο τρόπο όπως στα Snippets του Dashboard.

PAGE_Calendar

Η σελίδα χρησιμοποιείται για την εμφάνιση των εργασιών του χρήστη σε έναν ημερολόγιο. Χρησιμοποιεί το UniTask_TopBar layout του UniTaskDesignSystem module και έχει ως Parameter το Task και PageHelper.

To Calendar widget είναι τοποθετημένο μέσα σε ένα Data View με Data source το Task. Έτσι καθορίζεται πως το Event entity, δηλαδή ο τύπος αντικειμένου που θα εμφανίζεται στο ημερολόγιο, είναι το Task. Το ημερολόγιο γίνεται populated μέσω του microflow ShowTasks_Calendar και στα Properties του Widget επιλέγονται οι ιδιότητες Title, StartDate, DueDate και CalendarColor του Task για να καθοριστεί η εμφάνισή του στο ημερολόγιο. Όσον αφορά το Timeline στα δεξιά του, έχει επιλεχθεί να εμφανίζονται οι εργασίες ομαδοποιημένες βάσει της ημερομηνίας έναρξής τους και μάλιστα να μπορεί να γίνει επεξεργασία τους αν γίνει κλικ πάνω τους.

PAGE_Settings

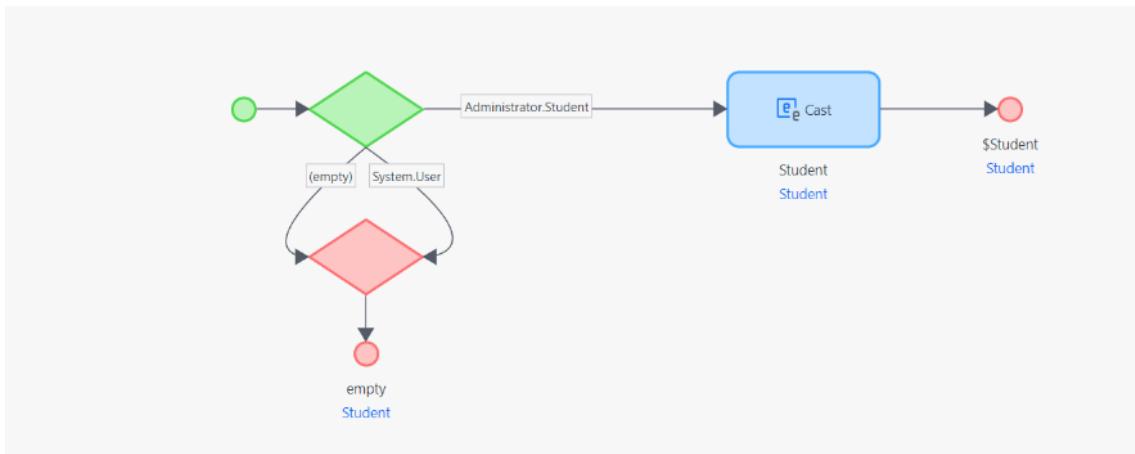
Η σελίδα χρησιμοποιείται για την εμφάνιση των ρυθμίσεων του χρήστη. Χρησιμοποιεί το `UniTask_TopBar` layout του `UniTaskDesignSystem` module και έχει ως Parameters το `Student` και το `PageHelper`.

Οι ρυθμίσεις βρίσκονται τοποθετημένες σε ένα Accordion widget με δύο ομάδες: διαγραφή και αρχικοποίηση. Στη διαγραφή περιλαμβάνεται ένα Data View με Data source το `Student`. Εσωτερικά του υπάρχει ένα Switch widget που κάνει toggle την Boolean ιδιότητα `buttonQuickDelete` του `Student` και ένα κουμπί (διαγραφή όλων των εργασιών) που καλεί το microflow `DeleteAllTasks` μετά από επιβεβαίωση. Στην αρχικοποίηση περιλαμβάνεται το κουμπί (αρχικοποίηση) που καλεί το microflow `InitializeTasks` μετά από επιβεβαίωση.

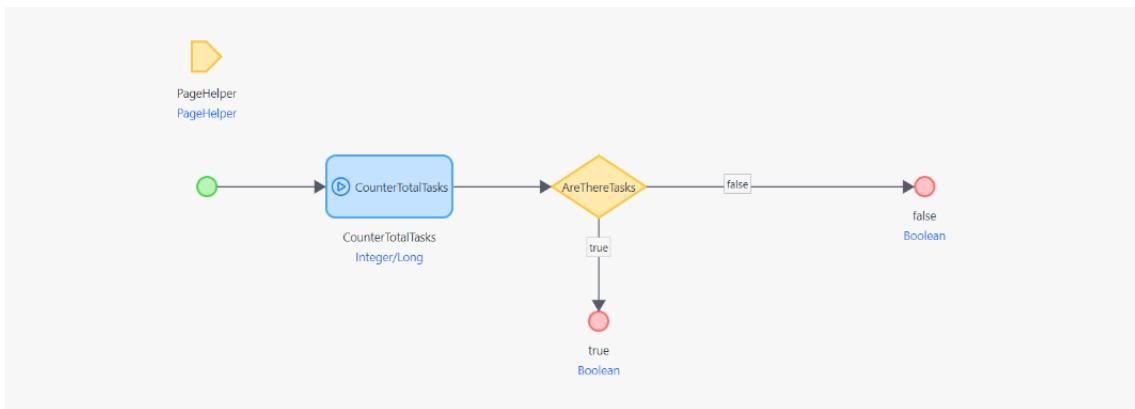
6.3.2.3 Microflows του TaskManager

Στο `TaskManager` περιλαμβάνονται τα εξής microflows⁸:

⁸Στα ονόματα των microflows περιλαμβάνεται ο parent φάκελος όπου βρίσκονται για τον πιο εμφανή διαχωρισμό τους.

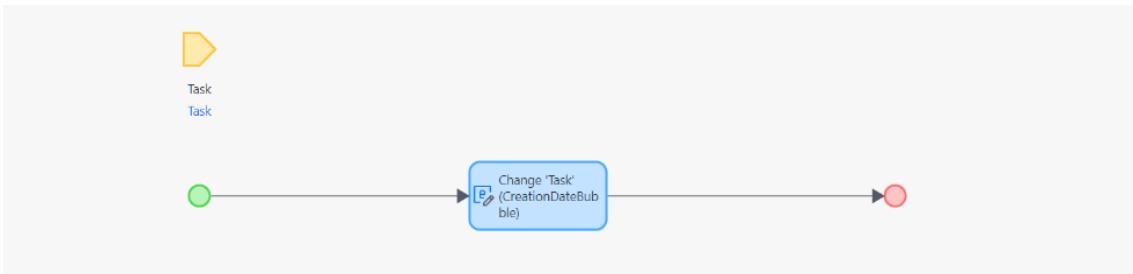
RET_Student

To microflow χρησιμοποιείται για την ανάκτηση του Student με βάση τον τρέχοντα System.User. Αν δεν υπάρχει τέτοιος χρήστης, τότε το microflow επιστρέφει ένα κενό αντικείμενο, αλλιώς επιστρέφεται το Student.

Auxiliary/AreThereTasks

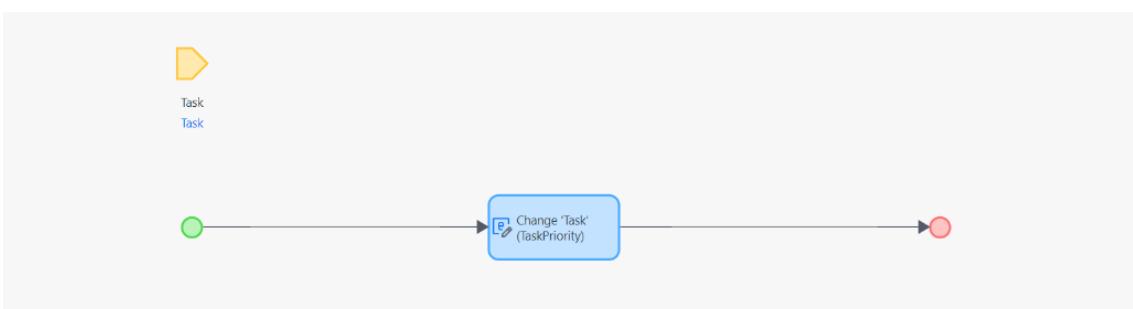
To microflow χρησιμοποιείται από το domain model για τον υπολογισμό της τιμής της Boolean ιδιότητας AreThereTasks του PageHelper.

To microflow καλεί το microflow CounterTotalTasks, το οποίο επιστρέφει ως Integer τον συνολικό αριθμό των εργασιών του χρήστη. Αν ο αριθμός είναι μεγαλύτερος ή ίσος του 1, τότε το microflow επιστρέφει true, αλλιώς false.

Auxiliary/DisableCreationDateBubble

Το microflow χρησιμοποιείται από τη σελίδα POPOUT_Task_NewEdit για να απενεργοποιήσει το μπλε παράθυρο που ενημερώνει ότι η ημερομηνία λήξης έχει προκαθοριστεί αυτόματα. Καλείται όταν ο χρήστης αλλάζει την ημερομηνία λήξης της εργασίας.

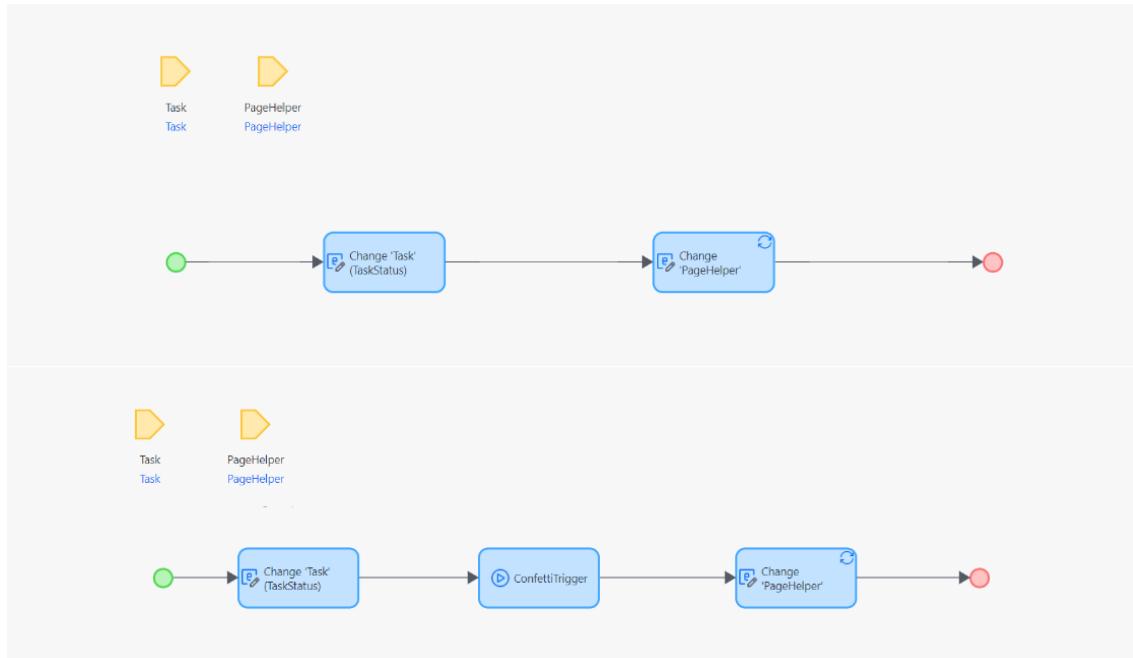
Το microflow αλλάζει την τιμή της Boolean ιδιότητας `CreationDateBubble` του `Task` σε `false`.

ChangeTaskPriorities/ChangeTaskPriority_TaskLow**ChangeTaskPriorities/ChangeTaskPriority_TaskMedium****ChangeTaskPriorities/ChangeTaskPriority_TaskHigh**

Τα microflows χρησιμοποιούνται για την αλλαγή της προτεραιότητας κάποιας εργασίας. Καλούνται από τα κουμπιά της σελίδας `POPOUT_Task_NewEdit` και `POPOUT_Task_NewEdit_Edit`.

Το κάθε microflow αλλάζει την τιμή της Enumeration ιδιότητας `TaskPriority` του `Task` σε `Low`, `Medium` και `High` αντίστοιχα.

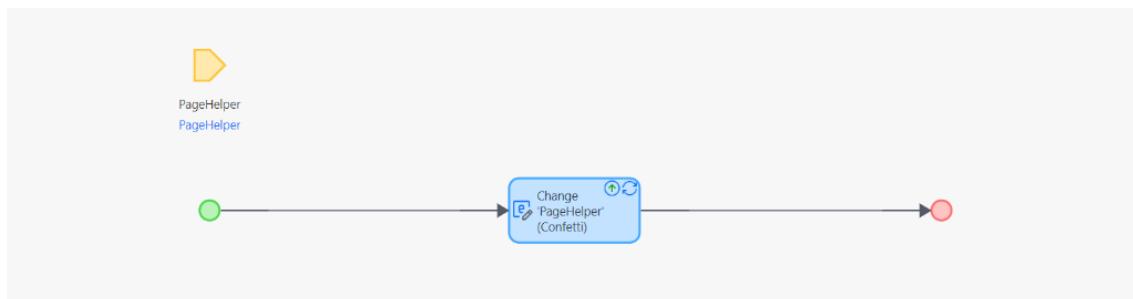
ChangeTaskStatuses/ChangeTaskStatus_TaskDoing
ChangeTaskStatuses/ChangeTaskStatus_TaskToDo
ChangeTaskStatuses/ChangeTaskStatus_TaskDone



Τα microflows χρησιμοποιούνται για την αλλαγή της κατάστασης κάποιας εργασίας. Καλούνται από τα κουμπιά της σελίδας `POPOUT_Task_NewEdit` και `POPOUT_Task_NewEdit_Edit`.

Το κάθε microflow αλλάζει την τιμή της Enumeration ιδιότητας `TaskStatus` του `Task` σε `TaskStatus.Doing`, `TaskStatus.ToDo` και `TaskStatus.Done` αντίστοιχα. Επιπλέον, στην περίπτωση του microflow `ChangeTaskStatus_TaskDone` καλεί το microflow `ConfettiTrigger` για το εφέ του κομφετί.

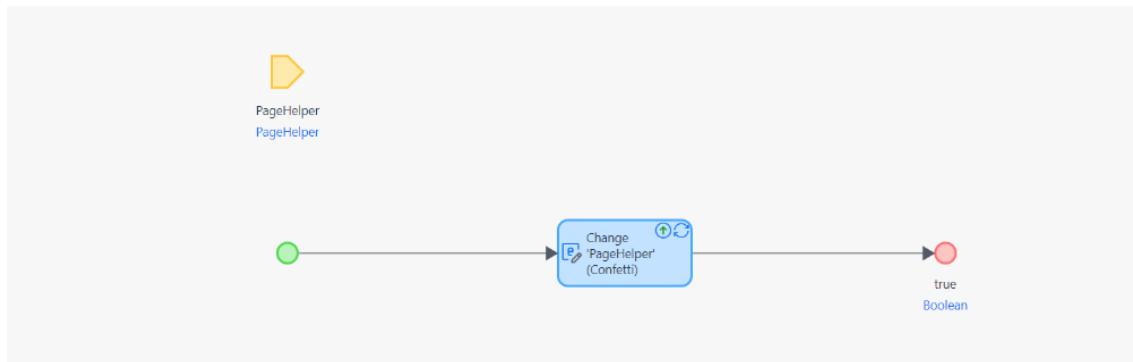
Confetti/Confetti



Το microflow καλείται από το microflow `ChangeTaskStatus_TaskDone` και χρησιμοποιείται για την εμφάνιση του εφέ κομφετί στην οθόνη του χρήστη. Αλλάζει την

τιμή της Boolean ιδιότητας Confetti του PageHelper σε true.

Confetti/Confetti

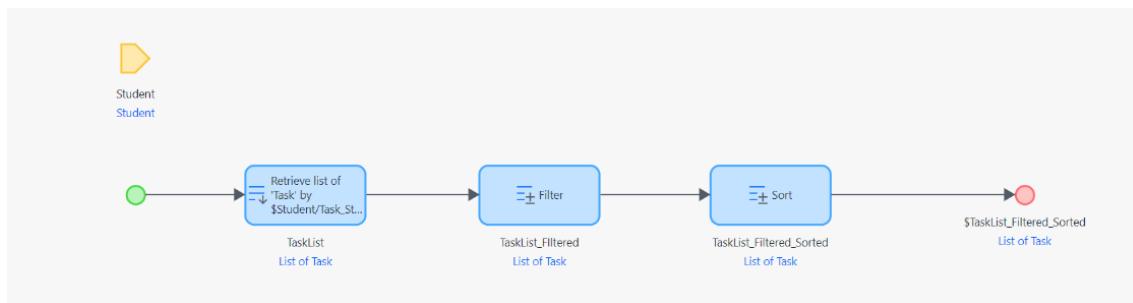


Το microflow καλείται από το microflow SaveTask και χρησιμοποιείται για να επαναφέρει την τιμή της Boolean ιδιότητας Confetti του PageHelper σε false.

ShowTasks/DSL_TaskDoing

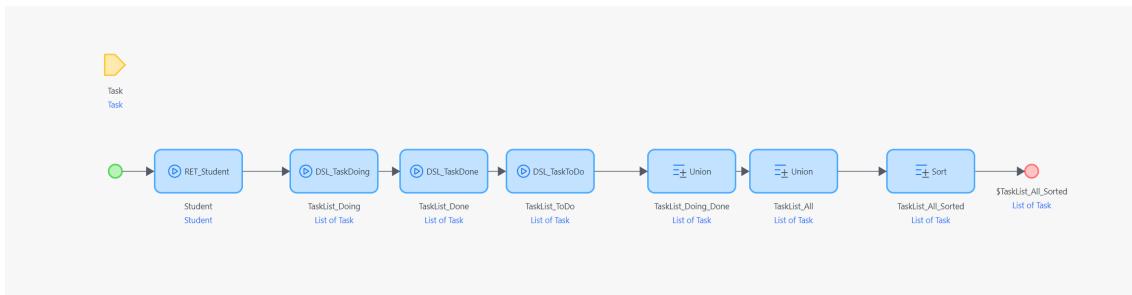
ShowTasks/DSL_TaskDone

ShowTasks/DSL_TaskToDo



Τα microflows φιλτράρουν και επιστρέφουν τις εργασίες του χρήστη ανάλογα με την κατάστασή τους. Χρησιμοποιούνται από τις σελίδες PAGE_Tasks_Overview και PAGE_Tasks_Kanban και τα microflows ShowTasks_Calendar και CounterTaskDoing.

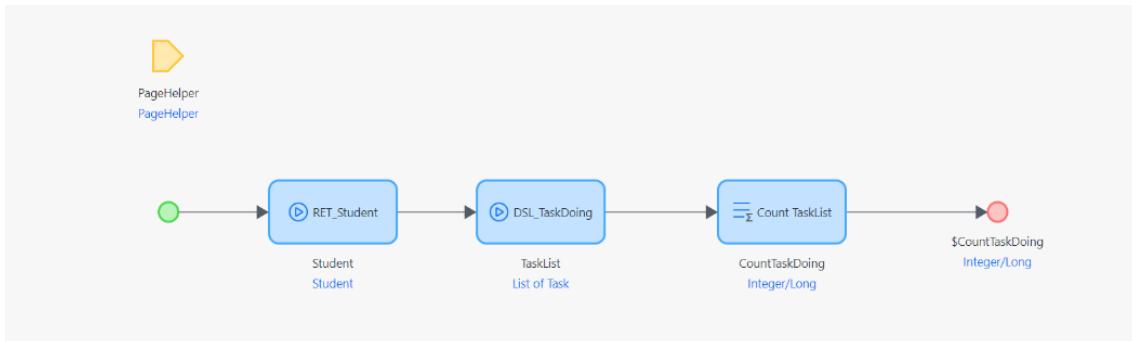
Με Parameter το Student, το microflow κάνει retrieve τη λίστα των Tasks (αφού συσχετίζονται). Η λίστα φιλτράρεται βάσει του TaskStatus, ταξινομείται βάσει δύο ιδιοτήτων σε αύξουσα σειρά, τα TaskPriority και DueDate, και επιστρέφεται.

ShowTasks/ShowTasks_Calendar

Το microflow επιστρέφει το σύνολο των εργασιών του χρήστη για την εμφάνισή τους στο ημερολόγιο.

Το RET_Student επιστρέφει το Student, ώστε να χρησιμοποιηθεί ως παράμετρος στα microflows DSL_TaskDoing, DSL_TaskDone και DSL_TaskToDo, τα οποία καλούνται και οι λίστες τους επιστρέφονται. Στη συνέχεια με List Operations οι λίστες συνενώνονται, ταξινομούνται βάσει της ημερομηνίας έναρξης και επιστρέφονται.

Ο λόγος που δε χρησιμοποιείται κάποια παράμετρος Student απευθείας και καλείται η RET_Student είναι γιατί από τη φύση του Calendar widget είναι απαραίτητο να βρίσκεται σε ένα Data View με Data source το Task, άρα κατά συνέπεια θα έχει παράμετρο το Task.

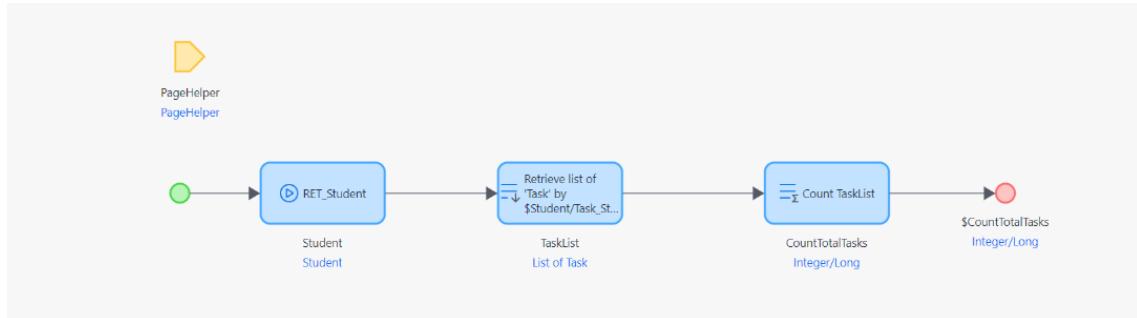
CounterGenerators/CounterTaskDoing**CounterGenerators/CounterTaskDone****CounterGenerators/CounterTaskToDo**

Τα microflows χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του συνολικού αριθμού των εργασιών του χρήστη ανάλογα με την κατάστασή τους, και καλούνται από το domain model για τον υπολογισμό των τιμών των ιδιοτήτων TaskToDoCount, TaskDoingCount και TaskDoneCount του PageHelper.

Το κάθε microflow καλεί το RET_Student και τα microflows DSL_TaskToDo, DSL_TaskDoing και DSL_TaskDone αντίστοιχα. Έπειτα μέσω του Function Count του

Aggregate List Action του Mendix, υπολογίζει τον αριθμό των εργασιών και τον επιστρέφει.

CounterGenerators/CounterTotalTasks

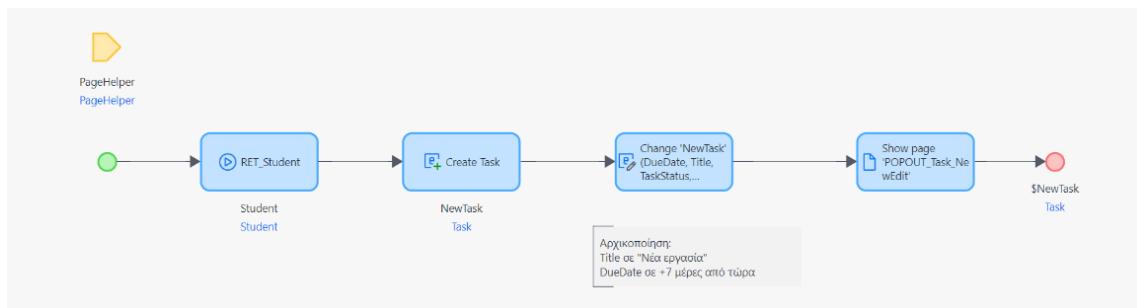


Το microflow καλείται από το microflow AreThereTasks και χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του συνολικού αριθμού των εργασιών του χρήστη. Χρησιμοποιείται παρόμοια λογική με τα προηγούμενα microflows: γίνεται retrieve το σύνολο των εργασιών για έναν συγκεκριμένο χρήστη και καταμετρούνται.

CreateNewTask/CreateNewTask_Done

CreateNewTask/CreateNewTask_Done

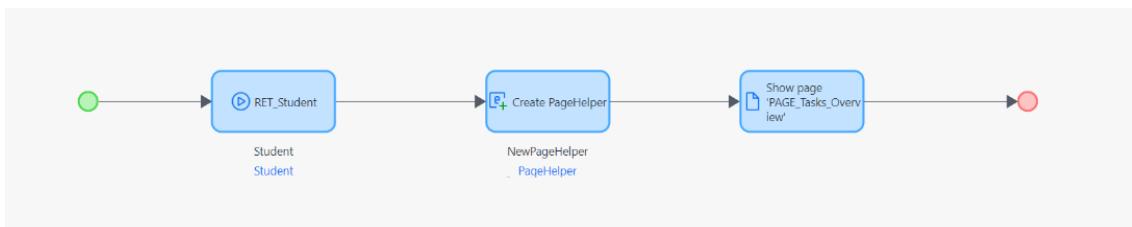
CreateNewTask/CreateNewTask_ToDo



Το microflow καλείται από τα κουμπιά νέα εργασία των σελίδων PAGE_Tasks_Kanban και PAGE_Tasks_Overview με σκοπό τη δημιουργία μιας νέας εργασίας.

Αρχικά καλείται το microflow RET_Student για την ανάκτηση του Student. Στη συνέχεια δημιουργείται ένα νέο αντικείμενο τύπου Task όπου ορίζονται κάποιες αρχικές τιμές. Συγκεκριμένα ορίζεται η ημερομηνία λήξης DueDate ως addDays[%CurrentDateTime%, 7] (μια εβδομάδα μετά την τρέχουσα ημερομηνία), ο τίτλος Title ως 'Νέα εργασία', και το TaskStatus ανάλογα με το τύπο του microflow. Έπειτα, εμφανίζεται η αναδυόμενη σελίδα POPOUT_Task_NewEdit για την επεξεργασία των ιδιοτήτων της εργασίας και την τελική αποθήκευσή της.

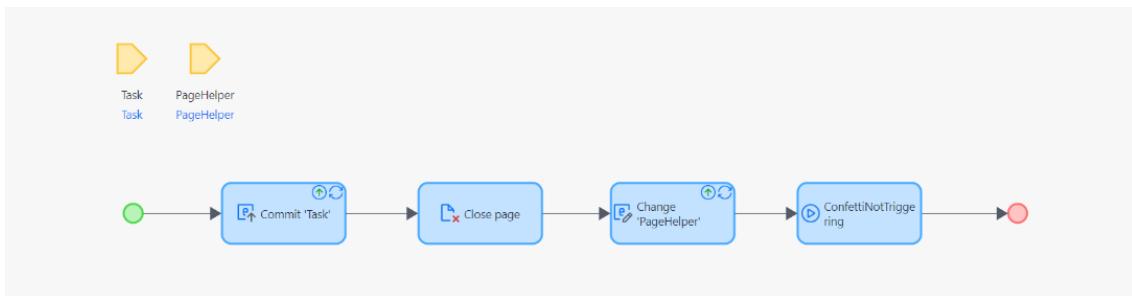
ShowPages/ShowPage_Calendar
ShowPages/ShowPage_Homepage
ShowPages/ShowPage_Kanban
ShowPages/ShowPage_Settings
ShowPages/ShowPage_TasksOverview



Τα microflows χρησιμοποιούνται για την ανακατεύθυνση του χρήστη σε μια συγκεκριμένη σελίδα. Καλούνται όποτε χρειάζεται η εμφάνιση μιας σελίδας, κυρίως από το Navigation μενού.

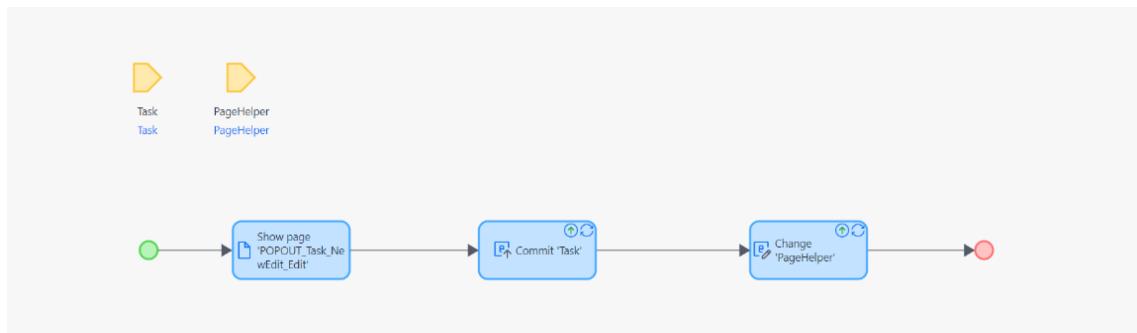
Αφού ανακτηθεί το Student μέσω του microflow RET_Student, το εκάστοτε microflow δημιουργεί ένα PageHelper αντικείμενο και εμφανίζει την αντίστοιχη σελίδα. Η δημιουργία του PageHelper είναι απαραίτητη καθώς χρησιμοποιείται ως Parameter στις σελίδες.

SaveTask



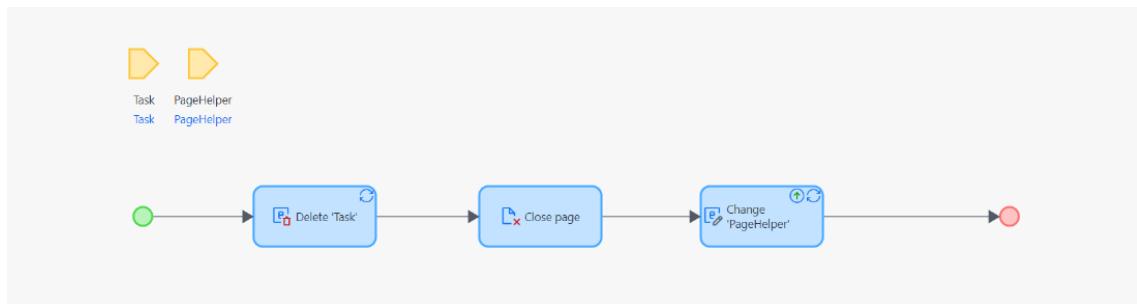
Το microflow καλείται από τις αναδυόμενες σελίδες POPOUT_Task_NewEdit και POPOUT_Task_NewEdit_Edit για την αποθήκευση των αλλαγών που έγιναν στις ιδιότητες της εργασίας.

Γίνεται commit στο αντικείμενο Task, κλείνει η σελίδα, γίνεται ένα Change Object στο PageHelper για να ανανεωθούν οι τιμές του, όπως υπολογίζονται από τα microflows και καλείται το microflow ConfettiNotTriggering για την επαναφορά της τιμής της Boolean ιδιότητας Confetti του PageHelper σε false.

EditTask

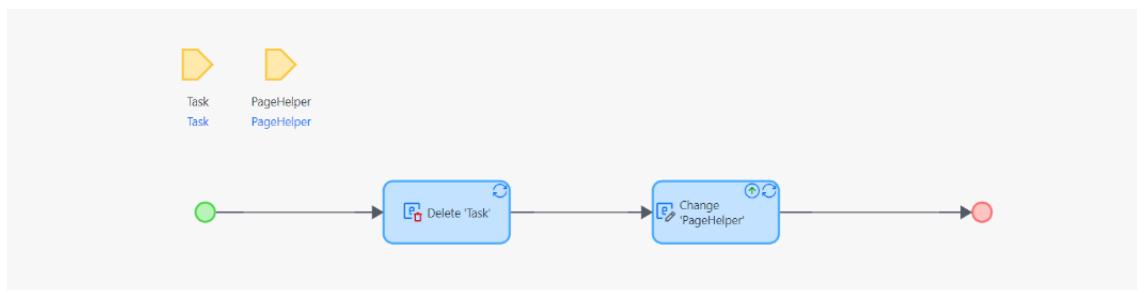
To microflow καλείται από τα κουμπιά των καρτών στην Dashboard σελίδα και τις κάρτες στη πίνακα Kanban και του ημερολογίου για την επεξεργασία μιας εργασίας.

To microflow εμφανίζει την αναδυόμενη σελίδα POPOUT_Task_NewEdit_Edit, κάνει commit στο αντικείμενο Task και ανανεώνει το PageHelper.

DeleteTask

To microflow καλείται από το κουμπί της αναδυόμενης σελίδας POPOUT_Task_NewEdit_Edit για τη διαγραφή μιας εργασίας.

Γίνεται delete το αντικείμενο Task, κλείνει η σελίδα και ανανεώνεται το PageHelper.

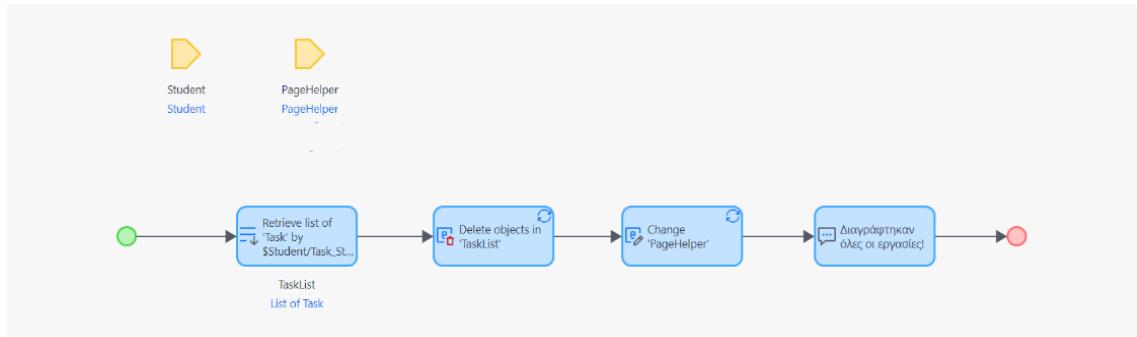
DeleteTask_Snippet

To microflow καλείται από το κουμπί της κάρτας στην Dashboard σελίδα για

τη διαγραφή μιας εργασίας, στην περίπτωση που ο χρήστης έχει ενεργοποιήσει την επιλογή γρήγορης διαγραφής.

Γίνεται delete το αντικείμενο Task και ανανεώνεται το PageHelper.

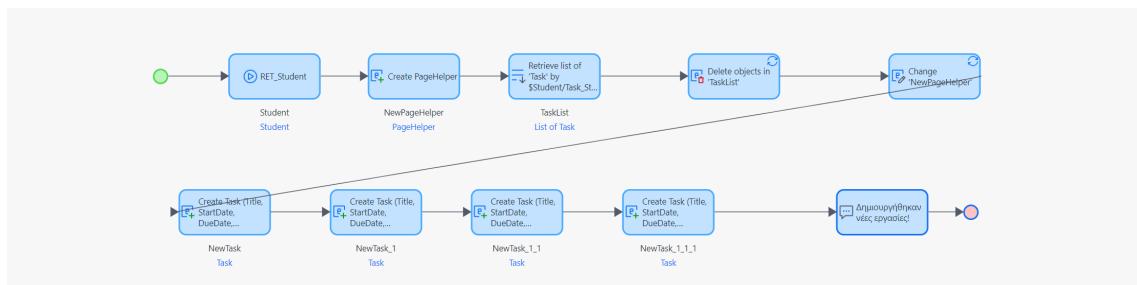
DeleteAllTasks



Το microflow καλείται από το κουμπί της σελίδας `POPOUT_Settings` για τη διαγραφή όλων των εργασιών του χρήστη.

Αρχικά γίνεται retrieve το σύνολο των εργασιών του χρήστη ως μια λίστα και στη συνέχεια γίνεται διαγραφή της λίστας. Τέλος, ανανεώνεται το PageHelper και στέλνεται επιβεβαιωτικό μήνυμα.

InitializeTasks



Το microflow καλείται από το κουμπί της σελίδας `POPOUT_Settings` για την αρχικοποίηση των εργασιών του χρήστη.

Αρχικά επιστρέφεται το Student μέσω του `RET_Student` και δημιουργείται ένα PageHelper που θα χρησιμοποιηθεί ως όρισμα. Πριν δημιουργηθούν οι νέες εργασίες, γίνονται retrieve οι υπάρχουσες, διαγράφονται και ανανεώνεται το PageHelper. Στη συνέχεια δημιουργούνται τέσσερις εργασίες με hard-coded προκαθορισμένες τιμές και στέλνεται επιβεβαιωτικό μήνυμα.

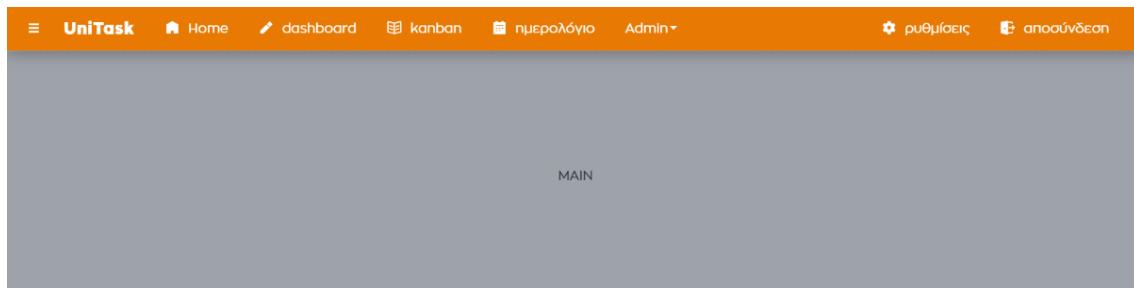
6.3.3 Module UniTaskDesignSystem

Το UniTaskDesignSystem περιλαμβάνει τα layouts της εφαρμογής όπως επίσης παρεμβάσεις που αφορούν το styling της εφαρμογής.

6.3.3.1 Layouts του UniTaskDesignSystem

To module UniTaskDesignSystem περιλαμβάνει τα εξής layouts:

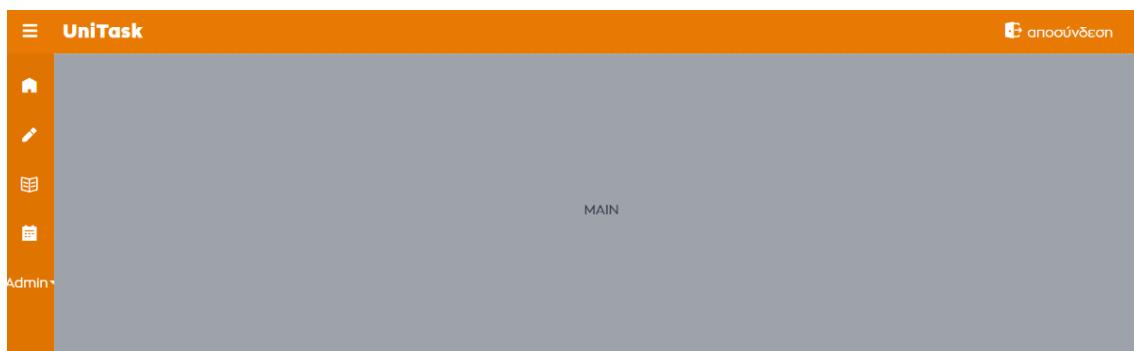
UniTask_TopBar



Το layout χρησιμοποιείται για την εμφάνιση της μπάρας πλοήγησης στην κορυφή της σελίδας. Η μπάρα πλοήγησης αποτελείται από δύο διαφορετικά Navigation μενού, το αριστερό (το κύριο Project navigation) και το δεξί (ένα Menu document του UniTaskDesignSystem) τοποθετημένα σε ένα Layout Grid με δύο στήλες. Τα Navigation μενού καλούνται αντίστοιχα ShowPage microflows για την ανακατεύθυνση του χρήστη στην επιλεγμένη σελίδα. Εξαίρεση αποτελεί το κουμπί Home που καλεί τη σελίδα PAGE_Home_Page απευθείας και το κουμπί αποσύνδεση που αποσυνδέει τον χρήστη.

Ο τίτλος της εφαρμογής **UniTask** που εμφανίζεται στα αριστερά χρησιμοποιεί custom CSS και περιλαμβάνεται ένα hamburger μενού στα αριστερά για μεγαλύτερη προσβασιμότητα. Το Admin περιλαμβάνει το υπομενού Account Overview και είναι προσβάσιμα μόνο από τον Administrator.

UniTask_SideBar



Ισχύουν τα αντίστοιχα με το προηγούμενο layout με τη διαφορά ότι δεν εμφανίζονται οι Ρυθμίσεις και το κύριο Project navigation εμφανίζεται στα αριστερά.

6.3.3.2 Styling του UniTaskDesignSystem

Στα αρχεία custom-variables.scss και design.scss των UniTaskDesignSystem και App modules περιλαμβάνεται custom CSS κώδικας για το styling της εφαρμογής. Εκεί ορίζεται για παράδειγμα το πορτοκαλί χρώμα που έχουν οι μπάρες πλοήγησης, η custom γραμματοσειρά Zona Pro που χρησιμοποιείται ή κάποιες custom δυναμικές κλάσεις.

Κεφάλαιο 7

Πειραματική διαδικασία και αποτελέσματα

Με στόχο τη διερεύνηση της ευχρηστίας της εφαρμογής, πραγματοποιήθηκε πειραματική διαδικασία με τη συμμετοχή φοιτητών του Πανεπιστημίου Πατρών. Ο στόχος της μελέτης ήταν να αξιολογηθεί η εμπειρία χρήσης, να εντοπιστούν πιθανά προβλήματα χρηστικότητας και να συλλεχθεί ανατροφοδότηση σχετικά με τις λειτουργίες της εφαρμογής. Μέσω αυτής της διαδικασίας, επιδιώξαμε να κατανοήσουμε τον τρόπο με τον οποίο οι φοιτητές αλληλεπιδρούν με την εφαρμογή και πώς αυτή μπορεί να βελτιώσει τη διαχείριση των καθημερινών τους εργασιών.

7.1 Πειραματική διαδικασία

Το πείραμα σχεδιάστηκε ώστε να προσομοιώσει ένα ρεαλιστικό σενάριο χρήσης της εφαρμογής. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να ολοκληρώσουν συγκεκριμένες εργασίες μέσα στην εφαρμογή, ενώ στο τέλος της διεξαγωγής του πειράματος καταγράφτηκαν οι εντυπώσεις τους.

Συνολικά συμμετείχαν 12 φοιτητές. Πριν τη διεξαγωγή της πειραματικής διαδικασίας, οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν πλήρως για τους σκοπούς του πειράματος και υπέγραψαν έντυπο συναίνεσης, το οποίο τόνιζε τον εθελοντικό χαρακτήρα της συμμετοχής τους, διασφαλίζοντας ότι οι συμμετέχοντες κατανοούσαν το δικαίωμά τους να αποχωρήσουν από τη μελέτη οποιαδήποτε στιγμή χωρίς συνέπειες. Η φόρμα ενημέρωνε πλήρως τους συμμετέχοντες σχετικά με τον σκοπό, τις διαδικασίες, και τα οφέλη της μελέτης και εξασφαλίζόταν η εμπιστευτικότητα και η προστασία των προσωπικών δεδομένων των συμμετεχόντων.

Για την προσέλκυση συμμετεχόντων, χρησιμοποιήθηκαν διάφορα μέσα επικοινωνίας, όπως ανακοινώσεις μέσω κοινωνικών δικτύων και πανεπιστημιακά κανάλια επικοινωνίας. Οι ενδιαφερόμενοι συμμετέχοντες έλαβαν email με λεπτομερείς οδηγίες και το έντυπο συναίνεσης όπως επίσης τον σύνδεσμο της εφαρμογής και κωδικούς πρόσβασης.

7.1.1 Οδηγίες

Οι οδηγίες που δόθηκαν στους συμμετέχοντες περιελάμβαναν τα εξής:

Ο σκοπός αυτής της μελέτης είναι να αξιολογήσουμε την ευχρηστία της εφαρμογής και να εντοπίσουμε πιθανά σημεία που μπορούν να βελτιωθούν. Θα σας ζητηθεί να ολοκληρώσετε μια σειρά από βασικές ενέργειες στην εφαρμογή και στη συνέχεια να συμπληρώσετε ένα ερωτηματολόγιο SUS (System Usability Scale), εκφράζοντας την εμπειρία σας.

Η συμμετοχή σας εκτιμάται να διαρκέσει περίπου 15–20 λεπτά και ευχαριστούμε εκ των προτέρων για τον χρόνο που θα αφιερώσετε για τη συμμετοχή σας. Η συμμετοχή σας είναι εθελοντική και μπορείτε να αποσυρθείτε ανά πάσα στιγμή χωρίς καμία συνέπεια.

Η συμμετοχή σας περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

Ανάγνωση και αποδοχή των όρων συμμετοχής. Επισυνάπτεται το Έντυπο Συναίνεσης. Παρακαλούμε διαβάστε το προσεκτικά και, εφόσον συμφωνείτε, επιβεβαιώστε τη συμμετοχή σας απαντώντας σε αυτό το email με τη φράση: “Αποδέχομαι τη συμμετοχή μου στην έρευνα”.

Πρόσβαση στην εφαρμογή. Μπορείτε να αποκτήσετε πρόσβαση στην εφαρμογή μέσω του ακόλουθου συνδέσμου: <https://unitask-sandbox.mxapps.io/login.html>. Τα στοιχεία σύνδεσής σας είναι τα εξής:

Όνομα χρήστη: foithtisX

Κωδικός πρόσβασης: <password>

όπου x ένας αριθμός μεταξύ 1 και 12, και <password> ένα εξαψήφιο αλφαριθμητικό.

Σενάριο χρήσης. Αφού αποκτήσετε πρόσβαση στην εφαρμογή, θα σας ζητηθεί να εκτελέσετε μια σειρά από συγκεκριμένες ενέργειες που έχουν σχεδιαστεί για την αξιολόγηση της ευχρηστίας και της συνολικής εμπειρίας χρήστη.

1. Δοκιμάστε να πλοηγηθείτε στο γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής: δείτε τις διαφορετικές σελίδες, τη δομή του μενού και τις διαθέσιμες λειτουργίες.
2. Ο στόχος είναι να δημιουργήσετε ένα σύνολο από εργασίες που αντιστοιχούν σε δραστηριότητες που κάνατε ή θα κάνετε στην καθημερινότητά σας. Δημιουργήστε μια ολοκληρωμένη εργασία, μια εργασία σε εξέλιξη και μια επόμενη εργασία. Για την καθεμία θέστε την κατάλληλη προτεραιότητα, χρώμα και δοκιμάστε να αφήσετε μια σύντομη σημείωση.
3. Επεξεργαστείτε τις εργασίες που δημιουργήσατε τροποποιώντας την ημερομηνία λήξης και την κατηγορία τους.
4. Διαγράψτε κάποια από τις εργασίες που δημιουργήσατε.

5. Δοκιμάστε τα παραπάνω και στη σελίδα **κανβαν**.
6. Παρατηρήστε τις εργασίες που δημιουργήσατε στη σελίδα **ημερολόγιο**.
7. Διαγράψτε με μια ενέργεια το σύνολο των εργασιών που δημιουργήσατε.

Μετά την ολοκλήρωση παρακαλούμε συμπληρώστε το σύντομο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης ευχρηστίας.

7.1.2 Ερωτηματολόγιο

Το System Usability Scale (SUS) είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα και αξιόπιστα εργαλεία για την αξιολόγηση της χρηστικότητας ενός συστήματος, εφαρμογής ή διεπαφής χρήστη.

Δημιουργήθηκε από τον John Brooke το 1986 και έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε έρευνες και βιομηχανικές εφαρμογές για την αξιολόγηση της εμπειρίας χρήστη. Αποτελείται από 10 προτάσεις με τις οποίες οι συμμετέχοντες καλούνται να τις βαθμολογήσουν σε μια κλίμακα 1 – 5 με το 1 να αντιστοιχεί σε “Διαφωνώ απόλυτα” και το 5 σε “Συμφωνώ απόλυτα”. Οι προτάσεις έχουν σχεδιαστεί ώστε να καλύπτουν διάφορες πτυχές της χρηστικότητας, όπως η ευκολία χρήσης, η πολυπλοκότητα, η συνέπεια και η αυτοπεποίθηση των χρηστών κατά τη χρήση του συστήματος [50], [51].

Ακολουθεί η λίστα των ερωτήσεων που χλήθηκαν να απαντήσουν οι συμμετέχοντες.

#	Ερωτήσεις
01	Νομίζω ότι θα ήθελα να χρησιμοποιώ αυτή την εφαρμογή συχνά.
02	Βρήκα αυτή την εφαρμογή αδικαιολόγητα περίπλοκη.
03	Σκέφτηκα πως αυτή η εφαρμογή ήταν εύκολη στη χρήση.
04	Νομίζω ότι θα χρειαστώ βοήθεια από κάποιον τεχνικό για να είμαι σε θέση να χρησιμοποίησω αυτή την εφαρμογή.
05	Βρήκα τις διάφορες λειτουργίες σε αυτή την εφαρμογή καλά ολοκληρωμένες.
06	Σκέφτηκα ότι υπήρχε μεγάλη ασυνέπεια σε αυτή την εφαρμογή.
07	Φαντάζομαι ότι οι περισσότεροι άνθρωποι θα μάθουν να χρησιμοποιούν αυτή την εφαρμογή πολύ γρήγορα.
08	Βρήκα αυτή την εφαρμογή πολύ περίπλοκη/δύσκολη στη χρήση.
09	Ένιωσα πολύ σίγουρος/η χρησιμοποιώντας αυτή την εφαρμογή.
10	Χρειάστηκε να μάθω πολλά πράγματα πριν μπορέσω να ξεκινήσω με αυτή την εφαρμογή.

7.2 Αποτελέσματα

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και οι τυπικές αποκλίσεις των απαντήσεων των συμμετεχόντων στο ερωτηματολόγιο.

Ερωτήσεις	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Ερώτηση 01	4.58	0.51
Ερώτηση 02	1.83	0.57
Ερώτηση 03	4.33	0.88
Ερώτηση 04	1.41	0.79
Ερώτηση 05	4.33	0.77
Ερώτηση 06	1.08	0.29
Ερώτηση 07	4.41	0.51
Ερώτηση 08	1.66	0.77
Ερώτηση 09	4.16	0.57
Ερώτηση 10	1.50	0.67

Οι ερωτήσεις του SUS διακρίνονται σε θετικές και αρνητικές. Στις θετικές ερωτήσεις, που βρίσκονται σε περιττές θέσεις (1, 3, 5, 7, 9), η βαθμολογία κάθε συμμετέχοντα προκύπτει αφαιρώντας 1 από την αρχική του απάντηση. Για παράδειγμα, αν ένας χρήστης απαντήσει 5, η τιμή μετατρέπεται σε 4, αν απαντήσει 3, μετατρέπεται σε 2 κ.ο.κ. Αντίστοιχα, στις αρνητικές ερωτήσεις, που βρίσκονται σε ζυγές θέσεις (2, 4, 6, 8, 10), το σκορ υπολογίζεται αφαιρώντας την απάντηση από 5. Αυτό σημαίνει πως αν κάποιος απαντήσει 5, η τιμή μετατρέπεται σε 0, αν απαντήσει 3, μετατρέπεται σε 2 κ.ο.κ.

Μετά την προσαρμογή των απαντήσεων, τα σκορ όλων των ερωτήσεων αθροίζονται και πολλαπλασιάζονται με τον συντελεστή 2.5. Με αυτόν τον τρόπο, το τελικό SUS σκορ κυμαίνεται από 0 έως 100, επιτρέποντας την εύκολη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών προϊόντων ή εφαρμογών. Όσο υψηλότερο είναι το σκορ, τόσο καλύτερη θεωρείται η ευχρηστία της υπό εξέταση εφαρμογής.

Στην παρούσα αξιολόγηση, οι απαντήσεις των χρηστών έδειξαν ότι η εφαρμογή ήταν ιδιαίτερα ευχάριστη στη χρήση, με μέσο SUS σκορ 85.82. Αυτή η τιμή υποδηλώνει ότι οι περισσότεροι χρήστες είχαν θετική εμπειρία χρήσης και αξιολόγησαν την εφαρμογή ως εύχρηστη και καλά σχεδιασμένη.

Βιβλιογραφία

- [1] *Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Project Management Institute, 2021, ISBN: 1628256648.
- [2] *Todoist | A To-Do List to Organize Your Work & Life* — todoist.com, <https://todoist.com/>, [Accessed 16-10-2024].
- [3] *Your connected workspace for wiki, docs & projects | Notion* — [notion.so](https://www.notion.so), <https://www.notion.so/>, [Accessed 16-10-2024].
- [4] *Manage Your Team's Projects From Anywhere | Trello* — trello.com, <https://trello.com/>, [Accessed 16-10-2024].
- [5] J. Goody, «Memory in Oral Tradition,» στο Cambridge University Press, Μαρ. 2013, σσ. 73–94. doi: [10.1017/cbo9781139171137.005](https://doi.org/10.1017/cbo9781139171137.005).
- [6] T. Q. Reefe, *Lukasa: A Luba Memory Device*. doi: [doi:10.2307/3335144](https://doi.org/10.2307/3335144).
- [7] *Quipu - Wikipedia* — en.wikipedia.org, <https://en.wikipedia.org/wiki/Quipu>, [Accessed 22-10-2024].
- [8] E. G. Richards, *Mapping time: The calendar and its history*. Oxford University Press, 2000.
- [9] *Hoover Dam –the Greatest Project in Times of the Great Depression. What Can Be Done to Achieve Success? - Strefa PMI* — strefapmi.pl/strefa-studenta/hoover-dam-the-greatest-project-in-times-of-the-great-depression/, [Accessed 30-10-2024].
- [10] *Hoover Dam | Description, Location, Construction, Facts, History, & Pictures | Britannica* — [britannica.com](https://www.britannica.com/topic/Hoover-Dam), <https://www.britannica.com/topic/Hoover-Dam>, [Accessed 25-12-2024].
- [11] *BUS402: History of Project Management | Saylor Academy* — [learn.saylor.org](https://learn.saylor.org/mod/page/view.php?id=65663), <https://learn.saylor.org/mod/page/view.php?id=65663>, [Accessed 26-10-2024].
- [12] *WinWorld: Welcome* — winworldpc.com/, <https://winworldpc.com/> / home, [Accessed 31-10-2024].
- [13] Μ. Ξένος, *Ποιότητα Λογισμικού*. GOTSID, 2021, ISBN: 9786185560102.
- [14] B. Lientz και K. Rea, *Project Management for the 21st Century*. 2007.

- [15] Atlassian, *Jira | Issue & Project Tracking Software | Atlassian* — [atlassian.com](https://www.atlassian.com/software/jira), <https://www.atlassian.com/software/jira>, [Accessed 28-12-2024].
- [16] Asana, *Manage your team's work, projects, & tasks online • Asana • Asana* — asana.com, <https://asana.com/>, [Accessed 28-12-2024].
- [17] A. Stellman, *Learning agile: Understanding scrum, XP, lean, and Kanban*. Findaway World, 2023.
- [18] D. J. Anderson, *Kanban: Successful evolutionary change for your technology business*. Blue Hole Press, 2010.
- [19] R. Fukuzawa, H. Joho και T. Maeshiro, «Practice and experience of task management of university students: Case of University of Tsukuba, Japan,» *Education for Information*, τόμ. 31, σσ. 109–124, 3 Ιούλ. 2015, issn: 01678329. doi: 10.3233/IFI-150953.
- [20] J. C. Trujillo, *Designing A Time Management App For And With Informatics Students*, 2020.
- [21] *What Is Low-Code? | IBM* — [ibm.com](https://www.ibm.com/topics/low-code), <https://www.ibm.com/topics/low-code>, [Accessed 11-10-2024].
- [22] B. Kasam, I. McMullen και M. Kenneweg, *Building Low-Code Applications with Mendix enterprise web and mobile app development made... easy with mendix and the power of no-code development*. Packt Publishing Limited, 2021, ISBN: 9781800201422.
- [23] P. Simon, *Low-Code/No-Code: Citizen Developers and the Surprising Future of Business Applications*. 2022.
- [24] O. E. Team, «Low-Code and the Democratization of Programming,» *O'Reilly Media*, 2021.
- [25] D. L. Kuhn, *Selecting and Effectively Using a Computer-Aided Software Engineering Tool*, 1989.
- [26] Quickbase, *Gartner® Report: Future of Work Trends* — [quickbase.com](https://www.quickbase.com/gartner-future-of-work), <https://www.quickbase.com/gartner-future-of-work>, [Accessed 25-11-2024].
- [27] *Gartner® Magic Quadrant™ for Enterprise Low-Code Application Platforms* — [mendix.com](https://www.mendix.com/resources/gartner-magic-quadrant-for-low-code-application-platforms/), <https://www.mendix.com/resources/gartner-magic-quadrant-for-low-code-application-platforms/>, [Accessed 26-11-2024].
- [28] E. Rosenbaum, *Next frontier in Microsoft, Google, Amazon cloud battle is over a world without code* — [cnbc.com](https://www.cnbc.com/2020/04/01/new-microsoft-google-amazon-cloud-battle-over-world-without-code.html), <https://www.cnbc.com/2020/04/01/new-microsoft-google-amazon-cloud-battle-over-world-without-code.html>, [Accessed 25-11-2024].

- [29] A. Sahay, A. Indamutsa, D. D. Ruscio και A. Pierantonio, «Supporting the understanding and comparison of low-code development platforms,» στο *Proceedings - 46th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications, SEAA 2020*, Institute of Electrical και Electronics Engineers Inc., Αύγ. 2020, σσ. 171–178, ISBN: 9781728195322. doi: 10.1109/SEAA51224.2020.00036.
- [30] QuickBase, *The State Of Citizen Development Report – September 2015*, https://cdn2.hubspot.net/hubfs/172645/QuickBase_Citizen_Developer_Report.pdf, [Accessed 25-11-2024].
- [31] TrackVia, *The next generation worker: The Citizen Developer – Insights on the behaviors and characteristics of an emerging class of technology users within the enterprise*, https://lumenmarketing.com/wp-content/uploads/2017/11/TV_Citizen_Dev.pdf, [Accessed 25-11-2024], 2014.
- [32] A. E. Case, *Computer-aided software engineering (case): technology for improving software development productivity*, 1985.
- [33] E. J. Chikofsky, *Software Development — Computer-Aided Software Engineering (CASE)*.
- [34] D. D. Ruscio, D. Kolovos, J. de Lara, A. Pierantonio, M. Tisi και M. Wimmer, «Low-code development and model-driven engineering: Two sides of the same coin?» *Software and Systems Modeling*, τόμ. 21, σσ. 437–446, 2 Απρ. 2022, ISSN: 16191374. doi: 10.1007/s10270-021-00970-2.
- [35] *Fourth-generation programming language - Wikipedia* — en.wikipedia.org, https://en.wikipedia.org/wiki/Fourth-generation_programming_language, [Accessed 29-12-2024].
- [36] *Rapid application development - Wikipedia* — en.wikipedia.org, https://en.wikipedia.org/wiki/Rapid_application_development, [Accessed 29-12-2024].
- [37] *End-user development - Wikipedia* — en.wikipedia.org, https://en.wikipedia.org/wiki/End-user_development, [Accessed 29-12-2024].
- [38] G. Premkumar και M. Potter, *Adoption of Computer Aided Software Engineering (CASE) Technology: An Innovation Adoption Perspective*.
- [39] *MDA FAQ | Object Management Group* — omg.org, https://www.omg.org/mda/faq_mda.htm, [Accessed 08-11-2024].
- [40] A. Bucaioni, A. Cicchetti και F. Ciccozzi, «Modelling in low-code development: a multi-vocal systematic review,» *Software and Systems Modeling*, τόμ. 21, σσ. 1959–1981, 5 Οκτ. 2022, ISSN: 16191374. doi: 10.1007/s10270-021-00964-0.
- [41] M. B. Sami Beydeda και V. Gruhn, *Model-Driven Software Development*.

- [42] A. C. Bock και U. Frank, «Low-Code Platform,» *Business and Information Systems Engineering*, τόμ. 63, σσ. 733–740, 6 Δεκ. 2021, issn: 18670202. doi: 10.1007/s12599-021-00726-8.
- [43] Gartner Magic Quadrant for Mobile App Development Platforms — gartner.com, <https://www.gartner.com/en/documents/3882864>, [Accessed 31-12-2024].
- [44] D. Golovin, *OutSystems as a Rapid Application Development Platform for Mobile and Web Applications*, 2017.
- [45] OutSystems Platform Architecture | Evaluation Guide | OutSystems — outsystems.com. διεύθυν.: <https://www.outsystems.com/evaluation-guide/architecture/>.
- [46] T. Leung, «Introducing Power Apps,» στο *Beginning Power Apps: The Non-Developer's Guide to Building Business Applications*. Berkeley, CA: Apress, 2021, σσ. 3–19, ISBN: 978-1-4842-6683-0. doi: 10.1007/978-1-4842-6683-0_1. διεύθυν.: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6683-0_1.
- [47] Mendix Documentation — docs.mendix.com, <https://docs.mendix.com/>, [Accessed 04-01-2025].
- [48] Mendix Cloud — docs.mendix.com, <https://docs.mendix.com/developerportal/deploy/mendix-cloud-deploy/>, [Accessed 04-01-2025].
- [49] Mendix Forum - System Module — community.mendix.com, <https://community.mendix.com/link/space/studio-pro/questions/88842>, [Accessed 05-01-2025].
- [50] J. Brooke, «SUS: A quick and dirty usability scale,» *Usability Eval. Ind.*, τόμ. 189, Νοέ. 1995.
- [51] C. Katsanos, N. Tselios και M. Xenos, *C86 - Perceived Usability Evaluation of Learning Management Systems A First Step towards Standardization of the System Usability Scale in Greek*, Δεκ. 2012.