

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Σχεδίαση και Ανάπτυξη Πληροφοριακού Συστήματος
Ψηφιακής Ωρομέτρησης Εργαζομένων μέσω Φορητών
Συσκευών»



Του φοιτητή
Τσιουμλέκη Σαράντη
Αρ. Μητρώου: 2020256

Επιβλέπουσα
Ελβίρα-Μαρία
Αρβανίτου
Επίκουρη Καθηγήτρια

Ημερομηνία 13/06/2026

Τίτλος Δ.Ε. Σχεδίαση και Ανάπτυξη Πληροφοριακού Συστήματος Ψηφιακής Ωρομέτρησης
Εργαζομένων μέσω Φορητών Συσκευών

Κωδικός Δ.Ε. 26172

Ονοματεπώνυμο φοιτητή Τσιουμλέκης Σαράντης
Ονοματεπώνυμο εισηγητή Ελβίρα-Μαρία Αρβανίτου

Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε. 10/03/2026

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε. 06/09/2026

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Τσιουμλέκη Σαράντη που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητα και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

Σε αυτούς που ήταν δίπλα μου από την αρχή μέχρι το τέλος αυτής της διαδρομής.

Πρόλογος

Η επιλογή της παρούσας διπλωματικής εργασίας προέκυψε από το ενδιαφέρον μου για την ανάπτυξη εφαρμογών που καλύπτουν πραγματικές ανάγκες σε επίπεδο καθημερινής επαγγελματικής λειτουργίας. Η διαχείριση της παρουσίας εργαζομένων αποτελεί μια διαδικασία που αφορά το σύνολο των επιχειρήσεων, και παρά τη σημασία της, σε πολλές περιπτώσεις εξακολουθεί να γίνεται με παραδοσιακές και χρονοβόρες μεθόδους.

Έχοντας έρθει σε επαφή με περιστατικά όπου η απουσία αξιόπιστου συστήματος καταγραφής δημιουργούσε προβλήματα τόσο στους εργοδότες όσο και στους εργαζόμενους, διαπίστωσα ότι η τεχνολογία μπορεί να προσφέρει μια απλή, γρήγορη και αποτελεσματική λύση. Η αξιοποίηση σύγχρονων τεχνολογιών, όπως η ανάγνωση καρτών NFC, η σάρωση κωδικών QR και ο εντοπισμός θέσης μέσω GPS, με οδήγησε στη σύλληψη μιας ολοκληρωμένης εφαρμογής για φορητές συσκευές που απλοποιεί ριζικά τη διαδικασία αυτή.

Προσωπικός μου στόχος, με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, είναι να έχω εξελιχθεί στους τομείς της ανάπτυξης εφαρμογών για κινητές συσκευές και των υπηρεσιών νέφους, αλλά και να έχω συμβάλει στη δημιουργία ενός εργαλείου που μπορεί να βελτιώσει την καθημερινότητα τόσο των εργοδοτών όσο και των εργαζομένων. Η ενασχόλησή μου με τον προγραμματισμό και η επιθυμία να προσφέρω μια χρήσιμη και ολοκληρωμένη λύση αποτελούν τους βασικούς λόγους που με οδήγησαν στην επιλογή του συγκεκριμένου θέματος.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται τη σχεδίαση και ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος ψηφιακής ωρομέτρησης εργαζομένων μέσω φορητών συσκευών, το οποίο υλοποιήθηκε ως εφαρμογή Android με χρήση του πλαισίου Flutter. Στόχος του συστήματος είναι η αντικατάσταση παραδοσιακών μεθόδων καταγραφής παρουσίας με μια σύγχρονη, αξιόπιστη και εύχρηστη λύση που απευθύνεται σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις. Η εφαρμογή υποστηρίζει αναγνώριση εργαζομένων μέσω καρτών NFC και κωδικών QR, ενώ ενσωματώνει μηχανισμό γεωγραφικής αντιστοίχισης μέσω GPS που διασφαλίζει ότι η καταγραφή πραγματοποιείται αποκλειστικά εντός της εγκεκριμένης περιοχής του χώρου εργασίας. Για την αποθήκευση και τον συγχρονισμό των δεδομένων αξιοποιούνται υπηρεσίες νέφους, με παράλληλη υποστήριξη offline λειτουργίας που εξασφαλίζει αδιάλειπτη καταγραφή ακόμα και χωρίς σύνδεση στο διαδίκτυο. Επιπλέον, το σύστημα αποστέλλει αυτοματοποιημένες ειδοποιήσεις ηλεκτρονικού ταχυδρομείου με προσωποποιημένο κωδικό QR σε κάθε εργαζόμενο. Η αξιολόγηση του συστήματος πραγματοποιήθηκε μέσω σεναρίων λειτουργικών δοκιμών, μελέτης ευχρηστίας με την κλίμακα SUS και ανάλυσης επίδοσης, με αποτελέσματα που κατατάσσουν το σύστημα στην κατηγορία «Καλό» ως προς την ευχρηστία και το καθιστούν κατάλληλο για μικρομεσαίες επιχειρήσεις. Τα συνολικά αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου και αξιόπιστου συστήματος ψηφιακής ωρομέτρησης είναι εφικτή με χρήση ανοιχτών τεχνολογιών και υπηρεσιών νέφους, προσφέροντας ουσιαστική βελτίωση στη διαχείριση του εργασιακού χρόνου και στην καθημερινή λειτουργία της επιχείρησης.

«Design and Development of an Information System for Digital Employee Time Tracking via Mobile Devices»

«Tsioumlekis Sarantis»

Abstract

The present thesis deals with the design and development of a digital employee time-tracking information system through mobile devices, implemented as an Android application using the Flutter framework. The aim of the system is to replace traditional attendance recording methods with a modern, reliable, and user-friendly solution targeted at small and medium-sized enterprises. The application supports employee identification through NFC cards and QR codes, while incorporating a GPS-based geofencing mechanism that ensures recording takes place exclusively within the approved workplace area. For data storage and synchronization, cloud services are utilized, with simultaneous support for offline operation that ensures uninterrupted recording even without an internet connection. Additionally, the system sends automated email notifications with a personalized QR code to each employee. The system was evaluated through functional test scenarios, a usability study using the SUS scale, and a performance analysis, with results classifying the system as "Good" in terms of usability and suitable for small and medium-sized enterprises. The overall results demonstrate that the development of a comprehensive and reliable digital time-tracking system is feasible using open technologies and cloud services, offering substantial improvement in working time management and the day-to-day operation of the business.

Ευχαριστίες

Η ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας δεν θα ήταν εφικτή χωρίς την υποστήριξη και την καθοδήγηση της επιβλέπουσας καθηγήτριάς μου, η οποία με εμπιστεύτηκε, με στήριξε σε κάθε στάδιο της εκπόνησης και με βοήθησε να διαμορφώσω μια ολοκληρωμένη και συνεκτική εργασία. Οι παρατηρήσεις και οι υποδείξεις της ήταν πολύτιμες και καθοριστικές για την τελική μορφή του έργου.

Ευχαριστώ επίσης το Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος και το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων για την εκπαίδευση και τα εφόδια που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου, τα οποία αποτέλεσαν τη βάση πάνω στην οποία στηρίχθηκε η παρούσα εργασία.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράστασή της όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου. Η κατανόηση, η υπομονή και η ενθάρρυνση που μου έδειξαν, ιδιαίτερα στις πιο απαιτητικές περιόδους, ήταν αυτά που με κράτησαν όρθιο και μου έδωσαν τη δύναμη να φτάσω ως εδώ.

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	iv
Περίληψη.....	v
Abstract	vi
Ευχαριστίες	vii
Περιεχόμενα	viii
Κατάλογος Σχημάτων	xii
Κατάλογος Πινάκων.....	xiv
Συντομογραφίες.....	xv
Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή	1
1.1 Αντικείμενο και Σκοπός της Εργασίας.....	1
1.2 Κίνητρο	2
1.3 Συνοπτική Περιγραφή της Λύσης	3
1.4 Δομή της Εργασίας.....	4
Κεφάλαιο 2ο: Θεωρητικό Υπόβαθρο & Τεχνολογίες.....	6
2.1 Τεχνολογίες Ταυτοποίησης	6
2.1.1 Near Field Communication (NFC)	6
2.1.2 QR Code	6
2.1.3 Σύγκριση NFC και QR Code.....	7
2.2 Mobile Development Frameworks	7
2.2.1 Native vs Cross-Platform Ανάπτυξη	7
2.2.2 Flutter	8
2.2.3 Γλώσσα Dart.....	8
2.3 Cloud Υποδομές — Firebase και NoSQL Βάσεις Δεδομένων.....	9
2.3.1 Firebase.....	9
2.3.2 NoSQL Βάσεις Δεδομένων έναντι Σχεσιακών	9
2.4 Geofencing και Location Based Services.....	10
2.4.1 Ορισμός και Αρχή Λειτουργίας.....	10
2.4.2 Υλοποίηση στην Εφαρμογή	11
2.4.3 Προκλήσεις και Περιορισμοί.....	11
Κεφάλαιο 3ο: Ανάλυση Απαιτήσεων & Ανταγωνισμού.....	12

3.1	Ανάλυση Υφιστάμενων Λύσεων.....	12
3.1.1	Epsilon Smart Ergani.....	12
3.1.2	Soft1 myErgani Live	13
3.1.3	Factorial HR	14
3.1.4	Connecteam	15
3.1.5	Βιομετρικά Τερματικά.....	16
3.1.6	Συγκριτικός Πίνακας.....	17
3.2	Καταγραφή Λειτουργικών Απαιτήσεων.....	18
3.3	Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις.....	19
3.4	Μοντελοποίηση με UML	20
3.4.1	Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης	20
3.4.2	Προδιαγραφές Περιπτώσεων Χρήσης.....	22
3.4.3	Διαγράμματα Ακολουθίας.....	25
Κεφάλαιο 4ο:	Σχεδιασμός Συστήματος.....	27
4.1	Αρχιτεκτονική Συστήματος — Dual-Node Architecture	27
4.1.1	Κόμβος Α — Κεντρικό Τερματικό Σάρωσης.....	27
4.1.2	Κόμβος Β — Προσωπική Εφαρμογή Εργαζομένου.....	27
4.1.3	Κόμβος Γ — Διαδικτυακή Πύλη Διαχείρισης.....	28
4.2	Ροή Αποστολής Κάρτας Εργασίας μέσω Email.....	28
4.3	Σχεδιασμός Βάσης Δεδομένων.....	28
4.3.1	Αιτιολόγηση Επιλογής NoSQL / Cloud Firestore	28
4.3.2	Δομή Συλλογών.....	29
4.3.3	Απόφαση Denormalization — Πεδίο employeeName	29
4.4	Σχεδιασμός Διεπαφής Χρήστη.....	30
4.4.1	Οθόνη Αναμονής — Κεντρικό Τερματικό Σάρωσης	30
4.4.2	Οθόνη Αποτελέσματος Σάρωσης	31
4.4.3	Admin Dashboard — Κεντρικός Πίνακας Ελέγχου	32
4.4.4	Εφαρμογή Geofencing Εργαζομένου	33
4.5	Ασφάλεια και Πρωτόκολλα Επικοινωνίας.....	33
4.5.1	Μηχανισμός Απομόνωσης ανά Εταιρεία.....	33
4.5.2	Αρχιτεκτονικό Δίλημμα — Passwordless vs. Ασφάλεια.....	34
4.5.3	Firestore Security Rules.....	34
4.5.4	Γνωστοί Περιορισμοί & Μελλοντική Βελτίωση	35
Κεφάλαιο 5ο:	Υλοποίηση Συστήματος.....	36

5.1	Δομή του Project	36
5.2	Υλοποίηση του Scanner Terminal.....	37
5.2.1	NFC Foreground Dispatch μέσω MethodChannel	38
5.2.2	Σάρωση QR Code.....	39
5.2.3	Offline Queue — Αποθήκευση και Συγχρονισμός.....	40
5.3	Υλοποίηση του Admin Dashboard.....	41
5.3.1	Διαχείριση Υπαλλήλων	41
5.3.2	Διαχείριση Κατάστασης	42
5.3.3	Γραφήματα Παρουσιών.....	43
5.3.4	Εξαγωγή Excel	44
5.3.5	Ρύθμιση Geofence	44
5.3.6	Αποσύνδεση	44
5.4	Υλοποίηση του Employee App	45
5.4.1	Σύνδεση με Card ID	45
5.4.2	Αλγόριθμος Haversine για Γεωγραφική Ανίχνευση.....	46
5.4.3	Λογική Εισόδου και Εξόδου Ζώνης.....	47
5.4.4	Ειδοποιήσεις.....	48
5.5	Cloud Functions & Email Automation.....	49
5.5.1	Αρχιτεκτονική Cloud Function — HTTP Trigger.....	49
5.5.2	Παραγωγή QR Code.....	50
5.5.3	Αποστολή Email με Nodemailer	51
5.6	Οδηγίες Εγκατάστασης & Χρήσης	51
5.6.1	Εγκατάσταση της Εφαρμογής	52
5.6.2	Χρήση της Εφαρμογής	53
Κεφάλαιο 6ο:	Έλεγχος και Αξιολόγηση	67
6.1	Σενάρια Ελέγχου	67
6.1.1	Χειροκίνητα Σενάρια Δοκιμών.....	67
6.1.2	Αυτοματοποιημένες Δοκιμές Μονάδων	68
6.1.3	Προβλήματα και Αδιέξοδα κατά την Ανάπτυξη	68
6.2	Αξιολόγηση Ευχρηστίας	69
6.2.1	Στόχοι και Ερευνητικά Ερωτήματα.....	69
6.2.2	Επιλογή Συμμετεχόντων.....	69
6.2.3	Συλλογή Δεδομένων	70
6.2.4	Ανάλυση Δεδομένων	70

6.2.5	Αποτελέσματα	71
6.3	Επίδοση Συστήματος.....	72
6.3.1	Χρόνοι Απόκρισης.....	72
6.3.2	Κατανάλωση Πόρων	72
6.3.3	Επεκτασιμότητα.....	72
Κεφάλαιο 7ο:	Συμπεράσματα & Μελλοντικές Επεκτάσεις.....	73
7.1	Σύνοψη αποτελεσμάτων.....	73
7.2	Προτάσεις για μελλοντική βελτίωση.....	73
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		75

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 2.1: Λογότυπο Flutter.....	8
Σχήμα 2.2: Λογότυπο Dart	9
Σχήμα 2.3: Λογότυπο Firebase.....	9
Σχήμα 3.1: Διεπαφή τερματικού EpsilonHR Card Scanner (Πηγή: ergani.epsilonsmart.gr).....	13
Σχήμα 3.2: Διεπαφή εφαρμογής Soft1 myErgani Live (Πηγή: wiki.soft1.eu).....	14
Σχήμα 3.3: Διεπαφή εφαρμογής Factorial HR (Πηγή: factorialhr.com)	15
Σχήμα 3.4: Διεπαφή εφαρμογής Connecteam (Πηγή: onnecteam.com)	16
Σχήμα 3.5: Βιομετρικά τερματικά ωρομέτρησης — ZKTeco (Πηγή: zkteco.eu) και Anviz (Πηγή: anviz.com)	17
Σχήμα 3.6: Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης.....	22
Σχήμα 3.7: Διάγραμμα Ακολουθίας — Συγχρονισμός Offline Δεδομένων	26
Σχήμα 3.8: Διάγραμμα Ακολουθίας — Geofencing Παρακολούθηση Τοποθεσίας	26
Σχήμα 4.1: Δομή συλλογών Cloud Firestore	29
Σχήμα 4.2: Οθόνη αναμονής Κεντρικού Τερματικού Σάρωσης	31
Σχήμα 4.3: Οθόνη επιβεβαίωσης σάρωσης κάρτας.....	32
Σχήμα 4.4: Κεντρικός Πίνακας Ελέγχου.....	32
Σχήμα 4.5: Εφαρμογή Geofencing εργαζομένου	33
Σχήμα 4.6: Κανόνες Ασφαλείας Firestore.....	34
Σχήμα 5.1: Δομή φακέλων του Flutter project.....	36
Σχήμα 5.2: Χρονόμετρο πραγματικού χρόνου με Timer.periodic	37
Σχήμα 5.3: Κουμπιά επιλογής τύπου σάρωσης ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ/ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ.....	38
Σχήμα 5.4: Υλοποίηση NFC Foreground Dispatch μέσω MethodChannel	39
Σχήμα 5.5: Υλοποίηση σάρωσης QR Code μέσω MobileScanner.....	40
Σχήμα 5.6: Κλάση PendingRecord — Δομή εγγραφής offline ουράς	40
Σχήμα 5.7: Αποθήκευση νέου υπαλλήλου στο Firestore	41
Σχήμα 5.8: StreamBuilder για παρακολούθηση υπαλλήλων και παρουσιών σε πραγματικό χρόνο.....	42
Σχήμα 5.9: PieChart Στατιστικών Παρουσίας.....	43
Σχήμα 5.10: Headers ετήσιου συγκεντρωτικού Excel	44
Σχήμα 5.11: Αποθήκευση συντεταγμένων geofence στο Firestore.....	44
Σχήμα 5.12: Λογική αποσύνδεσης για web και Android	45
Σχήμα 5.13: Σύνδεση εργαζομένου με Card ID.....	46
Σχήμα 5.14: Φόρτωση συντεταγμένων geofence από Firestore.....	47
Σχήμα 5.15: Υλοποίηση λογικής ανίχνευσης γεωγραφικής ζώνης με αλγόριθμο Haversine	48
Σχήμα 5.16: Υλοποίηση ειδοποιήσεων με flutter_local_notifications.....	49
Σχήμα 5.17: Ορισμός Cloud Function sendCardIdEmail ως onCall HTTP trigger	50
Σχήμα 5.18: Παραγωγή QR Code ως base64 PNG	50
Σχήμα 5.19: Ρύθμιση Nodemailer και αποστολή email με inline QR Code	51
Σχήμα 5.20: GitHub Releases — APK αρχείο	53
Σχήμα 5.21: Welcome Screen με τις 3 επιλογές ρόλου.....	54
Σχήμα 5.22: Login Screen Dashboard.....	55
Σχήμα 5.23: Οθόνη εισαγωγής PIN	56

Σχήμα 5.24: Κύρια οθόνη Dashboard	57
Σχήμα 5.25: Ημερολόγιο εργαζομένου με Εβδομαδιαίο Πρότυπο	58
Σχήμα 5.26: Email αποστολής Card ID με QR Code στον εργαζόμενο	58
Σχήμα 5.27: Τοποθεσία Εταιρείας / Geofence	59
Σχήμα 5.28: Οθόνη σύνδεσης τερματικού	60
Σχήμα 5.29: Κύρια οθόνη τερματικού	61
Σχήμα 5.30: Ενεργή σάρωση: (α) ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ και (β) ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ	62
Σχήμα 5.31: Τα τέσσερα σενάρια αποτελεσμάτων σάρωσης.....	63
Σχήμα 5.32: Οθόνη Ιστορικού Κινήσεων.....	64
Σχήμα 5.33: Οθόνη Εισόδου Υπαλλήλου	65
Σχήμα 5.34: Κύρια οθόνη Geofencing με ειδοποίηση εισόδου	66
Σχήμα 6.1: Αποτελέσματα Αξιολόγησης SUS — Κλίμακα και Ανάλυση ανά Ερώτηση.....	71

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1: Σύγκριση τεχνολογιών NFC και QR Code	7
Πίνακας 2.2: Σύγκριση Σχεσιακών και NoSQL Βάσεων Δεδομένων.....	10
Πίνακας 3.1: Σύγκριση υφιστάμενων λύσεων με το προτεινόμενο σύστημα	17
Πίνακας 3.2: Λειτουργικές Απαιτήσεις ανά Υποσύστημα.....	18
Πίνακας 3.3: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις	19
Πίνακας 3.4: Περιπτώσεις Χρήσης ανά Actor	21
Πίνακας 4.1: Σύγκριση κόμβων συστήματος.....	28
Πίνακας 6.1: Δημογραφικά Στοιχεία Συμμετεχόντων	69
Πίνακας 6.2: Ερωτήσεις System Usability Scale (SUS)	70

Συντομογραφίες

Δ.Ε.	Διπλωματική Εργασία
ΔΙΠΙΑΕ	Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος
ACID	Atomicity, Consistency, Isolation, Durability
AI	Artificial Intelligence
API	Application Programming Interface
APK	Android Package Kit
CDN	Content Delivery Network
CID	Content-ID
CRUD	Create, Read, Update, Delete
DPIA	Data Protection Impact Assessment
ERP	Enterprise Resource Planning
EU	European Union
GDPR	General Data Protection Regulation
GPS	Global Positioning System
HR	Human Resources
HRIS	Human Resource Information System
HRMS	Human Resource Management System
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
HTTPS	HyperText Transfer Protocol Secure
ID	Identifier
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization
JSON	JavaScript Object Notation
LBS	Location-Based Services
MB	Megabyte
NDEF	NFC Data Exchange Format
NFC	Near Field Communication

PIN	Personal Identification Number
PNG	Portable Network Graphics
QR	Quick Response
RAM	Random Access Memory
RDBMS	Relational Database Management System
RFID	Radio Frequency Identification
SDK	Software Development Kit
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SQL	Structured Query Language
SUS	System Usability Scale
UI	User Interface
UML	Unified Modeling Language
UUID	Universally Unique Identifier
UX	User Experience

Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

Η καταγραφή του χρόνου εργασίας αποτελεί παραδοσιακά μια από της θεμελιώδεις διοικητικές διαδικασίες κάθε επιχείρησης· ωστόσο, για δεκαετίες υλοποιούνταν μέσω έντυπων παρουσιολογίων ή απλών ηλεκτρονικών αρχείων, χωρίς δυνατότητα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο και συχνά με σημαντικά περιθώρια σφαλμάτων. Η ψηφιοποίηση της αγοράς εργασίας, σε συνδυασμό με την εκρηκτική διάδοση των έξυπνων κινητών συσκευών, έχει αλλάξει ριζικά το τοπίο αυτό [1]. Σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat, το 86,3% των εργαζομένων στην Ευρωπαϊκή Ένωση χρησιμοποιούν ψηφιακές συσκευές για την εκτέλεση των εργασιακών της καθηκόντων [22]. Σύγχρονες τεχνολογίες, της τα QR Code [2] και η Near Field Communication (NFC) [3], καθιστούν πλέον εφικτή την άμεση, ανέπαφη αναγνώριση εργαζομένου χωρίς ειδικό εξοπλισμό, αξιοποιώντας κινητές συσκευές ευρείας κατανάλωσης. Ενδεικτικά, οι χρήστες QR Code παγκοσμίως ξεπέρασαν τα 2,9 δισεκατομμύρια το 2025 με αύξηση 323% από το 2021 [23], ενώ ο αριθμός των συσκευών με ενσωματωμένη τεχνολογία NFC πλησίασε τα 4,5 δισεκατομμύρια παγκοσμίως [24].

Στο πλαίσιο αυτό, η ελληνική νομοθεσία εισήγαγε το Πληροφοριακό Σύστημα ΕΡΓΑΝΗ II [4], το οποίο επιβάλλει την ψηφιακή καταγραφή του ωραρίου εργασίας σε πραγματικό χρόνο, με υποχρεωτική δήλωση της ώρας προσέλευσης και αποχώρησης κάθε εργαζομένου ηλεκτρονικά. Το σύστημα εφαρμόστηκε σταδιακά από το 2024 σε κλάδους της η βιομηχανία και το λιανικό εμπόριο, καταγράφοντας αύξηση 815.509 υπερωριών σε σχέση με την προ-ψηφιακή περίοδο, ενώ εκτιμάται ότι θα καλύψει συνολικά περίπου 1.500.000 εργαζόμενους κατά την πλήρη εφαρμογή του [25]. Η υποχρέωση αυτή, που επεκτείνεται σταδιακά σε όλο το φάσμα των επιχειρήσεων, δημιουργεί επιτακτική ανάγκη για προσιτές ψηφιακές λύσεις, ιδίως για μικρομεσαίες επιχειρήσεις που δεν διαθέτουν πόρους για εξειδικευμένα biometric τερματικά ή ακριβά εταιρικά συστήματα.

Η παρούσα διπλωματική εργασία καλύπτει αυτό το κενό μέσω του σχεδιασμού, της ανάπτυξης και της αξιολόγησης του συστήματος Smart Work Card Scanner, μιας cross-platform εφαρμογής για Android και web που υλοποιεί ψηφιακό παρουσιολόγιο εργαζομένων με σάρωση QR Code και NFC, πλήρη διαχείριση προγράμματος εργασίας, μηχανισμό λειτουργίας εκτός σύνδεσης (offline) και γεωγραφική περίφραξη (Geofencing).

1.1 Αντικείμενο και Σκοπός της Εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η σχεδίαση και ανάπτυξη της ολοκληρωμένου συστήματος ψηφιακής παρακολούθησης παρουσιών εργαζομένων, με χρήση τεχνολογιών NFC και QR Code σε κινητές εφαρμογές. Η εφαρμογή φέρει την ονομασία Smart Work Card Scanner και απευθύνεται κυρίως σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις που επιθυμούν να εκσυγχρονίσουν τη διαχείριση του ανθρῶπινου δυναμικού της χωρίς την ανάγκη εξειδικευμένου εξοπλισμού.

Σκοπός της εργασίας είναι η δημιουργία της αξιόπιστου, εύχρηστου και νομικά συμβατού συστήματος που να ανταποκρίνεται της απαιτήσεις του Πληροφοριακού Συστήματος ΕΡΓΑΝΗ II. Συγκεκριμένα, το σύστημα στοχεύει στα εξής:

- Αντικατάσταση των παραδοσιακών, έντυπων μεθόδων παρακολούθησης παρουσιών με ένα πλήρως ψηφιακό σύστημα πραγματικού χρόνου.
- Παροχή δυνατότητας εξαγωγής δεδομένων σε μορφή αρχείου Excel (.xlsx), συμβατή με της απαιτήσεις του ΕΡΓΑΝΗ II.

- Λειτουργία τόσο σε συνθήκες διαδικτυακής σύνδεσης (online) όσο και εκτός σύνδεσης (offline), με αυτόματο συγχρονισμό δεδομένων.
- Ενσωμάτωση μηχανισμού γεωγραφικής περιφράξης (Geofencing) για επαλήθευση της φυσικής παρουσίας του εργαζομένου στον χώρο εργασίας.
- Παροχή στον εργοδότη πλήρους εικόνας παρουσιών μέσω διαδικτυακού ταμπλό (dashboard) σε πραγματικό χρόνο.

Η παρούσα εργασία διαφοροποιείται από της υπάρχουσες εμπορικές λύσεις ως της τέσσερα βασικά χαρακτηριστικά. Πρώτον, συνδυάζει της τεχνολογίες NFC και QR Code σε ένα ενιαίο σύστημα, σε αντίθεση με της περισσότερες εμπορικές λύσεις που υποστηρίζουν μόνο μία μέθοδο αναγνώρισης. Δεύτερον, υιοθετεί offline-first σχεδιασμό με αυτόματο συγχρονισμό δεδομένων, εξασφαλίζοντας αδιάλειπτη λειτουργία ακόμη και σε συνθήκες απώλειας σύνδεσης — κρίσιμο χαρακτηριστικό για επιχειρήσεις με αναξιόπιστη διαδικτυακή υποδομή. Τρίτον, ενσωματώνει μηχανισμό γεωγραφικής περιφράξης (Geofencing) χωρίς εξάρτηση από εξωτερική επί πληρωμή υπηρεσία, αξιοποιώντας της δυνατότητες της κινητής συσκευής. Τέταρτον, λειτουργεί χωρίς κόστος αδειοδότησης λογισμικού, καθιστώντας τη λύση προσιτή σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις που δεν διαθέτουν budget για εξειδικευμένα συστήματα. Συνολικά, το σύστημα προσφέρει λειτουργικότητα συγκρίσιμη με επαγγελματικές εμπορικές πλατφόρμες, με κλάσμα του αντίστοιχου κόστους εγκατάστασης και συντήρησης.

1.2 Κίνητρο

Της τυπικός εργοδότης μικρομεσαίας επιχείρησης αντιμετωπίζει σήμερα πολλαπλές προκλήσεις στη διαχείριση παρουσιών [5]. Σύμφωνα με διεθνή στοιχεία, το 53% των επιχειρήσεων έχει δεχθεί κυρώσεις σχετικές με τη μισθοδοσία την τελευταία πενταετία, με την πλειοψηφία να οφείλεται σε ανακριβή ή ελλιπή αρχεία παρουσιών, ενώ το 49% των εργαζομένων έχει αντιμετωπίσει κάποιο σφάλμα στη μισθοδοσία του [26]. Η απουσία αξιόπιστου χρονικού αποτυπώματος δυσχεραίνει τον υπολογισμό υπερωριών και αποδοχών, ενώ η χειροκίνητη τήρηση παρουσιολογίων δημιουργεί κινδύνους σφαλμάτων και αμφισβητήσεων. Παράλληλα, η υποχρέωση δήλωσης ωραρίου στο σύστημα ΕΡΓΑΝΗ II σε πραγματικό χρόνο απαιτεί άμεση ψηφιακή καταγραφή — κάτι που τα παραδοσιακά έντυπα ή υπολογιστικά φύλλα δεν μπορούν να εξασφαλίσουν. Η μη συμμόρφωση συνεπάγεται διοικητικές κυρώσεις που κυμαίνονται από 300€ έως 10.500€ ανά παράβαση, ανάλογα με το μέγεθος της επιχείρησης και τη φύση της παράβασης [4].

Βασικό κίνητρο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η πραγματική ανάγκη εκσυγχρονισμού των διαδικασιών καταγραφής παρουσιών της μικρομεσαίας ελληνικές επιχειρήσεις. Μεγάλο μέρος αυτών εξακολουθεί να διαχειρίζεται τα παρουσιολόγια χειροκίνητα ή μέσω απλών υπολογιστικών φύλλων, χωρίς αξιόπιστο χρονικό αποτύπωμα και χωρίς δυνατότητα άμεσης εποπτείας, γεγονός που δημιουργεί κινδύνους τόσο για τη μισθοδοσία όσο και για τη νομική συμμόρφωση [4]. Το φαινόμενο αυτό δεν είναι αποκλειστικά ελληνικό: σε ευρωπαϊκό επίπεδο, επιχειρήσεις με 10 έως 200 εργαζόμενους αποτελούν την πιο συνηθισμένη κατηγορία που παραμένει σε χειροκίνητες διαδικασίες, καθώς έχουν ξεπεράσει το μέγεθος όπου η άτυπη παρακολούθηση λειτουργεί, αλλά δεν έχουν επενδύσει ακόμα σε εξειδικευμένα συστήματα διαχείρισης ανθρώπινου δυναμικού [26].

Το Πληροφοριακό Σύστημα ΕΡΓΑΝΗ II [4], που διαχειρίζεται το Υπουργείο Εργασίας και Κοινωνικής Ασφάλισης, αποτελεί την κεντρική πλατφόρμα καταχώρησης εργασιακών δεδομένων στην Ελλάδα. Με την αναβάθμισή του στην έκδοση ΕΡΓΑΝΗ II, εισήχθη η υποχρέωση ψηφιακής

καταγραφής του ωραρίου εργασίας σε πραγματικό χρόνο, συμπεριλαμβανομένης της ώρας προσέλευσης και αποχώρησης κάθε εργαζομένου. Η υποχρέωση αυτή επεκτείνεται σταδιακά σε όλο το φάσμα των επιχειρήσεων, ανεξαρτήτως μεγέθους.

Το νομικό πλαίσιο της ψηφιακής ωρομέτρησης στην Ελλάδα διαμορφώθηκε σταδιακά μέσα από σειρά νομοθετικών παρεμβάσεων. Ο Ν. 4808/2021 («Για την Προστασία της Εργασίας») αποτέλεσε το βασικό νομοθετικό πλαίσιο, εισάγοντας την υποχρέωση ψηφιακής οργάνωσης του χρόνου εργασίας. Με την Υπουργική Απόφαση 80837/2022 (ΦΕΚ Β' 5659/2022) καθορίστηκαν οι τεχνικές προδιαγραφές του συστήματος ΕΡΓΑΝΗ II, ενώ από την 1^η Ιουλίου 2023 η υποχρέωση καταχώρησης της ώρας προσέλευσης και αποχώρησης κάθε εργαζομένου κατέστη υποχρεωτική για το σύνολο των επιχειρήσεων. Η μη τήρηση της υποχρέωσης της ελέγχεται από το Σώμα Επιθεώρησης Εργασίας (ΣΕΠΕ) και επισύρει αυστηρές κυρώσεις.

Η ανάγκη για συστηματική ψηφιακή καταγραφή του χρόνου εργασίας δεν αποτελεί ελληνική ιδιαιτερότητα, αλλά αντανακλά μια ευρύτερη ευρωπαϊκή τάση. Το 2019, το Δικαστήριο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΔΕΕ) εξέδωσε ιστορική απόφαση (υπόθεση C-55/18, CCOO κατά Deutsche Bank) με την οποία έκρινε ότι όλοι οι εργοδότες εντός της ΕΕ υποχρεούνται να διαθέτουν αντικειμενικό, αξιόπιστο και προσβάσιμο σύστημα καταγραφής του ημερήσιου χρόνου εργασίας κάθε εργαζομένου [6],[13]. Στο σκεπτικό του, το Δικαστήριο υπογράμμισε ότι χωρίς ένα τέτοιο σύστημα είναι πρακτικά αδύνατο για της εργαζομένους να διασφαλίσουν τα δικαιώματά της, ενώ ξεκαθάρισε πως το όποιο οικονομικό κόστος εφαρμογής δεν μπορεί να λειτουργήσει ως δικαιολογία εις βάρος της υγείας και της ασφάλειάς της. Η απόφαση αυτή είχε άμεσες επιπτώσεις στη νομοθεσία πολλών κρατών-μελών: η Γερμανία εισήγαγε αντίστοιχη υποχρέωση μέσω του Arbeitszeitgesetz, η Ισπανία υιοθέτησε σύστημα υποχρεωτικής ψηφιακής ωρομέτρησης από το 2019, ενώ χώρες της η Αυστρία και η Πορτογαλία ακολούθησαν με παρόμοιες ρυθμίσεις. Στο πλαίσιο αυτό, η ελληνική νομοθεσία με το ΕΡΓΑΝΗ II εντάσσεται στην ευρύτερη ευρωπαϊκή προσπάθεια διασφάλισης της διαφάνειας και της προστασίας των εργαζομένων μέσω της ψηφιοποίησης των εργασιακών σχέσεων.

Της μικρές επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν σημαντικές δυσκολίες στην υιοθέτηση ακριβών εξειδικευμένων συστημάτων, της ηλεκτρονικές συσκευές σάρωσης δακτυλικών αποτυπωμάτων ή biometric terminals. Το κενό αυτό δημιουργεί την ανάγκη για μια προσιτή, ευέλικτη και εύκολη στη χρήση ψηφιακή λύση που να ανταποκρίνεται της απαιτήσεις του νόμου. Η εφαρμογή Smart Work Card Scanner αναπτύχθηκε ακριβώς για να καλύψει αυτή την ανάγκη, αξιοποιώντας της δυνατότητες των σύγχρονων smartphones και της υποδομής cloud χωρίς πρόσθετο κόστος εξοπλισμού.

1.3 Συνοπτική Περιγραφή της Λύσης

Το Smart Work Card Scanner είναι μια cross-platform εφαρμογή που αναπτύχθηκε με το πλαίσιο Flutter της Google, χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού Dart. Η εφαρμογή εκτελείται τόσο σε κινητές συσκευές Android όσο και σε περιβάλλον ιστού (web), διασφαλίζοντας μέγιστη ευελιξία στη χρήση. Ως υποδομή cloud χρησιμοποιείται το Firebase της Google, το οποίο παρέχει υπηρεσίες πιστοποίησης (Firebase Authentication), βάσης δεδομένων πραγματικού χρόνου (Cloud Firestore) και φιλοξενίας της διαδικτυακής έκδοσης (Firebase Hosting).

Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στην αναγνώριση εργαζομένου μέσω μοναδικού κωδικού (Card ID), ο οποίος αποθηκεύεται σε QR Code ή NFC tag. Κατά την προσέλευση ή αποχώρηση, ο εργαζόμενος σαρώνει την κάρτα του και το σύστημα καταγράφει αυτόματα τη σχετική ενέργεια μαζί

με χρονοσφραγίδα από τον διακομιστή, αποφεύγοντας τυχόν χειρισμούς της τοπικής ώρας. Τα κύρια χαρακτηριστικά της εφαρμογής είναι:

- Σάρωση QR Code και NFC για αναγνώριση εργαζομένου.
- Offline λειτουργία με τοπική ουρά εκκρεμών εγγραφών και αυτόματο συγχρονισμό μόλις αποκατασταθεί η σύνδεση.
- Διαχείριση εβδομαδιαίου προγράμματος εργασίας με δυνατότητα εφαρμογής προτύπου ή ατομικής επεξεργασίας ανά ημέρα.
- Γεωγραφική Περίφραξη (Geofencing) για ειδοποίηση αποχώρησης χωρίς καταγραφή.
- Καταγραφή διάθεσης (Mood Tracking) κατά την προσέλευση.
- Εξαγωγή παρουσιολογίου σε Excel (.xlsx) σε μηνιαία ή ετήσια βάση, ανά εργαζόμενο.
- Dashboard πραγματικού χρόνου με στατιστικά παρουσίας και υπερωριών.

Το σύστημα απευθύνεται σε τρεις κατηγορίες τελικών χρηστών: τον εργαζόμενο, ο οποίος χρησιμοποιεί την κάρτα NFC/QR για την καταγραφή προσέλευσης και αποχώρησης και την εφαρμογή Geofencing στο κινητό του· τον διαχειριστή/εργοδότη, ο οποίος παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο της παρουσίες, διαχειρίζεται το πρόγραμμα εργασίας και εξάγει τα δεδομένα σε Excel· και ενδεχομένως την ελεγκτική αρχή (π.χ. ΣΕΠΕ), η οποία μπορεί να αξιοποιήσει τα εξαγόμενα αρχεία ως τεκμηρίωση συμμόρφωσης με της υποχρεώσεις του ΕΡΓΑΝΗ II.

1.4 Δομή της Εργασίας

Η παρούσα εργασία οργανώνεται σε επτά κεφάλαια, η δομή των οποίων περιγράφεται συνοπτικά στη συνέχεια.

Στο Κεφάλαιο 1 παρουσιάζεται το αντικείμενο και ο σκοπός της εργασίας, το κίνητρο ανάπτυξης σε σχέση με το σύστημα ΕΡΓΑΝΗ II, μια συνοπτική περιγραφή της υλοποιηθείσας λύσης και η δομή της εργασίας.

Στο Κεφάλαιο 2 αναλύονται οι τεχνολογίες που αξιοποιήθηκαν στην ανάπτυξη της εφαρμογής, συμπεριλαμβανομένων των τεχνολογιών ταυτοποίησης NFC και QR Code, των πλαισίων ανάπτυξης κινητών εφαρμογών, της πλατφόρμας Firebase και των βάσεων δεδομένων NoSQL, καθώς και της γεωγραφικής περίφραξης (Geofencing) ως υπηρεσίας βασισμένης στην τοποθεσία.

Στο Κεφάλαιο 3 πραγματοποιείται ανάλυση απαιτήσεων και ανταγωνισμού. Παρουσιάζεται η επισκόπηση των υφιστάμενων λύσεων στην αγορά, ορίζονται οι λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος, και παρατίθενται τα διαγράμματα UML που τεκμηριώνουν της ροές αλληλεπίδρασης.

Στο Κεφάλαιο 4 περιγράφεται ο σχεδιασμός του συστήματος. Παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική δύο κόμβων (Dual-Node Architecture), η δομή της βάσης δεδομένων Firestore, ο σχεδιασμός της διεπαφής χρήστη (UI/UX) και τα πρωτόκολλα ασφαλείας.

Στο Κεφάλαιο 5 αναλύεται η υλοποίηση του συστήματος. Παρουσιάζεται η δομή του project, η υλοποίηση του τερματικού σάρωσης (Scanner Terminal) με NFC/QR και offline αποθήκευση, του Admin Dashboard, της εφαρμογής Geofencing για εργαζομένους και των Cloud Functions για αυτοματισμό.

Στο Κεφάλαιο 6 παρουσιάζεται ο έλεγχος και η αξιολόγηση του συστήματος μέσω unit tests, σεναρίων χειροκίνητης δοκιμής και αξιολόγησης ευχρηστίας. Αναλύεται της η απόδοση του συστήματος ως της της χρόνους απόκρισης και την αποδοτικότητα του offline συγχρονισμού.

Στο Κεφάλαιο 7 συνοψίζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση της εργασίας, παρουσιάζονται οι περιορισμοί του συστήματος και προτείνονται επεκτάσεις για μελλοντική εργασία, της η πλήρης διασύνδεση με το API του ΕΡΓΑΝΗ II.

Κεφάλαιο 2ο: Θεωρητικό Υπόβαθρο & Τεχνολογίες

Η ανάπτυξη της σύγχρονου συστήματος ψηφιακής ωρομέτρησης εργαζομένων απαιτεί την αξιοποίηση της ευρέος φάσματος τεχνολογιών, οι οποίες καλύπτουν τόσο το επίπεδο της αναγνώρισης και ταυτοποίησης εργαζομένου όσο και το επίπεδο της αποθήκευσης, επεξεργασίας και παρουσίασης των δεδομένων. Το παρόν κεφάλαιο παρουσιάζει το θεωρητικό υπόβαθρο των τεχνολογιών που αξιοποιήθηκαν στην ανάπτυξη του συστήματος Smart Work Card Scanner, εξετάζοντας τα χαρακτηριστικά, τα πλεονεκτήματα και της περιορισμούς κάθε τεχνολογίας σε σχέση με της απαιτήσεις της εφαρμογής.

Συγκεκριμένα, εξετάζονται οι τεχνολογίες ταυτοποίησης NFC και QR Code ως μέσα αναγνώρισης εργαζομένου, τα πλαίσια ανάπτυξης cross-platform εφαρμογών κινητών συσκευών, οι υποδομές cloud και οι βάσεις δεδομένων NoSQL, καθώς και η τεχνολογία γεωγραφικής περιφράξης (Geofencing) ως μηχανισμός επαλήθευσης τοποθεσίας.

2.1 Τεχνολογίες Ταυτοποίησης

Η ταυτοποίηση του εργαζομένου αποτελεί τον πυρήνα κάθε συστήματος παρακολούθησης παρουσιών. Στην παρούσα εφαρμογή αξιοποιούνται δύο συμπληρωματικές τεχνολογίες αναγνώρισης: η Near Field Communication (NFC) και ο γνωστός δισδιάστατος κωδικός QR (Quick Response Code). Η επιλογή και των δύο τεχνολογιών δεν είναι τυχαία· κάθε μία προσφέρει διαφορετικά πλεονεκτήματα και απευθύνεται σε διαφορετικές συνθήκες χρήσης.

2.1.1 Near Field Communication (NFC)

Η τεχνολογία NFC αποτελεί ένα πρότυπο ασύρματης επικοινωνίας μικρής εμβέλειας, βασισμένο στην τεχνολογία RFID (Radio Frequency Identification), που επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ συσκευών σε απόσταση μικρότερη των 4 εκατοστών. Λειτουργεί στη συχνότητα των 13,56 MHz και υποστηρίζει ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων από 106 Kbps έως 848 Kbps. Η τεχνολογία αυτή είναι ενσωματωμένη στη συντριπτική πλειονότητα των σύγχρονων smartphones Android, γεγονός που την καθιστά άμεσα διαθέσιμη χωρίς πρόσθετο εξοπλισμό [3].

Στο πλαίσιο του συστήματος Smart Work Card Scanner, κάθε εργαζόμενος φέρει ένα NFC tag στο οποίο είναι αποθηκευμένος ο μοναδικός κωδικός του (Card ID). Η σάρωση πραγματοποιείται με απλή επαφή της κινητής συσκευής με το tag, χωρίς να απαιτείται ιδιαίτερη προσπάθεια στόχευσης από τον χρήστη. Τα κύρια πλεονεκτήματα της NFC στο συγκεκριμένο πλαίσιο είναι η ταχύτητα αναγνώρισης, η αξιοπιστία και η ευκολία χρήσης, ιδίως σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού ή με βρεγμένα χέρια όπου η σάρωση QR Code δυσχεραίνεται.

2.1.2 QR Code

Ο κωδικός QR (Quick Response) είναι της δισδιάστατος γραμμωτός κωδικός (2D barcode) που αναπτύχθηκε το 1994 από τον μηχανικό Masahiro Hara της ιαπωνικής εταιρείας Denso Wave, θυγατρικής της Toyota, με αρχικό σκοπό την ταχεία παρακολούθηση εξαρτημάτων κατά τη διαδικασία παραγωγής οχημάτων. Εξελίχθηκε σε ένα από τα πιο διαδεδομένα μέσα αποθήκευσης και ανάγνωσης πληροφοριών παγκοσμίως. Μπορεί να αποθηκεύσει έως και 7.089 αριθμητικούς ή 4.296 αλφαριθμητικούς χαρακτήρες και διαθέτει ενσωματωμένο μηχανισμό διόρθωσης σφαλμάτων που επιτρέπει την ανάγνωση ακόμη και αν μέρος του κωδικού είναι κατεστραμμένο [2],[7].

Στην παρούσα εφαρμογή, ο QR Code χρησιμοποιείται ως εναλλακτική μέθοδος ταυτοποίησης για συσκευές που δεν διαθέτουν NFC ή σε περιπτώσεις όπου η φυσική επαφή δεν είναι επιθυμητή. Κάθε εργαζόμενος λαμβάνει έναν QR Code που κωδικοποιεί τον μοναδικό κωδικό του και μπορεί να εκτυπωθεί σε κάρτα ή να αποθηκευτεί ψηφιακά στο κινητό του τηλέφωνο. Η σάρωση πραγματοποιείται μέσω της κάμερας της συσκευής που λειτουργεί ως τερματικό.

2.1.3 Σύγκριση NFC και QR Code

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τα βασικά χαρακτηριστικά των δύο τεχνολογιών σε σχέση με τις απαιτήσεις του συστήματος.

Πίνακας 2.1: Σύγκριση τεχνολογιών NFC και QR Code

Χαρακτηριστικό	NFC	QR Code
Τρόπος ανάγνωσης	Φυσική επαφή (<4 cm)	Οπτική σάρωση μέσω κάμερας
Απαιτούμενος εξοπλισμός	NFC-enabled smartphone	Smartphone με κάμερα
Ταχύτητα αναγνώριση	Σχεδόν άμεση (<0,1 δευτ.)	0,5–2 δευτερόλεπτα
Λειτουργία σε χαμηλό φωτισμό	Ναι	Περιορισμένη
Κόστος υλοποίησης	Χαμηλό (NFC tags ~0,5€)	Μηδενικό (εκτύπωση)
Ανθεκτικότητα	Υψηλή	Μέτρια (φθορά εκτύπωσης)

Η απόφαση για υποστήριξη και των δύο τεχνολογιών στην εφαρμογή εξασφαλίζει μέγιστη ευελιξία και καλύπτει της ανάγκες διαφορετικών επιχειρηματικών περιβαλλόντων.

2.2 Mobile Development Frameworks

Η επιλογή του κατάλληλου πλαισίου ανάπτυξης (development framework) για μια εφαρμογή κινητών συσκευών αποτελεί κρίσιμη τεχνολογική απόφαση, καθώς επηρεάζει άμεσα την απόδοση, τη συντηρησιμότητα και την εμπειρία χρήστη. Τα κύρια μοντέλα ανάπτυξης είναι η εγγενής ανάπτυξη (native development), η υβριδική ανάπτυξη (hybrid development) και η cross-platform ανάπτυξη.

2.2.1 Native vs Cross-Platform Ανάπτυξη

Η εγγενής ανάπτυξη περιλαμβάνει τη δημιουργία ξεχωριστής εφαρμογής για κάθε πλατφόρμα (Android με Java/Kotlin, iOS με Swift/Objective-C), επιτυγχάνοντας τη βέλτιστη απόδοση και

πλήρη πρόσβαση της δυνατότητας της συσκευής. Ωστόσο, η προσέγγιση αυτή απαιτεί διπλό χρόνο ανάπτυξης και συντήρησης, καθώς κάθε αλλαγή πρέπει να υλοποιηθεί δύο φορές.

Η cross-platform ανάπτυξη επιτρέπει τη δημιουργία μιας ενιαίας βάσης κώδικα που μεταφράζεται σε εγγενείς εφαρμογές για πολλαπλές πλατφόρμες. Τα δημοφιλέστερα cross-platform frameworks είναι το Flutter, το React Native και το Xamarin. Στο πλαίσιο της παρούσας εφαρμογής επιλέχθηκε το Flutter, καθώς προσφέρει τη βέλτιστη ισορροπία μεταξύ απόδοσης, ευκολίας ανάπτυξης και υποστήριξης web πλατφόρμας.

2.2.2 Flutter

Το Flutter είναι ένα ανοιχτού κώδικα UI framework της Google, το οποίο επιτρέπει την ανάπτυξη εφαρμογών για Android, iOS, web και desktop από μια ενιαία βάση κώδικα γραμμένη στη γλώσσα Dart. Ξεκίνησε το 2015 ως πειραματικό έργο με την ονομασία Sky και παρουσιάστηκε επίσημα ως Flutter 1.0 της 4 Δεκεμβρίου 2018. Από τότε έχει καταστεί ένα από τα πιο δημοφιλή cross-platform frameworks παγκοσμίως, με υιοθέτηση από μεγάλες εταιρείες της η Alibaba, η BMW και το eBay [8].



Σχήμα 2.1 Λογότυπο Flutter.

Το Flutter δεν χρησιμοποιεί τα εγγενή UI components κάθε πλατφόρμας, αλλά σχεδιάζει τη διεπαφή χρήστη απευθείας στην οθόνη μέσω της μηχανής γραφικών Skia/Impeller, επιτυγχάνοντας ταχύτητα 60 ή 120 frames ανά δευτερόλεπτο [9]. Αυτή η προσέγγιση εξασφαλίζει συνεπή εμφάνιση σε της πλατφόρμες, ανεξαρτήτως της έκδοσης του λειτουργικού συστήματος. Τα βασικά πλεονεκτήματα του Flutter που οδήγησαν στην επιλογή του για την παρούσα εφαρμογή είναι:

- Ενιαία βάση κώδικα για Android και web, μειώνοντας σημαντικά τον χρόνο ανάπτυξης.
- Hot Reload που επιτρέπει άμεση προεπισκόπηση αλλαγών χωρίς επανεκκίνηση της εφαρμογής.
- Πλούσιο οικοσύστημα πακέτων μέσω του pub.dev, που περιλαμβάνει έτοιμες βιβλιοθήκες για NFC, QR σάρωση, Firebase και Geofencing.
- Υψηλή απόδοση συγκρίσιμη με εγγενείς εφαρμογές, χάρη στη μεταγλώττιση σε εγγενή κώδικα ARM.

2.2.3 Γλώσσα Dart

Το Flutter χρησιμοποιεί τη γλώσσα προγραμματισμού Dart, η οποία αναπτύχθηκε της από την Google. Η Dart είναι μια αντικειμενοστρεφής, στατικά τυπωμένη γλώσσα με σύνταξη παρόμοια με Java και JavaScript, γεγονός που τη καθιστά εύκολα προσβάσιμη σε προγραμματιστές με γνώσεις αυτών των γλωσσών. Υποστηρίζει ασύγχρονο προγραμματισμό μέσω των μηχανισμών async/await και Future, που είναι απαραίτητοι για τη διαχείριση κλήσεων δικτύου και λειτουργιών βάσης δεδομένων χωρίς αποκλεισμό της διεπαφής χρήστη [10].



Σχήμα 2.2 Λογότυπο Dart.

2.3 Cloud Υποδομές — Firebase και NoSQL Βάσεις Δεδομένων

Η επιλογή της κατάλληλης υποδομής cloud αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για ένα σύστημα παρακολούθησης παρουσιών που απαιτεί αξιόπιστη αποθήκευση δεδομένων, πιστοποίηση χρηστών και συγχρονισμό σε πραγματικό χρόνο. Στην παρούσα εφαρμογή αξιοποιείται η πλατφόρμα Firebase της Google, η οποία προσφέρει ένα ολοκληρωμένο σύνολο υπηρεσιών cloud ειδικά σχεδιασμένων για εφαρμογές κινητών συσκευών και web.

2.3.1 Firebase

Το Firebase είναι μια πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών της Google, η οποία παρέχει ένα ολοκληρωμένο σύνολο υπηρεσιών backend ως υπηρεσία (Backend-as-a-Service, BaaS). Απαλλάσσει της προγραμματιστές από την ανάγκη διαχείρισης server infrastructure, επιτρέποντάς της να εστιάσουν αποκλειστικά στην ανάπτυξη της εφαρμογής. Στην παρούσα εφαρμογή χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες υπηρεσίες Firebase:

- **Firebase Authentication:** Παρέχει ασφαλή πιστοποίηση του εργοδότη μέσω email και κωδικού πρόσβασης. Διαχειρίζεται αυτόματα τη δημιουργία, την ανανέωση και την ακύρωση των tokens πιστοποίησης, εξασφαλίζοντας ότι μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες έχουν πρόσβαση στα δεδομένα.
- **Cloud Firestore:** Η κύρια βάση δεδομένων της εφαρμογής. Πρόκειται για μια βάση δεδομένων NoSQL εγγράφων (document database) που αποθηκεύει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και υποστηρίζει offline λειτουργία με αυτόματο συγχρονισμό.
- **Firebase Hosting:** Παρέχει ασφαλή φιλοξενία της διαδικτυακής έκδοσης της εφαρμογής μέσω HTTPS, με παγκόσμιο δίκτυο διανομής περιεχομένου (CDN) για γρήγορη φόρτωση [11].



Σχήμα 2.3 Λογότυπο Firebase.

2.3.2 NoSQL Βάσεις Δεδομένων έναντι Σχεσιακών

Οι παραδοσιακές σχεσιακές βάσεις δεδομένων (RDBMS), της η MySQL και η PostgreSQL, οργανώνουν τα δεδομένα σε πίνακες με αυστηρά καθορισμένο σχήμα (schema) και χρησιμοποιούν τη γλώσσα SQL για ερωτήματα. Προσφέρουν ισχυρές εγγυήσεις συνέπειας δεδομένων (ACID properties) και είναι ιδανικές για σύνθετες σχέσεις μεταξύ οντοτήτων.

Αντίθετα, οι βάσεις δεδομένων NoSQL (Not Only SQL) ακολουθούν ένα πιο ευέλικτο μοντέλο αποθήκευσης. Το Cloud Firestore ανήκει στην κατηγορία των document databases, της οποίες τα δεδομένα αποθηκεύονται σε έγγραφα JSON με ιεραρχική δομή συλλογών (collections) και υποσυλλογών (subcollections). Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τις βασικές διαφορές μεταξύ των δύο προσεγγίσεων.

Πίνακας 2.2: Σύγκριση Σχεσιακών και NoSQL Βάσεων Δεδομένων

Χαρακτηριστικό	Σχεσιακή (SQL)	NoSQL (Firestore)
Δομή δεδομένων	Πίνακες με σταθερό schema	Έγγραφα JSON με ευέλικτο schema
Κλιμάκωση	Κάθετη (vertical scaling)	Οριζόντια (horizontal scaling)
Πραγματικός χρόνος	Δεν υποστηρίζεται εγγενώς	Εγγενής υποστήριξη (listeners)
Offline λειτουργία	Δεν υποστηρίζεται εγγενώς	Ενσωματωμένη υποστήριξη
Σύνθετα joins	Πλήρης υποστήριξη	Περιορισμένη
Κατάλληλο για	Σύνθετες σχέσεις, συναλλαγές	Πραγματικός χρόνος, mobile apps

Για της ανάγκες της παρούσας εφαρμογής, το Cloud Firestore αποτελεί την ιδανική επιλογή, καθώς η δομή των δεδομένων (εταιρεία → υπάλληλοι → καταγραφές παρουσίας) αντιστοιχεί φυσικά στο ιεραρχικό μοντέλο εγγράφων, ενώ η εγγενής υποστήριξη πραγματικού χρόνου και offline λειτουργίας καλύπτει ακριβώς της λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος.

2.4 Geofencing και Location Based Services

Το Geofencing αποτελεί μια από της πιο σημαντικές λειτουργίες της εφαρμογής Smart Work Card Scanner, καθώς παρέχει έναν αυτόματο μηχανισμό επαλήθευσης της φυσικής παρουσίας του εργαζομένου στον χώρο εργασίας. Πρόκειται για μια τεχνολογία που εντάσσεται στην ευρύτερη κατηγορία των Υπηρεσιών Βασισμένων στην Τοποθεσία (LBS).

2.4.1 Ορισμός και Αρχή Λειτουργίας

Ο όρος Geofencing αναφέρεται στη δημιουργία της εικονικού γεωγραφικού ορίου (virtual perimeter) γύρω από έναν πραγματικό χώρο, με σκοπό την αυτόματη ενεργοποίηση της συμβάντος όταν μια συσκευή εισέρχεται ή εξέρχεται από αυτό το όριο. Στην πράξη, ο εργοδότης ορίζει ένα κυκλικό γεωγραφικό πεδίο (latitude, longitude, radius σε μέτρα) γύρω από τον χώρο εργασίας, και η εφαρμογή παρακολουθεί συνεχώς τη θέση του εργαζομένου μέσω GPS.

Ο υπολογισμός της απόστασης μεταξύ της θέσης του εργαζομένου και του κέντρου της ζώνης πραγματοποιείται με τον τύπο Haversine, ο οποίος λαμβάνει υπόψη την καμπυλότητα της Γης για ακριβή αποτελέσματα σε επίπεδο μέτρων. Ο τύπος της αποτελεί την ευρέως αποδεκτή μέθοδο υπολογισμού αποστάσεων μεταξύ δύο σημείων στην επιφάνεια της Γης με χρήση γεωγραφικών συντεταγμένων, και χρησιμοποιείται εκτεταμένα σε εφαρμογές γεωγραφικής πληροφορικής και υπηρεσίες βασισμένες στην τοποθεσία [12]:

$$d = 2R \cdot \arcsin(\sqrt{(\sin^2(\Delta\phi/2) + \cos(\phi_1) \cdot \cos(\phi_2) \cdot \sin^2(\Delta\lambda/2))})$$

όπου R είναι η ακτίνα της Γης (6.371.000 μέτρα), ϕ_1 και ϕ_2 είναι τα γεωγραφικά πλάτη των δύο σημείων, και $\Delta\phi$, $\Delta\lambda$ είναι οι διαφορές γεωγραφικού πλάτους και μήκους αντίστοιχα.

2.4.2 Υλοποίηση στην Εφαρμογή

Στο σύστημα Smart Work Card Scanner, το Geofencing υλοποιείται μέσω της βιβλιοθήκης Geolocator του Flutter, η οποία παρέχει πρόσβαση της υπηρεσίες τοποθεσίας του λειτουργικού συστήματος Android. Η εφαρμογή ελέγχει περιοδικά τη θέση του εργαζομένου και αξιολογεί εάν βρίσκεται εντός της καθορισμένης ζώνης εργασίας.

Ένα κρίσιμο χαρακτηριστικό της υλοποίησης είναι ο μηχανισμός buffer εξόδου της λεπτού: όταν ο εργαζόμενος εξέλθει από τη ζώνη, το σύστημα δεν ειδοποιεί άμεσα, αλλά αναμένει ένα λεπτό πριν επαληθεύσει ότι η αποχώρηση είναι πραγματική και όχι παροδική (π.χ. σύντομη έξοδος για κάποιο λόγο). Εάν ο εργαζόμενος επιστρέψει εντός του λεπτού, ο χρονοδιακόπτης ακυρώνεται. Εάν παραμείνει εκτός ζώνης και δεν έχει καταγράψει αποχώρηση στο σύστημα, αποστέλλεται ειδοποίηση υπενθύμισης.

2.4.3 Προκλήσεις και Περιορισμοί

Η τεχνολογία GPS, στην οποία βασίζεται το Geofencing, παρουσιάζει ορισμένους εγγενείς περιορισμούς που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Η ακρίβεια του GPS σε αστικό περιβάλλον κυμαίνεται μεταξύ 3 και 15 μέτρων, ενώ σε εσωτερικούς χώρους μπορεί να υποβαθμιστεί σημαντικά λόγω παρεμβολής από κτίρια και τοίχους. Για τον λόγο αυτό, η εφαρμογή επιτρέπει στον εργοδότη να ορίσει ακτίνα ζώνης που να λαμβάνει υπόψη αυτά τα περιθώρια ανακρίβειας, συνήθως μεταξύ 50 και 200 μέτρων ανάλογα με της συνθήκες του χώρου εργασίας.

Κεφάλαιο 3ο: Ανάλυση Απαιτήσεων & Ανταγωνισμού

Η ανάπτυξη της νέου συστήματος ψηφιακής ωρομέτρησης προϋποθέτει, αφενός, την κατανόηση του υπάρχοντος ανταγωνιστικού τοπίου και, αφετέρου, τον ακριβή προσδιορισμό των απαιτήσεων που καλείται να καλύψει. Το παρόν κεφάλαιο δομείται σε τέσσερις ενότητες: αρχικά στο Κεφάλαιο 3.1 παρουσιάζεται η συγκριτική ανάλυση των υφιστάμενων λύσεων της αγοράς, στη συνέχεια στο Κεφάλαιο 3.2 καταγράφονται οι λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος, και τέλος στο Κεφάλαιο 3.3 παρουσιάζεται η μοντελοποίηση μέσω Διαγράμματος Περιπτώσεων Χρήσης (Use Case Diagram).

3.1 Ανάλυση Υφιστάμενων Λύσεων

Στο πλαίσιο του στρατηγικού σχεδιασμού του προτεινόμενου συστήματος, κρίθηκε απαραίτητη η ενδελεχής μελέτη και συγκριτική αξιολόγηση των κυρίαρχων λύσεων που διατίθενται στην αγορά. Η ταχεία μετάβαση των επιχειρήσεων στο ψηφιακό μοντέλο εργασίας, σε συνδυασμό με την υποχρεωτική εφαρμογή της Ψηφιακής Κάρτας Εργασίας μέσω του ΕΡΓΑΝΗ II, έχει δημιουργήσει ανάγκη για αξιόπιστα συστήματα ωρομέτρησης. Παρόλα αυτά, οι περισσότερες εμπορικές λύσεις εστιάζουν στο διεκπεραιωτικό κομμάτι της νομοθεσίας, παραβλέποντας την εμπειρία χρήστη και της σύγχρονες τεχνολογικές δυνατότητες.

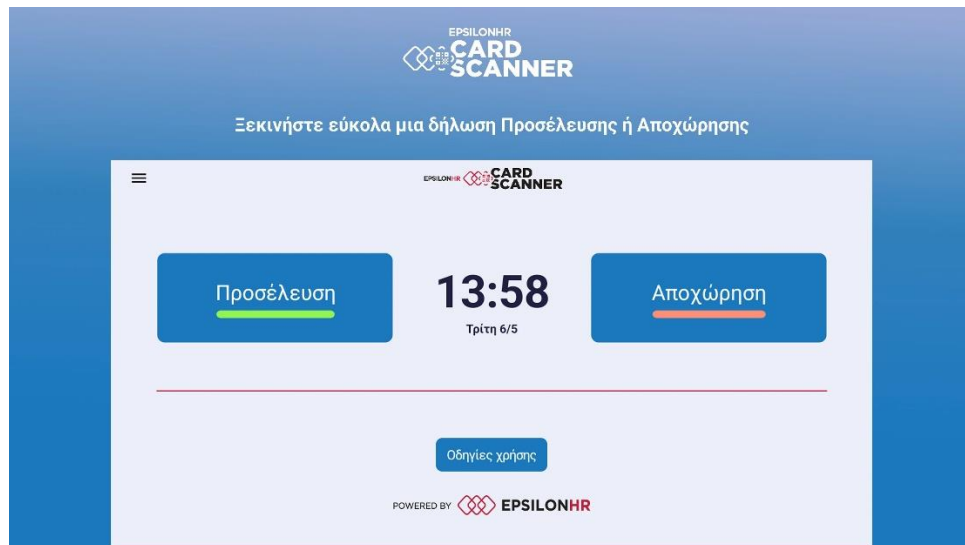
3.1.1 Epsilon Smart Ergani

Η εφαρμογή Epsilon Smart Ergani αποτελεί μία από της πιο διαδεδομένες εμπορικές λύσεις στην ελληνική αγορά για τη διαχείριση της Ψηφιακής Κάρτας Εργασίας, αναπτυγμένη από τον όμιλο Epsilon Net [14]. Το κεντρικό της αντικείμενο είναι η αυτόματη καταγραφή ωραρίων και η real-time αποστολή δεδομένων προσέλευσης και αποχώρησης στο σύστημα ΕΡΓΑΝΗ II του Υπουργείου Εργασίας. Διατίθεται σε τρεις εκδόσεις συνδρομής: Start, για μικρές επιχειρήσεις με βασικές ανάγκες· Advanced, για επιχειρήσεις που χρειάζονται πλήρη αυτοματοποίηση και έλεγχο· και 4All, η οποία λειτουργεί αυτόνομα χωρίς εξάρτηση από την εφαρμογή μισθοδοσίας του λογιστή.

Τα βασικά χαρακτηριστικά που είναι κοινά και της τρεις εκδόσεις περιλαμβάνουν: απευθείας υποβολή ψηφιακών ωραρίων (προγραμματισμένων και έκτακτων) στο ΕΡΓΑΝΗ II, διαχείριση κινήσεων εισόδου-εξόδου, έλεγχο συμφωνίας κινήσεων με τον προγραμματισμό εργασίας, διαχείριση βασικών δεδομένων εργαζομένων και αδειών, καθώς και συγκριτικό report αποκλίσεων Ψηφιακού Ωραρίου-Ψηφιακής Κάρτας με αυτόματη συμπλήρωση διαφορών. Της εκδόσεις Advanced και 4All προστίθεται το Alert System — ένα σύστημα προειδοποιητικών μηνυμάτων που ενημερώνει εργοδότη και εργαζόμενους για τυχόν ελλείψεις ή αποκλίσεις της σημάνσεις κάρτας — καθώς και σύστημα διαμόρφωσης ανοχών εισόδου-εξόδου για αποφυγή υπερβάσεων ωρών εργασίας. Αξιοσημείωτο είναι το επιχείρημα της εταιρείας σχετικά με την τήρηση αρχείου: η δωρεάν εφαρμογή του Υπουργείου διατηρεί δεδομένα μόνο για 6 μήνες, ενώ η Epsilon Smart Ergani εξασφαλίζει πλήρη τήρηση για 5 έτη, της απαιτεί η νομοθεσία.

Ωστόσο, η λύση αυτή παρουσιάζει περιορισμούς σε σχέση με της ανάγκες που καλείται να καλύψει η παρούσα εφαρμογή. Η σήμανση γίνεται αποκλειστικά μέσω κινητής συσκευής ή QR Code, χωρίς υποστήριξη φυσικής κάρτας NFC, η οποία παρέχει ταχύτερη και πιο αξιόπιστη αναγνώριση σε βιομηχανικά και εμπορικά περιβάλλοντα. Η λειτουργία της εξαρτάται πλήρως από σταθερή σύνδεση στο διαδίκτυο, χωρίς μηχανισμό αποθήκευσης και αυτόματης αποστολής εκκρεμών καταχωρίσεων όταν αποκατασταθεί το δίκτυο (offline queue). Επιπλέον, δεν διαθέτει μηχανισμό γεωγραφικής

περίφραξης (geofencing) για επαλήθευση της τοποθεσίας κατά τη σήμανση, ούτε καταγραφή ψυχολογικής κατάστασης εργαζομένου κατά την αποχώρηση. Τέλος, απαιτεί συνδρομή στο οικοσύστημα λογισμικού της Epsilon Net, ενώ η προτεινόμενη λύση βασίζεται σε ανοιχτού κώδικα τεχνολογίες (Flutter, Firebase) χωρίς κόστος αδειοδότησης τρίτου παρόχου.



Σχήμα 3.1: Διεπαφή τερματικού EpsilonHR Card Scanner (Πηγή: ergani.epsilonsmart.gr)

3.1.2 Soft1 myErgani Live

Η υπηρεσία Soft1 myErgani Live [15] αναπτύχθηκε από την Entersoft (όμιλος SoftOne) και προσφέρει πλήρη κάλυψη των απαιτήσεων της Ψηφιακής Κάρτας Εργασίας, συμβατή με οποιαδήποτε εφαρμογή μισθοδοσίας χρησιμοποιεί η επιχείρηση ή ο λογιστής της. Αποτελεί ολοκληρωμένη λύση που απευθύνεται κυρίως σε μεσαίες και μεγάλες επιχειρήσεις, προσφέροντας βαθιά ενσωμάτωση με το οικοσύστημα SOFT1 ERP, HRMS και Μισθοδοσία, ενώ παράλληλα διασφαλίζει τη συμμόρφωση με τη νομοθεσία του Π.Σ. ΕΡΓΑΝΗ.

Για τη συλλογή δεδομένων υποστηρίζει τρεις διαφορετικές μεθόδους, δίνοντας στην επιχείρηση ευελιξία ανάλογα με τις ανάγκες της: Web Check In/Check Out μέσω browser από οποιαδήποτε συσκευή, σάρωση QR Code από την εφαρμογή κινητών S1 Ergani QR Scanner (Android), και φυσική κάρτα μέσω εξωτερικού τερματικού ωρομέτρησης που επικοινωνεί με το σύστημα μέσω web services. Και της τρεις περιπτώσεις, τα δεδομένα συγκεντρώνονται στο υποσύστημα S1 Worktime Audit, το οποίο εντοπίζει σφάλματα και αποκλίσεις μεταξύ δηλωθέντος ωραρίου και πραγματικών σημάνσεων, πριν τη διαβίbasή της στο ΕΡΓΑΝΗ Π, με δυνατότητα αυτόματης επαναδιαβίbasης σε περίπτωση σφάλματος. Επιπλέον, μέσω του ΕΡΓΑΝΗ Monitor, οπτικοποιούνται σε μία οθόνη όλα τα δεδομένα παρουσίας των εργαζομένων σε πραγματικό χρόνο, ενώ παρέχεται 24/7 πρόσβαση του εργαζομένου στα δεδομένα του μέσω περιβάλλοντος Web.

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της πλατφόρμας αποτελεί το σύστημα αυτόματων ειδοποιήσεων βάσει BAM σεναρίων, το οποίο ενημερώνει εργαζόμενους και υπεύθυνους ομάδων 5 λεπτά πριν από τον προγραμματισμένο χρόνο προσέλευσης ή αποχώρησης. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται σημαντικά η πιθανότητα παράλειψης σήμανσης, προστατεύοντας τόσο τον εργοδότη από πρόστιμα όσο και τον εργαζόμενο από ελλείψεις καταχωρίσεις.

Παρά τις εκτεταμένες δυνατότητές της, η διασύνδεση με την πλατφόρμα SOFT1 αποτελεί ένα σημαντικό εμπόδιο εισόδου για επιχειρήσεις χωρίς αντίστοιχη υποδομή. Πέραν αυτού, η πλατφόρμα

δεν ενσωματώνει μια σειρά από σύγχρονες λειτουργίες που θεωρούνται κεντρικές στην παρούσα εργασία. Πιο συγκεκριμένα, απουσιάζει η δυνατότητα ταυτοποίησης μέσω τεχνολογίας NFC, καθώς και η διασφάλιση της αδιάλειπτης καταγραφής κινήσεων σε περιπτώσεις απώλειας δικτύου. Παράλληλα, αγνοούνται σύγχρονες ανάγκες παρακολούθησης, όπως η επαλήθευση της θέσης του εργαζομένου στον χώρο μέσω γεωγραφικής περιφραξης, αλλά και η καταγραφή της ψυχολογικής του κατάστασης.

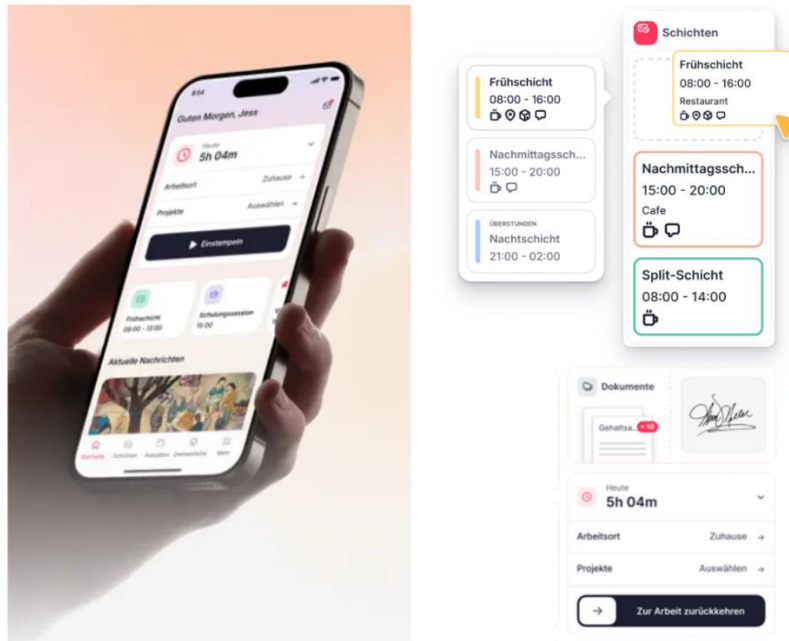


Σχήμα 3.2: Διεπαφή εφαρμογής Soft1 myErgani Live (Πηγή: wiki.soft1.eu)

3.1.3 Factorial HR

Σε διεθνές επίπεδο, το Factorial HR [16] αποτελεί ένα από τα πιο σύγχρονα και ολοκληρωμένα λογισμικά Διαχείρισης Ανθρώπινου Δυναμικού (HRIS), διαθέσιμο ως cloud υπηρεσία συνδρομής. Η πλατφόρμα καλύπτει πέντε βασικούς τομείς λειτουργίας: HR & Payroll (πύλη εργαζομένου, διαχείριση εγγράφων, e-signature, μισθοδοσία), Time & Planning (καταγραφή ωρών, διαχείριση αδειών, αυτόματος προγραμματισμός βαρδιών με AI), Talent Management (πρόσληψη, αξιολόγηση απόδοσης, εκπαίδευση), Finance (διαχείριση εξόδων, project management) και IT Management (διαχείριση συσκευών και πρόσβασης). Χαρακτηριστικό στοιχείο της πλατφόρμας είναι η ενσωμάτωση AI σε της λειτουργίες, συμπεριλαμβανομένου του AI agent One, που βοηθά στη δημιουργία αναφορών και στη λήψη αποφάσεων. Η ασφάλεια των δεδομένων πιστοποιείται από AICPA SOC και ISO/IEC 27001. Αξιοποιεί της τεχνολογία Geofencing, επιτρέποντας της εργαζόμενους να καταγράφουν τον χρόνο της μόνο όταν βρίσκονται εντός προκαθορισμένης γεωγραφικής ζώνης.

Ωστόσο, ως ξένο λογισμικό, η διασύνδεσή του με το ΕΡΓΑΝΗ II απαιτεί εξειδικευμένες και δαπανηρές γέφυρες λογισμικού (API bridges), καθιστώντας το ακατάλληλο για μικρές ελληνικές επιχειρήσεις που χρειάζονται άμεση και αυτόματη συμμόρφωση με την ελληνική εργατική νομοθεσία. Παράλληλα, το κόστος συνδρομής κλιμακώνεται ανάλογα με τον αριθμό των χρηστών, ενώ δεν υποστηρίζει σήμανση μέσω φυσικής κάρτας NFC, offline λειτουργία, ή καταγραφή ψυχολογικής κατάστασης εργαζομένου κατά την αποχώρηση.



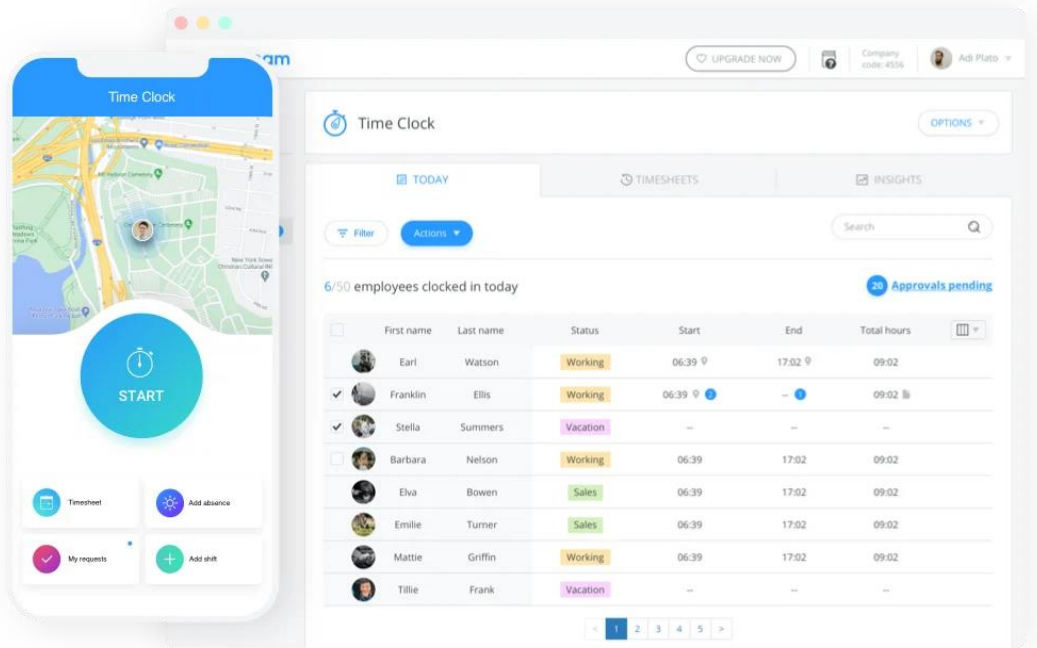
Σχήμα 3.3: Διεπαφή εφαρμογής Factorial HR (Πηγή: factorialhr.com)

3.1.4 Connecteam

Η εφαρμογή Connecteam [17] είναι μια διεθνής πλατφόρμα διαχείρισης εργατικού δυναμικού που απευθύνεται κυρίως σε επιχειρήσεις με κινητό προσωπικό, συνδυάζοντας σε μία εφαρμογή λειτουργίες προγραμματισμού, καταγραφής ωρών, επικοινωνίας και HR. Για επιχειρήσεις έως 10 εργαζόμενους παρέχεται πλήρης πρόσβαση δωρεάν, ενώ για μεγαλύτερες ομάδες το κόστος υπολογίζεται ανά χρήστη.

Για την καταγραφή ωρών υποστηρίζει τέσσερις μεθόδους: NFC (ο εργαζόμενος αγγίζει το κινητό σε NFC tag), Mobile App, Kiosk App και POS & Physical Clock. Επιπλέον, διαθέτει αυτόματο clock-out μέσω GPS όταν ο εργαζόμενος αποχωρεί από τον χώρο εργασίας, live visibility με ειδοποιήσεις για καθυστερημένες αφίξεις ή απουσίες, smart timesheets με αυτόματο υπολογισμό υπερωριών και διαλειμμάτων, καθώς και ενσωμάτωση με δημοφιλείς πλατφόρμες μισθοδοσίας (ADP, QuickBooks, Gusto). Το σύστημα επικοινωνίας της πλατφόρμας επιτρέπει άμεση ενημέρωση ολόκληρης της ομάδας με επιβεβαίωση ανάγνωσης.

Ωστόσο, το Connecteam δεν διαθέτει καμία εγγενή συμβατότητα με το ΕΡΓΑΝΗ II, καθιστώντας το ακατάλληλο για άμεση χρήση από ελληνικές επιχειρήσεις. Επιπλέον, δεν προσφέρει μηχανισμό αξιολόγησης ευεξίας (Mood Tracking), ενώ η τιμολογιακή του πολιτική βασίζεται σε πολλαπλά ξεχωριστά «Hubs», αυξάνοντας το συνολικό κόστος.



Σχήμα 3.4: Διεπαφή εφαρμογής Connecteam (Πηγή: 16connecteam.com)

3.1.5 Βιομετρικά Τερματικά

Τα βιομετρικά τερματικά, της αυτά των κατασκευαστών ZKTeco και Anviz, αντιπροσωπεύουν την παλαιότερη γενιά συστημάτων καταγραφής παρουσίας, με χρήση δακτυλικού αποτυπώματος, αναγνώρισης προσώπου, RFID κάρτας ή προσωπικού PIN. Η ZKTeco Europe [18], με παρουσία σε 100+ χώρες και πάνω από 15 χρόνια εμπειρία στην Ευρώπη, προσφέρει πλατφόρμα ZKBio Zlink — cloud-based IoT λύση για μικρομεσαίες επιχειρήσεις — με Workforce Management και Security Solutions. Τα τερματικά της διαθέτουν multiplatform συμβατότητα (Windows, Linux, Android) και customized SDK & APIs για ενσωμάτωση με υπάρχοντα συστήματα. Η Anviz από την πλευρά της προσφέρει δύο πλατφόρμες: το CrossChex Standard με τοπική αποθήκευση δεδομένων και αυτόματη δημιουργία αναφορών παρουσίας, και το CrossChex Cloud με mobile app και GPS tracking, υποστηρίζοντας Face Recognition, Fingerprint Scanner, RFID Reader και Personal PIN [19].

Ωστόσο, η χρήση βιομετρικών δεδομένων για σκοπούς ωρομέτρησης εγείρει σοβαρό ζήτημα νομικής συμμόρφωσης, καθώς τα δεδομένα αυτά κατατάσσονται ως ειδική κατηγορία προσωπικών δεδομένων βάσει του άρθρου 9 παρ. 1 του Κανονισμού (ΕΕ) 2016/679 (GDPR) [20], η επεξεργασία των οποίων απαγορεύεται κατ' αρχήν και επιτρέπεται μόνο κατ' εξαίρεση. Η ΑΠΔΠΧ με τη Γνωμοδότηση 4/2026 επεσήμανε ότι η χρήση βιομετρικών για καταγραφή παρουσίας είναι δυσανάλογη όταν υπάρχουν ηπιότερα μέσα — της εξατομικευμένες κάρτες ή ηλεκτρονικά αρχεία παρουσίας — αρχή που ισχύει και για τον ιδιωτικό τομέα [21]. Επιπλέον, τα τερματικά αυτά δεν διαθέτουν εγγενή διασύνδεση με το ΕΡΓΑΝΗ II, απαιτώντας πρόσθετο λογισμικό ενσωμάτωσης. Η προτεινόμενη λύση της παρούσας εργασίας, βασισμένη αποκλειστικά σε QR/NFC ταυτοποίηση, αποφεύγει εξ ορισμού τον νομικό αυτό κίνδυνο.



Σχήμα 3.5: Βιομετρικά τερματικά ωρομέτρησης — ZKTeco (Πηγή: zkteco.eu) και Anviz (Πηγή: anviz.com)

3.1.6 Συγκριτικός Πίνακας

Πίνακας 3.1: Σύγκριση υφιστάμενων λύσεων με το προτεινόμενο σύστημα

Χαρακτηριστικό	Smart Work Card Scanner	Epsilon Smart	Soft1 myErgani	Factorial HR	Connecteam	Βιομετρικά
Μέθοδος Ταυτοποίησης	QR & NFC	Μόνο QR	QR & RFID	QR & GPS	QR, NFC	Βιομετρικά
Συμβατότητα ΕΡΓΑΝΗ II	Έμμεση	Άμεση	Άμεση	Έμμεση	Όχι	Έμμεση
Geofencing	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Όχι
Offline Λειτουργία	Ναι	Όχι	Όχι	Περιορισμένη	Περιορισμένη	Ναι
Mood Tracking	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Κόστος Εξοπλισμού	Μηδενικό (BYOD)	Χαμηλό	Χαμηλό	Χαμηλό	Χαμηλό	Υψηλό
GDPR Συμμόρφωση	Πλήρης	Πλήρης	Πλήρης	Πλήρης	Πλήρης	Επισημασμένη

Από την ανωτέρω ανάλυση καθίσταται σαφές το στρατηγικό κενό που καλείται να καλύψει το προτεινόμενο σύστημα. Καμία από της υφιστάμενες λύσεις δεν συνδυάζει ταυτόχρονα: υποστήριξη NFC και QR, offline λειτουργία με αυτόματο συγχρονισμό, ενεργό Geofencing με υπενθυμίσεις, Mood Tracking και μηδενικό κόστος εξοπλισμού σε ένα ενιαίο σύστημα προσαρμοσμένο της ελληνικές νομοθετικές απαιτήσεις.

3.2 Καταγραφή Λειτουργικών Απαιτήσεων

Το σύστημα Smart Work Card Scanner αναγνωρίζει τρεις βασικές οντότητες που αλληλεπιδρούν με την εφαρμογή σε διαφορετικά επίπεδα πρόσβασης: τον Υπάλληλο, ο οποίος φέρει το μέσο ταυτοποίησης (NFC tag ή QR Code) και αλληλεπιδρά αποκλειστικά μέσω του Τερματικού Σάρωσης· τον Διαχειριστή/Εργοδότη, ο οποίος έχει πλήρη πρόσβαση στο Dashboard μέσω Firebase Authentication και τοπικού PIN· και το Τερματικό Σάρωσης, τη φυσική συσκευή Android που λειτουργεί σε λειτουργία αναμονής/σάρωσης στην είσοδο της επιχείρησης.

Οι λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος οργανώνονται σε πέντε υποσυστήματα και παρουσιάζονται αναλυτικά στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 3.2: Λειτουργικές Απαιτήσεις ανά Υποσύστημα

Κωδικός	Απαίτηση	Υποσύστημα
FR1.1	Ασφαλής σύνδεση Διαχειριστή μέσω Firebase Authentication (Email + Password) με πλήρη απομόνωση δεδομένων βάσει Auth UID.	Ταυτοποίηση
FR1.2	Έλεγχος πρόσβασης δύο παραγόντων (2FA): μετά τη σύνδεση Firebase απαιτείται τοπικό 4-ψήφιο PIN για είσοδο στο Dashboard.	Ταυτοποίηση
FR1.3	Ασφαλής αποσύνδεση (Logout) Διαχειριστή και επιστροφή στην αρχική οθόνη σάρωσης.	Ταυτοποίηση
FR2.1	Προβολή ψηφιακού ρολογιού συγχρονισμένου σε πραγματικό χρόνο στην οθόνη αναμονής.	Τερματικό Σάρωσης
FR2.2	Υποχρεωτική επιλογή ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ ή ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ πριν τη σάρωση· χωρίς επιλογή εμφανίζεται προειδοποιητικό μήνυμα.	Τερματικό Σάρωσης
FR2.3	Αναγνώριση NFC: ανάγνωση NDEF Text Records ή Hardware Tag ID της κάρτας εργαζομένου.	Τερματικό Σάρωσης
FR2.4	Εναλλακτική σάρωση QR Code μέσω κάμερας συσκευής.	Τερματικό Σάρωσης
FR2.5	Άμεση οπτική επιβεβαίωση με χρωματική κωδικοποίηση: Πράσινο (Προσέλευση) / Κόκκινο (Αποχώρηση).	Τερματικό Σάρωσης
FR2.6	Προαιρετική επιλογή διάθεσης (Mood Tracking) κατά την Αποχώρηση, αποθηκευμένη στο Firestore.	Τερματικό Σάρωσης

Κωδικός	Απαίτηση	Υποσύστημα
FR2.7	Offline λειτουργία: αποθήκευση εκκρεμών εγγραφών τοπικά (SharedPreferences) και αυτόματος συγχρονισμός μόλις αποκατασταθεί η σύνδεση.	Τερματικό Σάρωσης
FR3.1	Συγκεντρωτικά στατιστικά ημέρας σε πραγματικό χρόνο: PieChart παρουσιών/απουσιών, BarChart υπερωριών ανά εβδομάδα.	Dashboard
FR3.2	Δημιουργία νέου υπαλλήλου με αυτόματη παραγωγή μοναδικού Card ID και αποστολή email με QR Code.	Dashboard
FR3.3	Ανάγνωση, επεξεργασία και διαγραφή στοιχείων υπαλλήλου (CRUD operations).	Dashboard
FR3.4	Εξαγωγή ιστορικού παρουσιών σε αρχείο Excel (.xlsx) ανά υπάλληλο, ανά μήνα ή ανά έτος.	Dashboard
FR3.5	Ορισμός τοποθεσίας εταιρείας (Geofence Setup) μέσω διαδραστικού χάρτη και ακτίνας ζώνης (50–500 μέτρα).	Dashboard
FR4.1	Ορισμός εβδομαδιαίου προτύπου ωραρίου ανά υπάλληλο (ώρα έναρξης/λήξης ή ρεπό για κάθε ημέρα).	Πρόγραμμα Εργασίας
FR4.2	Εφαρμογή προτύπου σε ολόκληρο τον μήνα με μία ενέργεια (batch write) και δυνατότητα ατομικής τροποποίησης ανά ημέρα.	Πρόγραμμα Εργασίας
FR5.1	Σύνδεση υπαλλήλου μέσω Card ID (χωρίς κωδικό πρόσβασης) με αυτόματη απομνημόνευση σύνδεσης.	Geofencing
FR5.2	Συνεχής παρακολούθηση GPS και υπολογισμός απόστασης από την καταχωρημένη τοποθεσία εταιρείας.	Geofencing
FR5.3	Αποστολή τοπικής ειδοποίησης κατά είσοδο στη ζώνη (υπενθύμιση Προσέλευσης) ή έξοδο χωρίς καταγραφή Αποχώρησης, με buffer 1 λεπτού πριν την ειδοποίηση εξόδου.	Geofencing

3.3 Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις

Πέραν των λειτουργικών απαιτήσεων, το σύστημα οφείλει να ικανοποιεί μια σειρά από μη λειτουργικές απαιτήσεις που αφορούν την απόδοση, την αξιοπιστία, την ευχρηστία και την ασφάλεια.

Πίνακας 3.3: Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις

Κωδικός	Κατηγορία	Απαίτηση
NFR1.1	Απόδοση	Χρόνος απόκρισης από σάρωση έως επιβεβαίωση: ≤ 1 δευτερόλεπτο σε συνθήκες κανονικής σύνδεσης.

Κωδικός	Κατηγορία	Απαίτηση
NFR1.2	Απόδοση	Το Dashboard ανανεώνεται μέσω Firestore StreamBuilder χωρίς μπλοκάρισμα της διεπαφής χρήστη (async/non-blocking).
NFR2.1	Αξιοπιστία	Προστασία διπλής σάρωσης (Debouncing) μέσω σημαίας <code>_isProcessing</code> : αγνοούνται πολλαπλές εκπομπές της της NFC κάρτας σε διάστημα ms, αποτρέποντας διπλοεγγραφές.
NFR2.2	Αξιοπιστία	Android Foreground Dispatch στο MainActivity.kt αποτρέπει της εγγενείς υπηρεσίες NFC του λειτουργικού συστήματος από το να διακόπτουν τη λειτουργία του Τερματικού.
NFR2.3	Αξιοπιστία	Άγνωστη ή αλλοιωμένη κάρτα δεν προκαλεί κατάρρευση της εφαρμογής (crash)· εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα σφάλματος.
NFR3.1	Ευχρηστία	Dark Mode με σκούρα παλέτα και neon λεπτομέρειες για ξεκούραστη χρήση σε OLED οθόνες και εξοικονόμηση μπαταρίας.
NFR3.2	Ευχρηστία	Responsive Design: δίπλευρο πλέγμα (GridView) σε desktop, κάθετη κυλιόμενη διάταξη σε mobile.
NFR4.1	Ασφάλεια	Διαχείριση credentials μέσω Firebase Auth με κρυπτογραφημένα πρωτόκολλα. Κανένας κωδικός δεν αποθηκεύεται σε plain text τοπικά.
NFR4.2	Ασφάλεια	Firestore Security Rules εξασφαλίζουν πρόσβαση μόνο ανά Auth UID — πλήρης απομόνωση δεδομένων μεταξύ εταιρειών.
NFR4.3	Ασφάλεια	Το Τερματικό Σάρωσης δεν εκθέτει τη βάση δεδομένων ή ευαίσθητα δεδομένα στον εργαζόμενο κατά τη σάρωση.

3.4 Μοντελοποίηση με UML

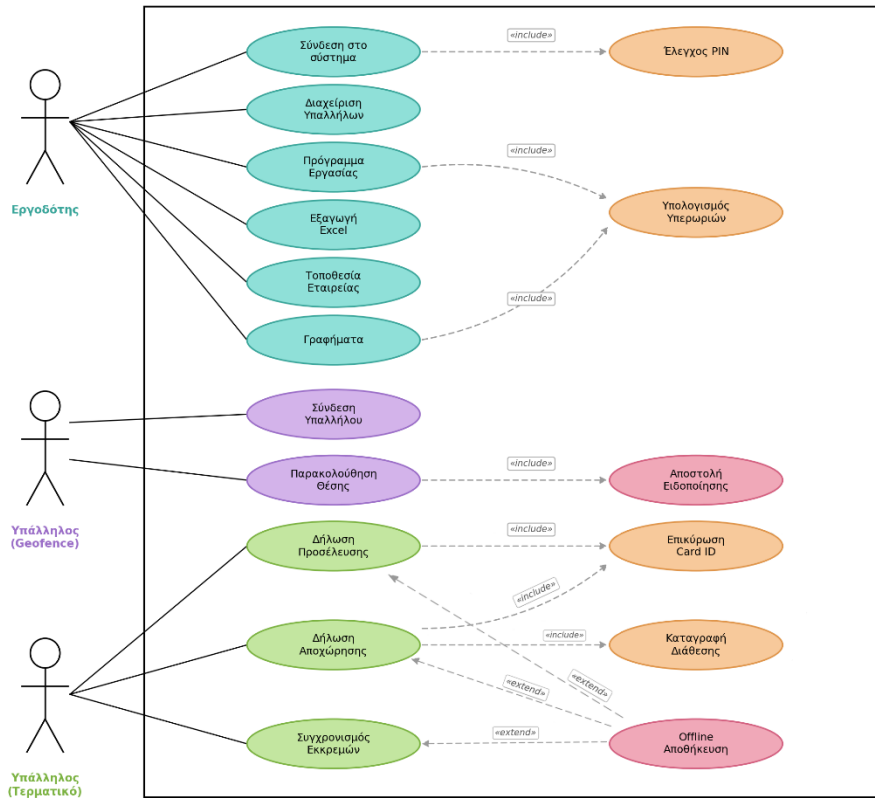
Για την τεκμηρίωση των ροών αλληλεπίδρασης του συστήματος, χρησιμοποιήθηκε η Ενοποιημένη Γλώσσα Μοντελοποίησης (Unified Modeling Language — UML). Συγκεκριμένα, αναπτύχθηκαν Διαγράμματα Περιπτώσεων Χρήσης (Use Case Diagrams) για την απεικόνιση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των actors και του συστήματος, καθώς και Διαγράμματα Ακολουθίας (Sequence Diagrams) για την τεκμηρίωση των κεντρικών ροών λειτουργίας.

3.4.1 Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης

Το σύστημα περιλαμβάνει τρεις ρόλους χρηστών: τον Εργοδότη/Διαχειριστή, ο οποίος διαχειρίζεται το σύνολο της εφαρμογής μέσω του Dashboard· τον Υπάλληλο ως φορέα κάρτας, ο οποίος σαρώνει NFC ή QR Code στο Τερματικό· και τον Υπάλληλο ως χρήστη της εφαρμογής Geofencing, ο οποίος λαμβάνει τοπικές ειδοποιήσεις βάσει τοποθεσίας. Οι βασικές περιπτώσεις χρήσης ανά actor παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 3.4: Περιπτώσεις Χρήσης ανά Actor

Actor	Περίπτωση Χρήσης	Περιγραφή
Εργοδότης / Διαχειριστής	UC1 — Σύνδεση στο Dashboard	Σύνδεση με email/password και PIN (2FA)
	UC2 — Διαχείριση Υπαλλήλων	Δημιουργία, επεξεργασία, διαγραφή υπαλλήλων
	UC3 — Παρακολούθηση Παρουσιών	Εποπτεία σε πραγματικό χρόνο μέσω γραφημάτων
	UC4 — Εξαγωγή Excel	Εξαγωγή παρουσιολογίου σε .xlsx
	UC5 — Διαχείριση Προγράμματος	Ορισμός ωραρίων και εβδομαδιαίου προτύπου
	UC6 — Ρύθμιση Geofence	Ορισμός γεωγραφικής ζώνης εταιρείας
	UC7 — Αποσύνδεση	Logout και επιστροφή στην αρχική οθόνη
Υπάλληλος (Τερματικό)	UC8 — Σάρωση Προσέλευσης	Σάρωση NFC/QR για καταγραφή προσέλευσης
	UC9 — Σάρωση Αποχώρησης	Σάρωση NFC/QR για καταγραφή αποχώρησης
	UC10 — Καταγραφή Διάθεσης	Επιλογή emoji διάθεσης κατά την αποχώρηση
Υπάλληλος (Geofencing)	UC11 — Σύνδεση με Card ID	Αναγνώριση χωρίς κωδικό πρόσβασης
	UC12 — Λήψη Ειδοποιήσεων	Λήψη υπενθύμισης προσέλευσης/αποχώρησης



Σχήμα 3.6: Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης

3.4.2 Προδιαγραφές Περιπτώσεων Χρήσης

UC1 — Σύνδεση στο Dashboard

Κανονική Ροή:

1. Ο χρήστης εισάγει email και password.
2. Το σύστημα επαληθεύει τα στοιχεία μέσω Firebase.
3. Το σύστημα ζητά PIN (2FA).
4. Ο χρήστης εισάγει τον 4ψήφιο PIN.
5. Το σύστημα επιτρέπει πρόσβαση στο Dashboard.

Εναλλακτική Ροή:

- A1: Λάθος στοιχεία — εμφανίζεται μήνυμα σφάλματος και ζητείται εκ νέου εισαγωγή.
- A4: Λάθος PIN — η σύνδεση αποτυγχάνει και ο χρήστης επιστρέφει στην αρχική οθόνη.

UC2 — Διαχείριση Υπαλλήλων

Κανονική Ροή:

1. Ο χρήστης πλοηγείται στην οθόνη Υπαλλήλων.
2. Επιλέγει Προσθήκη νέου υπαλλήλου.
3. Συμπληρώνει τα στοιχεία του υπαλλήλου.
4. Το σύστημα αποθηκεύει την εγγραφή στο Firestore και παράγει αυτόματα μοναδικό Card ID.

5. Ο της υπάλληλος εμφανίζεται στη λίστα.

Εναλλακτική Ροή:

A2α: Επεξεργασία — ο χρήστης επιλέγει υπάρχοντα υπάλληλο και τροποποιεί τα στοιχεία.

A2β: Διαγραφή — το σύστημα ζητά επιβεβαίωση πριν την οριστική διαγραφή.

UC3 — Παρακολούθηση Παρουσιών

Κανονική Ροή:

1. Ο χρήστης ανοίγει την οθόνη Παρακολούθησης.
2. Το σύστημα φορτώνει τα δεδομένα παρουσιών από το Firestore.
3. Εμφανίζονται γραφήματα με ώρες προσέλευσης, αποχώρησης, συνολικές ώρες κ.α.
4. Ο χρήστης μπορεί να φιλτράρει ανά ημερομηνία ή υπάλληλο.

Εναλλακτική Ροή:

A2: Δεν υπάρχουν δεδομένα — το σύστημα εμφανίζει κενά γραφήματα.

UC4 — Εξαγωγή Excel

Κανονική Ροή:

1. Ο χρήστης επιλέγει χρονικό διάστημα εξαγωγής.
2. Το σύστημα συγκεντρώνει τα δεδομένα παρουσιών.
3. Υπολογίζονται αυτόματα οι υπερωρίες βάσει ωραρίου.
4. Δημιουργείται αρχείο .xlsx και αποθηκεύεται στη συσκευή.

Εναλλακτική Ροή:

A1: Κενό διάστημα — το σύστημα ενημερώνει ότι δεν υπάρχουν δεδομένα για εξαγωγή.

UC5 — Διαχείριση Προγράμματος

Κανονική Ροή:

1. Ο χρήστης πλοηγείται στην οθόνη Προγράμματος.
2. Επιλέγει υπάλληλο και ημέρες εργασίας.
3. Ορίζει ώρα έναρξης και λήξης βάρδιας ή ρεπό.
4. Το σύστημα αποθηκεύει το ωράριο στο Firestore.

Εναλλακτική Ροή:

A3: Επικάλυψη ωραρίων — το σύστημα ειδοποιεί για σύγκρουση ωραρίων.

UC6 — Ρύθμιση Geofence

Κανονική Ροή:

1. Ο χρήστης εισάγει της συντεταγμένες (γεωγραφικό πλάτος, μήκος) της εταιρείας.
2. Ορίζει ακτίνα geofence σε μέτρα.
3. Το σύστημα αποθηκεύει τη ζώνη στο Firestore.
4. Η ζώνη ενεργοποιείται για όλους της υπαλλήλους Geofencing.

Εναλλακτική Ροή:

A1: Μη έγκυρες συντεταγμένες — το σύστημα εμφανίζει μήνυμα σφάλματος.

UC7 — Αποσύνδεση

Κανονική Ροή:

1. Ο χρήστης επιλέγει Αποσύνδεση.
2. Το σύστημα τερματίζει τη συνεδρία Firebase.
3. Ο χρήστης ανακατευθύνεται στην οθόνη σύνδεσης.

Εναλλακτική Ροή:

—

UC8 — Σάρωση Προσέλευσης

Κανονική Ροή:

1. Ο υπάλληλος πλησιάζει την κάρτα NFC ή σαρώνει QR Code.
2. Το σύστημα αναγνωρίζει το Card ID.
3. Επαληθεύει τον υπάλληλο στο Firestore.
4. Καταγράφει timestamp προσέλευσης.
5. Εμφανίζεται μήνυμα επιτυχίας με το όνομα του υπαλλήλου και την ώρα.

Εναλλακτική Ροή:

A2α: Offline — η εγγραφή αποθηκεύεται τοπικά και συγχρονίζεται μόλις αποκατασταθεί σύνδεση.

A2β: Άγνωστο Card ID — εμφανίζεται μήνυμα «Μη αναγνωρισμένη κάρτα».

UC9 — Σάρωση Αποχώρησης

Κανονική Ροή:

1. Ο υπάλληλος σαρώνει NFC ή QR.
2. Το σύστημα αναγνωρίζει ανοιχτή βάρδια.
3. Ενεργοποιείται η Καταγραφή Διάθεσης (UC10).
4. Ο υπάλληλος επιλέγει emoji διάθεσης.
5. Καταγράφεται timestamp αποχώρησης.

Εναλλακτική Ροή:

A2α: Offline — η εγγραφή αποθηκεύεται τοπικά και συγχρονίζεται αργότερα.

A2β: Δεν υπάρχει προσέλευση — εμφανίζεται ειδοποίηση σφάλματος.

UC10 — Καταγραφή Διάθεσης

Κανονική Ροή:

1. Το σύστημα εμφανίζει οθόνη επιλογής emoji.
2. Ο υπάλληλος επιλέγει την κατάλληλη διάθεση.
3. Το σύστημα αποθηκεύει την επιλογή μαζί με την εγγραφή αποχώρησης.

Εναλλακτική Ροή:

A2: Παράλειψη — ο υπάλληλος πατά «Παράλειψη» και η αποχώρηση καταγράφεται χωρίς επιλογή διάθεσης (mood: null).

UC11 — Σύνδεση με Card ID

Κανονική Ροή:

1. Ο υπάλληλος ανοίγει την Προσωπική Εφαρμογή.
2. Εισάγει το Card ID.
3. Το σύστημα επαληθεύει το Card ID στο Firestore.
4. Ο υπάλληλος αποκτά πρόσβαση στην εφαρμογή Geofencing.

Εναλλακτική Ροή:

A2: Μη έγκυρο Card ID — εμφανίζεται μήνυμα σφάλματος και ζητείται εκ νέου εισαγωγή.

UC12 — Λήψη Ειδοποιήσεων

Κανονική Ροή:

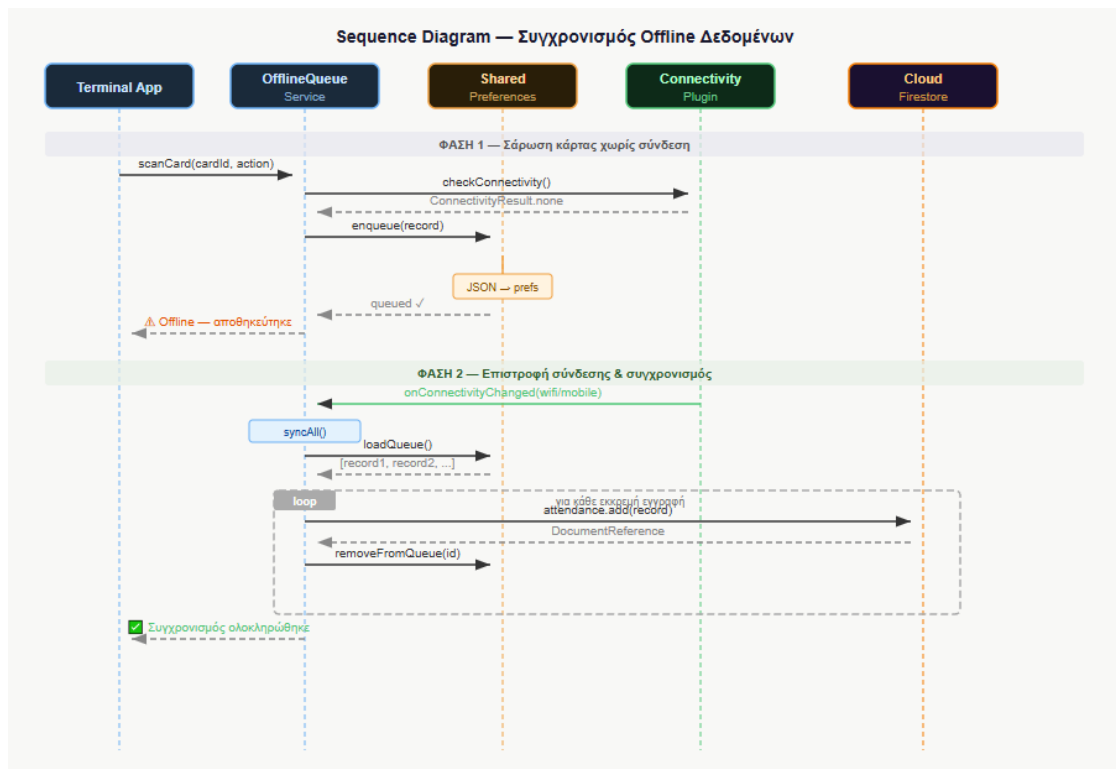
1. Η εφαρμογή παρακολουθεί συνεχώς τη θέση GPS μέσω stream.
2. Υπολογίζεται η απόσταση από το geofence με τον τύπο Haversine.
3. Όταν ο υπάλληλος εισέρχεται στη ζώνη, εμφανίζεται υπενθύμιση Προσέλευσης.
4. Αν εξέλθει χωρίς καταγεγραμμένη Αποχώρηση, εμφανίζεται ειδοποίηση υπενθύμισης.

Εναλλακτική Ροή:

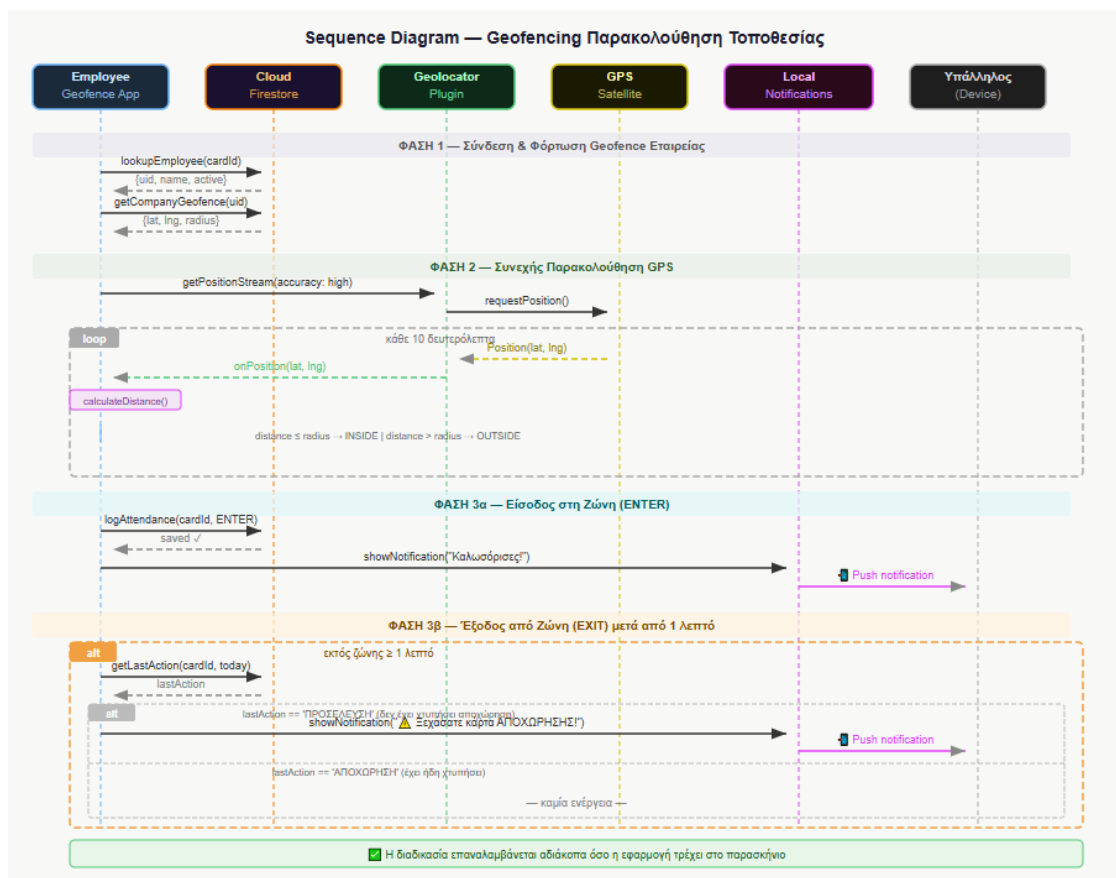
A1: GPS απενεργοποιημένο — εμφανίζεται ειδοποίηση που ζητά ενεργοποίηση τοποθεσίας. Η παρακολούθηση δεν ξεκινά έως ότου δοθεί άδεια.

3.4.3 Διαγράμματα Ακολουθίας

Για την τεκμηρίωση των κρίσιμων ροών λειτουργίας αναπτύχθηκαν δύο Διαγράμματα Ακολουθίας (Sequence Diagrams): το πρώτο περιγράφει τη ροή σάρωσης κάρτας σε συνθήκες offline και τον μηχανισμό αυτόματου συγχρονισμού με το Firestore όταν αποκατασταθεί η σύνδεση· το δεύτερο περιγράφει τη ροή λειτουργίας του Geofencing, από τη σύνδεση του υπαλλήλου με Card ID, τον συνεχή έλεγχο τοποθεσίας GPS, τον μηχανισμό buffer 1 λεπτού κατά την έξοδο από τη ζώνη, και την τελική αποστολή τοπικής ειδοποίησης εφόσον δεν έχει καταγραφεί αποχώρηση. Τα διαγράμματα αυτά παρατίθενται παρακάτω.



Σχήμα 3.7: Διάγραμμα Ακολουθίας — Συγχρονισμός Offline Δεδομένων



Σχήμα 3.8: Διάγραμμα Ακολουθίας — Geofencing Παρακολούθηση Τοποθεσίας

Κεφάλαιο 4ο: Σχεδιασμός Συστήματος

Το παρόν κεφάλαιο παρουσιάζει της αρχιτεκτονικές και σχεδιαστικές αποφάσεις που ελήφθησαν κατά την ανάπτυξη του συστήματος Smart Work Card Scanner. Ειδικότερα, αναλύεται η αρχιτεκτονική δύο κόμβων (Dual-Node Architecture) που αποτελεί τον πυρήνα του συστήματος, ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων και οι αποφάσεις σχετικά με τη δομή αποθήκευσης, ο σχεδιασμός της διεπαφής χρήστη (UI/UX) με παρουσίαση των βασικών οθονών, και τέλος το μοντέλο ασφαλείας που διασφαλίζει την απομόνωση δεδομένων μεταξύ εταιρειών.

Η σχεδίαση του συστήματος αποτέλεσε ένα διαρκές δίλημμα μεταξύ αντικρουόμενων απαιτήσεων: η ανάγκη για απλή, «passwordless» εμπειρία χρήσης από τον εργαζόμενο έρχεται αναπόφευκτα σε αντίθεση με της αρχές της ελάχιστης αναγκαίας πρόσβασης (Principle of Least Privilege). Οι παρακάτω ενότητες τεκμηριώνουν πώς εξισορροπήθηκαν αυτές οι απαιτήσεις, με ταυτόχρονη αναγνώριση των σημείων που απαιτούν μελλοντική βελτίωση.

4.1 Αρχιτεκτονική Συστήματος — Dual-Node Architecture

Η βασική αρχιτεκτονική φιλοσοφία του Smart Work Card Scanner στηρίζεται σε ένα μοντέλο δύο αλληλεπιδρώντων κόμβων (Dual-Node Architecture), το οποίο καταργεί την ανάγκη για ακριβό, ειδικό εξοπλισμό βιομετρικής αναγνώρισης. Αντ' αυτού, αξιοποιεί τη συνεργασία δύο «έξυπνων» κόμβων: της κινητής συσκευής του ίδιου του εργαζομένου και της κεντρικού τερματικού της επιχείρησης.

Αρχιτεκτονικά, το σύστημα ακολουθεί το μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή (client-server) σε περιβάλλον υπολογιστικού νέφους (Cloud Computing). Η υποδομή βασίζεται εξ ολοκλήρου στην πλατφόρμα Firebase της Google, η οποία αναλαμβάνει την αποθήκευση, τον συγχρονισμό σε πραγματικό χρόνο και τη διαχείριση ταυτότητας. Το σύστημα διαρθρώνεται σε τρεις κύριες εφαρμογές-κόμβους:

4.1.1 Κόμβος Α — Κεντρικό Τερματικό Σάρωσης

Ο πρώτος κόμβος είναι το Κεντρικό Τερματικό Σάρωσης, μια Flutter εφαρμογή που εγκαθίσταται σε ένα αφιερωμένο Android smartphone ή tablet τοποθετημένο στην είσοδο της επιχείρησης. Το τερματικό λειτουργεί σε μόνιμη κατάσταση σάρωσης (Scanner Mode) και αναλαμβάνει:

- Την ανάγνωση της φυσικής κάρτας NFC ή του στατικού QR Code του εργαζομένου.
- Την καταγραφή της κίνησης (check-in / check-out) με αυτόματη χρονοσφραγίδα (timestamp) στο Cloud Firestore.
- Την τοπική αποθήκευση κινήσεων σε περίπτωση διακοπής δικτύου (Offline Queue) και την αυτόματη επανάληψη συγχρονισμού (Auto-Sync) μόλις αποκατασταθεί η σύνδεση.
- Την παρουσίαση της διεπαφής Mood Tracking κατά την αποχώρηση υπαλλήλου.

4.1.2 Κόμβος Β — Προσωπική Εφαρμογή Εργαζομένου

Ο δεύτερος κόμβος είναι η Προσωπική Εφαρμογή Εργαζομένου, η οποία εγκαθίσταται στο προσωπικό smartphone του εργαζομένου. Ο εργαζόμενος συνδέεται αποκλειστικά με τον μοναδικό κωδικό του (Card ID), χωρίς κωδικό πρόσβασης. Η εφαρμογή εκτελεί αθόρυβα στο παρασκήνιο:

- Γεω-εντοπισμό (Geofencing) μέσω GPS, παρακολουθώντας πότε ο εργαζόμενος εισέρχεται ή εξέρχεται από τη γεωγραφική ζώνη της επιχείρησης.
- Αποστολή τοπικής ειδοποίησης (Push Notification) όταν ανιχνεύεται είσοδος ή έξοδος χωρίς αντίστοιχη καταγραφή στο Κεντρικό Τερματικό.

4.1.3 Κόμβος Γ — Διαδικτυακή Πύλη Διαχείρισης

Ο τρίτος κόμβος είναι η Διαδικτυακή Πύλη Διαχείρισης, μια Flutter Web εφαρμογή προσβάσιμη από οποιοδήποτε πρόγραμμα περιήγησης. Απευθύνεται στον Διαχειριστή (εργοδότη / HR) και παρέχει διαχείριση υπαλλήλων, παρακολούθηση παρουσιών σε πραγματικό χρόνο, εξαγωγή Excel και ανάλυση στατιστικών ευεξίας προσωπικού.

Πίνακας 4.1: Σύγκριση κόμβων συστήματος

Χαρακτηριστικό	Scanner Terminal	Employee App	Admin Dashboard
Πλατφόρμα	Flutter Android	Flutter Android	Flutter Web
Χρήστης	Τερματικό εταιρείας (shared)	Εργαζόμενος (personal)	Διαχειριστής / HR
Ταυτοποίηση	Firebase Auth (εταιρείας)	Card ID (passwordless)	Firebase Auth (εταιρείας)
Βασική λειτουργία	Σάρωση κάρτας, καταγραφή κίνησης	Geofencing, ειδοποιήσεις	Διαχείριση, αναφορές, Excel export
Offline λειτουργία	Ναι (Offline Queue + Auto-Sync)	Μερική (GPS τοπικά)	Όχι (απαιτεί σύνδεση)

4.2 Ροή Αποστολής Κάρτας Εργασίας μέσω Email

Κατά τη δημιουργία νέου υπαλλήλου, ο διαχειριστής έχει τη δυνατότητα να αποστείλει email ενεργοποίησης στον υπάλληλο μέσω ειδικού κουμπιού στο Admin Dashboard. Με την ενεργοποίηση αυτή, η εφαρμογή καλεί την Cloud Function `sendCardIdEmail` μέσω του μηχανισμού `httpsCallable` του Firebase SDK — χωρίς τη χρήση Firestore Trigger. Η επιλογή αυτή έγινε σκόπιμα: η κλήση γίνεται on-demand, αμέσως μετά την επιτυχή εγγραφή, εξασφαλίζοντας ότι το email αποστέλλεται μόνο κατόπιν ρητής επιλογής του διαχειριστή. Η Cloud Function παράγει δυναμικά έναν QR κώδικα βάσει του μοναδικού Card ID του υπαλλήλου, τον ενσωματώνει ως inline εικόνα στο HTML email μέσω της τεχνικής Content-ID (CID), και αποστέλλει το μήνυμα μέσω του πρωτοκόλλου SMTP της Google (Gmail) χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη Nodemailer.

4.3 Σχεδιασμός Βάσης Δεδομένων

Η βάση δεδομένων του συστήματος υλοποιείται στο Cloud Firestore, μια NoSQL βάση δεδομένων εγγράφων (document-oriented) της Google. Η επιλογή αυτή έναντι μιας σχεσιακής βάσης δεδομένων (SQL) υπαγορεύτηκε από συγκεκριμένες απαιτήσεις του συστήματος που ευνοούν το NoSQL παράδειγμα.

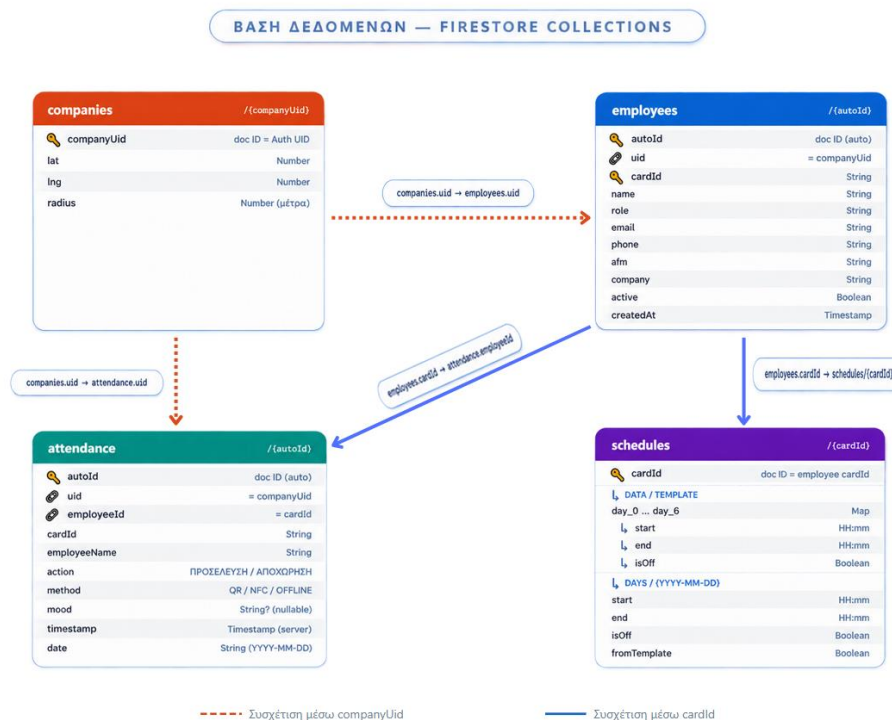
4.3.1 Αιτιολόγηση Επιλογής NoSQL / Cloud Firestore

Η χρήση NoSQL τεχνολογίας αντί SQL δεν αποτελεί αυθαίρετη επιλογή, αλλά συνέπεια συγκεκριμένων αρχιτεκτονικών αναγκών. Πρώτον, το Cloud Firestore παρέχει εγγενή ενσωμάτωση με τον υπόλοιπο χώρο του Firebase (Authentication, Hosting, Cloud Functions), γεγονός που εξαλείφει την ανάγκη

διαχείρισης ξεχωριστής βάσης δεδομένων. Δεύτερον, το μοντέλο των συνδρομών σε πραγματικό χρόνο (real-time listeners) του Firestore επιτρέπει στο Admin Dashboard να εμφανίζει άμεσα νέες κινήσεις χωρίς polling. Τρίτον, το ευέλικτο σχήμα εγγράφων (schema-less) διευκολύνει την επέκταση χωρίς migrations, ενώ ο ενσωματωμένος μηχανισμός offline persistence του SDK εξυπηρετεί τη λειτουργία Offline Queue χωρίς πρόσθετη ανάπτυξη.

4.3.2 Δομή Συλλογών

Η βάση δεδομένων του συστήματος οργανώνεται σε τέσσερις συλλογές Cloud Firestore, της απεικονίζεται στο Σχήμα 4.1. Η συλλογή companies αποθηκεύει τα γεωγραφικά στοιχεία κάθε εταιρείας (γεωγραφικό πλάτος, μήκος και ακτίνα geofencing), με κλειδί το companyId που ταυτίζεται με το UID του Firebase Authentication. Η συλλογή employees περιέχει τα στοιχεία κάθε εργαζόμενου (όνομα, ρόλος, email, τηλέφωνο, ΑΦΜ, Card ID) και συνδέεται με την εταιρεία μέσω του πεδίου uid. Η συλλογή attendance καταγράφει κάθε κίνηση (ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ ή ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ) με χρονική σήμανση διακομιστή, μέθοδο σάρωσης (QR, NFC ή OFFLINE) και προαιρετικό πεδίο διάθεσης (mood). Τέλος, η συλλογή schedules αποθηκεύει το εβδομαδιαίο πρότυπο ωραρίου κάθε εργαζόμενου (υποσυλλογή data/template) καθώς και της εξατομικευμένες ημέρες ανά ημερολογιακή ημέρα (υποσυλλογή days/{YYYY-MM-DD}). Οι συνδέσεις μεταξύ των συλλογών πραγματοποιούνται μέσω των πεδίων uid και cardId, εξασφαλίζοντας πλήρη απομόνωση δεδομένων ανά εταιρεία.



Σχήμα 4.1: Δομή συλλογών Cloud Firestore

4.3.3 Απόφαση Denormalization — Πεδίο employeeName

Μια ιδιαίτερα σημαντική σχεδιαστική απόφαση αφορά στην αποθήκευση του πεδίου employeeName απευθείας σε κάθε έγγραφο της συλλογής attendance, παράλληλα με το employeeId. Σε ένα σχεσιακό μοντέλο, αυτή θα θεωρούνταν denormalization (αποκανονικοποίηση). Στο Cloud Firestore, η εναλλακτική προσέγγιση θα απαιτούσε έναν πρόσθετο lookup για κάθε εγγραφή παρουσίας, με τριπλό

αρνητικό αντίκτυπο: αύξηση καθυστέρησης, αύξηση κόστους χρέωσης, και πιθανή αποτυχία εμφάνισης ονόματος σε offline συνθήκες. Η αποθήκευση του `employeeName` inline εξαλείφει και τα τρία προβλήματα, αποτελώντας συνειδητή αρχιτεκτονική επιλογή σύμφωνη με της συστάσεις σχεδίασης του Cloud Firestore.

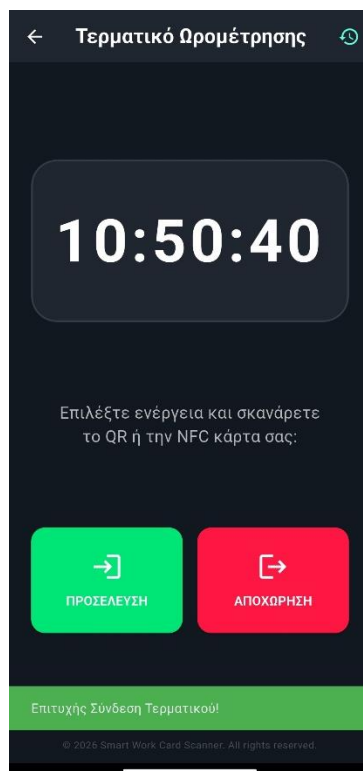
4.4 Σχεδιασμός Διεπαφής Χρήστη

Ο σχεδιασμός της διεπαφής χρήστη του Smart Work Card Scanner ακολουθεί της αρχές της ανθρωποκεντρικής σχεδίασης (Human-Centered Design), με έμφαση στην απλότητα, την ταχύτητα αλληλεπίδρασης και την ελαχιστοποίηση του γνωστικού φόρτου του χρήστη. Το σύστημα απευθύνεται σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες χρηστών με διαφορετικές ανάγκες — τον εργοδότη, τον εργαζόμενο ως χρήστη τερματικού, και τον εργαζόμενο ως χρήστη της εφαρμογής Geofencing — γεγονός που απαιτεί διακριτό σχεδιαστικό προφίλ για κάθε κόμβο.

Ως κοινό οπτικό πλαίσιο επιλέχθηκε το Dark Mode με σκούρα παλέτα χρωμάτων και neon λεπτομέρειες, το οποίο εξυπηρετεί διπλό σκοπό: προσφέρει ξεκούραστη χρήση σε OLED οθόνες σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού (της η είσοδος κτιρίου) και εξοικονομεί μπαταρία της Android συσκευές. Το Responsive Design εξασφαλίζει την ορθή εμφάνιση τόσο σε κινητές συσκευές (κάθετη κυλιόμενη διάταξη) όσο και σε web browser (δίπλευρο πλέγμα GridView).

4.4.1 Οθόνη Αναμονής — Κεντρικό Τερματικό Σάρωσης

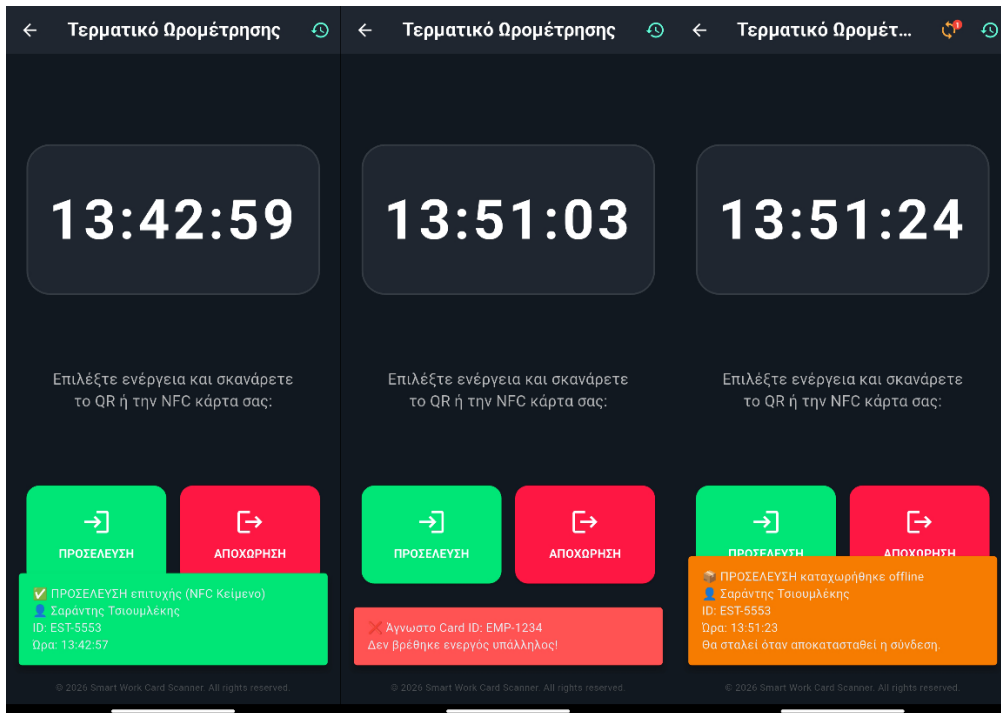
Η κεντρική οθόνη του τερματικού σάρωσης σχεδιάστηκε για συνεχή, αναποπτηρευτική λειτουργία. Εμφανίζει ψηφιακό ρολόι συγχρονισμένο σε πραγματικό χρόνο, ώστε οι εργαζόμενοι να βλέπουν την ακριβή ώρα κατά τη σάρωση. Δύο εμφανή κουμπιά — «ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ» και «ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ» — ορίζουν τον τύπο κίνησης πριν τη σάρωση. Η επιλογή χρωματικής κωδικοποίησης (πράσινο για Προσέλευση, κόκκινο για Αποχώρηση) επιτρέπει άμεση οπτική επιβεβαίωση. Επιπλέον, στην επάνω δεξιά γωνία της οθόνης διατίθεται κουμπί πρόσβασης στο Ιστορικό Κινήσεων, επιτρέποντας στον χειριστή του τερματικού να ελέγξει της πρόσφατες καταγραφές χωρίς να εξέλθει από την κύρια οθόνη σάρωσης.



Σχήμα 4.2: Οθόνη αναμονής Κεντρικού Τερματικού Σάρωσης

4.4.2 Οθόνη Αποτελέσματος Σάρωσης

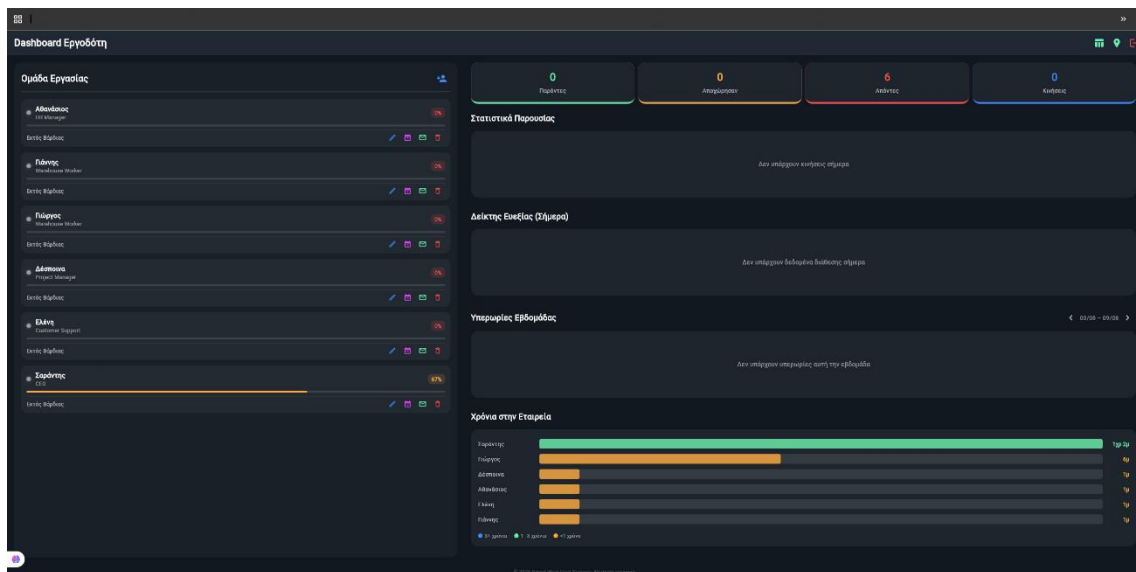
Μετά από κάθε επιτυχή σάρωση, εμφανίζεται άμεση οπτική επιβεβαίωση μέσω Snackbar με το όνομα του εργαζομένου, τον τύπο κίνησης και την ακριβή ώρα (π.χ. «✓ Καλημέρα, Γιώργος — Προσέλευση 08:32»). Σε περίπτωση αποτυχίας (άγνωστη κάρτα, offline αποθήκευση), εμφανίζεται αντίστοιχο μήνυμα προειδοποίησης. Η σχεδίαση εξασφαλίζει ότι η όλη διαδικασία ολοκληρώνεται σε λιγότερο από 1 δευτερόλεπτο ορατού χρόνου για τον εργαζόμενο.



Σχήμα 4.3: Οθόνη επιβεβαίωσης σάρωσης κάρτας

4.4.3 Admin Dashboard — Κεντρικός Πίνακας Ελέγχου

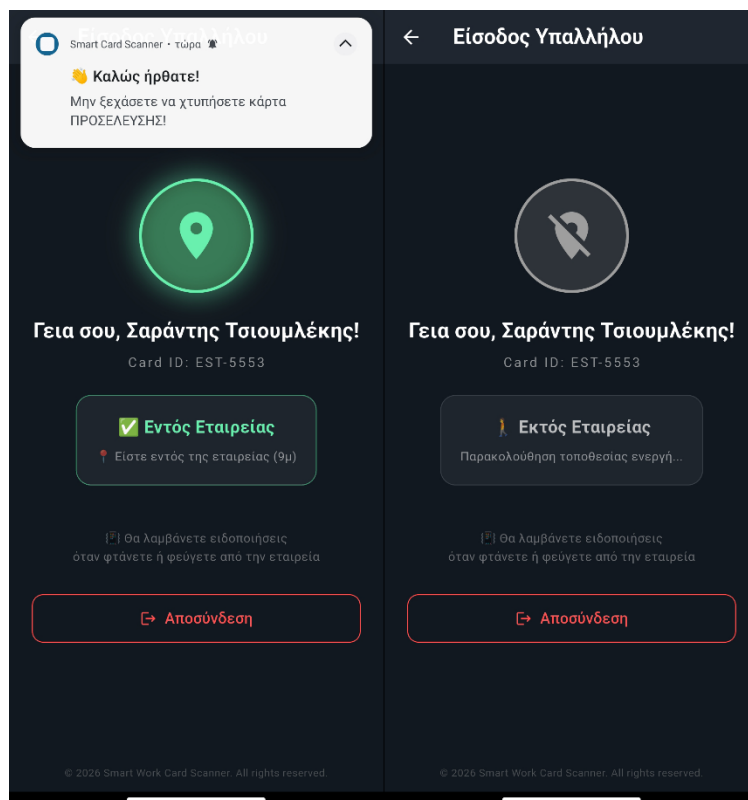
Το Admin Dashboard σχεδιάστηκε ως εργαλείο λήψης αποφάσεων για τον εργοδότη. Η κεντρική σελίδα παρουσιάζει συγκεντρωτικά στατιστικά ημέρας (σύνολο παρόντων, απόντων, αργοποριών) μέσω δυναμικών γραφημάτων σε πραγματικό χρόνο: κυκλικό γράφημα (PieChart) παρουσιών/απουσιών και ραβδόγραμμα (BarChart) υπερωριών ανά εβδομάδα. Η διάταξη ακολουθεί αρχές Information Design — τα στοιχεία που χρειάζονται άμεση προσοχή (απόντες, υπερωρίες) τοποθετούνται στο επάνω τμήμα της οθόνης.



Σχήμα 4.4: Κεντρικός Πίνακας Ελέγχου

4.4.4 Εφαρμογή Geofencing Εργαζομένου

Η εφαρμογή Geofencing του εργαζομένου σχεδιάστηκε με γνώμονα την απλότητα — ο εργαζόμενος δεν χρειάζεται να αλληλεπιδράσει ενεργά με την εφαρμογή κατά τη διάρκεια της εργάσιμης ημέρας. Η σύνδεση πραγματοποιείται μέσω απλής εισαγωγής του Card ID και η εφαρμογή λειτουργεί έκτοτε αθόρυβα στο παρασκήνιο. Η οθόνη εμφανίζει την τρέχουσα κατάσταση παρουσίας («Εντός Εταιρείας» ή «Εκτός Εταιρείας») μαζί με την απόσταση από τη γεωγραφική ζώνη σε μέτρα, ενώ τοπικές ειδοποιήσεις ενημερώνουν τον εργαζόμενο κατά την είσοδο ή έξοδο από τη ζώνη της εταιρείας.



Σχήμα 4.5: Εφαρμογή Geofencing εργαζομένου

4.5 Ασφάλεια και Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

Η ασφάλεια των δεδομένων αποτελεί κρίσιμο ζήτημα σε ένα σύστημα multi-tenancy, δηλαδή σε ένα σύστημα όπου της ανεξάρτητες εταιρείες χρησιμοποιούν την ίδια βάση δεδομένων. Στο Smart Work Card Scanner, η απομόνωση δεδομένων μεταξύ εταιρειών επιτυγχάνεται μέσω δύο συμπληρωματικών μηχανισμών: (α) του πεδίου uid που ενσωματώνεται σε κάθε έγγραφο και ισούται με το Firebase Auth UID του λογαριασμού εταιρείας, και (β) των Firestore Security Rules που επαληθεύουν την τιμή αυτή σε κάθε πρόσβαση.

4.5.1 Μηχανισμός Απομόνωσης ανά Εταιρεία

Κατά την εγγραφή της εταιρείας, το Firebase Authentication δημιουργεί ένα μοναδικό αναγνωριστικό (UID). Το UID αυτό αποθηκεύεται ως companyId στο έγγραφο companies/{uid} και ως πεδίο uid σε κάθε έγγραφο των συλλογών employees και attendance. Έτσι, όλα τα δεδομένα μιας εταιρείας φέρουν τη «σφραγίδα» του UID της. Οι Firestore Security Rules επαληθεύουν ότι ο αιτών λογαριασμός (request.auth.uid) ταυτίζεται με το UID του εγγράφου (resource.data.uid) πριν επιτρέψουν οποιαδήποτε πρόσβαση.

4.5.2 Αρχιτεκτονικό Δίλημμα — Passwordless vs Ασφάλεια

Η εφαρμογή εργαζομένου (Employee Geofence App) αποτελεί εξαίρεση στον παραπάνω κανόνα. Ο εργαζόμενος συνδέεται αποκλειστικά με το Card ID, χωρίς να δημιουργείται Firebase Auth session, επομένως κάθε ερώτημα εκτελείται με `request.auth == null`. Αυτό δημιουργεί ένα πραγματικό αρχιτεκτονικό δίλημμα: η εφαρμογή απαιτεί δημόσια αναγνωσιμότητα της συλλογής employees. Στην παρούσα έκδοση, η ισορροπία βρίσκεται στο να επιτρέπεται η ανάγνωση χωρίς ταυτοποίηση αλλά να απαγορεύεται ρητά η εγγραφή.

4.5.3 Firestore Security Rules

```
rules_version = '2';
service cloud.firestore {
  match /databases/{database}/documents {

    function isCompanyOwner(companyUid) {
      return request.auth != null
        && request.auth.uid == companyUid;
    }

    match /companies/{companyUid} {
      allow read: if true; // απαιτείται από ανώνυμη Geofence app
      allow create, update: if isCompanyOwner(companyUid);
      allow delete: if false;
    }

    match /employees/{employeeId} {
      allow read: if true; // απαιτείται για Card ID lookup
      allow create: if request.auth != null
        && request.resource.data.uid == request.auth.uid;
      allow update, delete: if isCompanyOwner(resource.data.uid);
    }

    match /attendance/{recordId} {
      allow read: if isCompanyOwner(resource.data.uid);
      allow create: if request.auth != null
        && request.resource.data.uid == request.auth.uid;
      allow update, delete: if false; // append-only log
    }

    match /schedules/{cardId} {
      allow read, write: if request.auth != null;
      match /days/{date} {
        allow read, write: if request.auth != null;
      }
    }
  }
}
```

Σχήμα 4.6: Κανόνες Ασφαλείας Firestore

Η συλλογή attendance προστατεύεται πλήρως: μόνο ο κάτοχος του λογαριασμού εταιρείας μπορεί να διαβάσει τα αρχεία παρουσιών, ενώ δεν επιτρέπεται διαγραφή ή τροποποίηση — διαμορφώνοντας ουσιαστικά ένα αμετάβλητο αρχείο καταγραφής (append-only log).

4.5.4 Γνωστοί Περιορισμοί & Μελλοντική Βελτίωση

Η ρύθμιση `allow read: if true` για της συλλογές `companies` και `employees` αποτελεί τον ασθενέστερο κρίκο της παρούσας λύσης και τεκμηριώνεται ρητά ως περιορισμός της τρέχουσας έκδοσης. Η προτεινόμενη μελλοντική λύση είναι η μεταφορά του `Card ID lookup` σε `Firebase Cloud Function`, η οποία θα εκδίδει ένα `custom Firebase Auth token` περιορισμένο στα δεδομένα της εταιρείας του εργαζομένου. Με αυτόν τον τρόπο, οι συλλογές `employees` και `companies` θα μπορούσαν να κλείσουν πλήρως σε αναγνώστες χωρίς ταυτοποίηση, χωρίς να χαθεί η «passwordless» εμπειρία χρήστη.

Κεφάλαιο 5ο: Υλοποίηση Συστήματος

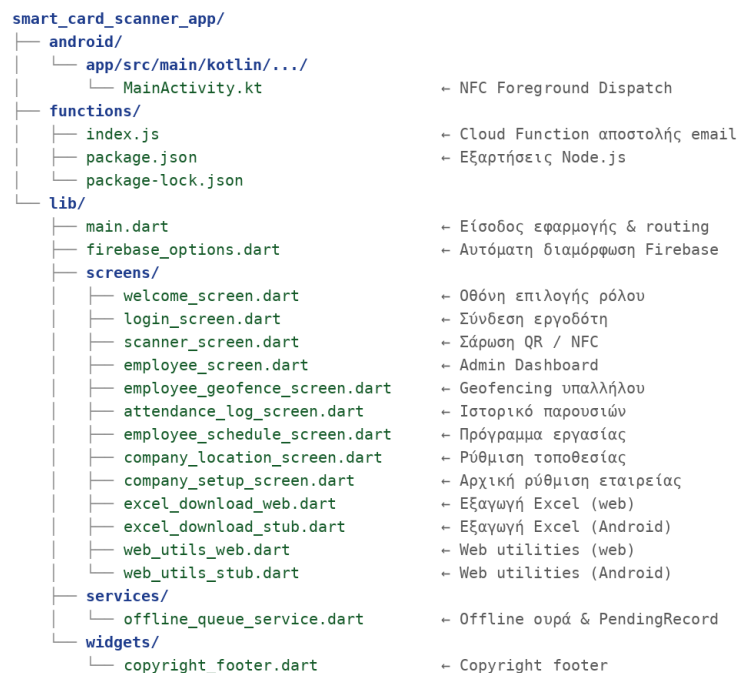
Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η τεχνική υλοποίηση του συστήματος Smart Work Card Scanner. Αναλύεται η οργάνωση του κώδικα, οι βασικοί αλγόριθμοι και τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και η ενσωμάτωση των επιμέρους υποσυστημάτων — Scanner Terminal, Admin Dashboard, Employee App και Cloud Functions — σε ένα ενιαίο λειτουργικό σύστημα. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται σε κρίσιμα τμήματα κώδικα (Key Code Snippets) που επιλύουν σύνθετα προβλήματα, όπως η επικοινωνία NFC μεταξύ Flutter και Android, η λογική ανίχνευσης γεωγραφικής ζώνης και η διαχείριση offline συγχρονισμού. Επιπλέον, το κεφάλαιο περιλαμβάνει αναλυτικές οδηγίες εγκατάστασης και χρήσης του συστήματος για κάθε τύπο χρήστη (εργοδότης, τερματικό σάρωσης, εργαζόμενος).

Το σύστημα αναπτύχθηκε αποκλειστικά με το πλαίσιο Flutter και τη γλώσσα Dart, ενώ ως backend χρησιμοποιήθηκε το Firebase (Firestore, Authentication, Cloud Functions). Η ανάπτυξη ακολούθησε μια pragmatic προσέγγιση: απλότητα στη διαχείριση κατάστασης, αξιοπιστία στη συνδεσιμότητα και ορθότητα στη γεωγραφική ανίχνευση.

5.1 Δομή του Project

Η οργάνωση του κώδικα ακολουθεί τη συμβατική δομή Flutter project, με σαφή διαχωρισμό ευθυνών μεταξύ οθονών (screens), υπηρεσιών (services) και μοντέλων δεδομένων (models). Αυτή η δομή διευκολύνει τη συντήρηση του κώδικα και την επεκτασιμότητα του συστήματος.

Δομή Φακέλων



Σχήμα 5.1: Δομή φακέλων του Flutter project

Η κατηγορία lib/ περιλαμβάνει τους εξής κύριους φακέλους:

- screens/ — Όλες οι οθόνες της εφαρμογής (login, employee, scanner, geofence, dashboard κ.ά.). Κάθε αρχείο αντιστοιχεί σε μία οθόνη.
- services/ — Υπηρεσίες επικοινωνίας με το backend: offline_queue_service.dart για τοπική αποθήκευση, geofence_service.dart για τη λογική GPS.

- `firebase_options.dart` — Αυτόματα παραγόμενο αρχείο με τα `credentials` Firebase για κάθε πλατφόρμα.
- `main.dart` — Σημείο εκκίνησης της εφαρμογής. Αρχικοποιεί το Firebase και δρομολογεί τον χρήστη ανάλογα με το περιβάλλον (`mobile` ή `web dashboard`).

Στον φάκελο `android/app/src/main/kotlin/` βρίσκεται το αρχείο `MainActivity.kt`, το οποίο υλοποιεί τη γέφυρα επικοινωνίας Flutter↔Android για τη λειτουργία NFC. Ο φάκελος `functions/` στη ρίζα του project περιλαμβάνει τον κώδικα `Node.js` για τα `Firebase Cloud Functions` (αποστολή email).

Το σύστημα ακολουθεί σαφή διαχωρισμό μεταξύ frontend και backend. Το frontend υλοποιήθηκε με το πλαίσιο Flutter και τη γλώσσα Dart, χρησιμοποιώντας αποκλειστικά το μοντέλο `StatefulWidget + setState()` για τη διαχείριση κατάστασης, χωρίς εξωτερικές βιβλιοθήκες όπως `Provider`, `Riverpod` ή `Bloc`. Ως backend χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το `Firebase` της Google με τις εξής υπηρεσίες: `Firestore` για αποθήκευση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, `Firebase Authentication` για διαχείριση σύνδεσης χρηστών και `Cloud Functions v2` για server-side λογική όπως η αποστολή email με `QR Code` μέσω `Nodemailer`.

5.2 Υλοποίηση του Scanner Terminal

Το `Scanner Terminal` είναι η κεντρική Android εφαρμογή που εκτελείται στη συσκευή σάρωσης. Υποστηρίζει δύο τρόπους ανάγνωσης ταυτότητας εργαζομένου: σάρωση NFC κάρτας και σάρωση `QR Code`. Παρέχει επίσης offline λειτουργία μέσω τοπικής ουράς αναμονής.

Στην κύρια οθόνη του `Scanner Terminal` εμφανίζεται το τρέχον ρολόι σε πραγματικό χρόνο, το οποίο ανανεώνεται κάθε δευτερόλεπτο μέσω περιοδικού `Timer`. Ο χρήστης επιλέγει τον τύπο καταχώρησης πατώντας ένα από τα δύο κουμπιά — `ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ` ή `ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ` — πριν εκκινήσει τη σάρωση. Η επιλογή αποθηκεύεται στη μεταβλητή `currentAction` και χρησιμοποιείται κατά την καταγραφή της εγγραφής στο `Firestore`. Το σύστημα ελέγχει επίσης την εγκυρότητα της επιλογής: δεν επιτρέπεται `ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ` αν δεν υπάρχει προηγούμενη `ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ` την ίδια ημέρα, και αντίστροφα. Επιπλέον, η οθόνη παρέχει πρόσβαση στο Ιστορικό Κινήσεων, όπου εμφανίζονται όλες οι καταγεγραμμένες εγγραφές παρουσίας από το `Firestore`.

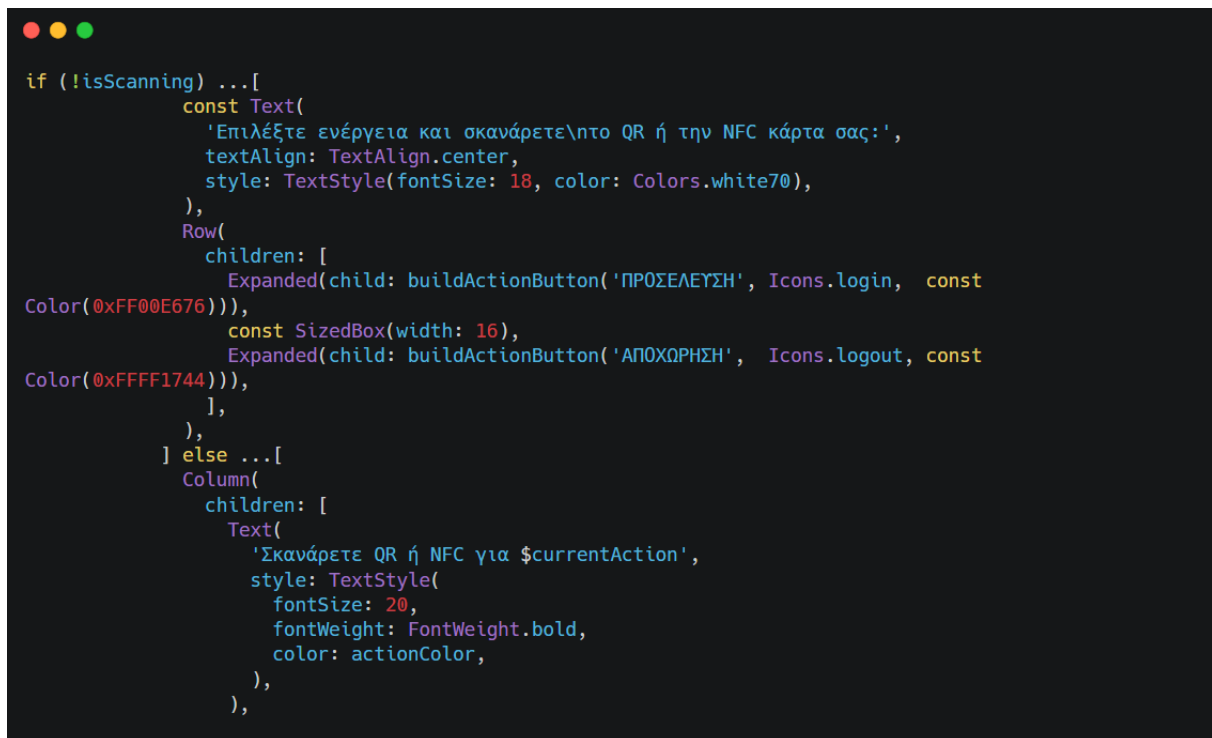


```

void _updateTime() {
  final now = DateTime.now();
  if (mounted) {
    setState(() {
      currentTime =
        "${now.hour.toString().padLeft(2, '0')}:${now.minute.toString().padLeft(2,
'0')}:${now.second.toString().padLeft(2, '0')}";
    });
  }
}

```

Σχήμα 5.2: Χρονόμετρο πραγματικού χρόνου με `Timer.periodic`



```

if (!isScanning) ...[
  const Text(
    'Επιλέξτε ενέργεια και σκανάρετε\ητο QR ή την NFC κάρτα σας:',
    textAlign: TextAlign.center,
    style: TextStyle(fontSize: 18, color: Colors.white70),
  ),
  Row(
    children: [
      Expanded(child: buildActionButton('ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ', Icons.login, const
Color(0xFF00E676))),
      const SizedBox(width: 16),
      Expanded(child: buildActionButton('ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ', Icons.logout, const
Color(0xFFFF1744))),
    ],
  ),
] else ...[
  Column(
    children: [
      Text(
        'Σκανάρετε QR ή NFC για $currentAction',
        style: TextStyle(
          fontSize: 20,
          fontWeight: FontWeight.bold,
          color: actionColor,
        ),
      ),
    ],
  ),
]

```

Σχήμα 5.3: Κουμπιά επιλογής τύπου σάρωσης ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ/ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ

5.2.1 NFC Foreground Dispatch μέσω MethodChannel

Η Flutter δεν παρέχει native υποστήριξη NFC Foreground Dispatch, επομένως η επικοινωνία με το Android NFC API υλοποιείται μέσω MethodChannel — τον μηχανισμό που επιτρέπει κλήση native κώδικα από τη Flutter. Το channel ορίζεται με το όνομα "com.example.smartCardScannerApp/nfc".

Το κρίσιμο πρόβλημα που επιλύεται εδώ είναι το εξής: χωρίς Foreground Dispatch, κάθε NFC tap ενώ η εφαρμογή τρέχει ανοίγει νέο Activity αντί να το χειριστεί η ήδη ενεργή οθόνη. Με τη χρήση του FLAG_ACTIVITY_SINGLE_TOP η εφαρμογή παραμένει στο προσκήνιο και χειρίζεται το NFC intent εσωτερικά χωρίς να δημιουργείται νέο Activity.

Στη Flutter πλευρά, η οθόνη σάρωσης καλεί enableForegroundDispatch() στο onResume() και disableForegroundDispatch() στο onPause() μέσω του MethodChannel, εξασφαλίζοντας ότι η σάρωση NFC είναι ενεργή μόνο όταν η οθόνη είναι στο προσκήνιο. Όταν ο χρήστης φέρνει κάρτα NFC κοντά στη συσκευή, το Android ενεργοποιεί την onNewIntent() του MainActivity, η οποία διαβάζει τα bytes του NFC tag (NDEF payload) και τα προωθεί πίσω στη Flutter μέσω EventChannel.

```

class MainActivity : FlutterActivity() {
    private val CHANNEL = "com.example.smartCardScannerApp/nfc"
    private var nfcAdapter: NfcAdapter? = null

    override fun configureFlutterEngine(flutterEngine: FlutterEngine) {
        super.configureFlutterEngine(flutterEngine)
        nfcAdapter = NfcAdapter.getDefaultAdapter(this)
        MethodChannel(flutterEngine.dartExecutor.binaryMessenger, CHANNEL)
            .setMethodCallHandler { call, result ->
                when (call.method) {
                    "enableForegroundDispatch" -> {
                        val nfcIntent = Intent(this, javaClass).apply {
                            addFlags(Intent.FLAG_ACTIVITY_SINGLE_TOP)
                        }
                        val pendingIntent = PendingIntent.getActivity(
                            this, 0, nfcIntent, PendingIntent.FLAG_MUTABLE
                        )
                        nfcAdapter?.enableForegroundDispatch(
                            this, pendingIntent, null, null
                        )
                        result.success(null)
                    }
                    "disableForegroundDispatch" -> {
                        nfcAdapter?.disableForegroundDispatch(this)
                        result.success(null)
                    }
                    else -> result.notImplemented()
                }
            }
    }

    override fun onNewIntent(intent: Intent) {
        super.onNewIntent(intent)
        // Το intent δεν εκκινεί νέο Activity
    }
}

```

Σχήμα 5.4: Υλοποίηση NFC Foreground Dispatch μέσω MethodChannel

5.2.2 Σάρωση QR Code

Για τη σάρωση QR Code χρησιμοποιείται το πακέτο `mobile_scanner`. Η κάμερα ενεργοποιείται και αναλύει συνεχώς τα frames αναζητώντας QR Code. Μόλις εντοπιστεί έγκυρος κώδικας, εξάγεται το Card ID από το payload και ακολουθεί η ίδια λογική επαλήθευσης με την NFC σάρωση.

```

MobileScanner(
    controller: _cameraController,
    onDetect: (capture) {
        if (_isProcessing) return;
        final barcodes = capture.barcodes;
        if (barcodes.isNotEmpty && barcodes.first.rawValue != null) {
            _isProcessing = true;
            cancelScan();
            _handleScanResult(barcodes.first.rawValue!, "QR Code");
        }
    },
),

```

Σχήμα 5.5: Υλοποίηση σάρωσης QR Code μέσω MobileScanner

5.2.3 Offline Queue — Αποθήκευση και Συγχρονισμός

Ένα από τα σημαντικότερα τεχνικά προβλήματα του συστήματος είναι η διαχείριση εγγραφών παρουσίας όταν η συσκευή δεν έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο. Η λύση υλοποιείται μέσω μιας ουράς αναμονής (offline queue) που αποθηκεύεται τοπικά στο SharedPreferences της συσκευής.

Ορίζεται η κλάση PendingRecord με όλα τα πεδία μιας εγγραφής παρουσίας, καθώς και ένα μοναδικό τοπικό αναγνωριστικό (localId) που δημιουργείται με uuid για την ακριβή αναγνώριση και αφαίρεση κάθε εγγραφής από την ουρά μετά την επιτυχή αποστολή στο Firestore.

```

class PendingRecord {
    final String localId; // UUID για ακριβή αφαίρεση από queue
    final String cardId;
    final String employeeName;
    final String type; // ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ | ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ
    final DateTime timestamp;
    ...
}

```

Σχήμα 5.6: Κλάση PendingRecord — Δομή εγγραφής offline ουράς

Η μέθοδος addToQueue() μετατρέπει το PendingRecord σε JSON και το αποθηκεύει στο SharedPreferences. Η μέθοδος syncAll() εκτελείται αυτόματα κάθε φορά που αποκαθίσταται σύνδεση: διατρέχει την ουρά, αποστέλλει κάθε εγγραφή στο Firestore και αφαιρεί μόνο τις επιτυχώς αποσταλμένες, με βάση το localId. Σε περίπτωση αποτυχίας, η διαδικασία διακόπτεται (break) ώστε να διατηρηθεί η σειρά των εγγραφών.

5.3 Υλοποίηση του Admin Dashboard

Το Admin Dashboard είναι διαθέσιμο τόσο ως Android εφαρμογή όσο και ως web εφαρμογή μεταγλωττισμένη σε JavaScript μέσω Flutter Web και φιλοξενούμενη στο Firebase Hosting. Ο κώδικας είναι κοινός Flutter και το σύστημα δρομολογεί αυτόματα τον χρήστη στο κατάλληλο περιβάλλον βάσει της πλατφόρμας εκτέλεσης. Παρέχει πλήρη επισκόπηση παρουσιών, διαχείριση υπαλλήλων, ρύθμιση geofence και εξαγωγή δεδομένων σε Excel.

Συγκεκριμένα, το Dashboard περιλαμβάνει τις εξής λειτουργίες:

- Διαχείριση υπαλλήλων: προσθήκη, επεξεργασία και διαγραφή εγγράφων
- Παρακολούθηση παρουσιών με γραφήματα PieChart και BarChart σε πραγματικό χρόνο
- Εξαγωγή μηνιαίου και ετήσιου συγκεντρωτικού Excel με αυτόματο υπολογισμό υπερωριών
- Διαχείριση προγράμματος εργασίας (ωράριο, ρεπό, βάρδιες)
- Ρύθμιση γεωγραφικής ζώνης geofence (συντεταγμένες και ακτίνα)
- Αποσύνδεση από το σύστημα

5.3.1 Διαχείριση Υπαλλήλων

Η οθόνη διαχείρισης υπαλλήλων παρέχει πλήρη CRUD λειτουργικότητα (Create, Read, Update, Delete). Κάθε εγγραφή υπαλλήλου αποθηκεύεται στο collection employees του Firestore και συνδέεται με τον λογαριασμό της εταιρείας μέσω του πεδίου uid.

Κατά την προσθήκη νέου υπαλλήλου, ο εργοδότης συμπληρώνει τα εξής υποχρεωτικά πεδία: Ονοματεπώνυμο, Ρόλος, Email, Τηλέφωνο και ΑΦΜ. Το πεδίο Εταιρεία προσυμπληρώνεται αυτόματα από το σύστημα βάσει του λογαριασμού του εργοδότη. Το σύστημα ελέγχει αυτόματα αν όλα τα πεδία έχουν συμπληρωθεί πριν την αποθήκευση. Παράλληλα αποθηκεύεται και το Card ID του υπαλλήλου, το οποίο παράγεται αυτόματα και αποτελεί το μοναδικό αναγνωριστικό για τη σάρωση παρουσίας. Ο εργοδότης μπορεί να αποστείλει το Card ID απευθείας στον εργαζόμενο μέσω email πατώντας το αντίστοιχο κουμπί αποστολής, το οποίο ενεργοποιεί την Cloud Function sendCardIdEmail και αποστέλλει email με το Card ID ως QR Code.

Για την επεξεργασία, ο εργοδότης επιλέγει υπάρχοντα υπάλληλο και τροποποιεί τα στοιχεία του μέσω αντίστοιχου dialog. Τα αλλαγμένα δεδομένα αποθηκεύονται στο Firestore με update(). Για τη διαγραφή, το σύστημα ζητά επιβεβαίωση πριν την οριστική αφαίρεση της εγγραφής με delete().



```
await FirebaseFirestore.instance.collection('employees').add({
  'name':      nCtrl.text.trim(),
  'role':      rCtrl.text.trim(),
  'email':     eCtrl.text.trim(),
  'phone':     pCtrl.text.trim(),
  'afm':       aCtrl.text.trim(),
  'company':   cCtrl.text.trim(),
  'cardId':    cardCtrl.text,
  'active':    true,
  'uid':       _uid, // ✓ Σύνδεση με τον λογαριασμό της εταιρείας
  'createdAt': FieldValue.serverTimestamp(),
});
```

Σχήμα 5.7: Αποθήκευση νέου υπαλλήλου στο Firestore

5.3.2 Διαχείριση Κατάστασης

Για τη διαχείριση κατάστασης επιλέχθηκε η προσέγγιση `StatefulWidget` με `setState()`, η οποία αποτελεί τον ενσωματωμένο μηχανισμό κατάστασης της Flutter. Η επιλογή αυτή έγινε συνειδητά: το Dashboard αποτελείται από σχετικά ανεξάρτητες οθόνες με περιορισμένη ανάγκη κοινής κατάστασης, επομένως η χρήση εξωτερικών βιβλιοθηκών όπως `Provider`, `Riverpod` ή `Bloc` θα πρόσθετε αρχιτεκτονική πολυπλοκότητα χωρίς αντίστοιχο όφελος για το παρόν σύστημα.

Τα δεδομένα φορτώνονται από το `Firestore` μέσω `StreamBuilder`, ο οποίος ακούει αλλαγές σε πραγματικό χρόνο και ενημερώνει αυτόματα το UI χωρίς να χρειάζεται ανανέωση της σελίδας. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται διπλός `StreamBuilder` που ακούει ταυτόχρονα δύο `collections` του `Firestore` — `employees` και `attendance`. Με βάση τα δεδομένα αυτά υπολογίζονται αυτόματα και εμφανίζονται σε stat cards τέσσερις βασικές μετρήσεις για την τρέχουσα ημέρα: ο αριθμός των παρόντων εργαζομένων (έχουν `ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ` χωρίς `ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ`), ο αριθμός αυτών που αποχώρησαν, ο αριθμός των απόντων και ο συνολικός αριθμός κινήσεων ημέρας.

```
StreamBuilder<QuerySnapshot>(  
  stream: FirebaseFirestore.instance  
    .collection('employees')  
    .where('uid', isEqualTo: _uid)  
    .where('active', isEqualTo: true)  
    .snapshots(),  
  builder: (context, empSnap) {  
    final totalEmp = empSnap.data?.docs.length ?? 0;  
    return StreamBuilder<QuerySnapshot>(  
      stream: FirebaseFirestore.instance  
        .collection('attendance')  
        .where('uid', isEqualTo: _uid)  
        .where('date', isEqualTo: _today)  
        .snapshots(),  
      builder: (context, attSnap) {  
        final docs = attSnap.data?.docs ?? [];  
        final arrivedIds = docs  
          .where((d) => (d.data() as Map)['action'] == 'ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ')  
          .map((d) => (d.data() as Map)['employeeId'] as String? ?? '')  
          .toSet();  
        final departedIds = docs  
          .where((d) => (d.data() as Map)['action'] == 'ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ')  
          .map((d) => (d.data() as Map)['employeeId'] as String? ?? '')  
          .toSet();  
        final activeCount = arrivedIds.difference(departedIds).length;  
        final leftCount = departedIds.length;  
        final absentCount = (totalEmp - arrivedIds.length).clamp(0, totalEmp);  
        return Row(children: [  
          Expanded(child: _buildStatCard('Παρόντες', '$activeCount', Colors.greenAccent)),  
          const SizedBox(width: 8),  
          Expanded(child: _buildStatCard('Αποχώρησαν', '$leftCount', Colors.orangeAccent)),  
          const SizedBox(width: 8),  
          Expanded(child: _buildStatCard('Απόντες', '$absentCount', Colors.redAccent)),  
          const SizedBox(width: 8),  
          Expanded(child: _buildStatCard('Κινήσεις', '${docs.length}', Colors.blueAccent)),  
        ]),  
      ),  
    ),  
  ),  
),
```

Σχήμα 5.8: `StreamBuilder` για παρακολούθηση υπαλλήλων και παρουσιών σε πραγματικό χρόνο

5.3.3 Γραφήματα Παρουσιών

Για την οπτικοποίηση των δεδομένων χρησιμοποιείται το πακέτο `fl_chart`. Υλοποιούνται τέσσερα γραφήματα:

- PieChart Παρουσίας: εμφανίζει την αναλογία ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗΣ και ΑΠΟΧΩΡΗΣΗΣ για την τρέχουσα ημέρα με ποσοστά επί τοις εκατό.
- BarChart Δείκτη Ευεξίας: δείχνει πόσοι εργαζόμενοι επέλεξαν κάθε κατηγορία διάθεσης (emoji) κατά την αποχώρησή τους, παρέχοντας στον εργοδότη άμεση εικόνα της ψυχολογικής κατάστασης της ομάδας.
- BarChart Υπερωριών: εμφανίζει τις υπερωρίες ανά εργαζόμενο για την επιλεγμένη περίοδο, υπολογισμένες αυτόματα βάσει του ωραρίου.
- BarChart Χρόνων στην Εταιρεία: εμφανίζει πόσα χρόνια υπηρετεί κάθε εργαζόμενος στην εταιρεία.

Όλα τα γραφήματα ανανεώνονται αυτόματα σε πραγματικό χρόνο μέσω `StreamBuilder`.

```
StreamBuilder<QuerySnapshot>(  
  stream: FirebaseFirestore.instance  
    .collection('attendance')  
    .where('uid', isEqualTo: _uid)  
    .where('date', isEqualTo: _today)  
    .snapshots(),  
  builder: (context, snap) {  
    final docs = snap.data?.docs ?? [];  
    final arrivals = docs.where((d) => d['action'] == 'ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ').length.toDouble();  
    final departures = docs.where((d) => d['action'] == 'ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ').length.toDouble();  
    final total = arrivals + departures;  
    if (total == 0) {  
      return Container(height: 150, alignment: Alignment.center,  
        decoration: BoxDecoration(color: const Color(0xFF1E252D), borderRadius:  
BorderRadius.circular(16)),  
        child: const Text('Δεν υπάρχουν κινήσεις σήμερα', style: TextStyle(color:  
Colors.white54)));  
    }  
    return Container(  
      height: 250, padding: const EdgeInsets.all(16),  
      decoration: BoxDecoration(color: const Color(0xFF1E252D), borderRadius:  
BorderRadius.circular(16)),  
      child: Row(children: [  
        Expanded(flex: 3, child: PieChart(PieChartData(  
          sectionsSpace: 2, centerSpaceRadius: 40,  
          sections: [  
            PieChartSectionData(color: Colors.greenAccent, value: arrivals, title:  
'${(arrivals/total*100).toStringAsFixed(0)}%', radius: 30, titleStyle: const TextStyle(fontSize: 13,  
fontWeight: FontWeight.w900, color: Colors.black87)),  
            PieChartSectionData(color: Colors.orangeAccent, value: departures, title:  
'${(departures/total*100).toStringAsFixed(0)}%', radius: 30, titleStyle: const TextStyle(fontSize: 13,  
fontWeight: FontWeight.w900, color: Colors.black87)),  
          ],  
        )),  
        Expanded(flex: 2, child: Column(mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.center,  
crossAxisAlignment: CrossAxisAlignment.start, children: [  
          _buildLegendItem(Colors.greenAccent, 'Προσελεύσεις (${arrivals.toInt()})'),  
          const SizedBox(height: 10),  
          _buildLegendItem(Colors.orangeAccent, 'Αποχωρήσεις (${departures.toInt()})'),  
        ]),  
      ]),  
    );  
  },  
)
```

Σχήμα 5.9: PieChart Στατιστικών Παρουσίας

5.3.4 Εξαγωγή Excel

Η εξαγωγή δεδομένων υλοποιείται με το πακέτο excel και παρέχει δύο επιλογές εξαγωγής:

Το Μηνιαίο Excel περιλαμβάνει αναλυτικές εγγραφές παρουσιών ανά εργαζόμενο για τον επιλεγμένο μήνα. Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε μία κίνηση (ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ ή ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ) με ημερομηνία και ώρα.

Το Ετήσιο Συγκεντρωτικό Excel περιλαμβάνει τις εξής στήλες για κάθε εργαζόμενο: Υπάλληλος, Ρόλος, Εργάσιμες (Δηλωθείσες), Παρουσίες, Απουσίες, Ρεπό, Υπερωρίες σε λεπτά και Υπερωρίες σε ώρες. Οι υπερωρίες υπολογίζονται αυτόματα βάσει του αποθηκευμένου ωραρίου κάθε εργαζομένου στο Firestore.

```
final summaryHeaders = ['Υπάλληλος', 'Ρόλος', 'Εργάσιμες (Δηλ.)', 'Παρουσίες', 'Απουσίες', 'Ρεπό', 'Υπερωρίες (λεπτά)', 'Υπερωρίες (ώρες)'];
```

Σχήμα 5.10: Headers ετήσιου συγκεντρωτικού Excel

5.3.5 Ρύθμιση Geofence

Μέσω της οθόνης company_location_screen.dart ο εργοδότης ορίζει τη γεωγραφική ζώνη της εταιρείας. Έχει δύο επιλογές για τον ορισμό της τοποθεσίας: είτε πατώντας σε σημείο του χάρτη, είτε χρησιμοποιώντας την τρέχουσα τοποθεσία της συσκευής μέσω του Geolocator. Στη συνέχεια ορίζει την ακτίνα της ζώνης σε μέτρα μέσω ενός slider (προεπιλογή: 100 μέτρα). Τα δεδομένα (lat, lng, radius) αποθηκεύονται στο collection companies του Firestore και χρησιμοποιούνται από την Employee App για τον υπολογισμό εισόδου/εξόδου με τον αλγόριθμο Haversine.

```
Future<void> _saveLocation() async {
  setState(() => _isSaving = true);
  try {
    await FirebaseFirestore.instance
      .collection('companies')
      .doc(_uid)
      .set({
        'lat': _selectedLocation.latitude,
        'lng': _selectedLocation.longitude,
        'radius': _radius,
      }, SetOptions(merge: true));
  } catch (e) {
    // Handle error
  }
}
```

Σχήμα 5.11: Αποθήκευση συντεταγμένων geofence στο Firestore

5.3.6 Αποσύνδεση

Η αποσύνδεση πραγματοποιείται μέσω της κλήσης FirebaseAuth.instance.signOut(). Το σύστημα διαχειρίζεται τις δύο πλατφόρμες διαφορετικά: στο web γίνεται ανακατεύθυνση στη ρίζα του site μέσω

reloadToRoot(), ενώ στο Android ο χρήστης μεταφέρεται στην αρχική οθόνη WelcomeScreen με πλήρη καθαρισμό του navigation stack, ώστε να μην μπορεί να επιστρέψει στο Dashboard πατώντας το πλήκτρο πίσω.



```
IconButton(  
  icon: const Icon(Icons.logout, color: Colors.redAccent),  
  tooltip: 'Αποσύνδεση',  
  onPressed: () async {  
    await FirebaseAuth.instance.signOut();  
    if (kIsWeb) {  
      reloadToRoot();  
    } else if (context.mounted) {  
      Navigator.of(context).pushAndRemoveUntil(  
        MaterialPageRoute(builder: (_) => const WelcomeScreen()),  
        (route) => false,  
      );  
    }  
  },  
),
```

Σχήμα 5.12: Λογική αποσύνδεσης για web και Android

5.4 Υλοποίηση του Employee App

Η Employee App είναι η προσωπική εφαρμογή του κάθε εργαζομένου. Ο εργαζόμενος συνδέεται με το Card ID του και αποκτά πρόσβαση στη λειτουργία Geofencing, η οποία παρακολουθεί συνεχώς τη θέση του και τον ειδοποιεί να χτυπήσει κάρτα όταν εισέρχεται ή εξέρχεται από τον χώρο εργασίας.

5.4.1 Σύνδεση με Card ID

Η πρόσβαση στην Employee App δεν απαιτεί email και κωδικό — ο εργαζόμενος εισάγει απλώς το Card ID που του έχει αποσταλεί μέσω email από τον εργοδότη. Το σύστημα αναζητά το Card ID στο collection employees του Firestore και αν βρεθεί, ο εργαζόμενος αποκτά πρόσβαση στην εφαρμογή. Αν το Card ID δεν αναγνωριστεί, εμφανίζεται μήνυμα σφάλματος και ζητείται εκ νέου εισαγωγή. Αυτή η προσέγγιση απλοποιεί σημαντικά τη διαδικασία σύνδεσης για τον εργαζόμενο, ο οποίος δεν χρειάζεται να θυμάται κωδικό πρόσβασης.

```

Future<void> _loginWithCardId() async {
  final cardId = _cardIdController.text.trim().toUpperCase();
  if (cardId.isEmpty) return;

  setState(() => _isLoading = true);

  try {
    // Αναζήτηση υπαλλήλου στο Firestore
    final empQuery = await FirebaseFirestore.instance
      .collection('employees')
      .where('cardId', isEqualTo: cardId)
      .where('active', isEqualTo: true)
      .get();

    if (empQuery.docs.isEmpty) {
      if (mounted) {
        ScaffoldMessenger.of(context).showSnackBar(const SnackBar(
          content: Text('✗ Δεν βρέθηκε υπάλληλος με αυτό το Card ID!'),
          backgroundColor: Colors.redAccent,
        ));
      }
      setState(() => _isLoading = false);
      return;
    }

    final empData = empQuery.docs.first.data();
    _employeeName = empData['name'] ?? '';
    _cardId = cardId;
    ...
  }
}

```

Σχήμα 5.13: Σύνδεση εργαζομένου με Card ID

5.4.2 Αλγόριθμος Haversine για Γεωγραφική Ανίχνευση

Η μέτρηση της απόστασης μεταξύ της τρέχουσας θέσης του εργαζομένου και του κέντρου του geofence υπολογίζεται με τον τύπο Haversine. Ο αλγόριθμος υπολογίζει τη μεγάλοκυκλη απόσταση μεταξύ δύο σημείων στην επιφάνεια της Γης, λαμβάνοντας υπόψη την καμπυλότητά της. Η Flutter παρέχει την υλοποίηση μέσω της μεθόδου `Geolocator.distanceBetween()` του πακέτου `geolocator`.

Η μέτρηση απόστασης εκτελείται κάθε φορά που η συσκευή μετακινείται τουλάχιστον 20 μέτρα (`distanceFilter: 20`), εξοικονομώντας ενέργεια χωρίς να θυσιάζεται η ακρίβεια. Αν η απόσταση είναι μικρότερη ή ίση της ακτίνας του geofence (`_companyRadius`), ο εργαζόμενος θεωρείται εντός ζώνης.



```

final uid = empData['uid'] as String? ?? '';
if (uid.isNotEmpty) {
    final companyDoc = await FirebaseFirestore.instance
        .collection('companies')
        .doc(uid)
        .get();
    if (companyDoc.exists) {
        _companyLat = companyDoc.data()?['lat'] as double?;
        _companyLng = companyDoc.data()?['lng'] as double?;
        _companyRadius = (companyDoc.data()?['radius'] as num?)?.toDouble() ?? 100;
    }
}

```

Σχήμα 5.14: Φόρτωση συντεταγμένων geofence από Firestore

5.4.3 Λογική Εισόδου και Εξόδου Ζώνης

Η μέθοδος `_checkGeofence()` εκτελείται σε κάθε νέα θέση GPS. Συγκρίνει την προηγούμενη κατάσταση (`wasInside`) με την τρέχουσα (`nowInside`) για να εντοπίσει μεταβάσεις:

- ΕΙΣΟΔΟΣ (`wasInside=false`, `nowInside=true`): Ακυρώνεται τυχόν εκκρεμής χρονοδιακόπτης εξόδου και εμφανίζεται ειδοποίηση υπενθύμισης σάρωσης ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗΣ.
- ΕΞΟΔΟΣ (`wasInside=true`, `nowInside=false`): Ενεργοποιείται χρονοδιακόπτης 1 λεπτού. Αν παρέλθει το λεπτό και ο εργαζόμενος δεν έχει επιστρέψει, γίνεται έλεγχος στο Firestore για τυχόν ξεχασμένη ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ και εμφανίζεται αντίστοιχη ειδοποίηση.

Η καθυστέρηση του ενός λεπτού πριν την ειδοποίηση εξόδου αποτρέπει ψευδείς ειδοποιήσεις σε περίπτωση παροδικής απώλειας GPS σήματος ή στιγμιαίας εξόδου από τα όρια της ζώνης.

```

void _checkGeofence(Position position) async {
    if (_companyLat == null || _companyLng == null) return;

    final distance = Geolocator.distanceBetween(
        position.latitude,
        position.longitude,
        _companyLat!,
        _companyLng!,
    );

    final wasInside = _isInsideZone;
    final nowInside = distance <= _companyRadius;

    setState(() {
        _isInsideZone = nowInside;
        _statusText = nowInside
            ? '📍 Είστε εντός της εταιρείας (${distance.toStringAsFixed(0)}μ)'
            : '📍 Είστε εκτός εταιρείας (${distance.toStringAsFixed(0)}μ)';
    });

    // ENTER: Μπήκε στη ζώνη – ακύρωσε τυχόν εκκρεμές EXIT
    if (!wasInside && nowInside) {
        _exitTimer?.cancel();
        _exitTimer = null;
        await _showNotification(
            '👋 Καλώς ήρθατε!',
            'Μην ξεχάσετε να χτυπήσετε κάρτα ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗΣ!',
        );
    }
}

```

Σχήμα 5.15: Υλοποίηση λογικής ανίχνευσης γεωγραφικής ζώνης με αλγόριθμο Haversine

5.4.4 Ειδοποιήσεις

Το σύστημα ειδοποιήσεων υλοποιείται μέσω του πακέτου `flutter_local_notifications`. Εμφανίζονται δύο τύποι ειδοποιήσεων:

- Ειδοποίηση Εισόδου: εμφανίζεται όταν ο εργαζόμενος εισέλθει στη ζώνη geofence, με μήνυμα "Καλώς ήρθατε! Μην ξεχάσετε να χτυπήσετε κάρτα ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗΣ!".
- Ειδοποίηση Εξόδου: εμφανίζεται μετά από 1 λεπτό από την έξοδο της ζώνης, υπενθυμίζοντας στον εργαζόμενο να σαρώσει κάρτα ΑΠΟΧΩΡΗΣΗΣ εφόσον δεν το έχει κάνει ήδη.

Οι ειδοποιήσεις εμφανίζονται και όταν η εφαρμογή βρίσκεται στο παρασκήνιο, εφόσον έχει δοθεί η απαραίτητη άδεια "Πάντα να επιτρέπεται" για την τοποθεσία κατά την πρώτη εκκίνηση της εφαρμογής.

```

Future<void> _showNotification(String title, String body) async {
  const androidDetails = AndroidNotificationDetails(
    'geofence_channel',
    'Geofence Ειδοποιήσεις',
    channelDescription: 'Ειδοποιήσεις παρουσίας εργαζόμενου',
    importance: Importance.max,
    priority: Priority.high,
    icon: '@mipmap/ic_launcher',
  );
  const details = NotificationDetails(android: androidDetails);
  await _notificationsPlugin.show(
    id: DateTime.now().millisecondsSinceEpoch ~/ 1000,
    title: title,
    body: body,
    notificationDetails: details,
  );
}

```

Σχήμα 5.16: Υλοποίηση ειδοποιήσεων με flutter_local_notifications

5.5 Cloud Functions & Email Automation

Τα Firebase Cloud Functions αποτελούν το backend layer του συστήματος. Εκτελούνται σε περιβάλλον Node.js v2 στους servers της Google και είναι υπεύθυνα για λειτουργίες που δεν μπορούν να εκτελεστούν από τον client, όπως η αποστολή email με διαπιστευτήρια SMTP. Το σύστημα χρησιμοποιεί μία Cloud Function — την sendCardIdEmail — η οποία αναλαμβάνει την παραγωγή QR Code, τη δημιουργία HTML email και την αποστολή μέσω Gmail SMTP.

5.5.1 Αρχιτεκτονική Cloud Function — HTTP Trigger

Η Cloud Function sendCardIdEmail υλοποιείται ως onCall HTTP trigger και όχι ως Firestore trigger. Η διαφορά είναι ουσιαστική: ένα Firestore trigger θα εκτελούνταν αυτόματα κατά κάθε εγγραφή στη βάση, χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Με τον HTTP trigger, ο εργοδότης πατά ρητά το κουμπί αποστολής στο Dashboard, η εφαρμογή καλεί το httpsCallable('sendCardIdEmail') του Firebase SDK, και μόνο τότε εκτελείται η Cloud Function.

Η Function δέχεται τέσσερις παραμέτρους από τον client: employeeName, employeeEmail, cardId και companyName. Εκτελείται έλεγχος εγκυρότητας των παραμέτρων και αν λείπει κάποια υποχρεωτική, επιστρέφεται σφάλμα τύπου HttpsError με κωδικό invalid-argument. Η επιλογή του onCall αντί του onRequest εξασφαλίζει επίσης αυτόματη αυθεντικοποίηση Firebase — μόνο πιστοποιημένοι χρήστες μπορούν να καλέσουν τη Function.

```

const {onCall, HttpsError} = require("firebase-functions/v2/https");
const nodemailer = require("nodemailer");
const QRCode = require("qrcode");

const transporter = nodemailer.createTransport({
  service: "gmail",
  auth: {
    user: "smartworkcardscanner.app@gmail.com",
    pass: "vyly bfne dtew jjpz",
  },
});

exports.sendCardIdEmail = onCall(
  { cors: true },
  async (request) => {
    const { employeeName, employeeEmail, cardId, companyName } = request.data;

    if (!employeeEmail || !cardId || !employeeName) {
      throw new HttpsError("invalid-argument", "Λείπουν υποχρεωτικά πεδία.");
    }
  }
);

```

Σχήμα 5.17: Ορισμός Cloud Function sendCardIdEmail ως onCall HTTP trigger

5.5.2 Παραγωγή QR Code

Το Card ID μετατρέπεται σε QR Code εικόνα χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη qrcode του npm. Το QR Code παράγεται ως base64 PNG εικόνα διαστάσεων 200x200 pixels με μπλε χρώμα (#1565C0) σε λευκό φόντο. Το αποτέλεσμα είναι μια συμβολοσειρά base64 που ξεκινά με data:image/png;base64,. Αυτό το prefix αφαιρείται αυτόματα ώστε τα καθαρά bytes της εικόνας να χρησιμοποιηθούν ως inline attachment στο email μέσω της τεχνικής Content-ID (CID).

Η επιλογή της δυναμικής παραγωγής QR Code εντός της Cloud Function αντί για αποθήκευση σε Firebase Storage εξασφαλίζει ότι το QR Code δημιουργείται on-demand και δεν καταλαμβάνει αποθηκευτικό χώρο στο σύστημα.

```

const qrBase64 = await QRCode.toDataURL(cardId, {
  width: 200,
  margin: 2,
  color: { dark: "#1565C0", light: "#FFFFFF" },
});
// Αφαιρούμε το "data:image/png;base64," prefix για το attachment
const qrData = qrBase64.replace(/^data:image\/png;base64,/, "");

```

Σχήμα 5.18: Παραγωγή QR Code ως base64 PNG

5.5.3 Αποστολή Email με Nodemailer

Η αποστολή email γίνεται μέσω Nodemailer με Gmail SMTP και App Password για ασφαλή αυθεντικοποίηση. Το App Password είναι ένας μοναδικός κωδικός που παράγεται από τον λογαριασμό Google και επιτρέπει σε εξωτερικές εφαρμογές να αποστέλλουν email χωρίς να εκθέτουν τον κύριο κωδικό πρόσβασης.

Το email περιλαμβάνει πλήρες HTML περιεχόμενο με επαγγελματική μορφοποίηση: επικεφαλίδα με το λογότυπο του συστήματος, το Card ID του εργαζομένου σε μεγάλο μέγεθος, και το QR Code ενσωματωμένο inline στο σώμα του μηνύματος μέσω της τεχνικής CID. Η τεχνική CID ορίζει το QR Code ως attachment με μοναδικό αναγνωριστικό cid:qrcode και το αναφέρει στο HTML ως src="cid:qrcode", επιτρέποντας την εμφάνισή του απευθείας στο σώμα του email χωρίς εξωτερικούς συνδέσμους. Έτσι το QR Code εμφανίζεται ακόμα και σε email clients που μπλοκάρουν εξωτερικές εικόνες.

```
const mailOptions = {
  from: '"Smart Work Card" <smartworkcardscanner.app@gmail.com>',
  to: employeeEmail,
  subject: `📇 To Card ID σου για ${companyName}`,
  html: htmlContent,
  attachments: [
    {
      filename: `qr_${cardId}.png`,
      content: qrData,
      encoding: "base64",
      cid: "qrcode", // ✅ Inline εικόνα μέσα στο HTML
    },
  ],
};

try {
  await transporter.sendMail(mailOptions);
  return { success: true, message: "Email με QR στάλθηκε επιτυχώς!" };
} catch (error) {
  console.error("Email error:", error);
  throw new HttpsError("internal", "Αποτυχία αποστολής: " +
error.message);
}
```

Σχήμα 5.19: Ρύθμιση Nodemailer και αποστολή email με inline QR Code

5.6 Οδηγίες Εγκατάστασης & Χρήσης

Το σύστημα Smart Work Card Scanner αποτελείται από τρία επιμέρους στοιχεία που προσπελαύνονται μέσω μίας ενιαίας εφαρμογής: το Scanner Terminal για τη σάρωση παρουσιών, το Admin Dashboard για τον εργοδότη και η Employee App για τον εργαζόμενο. Η εφαρμογή εγκαθίσταται μία φορά στη συσκευή και κατά την εκκίνηση ο χρήστης επιλέγει τον ρόλο του.

5.6.1 Εγκατάσταση της Εφαρμογής

Το Git [27] χρησιμοποιήθηκε καθ' όλη τη διάρκεια ανάπτυξης της εφαρμογής για την παρακολούθηση των αλλαγών του κώδικα. Το αποθετήριο του project ανέβηκε στο GitHub [28] ώστε να υπάρχει online αποθήκευση και να είναι πάντα ασφαλής η διαχείριση του κώδικα και των εκδόσεων. Η ανάπτυξη οργανώθηκε με τον κύριο κλάδο main branch, στον οποίο υπήρχε η πιο σταθερή έκδοση της εφαρμογής. Οι αλλαγές αποθηκεύονταν σταδιακά με commits, έτσι ώστε κάθε βήμα της ανάπτυξης να είναι καταγεγραμμένο και ανακτήσιμο. Κάθε commit συνοδευόταν από περιγραφικό μήνυμα, το οποίο δήλωνε με σαφήνεια το είδος της αλλαγής, όπως προσθήκη νέας λειτουργίας, διόρθωση σφάλματος ή βελτίωση διεπαφής. Για την εκτέλεση των βασικών ενεργειών χρησιμοποιήθηκαν εντολές όπως git add, git commit και git push. Μέσω του ιστορικού των commits ήταν δυνατή η εύκολη παρακολούθηση της εξέλιξης του έργου και η επιστροφή σε προηγούμενη κατάσταση όταν αυτό χρειαζόταν.

Η εφαρμογή διανέμεται ως APK αρχείο μέσω GitHub Releases. Ο σύνδεσμος λήψης είναι:

https://github.com/tsioumlekis/smart_card_scanner_app/releases/tag/v1.0.0

Βήμα 1 — Λήψη APK:

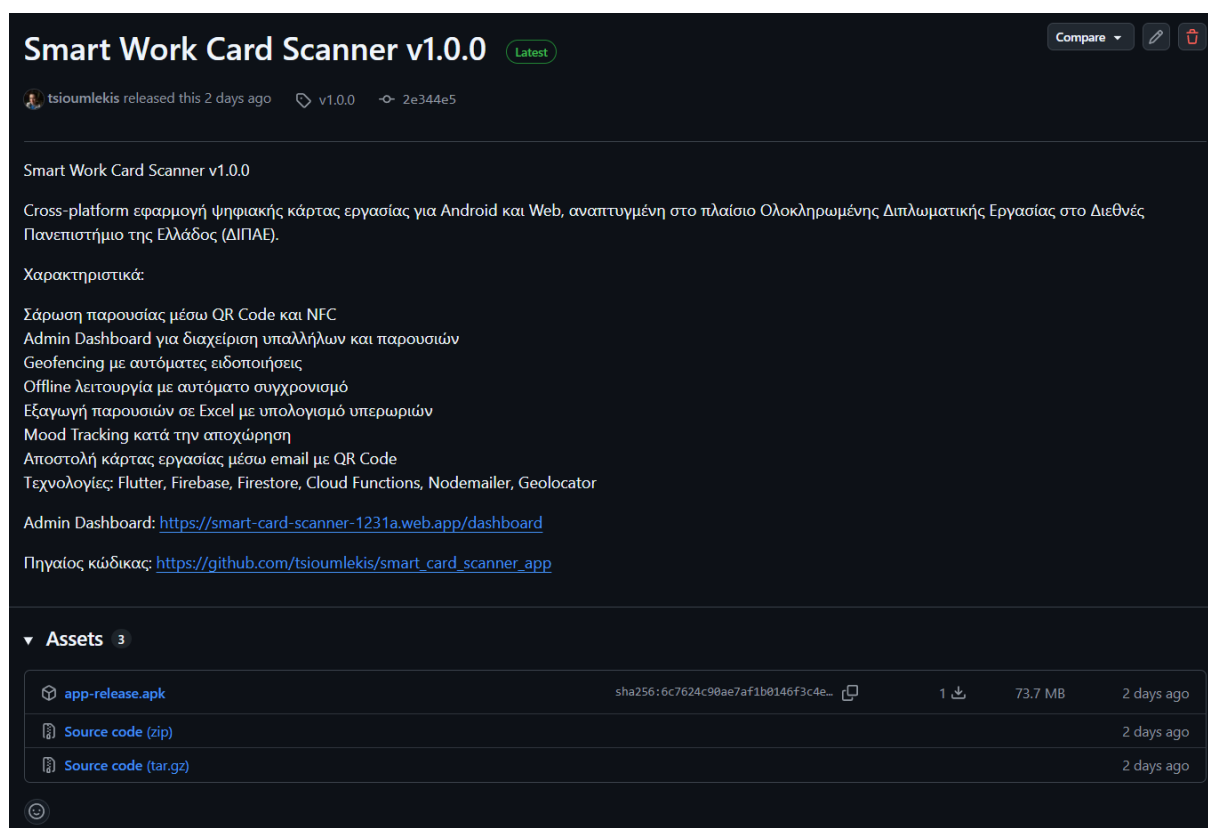
Ανοίξτε τον παραπάνω σύνδεσμο από τη συσκευή Android και κατεβάστε το αρχείο app-release.apk. Το αρχείο είναι διαθέσιμο στην ενότητα Assets του GitHub Release.

Βήμα 2 — Ενεργοποίηση εγκατάστασης από άγνωστες πηγές:

Μεταβείτε στις Ρυθμίσεις → Ασφάλεια και ενεργοποιήστε την επιλογή "Εγκατάσταση άγνωστων εφαρμογών" για τον browser που χρησιμοποιείτε. Αυτό είναι απαραίτητο καθώς η εφαρμογή δεν διανέμεται μέσω Google Play Store.

Βήμα 3 — Εγκατάσταση:

Ανοίξτε το αρχείο APK από τις Λήψεις της συσκευής. Εμφανίζεται παράθυρο επιβεβαίωσης εγκατάστασης — πατήστε "Εγκατάσταση" και περιμένετε μερικά δευτερόλεπτα έως την ολοκλήρωση. Μετά την εγκατάσταση, η εφαρμογή εμφανίζεται στην αρχική οθόνη της συσκευής.



Σχήμα 5.20: GitHub Releases — APK αρχείο

5.6.2 Χρήση της Εφαρμογής

Κατά την εκκίνηση της εφαρμογής εμφανίζεται η Welcome Screen με τρεις επιλογές ρόλου. Ο χρήστης επιλέγει τον ρόλο που αντιστοιχεί στη χρήση που θέλει να κάνει:

- **Admin Dashboard:** προορίζεται για τον εργοδότη και παρέχει πλήρη εποπτεία του συστήματος — παρακολούθηση παρουσιών σε πραγματικό χρόνο, διαχείριση υπαλλήλων, ρύθμιση geofence και εξαγωγή δεδομένων σε Excel. Είναι επίσης προσβάσιμο μέσω web browser χωρίς εγκατάσταση εφαρμογής.
- **Scanner Terminal:** προορίζεται για τη σταθερή συσκευή του χώρου εργασίας, η οποία χρησιμοποιείται για την καταγραφή προσελεύσεων και αποχωρήσεων μέσω NFC ή QR Code. Συνήθως τοποθετείται στην είσοδο της εταιρείας.
- **Employee App (Geofencing):** προορίζεται για τον εργαζόμενο στο προσωπικό του κινητό τηλέφωνο. Παρακολουθεί αυτόματα τη γεωγραφική θέση του και τον ειδοποιεί να χτυπήσει κάρτα όταν εισέρχεται ή εξέρχεται από τον χώρο εργασίας.



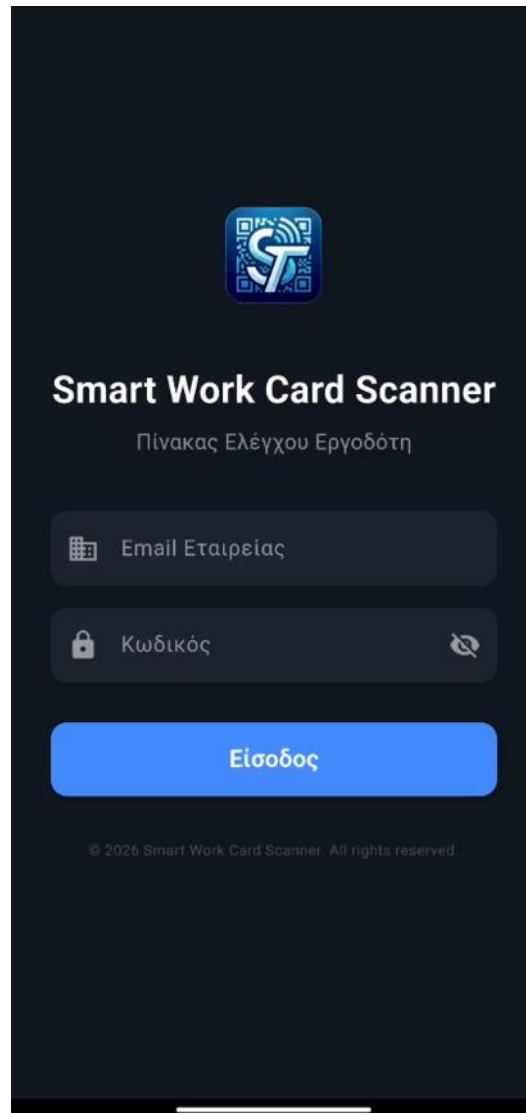
Σχήμα 5.21: Welcome Screen με τις 3 επιλογές ρόλου

5.6.2.1 Διαχείριση Εταιρείας

Ο εργοδότης επιλέγει την Διαχείριση Εταιρείας από την Welcome Screen. Το Dashboard είναι επίσης διαθέσιμο απευθείας μέσω web browser στη διεύθυνση <https://smart-card-scanner-1231a.web.app/dashboard> χωρίς εγκατάσταση εφαρμογής, προσφέροντας πλήρη λειτουργικότητα από οποιαδήποτε συσκευή με πρόσβαση στο διαδίκτυο.

5.6.2.1.1 Σύνδεση

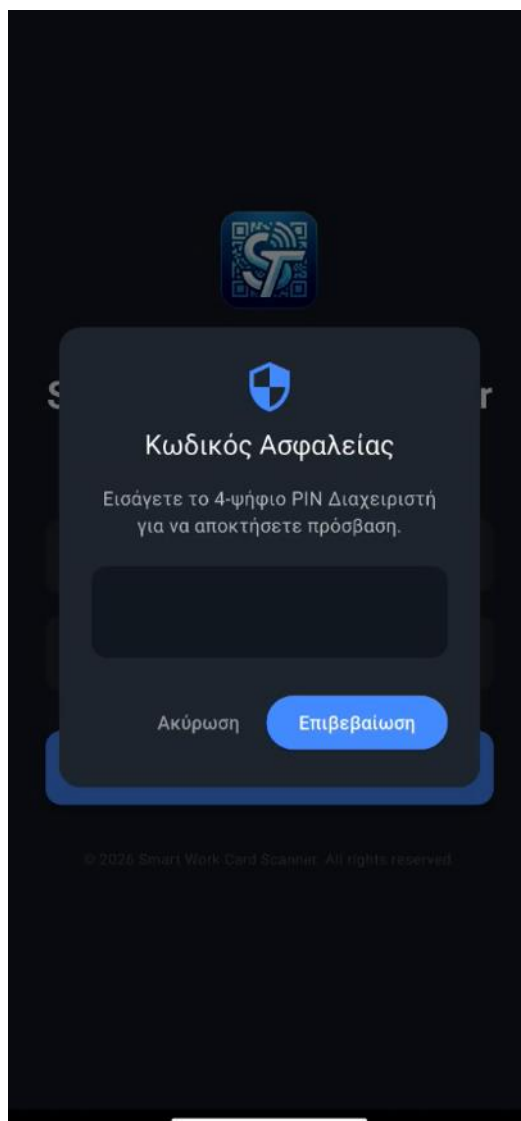
Ο εργοδότης εισάγει email και κωδικό πρόσβασης στην οθόνη σύνδεσης. Το σύστημα επαληθεύει τα στοιχεία μέσω Firebase Authentication. Αν τα στοιχεία είναι λανθασμένα, εμφανίζεται μήνυμα σφάλματος και ζητείται εκ νέου εισαγωγή.



Σχήμα 5.22: Login Screen Dashboard

5.6.2.1.2 Επαλήθευση PIN

Μετά την επιτυχή σύνδεση, το σύστημα ζητά τον 4ψήφιο PIN για δεύτερο επίπεδο αυθεντικοποίησης (2FA). Αυτό εξασφαλίζει ότι ακόμα και αν κάποιος αποκτήσει πρόσβαση στα διαπιστευτήρια του εργοδότη, δεν μπορεί να εισέλθει στο σύστημα χωρίς τον PIN. Αν ο PIN είναι λανθασμένος, η σύνδεση αποτυγχάνει και ο χρήστης επιστρέφει στην αρχική οθόνη.



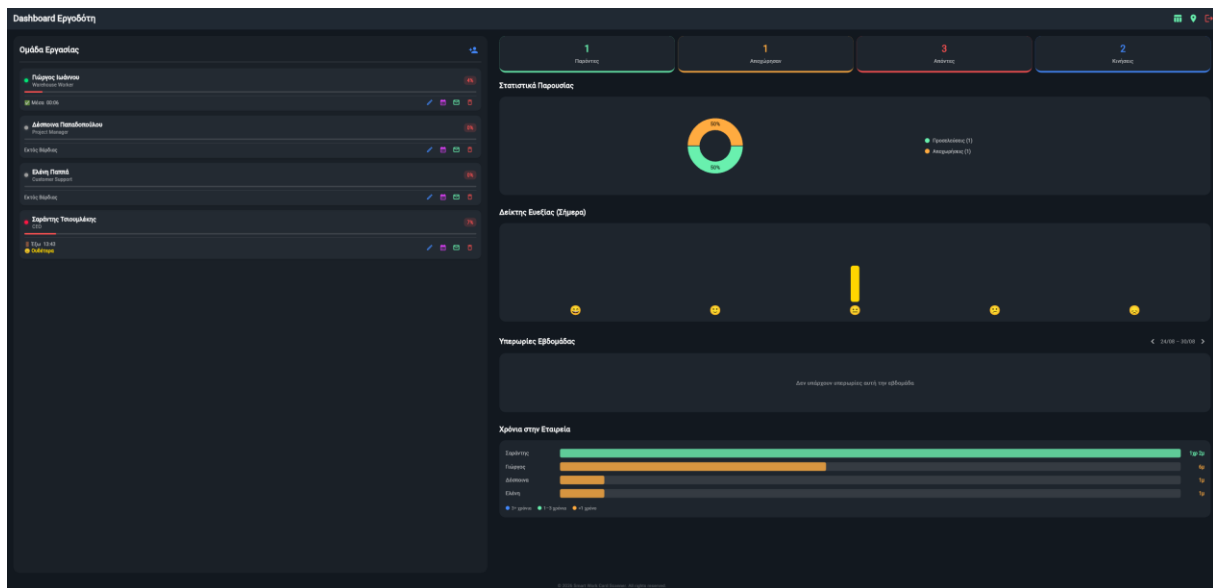
Σχήμα 5.23: Οθόνη εισαγωγής PIN

5.6.2.1.3 Κύρια οθόνη Dashboard

Μετά την επιτυχή επαλήθευση, εμφανίζεται η κύρια οθόνη με τα stat cards που δείχνουν σε πραγματικό χρόνο τον αριθμό των παρόντων εργαζομένων, αυτών που αποχώρησαν, των απόντων και των συνολικών κινήσεων της ημέρας. Κάτω από τα stat cards εμφανίζονται τα τέσσερα γραφήματα:

- Κυκλικό διάγραμμα (PieChart): Απεικονίζει την αναλογία παρουσιών/απουσιών των εργαζομένων για την τρέχουσα ημέρα.
- Ραβδόγραμμα Wellbeing (BarChart): Εμφανίζει τον δείκτη διάθεσης/ευεξίας των εργαζομένων βάσει επιλογής emoji κατά την αποχώρηση.
- Ραβδόγραμμα Υπερωριών: Εμφανίζει τις υπερωρίες ανά εργαζόμενο για την επιλεγμένη χρονική περίοδο.
- Ραβδόγραμμα Χρόνου στην Εταιρεία: Απεικονίζει πόσα χρόνια/μήνες εργάζεται ο κάθε υπάλληλος.

Όλα τα δεδομένα ανανεώνονται αυτόματα μέσω StreamBuilder χωρίς να χρειάζεται ανανέωση της σελίδας.



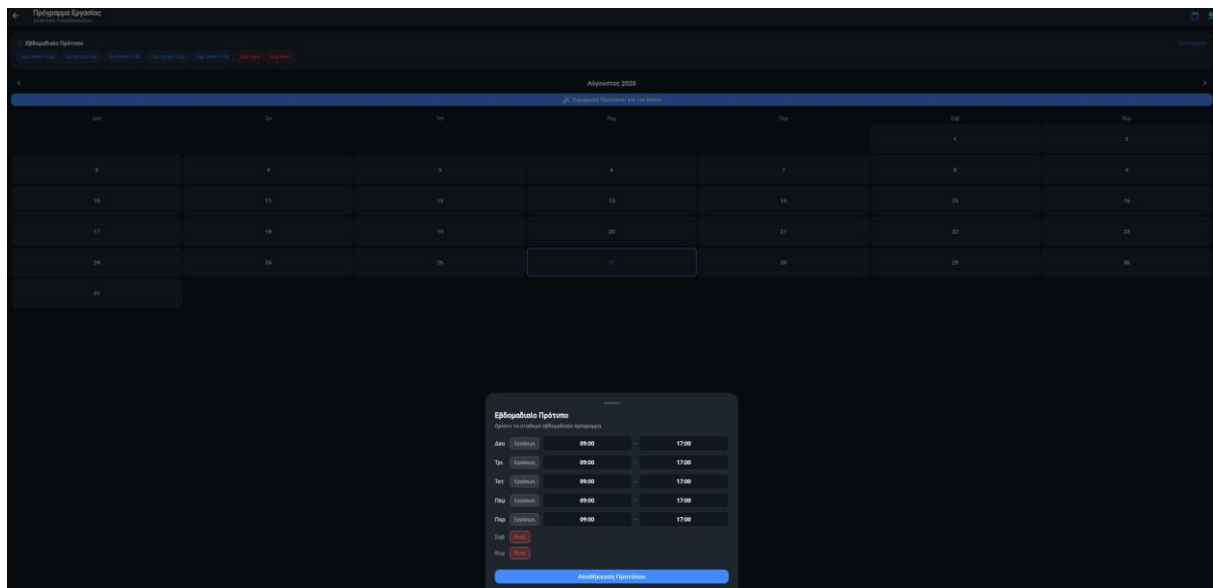
Σχήμα 5.24: Κύρια οθόνη Dashboard

Παράλληλα με τα γραφήματα εμφανίζεται και η λίστα όλων των εργαζομένων σε πραγματικό χρόνο μέσω StreamBuilder. Για κάθε εργαζόμενο εμφανίζονται το όνομα, ο ρόλος, και η κατάσταση (ενεργός/ανενεργός), καθώς και μία μπάρα προόδου με το ποσοστό παρουσίας του για την τρέχουσα περίοδο — προσφέροντας άμεση οπτική ένδειξη της παρουσίας του χωρίς να χρειάζεται αναζήτηση στα αρχεία.

Πάνω από τη λίστα βρίσκεται το κουμπί «+ Προσθήκη Υπαλλήλου». Πατώντας το, ανοίγει διαλογικό παράθυρο όπου ο διαχειριστής συμπληρώνει τα στοιχεία του νέου εργαζομένου (όνομα, ρόλος, email, τηλέφωνο, ΑΦΜ). Τα πεδία Εταιρεία και Card ID προσυμπληρώνονται αυτόματα από το σύστημα — το Card ID δημιουργείται ως μοναδικό αναγνωριστικό (UUID). Πατώντας «Αποθήκευση», δημιουργείται νέα εγγραφή στο Firestore με αυτόματη χρονοσφραγίδα (createdAt) και εμφανίζεται αμέσως στη λίστα.

Για κάθε εργαζόμενο στη λίστα, ο διαχειριστής έχει διαθέσιμες τέσσερις ενέργειες:

- Αποστολή Card ID (εικονίδιο email): Καλεί την Cloud Function sendCardIdEmail, η οποία παράγει QR Code με το Card ID ως base64 PNG και αποστέλλει αυτόματα HTML email στη διεύθυνση του εργαζομένου μέσω Gmail SMTP. Ο εργαζόμενος λαμβάνει email με τον αριθμό κάρτας και το αντίστοιχο QR Code για χρήση στο τερματικό (Σχήμα 5.26).
- Ημερολόγιο (εικονίδιο ημερολογίου): Ανοίγει την οθόνη «Πρόγραμμα Εργασίας» του συγκεκριμένου εργαζομένου. Εμφανίζεται μηνιαίο ημερολόγιο με τις καταχωρημένες παρουσίες. Ο διαχειριστής μπορεί επίσης να ορίσει Εβδομαδιαίο Πρότυπο — ένα διαλογικό παράθυρο όπου ρυθμίζει τις ώρες έναρξης και λήξης για κάθε μέρα της εβδομάδας (π.χ. Δευ–Παρ: 09:00–17:00, Σαβ–Κυρ: Ρεπό). Πατώντας «Αποθήκευση Προτύπου» το πρόγραμμα αποθηκεύεται στο Firestore (Σχήμα 5.25).
- Επεξεργασία (εικονίδιο μολυβιού): Ανοίγει διαλογικό παράθυρο με τα τρέχοντα στοιχεία του εργαζομένου προσυμπληρωμένα. Ο διαχειριστής μπορεί να τροποποιήσει οποιοδήποτε πεδίο (όνομα, ρόλο, email, τηλέφωνο, ΑΦΜ, Card ID) και να αποθηκεύσει τις αλλαγές απευθείας στο Firestore.
- Διαγραφή (εικονίδιο κάδου): Διαγράφει μόνιμα τον εργαζόμενο από το σύστημα. Πριν την οριστική διαγραφή, εμφανίζεται μήνυμα επιβεβαίωσης ώστε να αποφευχθεί τυχαία διαγραφή.



Σχήμα 5.25: Ημερολόγιο εργαζομένου με Εβδομαδιαίο Πρότυπο

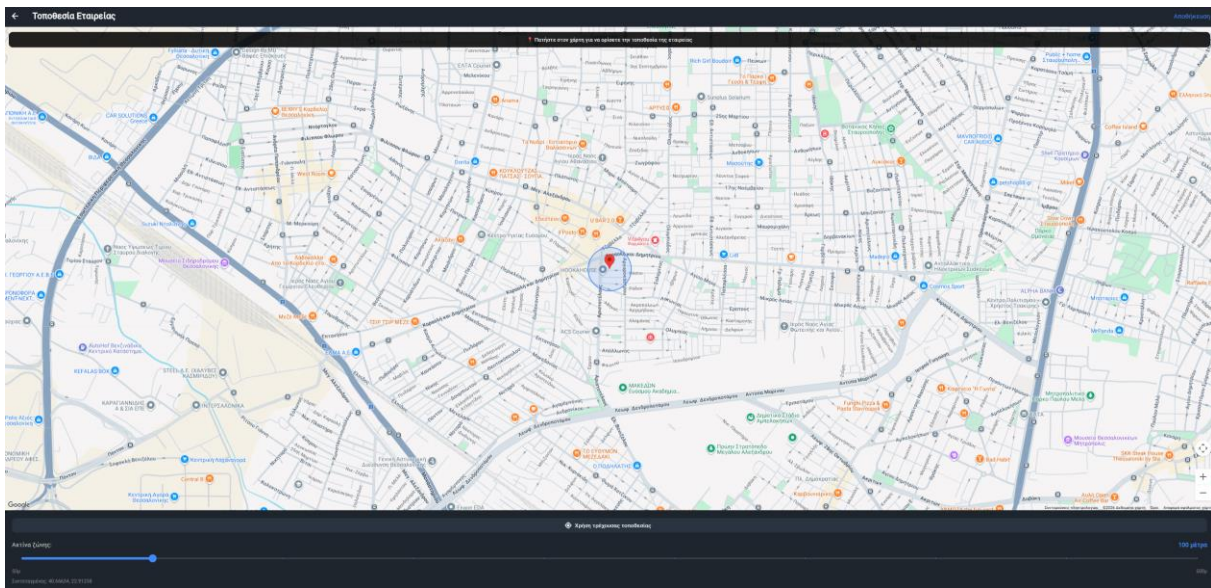


Σχήμα 5.26: Email αποστολής Card ID με QR Code στον εργαζόμενο

Στο πάνω δεξί μέρος της κύριας οθόνης βρίσκονται τρία εικονίδια γρήγορης πρόσβασης:

Εξαγωγή Excel (πράσινο εικονίδιο): Ανοίγει το μενού εξαγωγής δεδομένων σε αρχείο .xlsx. Ο διαχειριστής επιλέγει μηνιαία ή ετήσια έκθεση και το αρχείο κατεβαίνει αυτόματα στον υπολογιστή (Σχήμα 5.24).

Ρύθμιση Geofence (πράσινο εικονίδιο): Μεταβαίνει στην οθόνη τοποθεσίας εταιρείας, όπου ο διαχειριστής μπορεί είτε να πατήσει πάνω στον χάρτη για να τοποθετήσει τον δείκτη στην επιθυμητή τοποθεσία, είτε να πατήσει «Χρήση τρέχουσας τοποθεσίας» ώστε το σύστημα να εντοπίσει αυτόματα τη θέση του μέσω GPS του browser. Ο δείκτης και ο κύκλος ζώνης ενημερώνονται άμεσα στον χάρτη. Κάτω από τον χάρτη υπάρχει slider με εύρος 50–500 μέτρα. Ο διαχειριστής σύρει τον δρομέα για να ορίσει την επιθυμητή ακτίνα. Ο κύκλος στον χάρτη ενημερώνεται σε πραγματικό χρόνο δείχνοντας οπτικά την έκταση της ζώνης. Οι ακριβείς συντεταγμένες (latitude, longitude) εμφανίζονται κάτω από το slider. Τέλος ο διαχειριστής πατά «Αποθήκευση» στην επάνω δεξιά γωνία. Το σύστημα αποθηκεύει τα δεδομένα (lat, lng, radius) στη συλλογή companies του Firestore. Από εκείνη τη στιγμή, η εφαρμογή Geofencing των εργαζομένων χρησιμοποιεί τη νέα ζώνη για τον έλεγχο εισόδου/εξόδου.



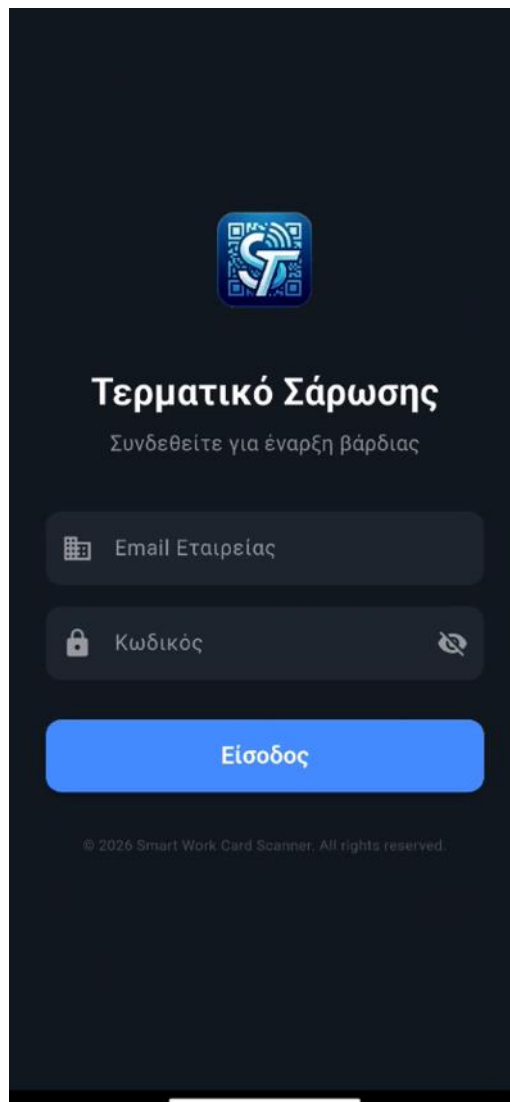
Σχήμα 5.27: Τοποθεσία Εταιρείας / Geofence

Αποσύνδεση (κόκκινο εικονίδιο): Αποσυνδέει τον διαχειριστή από το σύστημα και επιστρέφει στην οθόνη login (Σχήμα 5.24).

5.6.2.2 Τερματικό Σάρωσης

Ο εργοδότης επιλέγει το Τερματικό Σάρωσης από την Welcome Screen. Εισάγει το email και τον κωδικό του λογαριασμού της εταιρείας και πατά «Είσοδος». Το σύστημα επαληθεύει τα στοιχεία μέσω Firebase Authentication. Σε αντίθεση με το Admin Dashboard, το τερματικό δεν ζητά PIN — μετά την επιτυχή σύνδεση μεταβαίνει απευθείας στην κύρια οθόνη σάρωσης.

Πριν τη χρήση, η συσκευή πρέπει να έχει ενεργοποιημένο το NFC από τις ρυθμίσεις του κινητού για τη σάρωση NFC καρτών, καθώς και παραχωρημένη άδεια κάμερας στην εφαρμογή για τη σάρωση QR Code.



Σχήμα 5.28: Οθόνη σύνδεσης τερματικού

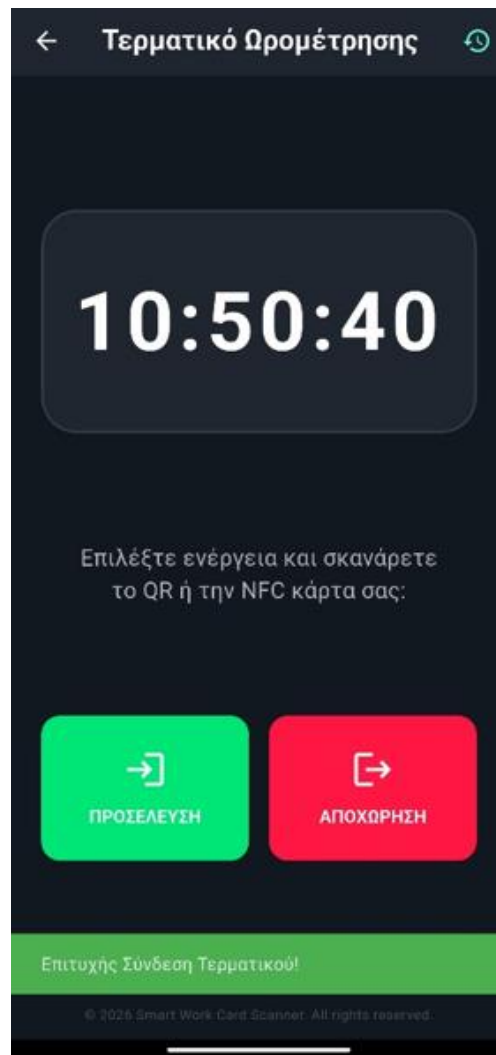
5.6.2.2.1 Κύρια Οθόνη Τερματικού Σάρωσης

Μετά την επιτυχή σύνδεση εμφανίζεται η κύρια οθόνη του τερματικού. Στο πάνω δεξί μέρος υπάρχει το εικονίδιο ιστορικού (teal) για προβολή των καταγεγραμμένων χτυπημάτων.

Στο κέντρο εμφανίζεται ψηφιακό ρολόι πραγματικού χρόνου και η οδηγία «Επιλέξτε ενέργεια και σκανάρετε το QR ή την NFC κάρτα σας». Στο κάτω μέρος υπάρχουν τα δύο κουμπιά:

- «ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ» (πράσινο)
- «ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ» (κόκκινο)

Σε περίπτωση που η συσκευή είναι εκτός σύνδεσης, οι εγγραφές αποθηκεύονται τοπικά και συγχρονίζονται αυτόματα με το Firestore μόλις αποκατασταθεί η σύνδεση στο διαδίκτυο.

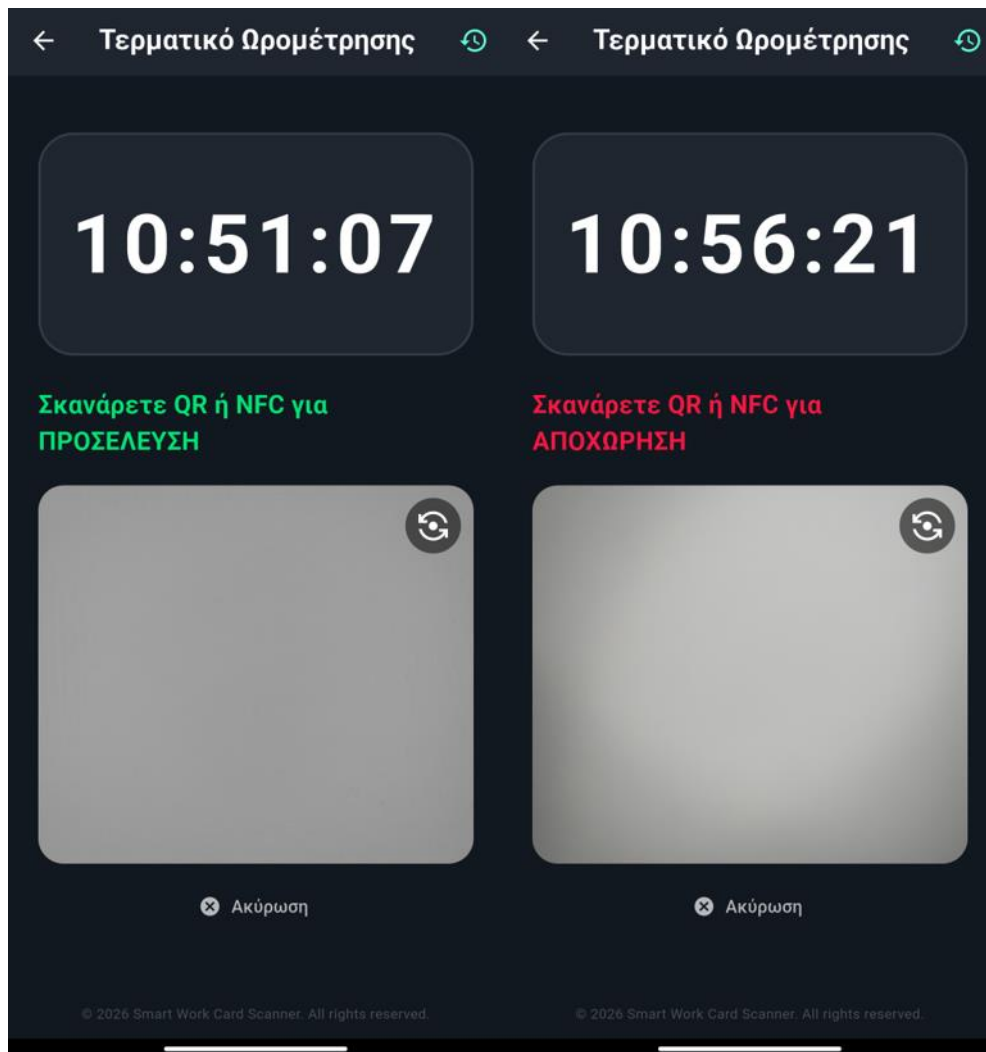


Σχήμα 5.29: Κύρια οθόνη τερματικού

Ο εργαζόμενος πατά ένα από τα δύο κουμπιά ανάλογα με την περίπτωση:

- «ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ» (πράσινο) — κατά την άφιξη στην εργασία
- «ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ» (κόκκινο) — κατά την αποχώρηση από την εργασία

Μετά την επιλογή ενέργειας, η οθόνη εμφανίζει το μήνυμα «Σκανάρετε QR ή NFC για ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ» (πράσινο) ή «Σκανάρετε QR ή NFC για ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ» (κόκκινο) και ενεργοποιείται αυτόματα η κάμερα της συσκευής. Ο εργαζόμενος σαρώνει το QR Code που έχει λάβει στο email του ή τοποθετεί την NFC κάρτα κοντά στη συσκευή. Υπάρχει κουμπί αντιστροφής κάμερας πάνω δεξιά και κουμπί «Ακύρωση» στο κάτω μέρος για επιστροφή στην κύρια οθόνη.



Σχήμα 5.30: Ενεργή σάρωση: (α) ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ και (β) ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ

Μετά από κάθε σάρωση, το σύστημα εμφανίζει αναδυόμενο μήνυμα (SnackBar) στο κάτω μέρος της οθόνης. Το αποτέλεσμα διαφέρει ανάλογα με την περίπτωση:

α) Επιτυχής καταγραφή

Εμφανίζεται όταν το Card ID αναγνωριστεί επιτυχώς και η συσκευή είναι συνδεδεμένη στο διαδίκτυο. Το μήνυμα περιλαμβάνει την ενέργεια (ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ/ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ), τον τρόπο σάρωσης (QR Code ή NFC), το όνομα του εργαζομένου, το Card ID και την ώρα καταγραφής. Η εγγραφή αποθηκεύεται άμεσα στο Firestore.

β) Άγνωστο Card ID

Εμφανίζεται όταν το σαρωμένο Card ID δεν αντιστοιχεί σε κανέναν ενεργό υπάλληλο στο σύστημα. Το μήνυμα «Άγνωστο Card ID — Δεν βρέθηκε ενεργός υπάλληλος!» ενημερώνει ότι η εγγραφή δεν καταχωρήθηκε. Αυτό συμβαίνει όταν χρησιμοποιηθεί κάρτα που δεν έχει καταχωρηθεί στο σύστημα ή ο υπάλληλος έχει απενεργοποιηθεί.

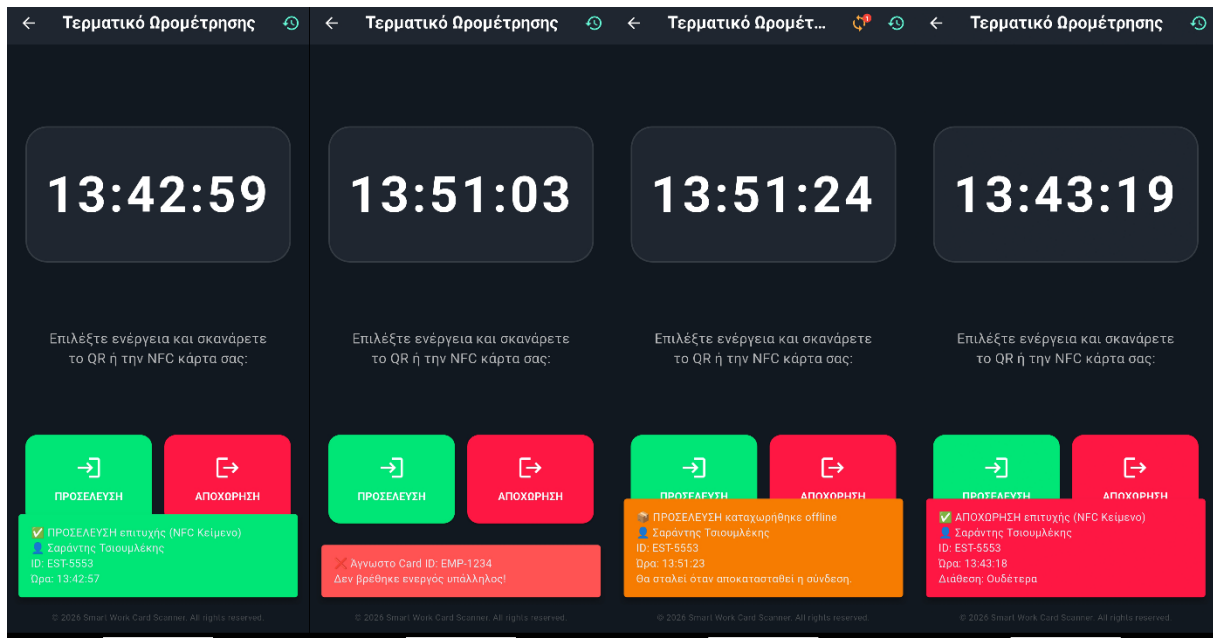
γ) Offline καταγραφή

Εμφανίζεται όταν η συσκευή δεν έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο κατά τη στιγμή της σάρωσης. Η εγγραφή αποθηκεύεται τοπικά στην ουρά offline με όλα τα στοιχεία (όνομα, ID, ώρα) και το μήνυμα ενημερώνει

«Θα σταλεί όταν αποκατασταθεί η σύνδεση». Μόλις επιστρέψει το διαδίκτυο, το σύστημα συγχρονίζει αυτόματα την εγγραφή με το Firestore.

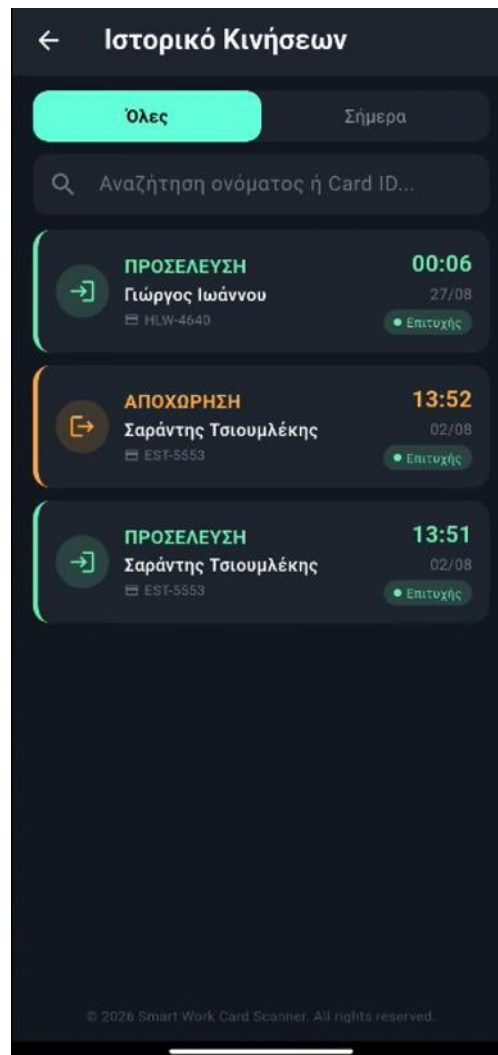
δ) Επιτυχής ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ με Διάθεση

Κατά την ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ, εκτός από τα βασικά στοιχεία, το μήνυμα περιλαμβάνει και την Διάθεση του εργαζομένου που επέλεξε κατά τη σάρωση (π.χ. «Ουδέτερα»). Ο δείκτης διάθεσης καταγράφεται στο Firestore και χρησιμοποιείται για το γράφημα Wellbeing στο Admin Dashboard.



Σχήμα 5.31: Τα τέσσερα σενάρια αποτελεσμάτων σάρωσης

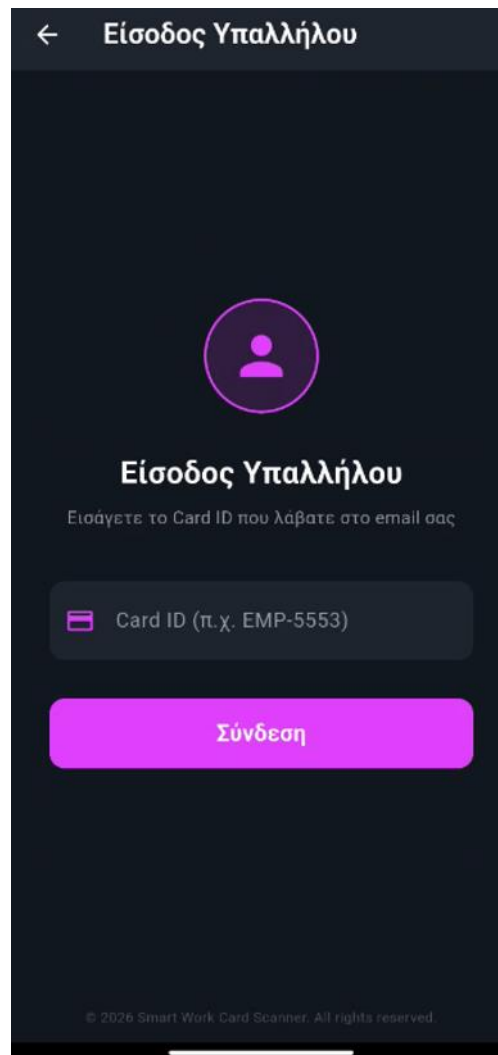
Στο πάνω δεξί μέρος (Σχήμα 5.29) υπάρχει το εικονίδιο ιστορικού (teal) για προβολή των καταγεγραμμένων χτυπημάτων. Όταν κάποια εγγραφή καταχωρηθεί offline, εμφανίζεται αυτόματα δίπλα του και το εικονίδιο sync (πορτοκαλί) με κόκκινο badge που δείχνει τον αριθμό των εκκρεμών εγγραφών. Μόλις αποκατασταθεί η σύνδεση, ο συγχρονισμός γίνεται αυτόματα και το εικονίδιο εξαφανίζεται. Πατώντας το εικονίδιο ιστορικού (teal), ανοίγει η οθόνη AttendanceLogScreen με όλες τις καταγεγραμμένες κινήσεις. Για κάθε εγγραφή εμφανίζεται το όνομα του εργαζομένου, η ενέργεια (ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ/ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ), η ώρα καταγραφής και ο τρόπος σάρωσης (QR Code ή NFC).



Σχήμα 5.32: Οθόνη Ιστορικού Κινήσεων

5.6.2.3 Εφαρμογή Geofencing Εργαζομένου

Ο εργαζόμενος επιλέγει «Είσοδος Υπαλλήλου» από την Welcome Screen. Εισάγει το Card ID του και το σύστημα επαληθεύει την ταυτότητά του μέσω Firestore. Ταυτόχρονα φορτώνονται τα δεδομένα geofencing της εταιρείας (συντεταγμένες και ακτίνα ζώνης). Μετά την επιτυχή σύνδεση, η εφαρμογή ξεκινά την παρακολούθηση της τοποθεσίας του εργαζομένου μέσω GPS.

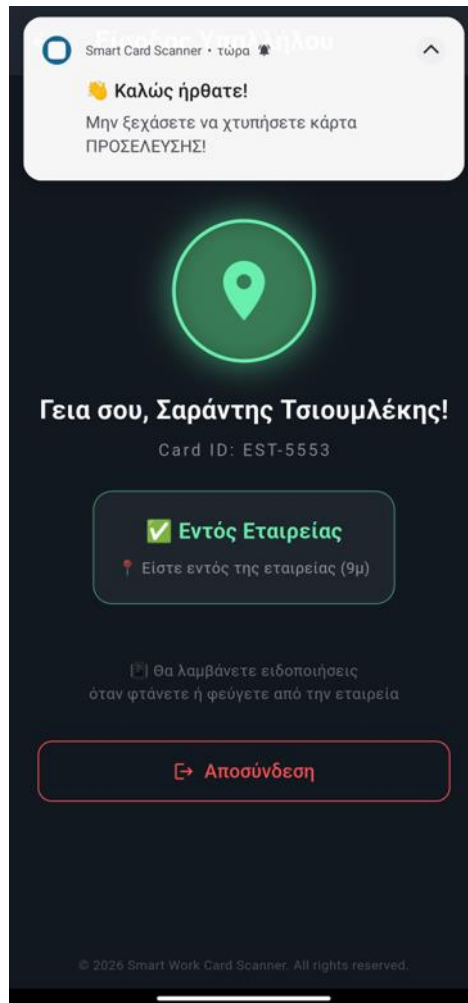


Σχήμα 5.33: Οθόνη Εισόδου Υπαλλήλου

Μετά την επιτυχή σύνδεση εμφανίζεται η κύρια οθόνη με το όνομα και το Card ID του εργαζομένου. Στο κέντρο εμφανίζεται η τρέχουσα κατάσταση σε πραγματικό χρόνο:

- «Εντός Εταιρείας» — όταν ο εργαζόμενος βρίσκεται εντός της γεωγραφικής ζώνης, με ένδειξη της απόστασης από το κέντρο.
- Ενημερωτικό μήνυμα «Θα λαμβάνετε ειδοποιήσεις όταν φτάνετε ή φεύγετε από την εταιρεία»
- Κουμπί «Αποσύνδεση» στο κάτω μέρος

Ταυτόχρονα, το σύστημα αποστέλλει push ειδοποίηση στο κινητό του εργαζομένου με μήνυμα « Καλώς ήρθατε! Μην ξεχάσετε να χτυπήσετε κάρτα ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗΣ!» υπενθυμίζοντας να καταγράψει την προσέλευσή του στο τερματικό.



Σχήμα 5.34: Κύρια οθόνη Geofencing με ειδοποίηση εισόδου

Όταν ο εργαζόμενος απομακρυνθεί από τη γεωγραφική ζώνη της εταιρείας, το σύστημα εντοπίζει την έξοδο μέσω του αλγορίθμου Haversine και εκκινεί χρονοδιακόπτη 1 λεπτού. Αν ο εργαζόμενος επιστρέψει εντός του λεπτού, ο χρονοδιακόπτης ακυρώνεται και δεν αποστέλλεται καμία ειδοποίηση. Αν παραμείνει εκτός ζώνης, το σύστημα ελέγχει αν η τελευταία καταγεγραμμένη ενέργεια της ημέρας είναι ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ — δηλαδή δεν έχει χτυπήσει κάρτα αποχώρησης. Σε αυτή την περίπτωση αποστέλλεται αυτόματα push ειδοποίηση με μήνυμα «Ξεχάσατε κάτι! Φεύγετε χωρίς να χτυπήσετε κάρτα ΑΠΟΧΩΡΗΣΗΣ!» υπενθυμίζοντας στον εργαζόμενο να καταγράψει την αποχώρησή του στο τερματικό.

Τέλος ο εργαζόμενος πατά το κουμπί «Αποσύνδεση» στο κάτω μέρος της οθόνης για να τερματίσει την παρακολούθηση Geofencing και να επιστρέψει στην Welcome Screen. Σημειώνεται ότι ακόμα και αν ο εργαζόμενος κλείσει την εφαρμογή χωρίς να πατήσει αποσύνδεση, το σύστημα συνεχίζει να παρακολουθεί την τοποθεσία στο παρασκήνιο και να αποστέλλει ειδοποιήσεις εισόδου/εξόδου. Η παρακολούθηση σταματά μόνο με την επίσημη αποσύνδεση από το κουμπί.

Κεφάλαιο 6ο: Έλεγχος και Αξιολόγηση

Το παρόν κεφάλαιο παρουσιάζει την αξιολόγηση της εφαρμογής Smart Work Card Scanner σε τρία επίπεδα. Αρχικά περιγράφονται τα σενάρια δοκιμών που εκτελέστηκαν για την επαλήθευση της ορθής λειτουργίας του συστήματος, καθώς και τα τεχνικά προβλήματα που εντοπίστηκαν και επιλύθηκαν κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η αξιολόγηση ευχρηστίας μέσω του System Usability Scale (SUS) με τη συμμετοχή πραγματικών χρηστών. Τέλος, αναλύεται η επίδοση του συστήματος ως προς τους χρόνους απόκρισης, την κατανάλωση πόρων και την επεκτασιμότητα.

6.1 Σενάρια Ελέγχου

Η διαδικασία δοκιμών της εφαρμογής περιλάμβανε δύο συμπληρωματικές προσεγγίσεις: χειροκίνητα σενάρια δοκιμών για την επαλήθευση των λειτουργικών ροών από άκρο σε άκρο, και αυτοματοποιημένες δοκιμές μονάδων για την επαλήθευση της ορθότητας των επιμέρους υπολογιστικών λειτουργιών. Οι δοκιμές εκτελέστηκαν σε πραγματική συσκευή Android με στόχο την προσομοίωση πραγματικών συνθηκών χρήσης. Χειροκίνητα Σενάρια Δοκιμών (Manual Test Scenarios)

6.1.1 Χειροκίνητα Σενάρια Δοκιμών

Για την επαλήθευση της ορθής λειτουργίας της εφαρμογής εκτελέστηκαν συνολικά 23 χειροκίνητα σενάρια δοκιμών, καταναμεμένα σε πέντε κατηγορίες: Αυθεντικοποίηση (TC-AUTH), Σάρωση (TC-SCAN), Πίνακας Ελέγχου (TC-DASH), Γεωφράκτης (TC-GEO) και Ασφάλεια (TC-SEC). Κάθε σενάριο ορίστηκε με αρχικές συνθήκες, βήματα εκτέλεσης και αναμενόμενο αποτέλεσμα, ενώ η εκτέλεση πραγματοποιήθηκε σε πραγματική συσκευή Android.

Στην κατηγορία αυθεντικοποίησης (TC-AUTH) ελέγχθηκαν πέντε σενάρια: η επιτυχής είσοδος του διαχειριστή με σωστά στοιχεία, η απόρριψη εισόδου με λανθασμένο κωδικό, η επαλήθευση PIN 2FA μετά την αυθεντικοποίηση Firebase, η είσοδος στο Τερματικό Σάρωσης με παράμετρο `isTerminalMode=true` χωρίς απαίτηση PIN, καθώς και η αποσύνδεση και επιστροφή στην αρχική οθόνη.

Στην κατηγορία σάρωσης (TC-SCAN) δοκιμάστηκαν έξι σενάρια: η σάρωση QR κώδικα για ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ και ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ με ενεργή σύνδεση, η σάρωση NFC κάρτας, η αποθήκευση εγγραφής σε offline ουρά κατά τη διακοπή σύνδεσης, ο αυτόματος συγχρονισμός των offline εγγραφών μετά την αποκατάσταση της σύνδεσης, και η εμφάνιση του ιστορικού χτυπημάτων.

Στον Πίνακα Ελέγχου (TC-DASH) επαληθεύτηκαν έξι σενάρια: η προσθήκη νέου εργαζομένου με αυτόματη δημιουργία Card ID, η επεξεργασία στοιχείων, η απενεργοποίηση και διαγραφή εργαζομένου, η εξαγωγή μηνιαίας αναφοράς Excel, η εμφάνιση γραφημάτων παρουσίας και διάθεσης, και η αποστολή email με τον QR κώδικα στον εργαζόμενο.

Στον Γεωφράκτη (TC-GEO) ελέγχθηκαν έξι σενάρια: η εμφάνιση ειδοποίησης κατά την είσοδο εντός ορίου, η αποστολή ειδοποίησης αποχώρησης χωρίς χτύπημα κάρτας ΑΠΟΧΩΡΗΣΗΣ, η απουσία ψευδών ειδοποιήσεων κατά την παραμονή εκτός ορίου, η συνέχιση παρακολούθησης ακόμα και με κλειστή εφαρμογή, η αλλαγή ορίου γεωφράκτη από τον διαχειριστή, και η σύνδεση εργαζομένου μέσω Card ID. Τέλος, στην ασφάλεια (TC-SEC) επαληθεύτηκαν τρία σενάρια: η αποτροπή εισόδου χωρίς Firebase Auth, η αδυναμία πρόσβασης στο Dashboard χωρίς σωστό PIN, και η απόρριψη ανενεργής κάρτας (`active=false`).

Το σύνολο των 23 σεναρίων εκτελέστηκε με επιτυχία, επιβεβαιώνοντας την ορθή λειτουργία των βασικών ροών της εφαρμογής.

6.1.2 Αυτοματοποιημένες Δοκιμές Μονάδων

Παράλληλα με τα χειροκίνητα σενάρια, αναπτύχθηκαν 27 αυτοματοποιημένες δοκιμές μονάδων που καλύπτουν τις βασικές υπολογιστικές λειτουργίες της εφαρμογής. Οι δοκιμές αυτές επαληθεύουν την ορθότητα του κώδικα σε απομόνωση, ανεξάρτητα από εξωτερικές εξαρτήσεις όπως το Firebase.

Η πρώτη κατηγορία αφορά τον υπολογισμό υπερωριών, όπου ελέγχεται η σωστή αφαίρεση των ωρών παρουσίας από το βασικό ωράριο και ο υπολογισμός υπερωρίας ανά εργαζόμενο. Η δεύτερη κατηγορία αφορά τον αλγόριθμο Haversine, με δοκιμές ακρίβειας υπολογισμού της απόστασης μεταξύ GPS συντεταγμένων για τιμές εντός και εκτός γεωφράκτη. Η τρίτη κατηγορία αφορά τη σειριοποίηση της offline ουράς, επαληθεύοντας ότι τα αντικείμενα PendingRecord αποθηκεύονται και ανακτώνται σωστά σε μορφή JSON μέσω SharedPreferences, διατηρώντας το μοναδικό αναγνωριστικό localId (UUID), τον τύπο χτυπήματος και το timestamp.

Το σύνολο των 27/27 δοκιμών εκτελέστηκε χωρίς αποτυχίες.

6.1.3 Προβλήματα και Αδιέξοδα κατά την Ανάπτυξη

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της εφαρμογής εντοπίστηκαν αρκετά τεχνικά προβλήματα, η επίλυση των οποίων απαιτήσε ερευνητική διερεύνηση και αναθεώρηση της αρχικής υλοποίησης.

Το πρώτο πρόβλημα αφορούσε τη λειτουργία NFC και την επανάληψη δημιουργίας Activity. Κατά τη σάρωση NFC, το Android δημιουργούσε νέο στιγμιότυπο Activity αντί να αποστέλλει το Intent στο υπάρχον, με αποτέλεσμα η εφαρμογή να εμφανίζεται δύο φορές στο παρασκήνιο. Η λύση ήταν η προσθήκη της παραμέτρου FLAG_ACTIVITY_SINGLE_TOP στο AndroidManifest.xml και η διαχείριση του onNewIntent() μέσω MethodChannel, ώστε το NFC tag να παραλαμβάνεται πάντα από την ήδη εκτελούμενη οθόνη.

Το δεύτερο πρόβλημα εντοπίστηκε στη διαγραφή εγγραφών της offline ουράς. Στην αρχική υλοποίηση, οι εγγραφές διαγράφονταν βάσει της θέσης τους στη λίστα. Αυτό οδηγούσε σε σφάλματα κατά τον παράλληλο συγχρονισμό πολλαπλών εγγραφών, καθώς η μετατόπιση των δεικτών έσβηνε λάθος δεδομένα. Η λύση ήταν η εισαγωγή μοναδικού αναγνωριστικού localId τύπου UUID για κάθε εγγραφή, επιτρέποντας ασφαλή αναζήτηση και διαγραφή βάσει ταυτότητας και όχι θέσης στη λίστα.

Το τρίτο πρόβλημα σχετιζόταν με ψευδείς ειδοποιήσεις γεωφράκτη λόγω GPS drift. Η συνεχής παρακολούθηση GPS παρουσίαζε μικρές διακυμάνσεις θέσης ακόμα και όταν ο χρήστης ήταν ακίνητος, προκαλώντας εναλλαγές εντός/εκτός γεωφράκτη και άσκοπες ειδοποιήσεις. Η αντιμετώπιση ήταν διπλή: αφενός η εισαγωγή παραμέτρου distanceFilter: 20 μέτρων στο GPS stream ώστε ενημερώσεις να αποστέλλονται μόνο κατόπιν πραγματικής μετακίνησης, αφετέρου η εισαγωγή καθυστέρησης ενός λεπτού πριν την αποστολή ειδοποίησης αποχώρησης, δίνοντας χρόνο επιβεβαίωσης της εξόδου από το όριο.

Το τέταρτο πρόβλημα αφορούσε την εμφάνιση του QR κώδικα στο email. Κατά την αποστολή email μέσω Cloud Function και Nodemailer, η εικόνα QR δεν εμφανιζόταν σε ορισμένους email clients. Η αιτία ήταν η χρήση ενσωματωμένης base64 εικόνας με data:image/png;base64 απευθείας στο HTML, η οποία αποκλείεται από τους περισσότερους clients για λόγους ασφαλείας. Η λύση ήταν η μετατροπή σε τεχνική CID (Content-ID) inline attachment, όπου η εικόνα επισυνάπτεται στο email ως αρχείο και

αναφέρεται στο HTML με , εξασφαλίζοντας συμβατότητα με όλους τους email clients.

6.2 Αξιολόγηση Ευχρηστίας

Η αξιολόγηση ευχρηστίας αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της επικύρωσης ενός συστήματος που απευθύνεται σε πραγματικό εργασιακό περιβάλλον. Ένα σύστημα μπορεί να είναι λειτουργικά ορθό, αλλά αν δεν είναι εύχρηστο, δεν θα υιοθετηθεί από τους τελικούς χρήστες. Για τον λόγο αυτό, πέρα από τα σενάρια δοκιμών που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα, πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση ευχρηστίας με τη συμμετοχή πραγματικών χρηστών, με στόχο να διαπιστωθεί κατά πόσο η εφαρμογή Smart Work Card Scanner είναι κατανοητή, εύκολη στη χρήση και αποτελεσματική για το σύνολο των στοχευόμενων χρηστών.

6.2.1 Στόχοι και Ερευνητικά Ερωτήματα

Κεντρικός στόχος της παρούσας αξιολόγησης είναι η επικύρωση της εφαρμογής Smart Work Card Scanner ως προς την καταλληλότητά της για χρήση σε πραγματικό εργασιακό περιβάλλον. Ειδικότερα, εξετάζεται κατά πόσο το σύστημα είναι όχι μόνο λειτουργικό, αλλά και εύχρηστο για τους τελικούς χρήστες, ανεξαρτήτως τεχνικής εμπειρίας. Βάσει του στόχου αυτού, διατυπώθηκε το ακόλουθο ερευνητικό ερώτημα:

ΕΕ: Ποιο είναι το επίπεδο ευχρηστίας της εφαρμογής Smart Work Card Scanner;

Πέρα από το να είναι λειτουργικά ορθή, για μια εφαρμογή να είναι έτοιμη για πραγματική χρήση, κρίσιμος παράγοντας είναι η ευχρηστία της. Μέσω του ερευνητικού αυτού ερωτήματος εστιάζουμε στην αξιολόγηση της εφαρμογής ως σύνολο, καθώς η ευχρηστία δεν μπορεί να διαφοροποιηθεί ουσιαστικά ανά επιμέρους λειτουργία. Τα αποτελέσματα έχουν ιδιαίτερη αξία τόσο για την περαιτέρω βελτίωση του συστήματος, όσο και για την εκτίμηση της εμπειρίας των τελικών χρηστών σε συνθήκες πραγματικής χρήσης.

6.2.2 Επιλογή Συμμετεχόντων

Η παρούσα αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε με τη συμμετοχή 10 ατόμων, τα οποία αποτελούν τις μονάδες ανάλυσης της μελέτης. Ως μονάδες ανάλυσης ορίζονται τα άτομα που συμμετείχαν στην αξιολόγηση, με ποικιλία ρόλων και επιπέδων εξοικείωσης με κινητές εφαρμογές, ώστε να αποφευχθεί η μεροληψία και να ενισχυθεί η γενικευσιμότητα των αποτελεσμάτων. Τα δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων παρατίθενται σε γενικευμένη μορφή λόγω των κανόνων προστασίας δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα (GDPR), στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 6.1: Δημογραφικά Στοιχεία Συμμετεχόντων

Ρόλος	Αριθμός Συμμετεχόντων	Εμπειρία με κινητές εφαρμογές
Εργαζόμενοι	5	Βασική
Διαχειριστές / Εργοδότες	2	Μέτρια
Φοιτητές	3	Προχωρημένη

Η επιλογή των συμμετεχόντων έγινε με στόχο τη διατήρηση ισορροπίας μεταξύ χρηστών με διαφορετικό επίπεδο τεχνολογικής εξοικείωσης, καθώς η εφαρμογή απευθύνεται σε ευρύ φάσμα χρηστών — από εργαζομένους χωρίς ιδιαίτερη τεχνική κατάρτιση έως διαχειριστές που χειρίζονται τον Πίνακα Ελέγχου. Σημειώνεται ότι όλοι οι συμμετέχοντες δοκίμασαν την εφαρμογή πριν τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, ώστε οι απαντήσεις τους να βασίζονται σε πραγματική εμπειρία χρήσης.

6.2.3 Συλλογή Δεδομένων

Για την απάντηση του ερευνητικού ερωτήματος, η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου που δόθηκε στους συμμετέχοντες αμέσως μετά τη δοκιμή της εφαρμογής. Το ερωτηματολόγιο δομήθηκε βάσει του System Usability Scale (SUS) (Brooke, 1996) [29], το οποίο αποτελεί ένα από τα πλέον διαδεδομένα και αξιόπιστα εργαλεία αξιολόγησης ευχρηστίας στη βιβλιογραφία. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να εκφράσουν τον βαθμό συμφωνίας τους με τις παρακάτω δέκα προτάσεις, σε κλίμακα Likert 5 σημείων (1 = Διαφωνώ Απόλυτα, 5 = Συμφωνώ Απόλυτα).

Πίνακας 6.2: Ερωτήσεις System Usability Scale (SUS)

Αριθμός	Ερώτηση
1	Νομίζω ότι θα ήθελα να χρησιμοποιώ αυτό το σύστημα συχνά.
2	Βρήκα το σύστημα άσκοπα πολύπλοκο.
3	Βρήκα το σύστημα εύκολο στη χρήση.
4	Πιστεύω ότι θα χρειαζόμουν τη βοήθεια ενός τεχνικού για να μπορέσω να χρησιμοποιήσω αυτό το σύστημα.
5	Βρήκα ότι οι διάφορες λειτουργίες αυτού του συστήματος ήταν καλά ενσωματωμένες.
6	Θεωρώ ότι υπήρχε υπερβολική ασυνέπεια σε αυτό το σύστημα.
7	Φαντάζομαι ότι οι περισσότεροι άνθρωποι θα μάθαιναν να χρησιμοποιούν αυτό το σύστημα πολύ γρήγορα.
8	Βρήκα το σύστημα πολύ δύσχρηστο.
9	Ένιωσα μεγάλη σιγουριά χρησιμοποιώντας το σύστημα.
10	Έπρεπε να μάθω πολλά πράγματα πριν μπορέσω να χρησιμοποιήσω το σύστημα.

6.2.4 Ανάλυση Δεδομένων

Για την αξιολόγηση της ευχρηστίας της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε ποσοτική ανάλυση, παρέχοντας μια συνθετική εικόνα των αποτελεσμάτων. Το επίπεδο ευχρηστίας αποτιμήθηκε μέσω του εργαλείου SUS, όπως περιγράφεται από τον Brooke (1996) [29]. Η διαδικασία υπολογισμού έχει ως εξής: οι βαθμολογίες κάθε συμμετέχοντα για κάθε ερώτηση μετασχηματίζονται ανάλογα με τη φύση της — για τις θετικά διατυπωμένες ερωτήσεις (1, 3, 5, 7, 9) αφαιρείται η μονάδα από την απάντηση, ενώ για τις αρνητικά διατυπωμένες (2, 4, 6, 8, 10) αφαιρείται η απάντηση από το 5. Στη συνέχεια το άθροισμα των μετασχηματισμένων τιμών πολλαπλασιάζεται επί 2,5, μετατρέποντας την αρχική κλίμακα (0–40) σε κλίμακα 0 έως 100. Σημειώνεται ότι η βαθμολογία δεν αποτελεί ποσοστό, αλλά ερμηνεύεται βάσει της εκατοστιαίας κατάταξής της.

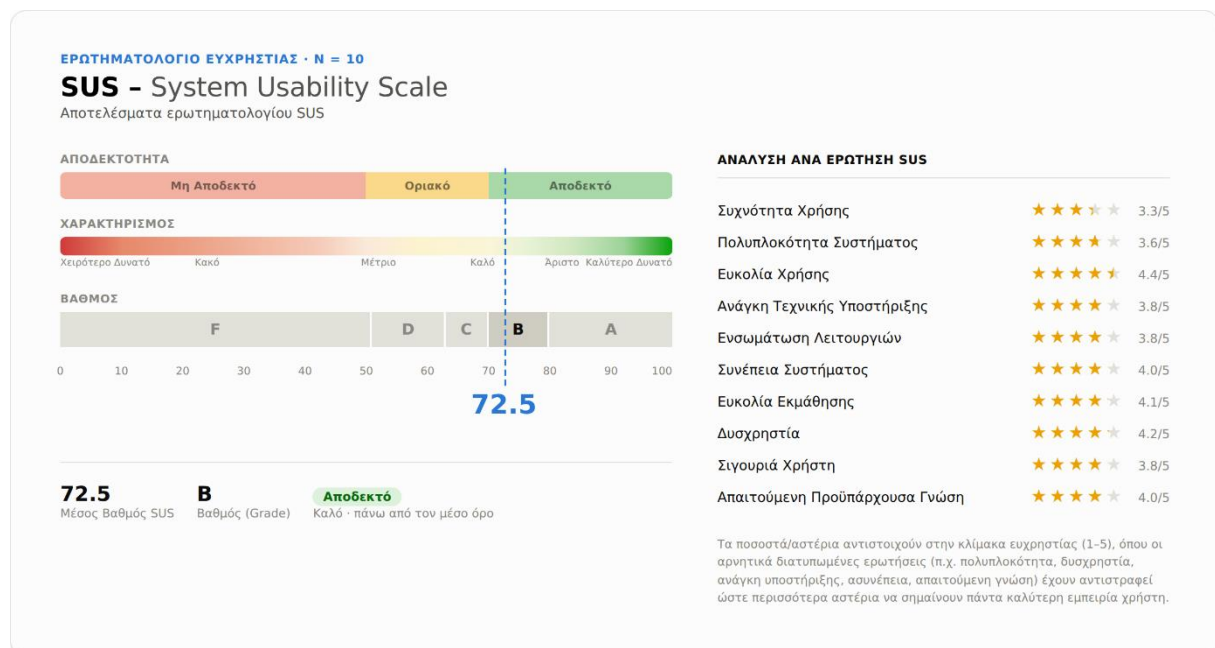
Βάσει της βιβλιογραφίας, βαθμολογίες SUS άνω των 68 θεωρούνται πάνω από τον μέσο όρο και χαρακτηρίζουν ένα σύστημα ως αποδεκτό ως προς την ευχρηστία, ενώ βαθμολογίες κάτω των 68 θεωρούνται κάτω από τον μέσο όρο (Brooke, 1996) [29]. Επιπλέον, η ανάλυση των αποτελεσμάτων SUS μπορεί να πραγματοποιηθεί και σε επίπεδο επιμέρους ερωτήσεων, με στόχο τον εντοπισμό συγκεκριμένων σημείων που χρήζουν βελτίωσης.

6.2.5 Αποτελέσματα

Από την αξιολόγηση της ευχρηστίας της εφαρμογής Smart Work Card Scanner προέκυψε μέση βαθμολογία SUS 72,5, η οποία σύμφωνα με την κλίμακα του Brooke (1996) χαρακτηρίζεται ως ΑΠΟΔΕΚΤΗ (Acceptable) και κατατάσσεται στην κατηγορία «Καλή» (Good), υπερβαίνοντας το κατώφλι των 68 μονάδων που ορίζεται ως κατώτατο όριο ικανοποιητικής ευχρηστίας.

Η τυπική απόκλιση ανήλθε σε 21,86, γεγονός που υποδηλώνει σημαντική ετερογένεια στις αντιλήψεις των χρηστών. Αναλύοντας τις επιμέρους βαθμολογίες, διαπιστώνεται ότι οι συμμετέχοντες με προχωρημένη εξοικείωση με κινητές εφαρμογές απέδωσαν υψηλές βαθμολογίες (έως 97,5), ενώ οι χρήστες με βασική τεχνολογική κατάρτιση σημείωσαν χαμηλότερες τιμές (35,0 και 47,5). Το εύρημα αυτό δεν αναιρεί την αποδεκτή ευχρηστία του συστήματος, αλλά αναδεικνύει συγκεκριμένα σημεία που χρήζουν βελτίωσης.

Αναλύοντας τα αποτελέσματα σε επίπεδο επιμέρους ερωτήσεων, τα κυριότερα σημεία αδυναμίας εντοπίστηκαν στην εμπιστοσύνη του χρήστη (ερώτηση 9), στην ανάγκη τεχνικής υποστήριξης (ερώτηση 4) και στην εκμάθηση πριν τη χρήση (ερώτηση 10). Οι αδυναμίες αυτές συνδέονται κυρίως με χρήστες χωρίς προηγούμενη εμπειρία με NFC ή εφαρμογές γεωφράκτη, οι οποίοι εξέφρασαν την ανάγκη για πιο αναλυτικές οδηγίες κατά την πρώτη χρήση. Αντίθετα, ερωτήσεις που αφορούν την ενοποίηση λειτουργιών (ερώτηση 5) και την ευκολία χρήσης (ερώτηση 3) έλαβαν γενικά θετικές αξιολογήσεις, επιβεβαιώνοντας ότι η δομή και η οργάνωση της εφαρμογής κρίνονται ικανοποιητικές από την πλειονότητα των χρηστών.



Σχήμα 6.1: Αποτελέσματα Αξιολόγησης SUS — Κλίμακα και Ανάλυση ανά Ερώτηση

6.3 Επίδοση Συστήματος

Η αξιολόγηση της επίδοσης της εφαρμογής Smart Work Card Scanner πραγματοποιήθηκε με βάση τρεις βασικές διαστάσεις: τους χρόνους απόκρισης των κύριων λειτουργιών, την κατανάλωση πόρων (μνήμη και μπαταρία) και την επεκτασιμότητα του συστήματος σε διαφορετικά μεγέθη επιχείρησης.

6.3.1 Χρόνοι Απόκρισης

Οι χρόνοι απόκρισης μετρήθηκαν σε πραγματικές συνθήκες δικτύου για κάθε βασική λειτουργία της εφαρμογής. Η σάρωση QR κώδικα και εγγραφή στο Firestore ολοκληρώνεται σε 400–900ms, με τη διακύμανση να εξαρτάται από την ποιότητα της σύνδεσης. Σε κατάσταση offline, η αποθήκευση στην τοπική ουρά ολοκληρώνεται σε λιγότερο από 50ms. Η σάρωση NFC αποδεικνύεται ταχύτερη, με χρόνο 300–700ms, καθώς η ανάγνωση του tag γίνεται άμεσα χωρίς επεξεργασία εικόνας. Η αρχική φόρτωση του Dashboard απαιτεί 1,2–2,0 δευτερόλεπτα, χρόνος που αντιστοιχεί στη σύνδεση με το Firestore και την αυθεντικοποίηση. Μετά την αρχική φόρτωση, οι ενημερώσεις real-time μέσω StreamBuilder φτάνουν στη διεπαφή σε λιγότερο από 100ms, χωρίς polling, χάρη στο push μοντέλο του Firestore.

Για πιο χρονοβόρες λειτουργίες, η εξαγωγή Excel για 50 εργαζομένους και 30 ημέρες απαιτεί 3–6 δευτερόλεπτα, καθώς συμπεριλαμβάνεται η φόρτωση δεδομένων παρουσίας και η δόμηση του αρχείου. Ο συγχρονισμός 5 offline εγγραφών ολοκληρώνεται σε 2–4 δευτερόλεπτα, αφού οι εγγραφές αποστέλλονται διαδοχικά, μία ανά αίτηση.

6.3.2 Κατανάλωση Πόρων

Ως προς τη μνήμη, η εφαρμογή Τερματικού Σάρωσης καταναλώνει 60–80 MB RAM, ενώ η εφαρμογή Γεωφράκτη, λόγω της ενεργής παρακολούθησης GPS, καταναλώνει 70–100 MB RAM. Και τα δύο μεγέθη είναι απολύτως φυσιολογικά για Flutter εφαρμογές και δεν δημιουργούν πρόβλημα σε σύγχρονες συσκευές Android.

Ως προς την μπαταρία, η συνεχής παρακολούθηση GPS με διάστημα ανανέωσης 10 δευτερολέπτων καταναλώνει περίπου 3–5% μπαταρίας ανά ώρα, ποσοστό αποδεκτό για εργασιακή χρήση. Ο Firestore listener που τρέχει στο παρασκήνιο καταναλώνει λιγότερο από 1%, καθώς βασίζεται σε WebSocket keep-alive και όχι σε τακτικές αιτήσεις.

6.3.3 Επεκτασιμότητα

Η αξιολόγηση της επεκτασιμότητας πραγματοποιήθηκε για τρία μεγέθη επιχείρησης. Για μικρές επιχειρήσεις 1–20 εργαζομένων, η απόδοση είναι άριστη: το Dashboard φορτώνει σε λιγότερο από 1 δευτερόλεπτο και η εξαγωγή Excel ολοκληρώνεται σε λιγότερο από 3 δευτερόλεπτα. Για μεσαίες επιχειρήσεις 20–100 εργαζομένων, η απόδοση παραμένει καλή: το Dashboard φορτώνει σε λιγότερο από 2 δευτερόλεπτα και το Excel σε 3–8 δευτερόλεπτα. Για μεγάλες επιχειρήσεις 100–500 εργαζομένων, η εξαγωγή Excel μπορεί να φτάσει τα 10–30 δευτερόλεπτα και απαιτείται εισαγωγή pagination στο attendance query και lazy loading στην εξαγωγή, τεχνικές που αναφέρονται ως μελλοντικές επεκτάσεις.

Συνολικά, για την τρέχουσα κλίμακα της εφαρμογής — μικρομεσαίες επιχειρήσεις έως 100 εργαζομένους — η απόδοση είναι πλήρως ικανοποιητική. Η εφαρμογή επιτυγχάνει real-time ενημέρωση χωρίς polling χάρη στα Firestore streams, μηδενική απώλεια δεδομένων offline χάρη στο OfflineQueueService, και αξιόπιστη γεωφράκτη ανίχνευση με buffer για GPS ανακρίβειες.

Κεφάλαιο 7ο: Συμπεράσματα & Μελλοντικές Επεκτάσεις

7.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων

Η παρούσα διπλωματική εργασία είχε ως στόχο τη σχεδίαση και υλοποίηση ενός ολοκληρωμένου συστήματος ψηφιακής καταγραφής παρουσίας εργαζομένων, με την ονομασία Smart Work Card Scanner. Το σύστημα αναπτύχθηκε με τη χρήση του framework Flutter και αξιοποιεί τεχνολογίες NFC και QR κώδικα για τη σάρωση καρτών εισόδου/εξόδου, ενώ το Firebase χρησιμοποιήθηκε ως backend για αυθεντικοποίηση, αποθήκευση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και cloud functions.

Το σύστημα αποτελείται από τρεις διακριτές εφαρμογές: τον Πίνακα Ελέγχου Διαχειριστή, το Τερματικό Σάρωσης και την εφαρμογή Γεωφράκτη Εργαζομένου, οι οποίες καλύπτουν το σύνολο των αναγκών μιας μικρομεσαίας επιχείρησης για την παρακολούθηση του εργασιακού χρόνου. Ειδικότερα, επιτεύχθηκαν τα εξής: η αξιόπιστη καταγραφή παρουσίας μέσω NFC και QR με υποστήριξη offline λειτουργίας και αυτόματο συγχρονισμό, η real-time εποπτεία μέσω StreamBuilder, η αυτοματοποιημένη αποστολή QR κώδικα στον εργαζόμενο μέσω email, η εξαγωγή αναφορών Excel, η γεωγραφική παρακολούθηση μέσω γεωφράκτη με αλγόριθμο Haversine και ειδοποιήσεις εισόδου/εξόδου, καθώς και η ασφάλεια πρόσβασης μέσω διπλής αυθεντικοποίησης Firebase Auth και PIN.

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης επιβεβαιώνουν την επιτυχία του συστήματος: το σύνολο των 23 χειροκίνητων σεναρίων δοκιμών και των 27 αυτοματοποιημένων unit tests εκτελέστηκε χωρίς αποτυχίες, η μέση βαθμολογία SUS ανήλθε σε 72,5 («Καλή» ευχρηστία), ενώ οι χρόνοι απόκρισης για εταιρείες έως 100 εργαζομένους κρίθηκαν πλήρως ικανοποιητικοί. Το σύστημα ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της ελληνικής νομοθεσίας (Ν. 4808/2021) για ψηφιακή καταγραφή του εργασιακού χρόνου.

7.2 Προτάσεις για μελλοντική βελτίωση

Παρόλο που η εφαρμογή Smart Work Card Scanner στην παρούσα μορφή της αποτελεί ένα ολοκληρωμένο και πλήρως λειτουργικό σύστημα ψηφιακής ωρομέτρησης, η φύση του εργασιακού περιβάλλοντος και οι συνεχώς εξελισσόμενες τεχνολογικές δυνατότητες προσφέρουν σημαντικά περιθώρια για την ένταξη επιπρόσθετων λειτουργιών που θα επαυξήσουν την προστιθέμενη αξία του.

Μία από τις πιο σημαντικές επεκτάσεις που θα μπορούσε να γίνει είναι η πλήρης διασύνδεση με το API ΕΡΓΑΝΗ II του Υπουργείου Εργασίας. Με τη λειτουργία αυτή, τα δεδομένα παρουσίας θα υποβάλλονται αυτόματα στο κρατικό σύστημα, εξαλείφοντας την ανάγκη χειροκίνητης καταχώρησης και διασφαλίζοντας πλήρη νομοθετική συμμόρφωση χωρίς επιπλέον διοικητικό φόρτο για τον εργοδότη.

Μια ακόμα σημαντική επέκταση αφορά την αντικατάσταση της φυσικής κάρτας με αναγνώριση προσώπου κατά τη διαδικασία χτυπήματος παρουσίας. Με τη χρήση τεχνολογιών computer vision, ο εργαζόμενος θα μπορούσε να καταγράφει την ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ και ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ απλώς κοιτώντας την κάμερα του τερματικού, χωρίς να χρειάζεται φυσική κάρτα ή QR κώδικα. Η λύση αυτή εξαλείφει τον κίνδυνο απώλειας κάρτας, αποτρέπει την καταγραφή παρουσίας από τρίτο πρόσωπο (buddy punching) και επιταχύνει σημαντικά τη διαδικασία εισόδου σε εργασιακά περιβάλλοντα με μεγάλο αριθμό εργαζομένων. Η υλοποίηση αυτή θα πρέπει να συνοδεύεται από αυστηρή Μελέτη Αντικτύπου (DPIA) ώστε να διασφαλίζεται η συμμόρφωση με τον GDPR, ή να προσφέρεται ως προαιρετική επιλογή υψηλής ασφάλειας.

Παράλληλα, μια κρίσιμη μελλοντική αναβάθμιση αφορά την επέκταση του συστήματος σε iOS. Η διαθεσιμότητα της εφαρμογής στο οικοσύστημα της Apple θα εξασφαλίσει την καθολική πρόσβαση σε εργασιακά περιβάλλοντα όπου οι συσκευές iPhone είναι διαδεδομένες, διευρύνοντας σημαντικά τη βάση των δυνητικών χρηστών.

Τέλος, η εισαγωγή προηγμένης ανάλυσης δεδομένων με χρήση τεχνικών machine learning για τον εντοπισμό μοτίβων απουσίας, την πρόβλεψη ανάγκης υπερωριών και την αυτόματη δημιουργία βέλτιστου προγράμματος εργασίας θα μετατρέψει το σύστημα από εργαλείο καταγραφής σε εργαλείο στρατηγικής διαχείρισης ανθρώπινου δυναμικού, προσδίδοντάς του ιδιαίτερη αξία για μεγαλύτερες επιχειρήσεις. Επιπλέον, τα ευρήματα της αξιολόγησης ευχρηστίας ανέδειξαν την ανάγκη δημιουργίας ενός Οδηγού Πρώτης Χρήσης (Onboarding Tutorial), ο οποίος θα καθοδηγεί τους νέους χρήστες βήμα προς βήμα κατά την πρώτη εκκίνηση της εφαρμογής, βελτιώνοντας σημαντικά την εμπειρία των λιγότερο εξοικειωμένων με την τεχνολογία χρηστών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] A&L Goodbody, "Recording Working Time: Important New EU Decision Clarifies the Law," algoodbody.com. [Online]. Available: <https://www.algoodbody.com/insights-publications/recording-working-time-important-new-eu-decision-clarifies-the-law>
- [2] Denso Wave Incorporated, "History of QR Code," qrcode.com. [Online]. Available: <https://www.qrcode.com/en/history/>
- [3] NFC Forum, "What is NFC?," nfc-forum.org. [Online]. Available: <https://nfc-forum.org/what-is-nfc/>
- [4] Ελληνική Δημοκρατία, "Νόμος 4808/2021 — Για την Προστασία της Εργασίας," ΦΕΚ Α' 101/19.6.2021. [Online]. Available: https://www.et.gr/api/DownloadFeksApi/?fek_pdf=20210100101.
- [5] Temponia, "Mandatory Time Tracking in Europe — EU Directive," temponia.com. [Online]. Available: <https://www.temponia.com/blog/mandatory-time-tracking-europe-eu-directive>.
- [6] Court of Justice of the EU, "Judgment in Case C-55/18 — CCOO v Deutsche Bank," curia.europa.eu, 14 Μαΐου 2019. [Online]. Available: <https://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?docid=214043>.
- [7] ISO/IEC 18004:2015, Information technology — Automatic identification and data capture techniques — QR Code bar code symbology specification, International Organization for Standardization, 2015. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/62021.html>.
- [8] A. Pondith, "The History of Flutter: From Origins to Global Adoption," Medium. [Online]. Available: <https://alpondith.medium.com/the-history-of-flutter-from-origins-to-global-adoption-ddd5b1873dd3>.
- [9] Google, "Flutter — Build apps for any screen," flutter.dev. [Online]. Available: <https://flutter.dev>.
- [10] Google, "Dart programming language," dart.dev. [Online]. Available: <https://dart.dev>.
- [11] Google, "Firebase — App Development Platform," firebase.google.com. [Online]. Available: <https://firebase.google.com>.
- [12] C. Veness, "Calculate distance, bearing and more between Latitude/Longitude points — Haversine formula," Movable Type Scripts. [Online]. Available: <https://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html>.
- [13] Mondaq, "EU Time Recording Obligations," mondaq.com. [Online]. Available: <https://www.mondaq.com/employee-benefits-compensation/1009942/eu-time-recording-obligations>.
- [14] Epsilon Net, "Epsilon Smart Ergani — Ψηφιακή Κάρτα Εργασίας & ΕΡΓΑΝΗ II," ergani.epsilon-smart.gr. [Online]. Available: <https://ergani.epsilon-smart.gr>.
- [15] SoftOne, "myErgani Live — Ψηφιακή Κάρτα Εργασίας," softone.gr. [Online]. Available: <https://www.softone.gr/employee-digital-card/>.
- [16] Factorial, "The business software to manage your whole team," factorialhr.com. [Online]. Available: <https://www.factorialhr.com>.

- [17] Connecteam, "Manage your entire team without the chaos," connecteam.com. [Online]. Available: <https://connecteam.com>.
- [18] ZKTeco Europe, "Workforce Management & Security Solutions," zkteco.eu. [Online]. Available: <https://www.zkteco.eu>.
- [19] Anviz, "Smart Time & Attendance Tracking," anviz.com. [Online]. Available: <https://www.anviz.com>.
- [20] Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο, "Κανονισμός (ΕΕ) 2016/679 (GDPR), άρθρο 9," Επίσημη Εφημερίδα της ΕΕ, 2016.
- [21] ΑΠΔΠΧ, "Γνωμοδότηση 4/2026 επί σχεδίου διάταξης του Υπουργείου Εσωτερικών σχετικά με επεξεργασία βιομετρικών δεδομένων," dpa.gr, 11 Μαΐου 2026. [Online]. Available: <https://www.dpa.gr/el/enimerwtiko/prakseisArxis/gnomodotisi-epi-shedioy-diataxis-toy-ypourgeiou-esoterikon-me-titlo>.
- [22] Eurostat, "Digitalisation in Europe – 2024 edition," ec.europa.eu. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/digitalisation-2024>.
- [23] Scanova, "QR Code Statistics 2026: Impressive Global Usage Data," scanova.io. [Online]. Available: <https://scanova.io/blog/qr-code-statistics/>.
- [24] Grand View Research, "Near Field Communication Market Size Report, 2025-2030," grandviewresearch.com. [Online]. Available: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/near-field-communication-nfc-market>.
- [25] Υπουργείο Εργασίας και Κοινωνικής Ασφάλισης, "Ψηφιακή Κάρτα Εργασίας: Πάνω από 815.000 περισσότερες καταγεγραμμένες υπερωρίες το 2024," ypergasias.gov.gr. [Online]. Available: <https://ypergasias.gov.gr/psifiaki-karta-ergasias-pano-apo-815-000-perissoteres-katagegrammenes-yperories-to-2024/>.
- [26] Workforce.com, "Time and Attendance Challenges and How to Solve Them," workforce.com. [Online]. Available: <https://workforce.com/news/time-and-attendance-challenges-and-how-to-solve-them>.
- [27] Software Freedom Conservancy, "Git — Fast Version Control System," git-scm.com. [Online]. Available: <https://git-scm.com>
- [28] GitHub Inc., "GitHub — Where the world builds software," github.com. [Online]. Available: <https://github.com>
- [29] J. Brooke, "SUS: A quick and dirty usability scale," in Usability Evaluation in Industry, P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, and I. L. McClelland, Eds. London: Taylor & Francis, 1996, pp. 189–194. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/228593520_SUS_A_quick_and_dirty_usability_scale