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 Μιχαήλ
Καθηγητής

Συνεπιβλέπουσα: Ευαγγέλου Σεμίρα Μαρία
Υπ. Διδάκτωρ

Επιτροπή: Μακρής Χρήστος
Αν. Καθηγητής

Βογιατζάκη Ελένη
ΕΔΙΠ

Πάτρα, Φεβρουάριος 2025

Πανεπιστήμιο Πατρών
Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής

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.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα αρχικά να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Μιχάλη Ξένο, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, αναθέτοντάς μου την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η δυνατότητα να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα υπήρξε μια πολύτιμη εμπειρία, και εκτιμώ ιδιαίτερα την καθοδήγηση και τις συμβουλές του στις κρίσιμες φάσεις της εργασίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τη Σεμίρα Μαρία Ευαγγέλου για την πολύτιμη βοήθειά της καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας μου. Η διάθεσή της να προσφέρει τη γνώση και την υποστήριξή της υπήρξε ανεκτίμητη.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τη μητέρα μου, που με την αδιάκοπη υποστήριξη και κατανόησή της στάθηκε δίπλα μου σε κάθε μου βήμα. Η συμβολή της σε κάθε στάδιο της ακαδημαϊκής μου διαδρομής ήταν ανεκτίμητη, και χωρίς εκείνη, η ολοκλήρωση των σπουδών μου θα ήταν σίγουρα πιο δύσκολη.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους και κοντινούς μου ανθρώπους, που με τη συντροφιά και την κατανόησή τους έκαναν αυτή τη διαδρομή πιο ευχάριστη και λιγότερο απαιτητική.

Περίληψη

Η διαχείριση εργασιών αποτελεί σημαντική πρόκληση για τους σύγχρονους φοιτητές, οι οποίοι καλούνται να ισορροπήσουν μεταξύ ακαδημαϊκών, κοινωνικών και επαγγελματικών υποχρεώσεων. Η έλλειψη αποτελεσματικής οργάνωσης μπορεί να οδηγήσει σε άγχος, αναβλητικότητα και μειωμένη απόδοση, επηρεάζοντας τη συνολική φοιτητική εμπειρία. Ωστόσο, πολλοί φοιτητές είτε δεν χρησιμοποιούν οργανωμένες μεθόδους είτε βρίσκουν τις υπάρχουσες αναποτελεσματικές.

Ο χαμηλός κώδικας (low-code) αποτελεί μια σύγχρονη προσέγγιση ανάπτυξης λογισμικού που επιτρέπει την ταχύτερη υλοποίηση εφαρμογών μέσω γραφικών διεπαφών και προκαθορισμένων λειτουργικών στοιχείων. Οι πλατφόρμες χαμηλού κώδικα μειώνουν την ανάγκη για εκτενή προγραμματισμό, επιτρέποντας στους προγραμματιστές να εστιάσουν περισσότερο στη σχεδίαση και βελτιστοποίηση των λειτουργιών της εφαρμογής.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στην ανάπτυξη μιας εφαρμογής διαχείρισης εργασιών για φοιτητές, αξιοποιώντας την ευελιξία και την ταχύτητα υλοποίησης των πλατφορμών χαμηλού κώδικα. Η προτεινόμενη εφαρμογή στοχεύει στη βελτίωση της παραγωγικότητας των φοιτητών, παρέχοντας ένα εύχρηστο και αποτελεσματικό εργαλείο για την καλύτερη οργάνωση των υποχρεώσεών τους. Η χρηστικότητά της θα αξιολογηθεί μέσω δοκιμών με πραγματικούς χρήστες, ώστε να διαπιστωθεί η πραγματική της αξία ως εργαλείο υποστήριξης της ακαδημαϊκής διαχείρισης.

Abstract

Task management is a significant challenge for modern students, who must balance academic, social, and professional obligations. The lack of effective organization can lead to stress, procrastination, and decreased performance, ultimately affecting the overall student experience. However, many students either do not use structured methods or find existing solutions ineffective.

Low-code development is a modern software approach that enables faster application implementation through graphical interfaces and pre-configured functional components. Low-code platforms reduce the need for extensive coding, allowing developers to focus more on designing and optimizing application functionalities.

This thesis focuses on developing a task management application for students, leveraging the flexibility and rapid implementation capabilities of low-code platforms. The proposed application aims to enhance student productivity by providing a user-friendly and efficient tool for better task organization. Its usability will be evaluated through real-user testing to assess its actual value as a student task management support tool.

Περιεχόμενα

Κατάλογος Εικόνων

Κατάλογος Πινάκων

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Σημασία του προβλήματος

Σε έναν κόσμο όπου η πολυπλοκότητα και η συνεχής ροή καθηκόντων αποτελούν καθημερινή πραγματικότητα, το σύγχρονο ακαδημαϊκό σύστημα δε θα μπορούσε να αποτελεί εξαίρεση. Ο σημερινός φοιτητής χαρακτηρίζεται από έντονο φόρτο εργασίας, όπου οι πολλαπλές υποχρεώσεις –ακαδημαϊκές, κοινωνικές και, συχνά, επαγγελματικές– επιβάλλουν την αναγκαιότητα για αποτελεσματική διαχείριση χρόνου και εργασιών. Αυτή η πολυπλοκότητα μπορεί να οδηγήσει σε σύγχυση, υπερφόρτωση πληροφοριών και δυσκολία στον αποτελεσματικό προγραμματισμό, επηρεάζοντας άμεσα την απόδοσή του.

Η έλλειψη συστηματικής οργάνωσης μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένα επίπεδα άγχους και αναβλητικότητας, δημιουργώντας έναν φαύλο κύκλο όπου η καθυστέρηση εκτέλεσης των εργασιών επιδεινώνει το αίσθημα πίεσης. Ειδικά σε περιόδους εξεταστικής ή προθεσμιών, οι φοιτητές συχνά δυσκολεύονται να ιεραρχήσουν τις προτεραιότητές τους και να καταμερίσουν σωστά τον διαθέσιμο χρόνο τους. Ταυτόχρονα, παρατηρείται πως οι φοιτητές δε χρησιμοποιούν κάποια οργανωμένη μέθοδο διαχείρισης των υποχρεώσεών τους, ή αν το κάνουν, χρησιμοποιούν μεθόδους όπως σημειώσεις ή ημερολόγια, τα οποία όμως θεωρούν αναποτελεσματικά.

Παρόλα αυτά, η διαχείριση εργασιών δεν είναι καινούρια έννοια· ανέκαθεν υπήρξε θεμελιώδης για την πρόοδο της ανθρωπότητας, συμβάλλοντας στην οργάνωση της εργασίας, την αύξηση της παραγωγικότητας και την ανάπτυξη των κοινωνιών. Στη βάση αυτής της ανάγκης, καθίσταται σαφές πως οι φοιτητές, ως ομάδα με ιδιαίτερα υψηλές απαιτήσεις διαχείρισης χρόνου και εργασιών, θα ωφεληθούν από ένα εξειδικευμένο σύστημα σχεδιασμένο να τους υποστηρίζει.

Ταυτόχρονα, οι μεταβαλλόμενες ανάγκες του περιβάλλοντος επηρεάζουν και τη μεθοδολογία ανάπτυξης λογισμικού. Η αυξανόμενη ζήτηση για γρήγορες, ευέλικτες και προσαρμοστικές λύσεις οδήγησε τους μηχανικούς λογισμικού στην εγκατάλειψη των παραδοσιακών μοντέλων υψηλού κώδικα, προωθώντας νέες προσεγγίσεις, όπως η ανάπτυξη με χαμηλό κώδικα. 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.

Ως εκ τούτου, η χρήση μιας πλατφόρμας χαμηλού κώδικα για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής διαχείρισης εργασιών για φοιτητές αποτελεί μια ιδανική λύση, συνδυάζοντας την ανάγκη για οργάνωση με την ευελιξία και την ταχύτητα ανάπτυξης λογισμικού.

1.2 Στόχοι της εργασίας

Επομένως, αυτή η διπλωματική εργασία έχει ως στόχο τη διερεύνηση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι φοιτητές στη διαχείριση των ακαδημαϊκών τους υποχρεώσεων, καθώς και την ανάπτυξη μιας εφαρμογής που θα προσφέρει μια ολοκληρωμένη και αποτελεσματική λύση σε αυτό το πρόβλημα. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, θα εξεταστεί σε βάθος η εξέλιξη της διαχείρισης εργασιών μέσα στον χρόνο, καθώς και οι σύγχρονες ανάγκες των φοιτητών.

Επιπλέον, μέσω της αξιοποίησης σύγχρονων μεθοδολογιών ανάπτυξης λογισμικού, θα εξεταστεί η έννοια του χαμηλού κώδικα, ώστε, εν τέλει, η εφαρμογή να αναπτυχθεί σε ένα τέτοιο περιβάλλον, επιτρέποντας την ταχύτερη και πιο αποδοτική υλοποίησή της, ενώ παράλληλα θα δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στη φιλικότητα προς τον χρήστη και την ευχρηστία του συστήματος.

Τέλος, η χρηστικότητα της εφαρμογής θα αξιολογηθεί μέσω πειραματικής διαδικασίας, η οποία θα περιλαμβάνει δοκιμές από πραγματικούς χρήστες. Η ανάλυση αυτή θα συνεισφέρει στην αξιολόγηση της συνολικής επίδρασης της εφαρμογής και στην τεκμηρίωση της αξίας της ως εργαλείου διαχείρισης εργασιών στο ακαδημαϊκό περιβάλλον.

1.3 Μεθοδολογία προσέγγισης

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων η εργασία χωρίζεται σε τέσσερις φάσεις:

Η πρώτη φάση επικεντρώνεται στη βιβλιογραφική ανασκόπηση των εννοιών που σχετίζονται με τη διαχείριση εργασιών και την ανάπτυξη λογισμικού σε περιβάλλον χαμηλού κώδικα. Αναλύονται βασικές θεωρητικές αρχές, υφιστάμενες μεθοδολογίες και υπάρχουσες εφαρμογές στον χώρο της διαχείρισης εργασιών, με σκοπό την κατανόηση των βέλτιστων πρακτικών. Επιπλέον, εξετάζονται διεξοδικά τα πλεονεκτήματα του χαμηλού κώδικα και οι δυνατότητες που παρέχουν οι πλατφόρμες χαμηλού κώδικα.

Στη δεύτερη φάση, πραγματοποιείται ερευνητική μελέτη για την καταγραφή των αναγκών και των προτιμήσεων των φοιτητών αναφορικά με τις εφαρμογές διαχείρισης εργασιών. Τα δεδομένα αυτά αξιοποιούνται για τη διαμόρφωση των βασικών λειτουργικών απαιτήσεων της εφαρμογής.

Η τρίτη φάση περιλαμβάνει τη σχεδίαση και υλοποίηση της εφαρμογής στην πλατφόρμα Mendix, ακολουθώντας τις ανάγκες και τις προτιμήσεις των φοιτητών με στόχο να αποτελεί μια εύχρηστη λύση.

Η τελευταία φάση αφορά την πειραματική αξιολόγηση της εφαρμογής όπου πραγματοποιείται δοκιμή με πραγματικούς χρήστες, οι οποίοι καλούνται να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή σε πραγματικές συνθήκες και να αξιολογήσουν τη χρηστικότητά της.

1.4 Συνεισφορά

Η διπλωματική εργασία επιχείρησε, μέσω βιβλιογραφικής ανασκόπησης και συγκέντρωσης σχετικού ερευνητικού υλικού, να αναδείξει τη σημασία της διαχείρισης εργασιών και των τεχνολογιών χαμηλού κώδικα, αναπτύσσοντας μια εφαρμογή που συνδυάζει αυτές τις δύο έννοιες.

Αρχικά στόχευσε σε μια πλήρη βιβλιογραφική μελέτη για την ενημέρωση του αναγνώστη για τις βασικές αρχές της διαχείρισης εργασιών και της ανάπτυξης λογισμικού με χαμηλό κώδικα. Η διαχείριση εργασιών αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της καθημερινότητάς μας, με πολλαπλή εφαρμογή σε διάφορους τομείς, ενώ η ανάπτυξη λογισμικού με χαμηλό κώδικα αποτελεί μια σύγχρονη αναπτυσσόμενη προσέγγιση στην ανάπτυξη λογισμικού, που επιτρέπει την ταχύτερη και πιο αποδοτική υλοποίηση εφαρμογών.

Ταυτόχρονα, με τη διεξαγωγή πρωτογενούς έρευνας με στόχο την κατανόηση των δυσκολιών των φοιτητών στον καθημερινό προγραμματισμό των εργασιών τους και την καταγραφή των χαρακτηριστικών που θεωρούν πιο χρήσιμα σε μια εφαρμογή διαχείρισης εργασιών, δημιουργήθηκε μια πολύτιμη πηγή πληροφοριών με σκοπό την αποτελεσματική σχεδίαση της εφαρμογής.

Τέλος, μέσα από τη SUS αξιολόγηση της εφαρμογής που έγινε με τη συμμετοχή 23 φοιτητών, παρήχθη μια ποιοτική αξιολόγηση της εφαρμογής, που αποτελείται από την εκτίμηση της χρηστικότητάς της, την αποδοχή των χρηστών και την ευκολία χρήσης της, προσφέροντας πολύτιμα δεδομένα για τη βελτίωση της εφαρμογής και τον σχεδιασμό μελλοντικών εκδόσεων.

1.5 Διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας

Η εργασία οργανώνεται σε οκτώ κεφάλαια:

Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται μια εκτενής αναφορά στη διαδικασία της διαχείρισης εργασιών, περιλαμβάνοντας τον ορισμό της, μια ιστορική αναδρομή στην εξέλιξή της από παραδοσιακές μεθόδους, όπως συσκευές με πολύχρωμες χάντρες ή τα ηλιακά ρολόγια, έως τα σύγχρονα εργαλεία. Παρουσιάζονται επίσης διάφορες μέθοδοι αποτελεσματικής διαχείρισης εργασιών, όπως το διάγραμμα Gantt.

Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται τόσο υπάρχουσες έρευνες όσο και μια πρωτογενής μελέτη που διεξήχθη στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, με στόχο να αναλυθούν οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι φοιτητές στη διαχείριση των ακαδημαϊκών και εξωπανεπιστημιακών υποχρεώσεών τους. Τα ευρήματα αυτά παρέχουν πολύτιμα δεδομένα που αξιοποιούνται στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη της προτεινόμενης εφαρμογής, με σκοπό τη βελτίωση της παραγωγικότητας και της συνολικής φοιτητικής εμπειρίας.

Το Κεφάλαιο 4 εξετάζει την έννοια του χαμηλού κώδικα, αναλύοντας τον ορισμό, τις αρχές, τα χαρακτηριστικά και τα πλεονεκτήματά του. Επίσης, παρουσιάζεται η ιστορική εξέλιξη των εργαλείων και των μεθοδολογιών αυτοματοποίησης που οδήγησαν στη δημιουργία λογισμικών όπως οι Πλατφόρμες Ανάπτυξης Λογισμικού σε Low-Code.

Το Κεφάλαιο 5 επικεντρώνεται σε μία από αυτές τις πλατφόρμες, το Mendix, που επιλέχθηκε για την ανάπτυξη της εφαρμογής. Παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά της πλατφόρμας, καθώς και τα εργαλεία και οι λειτουργίες που προσφέρει, ώστε να υπάρχει μια σαφής κατανόηση των δυνατοτήτων της για την υλοποίηση της εφαρμογής.

Το Κεφάλαιο 6 παρουσιάζει την υλοποιημένη εφαρμογή. Αναλύεται η σχεδιαστική προσέγγιση που ακολουθήθηκε, βασισμένη στα ευρήματα των ερευνών, ενώ παράλληλα παρουσιάζεται ένα demo της εφαρμογής. Στη συνέχεια, γίνεται λεπτομερής ανάλυση όλων των τεχνικών χαρακτηριστικών και λειτουργιών της.

Το Κεφάλαιο 7 περιγράφει τη διαδικασία πειραματικής αξιολόγησης της εφαρμογής. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δοκιμών, καθώς και η ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν, προκειμένου να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα και η χρηστικότητα του συστήματος.

Τέλος, στο Κεφάλαιο 8 διατυπώνονται τα συμπεράσματα της εργασίας και παρουσιάζονται προτάσεις για μελλοντικές επεκτάσεις και βελτιώσεις της εφαρμογής, με στόχο τη διαρκή εξέλιξή της.

Κεφάλαιο 2

Διαχείριση Εργασιών

"*Plans are nothing; planning is everything*"
—Dwight D. Eisenhower

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, αυτή η 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 αναλυτικότερη εξέταση του όρου, καθώς και οι θεμελιώδεις αρχές και μέθοδοι που τον διέπουν.

Η διαχείριση εργασιών αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της καθημερινότητας, επηρεάζοντας τη συνολική παραγωγικότητα και αποδοτικότητα τόσο σε ατομικό όσο και σε συλλογικό επίπεδο. Λόγω της αυξανόμενης πολυπλοκότητας των σύγχρονων υποχρεώσεων και της ανάγκης για αποτελεσματικό συντονισμό πολλαπλών δραστηριοτήτων, καθίσταται επιτακτική η εφαρμογή πρακτικών διαχείρισης.

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 αυτής της έννοιας στην καθημερινότητα, με ιδιαίτερη έμφαση στους φοιτητές, καθώς αποτελεί τη βάση για την ανάπτυξη της εφαρμογής που θα παρουσιαστεί στη συνέχεια.

2.1 Το πρόβλημα της διαχείρισης εργασιών

Σε αυτή την 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 προκαθορισμένης χρονικής περιόδου και ολοκληρώνεται όταν επιτευχθούν οι στόχοι της, όταν δεν υπάρχει πλέον ανάγκη υλοποίησής της ή όταν κρίνεται ανέφικτη η ολοκλήρωσή της [1].

2.1.2 Ορισμός της διαχείρισης εργασιών

Διαχείριση εργασιών (task management) ορίζεται ως η διαδικασία οργάνωσης, ιεράρχησης και παρακολούθησης των εργασιών, 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 έχει καταστήσει τα ψηφιακά εργαλεία βασικό μέσο διαχείρισης, 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 ψηφιακές εφαρμογές[1] (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

[1] Θα αναφερθούμε πιο εκτεταμένα σε ψηφιακά 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 αναφερθεί, 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 και στην εξέλιξή τους με την πάροδο του χρόνου. 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 Gantt ή παρακολούθηση εξαρτήσεων.

Σε αυτή τη 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

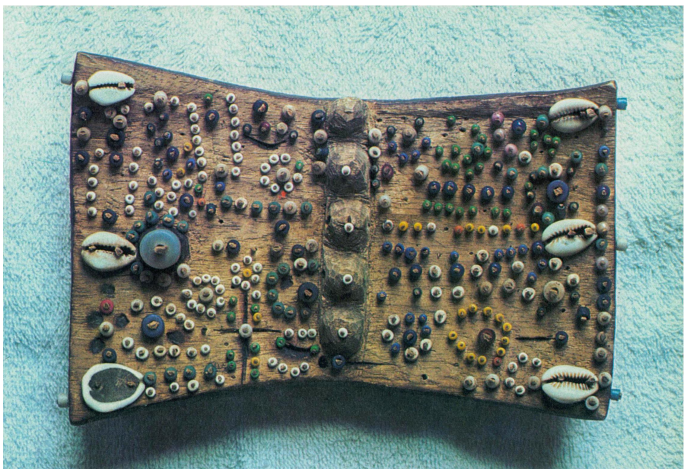
Η διαχείριση και ο προγραμματισμός εργασιών αποτελούν έννοιες που υπήρχαν ήδη από την αρχαιότητα, πολύ πριν την ανάπτυξη ψηφιακών εργαλείων και αυτοματισμών, με τις πρώτες μορφές οργάνωσης να βασίζονται κυρίως στον προφορικό λόγο και την ανθρώπινη μνήμη. Με την ανάγκη για καταγραφή και παρακολούθηση, 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 Gantt 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 κυρίως 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. Αν και ήταν η μόνη διαθέσιμη επιλογή εκείνη την εποχή, το σύστημα αυτό παρουσίαζε σοβαρά μειονεκτήματα, καθώς η ανθρώπινη μνήμη είναι επιρρεπής 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 η συσκευή *λουκάσα* (lukasa) από τους Λούμπα του Κονγκό και η συσκευή *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.



Εικόνα 2.1: Η συσκευή λουκάσα [6]

Η λουκάσα (εικόνα 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]. Η κουίπου (εικόνα 2.2) ήταν μια κατασκευή με χορδές από βαμβάκι ή

Εικόνα 2.2: Η συσκευή κουίπου

μαλλί. Οι χορδές ήταν πολύχρωμες με κόμπους, επιτρέποντας έτσι την κατηγοριοποίηση και αποθήκευση πληροφοριών βάσει χρώματος, διάταξης και αριθμού. Οι Ίνκα 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 (εικόνα 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 δομημένου 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.

Εικόνα 2.3: Το παλαιότερο γνωστό ηλιακό ρολόι από τους Αιγυπτίους· χρησιμοποιείτο για να μετράει τις ώρες εργασίας τους

Πολιτισμοί όπως οι Αιγύπτιοι, οι Ρωμαίοι και οι Μάγια ανέπτυξαν πολύπλοκα συστήματα ημερολογίων που βασίζονταν στις κινήσεις του ήλιου, της σελήνης και των 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 εξελιγμένων εργαλείων διαχείρισης εργασιών, ικανών να εξυπηρετήσουν τις αυξανόμενες ανάγκες 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 τυποποίησης 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 τερά-

στιες 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 διαχείριση ενός εκτεταμένου εργατικού δυναμικού, η οργάνωση μεγάλων ποσοτήτων πρώτων υλών και η αυστηρή τήρηση χρονοδιαγραμμάτων αποτέλεσαν προκλήσεις που δεν ήταν εφικτό να αντιμετωπιστούν με τις παραδοσιακές τεχνικές.

Μηχανικοί όπως ο Henry Gantt εισήγαγαν πρωτοποριακές μεθόδους οργάνωσης, όπως το **Gantt Chart** (διάγραμμα Γκαντ). Το διάγραμμα Gantt 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 Gantt 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 Gantt 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].

Εικόνα 2.4: Το φράγμα Χούβερ [10]

Η εισαγωγή μεθοδολογικών εργαλείων όπως το διάγραμμα Gantt 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 τον 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 ψηφιακή επανάσταση που ακολούθησε δε θα μπορούσε παρά να γιγαντώσει αυτή τη νέα πραγματικότητα. Η είσοδος 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.

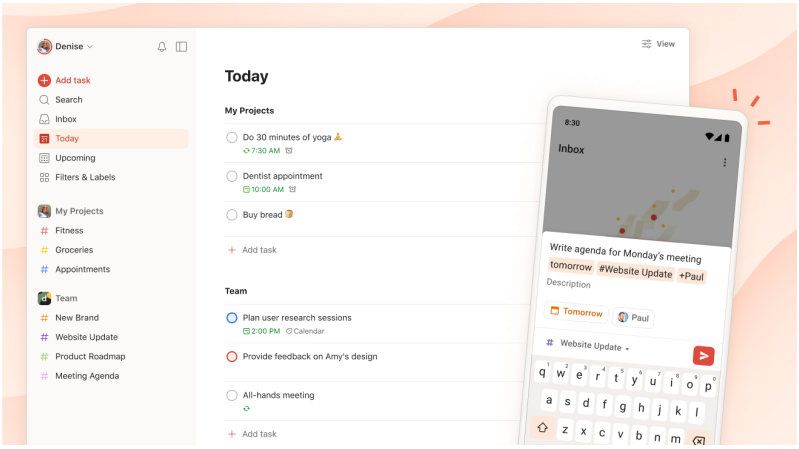
2.3.1 Ψηφιακά εργαλεία

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, οι σημειώσεις και η οργάνωση μεταφέρθηκε από τις χειρόγραφες σημειώσεις, τα ημερολόγια και τα έγγραφα των γραφομηχανών σε ψηφιακά 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 (εικόνα 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 προγραμματίσουν 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].



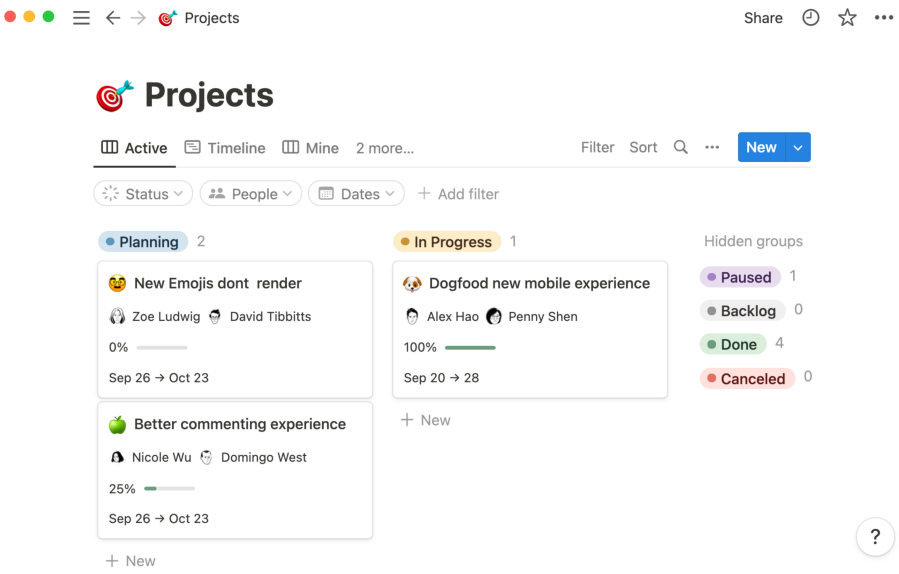
Εικόνα 2.5: Η εφαρμογή Todoist.

© https://www.todoist.com

2.3.1.2 Notion

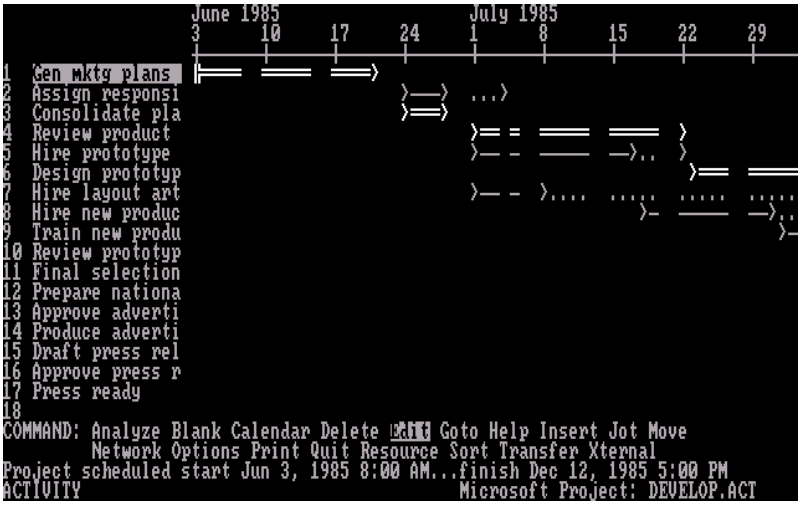
Το Notion (εικόνα 2.6) είναι αυτή τη στιγμή ίσως η πιο δημοφιλής πλατφόρμα προσωπικής οργάνωσης. Συνδυάζει στοιχεία για task-management, note-taking, βάσεις δεδομένων και συνεργατικότητας σε μία ενιαία εφαρμογή, καθιστώντας το ιδανικό για χρήστες που επιζητούν έναν κεντρικό χώρο για τη διαχείριση της 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 εγκυκλοπαίδεια [3].

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.



Εικόνα 2.6: Στιγμιότυπο του Notion [12]

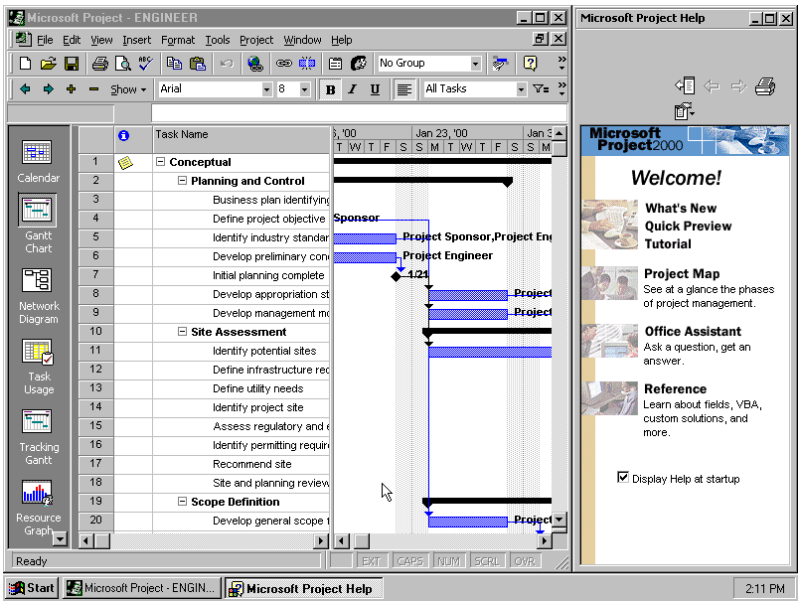
2.3.1.3 Microsoft Project



Εικόνα 2.7: Στιγμιότυπο από το Microsoft Project 3.0 (σε DOS) [13]

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 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 πληροφορική και τη διαχείριση ανθρώπινων πόρων.



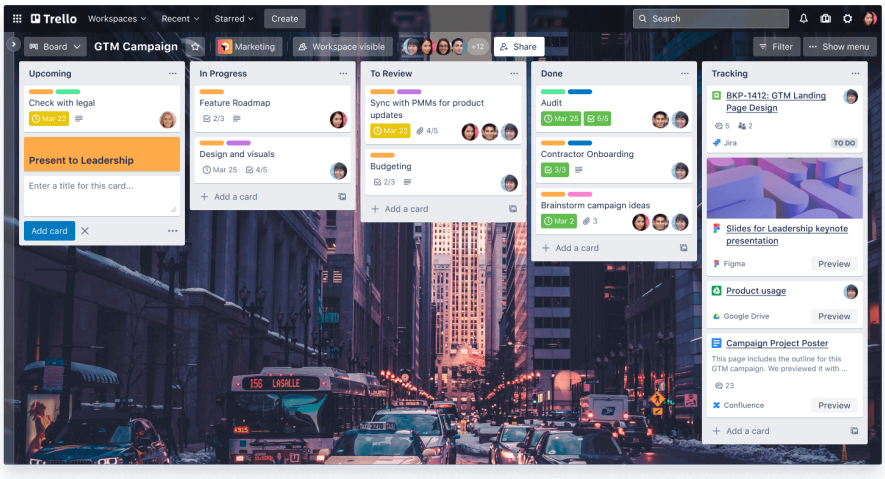
Εικόνα 2.8: Στιγμιότυπο από το Microsoft Project 2000 [13]

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

Στις εικόνες 2.7 και 2.8 παρουσιάζονται στιγμιότυπα από τις πρώτες εκδόσεις του λογισμικού.

2.3.1.4 Trello



Εικόνα 2.9: Στιγμιότυπο του Trello

© https://www.atlassian.com/software/trello

Το Trello (εικόνα 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, ιδιαίτερα 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 ψηφιακά 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, 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 η Kanban μεθοδολογία, όπως επίσης και τα διαγράμματα Gantt και PERT.

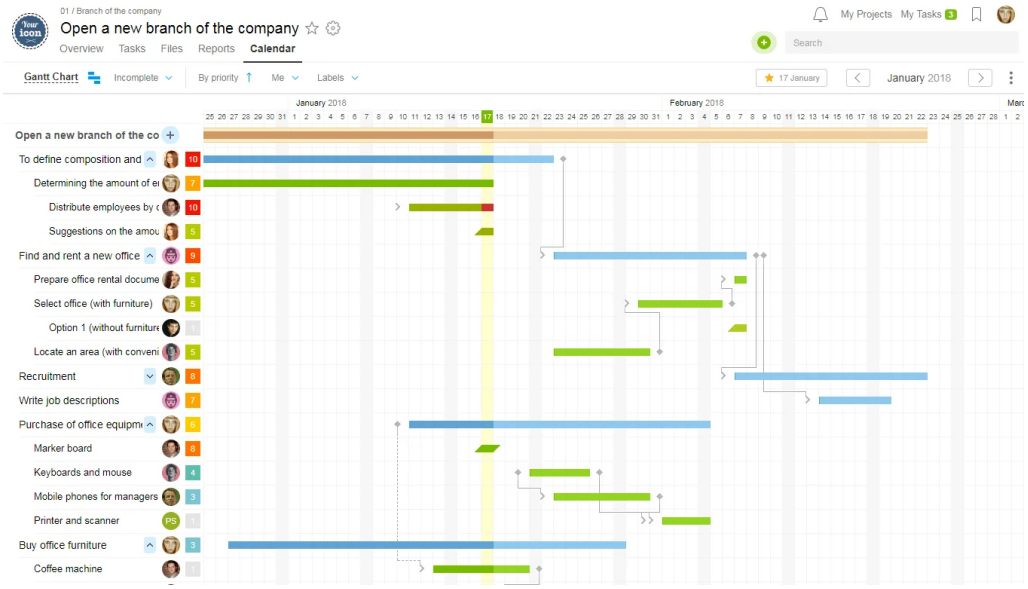
Στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής, η οποία επικεντρώνεται στην ανάπτυξη μιας εφαρμογής διαχείρισης εργασιών που θα περιλαμβάνει και πίνακα Kanban, η αναφορά στις μεθοδολογίες αυτές είναι απαραίτητη για λόγους πληρότητας ώστε να αναδειχθούν οι αρχές που καθοδηγούν τον σχεδιασμό τέτοιων εργαλείων.

2.4.1 Gantt Chart

Το **Gantt Chart** (διάγραμμα Γκαντ) έχει καθιερωθεί ως ένα από τα πιο χρήσιμα εργαλεία στη διαχείριση έργων, καθώς παρέχει μια εύληπτη γραφική αναπαράσταση των επιμέρους εργασιών ενός έργου (εικόνα 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 Gantt, 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 δομή που διευκολύνει την ανάγνωση και την κατανόηση του χρονοδιαγράμματος.

Η ευκολία και η ταχύτητα με την οποία μπορεί να κατασκευαστεί ένα διάγραμμα Gantt 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.

Παρ' όλα αυτά, το διάγραμμα Gantt 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 άλλη, 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 αλλάζουν, 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 [14].



Εικόνα 2.10: Παράδειγμα διαγράμματος Gantt

© https://www.reddit.com

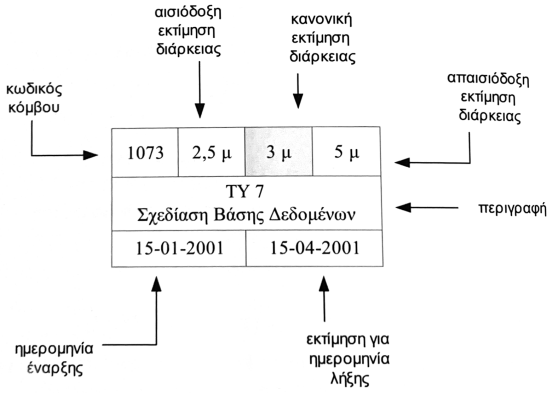
2.4.2 Program evaluation and review technique (PERT)

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.

Σε ένα διάγραμμα PERT (διάγραμμα αξιολόγησης έργου), το έργο αναλύεται σε επιμέρους δραστηριότητες, καθεμία από τις οποίες απεικονίζεται ως κόμβος σε ένα γράφημα (εικόνα 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.

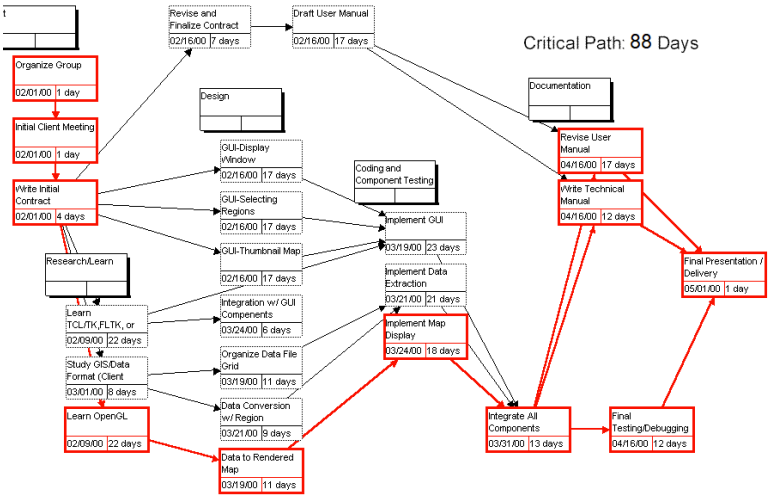
Το PERT βασίζεται στην εκτίμηση του χρόνου για κάθε δραστηριότητα χρησιμοποιώντας τρεις παραμέτρους: τον αισιόδοξο χρόνο (ο ελάχιστος χρόνος ολοκλήρωσης), τον πιο πιθανό χρόνο και τον απαισιόδοξο χρόνο (ο μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης). Με βάση αυτές τις εκτιμήσεις, υπολογίζεται ο αναμενόμενος χρόνος για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

Μια σημαντική έννοια στο PERT είναι ο υπολογισμός της κρίσιμης διαδρομής (εικόνα 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



Εικόνα 2.11: Παράδειγμα κόμβου σε διάγραμμα PERT [14]

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.



Εικόνα 2.12: Παράδειγμα διαγράμματος PERT
(με κόκκινο εμφανίζεται η κρίσιμη διαδρομή)
© cs.unc.edu

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 ενέργειές τους για την αντιμετώπιση πιθανών καθυστερήσεων.

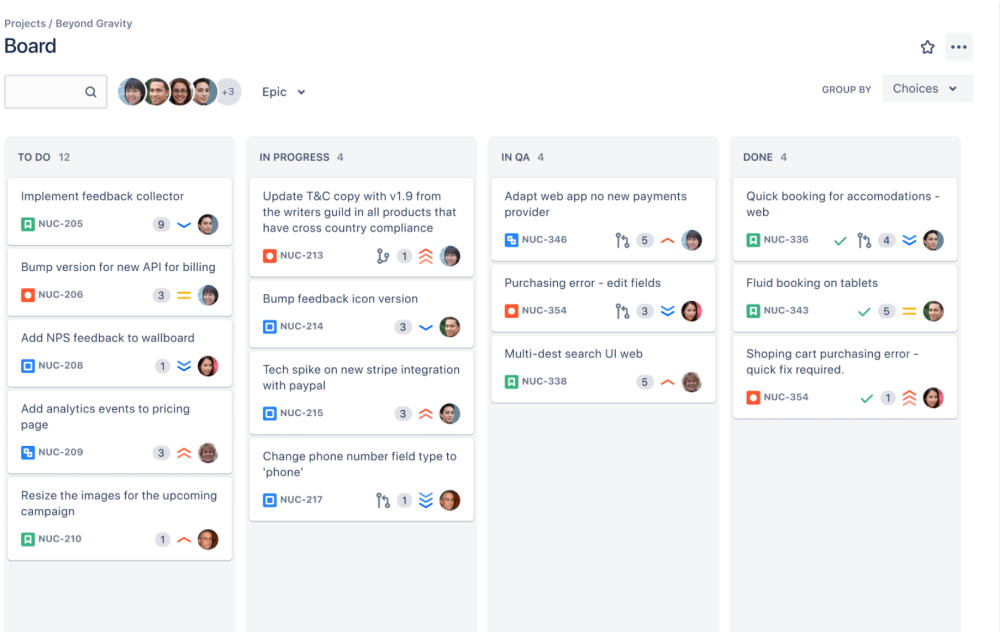
Το PERT, παρόλο που είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε έργα με πολλές αβεβαιότητες,

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 [15].

2.4.3 Kanban

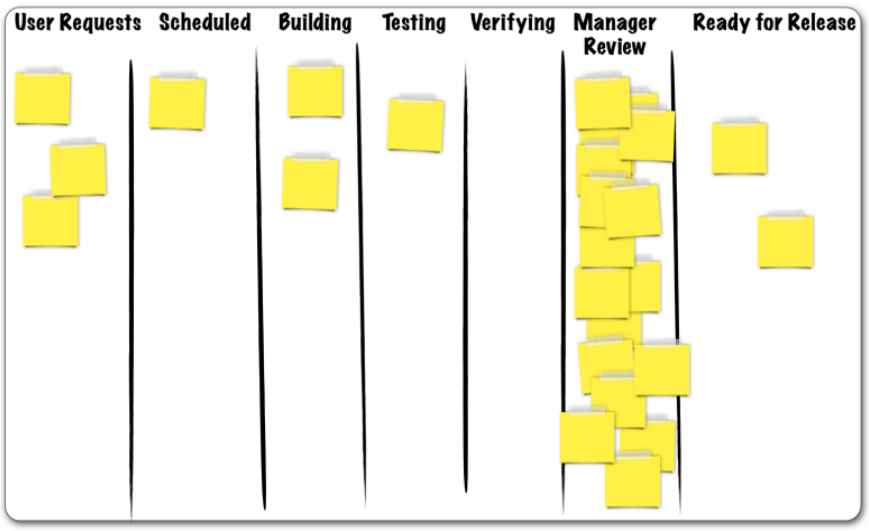
Το Kanban (εικόνα 2.13) είναι μια μέθοδος διαχείρισης εργασιών που αρχικά αναπτύχθηκε από την Toyota στον τομέα της παραγωγής τη δεκαετία του 1940, με σκοπό τη βελτίωση της ροής εργασιών και την ελαχιστοποίηση των καθυστερήσεων και στη συνέχεια εξελίχθηκε και υιοθετήθηκε ευρέως στον τομέα της ανάπτυξης 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 ψηφιακά εργαλεία όπως το Trello [4], το Jira [16] και το Asana [17], τα οποία προσφέρουν επιπλέον δυνατότητες όπως η αυτόματη ενημέρωση και η συνεργασία σε πραγματικό χρόνο.



Εικόνα 2.13: Ένας Kanban πίνακας στο Jira

© https://www.atlassian.com/software/jira/features/kanban-boards



Εικόνα 2.14: Ένα παράδειγμα συμφορήσεων [18]

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 (εικόνα 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. Η εφαρμογή της μεθόδου επιτρέπει στις ομάδες να παρακολουθούν τις καθυστερήσεις, να μειώσουν τους χρόνους αναμονής και να βελτιώσουν την επικοινωνία, ενισχύοντας τη συνεργασία και τη διαφάνεια [18], [19].

Κεφάλαιο 3

Ανάλυση προτιμήσεων φοιτητών

3.1 Υπάρχουσες έρευνες και σχετική βιβλιογραφία

Η αποτελεσματικότητα των φοιτητών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την οργάνωση 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. Παρ' όλα αυτά, οι φοιτητές συχνά αντιμετωπίζουν προκλήσεις, όπως η αναβλητικότητα και η έλλειψη σωστής οργάνωσης στην 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 [20] 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 πλειοψηφία 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 την 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%), αναφέρονται σε θέματα κακής οργάνωσης από την πλευρά των φοιτητών, υποδεικνύοντας την ανάγκη για αποτελεσματικότερα εργαλεία χρονοπρογραμματισμού.

Παράλληλα, μια διαφορετική έρευνα [21] 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 διαταράσσει την ισορροπία των ακαδημαϊκών τους υποχρεώσεων,

οδηγώντας σε μείωση της συνολικής τους απόδοσης.

Οι παραπάνω έρευνες καταλήγουν σε δύο βασικά συμπεράσματα. Πρώτον, η έλλειψη οργανωτικών δεξιοτήτων αποτελεί έναν από τους κύριους παράγοντες που δυσχεραίνουν τη 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 [21] 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 μπο-

ρούν 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 δείγμα 14 φοιτητών, διασφαλίζοντας τη συνάφεια των απαντήσεών τους με το αντικείμενο της μελέτης. Η συμμετοχή ήταν εθελοντική και οι φοιτητές απάντησαν στο ερωτηματολόγιο ανώνυμα. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε διάστημα μιας εβδομάδας 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:

Πίνακας 3.1: Ερωτηματολόγιο προτιμήσεων φοιτητών

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;	1ο, 2ο, 3ο, 4ο, 5ο, 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., ψώνια) 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 στη 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 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; *Ύπαρξη ημερολογίου* *Ιεράρχιση εργασιών (χαμηλή, υψηλή προτεραιότητα)* *Κατηγοροποίηση εργασιών βάσει του χρώματός τους (color-coding)* *Ύπαρξη επαναλαμβανόμενων (recurring) εργασιών* *Σύστημα επιβράβευσης κατά την ολοκλήρωση μιας εργασίας* *Καλαίσθητο, φιλικό για τον χρήστη, γραφικό περιβάλλον* *Προειδοποίηση πριν λήξει η προθεσμία μιας εργασίας*	 *1 (καθόλου χρήσιμο) – 5 (πολύ χρήσιμο)* *1 (καθόλου χρήσιμο) – 5 (πολύ χρήσιμο)* *1 (καθόλου χρήσιμο) – 5 (πολύ χρήσιμο)* *1 (καθόλου χρήσιμο) – 5 (πολύ χρήσιμο)* *1 (καθόλου χρήσιμο) – 5 (πολύ χρήσιμο)* *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 Υλικών, 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.

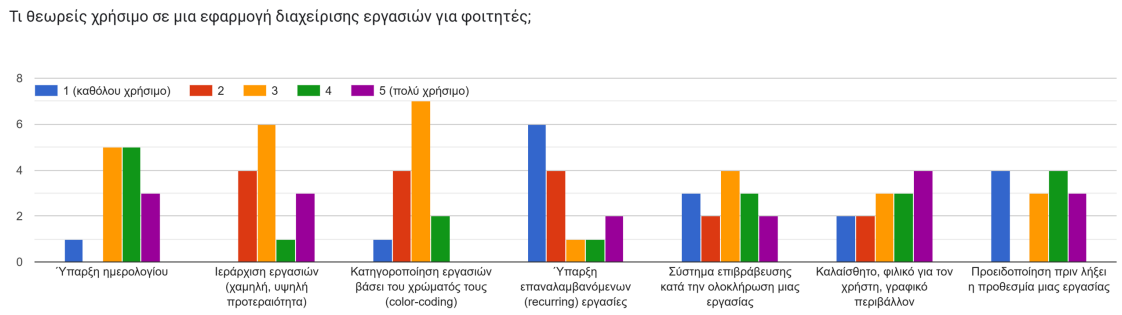
Όσον αφορά το είδος των εργασιών που προγραμματίζουν, και οι 9 φοιτητές αναφέρουν ότι προγραμματίζουν υποχρεώσεις σχολής και επίσης 4 από αυτούς προγραμματίζουν υποχρεώσεις καθημερινότητας, 3 κοινωνικές δραστηριότητες, 2 προσωπική ανάπτυξη και 3 προσωπική φροντίδα. Σε κλίμακα από 1 έως 5, 5 φοιτητές 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 ο λόγος ήταν η συνεργασία που απαιτούσε η εργασία.

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. Παρατηρείται ότι οι φοιτητές δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στην ύπαρξη ημερολογίου, στην κατηγοριοποίηση βάσει χρώματος, και στην προειδοποίηση πριν λήξει μια προθεσμία, ενώ δεν ενδιαφέρονται τόσο για την ύπαρξη επαναλαμβανόμενων εργασιών.



Εικόνα 3.1: Βαθμολόγηση χαρακτηριστικών που οι φοιτητές θεωρούν χρήσιμα σε μια εφαρμογή διαχείρισης 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 βαθμολογήθηκε με 3,9/5 από τους συμμετέχοντες, θα μπορούσε να ενισχύσει τη διατήρηση του κινήτρου και να συμβάλει στη 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 μισοί 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 βέβαιη, καθώς ο μέσος όρος βαθμολογίας στην κλίμακα 1-5 φτάνει το 3,14, γεγονός που υποδηλώνει ενδιαφέρον αλλά όχι ενθουσιασμό. Αυτό υποδηλώνει ότι η αποδοχή μιας εφαρμογής εξαρτάται από το αν 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 επικεντρωθεί όχι μόνο στην καταγραφή των υποχρεώσεων, αλλά και στη δημιουργία μηχανισμών που ενισχύουν την πειθαρχία, μειώνουν τους περισπασμούς και βελτιώνουν την παραγωγικότητα. 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, επιτρέποντας ακόμα και 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 σε αυτή την εργασία. Μια εξ αυτών, η Mendix, είναι αυτή που χρησιμοποιήθηκε 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.*" [22]

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 συγκριτικά με την Assembly, όπως και η Assembly είναι χαμηλός

κώδικας αν τη συγκρίνουμε με το να αλλάζουμε χειροκίνητα μηδενικά και άσσους στους καταχωρητές. Σε μεγάλο βαθμό, η εξέλιξη του χαμηλού κώδικα ακολουθεί την εξέλιξη του προγραμματισμού.

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 επίπεδο προγραμματισμού, λόγω των αφαιρέσεων που διαθέτει, επιτρέπει μια ταχύτερη και πιο αποδοτική 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 που η Python κατέστησε τον προγραμματισμό προσβάσιμο σε περισσότερους χρήστες σε σύγκριση 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 διαθέτουν γραφικό περιβάλλον με δυνατότητες drag-and-drop και WYSIWYG (What-You-See-Is-What-You-Get) editors, επιτρέποντας την ταχύτερη και πιο διαισθητική κατασκευή εφαρμογών. Αυτός ο οπτικός προγραμματισμός (visual programming) είναι σημαντικός παράγοντας στην προσβασιμότητα που προσφέρει ο χαμηλός κώδικας [23] [24] [25].

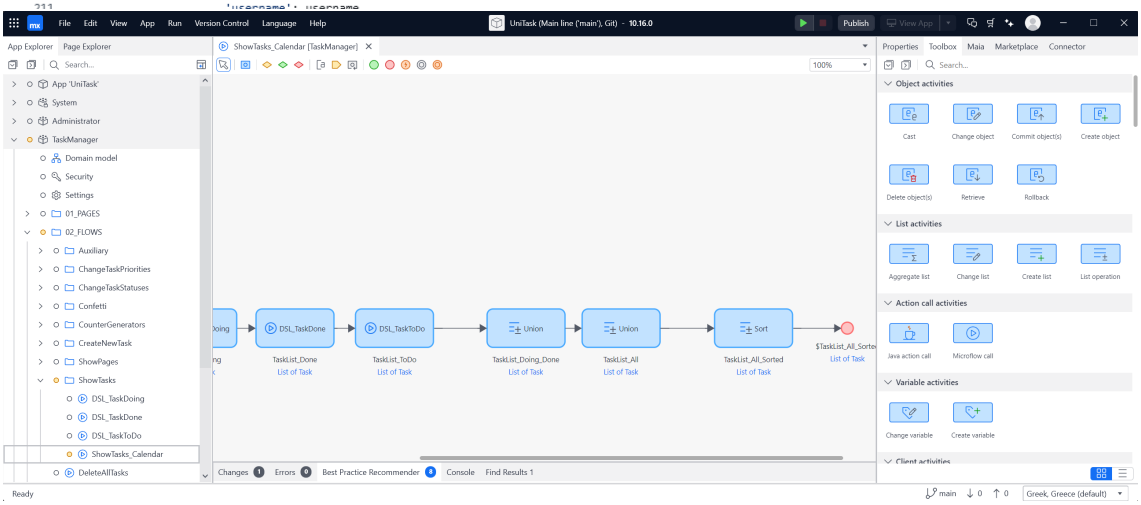
4.1.1 Οπτικός προγραμματισμός (visual programming)

Στην εικόνα 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. Στην εικόνα 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 αλλαγή, καθώς αναδεικνύει μια βαθιά ανθρώπινη ανάγκη: τη χρήση της οπτικής επικοι-

```
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,
```



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

νωνίας 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 [26]. 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.

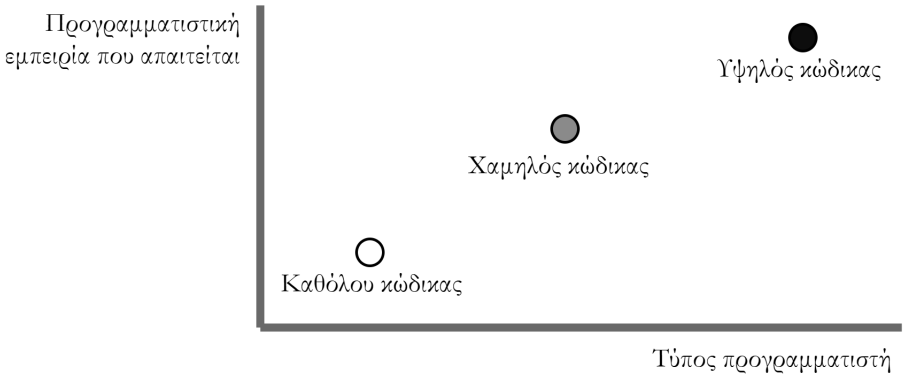
Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η οπτική προσέγγιση επιτρέπει την ταχύτερη ανίχνευση σφαλμάτων και την πιο αποτελεσματική συνεργασία μεταξύ των μελών μιας ομάδας, καθώς ένα διάγραμμα ροής είναι άμεσα κατανοητό από όλους τους εμπλεκόμενους, ανεξαρτήτως τεχνικού υποβάθρου.

4.1.2 Καθόλου κώδικας (no-code)

Ένας 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 δεν απαιτείται να χρησιμοποιούν καθόλου το πληκτρολόγιο· όλες οι ενέργειες πραγματοποιούνται μέσω ποντικιού, αξιοποιώντας ένα πλήρως γραφικό περιβάλλον. Αυτή η διαδικασία εξαλείφει πλήρως την ανάγκη συγγραφής 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 [24].



Εικόνα 4.2: Σύγκριση ανάμεσα στην προγραμματιστική εμπειρία των χρηστών και την προγραμματιστική προσέγγιση που χρησιμοποιούν [24]

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 [24]:

Πίνακας 4.1: Διαφορές ανάμεσα στους προγραμματιστές πολίτες και τους μηχανικούς λογισμικού

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, επιτρέποντάς τους να αναπτύσσουν λύσεις προσαρμοσμένες στις ανάγκες τους, χωρίς να εξαρτώνται αποκλειστικά από τις ομάδες προγραμματιστών.

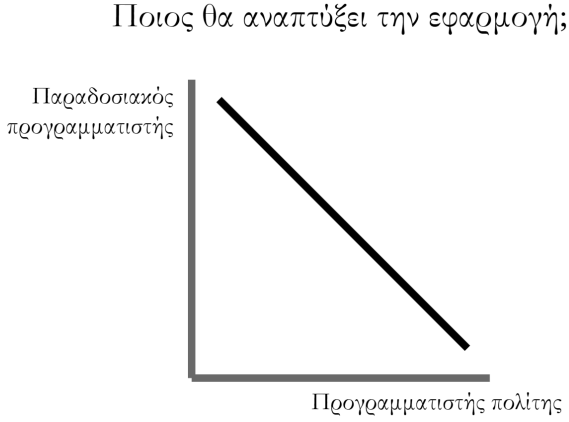
Η Gartner, μια κορυφαία διεθνής εταιρία ερευνών και συμβουλευτικών υπηρεσιών που εξειδικεύεται στους τομείς της τεχνολογίας, της επιχειρηματικής στρατηγικής και της καινοτομίας, υπογραμμίζει τη δυναμική αυτής της εξέλιξης. Σύμφωνα με έκθεσή της, προβλέπεται πως «έως το 2023, ο αριθμός των ενεργών προγραμματιστών πολιτών σε μεγάλες επιχειρήσεις θα είναι τουλάχιστον τετραπλάσιος από τον αριθμό των παραδοσιακών προγραμματιστών» [27]. 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» [28].

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» [29]. 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 τεχνο-

λογίας.

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 καχυποψία 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 συνοψίζεται στην εικόνα 4.3.



Εικόνα 4.3: Ποιος θα αναπτύξει την εφαρμογή; [24]

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 (εικόνα 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 μπορούν να αυτοματοποιηθούν μέσω 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 [30].

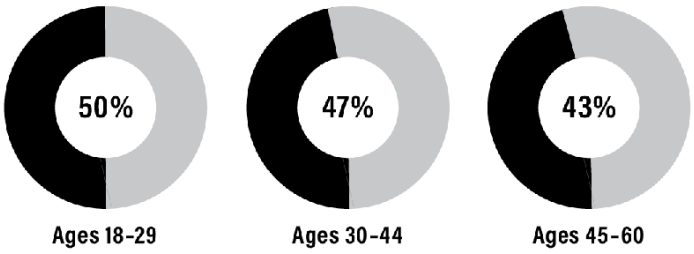
Η συνεργασία μεταξύ προγραμματιστών πολιτών και επαγγελματιών προγραμματιστών δημιουργεί μια δυναμική ομάδα, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα αναγκών και προάγοντας την αποτελεσματικότητα και την καινοτομία στην ανάπτυξη λογισμικού.

4.1.3.2 Χαρακτηριστικά των προγραμματιστών πολιτών

Σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε από την εταιρεία QuickBase [31], 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.

Εικόνα 4.4: Επαγγελματικό υπόβαθρο προγραμματιστών πολιτών [24]

Η εικόνα 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, η εικόνα 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 ηλικιακά 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.



Εικόνα 4.5: Ηλικιακή κατανομή προγραμματιστών πολιτών [32]

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 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 λάμβαναν 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 "κλασική 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 του 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

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

[2]Είναι 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).

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 γραφής κώδικα, κάτι που αποτέλεσε θεμελιώδη αλλαγή στον τρόπο που αναπτύσσονταν οι υπολογιστικές εφαρμογές [33], [34], [35].

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 [36].

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 δαπανούν 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) [37].

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 [38].

4.2.1 Computer-Aided Software Enginnering (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 καταγράφουν 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 περιορίζονταν 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 επικεντρώνονταν κυρίως 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.

Τα CASE εργαλεία λειτουργούν ως αναπόσπαστο βοήθημα για τους μηχανικούς 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 ποικίλλουν· από τη δυνατότητα δημιουργίας διαγραμμάτων για την αναπαράσταση της ροής δεδομένων ή των σχέσεων οντοτήτων (ER diagrams) μέχρι και πλήρη αυτοματοποίηση 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 [26], [33], [34], [39].

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 έθεσε τις βάσεις 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) [40], 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 [35], [41], [42].

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 αποδοτικότερο, ευέλικτο και πιο ανθεκτικό στις μελλοντικές τεχνολογικές αλλαγές.

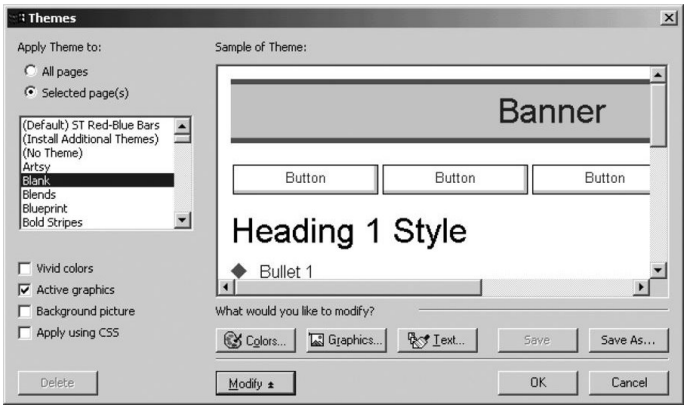
4.2.3 Προγενέστερα λογισμικά οπτικού προγραμματισμού

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 (εικόνα 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, παρακάμπτοντας την ανάγκη να γράφουν HTML ή CSS από το μηδέν.

Τα LCDPs που ακολούθησαν βασίστηκαν σε αυτές τις αρχές και τις εξέλιξαν, ενσωματώνοντας προηγμένα χαρακτηριστικά όπως η ευελιξία στη σύνδεση διαφορετικών συστημάτων, η χρήση cloud τεχνολογιών ή η υποστήριξη πολλαπλών πλατφορμών, δημιουργώντας εν τέλει εργαλεία που είναι ισχυρά, αλλά ταυτόχρονα προσιτά [24].



Εικόνα 4.6: Το γραφικό περιβάλλον του Microsoft FrontPage [24]

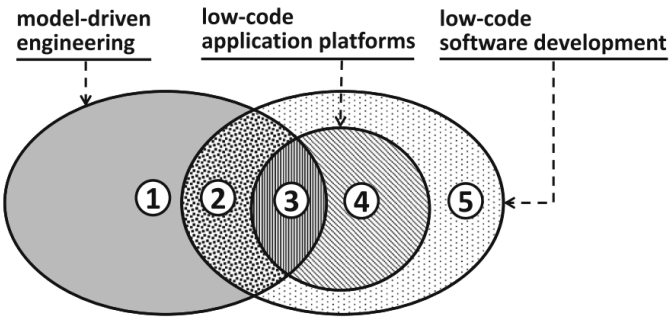
4.3 Πλατφόρμες Ανάπτυξης Λογισμικού σε Low-Code (LCDP)

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 Λογισμικού 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. [43]

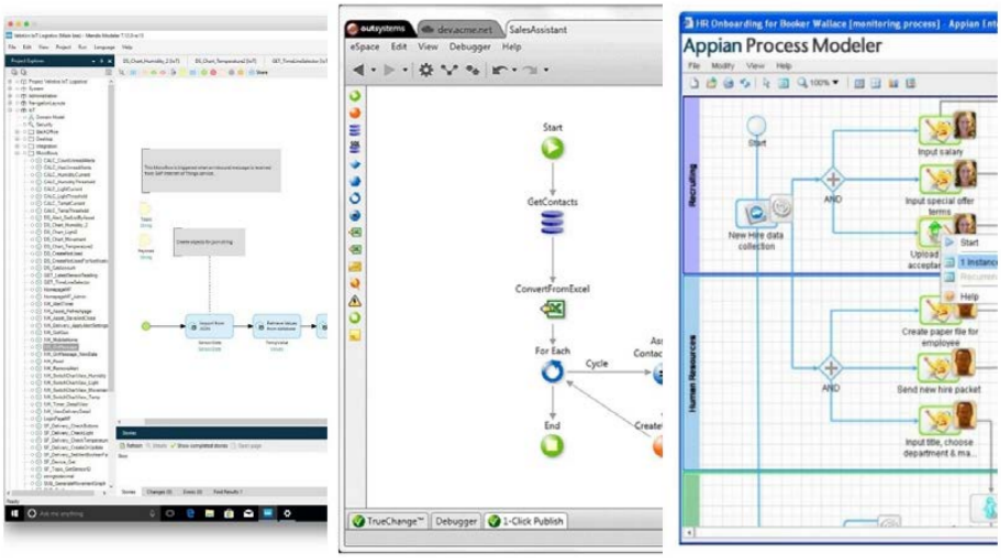
Η εικόνα 4.7 αποτυπώνει την αλληλεπίδραση και τις διαφορές μεταξύ της Μηχανικής που Βασίζεται σε Μοντέλα (Model-Driven Engineering), των Πλατφορμών Ανάπτυξης Εφαρμογών σε Low-Code (Low-Code Application Platforms) και της Ανάπτυξης Λογισμικού σε Low-Code (Low-Code Software Development). Στην περιοχή 1, 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 κεντρικό στόχο των low-code πλατφορμών. Από την άλλη υπάρχουν προσπάθειες μείωσης κώδικα χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση μοντέλων (περιοχές 4 και 5), όπου οι πλατφόρμες συχνά βασίζονται σε άλλου είδους δομές, όπως δεδομέ-

[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.



Εικόνα 4.7: Σύγκριση μεταξύ της μηχανικής που βασίζεται σε μοντέλα και των Low-Code πλατφορμών [35].

να 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.



Εικόνα 4.8: Στιγμιότυπα από LCDP από αριστερά προς τα δεξιά: Mendix, OutSystems, Appian [23]

Μια **Πλατφόρμα Ανάπτυξης Εφαρμογών σε Low-Code** (LCDP) είναι μια πλατφόρμα ανάπτυξης λογισμικού που συνήθως λειτουργεί ως Platform-as-a-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 τη 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 λάβει ευρεία αποδοχή στη 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 [30], [41], [43].

Οι τεχνολογίες που αξιοποιούν οι LCDP δεν είναι νέες ή ριζοσπαστικές, αλλά αποτελούν έναν συνδυασμό ήδη υπαρχόντων εργαλείων και χαρακτηριστικών σε ένα ενιαίο, αποδοτικό 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 JDBC[4] 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

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

λειτουργίες γενικού τύπου (όπως μαθηματικές συναρτήσεις) ή την ενσωμάτωση εσωτερικών λειτουργιών (για παράδειγμα REST υπηρεσίες).

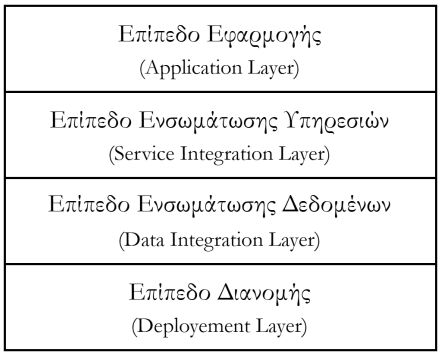
Φορητότητα και συνεργασία – Οι LCDP διευκολύνουν τη συνεργασία, επιτρέποντας στους χρήστες να εργάζονται από οποιαδήποτε τοποθεσία και συσκευή, ανεξαρτήτως λειτουργικού συστήματος.

Επεκτασιμότητα – Η επαναχρησιμοποίηση προδιαμορφωμένων 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 εφαρμογές πιο ευέλικτες και προσαρμόσιμες στις ανάγκες των προγραμματιστών ή των τελικών χρηστών.

Εύκολη διάθεση και έλεγχος έκδοσης – Ορισμένες πλατφόρμες επιτρέπουν την απομακρυσμένη διάθεση (deployment) της εφαρμογής σε κάποιον διακομιστή, 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 [43].

Εμβαθύνοντας, η αρχιτεκτονική των Πλατφορμών Ανάπτυξης Λογισμικού σε Low-Code διαχωρίζεται σε τέσσερα επίπεδα (εικόνα 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 διαχείριση, επεξεργασία και ενοποίηση δεδομένων, ακόμα και αν προέρχονται από ετερογενείς πηγές. Το χαμηλότερο επίπεδο είναι το *Επίπεδο Διανομής* (Deployment Layer) στο οποίο η εκάστοτε εφαρμογή πακετάρεται και διανέμεται στο cloud [30].

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 *διακομιστή* (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*



Εικόνα 4.9: Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός των LCDP [30]

(external services) που ενσωματώνονται στην πλατφόρμα.

Υπάρχει υποστήριξη και για SQL και για NoSQL βάσεις δεδομένων[5]. Όποιο και να είναι το είδος των δεδομένων, οι προγραμματιστές των εφαρμογών δε 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

[5]Οι 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.

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 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 αναφέρθηκε προηγουμένως, οι πλατφόρμες ανάπτυξης εφαρμογών Low-Code έχουν αποκτήσει μεγάλη δημοτικότητα 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.

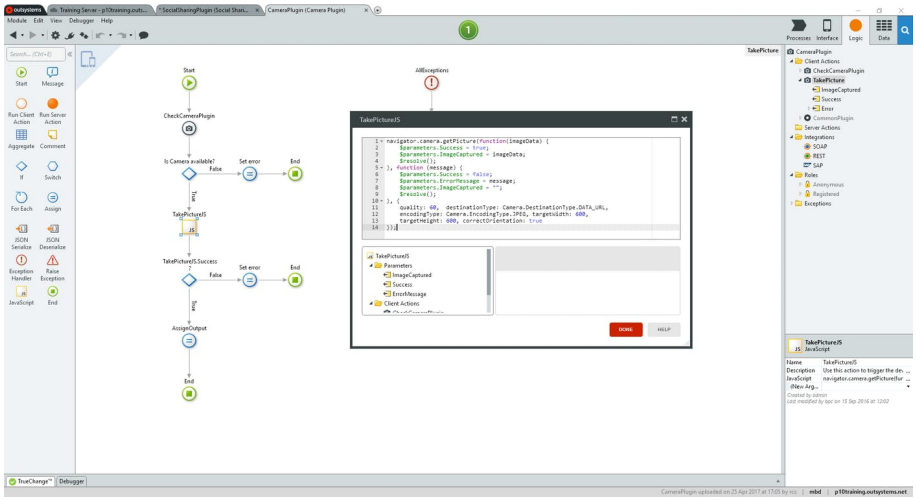
4.3.3.1 Mendix

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** (εικόνα 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 τη χαρακτήρισε ως «οραματιστής» ανάμεσα σε 36 διαφορετικές πλατφόρμες ανάπτυξης mobile εφαρμογών. Τα πλεονεκτήματά της περιλαμβάνουν την Προσέγγισή της 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 [44].



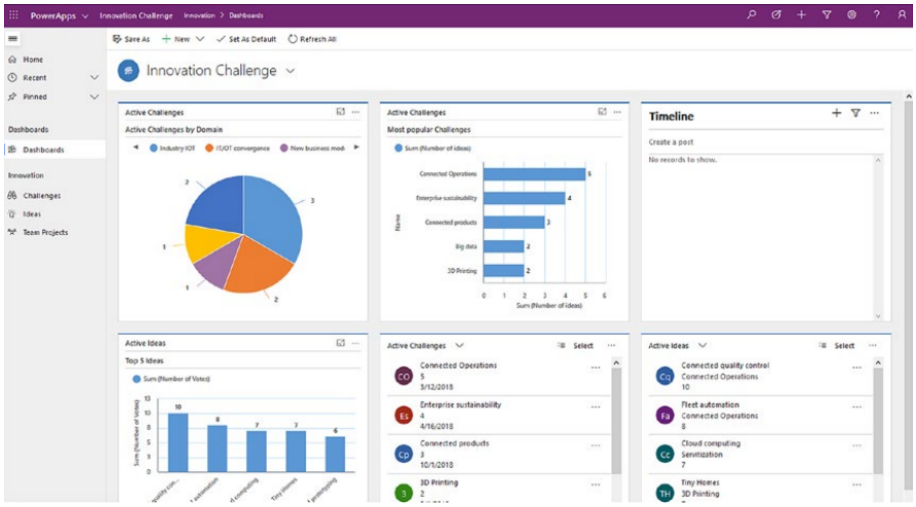
Εικόνα 4.10: Στιγμιότυπο από την πλατφόρμα OutSystems

© https://www.softwareadvice.ie/software/144877/outsystems

Η πλατφόρμα αποτελείται από δύο βασικά μέρη: τον 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 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. Εκτός από το Service Studio, διατίθεται και το Integration Studio, μια εφαρμογή που επεκτείνει τη λειτουργικότητα της πλατφόρμας, επιτρέποντας στους προγραμματιστές να ενσωματώνουν εξωτερικές βιβλιοθήκες, υπηρεσίες ή βάσεις δεδομένων στο 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 [45] [46].

4.3.3.3 Power Apps

Το **Power Apps** (εικόνα 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 χρήσης, το Power Apps εστιάζει στην παροχή εργαλείων για τη δημιουργία προσαρμοσμένων λύσεων που ανταποκρίνονται στις εσωτερικές ανάγκες των επιχειρήσεων.



Εικόνα 4.11: Παράδειγμα portal app στο Power Apps [47]

Η Microsoft λάνσαρε 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 διακομιστές SQL και εκατοντάδες 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 [47].

Κεφάλαιο 5

Mendix

Έχοντας πλέον μια καλή εικόνα για τον ορισμό του χαμηλού κώδικα και των Πλατφορμών 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 αυτής της 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 συγκαταλέγεται στις πιο ισχυρές και ευέλικτες λύσεις στην αγορά του low-code προγραμματισμού,

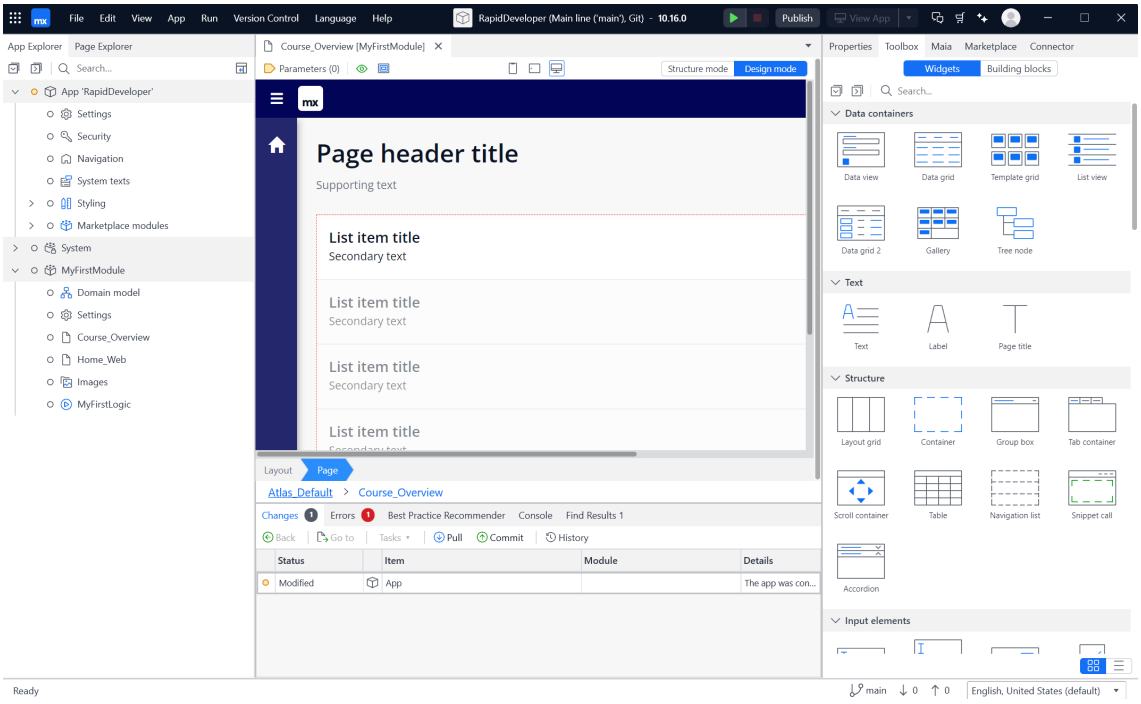
προσφέροντας αποτελεσματικότητα, ταχύτητα και καινοτομία στην ανάπτυξη λογισμικού, ενώ παράλληλα ενσωματώνει τις πιο σύγχρονες τεχνολογίες για να καλύψει τις ανάγκες επιχειρήσεων που επιθυμούν να παραμείνουν ανταγωνιστικές στην ψηφιακή εποχή [23].

Η Gartner, μια από τις μεγαλύτερες εταιρείες έρευνας και συμβουλευτικών υπηρεσιών στον κλάδο της τεχνολογίας, χαρακτηρίζει το Mendix ως ηγέτη στην αγορά των πλατφορμών ανάπτυξης λογισμικού για 8 συνεχόμενα χρόνια (εικόνα 5.1). Η κατάταξη αυτή επιβεβαιώνει τη δυνατότητα 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 [28]. Για αυτούς τους λόγους έχει προτιμηθεί για την υλοποίηση της εφαρμογής που θα παρουσιαστεί στο επόμενο κεφάλαιο.

Εικόνα 5.1: Τεταρτημόριο της Gartner με πλατφόρμες ανάπτυξης λογισμικού [28]

5.2 Το 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.



Εικόνα 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 RapidDeveloper[1].

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 διαφόρους 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

[1]Η 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 προδιαμορφωμένα στοιχεία που μπορούν να εισαχθούν στη σελίδα. Στο κάτω μέρος εμφανίζονται panels με τις αλλαγές που πραγματοποιούμε ανά commit, τα σφάλματα αν τυχόν υπάρχουν, logs, κονσόλα και άλλα. Μπορούμε σε οποιαδήποτε πεδίο να προσθέσουμε ή να αφαιρέσουμε Panels από το Μενού → View [48].

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 τίθενται σε κατάσταση αναστολής λειτουργίας (sleep mode) μετά από λίγες ώρες αδράνειας, δεν μπορούν να κλιμακωθούν, υπάρχει όριο στην υπολογιστική ισχύ και το μέγεθος της βάσης δεδομένων, δεν εκτελούνται προγραμματισμένα συμβάντα, 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 προαναφέρθηκαν [49].

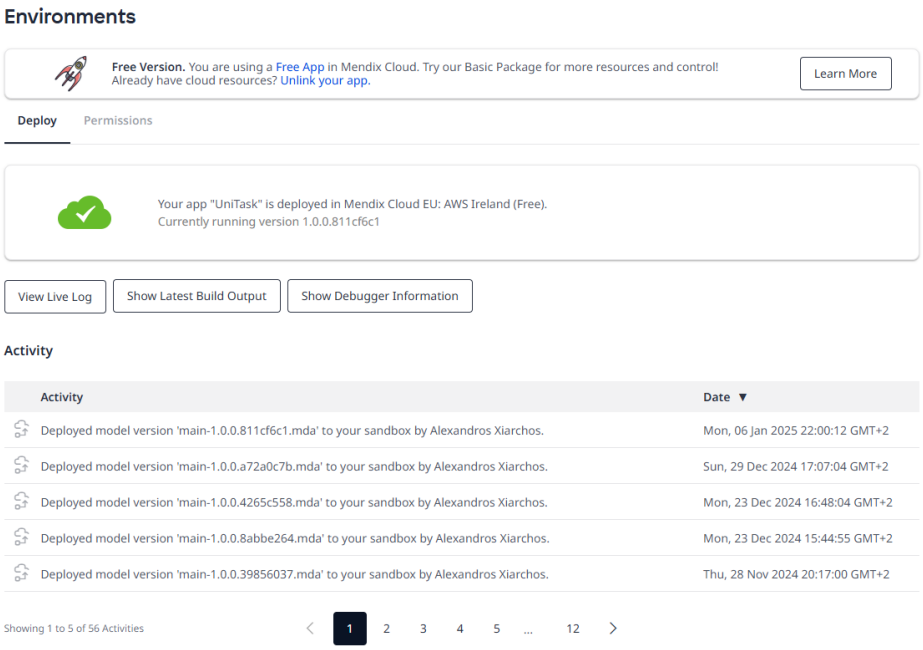
Το Mendix προφίλ κάθε χρήστη περιλαμβάνει πίνακες ελέγχου (dashboards) (εικόνα 5.3) για κάθε εφαρμογή που αναπτύσσει όπου περιλαμβάνονται ρυθμίσεις και πληροφορίες όσον αφορά το deployment.

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



Εικόνα 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 (εικόνα 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 καθορίζει 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).

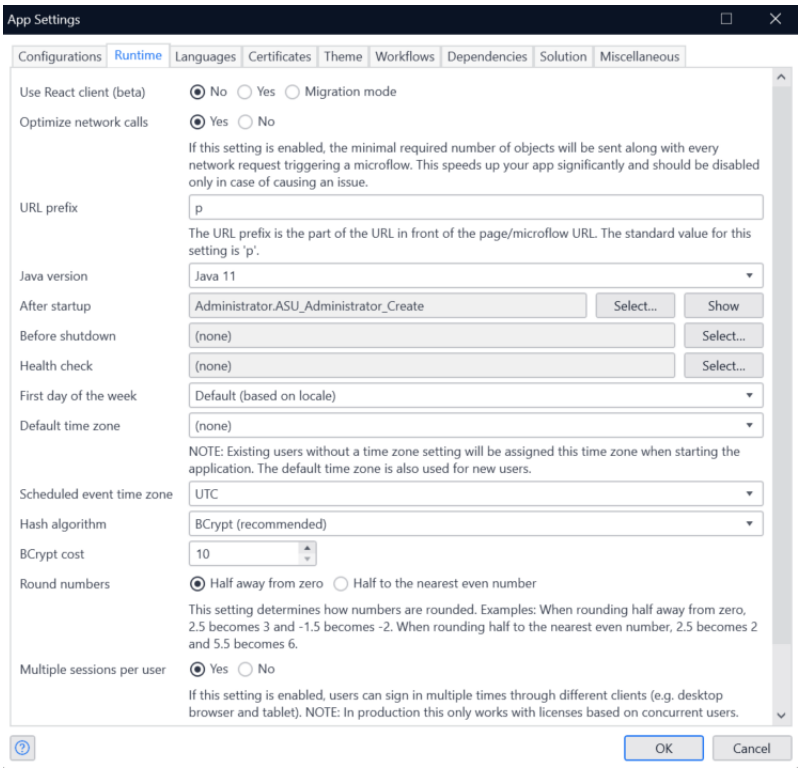
Στις **Ρυθμίσεις** επιτρέπεται η εξαγωγή του Module ως *App Module* με όλο το πηγαίο κώδικα του ή ως *Add-on Module* με σκοπό να χρησιμοποιηθεί απο άλλους χρήστες, και επίσης εκεί μπορεί να γίνει προσθήκη Java Dependencies στο module. Στην **Ασφάλεια** μπορεί να καθοριστεί η πρόσβαση όλων των ρόλων χρηστών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

5.3.1.1 Το module App

Κατά τη δημιουργία μιας νέας εφαρμογής, το Mendix παρέχει ένα σύνολο προεγκατεστημένων σελίδων με έτοιμο σχεδιασμό και λειτουργικότητα. Τα αρχεία αυτών των σελίδων βρίσκονται στο module `App`. Το module `App` πέρα από τα παράθυρα 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 εφαρμογής[3] και έναν φάκελο `Marketplace modules` το οποίο περιλαμβάνει εξωτερικά modules που μπορούν να προστεθούν μέσω του Mendix Marketplace.

Το παράθυρο **Ρυθμίσεων** του `App` (εικόνα 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.

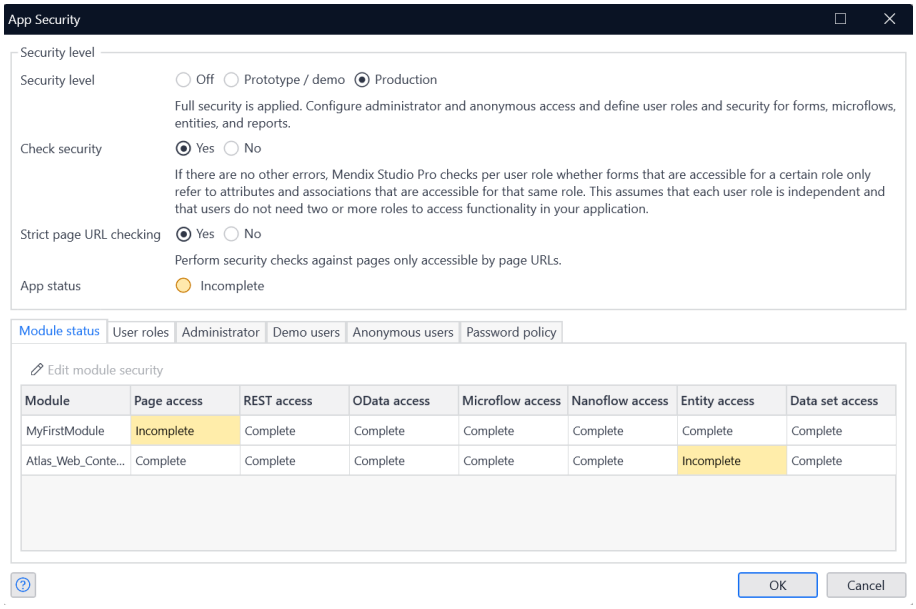


Εικόνα 5.4: Παράθυρο Settings του App

Το παράθυρο **Ασφάλεια** του `App` (εικόνα 5.5) το οποίο και αυτό διαφέρει σε σχέση

[2]Στο 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").

[3]Στα 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 αποτελούν έναν από τους τρόπους προσαρμογής της προεπιλεγμένης σχεδίασης του `Atlas`. Εναλλακτικός τρόπος είναι η δημιουργία ενός custom UI resources module.



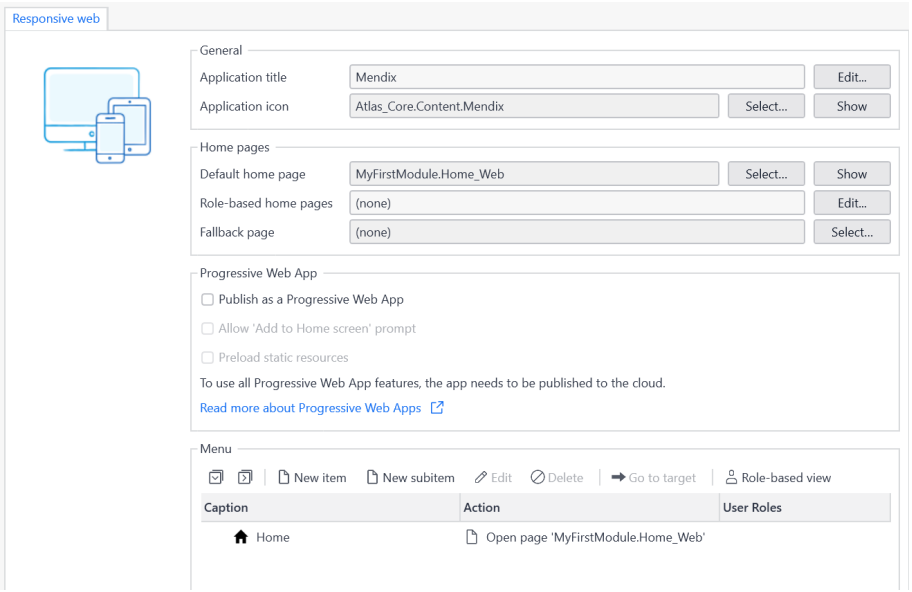
Εικόνα 5.5: Παράθυρο Security του App

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 ώστε 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` (εικόνα 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, καθώς και να οριστεί η



Εικόνα 5.6: Το έγγραφο Navigation

αρχική σελίδα (home page) της, η οποία μάλιστα μπορεί να διαμορφωθεί ώστε να είναι διαφορετική για τον εκάστοτε ρόλο χρήστη [48].

5.3.1.2 Το module System

Το 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 [50].

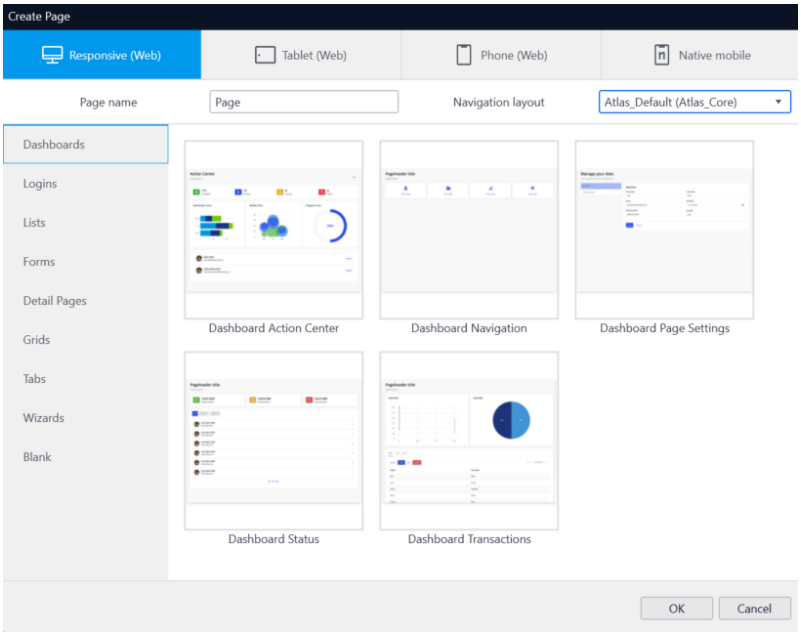
5.3.2 Έγγραφα

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 *Enumerations*[4].

[4]Τα 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 πλοήγηση, ή τα Snippets, τα οποία αποτελούν επαναχρησιμοποιήσιμα τμήματα διεπαφής.[5]



Εικόνα 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 πλοήγησης ως μπάρα στο πάνω μέρος της οθόνης και το άλλο κάθετη στα αριστερά. Το Mendix προσφέρει επίσης προκαθορισμένα πρότυπα σελίδων (page templates), τα οποία διευκολύνουν τη γρήγορη και απλή δημιουργία σελίδων με προκαθορισμένη δομή και σχεδίαση.

[5]Το 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 δυνατό το άνοιγμα νέων σελίδων σε διαφορετική καρτέλα ή παράθυρο.

Η εικόνα 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.

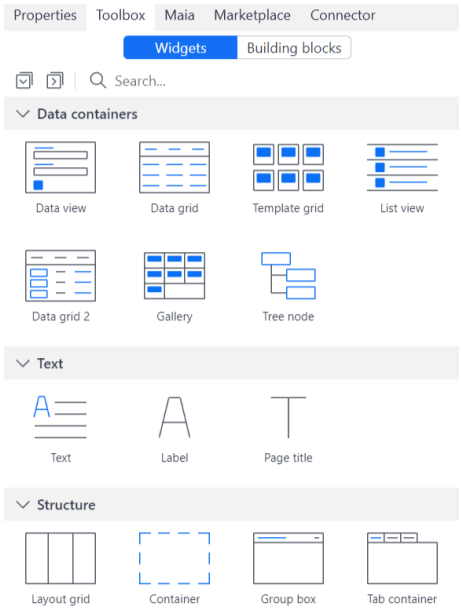
5.3.3.2 Widgets

Τα Widgets είναι προδιαμορφωμένα 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 στην εικόνα 5.2. Ενδεικτικά παραδείγματα περιλαμβάνουν:

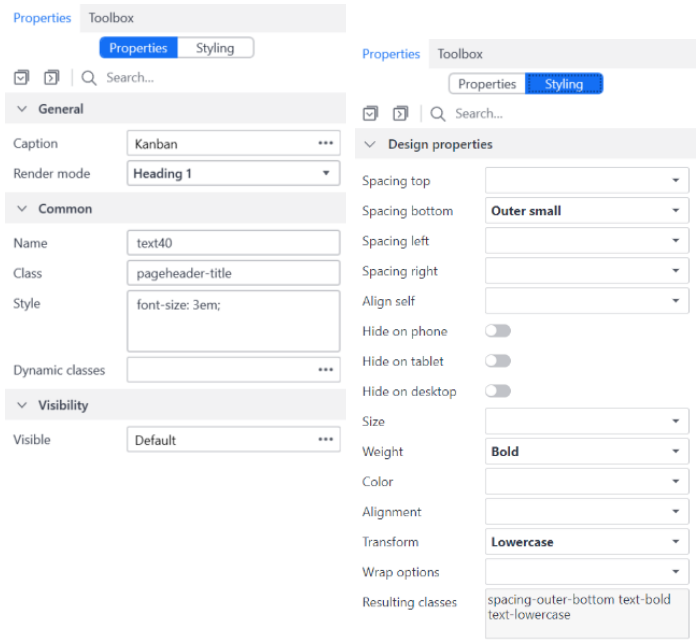
- **Data containers** – δομές δεδομένων που περιέχουν δεδομένα από τη βάση δεδομένων. Παραδείγματα είναι Data view, Data grid, List view κ.α.
- **Text widgets** – περιέχουν κείμενο. Παραδείγματα είναι Text, Label, Page Title κ.α.
- **Structure widgets** – δομικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την 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 (εικόνα 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 (εικόνα 5.9) είναι ένα δυναμικό panel το 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 προδιαμορφωμένα 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.



Εικόνα 5.8: Τα Widgets περιλαμβάνονται στο Toolbox panel

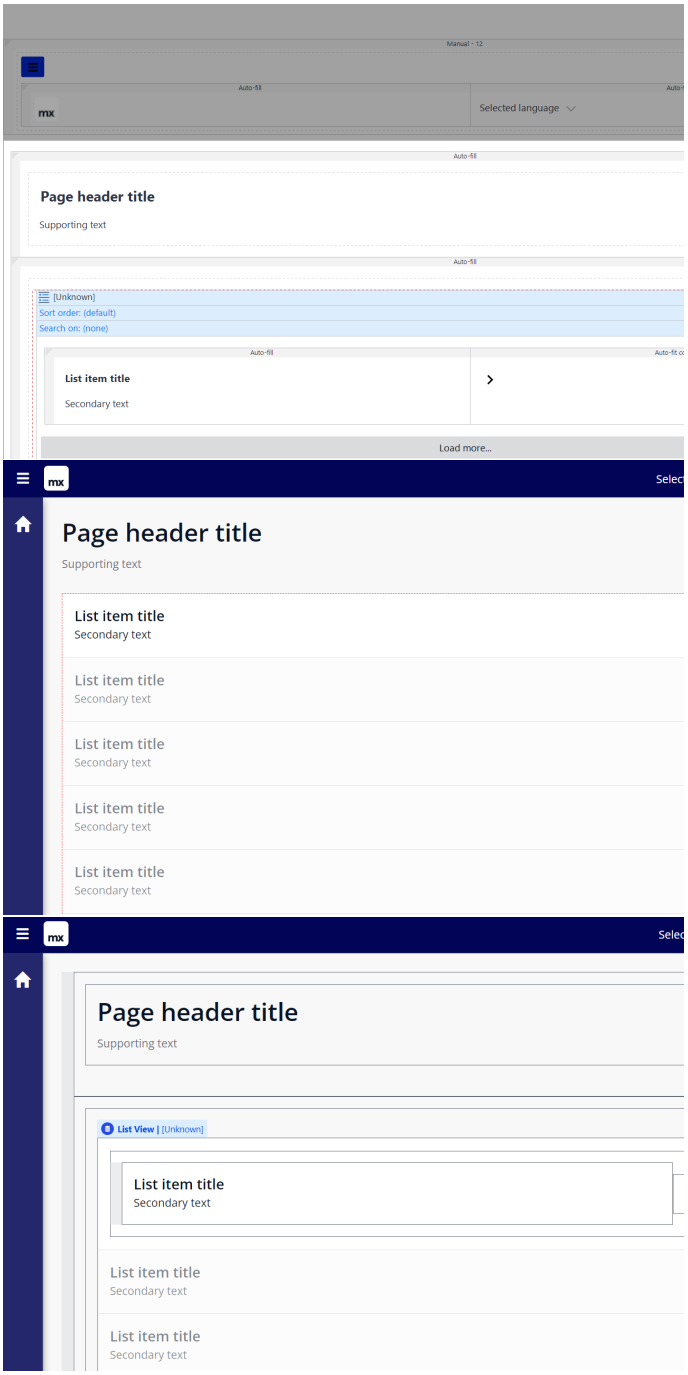


Εικόνα 5.9: Το panel Properties

5.3.3.3 Εμφάνιση σελίδων

Το 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



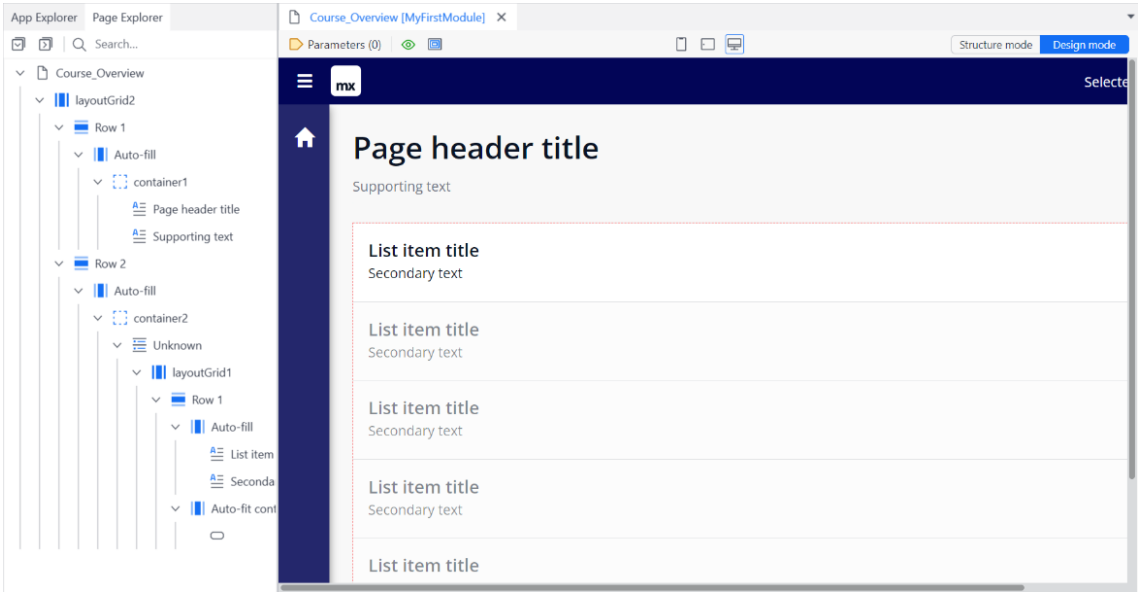
Εικόνα 5.10: Διαφορετικές εμφανίσεις της ίδιας σελίδας από αριστερά προς τα δεξιά: Structure Mode, Design Mode, X-Ray Mode.

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 καμβά της σελίδας ώστε να ελεγχθεί το πως εμφανίζεται η εφαρμογή σε κινητά και τάμπλετ.

5.3.3.4 Παράδειγμα δομής σελίδας



Εικόνα 5.11: Page Explorer και Working area της σελίδας `Course_Overview`

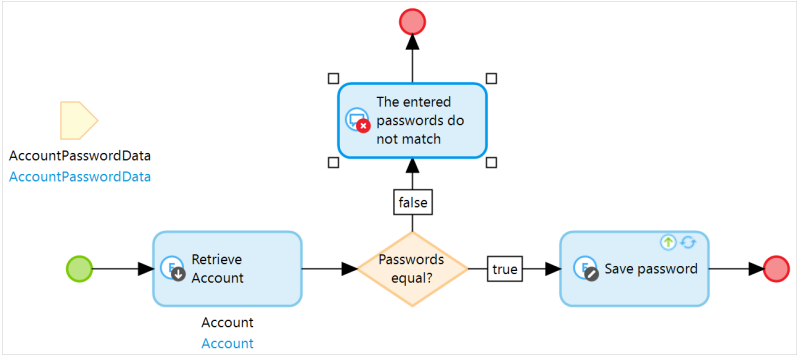
Στην εικόνα 5.11 εμφανίζεται ο Page Explorer και το Working area της σελίδας `Course_Overview` της εφαρμογής RapidDeveloper. Παρατηρούμε πως όλη η σελίδα είναι δομημένη γύρω από ένα Layout Grid, το οποίο αποτελείται από δύο Rows (γραμμές). Το `Row 1` δημιουργεί το Header της σελίδας μαζί με το Supporting text τα οποία είναι τοποθετημένα σε ένα container[6], και το Row 2 δημιουργεί ένα List View το οποίο επαναλαμβάνεται. Το List View αποτελείται και αυτό από ένα Layout Grid το οποίο

[6]Τα containers διευκολύνουν την ομαδοποίηση κοινών στοιχείων της σελίδας, επιτρέποντας την εύκολη εφαρμογή κανόνων, όπως ο έλεγχος της ορατότητας (visibility), συγκεκριμένων 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). Η 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] συνιστούν τον βασικό μηχανισμό εκτέλεσης λογικής στις εφαρμογές του Mendix καθώς αναπαριστούν τη λογική της εφαρμογής με έναν οπτικό τρόπο χαμηλού κώδικα. Αυτά τα διαγράμματα ροής (εικόνα 5.12) απεικονίζουν τη λογική εκτέλεσης διαφόρων 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.



Εικόνα 5.12: Παράδειγμα Microflow. Τα πράσινα και κόκκινα κυκλάκια αναπαριστούν τα events, τα μπλε ορθογώνια τα activities και ο πορτοκαλί ρόμβος το decision. Ως είσοδο έχουμε το parameter AccountPasswordData [48].

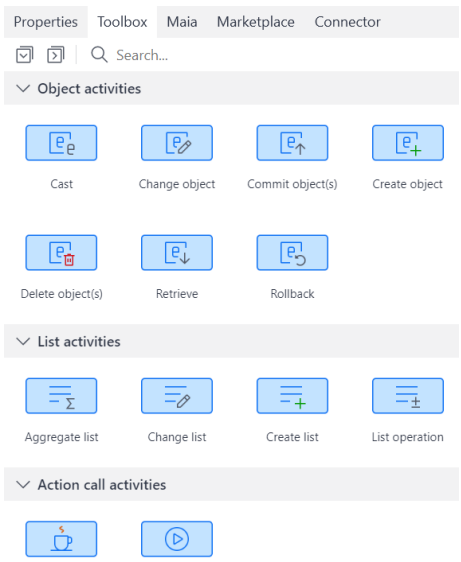
Τα Microflows αποτελούνται από τα παρακάτω στοιχεία:

[7] Η 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 ελέγξει 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.



Εικόνα 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 παράδειγμα, 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.

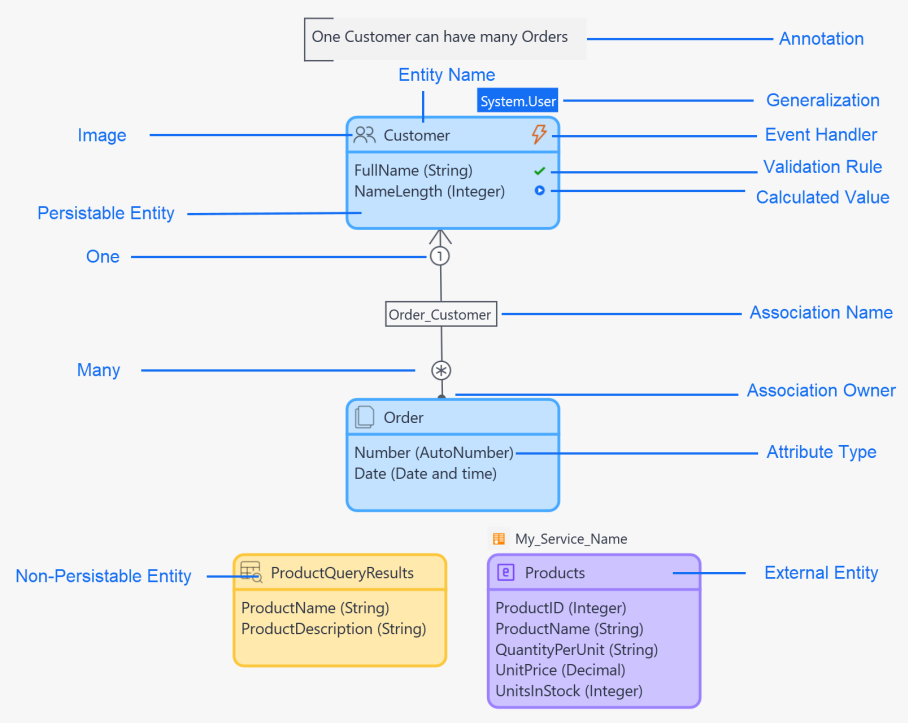
5.3.6 Domain Model

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 τα υπόλοιπα domain modules μέσω συσχετίσεων.

Η εικόνα 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 σχετίζεται με πολλές παραγγελίες. Φυσικά, το Mendix περιλαμβάνει και άλλες πληθικότητες, όπως συσχετίσεις ένα-προς-ένα όπως επίσης και 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



Εικόνα 5.14: Παράδειγμα από domain model [48]

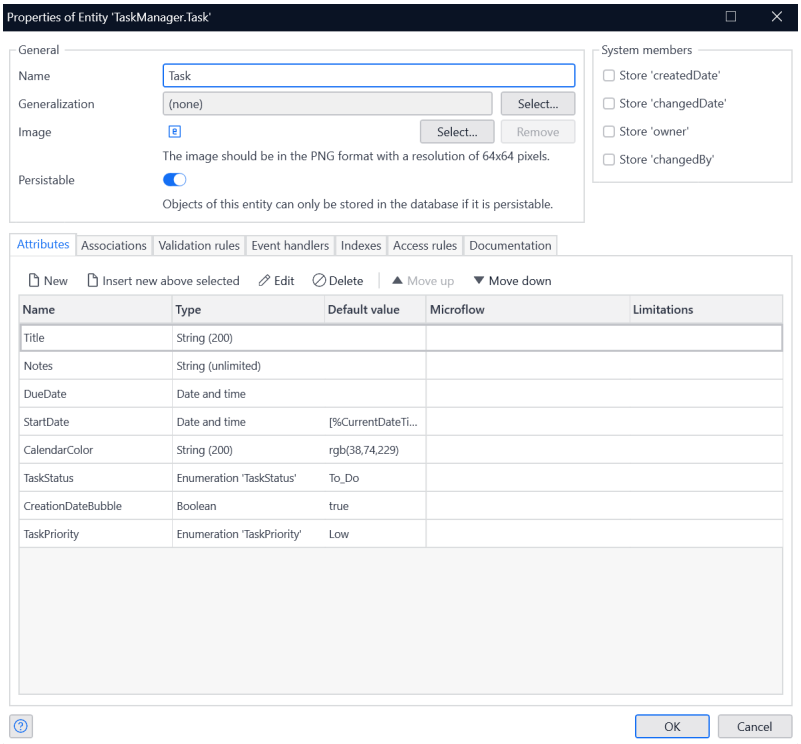
άλλη οντότητα, την οντότητα `User` του module `System` (Γενίκευση – Generalization)[8]. Τέλος, ανάλογα αν στην οντότητα έχει οριστεί κάποιος Event handler ή αν σε κάποιο γνώρισμα υπάρχει κάποιο validation rule, το Mendix το αναγνωρίζει και το αναπαριστά με το αντίστοιχο σύμβολο.

5.3.6.1 Οντότητες

Στην εικόνα 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`

[8]Η 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 προδιαμορφώσει.



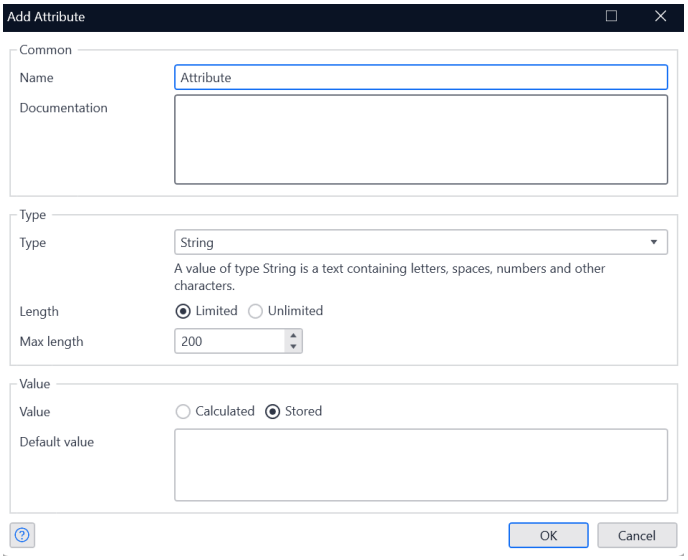
Εικόνα 5.15: Ιδιότητες μιας οντότητας Task (βλ. κεφ. 6)

(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.

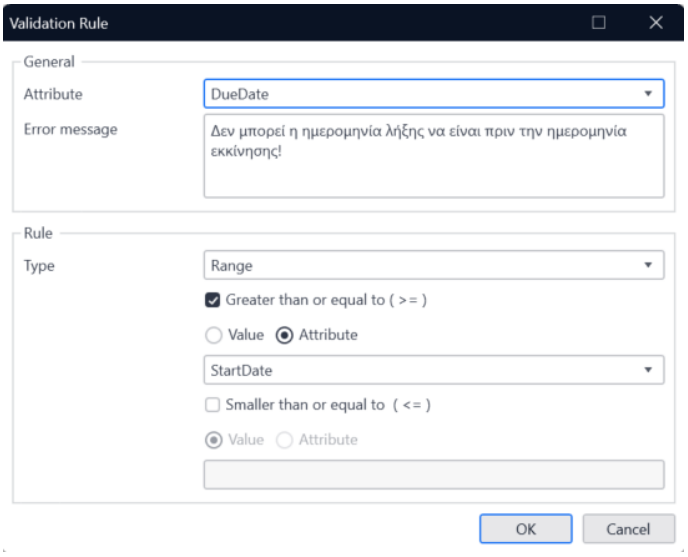
Η καρτέλα **Associations** (Συσχετίσεις) είναι ένας τρόπος επεξεργασίας των συσχετίσεων μιας οντότητας. Ένας εναλλακτικός τρόπος είναι απευθείας από το domain model μέσω των συνδέσεων μεταξύ των οντοτήτων.

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 παραπάνω συμβάντων.



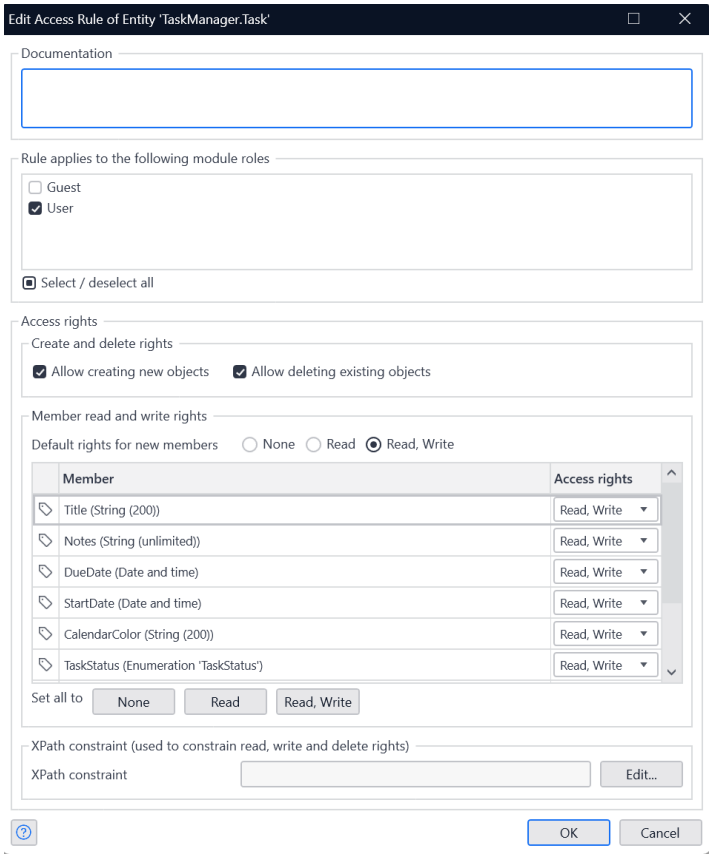
Εικόνα 5.16: Προσθήκη καινούριου γνωρίσματος σε μια οντότητα



Εικόνα 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.

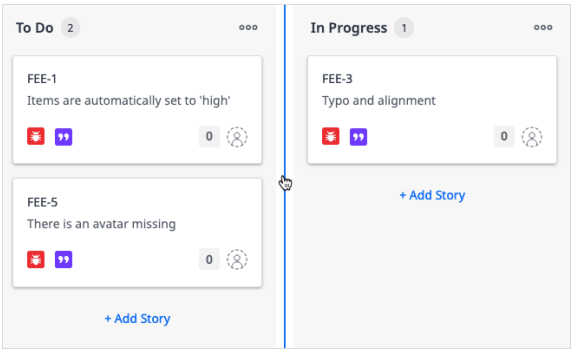
Τέλος, μπορούν να προστεθούν breakpoints στα Microflows ώστε να εντοπιστούν σφάλματα μέσω debugging κατά την εκτέλεσή τους.



Εικόνα 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.



Εικόνα 5.19: Πίνακας Kanban στο dashboard [48]

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 της 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.

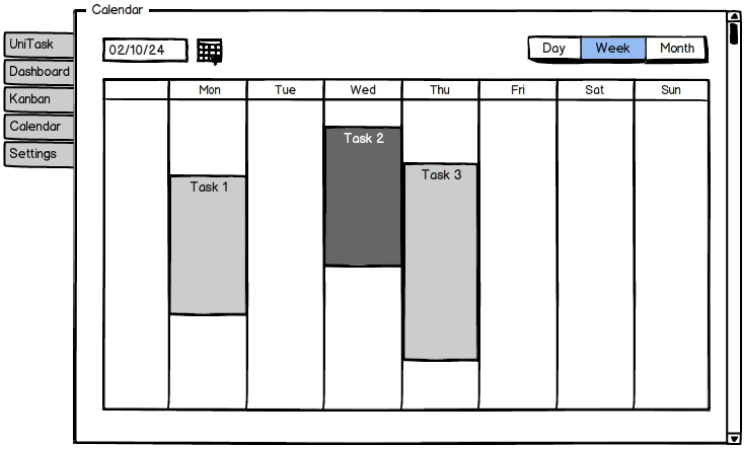
6.1 Mockups και σχεδιαστική προσέγγιση

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 υλοποίησή τους ώστε η εφαρμογή να ανταποκρίνεται στις ανάγκες της ακαδημαϊκής κοινότητας.

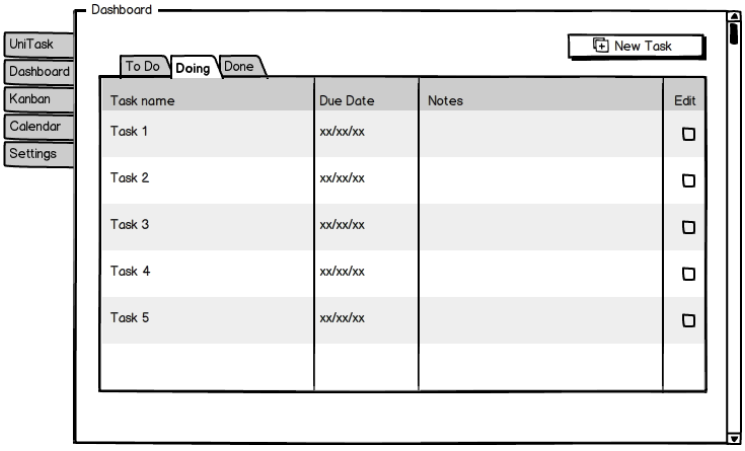
Αρχικά, ως μια εφαρμογή διαχείρισης εργασιών, θα περιλαμβάνει προφανώς ένα σύστημα δημιουργίας, τροποποίησης και διαγραφής εργασιών, καθορισμού του χρόνου έναρξης και λήξεώς τους, και ενός συστήματος κατηγοριοποίησης των εργασιών ανάλογα με το αν έχουν πραγματοποιηθεί, αν πραγματοποιούνται και αν έχουν 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 εύχρηστης 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.

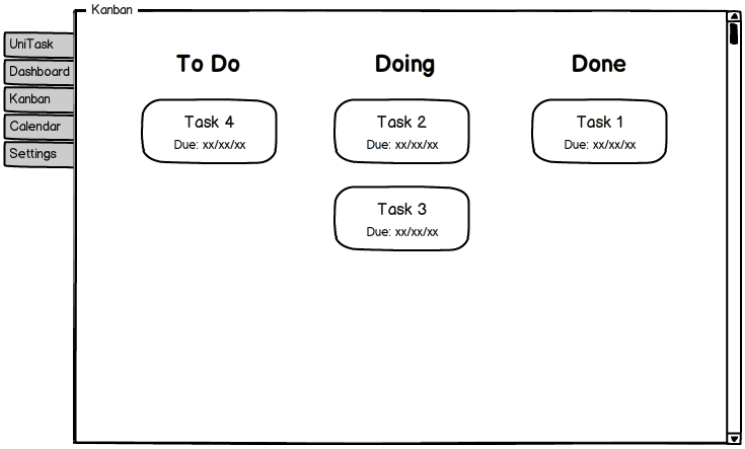
Στις εικόνες 6.1, 6.2 και 6.3 παρουσιάζονται κάποια αρχικά mockups που χρησιμοποιήθηκαν για τον σχεδιασμό της εφαρμογής.



Εικόνα 6.1: Mockup Calendar σελίδας



Εικόνα 6.2: Mockup Dashboard σελίδας

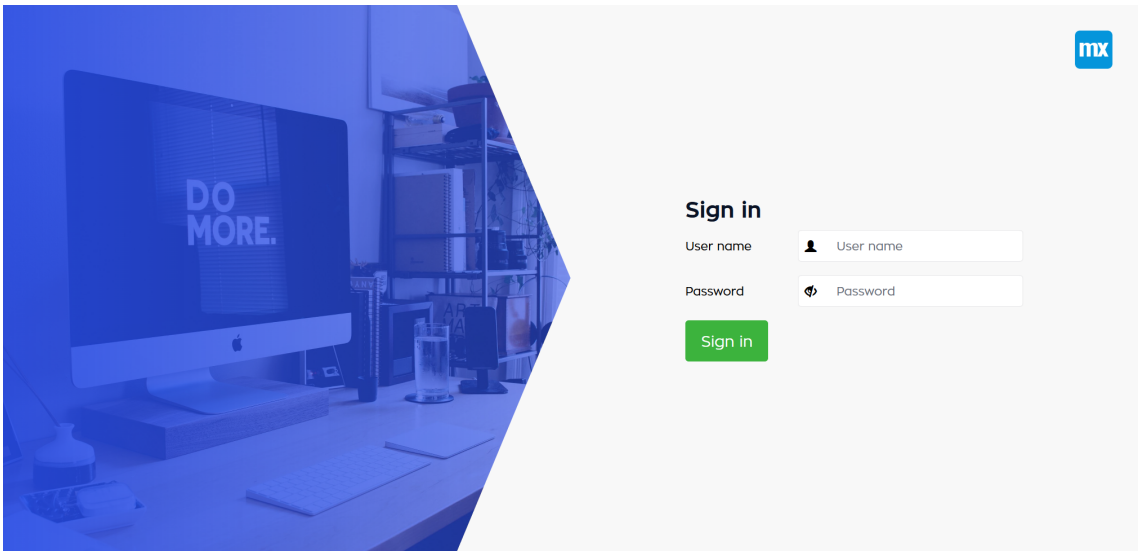


Εικόνα 6.3: Mockup Kanban σελίδας

6.2 Παρουσίαση της εφαρμογής

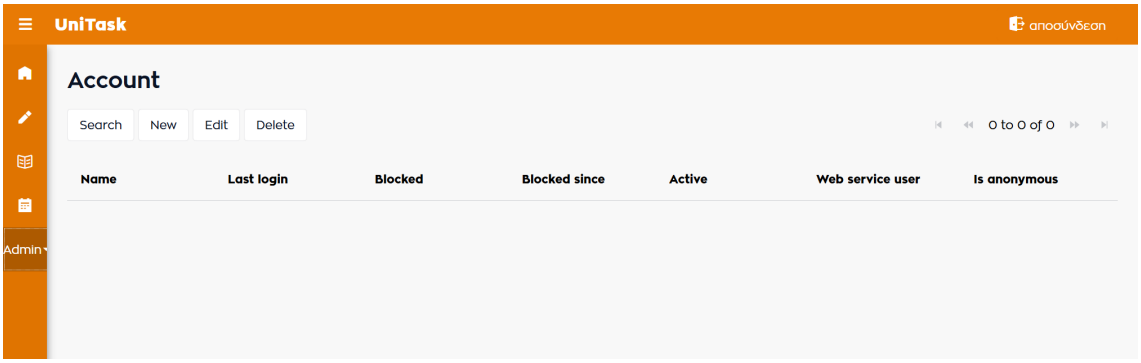
Κατά την εκτέλεση της εφαρμογής, είτε τοπικά είτε μέσω της απομακρυσμένης πρόσβασης στο cloud, στη διεύθυνση `https://unitask-sandbox.mxapps.io/`, εμφανίζεται αρχικά η **σελίδα σύνδεσης**, όπως φαίνεται στην εικόνα 6.4. Στη συγκεκριμένη σελίδα, οι χρήστες καλούνται να εισάγουν τα στοιχεία σύνδεσής τους 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.



Εικόνα 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 στην εικόνα 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 οι οποίες θα αναλυθούν στη συνέχεια.

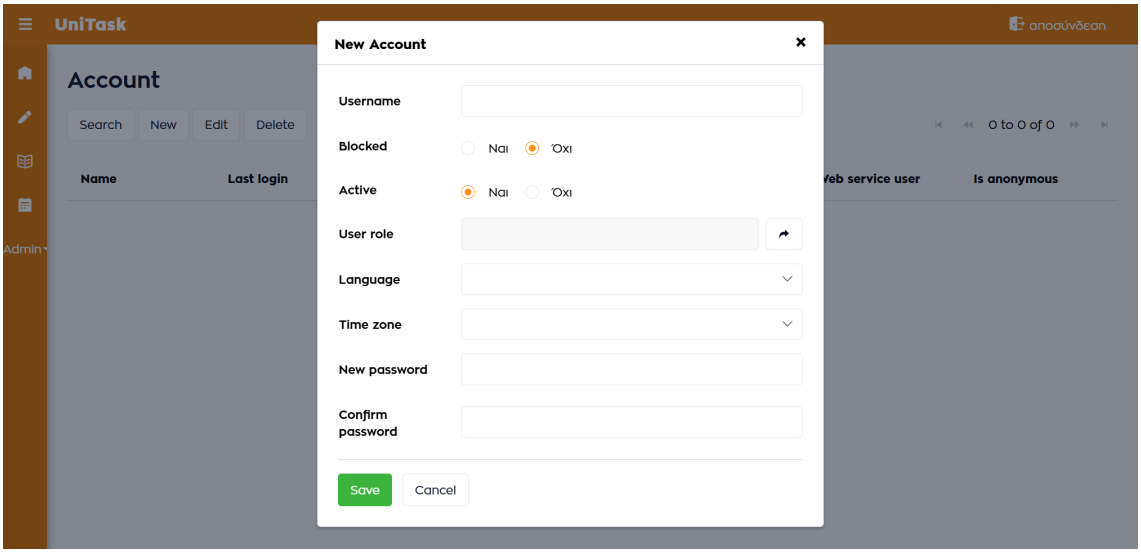


Εικόνα 6.5: Σελίδα διαχείρισης χρηστών

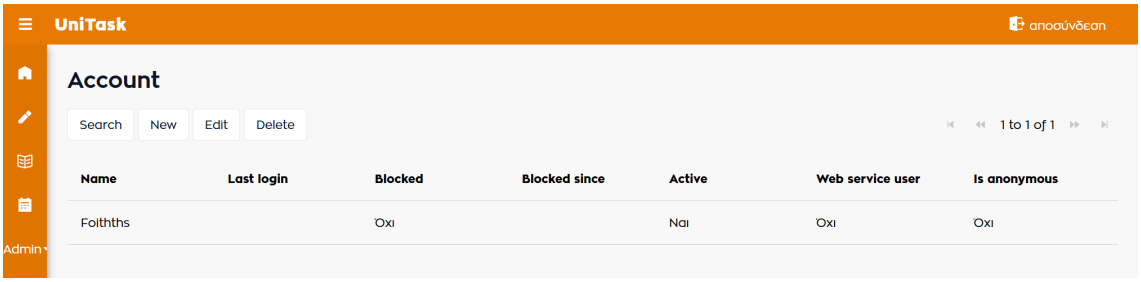
Πατώντας στο κουμπί New, εμφανίζεται η αναδυόμενη σελίδα της εικόνας 6.6 με μια **φόρμα για την προσθήκη νέου χρήστη**. Η φόρμα περιλαμβάνει πεδία για την εισαγωγή του ονόματος χρήστη (Username), του ρόλου του χρήστη (User role) όπου επιλέγεται αν πρόκειται για προσθήκη διαχειριστή ή χρήστη, του κωδικού 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 στην εικόνα 6.7. Πατώντας στο όνομά του, εμφανίζεται η σελίδα επεξεργασίας του χρήστη, όπως φαίνεται στην εικόνα 6.8. Στη λίστα των χρηστών υπάρχει η δυνατότητα αναζήτησης χρηστών βάσει όλων των στοιχείων τους (εικόνα 6.9), όπως επίσης και η δυνατότητα διαγραφής τους.

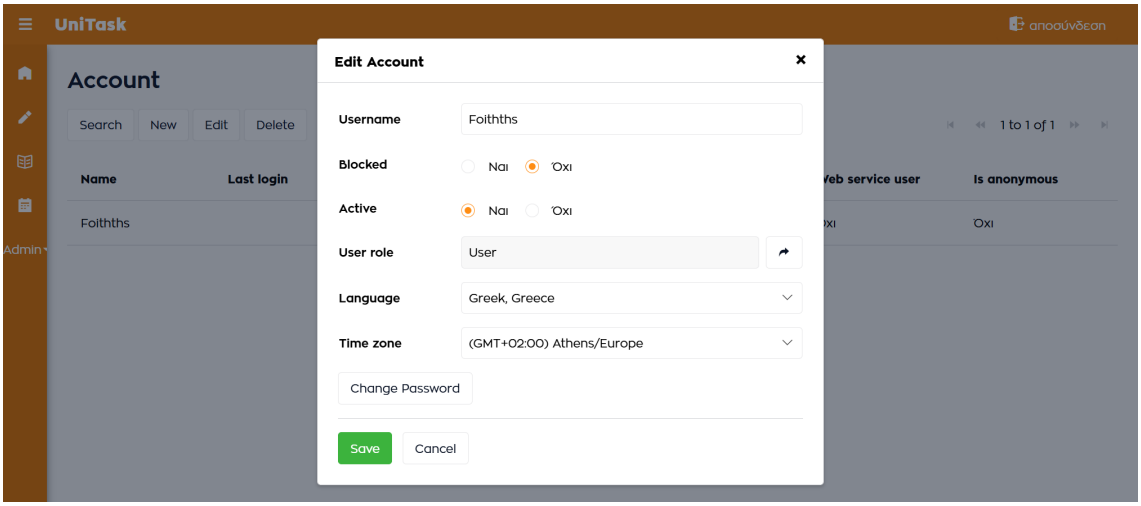
Μετά την αποσύνδεση από τον λογαριασμό διαχειριστή και τη σύνδεση ως `Foithths`, εμφανίζεται η **αρχική σελίδα** της εφαρμογής (εικόνα 6.10). Η σελίδα περιλαμβάνει ένα κεντρικό call to action κουμπί (όλες οι εργασίες) το οποίο οδηγεί στο dashboard.



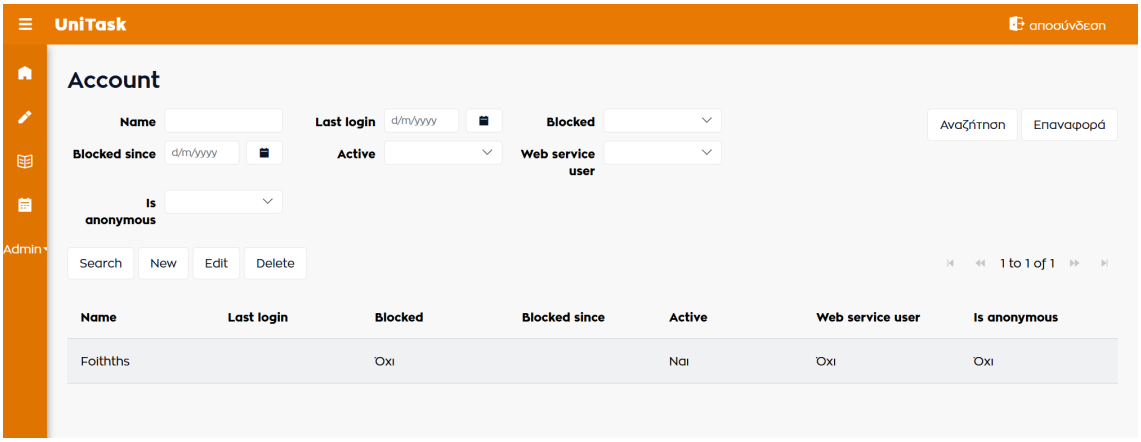
Εικόνα 6.6: Φόρμα προσθήκης νέου χρήστη



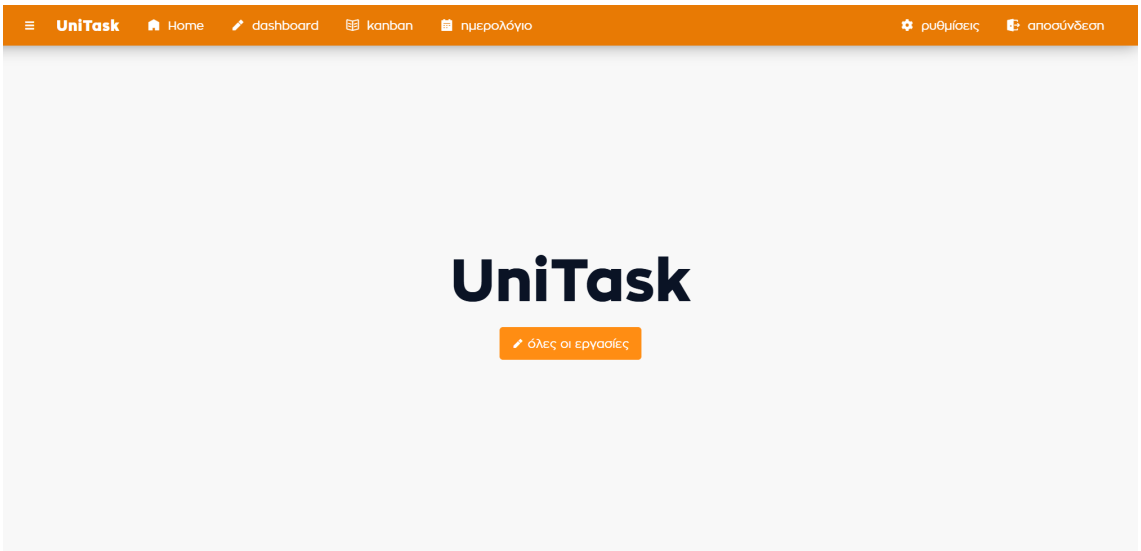
Εικόνα 6.7: Λίστα χρηστών με τον χρήστη `Foithths`



Εικόνα 6.8: Επεξεργασία στοιχείων χρήστη



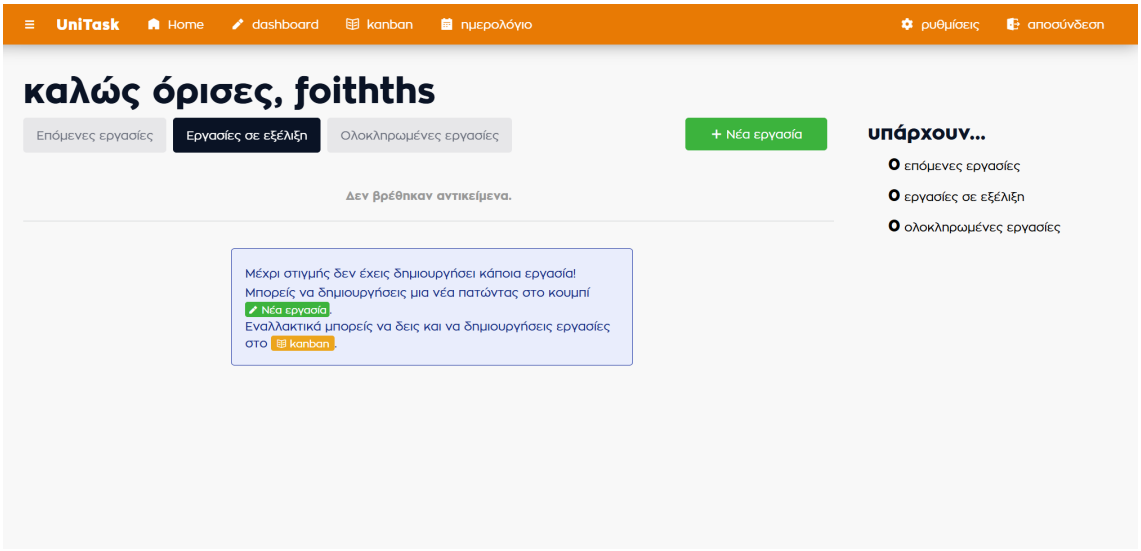
Εικόνα 6.9: Αναζήτηση χρήστη



Εικόνα 6.10: Αρχική σελίδα εφαρμογής

Στην εικόνα 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



Εικόνα 6.11: Dashboard εργασιών

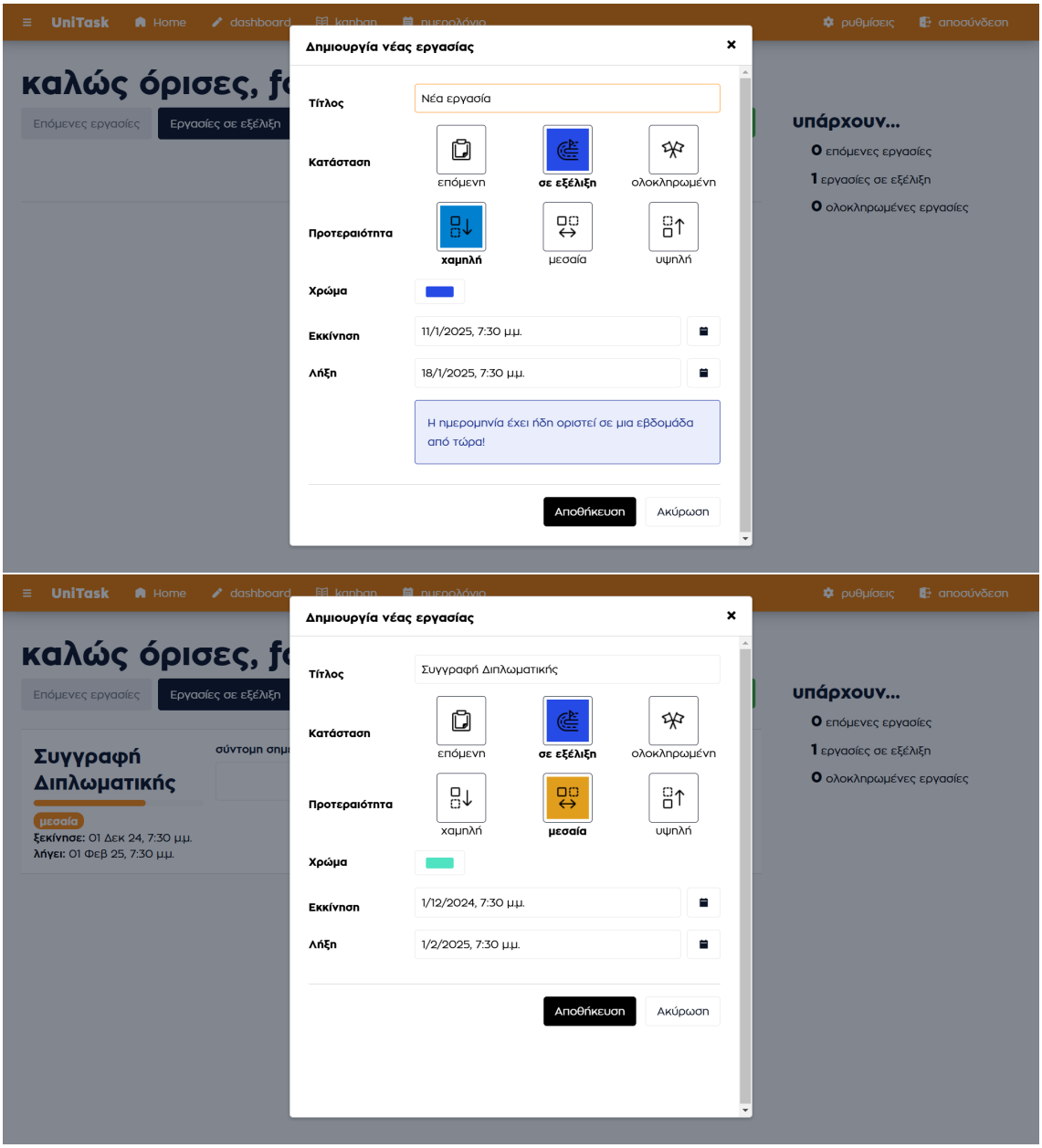
κουμπί δημιουργίας εργασιών (Νέα εργασία).

Πατώντας το, εμφανίζεται ένα αναδυόμενο παράθυρο (εικόνα 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 (εικόνα 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 στην εικόνα 6.13 με σκοπό να διευκολύνει τον χρήστη για την άμεση αναγνώρισή τους.

Στη σελίδα πλέον είναι δημιουργημένη η κάρτα με την πρώτη μας εργασία (εικόνα 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 δεξί μέρος της κάρτας εμφανίζεται το εικονίδιο για την επεξεργασία της εργασίας.

Η ταξινόμηση των εργασιών στο dashboard βασίζεται στην προτεραιότητα και



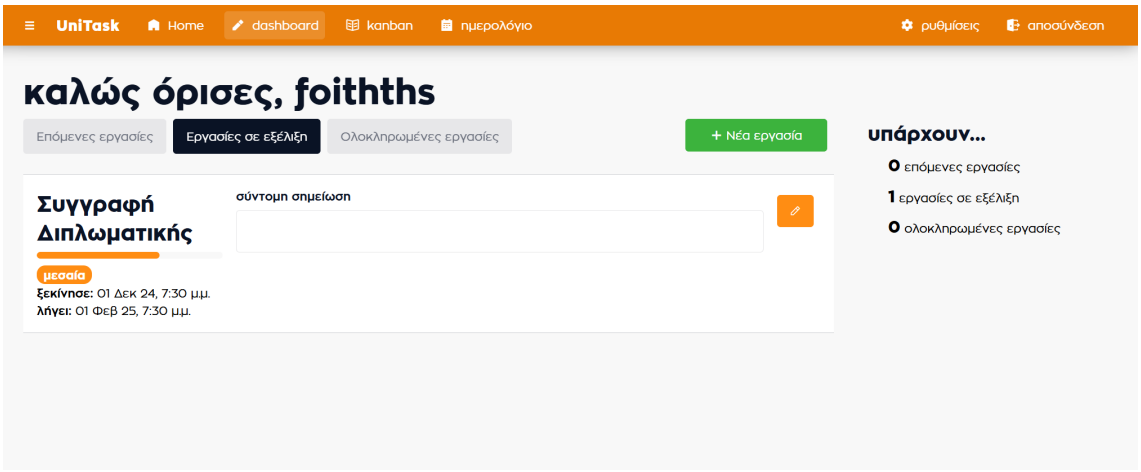
Εικόνα 6.12: Δημιουργία νέας εργασίας

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

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

Για την καλύτερη διευκόλυνση του χρήστη, την τελευταία εβδομάδα πριν τη λήξη της προθεσμίας εμφανίζεται ενημερωτικό κείμενο στην κάρτα (εικόνα 6.16.1), ενώ ό-

Εικόνα 6.13: Επιλογές κατάστασης και προτεραιότητας εργασίας



Εικόνα 6.14: Dashboard με δημιουργημένη εργασία

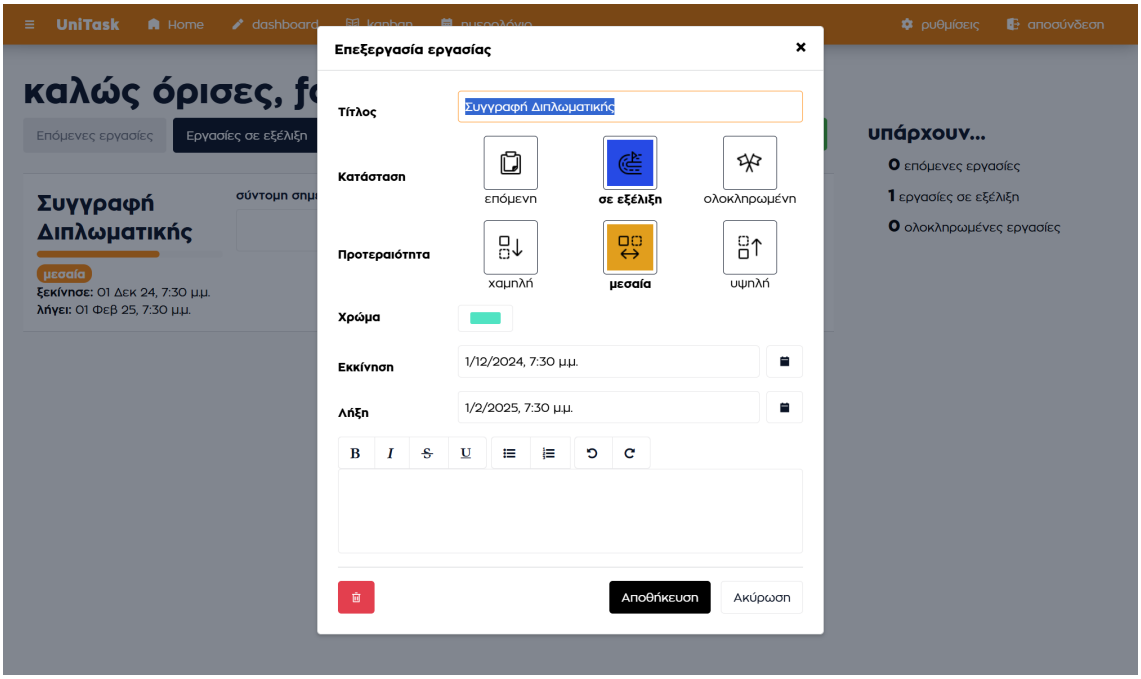
ταν η εργασία έχει λήξει, εμφανίζεται call-to-action κουμπί που μπορεί να μετακινήσει αυτήν την εργασία στις ολοκληρωμένες εργασίες (εικόνα 6.16.2).

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

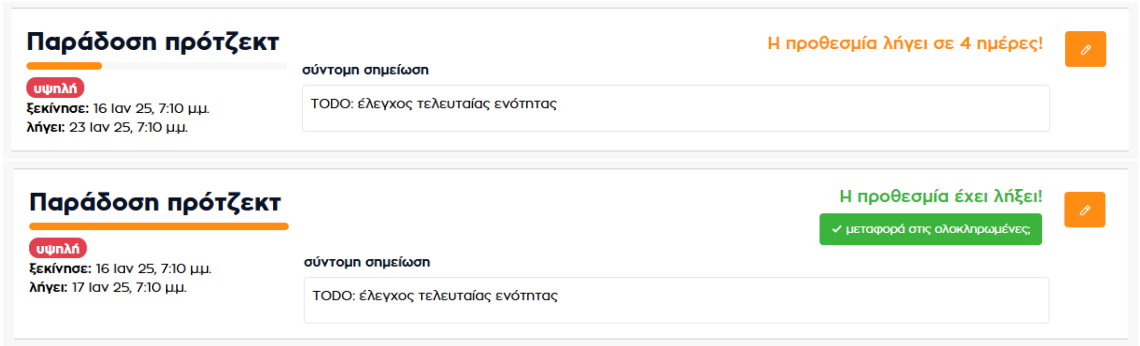
Η σελίδα **Kanban** της εικόνας 6.18 εμφανίζει μια διαφορετική παρουσίαση στις εργασίες με τον τρόπο που έχει εξηγηθεί στην ενότητα 2.4.3. Στον πίνακα Kanban οι εργασίες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: τις εργασίες που έχουν ολοκληρωθεί, τις εργασίες που βρίσκονται σε εξέλιξη και τις εργασίες που έχουν 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 της εικόνας 6.15.

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



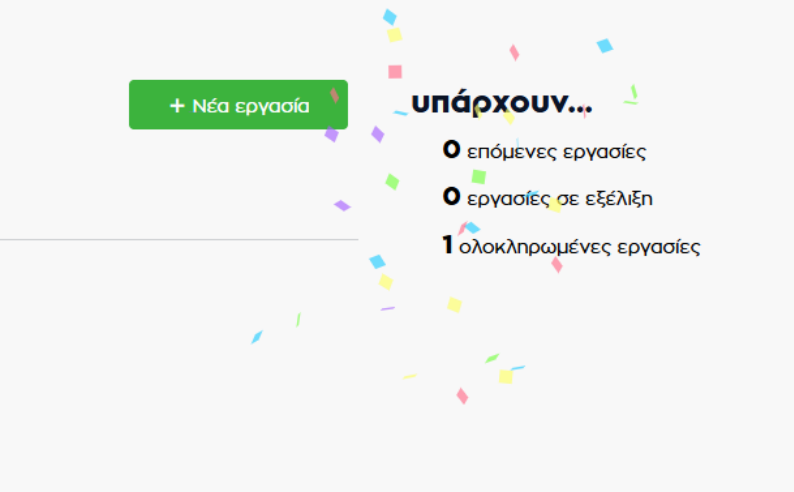
Εικόνα 6.15: Επεξεργασία εργασίας



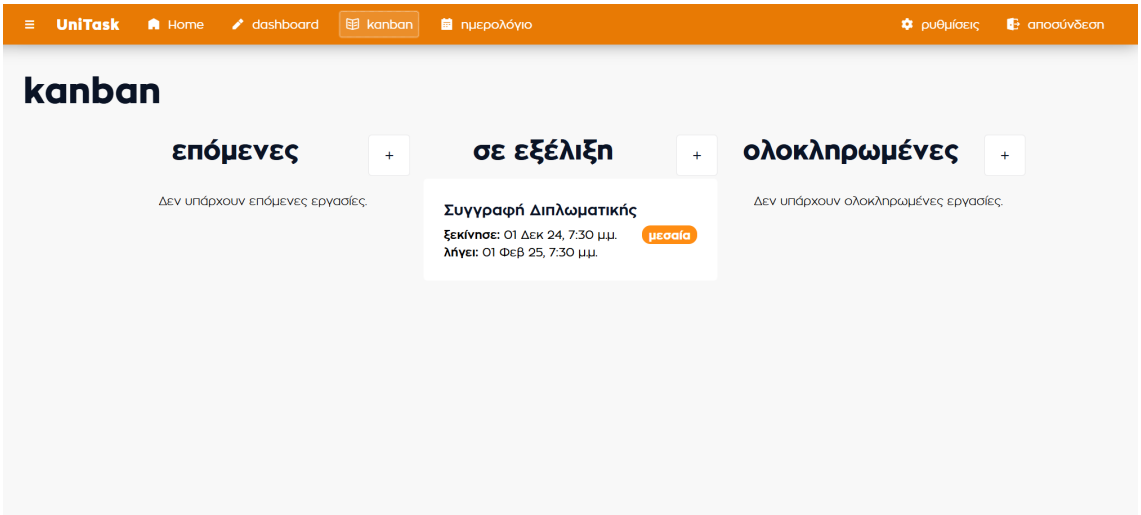
Εικόνα 6.16: Ενημερωτικό κείμενο κάρτας εργασίας

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** (εικόνα 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 (εικόνα 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



Εικόνα 6.17: Επιβράβευση όταν ολοκληρωθεί μια εργασία



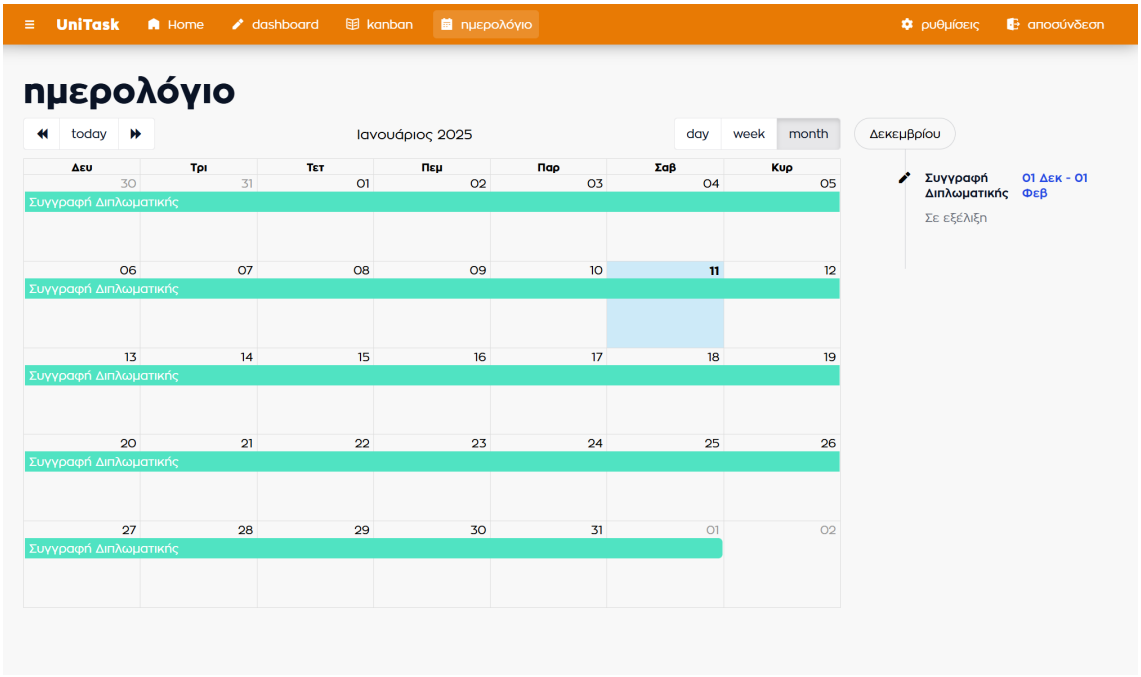
Εικόνα 6.18: Σελίδα Kanban

ως ένα demo (εικόνα 6.22).

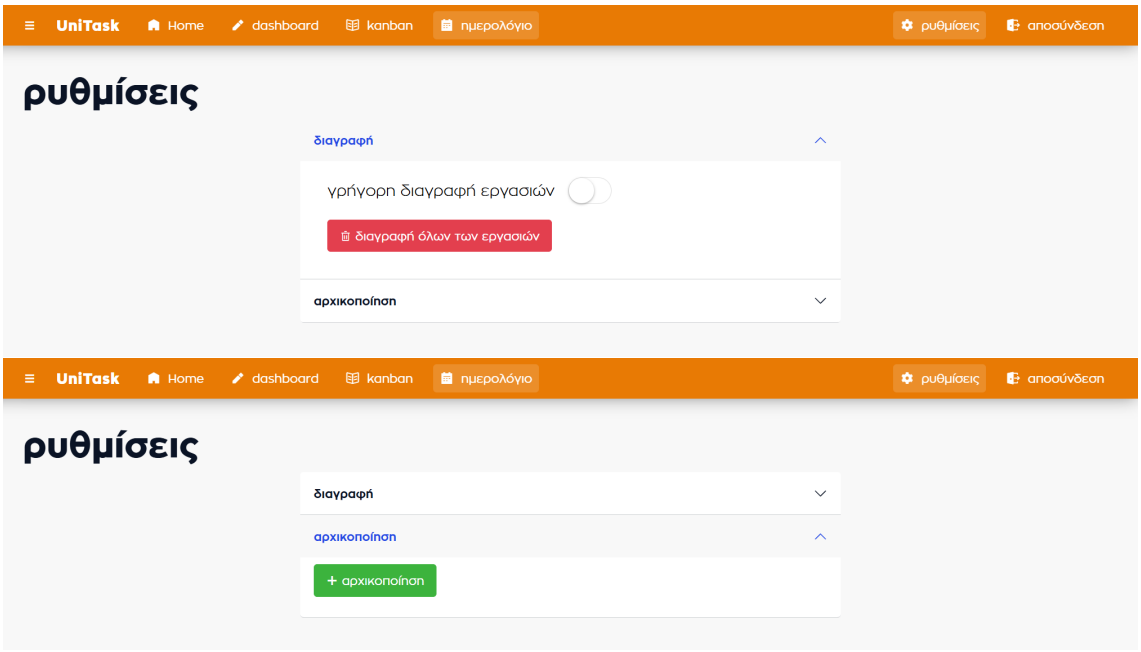
Σε κάθε ρύθμιση εμφανίζονται επιβεβαιωτικά αναδυόμενα μηνύματα προκειμένου να αποφευχθούν ακούσιες διαγραφές εργασιών (εικόνα 6.21).

6.3 Δομή της εφαρμογής

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



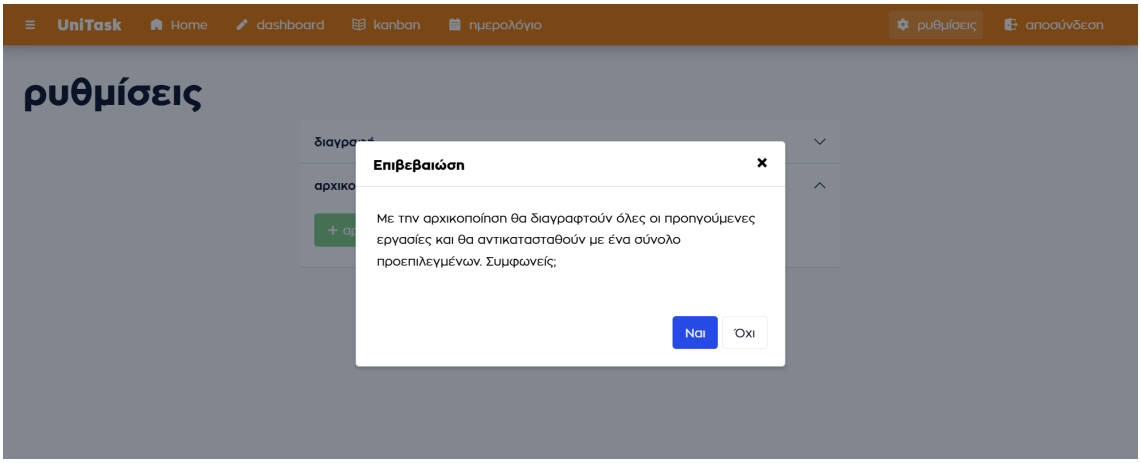
Εικόνα 6.19: Σελίδα Calendar



Εικόνα 6.20: Σελίδα ρυθμίσεων

6.3.1 Module `Administrator`

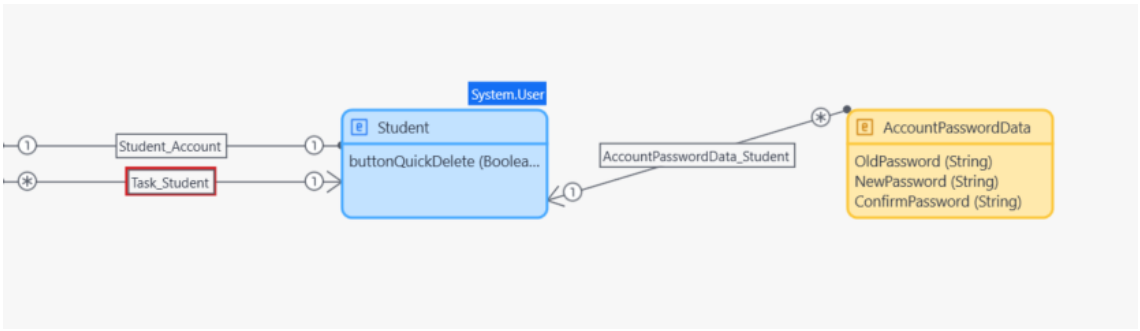
Το `Administrator` περιλαμβάνει τη λειτουργικότητα που αφορά τη διαχείριση των χρηστών της εφαρμογής. Όλες οι οντότητες του domain model, οι σελίδες και τα



Εικόνα 6.21: Σελίδα ρυθμίσεων

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

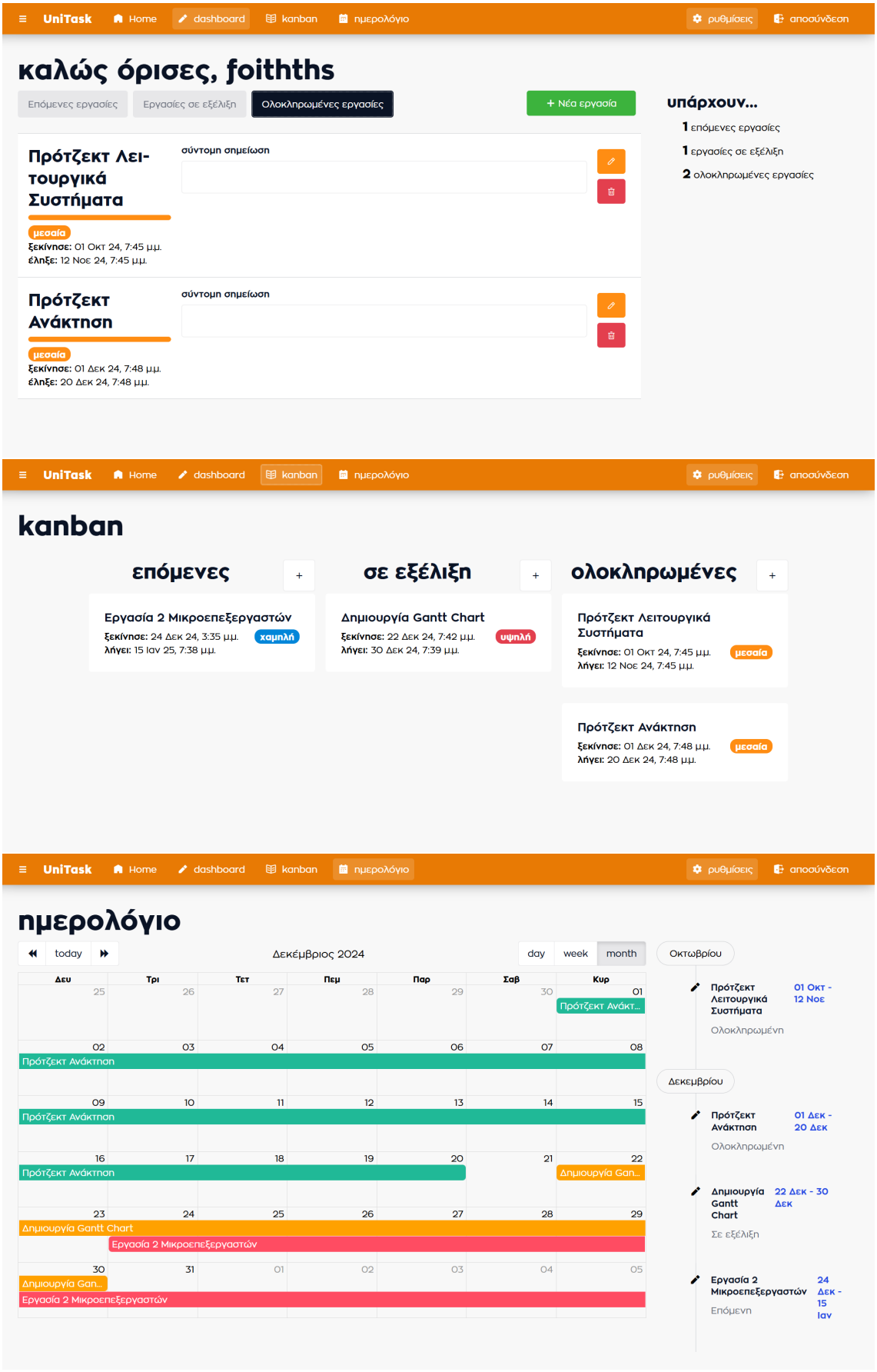
6.3.1.1 Domain model του `Administrator`



Εικόνα 6.23: Domain model του `Administrator`

Το domain model του `Administrator` (εικόνα 6.23) περιλαμβάνει την οντότητα `Student` που κληρονομεί 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



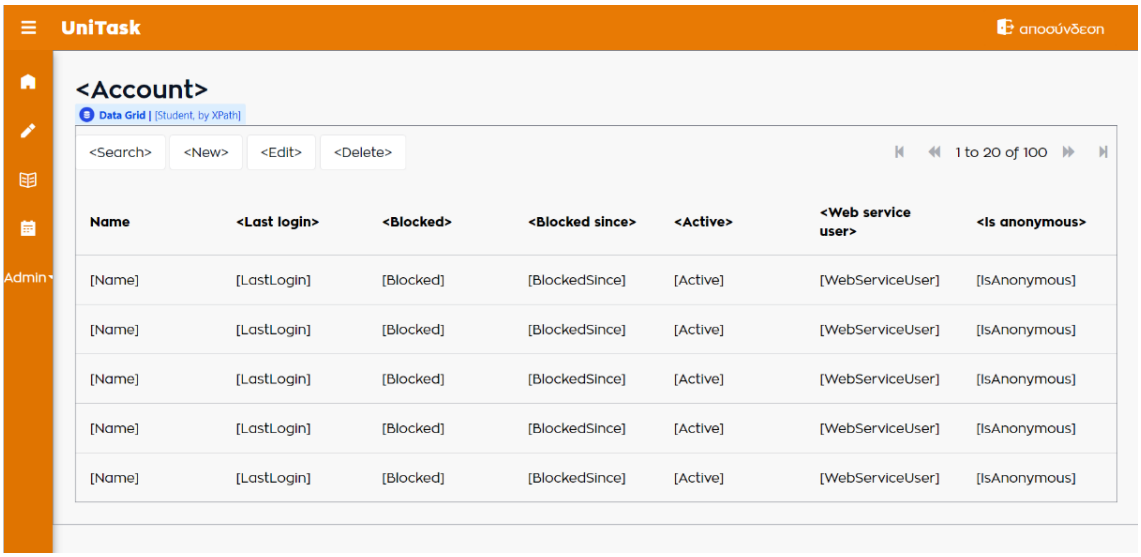
Εικόνα 6.22: Οι σελίδες Dashboard, Kanban και Calendar μετά την αρχικοποίηση των εργασιών. Στο Dashboard φαίνεται η λειτουργία γρήγορης διαγραφής εργασιών.

`OldPassword`, `NewPassword` και `ConfirmPassword` και χρησιμοποιείται για την αλλαγή του κωδικού πρόσβασης του χρήστη.

6.3.1.2 Σελίδες του `Administrator`

Στο `Administrator` περιλαμβάνονται οι εξής σελίδες:

`Account_Overview`

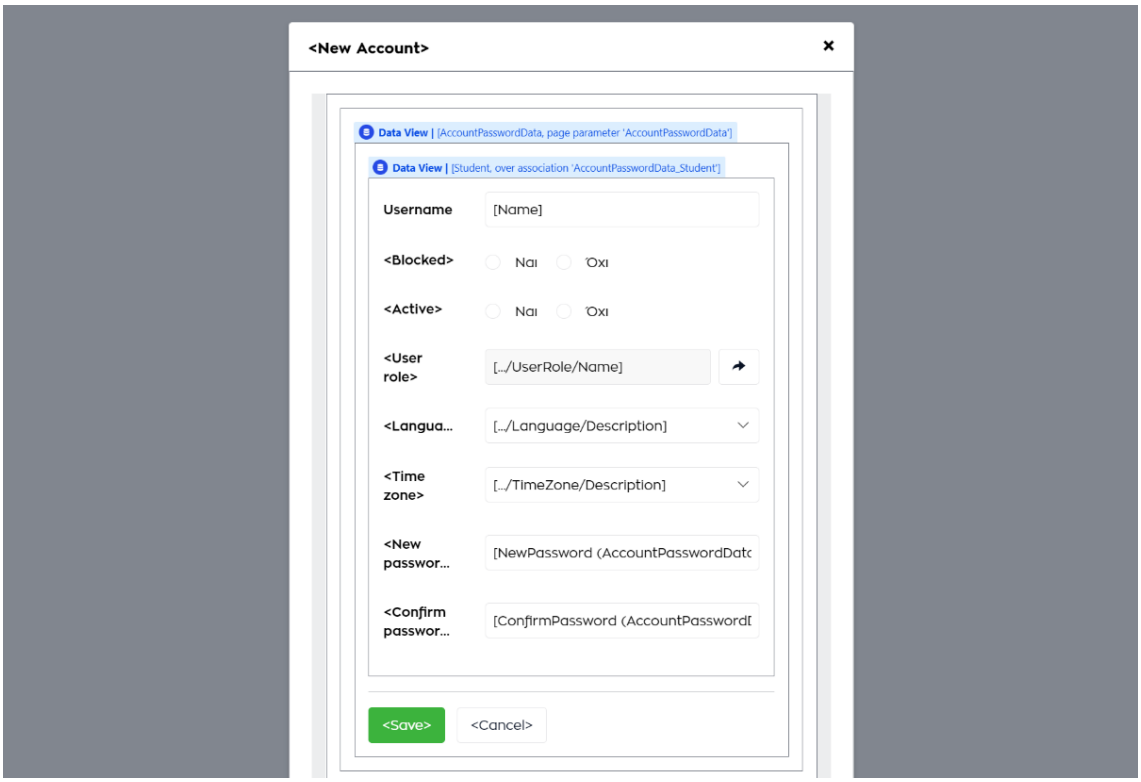


Εικόνα 6.24: Σελίδα διαχείρισης χρηστών `Account_Overview` σε X-Ray Mode

Η σελίδα (εικόνα 6.24) 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



Εικόνα 6.25: Σελίδα δημιουργίας νέου χρήστη `Account_New` σε X-Ray Mode

Η σελίδα (σελίδα 6.25) χρησιμοποιείται για τη δημιουργία νέων χρηστών της εφαρμογής.

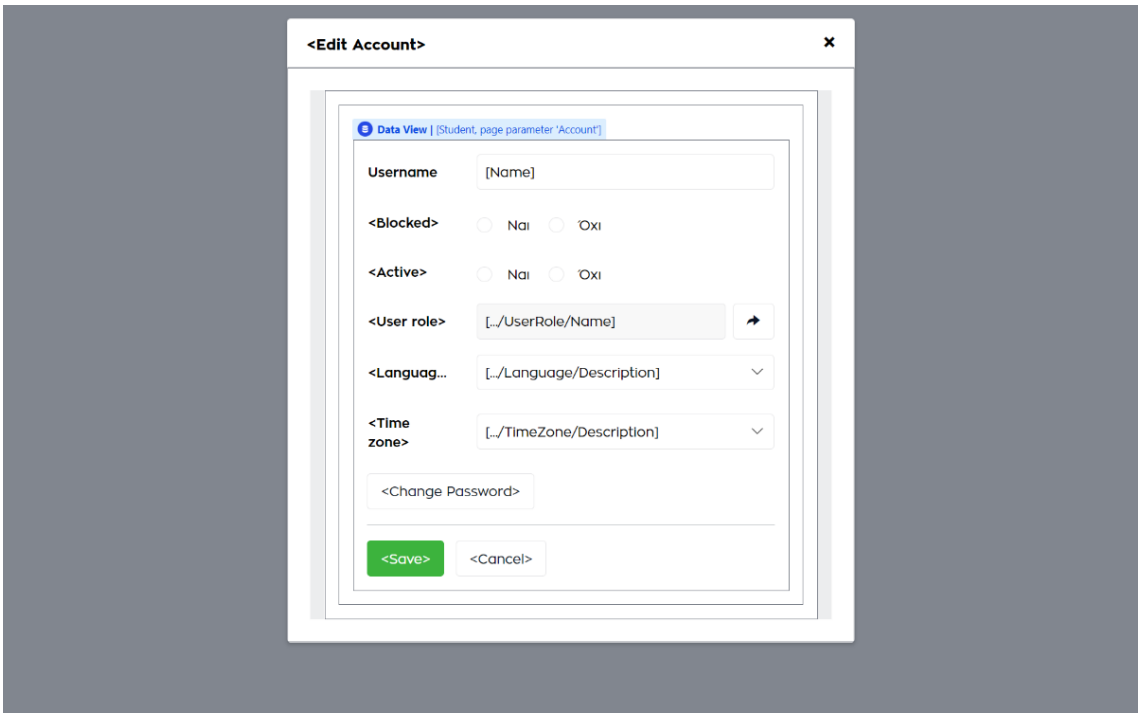
Χρησιμοποιείται το `PopupLayout` layout του `Atlas_Core` module. Η σελίδα περιλαμβάνει δύο Parameters, το `Student` και `AccountPasswordData` του module `Administrator`. Η σελίδα αποτελείται από δύο εμφωλευμένα Data Views, το εξωτερικό έχει ως Data source το `AccountPasswordData`, ενώ το εσωτερικό έχει 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 περιλαμβάνονται 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`. Αξίζει 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`



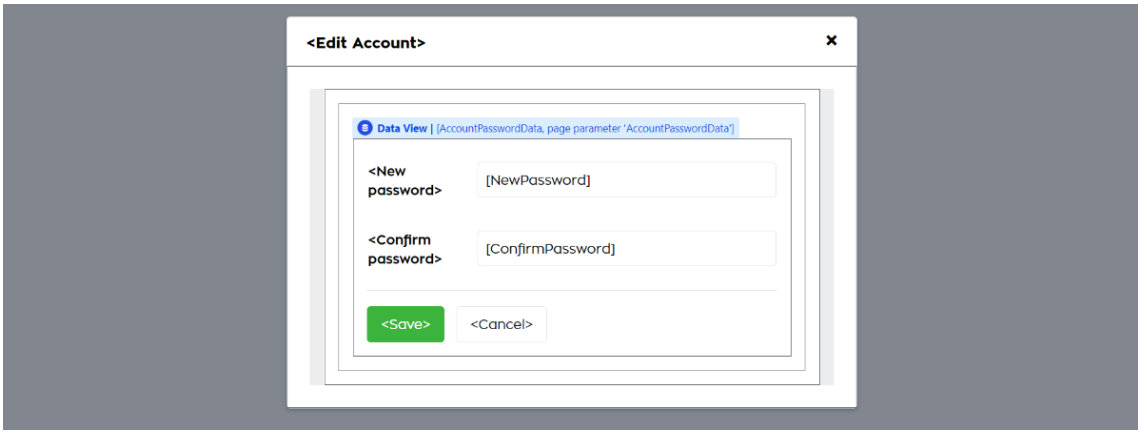
Εικόνα 6.26: Σελίδα επεξεργασίας χρήστη `Account_Edit` σε X-Ray Mode

Η σελίδα (εικόνα 6.26) 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`

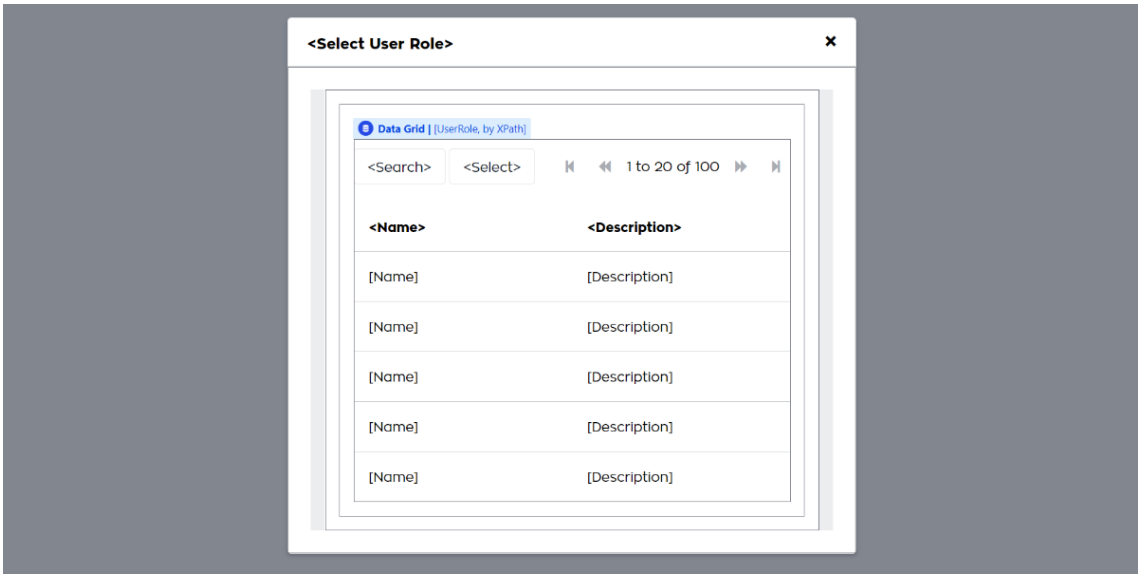


Εικόνα 6.27: Σελίδα αλλαγή κωδικού πρόσβασης `Change_Password` σε X-Ray Mode

Η σελίδα (εικόνα 6.27) χρησιμοποιείται για την αλλαγή του κωδικού πρόσβασης του 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, κουμπί αποθήκευσης που καλεί το microflow `ChangePassword` του `Administrator` και κουμπί για την ακύρωση της διαδικασίας.

`UserRole_Select`



Εικόνα 6.28: Σελίδα επιλογής ρόλου χρήστη `UserRole_Select` σε X-Ray Mode

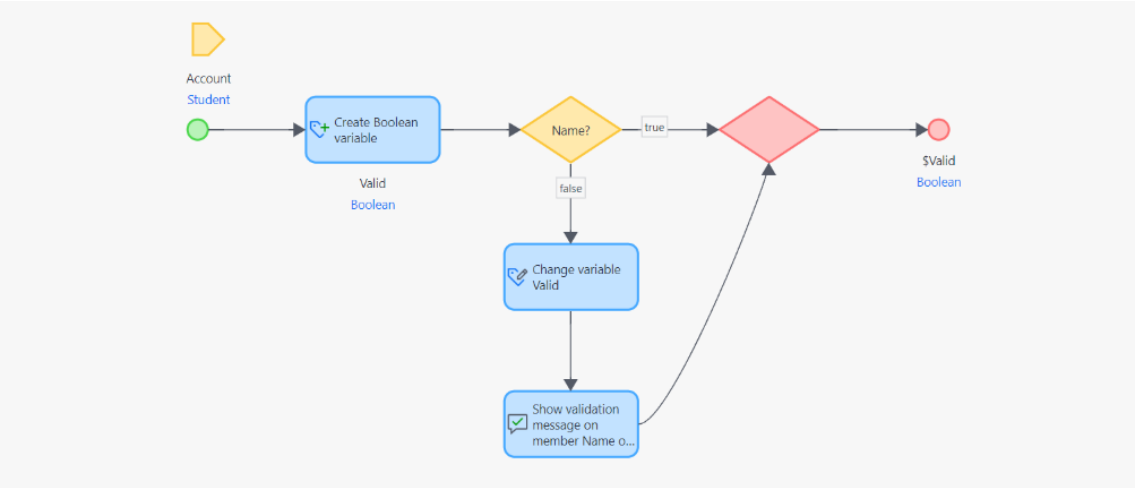
Η σελίδα (εικόνα 6.28) χρησιμοποιείται για την επιλογή του ρόλου του χρήστη κατά τη δημιουργία νέου χρήστη.

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`



Εικόνα 6.29: Το microflow `VAL_Account`

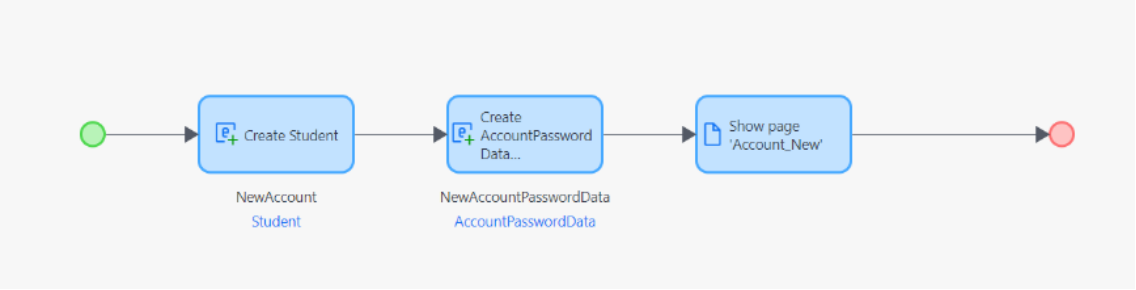
Το microflow (εικόνα 6.29) καλείται από το microflow `ACT_Account_Save` για να επικυρώσει τον λογαριασμό του χρήστη πριν αποθηκευτούν οι τιμές του.[2]

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`.

[1] Τεχνικά, 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.

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

ACT_Account_New

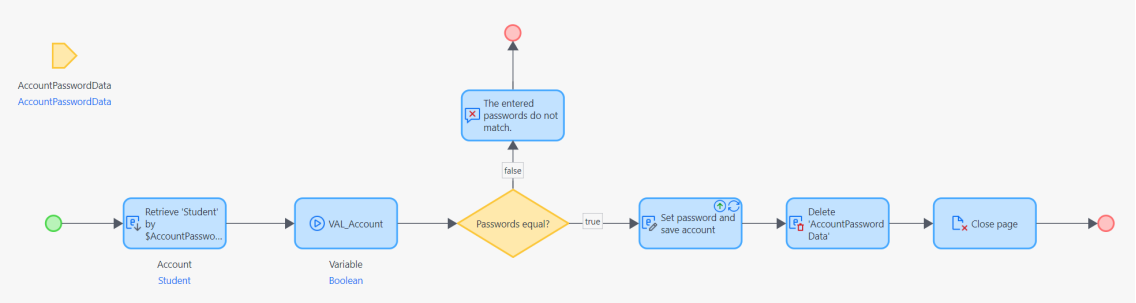


Εικόνα 6.30: Το microflow `ACT_Account_New`

Το microflow (εικόνα 6.30) 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



Εικόνα 6.31: Το microflow `ACT_Account_Save`

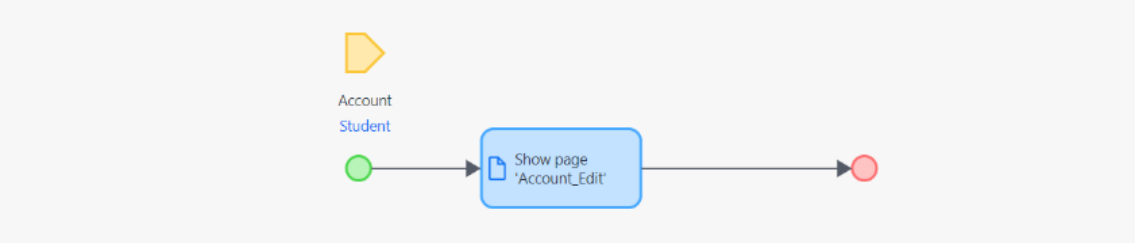
Το microflow (εικόνα 6.31) καλείται από τη σελίδα `Account_New` με σκοπό την αποθήκευση των τιμών του νέου χρήστη.

Το microflow έχει ως Parameter το `AccountPasswordData`. Μαζί με αυτό, ανακτάται το `Student` αφού συσχετίζονται, και καλείται το microflow `VAL_Account` το οποίο

[3]Το πρόθεμα `ACT` χρησιμοποιείται στην ονομασία των microflows για να δηλώσει μια ενέργεια (action).

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 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`

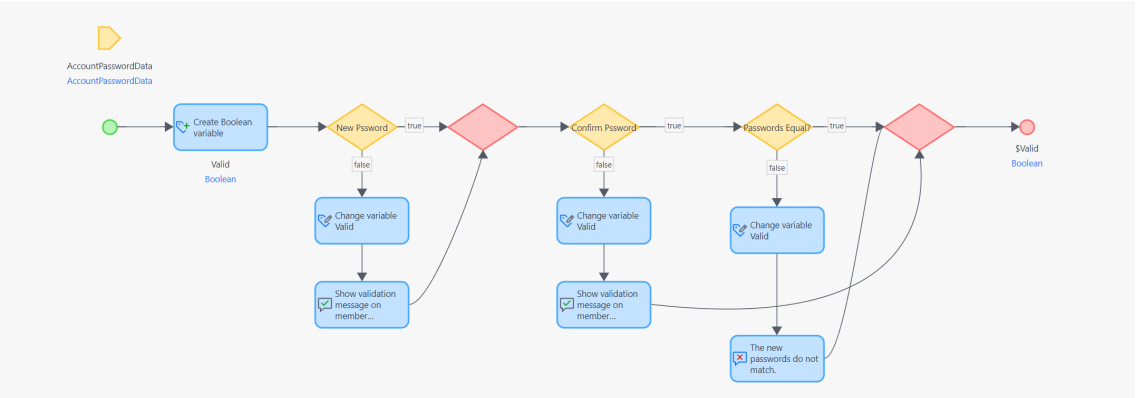


Εικόνα 6.32: Το microflow `ACT_Account_Edit`

Το microflow (εικόνα 6.32) 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`



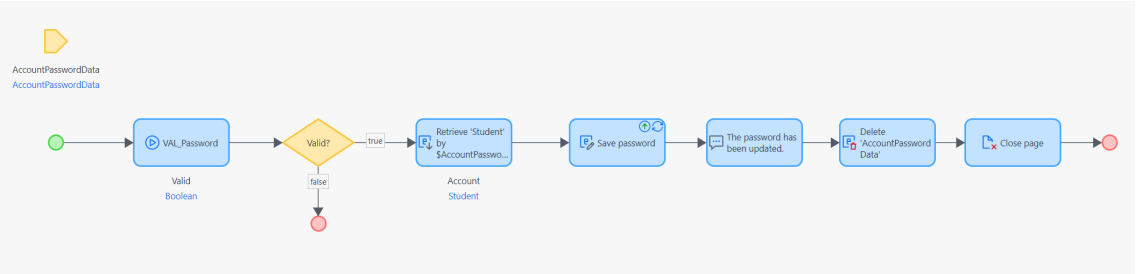
Εικόνα 6.33: Το microflow `VAL_Password`

Το microflow (εικόνα 6.33) 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 popout μήνυμα. Αν όλες οι συνθήκες ισχύουν, τότε η μεταβλητή `Valid` παραμένει `True` και επιστρέφεται από το microflow.

ChangePassword

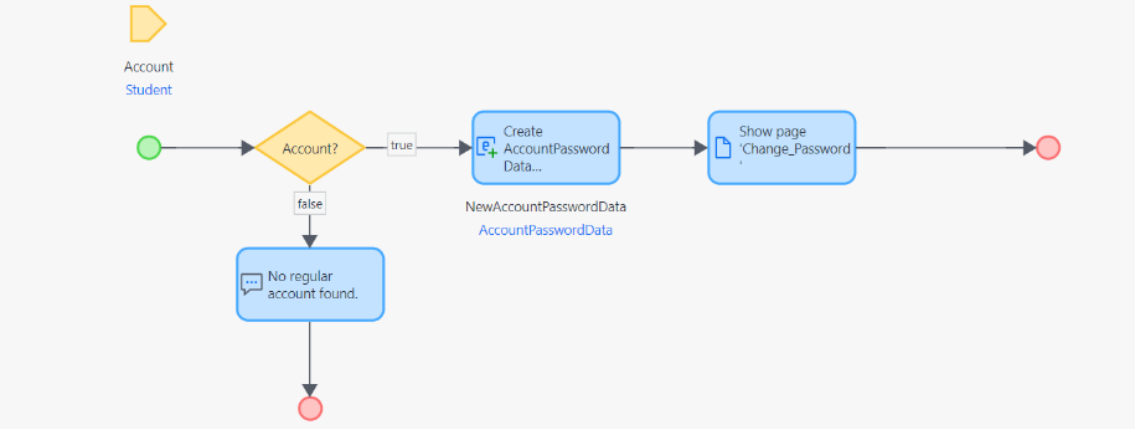


Εικόνα 6.34: Το microflow `ChangePassword`

Το microflow (εικόνα 6.34) καλείται από τη σελίδα `Change_Password` με σκοπό την αποθήκευση του νέου κωδικού πρόσβασης για έναν υπάρχοντα 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 popout μήνυμα, διαγράφεται το `AccountPasswordData` και κλείνει η σελίδα.

ACT_Password_Change

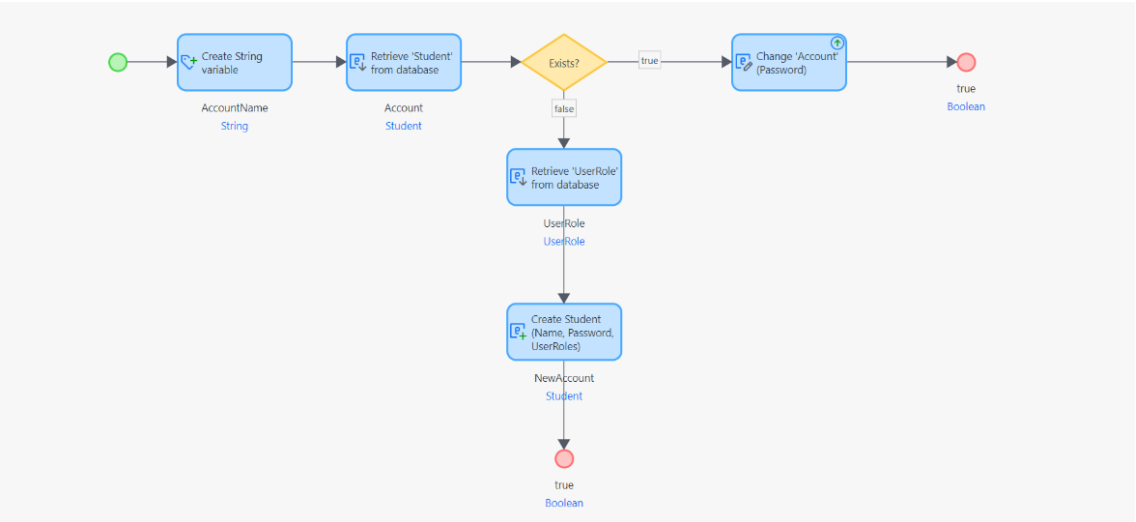


Εικόνα 6.35: Το microflow `ACT_Password_Change`

Το microflow (εικόνα 6.35) καλείται από τη σελίδα `Account_Edit` με σκοπό την αλλαγή του κωδικού πρόσβασης ενός υπάρχοντος χρήστη.

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

ASU_Administrator_Create



Εικόνα 6.36: Το microflow `ASU_Administrator_Create`

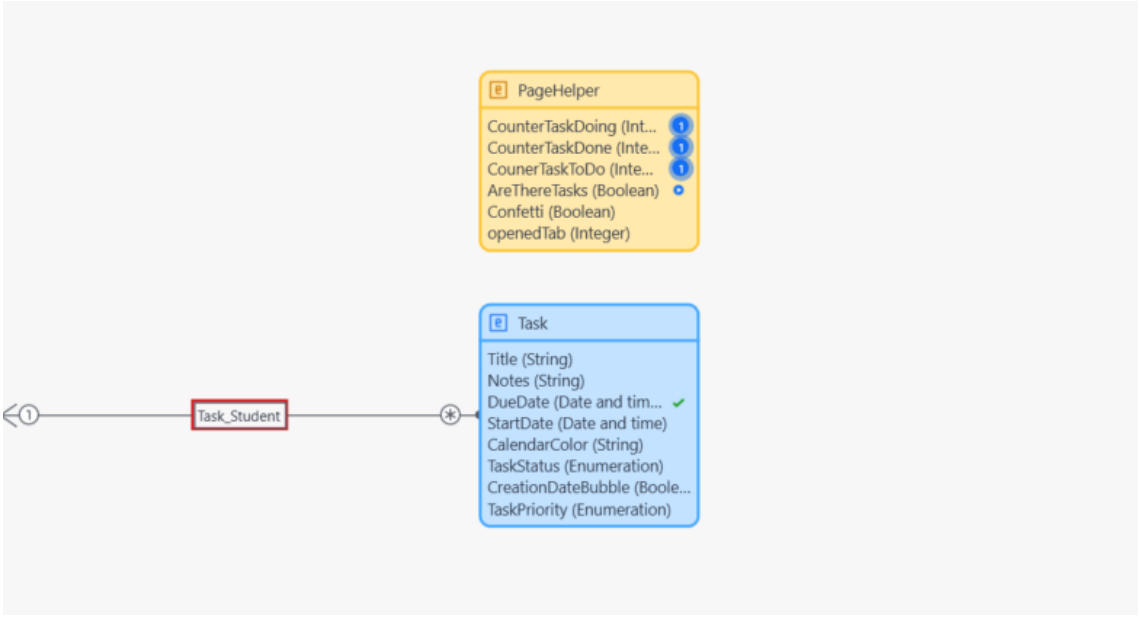
Microflow (εικόνα 6.36) που καλείται κατά την αρχικοποίηση της εφαρμογής για τη δημιουργία του διαχειριστή της εφαρμογής. [4]

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 δικαίωμα ο `Guest`.

6.3.2.1 Domain model του `TaskManager`



Εικόνα 6.37: Domain model του `TaskManager`

Το domain model του `TaskManager` (εικόνα 6.37) περιλαμβάνει την οντότητα `Task` και τη μη-διατηρήσιμη οντότητα `PageHelper`.

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

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.

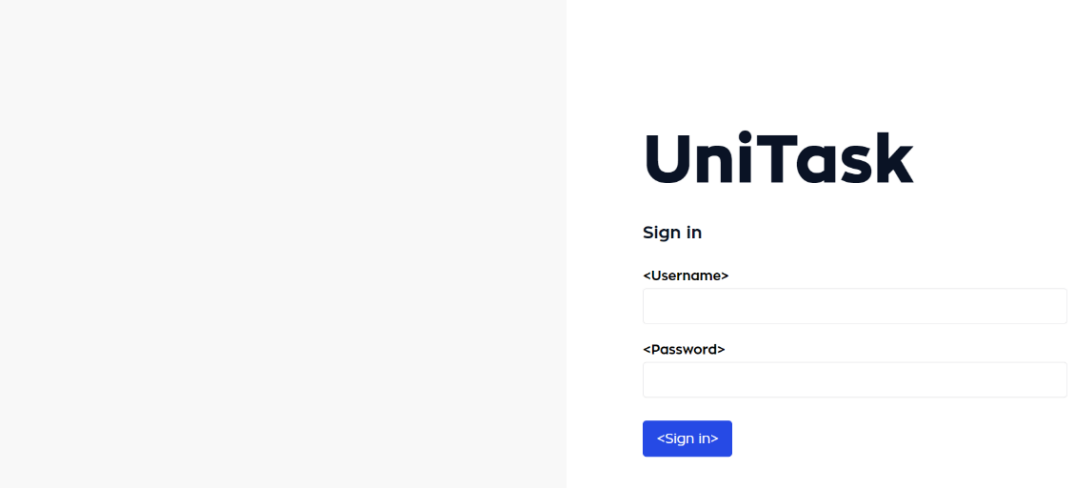
Επιπλέον, η οντότητα περιλαμβάνει τις ιδιότητες `TaskStatus` και `TaskPriority` όπου είναι Enumeration ιδιότητες των Enumeration εγγράφων `TaskStatus` και `TaskPriority`, αρχικοποιημένες με `To_Do` και `Low` αντίστοιχα. Το `TaskStatus` καθορίζει την κατάσταση της εργασίας με τις δυνατές καταστάσεις να 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

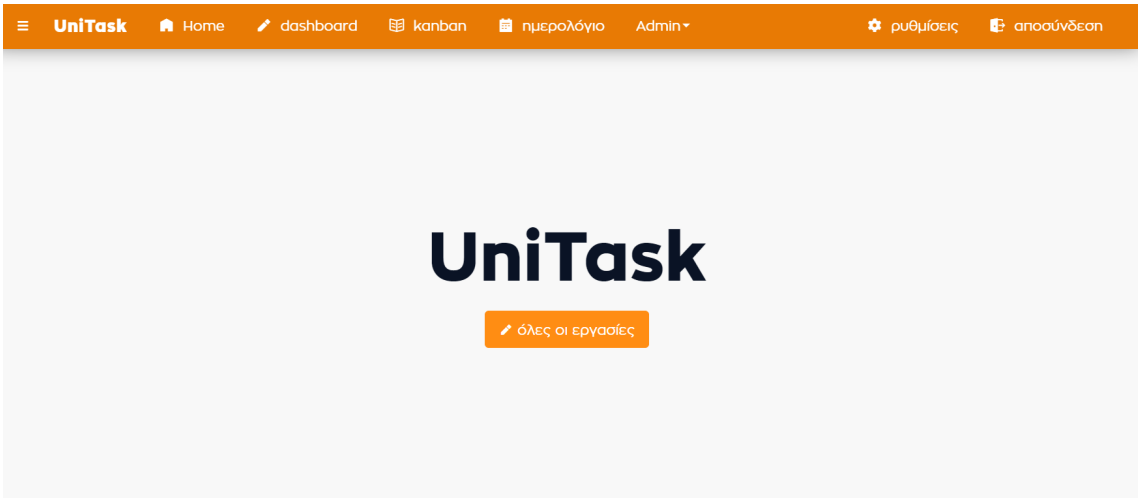


Εικόνα 6.38: Σελίδα σύνδεσης χρηστών `Custom_LogIn_Overview` σε X-Ray Mode

Η σελίδα (εικόνα 6.38) 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

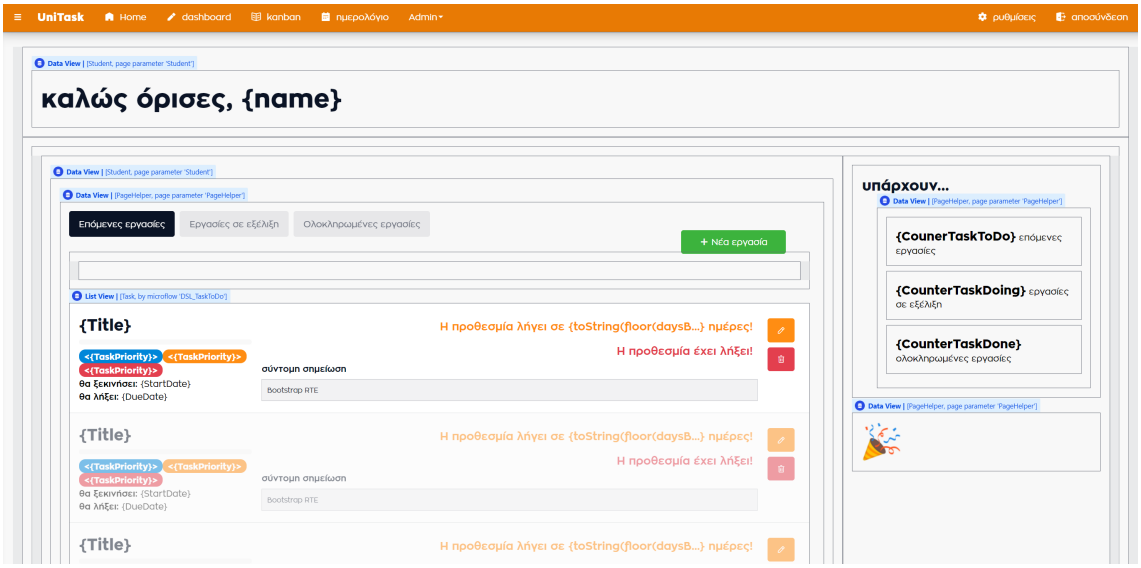


Εικόνα 6.39: Η αρχική σελίδα `PAGE_Home_Page` σε X-Ray Mode

Η αρχική σελίδα της εφαρμογής που εμφανίζεται μετά την είσοδο του χρήστη (εικόνα 6.39).

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`



Εικόνα 6.40: Η κεντρική σελίδα εργασιών `PAGE_Tasks_Overview` σε X-Ray Mode

Η σελίδα (εικόνα 6.40) 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 όρισες, {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 περιλαμβά-

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

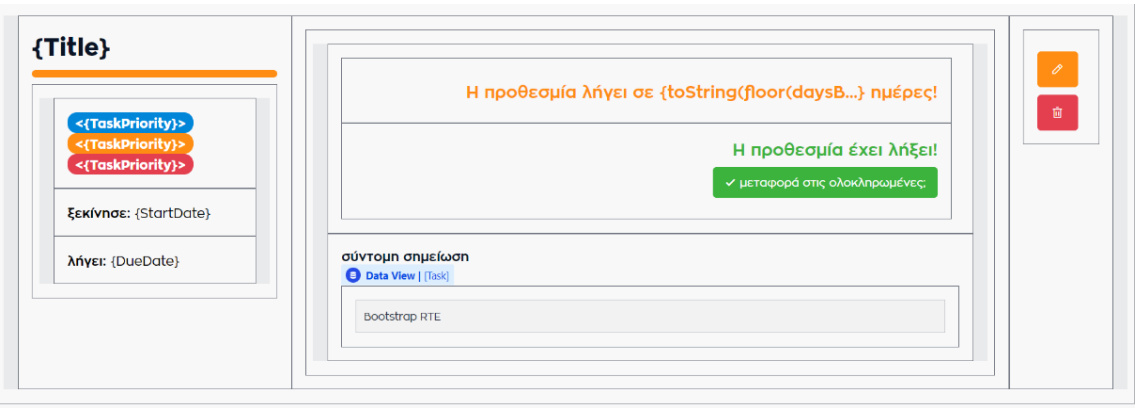
νεται ένα Tab Container με τρία tabs που αντιστοιχούν στις τρεις καταστάσεις των εργασιών. Σε κάθε tab αντιστοιχίζεται ένα ξεχωριστό πράσινο κουμπί (Νέα εργασία) που, ανάλογα με το tab που είναι ενεργό, καλεί το microflow `CreateNewTask_ToDo`, `CreateNewTask_Doing` ή `CreateNewTask_Done`. Το περιεχόμενο 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 (εικόνα 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.

`TaskCard_Overview_Doing`



Εικόνα 6.41: Η κάρτα `PAGE_Tasks_Overview` σε X-Ray Mode

Πρόκειται για ένα Snippet (εικόνα 6.41) 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 έκφραση[6]:

```
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 τοποθετημένα 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.

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 έκφραση[7]:

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

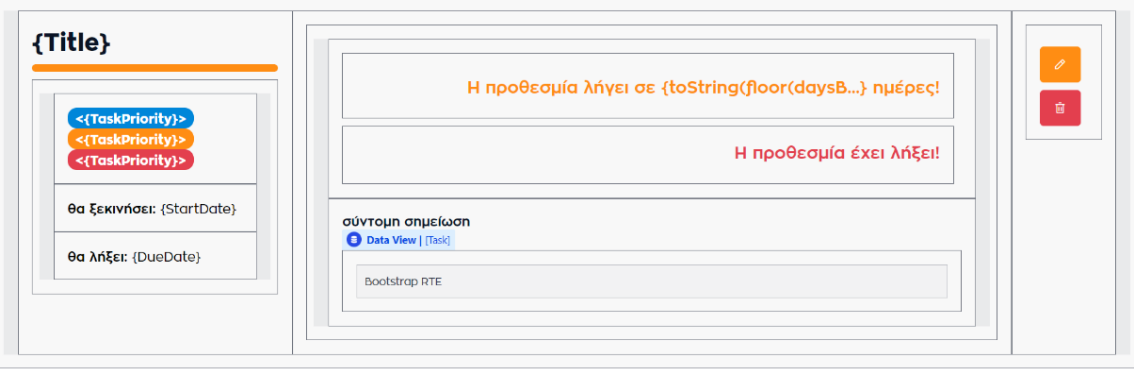
[6] Η έκφραση επιστρέφει την τρέχουσα ημερομηνία σε Epoch μορφή, ή –σε περίπτωση που βρισκόμαστε πριν την ημερομηνία έναρξης ή μετά την ημερομηνία λήξης– αυτές τις ημερομηνίες πάλι σε Epoch μορφή. Η αναπαράσταση μιας χρονικής στιγμής σε Epoch βοηθάει στη σύγκριση μεταξύ ακεραίων για το Progress Bar.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

[7] Η έκφραση συγκρίνει τις ημέρες ανάμεσα στην τρέχουσα ημέρα 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.

δημιουργίας εμπλουτισμένου περιεχομένου, όπως έντονο (bold) και πλάγιο (italic) κείμενο. Το widget αποθηκεύει το κείμενο σε String μορφή.

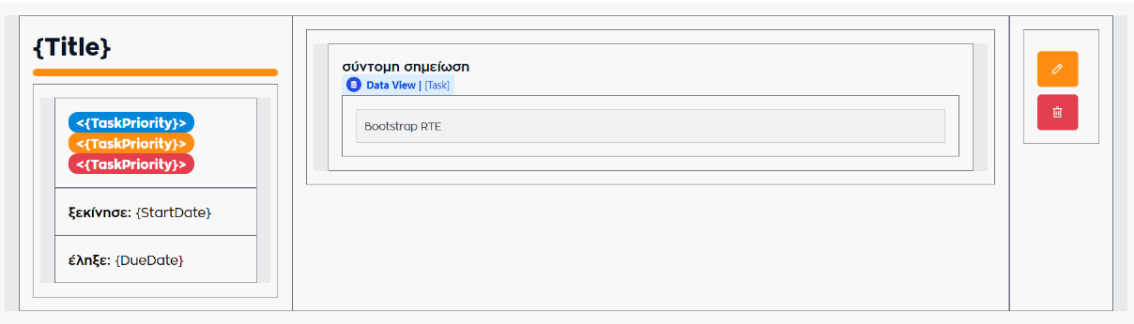
Στη δεξιά στήλη υπάρχουν τα κουμπιά επεξεργασίας και διαγραφής που καλούν τα microflows `EditTask` και `DeleteTask` (μετά από επιβεβαίωση) αντίστοιχα. Να σημειωθεί πως το κουμπί διαγραφής εμφανίζεται ανάλογα με την τιμή της Boolean ιδιότητας `buttonQuickDelete` του `Student`.

`TaskCard_Overview_ToDo`



Εικόνα 6.42: Η κάρτα `TaskCard_Overview_ToDo` σε X-Ray Mode

`TaskCard_Overview_Done`



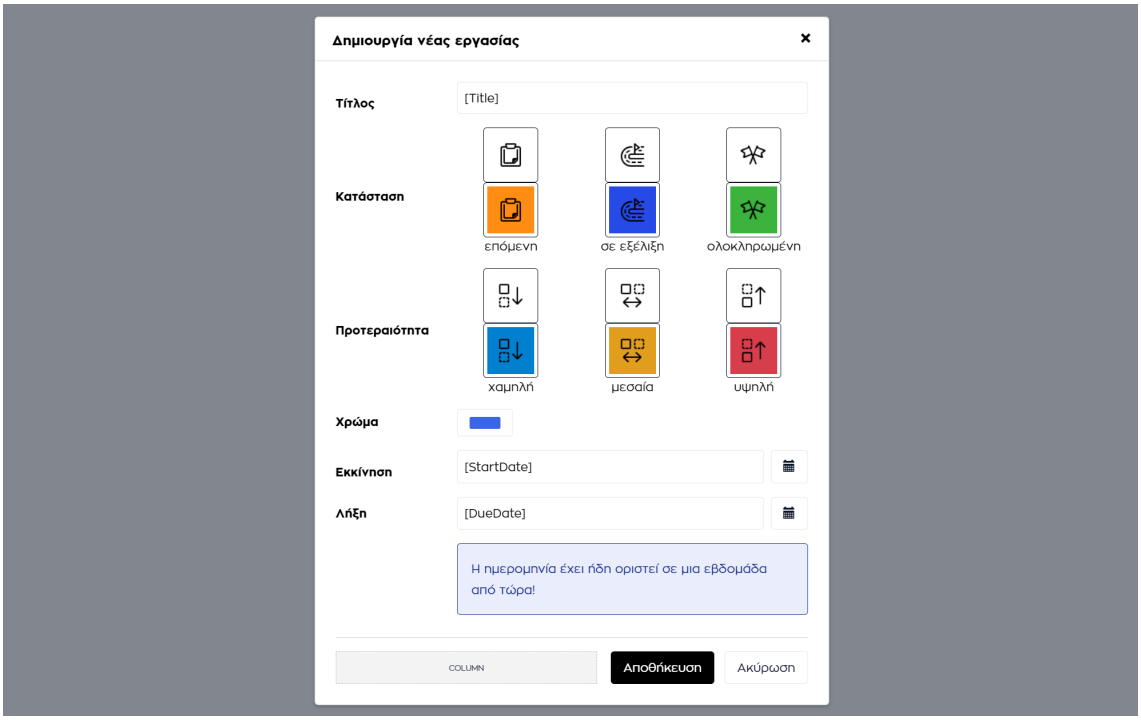
Εικόνα 6.43: Η κάρτα `TaskCard_Overview_Done` σε X-Ray Mode

Τα Snippets `TaskCard_Overview_ToDo` και `TaskCard_Overview_Done` (εικόνες 6.42 και 6.43) είναι παρόμοια με το `TaskCard_Overview_Doing` 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



Εικόνα 6.44: Η σελίδα δημιουργίας εργασίας `POPOUT_Task_NewEdit` σε X-Ray Mode

Η σελίδα (εικόνα 6.44) 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 έχει 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:

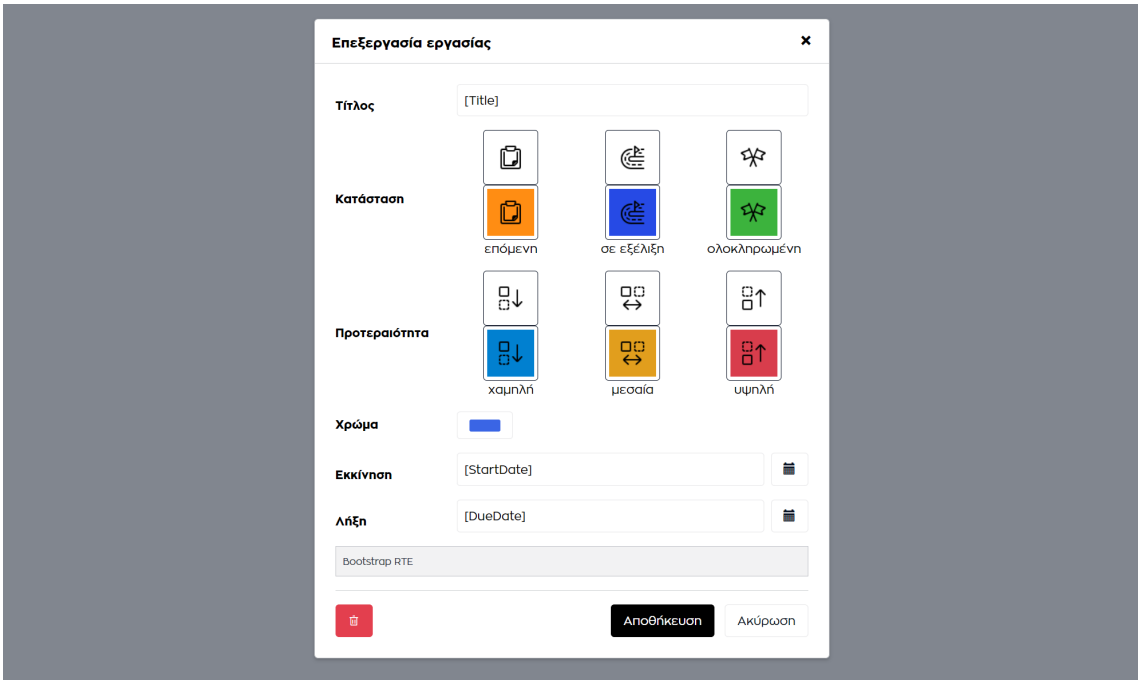
```
.labelSelected {
    font-weight: bold;
}
```

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 προκαθοριστεί 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

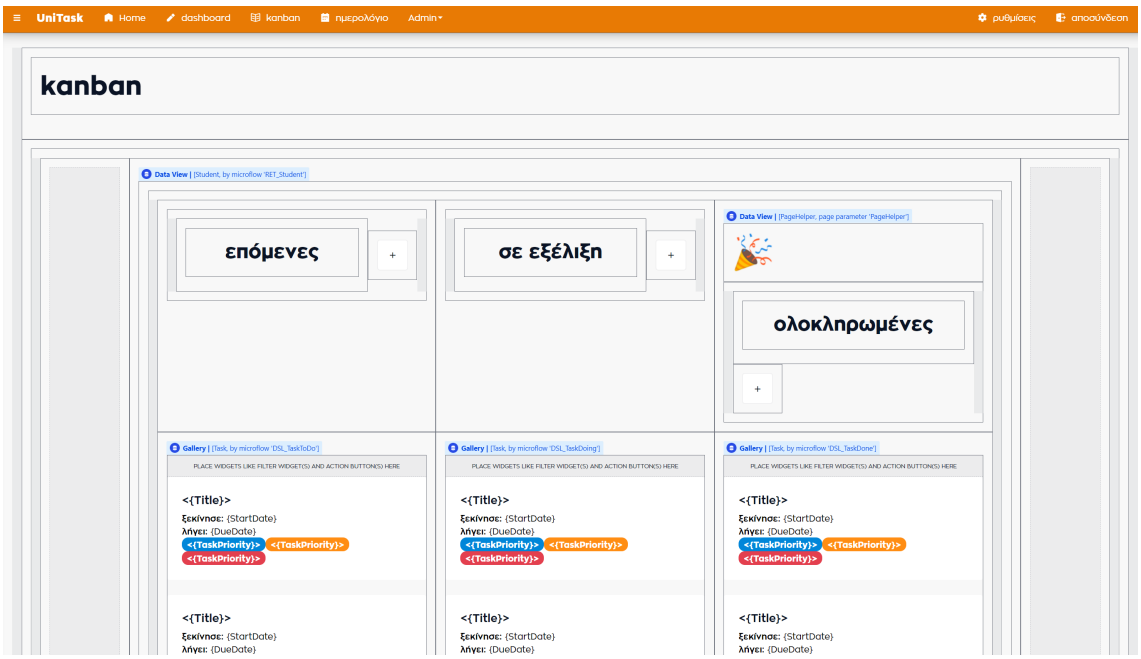


Εικόνα 6.45: Η σελίδα επεξεργασίας εργασίας `POPOUT_Task_NewEdit_Edit` σε X-Ray Mode

Η σελίδα (εικόνα 6.45) καλείται από το microflow `Edit_Task`. Χρησιμοποιείται αντίστοιχη λογική με την `POPOUT_Task_NewEdit` με τη διαφορά ότι δεν υπάρχει επε-

ξηγηματικό 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



Εικόνα 6.46: Η σελίδα Kanban `PAGE_Tasks_Kanban` σε X-Ray Mode

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 καλούν το microflow `EditTask`. Τέλος, περιλαμβάνεται το Confetti widget, όπως και στην Dashboard σελίδα.

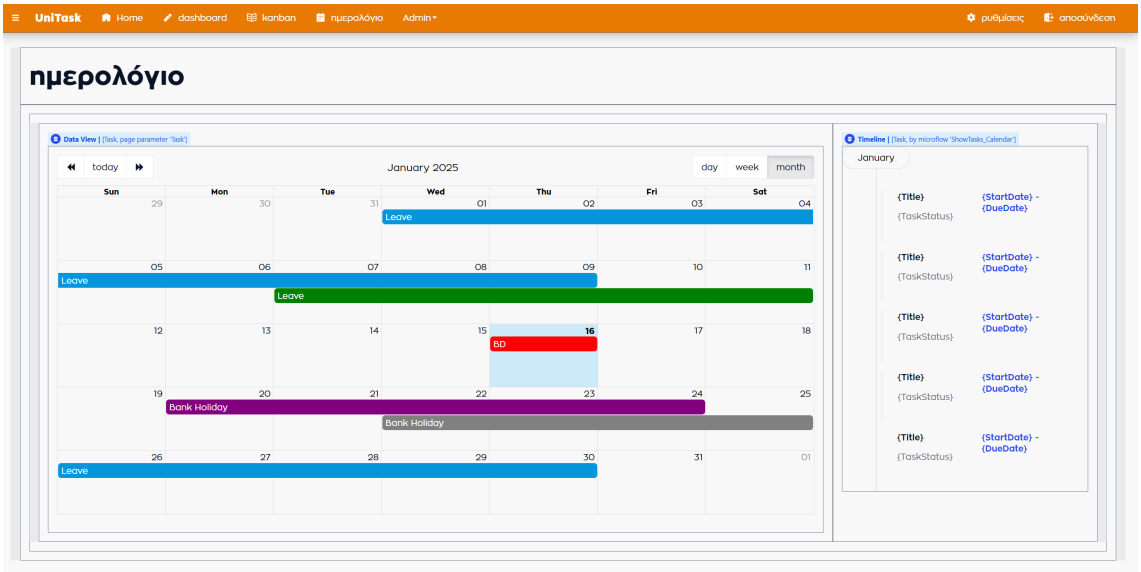
TaskCard_Kanban

Εικόνα 6.47: Η κάρτα επεξεργασίας εργασίας `TaskCard_Kanban` σε X-Ray Mode

Πρόκειται για ένα Snippet (εικόνα 6.47) 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 λήξης και Badges για την προτεραιότητα της εργασίας, με παρόμοιο τρόπο όπως στα Snippets του Dashboard.

PAGE_Calendar



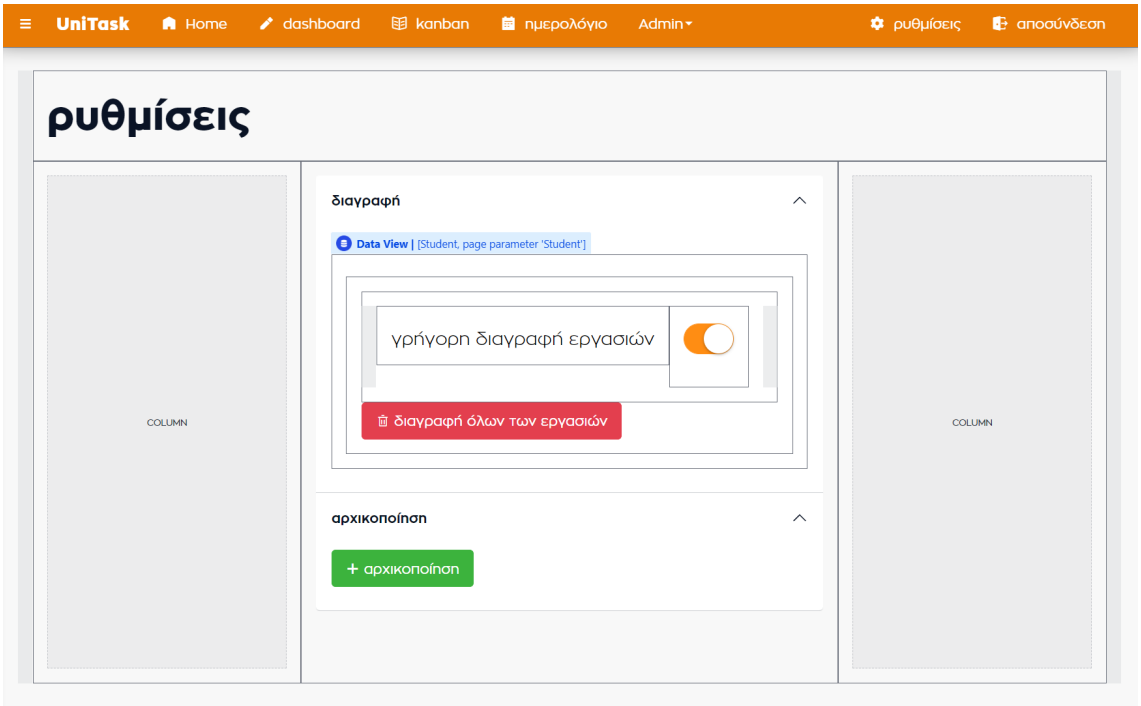
Εικόνα 6.48: Η σελίδα ημερολογίου `PAGE_Calendar` σε X-Ray Mode

Η σελίδα (εικόνα 6.48) 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`.

Το 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 populate 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



Εικόνα 6.49: Η σελίδα ρυθμίσεων `PAGE_Settings` σε X-Ray Mode

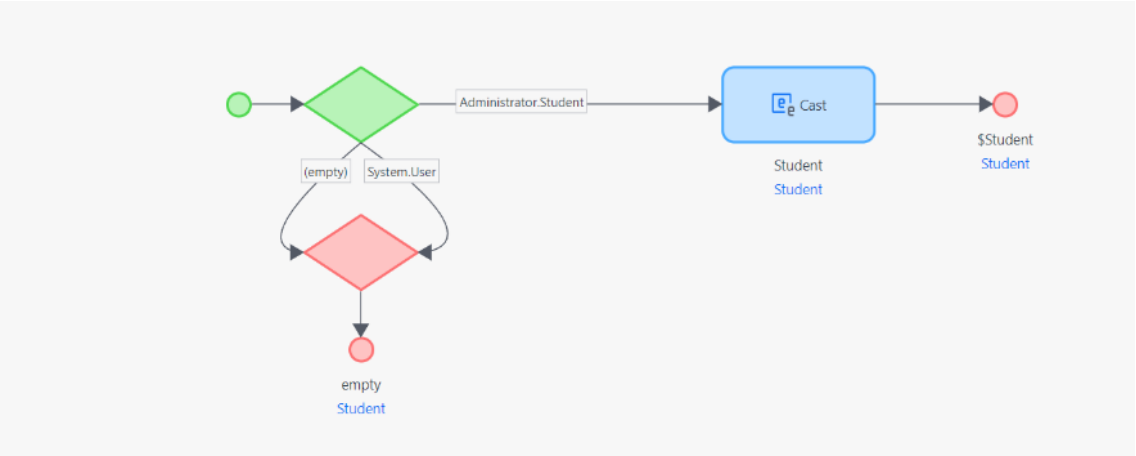
Η σελίδα (εικόνα 6.49) χρησιμοποιείται για την εμφάνιση των ρυθμίσεων του χρήστη. Χρησιμοποιεί το `UniTask_TopBar` layout του `UniTaskDesignSystem` module και έχει ως Parameters το `Student` και το `PageHelper`.

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 microflows[8]:

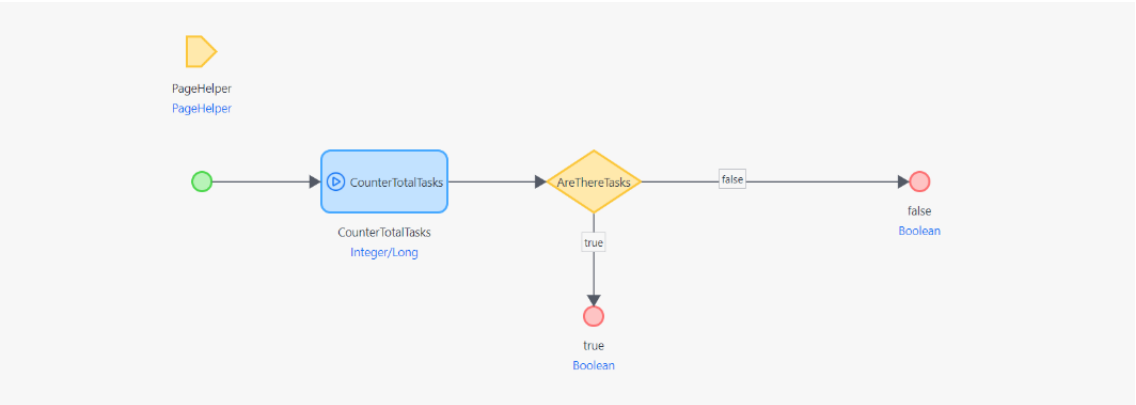
`RET_Student`



Εικόνα 6.50: Το microflow `RET_Student`

Το microflow (εικόνα 6.50) 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`



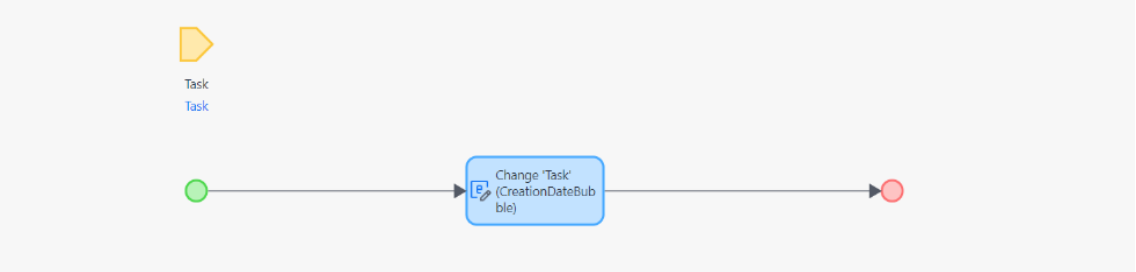
Εικόνα 6.51: Το microflow `AreThereTasks`

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

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

Το 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

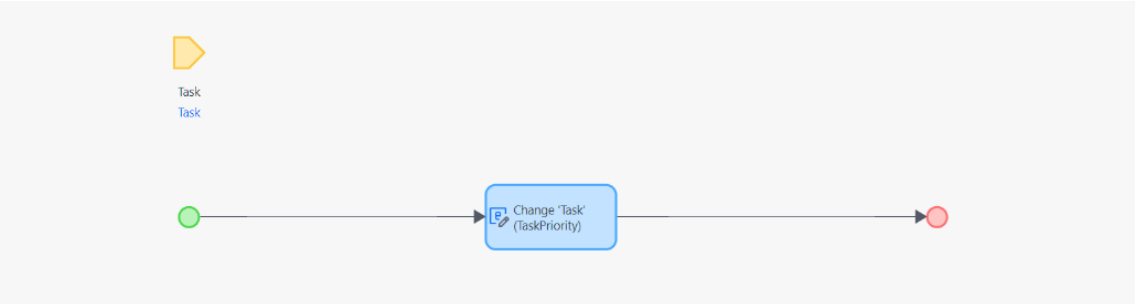


Εικόνα 6.52: Το microflow `DisableCreationDateBubble`

Το microflow (εικόνα 6.52) 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

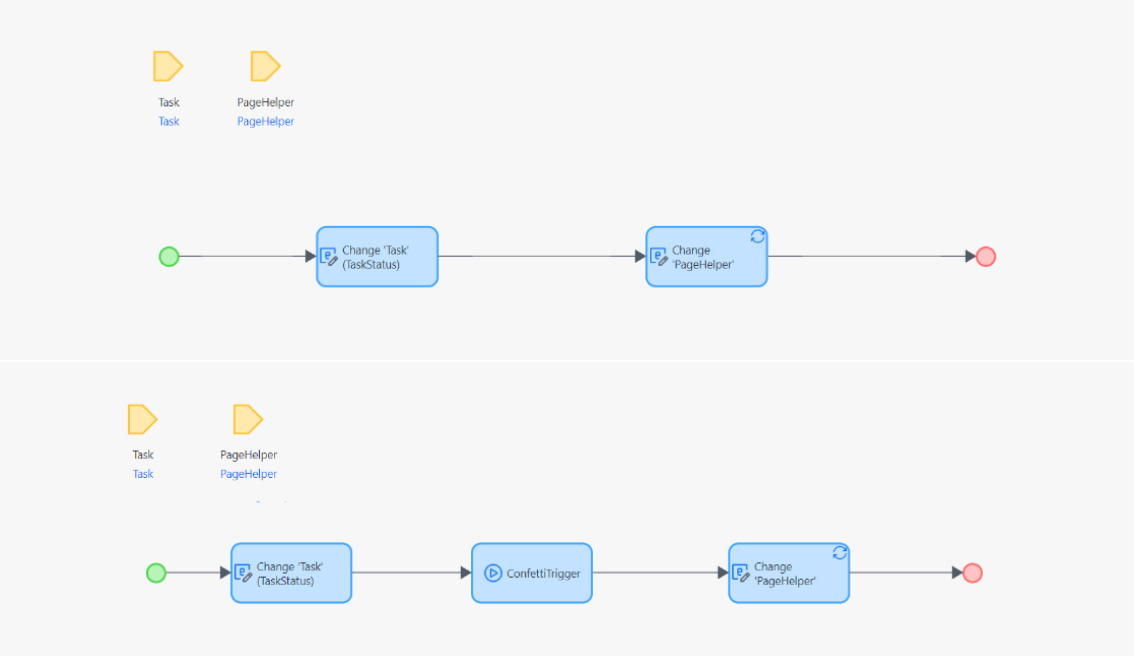


Εικόνα 6.53: Τα microflow `ChangeTaskPriority_TaskLow`, `ChangeTaskPriority_TaskMedium` και `ChangeTaskPriority_TaskHigh`

Τα microflows (εικόνα 6.53) 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

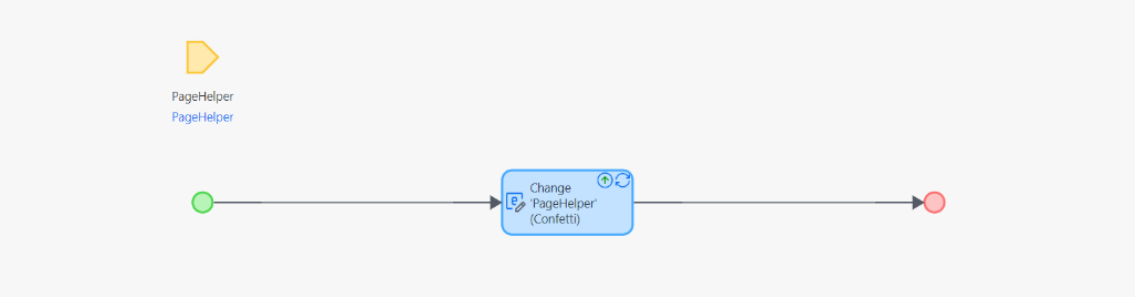


Εικόνα 6.54: Τα microflow `ChangeTaskStatus_TaskDoing`, `ChangeTaskStatus_TaskToDo` και `ChangeTaskStatus_TaskDone`

Τα microflows (εικόνες 6.54) 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.

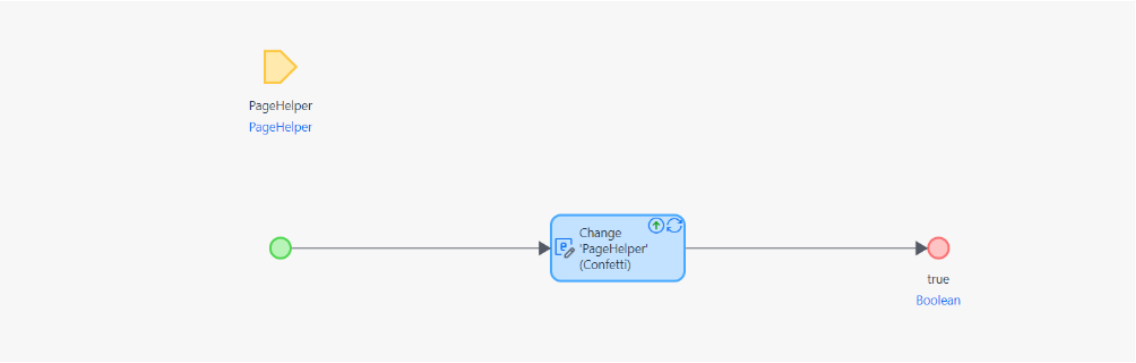
Confetti/ConfettiTrigger



Εικόνα 6.55: Το microflow `ConfettiTrigger`

Το microflow (εικόνα ??) 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/ConfettiNotTriggering



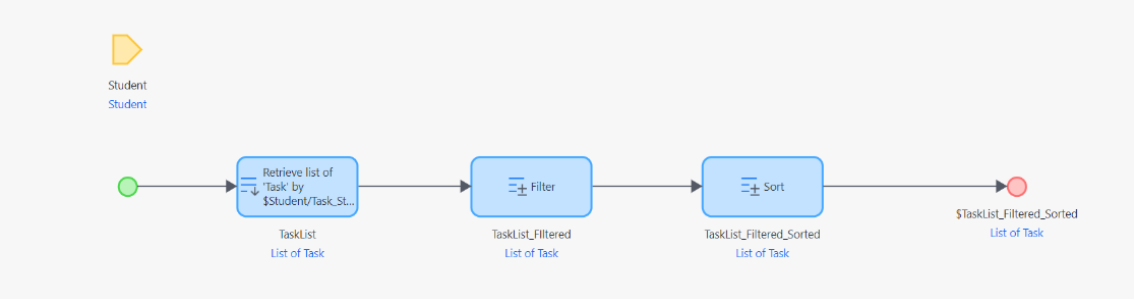
Εικόνα 6.56: Το microflow `ConfettiNotTriggering`

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

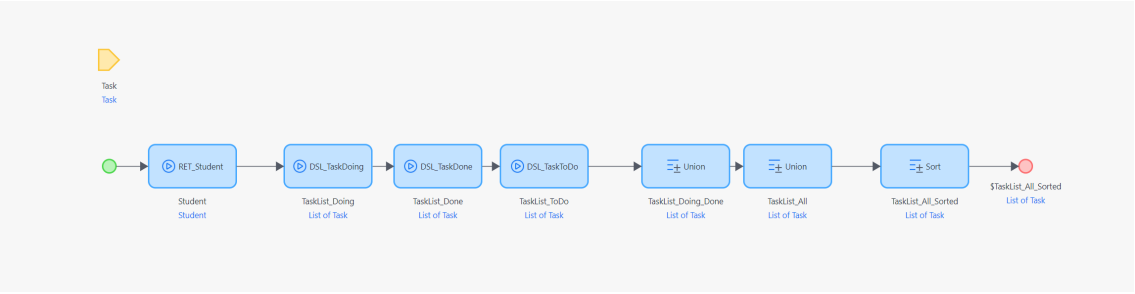


Εικόνα 6.57: Τα microflow `DSL_TaskDoing`, `DSL_TaskDone` και `DSL_TaskToDo`

Τα microflows (εικόνα 6.57) 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



Εικόνα 6.58: Το microflow `ShowTasks_Calendar`

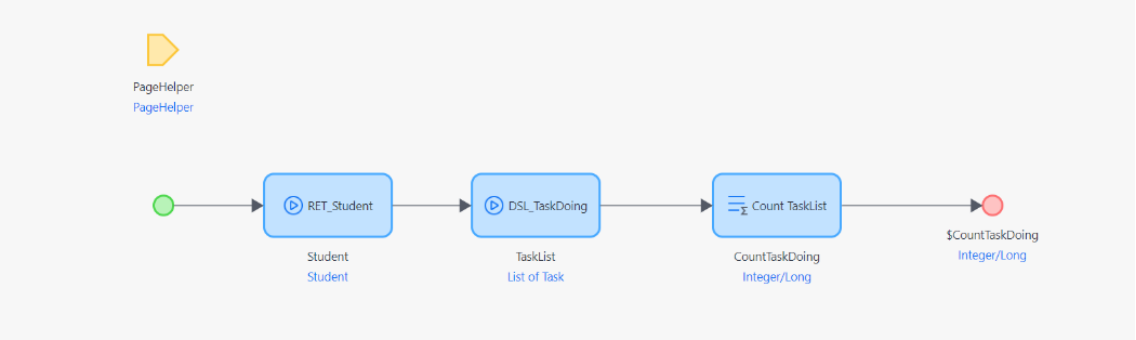
Το microflow (εικόνα 6.58) επιστρέφει το σύνολο των εργασιών του χρήστη για την εμφάνισή τους στο ημερολόγιο.

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

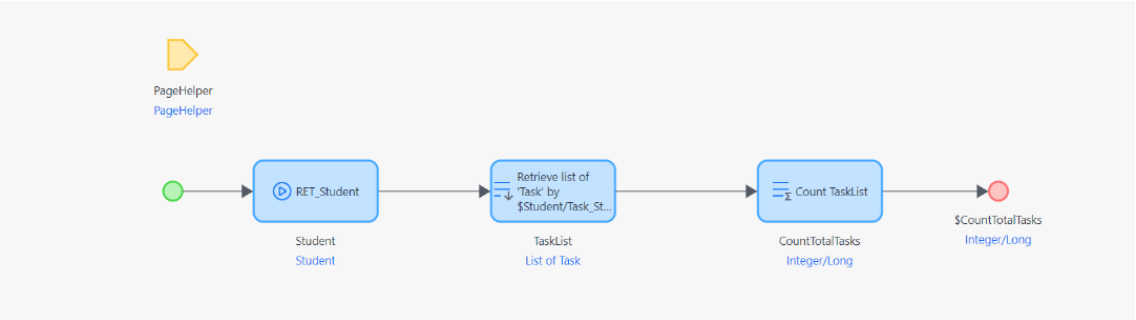


Εικόνα 6.59: Τα microflow `CounterTaskDoing`, `CounterTaskDone` και `CounterTaskToDo`

Τα microflows (εικόνα 6.59) 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



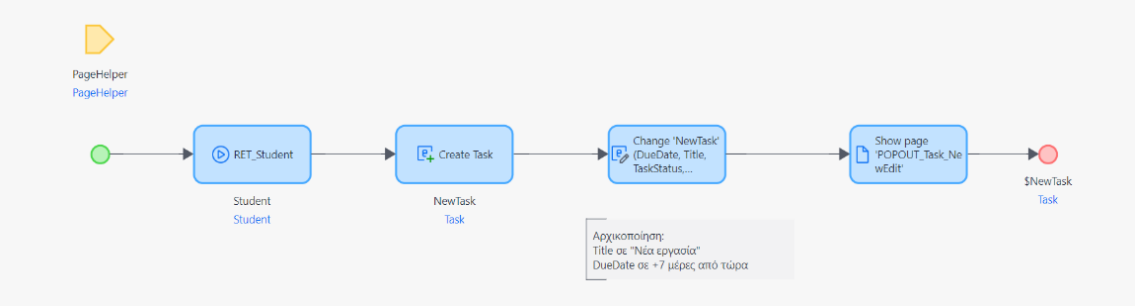
Εικόνα 6.60: Το microflow `CounterTotalTasks`

Το microflow (εικόνα 6.60) 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_Doing

CreateNewTask/CreateNewTask_Done

CreateNewTask/CreateNewTask_ToDo



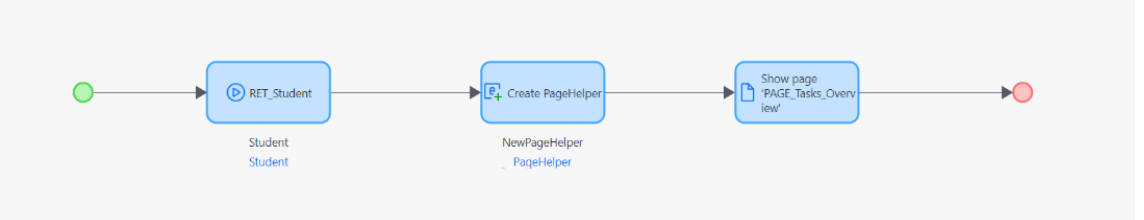
Εικόνα 6.61: Τα microflow `CreateNewTask_Doing`, `CreateNewTask_Done` και `CreateNewTask_ToDo`

Το microflow (εικόνα 6.61) 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

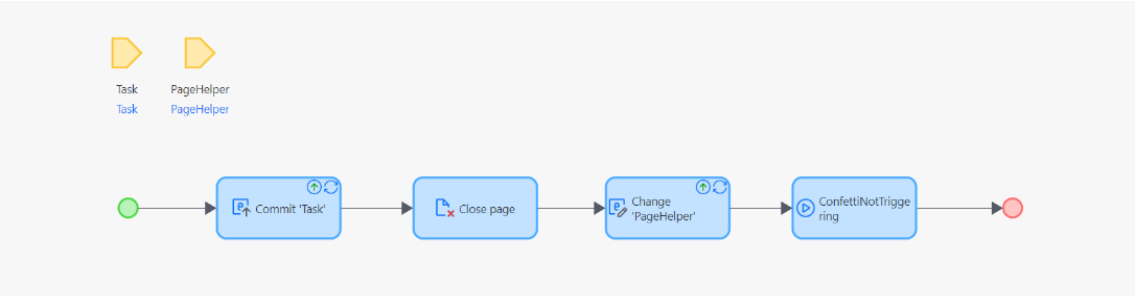


Εικόνα 6.62: Τα microflow `ShowPage_Calendar`, `ShowPage_Homepage`, `ShowPage_Kanban`, `ShowPage_Settings` και `ShowPage_TasksOverview`

Τα microflows (εικόνα 6.62) 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

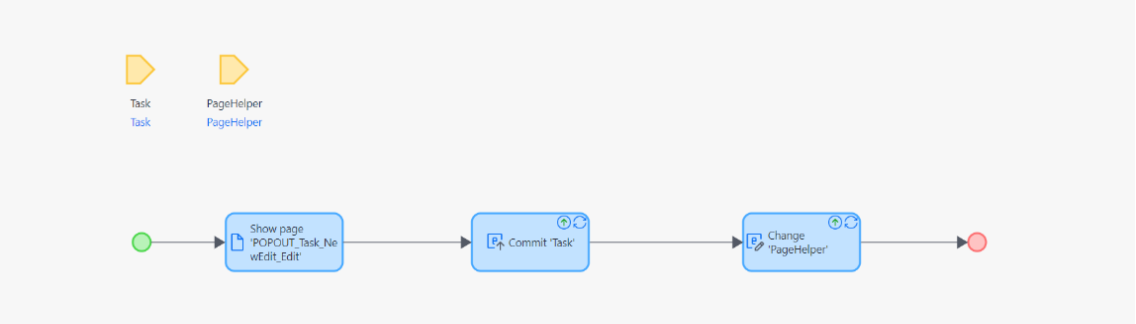


Εικόνα 6.63: Το microflow `SaveTask`

Το microflow (εικόνα 6.63) 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

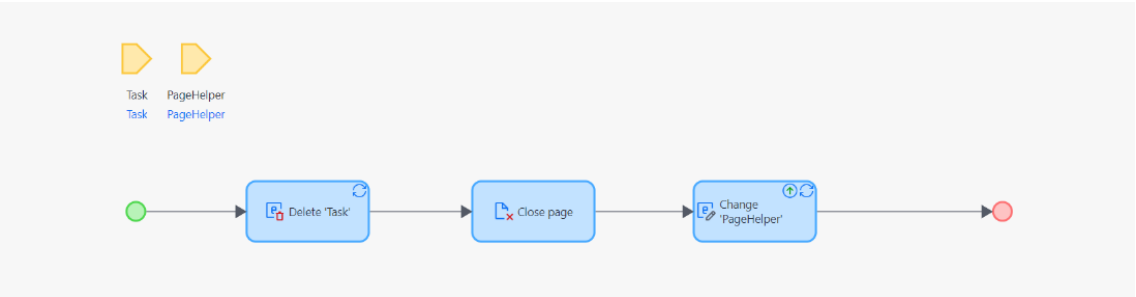


Εικόνα 6.64: Το microflow `EditTask`

Το microflow (εικόνα 6.64) καλείται από τα κουμπιά των καρτών στην Dashboard σελίδα και τις κάρτες οτυ πίνακα Kanban και του ημερολογίου για την επεξεργασία μιας εργασίας.

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

DeleteTask



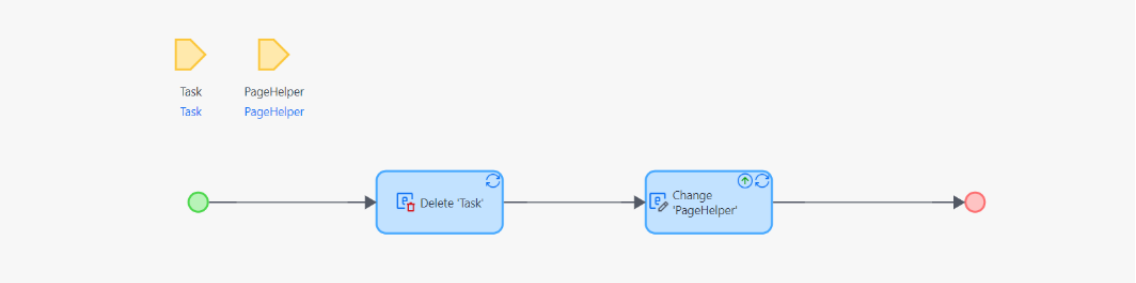
Εικόνα 6.65: Το microflow `DeleteTask`

Το microflow (εικόνα 6.65) 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`

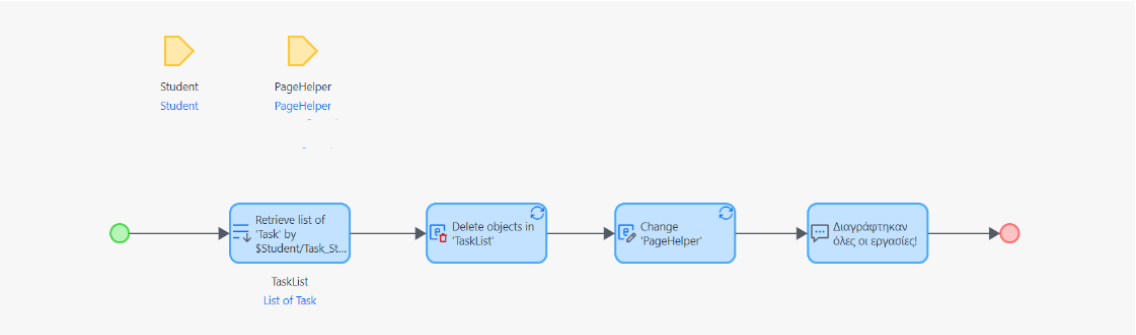


Εικόνα 6.66: Το microflow `DeleteTask_Snippet`

Το microflow (εικόνα 6.66) 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`

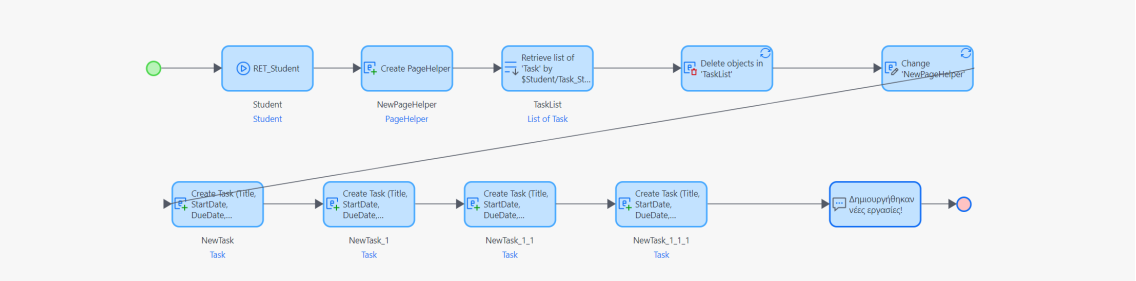


Εικόνα 6.67: Το microflow `DeleteAllTasks`

Το microflow (εικόνα 6.67) 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`



Εικόνα 6.68: Το microflow `InitializeTasks`

Το microflow (εικόνα 6.68) 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.

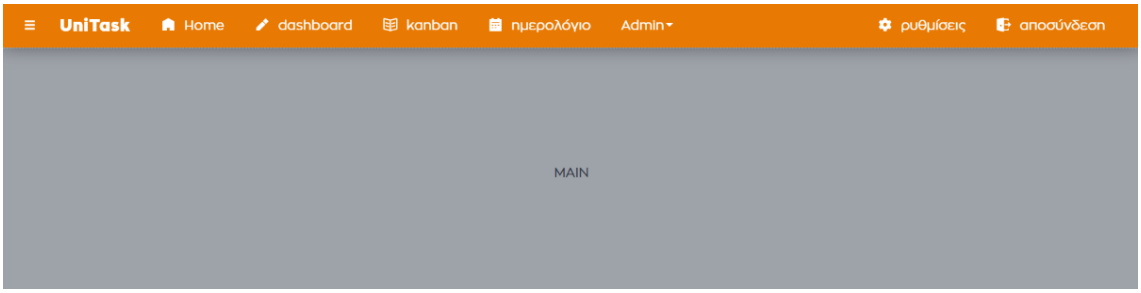
6.3.3 Module `UniTaskDesignSystem`

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

6.3.3.1 Layouts του `UniTaskDesignSystem`

Το module `UniTaskDesignSystem` περιλαμβάνει τα εξής layouts:

`UniTask_TopBar`

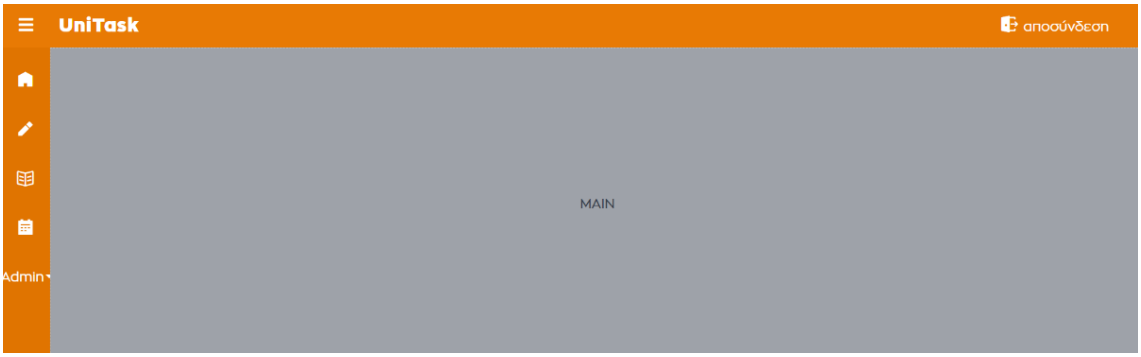


Εικόνα 6.69: Το layout `UniTask_TopBar`

Το layout (εικόνα 6.69) 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 καλούν τα 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 ενώ 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`



Εικόνα 6.70: Το layout `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 (εικόνα 6.70).

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 ελεγχόμενη 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 Πρωτόκολο πειράματος

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

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 διασφαλίζοταν 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 έλαβαν email με λεπτομερείς οδηγίες, το έντυπο συναίνεσης, καθώς και τον σύνδεσμο της εφαρμογής και τους 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: `foithtisXX`
Κωδικός πρόσβασης: `<password>`

όπου `X` *ένας αριθμός μεταξύ 1 και 23, 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* **kanban**.
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 συμμμετέχοντες 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 [51], [52].

Πέρα από στατιστικά στοιχεία αντίστοιχα της ενότητας 3.2.2, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να απαντήσουν σε αυτή τη λίστα των ερωτήσεων:

Πίνακας 7.1: Ερωτήσεις ερωτηματολογίου SUS

#	**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

Το δείγμα αποτελείται από 23 φοιτητές, με το 17.4% (n = 4) να ανήκει στην ηλικιακή ομάδα 18–19 ετών, το 34.8% (n = 8) στην ηλικιακή ομάδα 20–21 ετών, το 30.4% (n = 7) στην ηλικιακή ομάδα 22–24 ετών, και το 17.4% (n = 4) στην ηλικιακή ομάδα 25+.

Όσον αφορά το ακαδημαϊκό επίπεδο, το 73.9% (n = 17) των συμμετεχόντων είναι προπτυχιακοί φοιτητές, ενώ το 21.7% (n = 5) είναι μεταπτυχιακοί και το 4.3% (n = 1) διδακτορικοί φοιτητές. Οι φοιτητές σπουδάζουν σε διαφόρους τομείς, συμπεριλαμβανομένων Διοίκησης Επιχειρήσεων, Ηλεκτρολόγων Μηχανικών, Βιολογίας, CEID, Ιατρικής, Φιλολογίας, Φαρμακευτικής, Αρχιτεκτονικής, Χημικού, Μαθηματικών και Οικονομικών.

Το 13.0% (n = 3) των φοιτητών είναι στο 1ο έτος σπουδών, το 30.4% (n = 7) στο 2ο έτος, το 21.7% (n = 5) στο 3ο έτος, το 4.3% (n = 1) στο 4ο έτος, το 8.7% (n = 2) στο 5ο έτος, και το 21.7% (n = 5) είναι επί πτυχίο.

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

Πίνακας 7.2: Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις των απαντήσεων των συμμετεχόντων στο ερωτηματολόγιο SUS

Ερωτήσεις	**Μέση τιμή**	**Τυπική απόκλιση**
Ερώτηση 01	4.43	0.52
Ερώτηση 02	1.52	0.79
Ερώτηση 03	4.30	0.63
Ερώτηση 04	1.65	0.77
Ερώτηση 05	4.43	0.72
Ερώτηση 06	1.86	0.75
Ερώτηση 07	4.49	0.65
Ερώτηση 08	1.52	0.73
Ερώτηση 09	4.08	0.84
Ερώτηση 10	1.65	0.83

Οι ερωτήσεις του SUS χωρίζονται 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 μέση τιμή 83.59. Αυτή η τιμή υποδηλώνει ότι οι περισσότεροι χρήστες είχαν θετική εμπειρία χρήσης και αξιολόγησαν την εφαρμογή ως εύχρηστη και καλά σχεδιασμένη.

Κεφάλαιο 8

Συμπεράσματα και μελλοντικές προεκτάσεις

Έχοντας αναφερθεί σε έννοιες που αφορούν τη διαχείριση εργασιών, τον χαμηλό κώδικα, τις πλατφόρμες χαμηλού κώδικα όπως το Mendix, και μετά από την πραγματοποίηση έρευνας προτίμησης και της πειραματικής διαδικασίας, φτάνουμε στον επίλογο της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, όπου πλέον θα αναλυθούν τα συμπεράσματα που βγάλαμε από ολόκληρη την υλοποίηση της διπλωματικής όπως επίσης και μελλοντικές προεκτάσεις της.

8.1 Σύνοψη και συμπεράσματα

Ο στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας εφαρμογής σε Low-Code περιβάλλον για τον προγραμματισμό και την παρακολούθηση εργασιών. Για να επιτευχθεί αυτό, ήταν αναγκαίο να αποσαφηνίσουμε τι είναι η διαχείριση εργασιών. Πρόκειται για μια διαδικασία που, ιστορικά, αποτελεί ένα ζωτικό στοιχείο της κοινωνίας μας και του πολιτισμού μας. Από τα αρχαία χρόνια έως σήμερα, οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν διάφορα μέσα για να οργανώνουν τις εργασίες τους, από ημερολόγια και ρολόγια μέχρι σύγχρονες ψηφιακές εφαρμογές. Μάλιστα, πέρα από την οργάνωση, λόγω της βαρύτητας που έχει η διαχείριση εργασιών στην καθημερινότητα των ανθρώπων υπήρξε η ανάγκη για την περαιτέρω βελτιστοποίησή της, με μεθοδολογίες όπως η Kanban και τα διαγράμματα Gantt και PERT. Αυτές οι μεθοδολογίες επιτρέπουν την αποτελεσματική οργάνωση των εργασιών, την εκτίμηση του χρόνου και των πόρων που απαιτούνται για την ολοκλήρωσή τους, και την παρακολούθηση της προόδου τους.

Όσον αφορά το θεματικό πλαίσιο της εφαρμογής, επιλέχθηκε το ακαδημαϊκό περιβάλλον καθώς πρόκειται για ένα περιβάλλον αγχώδες και απαιτητικό, με πολλαπλές υποχρεώσεις και ανάγκη για ιεράρχηση χρόνου, άρα με κατεξοχήν ανάγκη για συστηματική οργάνωση και διότι έτσι ήταν ευκολότερη η διεξαγωγή των ερευνητικών και πειραματικών διαδικασιών.

Η ίδια η εφαρμογή αναπτύχθηκε στην πλατφόρμα χαμηλού κώδικα, Mendix. Ο χαμηλός κώδικας θεωρείται το μέλλον της ανάπτυξης λογισμικού, καθώς ενοποιεί τους δύο πιο σημαντικούς πυλώνες της: την ανάγκη αυτοματοποίησης επαναλαμβανόμενων ενεργειών (όπως τα CASE περιβάλλοντα και η MDA αρχιτεκτονική), και την αύξηση του επιπέδου αφαίρεσης των γλωσσών προγραμματισμού διευκολύνοντας τη χρήση τους από μη εξειδικευμένους χρήστες. Οι πλατφόρμες ανάπτυξης λογισμικού σε χαμηλό κώδικα επιτρέπουν την ανάπτυξη εφαρμογών με τη χρήση γραφικού περιβάλλοντος και drag-and-drop στοιχείων. Παρέχουν γρήγορη μοντελοποίηση των δεδομένων, διαγράμματα ροής για τη λογική, χρήση προδιαμορφωμένων στοιχείων και άλλα.

Για τη δημιουργία της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν υπάρχουσες βιβλιογραφικές έρευνες όπου εξερευνούσαν τα προβλήματα διαχείρισης των φοιτητών και τα χαρακτηριστικά που αυτοί θα επιθυμούσαν σε μια εφαρμογή, αλλά επιπλέον διεξήχθη και μια πρωτογενής έρευνα προτίμησης μεταξύ 14 φοιτητών. Η έρευνα έδειξε πως οι φοιτητές αντιμετωπίζουν προβλήματα στη διαχείριση των υποχρεώσεών τους με προβλήματα στην τήρηση προθεσμιών, ενώ θεωρούν ανεπαρκή τον τρόπο οργάνωσης που ακολουθούν.

Η ανάπτυξη της εφαρμογής βασίστηκε στα αποτελέσματα της έρευνας, με έμφαση στα χαρακτηριστικά που οι φοιτητές θεώρησαν πιο χρήσιμα. Στόχος ήταν η δημιουργία μιας εφαρμογής που θα είναι αποτελεσματική, εύχρηστη και φιλική προς τον χρήστη και μπορεί όντως να αποτελέσει μια επιλογή διαχείρισης εργασιών και πέρα από τα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας. Η εφαρμογή περιλαμβάνει τη δυνατότητα δημιουργίας εργασιών, την οργάνωσή τους σε διάφορες κατηγορίες και προτεραιότητες, την παρακολούθηση της προόδου τους, τη χρήση μηνυμάτων και ειδοποιήσεων για την ενημέρωση του χρήστη μέχρι τη λήξη τους, ενώ περιλαμβάνονται διαφορετικές σελίδες και προβολές (όπως πίνακας Kanban και ημερολόγιο) για την ευκολότερη παρακολούθηση των εργασιών.

Τέλος, το έργο της διπλωματικής αξιολογήθηκε μέσω πειράματος συμμετοχής χρηστών σε ένα SUS ημερολόγιο όπου 23 συμμετέχοντες διαφορετικών ακαδημαϊκών επιπέδων και εξειδικεύσεων εκτέλεσαν ένα τυπικό σενάριο χρήσης και αξιολόγησαν την εφαρμογή με βάση την ευχρηστία της. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν την ευχρηστία της εφαρμογής, με χαμηλές τυπικές αποκλίσεις και με μέσο όρο 83.59% στις μέσες τιμές. Αυτό αποδεικνύει ότι η εφαρμογή υλοποιήθηκε με επιτυχία, είναι αποτελεσματική και μπορεί να αποτελέσει μια επιλογή για τη διαχείριση εργασιών σε ακαδημαϊκό περιβάλλον.

8.2 Μελλοντικές προεκτάσεις

Βάσει της ανάγκης για μια πιο ολοκληρωμένη λύση, η εφαρμογή μπορεί να επεκταθεί με νέες λειτουργίες και βελτιώσεις στις υπάρχουσες:

Αρχικά, η εφαρμογή μπορεί να ενσωματώσει τη δυνατότητα συγχρονισμού με εξωτερικές εφαρμογές και υπηρεσίες όπως ημερολόγια (Google Calendar) ή άλλες task-

management εφαρμογές (Trello, Notion) με τη χρήση REST APIs. Η αξιοποίηση των Java actions και των microflows στο Mendix μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση διαδικασιών εξουσιοδότησης μέσω OAuth2, εξασφαλίζοντας την ασφαλή ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ της εφαρμογής και των εξωτερικών συστημάτων. Έτσι, ο χρήστης θα μπορεί να διαχειρίζεται τις εργασίες του από μία κεντρική εφαρμογή, ενώ θα μπορεί να ενημερώνεται για τις εργασίες του από διάφορες πηγές.

Επίσης, μπορούν να προστεθούν collaboration εργαλεία που θα επιτρέπουν τη δυνατότητα συνεργασίας μεταξύ χρηστών/φοιτητών μέσω κοινών εργασιών, σχολίων ή ανταλλαγής μηνυμάτων. Πατώντας πάνω σε αυτή την ιδέα μπορεί η εφαρμογή να εξελιχθεί σε μία πλατφόρμα κοινωνικής δικτύωσης περιλαμβάνοντας προσωπικά προφίλ, δημόσιες και ιδιωτικές συζητήσεις της πανεπιστημιακής κοινότητας όπου οι φοιτητές θα μπορούν να ανταλλάσσουν πληροφορίες και μηνύματα σε πραγματικό χρόνο και να συνεργάζονται σε κοινά projects.

Επιπλέον, για την ενοποίηση της εφαρμογής με το πανεπιστημιακό περιβάλλον, μπορεί να προστεθεί η δυνατότητα ενσωμάτωσης δεδομένων από το Ψηφιακό Άλμα / e-class, όπως τα μαθήματα, οι βαθμοί και οι ανακοινώσεις, κάτι που θα επιτρέψει την απεικόνιση ακριβών και ενημερωμένων ακαδημαϊκών πληροφοριών, δημιουργώντας έτσι έναν ολοκληρωμένο κόμβο πληροφοριών για τους φοιτητές.

Επίσης, η αξιοποίηση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης θα μπορούσε να επιτρέψει την αυτόματη δημιουργία εργασιών κάνοντας scrape τις ανακοινώσεις των μαθημάτων από το API του e-class. Κάτι τέτοιο μπορεί να επιτευχθεί απευθείας χρησιμοποιώντας Python και NLP τεχνικές και τεχνικές κατηγοριοποίησης δεδομένων χρησιμοποιώντας βιβλιοθήκες όπως Sklearn ή Tensorflow. Ο Python κώδικας μπορεί να συνδεθεί στο Mendix με modules στο Marketplace όπως το AWS Lambda Connector ή σε server ξεχωριστά (Flask, FastAPI κ.α.), δημιουργώντας endpoints σε REST APIs που καλεί το Mendix.

Έτσι, η εφαρμογή θα μπορεί να αναλύει νέες ανακοινώσεις χρησιμοποιώντας προηγούμενα δεδομένα, να τις κατηγοριοποιεί και να δημιουργεί αυτοματοποιημένα νέες επόμενες εργασίες για τους χρήστες, παρέχοντας εξατομικευμένες προτάσεις για τον προγραμματισμό των υποχρεώσεών τους. Με αυτό τον τρόπο, η εφαρμογή θα μπορούσε να λειτουργεί ως ένας προσωπικός βοηθός για τους φοιτητές, προτείνοντάς τους εργασίες που πρέπει να ολοκληρώσουν και προτείνοντας τους τρόπους για την εκτέλεσή τους, κάτι πολύ σημαντικό δεδομένου ότι οι φοιτητές συχνά αντιμετωπίζουν προβλήματα με την οργάνωση του χρόνου τους και την προθεσμία των εργασιών τους.

Επιπλέον, το σύστημα επιβράβευσης μπορεί να εξελιχθεί περαιτέρω σε ένα gamification σύστημα, με τη δημιουργία διαφορετικών επιπέδων, badges, πόντων και επιτευγμάτων ως ανταμοιβή για την ολοκλήρωση εργασιών, με παρόμοια λογική όπως η εφαρμογή Duolingo. Οι φοιτητές θα μπορούν να ανταγωνίζονται μεταξύ τους για την απόκτηση badges και την αύξηση των πόντων τους, ενθαρρύνοντάς τους να ολοκληρώνουν τις εργασίες τους εγκαίρως και να βελτιώνουν την απόδοσή τους.

Τέλος, η εφαρμογή είναι κατασκευασμένη χρησιμοποιώντας Web-based εργαλεία

στο Mendix. Μπορεί ταυτόχρονα, μέσω του Mendix Native Mobile να δημιουργηθεί μια καθαρά mobile εφαρμογή, η οποία θα εξασφαλίσει την απρόσκοπτη πρόσβαση και χρήση των λειτουργιών της εφαρμογής από κινητές συσκευές, επιτρέποντας την υλοποίηση push notifications και offline λειτουργικότητας.

Έτσι, η εφαρμογή θα μπορούσε να μετατραπεί σε ένα ενοποιημένο σύστημα πληροφόρησης και οργάνωσης της ακαδημαϊκής ζωής των φοιτητών, ώστε να μπορούν να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις της ακαδημαϊκής ζωής με περισσότερη αυτοπεποίθηση και αυτονομία, ενώ ταυτόχρονα θα μπορούν να απολαμβάνουν την εμπειρία της μάθησης με περισσότερη οργάνωση και αποτελεσματικότητα.

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/, [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.

[6] T. Q. Reefe, *Lukasa: A Luba Memory Device*. DOI: doi: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*, https://strefapmi.pl/strefa-studenta/hoover-dam-the-greatest-project-in-times-of-the-great-depression/, [Accessed 30-10-2024].

[10] *Hoover Dam | Description, Location, Constructino, Facts, History, & Pictures | Britannica — britannica.com*, 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, [Accessed 26-10-2024].

[12] klub zero, *Notion: The Productivity Tool That Went from Near Shutdown to a $10 Billion Valuation in Just a Few Years — klubzero.com*, https://www.klubzero.com/post/notion-the-productivity-tool-that-went-from-near-shutdown-to-a-10-billion-valuation-in-just-a-few, [Accessed 17-02-2025].

[13] *WinWorld: Welcome — winworldpc.com*, https://winworldpc.com/home, [Accessed 31-10-2024].

[14] M. Ξένος, *Ποιότητα Λογισμικού*. GOTSIS, 2021, ISBN: 9786185560102.

[15] B. Lientz και K. Rea, *Project Management for the 21st Century*. 2007.

[16] Atlassian, *Jira | Issue & Project Tracking Software | Atlassian — atlassian.com*, https://www.atlassian.com/software/jira, [Accessed 28-12-2024].

[17] Asana, *Manage your team's work, projects, & tasks online • Asana • Asana — asana.com*, https://asana.com/, [Accessed 28-12-2024].

[18] A. Stellman, *Learning agile: Understanding scrum, XP, lean, and Kanban*. Findaway World, 2023.

[19] D. J. Anderson, *Kanban: Successful evolutionary change for your technology business*. Blue Hole Press, 2010.

[20] 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/EFI-150953.

[21] J. C. Trujillo, *Designing A Time Management App For And With Informatics Students*, 2020.

[22] *What Is Low-Code? | IBM — ibm.com*, https://www.ibm.com/topics/low-code, [Accessed 11-10-2024].

[23] 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.

[24] P. Simon, *Low-Code/No-Code: Citizen Developers and the Surprising Future of Business Applications*. 2022.

[25] O. E. Team, «Low-Code and the Democratization of Programming,» *O'Reilly Media*, 2021.

[26] D. L. Kuhn, *Selecting and Effectively Using a Computer-Aided Software Engineering Tool*, 1989.

[27] Quickbase, *Gartner® Report: Future of Work Trends — quickbase.com*, https://www.quickbase.com/gartner-future-of-work, [Accessed 25-11-2024].

[28] *Gartner® Magic Quadrant™ for Enterprise Low-Code Application Platforms — mendix.com*, https://www.mendix.com/resources/gartner-magic-quadrant-for-low-code-application-platforms/, [Accessed 26-11-2024].

[29] 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, [Accessed 25-11-2024].

[30] 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.

[31] QuickBase, *The State Of Citizen Development Report – September 2015*, https://cdn2.hubspot.net/hubfs/172645/QuickBase_Citizen_Developer_Report.pdf, [Accessed 25-11-2024].

[32] 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.

[33] A. E. Case, *Computer-aided software engineering (case): technology for improving software development productivity*, 1985.

[34] E. J. Chikofsky, *Software Development — Computer-Aided Software Engineering (CASE)*.

[35] 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.

[36] *Fourth-generation programming language - Wikipedia — en.wikipedia.org*, https://en.wikipedia.org/wiki/Fourth-generation_programming_language, [Accessed 29-12-2024].

[37] *Rapid application development - Wikipedia — en.wikipedia.org*, https://en.wikipedia.org/wiki/Rapid_application_development, [Accessed 29-12-2024].

[38] *End-user development - Wikipedia — en.wikipedia.org*, https://en.wikipedia.org/wiki/End-user_development, [Accessed 29-12-2024].

[39] G. Premkumar και M. Potter, *Adoption of Computer Aided Software Engineering (CASE) Technology: An Innovation Adoption Perspective*.

[40] *MDA FAQ | Object Management Group — omg.org*, https://www.omg.org/mda/faq_mda.htm, [Accessed 08-11-2024].

[41] 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.

[42] M. B. Sami Beydeda και V. Gruhn, *Model-Driven Software Development*.

[43] 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.

[44] *Gartner Magic Quadrant for Mobile App Development Platforms — gartner.com*, https://www.gartner.com/en/documents/3882864, [Accessed 31-12-2024].

[45] D. Golovin, *OutSystems as a Rapid Application Development Platform for Mobile and Web Applications*, 2017.

[46] *OutSystems Platform Architecture | Evaluation Guide | OutSystems — outsystems.com*. διεύθν.: https://www.outsystems.com/evaluation-guide/architecture/.

[47] 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. διεύθν.: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6683-0_1.

[48] *Mendix Documentation — docs.mendix.com*, https://docs.mendix.com/, [Accessed 04-01-2025].

[49] *Mendix Cloud — docs.mendix.com*, https://docs.mendix.com/developerportal/deploy/mendix-cloud-deploy/, [Accessed 04-01-2025].

[50] *Mendix Forum - System Module — community.mendix.com*, https://community.mendix.com/link/space/studio-pro/questions/88842, [Accessed 05-01-2025].

[51] J. Brooke, «SUS: A quick and dirty usability scale,» *Usability Eval. Ind.*, τόμ. 189, Noé. 1995.

[52] 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.