



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Ε.Π. ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

“Ηπειρος” 2014-2020

ΚΩΔΙΚΟΣ ΠΡΑΞΗΣ (ΕΡΓΟΥ): ΗΠ1ΑΒ-00169

ΕΠΩΝΥΜΙΑ ΦΟΡΕΑ: Όμιλος Κολιού ΑΒΕΕ.

Εξαγωγές αγροτικών προϊόντων

Ακτινίδια - Πορτοκάλια - Μανταρίνια - Φράουλες

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΦΟΡΕΑ: Όμιλος Κολιού ΑΒΕΕ

Τίτλος Πρότασης

**Σύγχρονο σύστημα αξιολόγησης της ποιότητας των ακτινιδίων,
ιχνηλασιμότητα των παραγόμενων προϊόντων ακτινιδίου και ευφυής
διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού με βάση προηγμένες εφαρμογές
Πληροφορικής ICT - FoodAware**

ΜΑΡΤΙΟΣ 2021

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 2

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ: ΠΕ2.3

Τεχνική Έκθεση Ανάλυσης και απαιτήσεων της Εφαρμογής Τηλεφώνου για την υποστήριξη του συστήματος GS1 DataBar και την διασύνδεση με την πλατφόρμα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη αποτελεί το υπ. αριθμ. ΠΕ2.3 παραδοτέο του έργου με Τίτλο «Σύγχρονο σύστημα αξιολόγησης της ποιότητας των ακτινιδίων, ιχνηλασιμότητα των παραγόμενων προϊόντων ακτινιδίου και ευφυής διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού με βάση προηγμένες εφαρμογές Πληροφορικής ICT - FoodAware» που υλοποιείται στα πλαίσια του επιχειρησιακού προγράμματος “Ηπειρος” 2014-2020. Η μελέτη εστιάζει στον εντοπισμό και την ανάλυση των απαιτήσεων για την ανάπτυξη εφαρμογής, κατάλληλης για φορητές συσκευές, που θα διασυνδέεται με την πλατφόρμα του συστήματος και θα υποστηρίζει τις λειτουργίες της ιχνηλασιμότητας του ακτινιδίου. Με σκοπό την υλοποίηση της εφαρμογής, προσδιορίζονται οι λειτουργίες της, αναλύονται οι απαιτήσεις των εμπλεκόμενων και οι παράμετροι που αφορούν και επηρεάζουν την εμπειρία χρήστη. Για την υλοποίηση επιλέγεται η ευέλικτη μεθοδολογία.

Πίνακας περιεχομένων

1.	Εισαγωγή.....	6
1.1.	Υφιστάμενη κατάσταση και ανάδειξη των ενδεχόμενων προβλημάτων	8
1.1.1.	Η ιχνηλασιμότητα στο ακτινίδιο	10
1.1.2.	Η υφιστάμενη κατάσταση του συστήματος ιχνηλασιμότητας στην ΚΟΛΙΟΣ Α.Ε.....	11
1.2.	Υπάρχουσες λύσεις.....	12
1.2.1.	Απλές λύσεις.....	13
1.2.2.	Εφαρμογές κινητού τηλεφώνου	13
1.3.	Συμπεράσματα - προτεινόμενες λύσεις	15
1.4.	Σκοπός.....	16
2.	Κινητές συσκευές	19
2.1.	Ιστορική αναδρομή των κινητών συσκευών	22
2.2.	Το υλικό (hardware) των κινητών τηλεφώνων.....	24
2.3.	Λογισμικό κινητών τηλεφώνων	28
2.3.1.	Λειτουργικό σύστημα.....	29
2.4.	Εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα	43
2.5.	Χρήσιμες Τεχνολογίες.....	47
2.5.1.	Ασύρματη οπτική επικοινωνία.....	48
2.5.2.	Barcodes (Γραμμικοί κώδικες).....	50
3.	Ανάλυση Εφαρμογής.....	53
3.1.	Εμπλεκόμενοι	53
3.1.1.	Εταιρεία.....	53
3.1.2.	Γεωπόνους.....	53
3.1.3.	Ομάδα Πληροφορικής.....	54
3.2.	Λειτουργία Εφαρμογής	54

3.2.1.	Έλεγχος ταυτότητας χρήστη	54
3.2.2.	Εισαγωγή δεδομένων	55
3.2.3.	Αυτόματες Διαδικασίες.....	60
4.	Απαιτήσεις Εφαρμογής	62
4.1.	Λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις.....	64
4.1.1.	Λειτουργικές απαιτήσεις	64
4.1.2.	Μη λειτουργικές απαιτήσεις.....	66
4.2.	Σχεδιασμός Εφαρμογής.....	69
4.2.1.	Εμπειρία χρήστη.....	69
4.2.2.	Τα μοντέλα της εμπειρίας του χρήστη.....	71
4.2.3.	Η κυψέλη της εμπειρίας του χρήστη.....	74
4.2.4.	Μέθοδοι αξιολόγησης της προσδοκώμενης εμπειρίας του χρήστη.....	75
5.	Ανάπτυξη Εφαρμογής	78
5.1.	Front End της εφαρμογής	78
6.	Περιγραφή Μεθοδολογίας Ανάπτυξης Εφαρμογής	85
6.1.	Ευέλικτη μεθοδολογία (Agile method)	85
6.1.1.	Αρχές της ευέλικτης μεθοδολογίας (Agile principles).....	86
6.1.2.	Πλεονεκτήματα της ευέλικτης μεθοδολογίας.....	87
6.1.3.	Επιλογή της κατάλληλης μεθοδολογίας και γιατί (Agile / Scrum).....	88
6.1.4.	SCRUM	89
6.1.5.	Sprints	90
	Βιβλιογραφία	92

1. Εισαγωγή

Η ευρεία χρήση των κινητών τεχνολογιών επικοινωνίας είναι πλέον σύνηθες στην καθημερινότητα του ανθρώπου. Το κινητό τηλέφωνο χρησιμοποιείται για μετάδοση φωνής, δεδομένων αλλά και για παροχή υπηρεσιών. Οι τεχνολογίες κινητής τεχνολογίας γνώρισαν μεγάλη άνθιση, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, χάρη στη δυνατότητα σύνδεσης με το διαδίκτυο, αλλά και την εύκολη και γρήγορη παράδοση πληροφοριών σε αγροτικές ή και αστικές περιοχές. Η εισαγωγή τους στην καθημερινότητα του ανθρώπου συνδέεται άμεσα με τις φορητές, ασύρματες συσκευές (π.χ. κινητά τηλέφωνα, ταμπλέτες), οι οποίες αποτελούν εργαλείο για το σημερινό άνθρωπο. Πλέον οι φορητές συσκευές: α) διαθέτουν αυξημένη επεξεργαστικής ισχύς και απευθείας πρόσβαση στο διαδίκτυο, β) παρέχουν πλήθος των δυνατοτήτων σε συνδυασμό με την σχετικά εύκολη χρήση τους γ) υποστηρίζουν πολλές και διαφορετικές εφαρμογές που είναι διαθέσιμες για τις συσκευές αυτές. Όλα αυτά οδήγησαν στη δημιουργία καινοτόμων υπηρεσιών και εφαρμογών που χρησιμοποιούνται στις αγροτικές αλυσίδες. Η χρήση τους κερδίζει έδαφος στον γεωργικό τομέα, κυρίως στις ανεπτυγμένες χώρες, όπου η μηχανοποίηση είναι πλέον πραγματικότητα και η χρήση κινητών συσκευών και των εφαρμογών τους παρέχει ταχύτατη επικοινωνία και ανταλλαγή πληροφοριών, μεταφορά δεδομένων, δυνατότητα επεξεργασίας όπου και όταν αυτό απαιτηθεί, βελτιστοποίηση της διαδικασίας παραγωγής, συμβολή στη λήψη αποφάσεων, μείωση του κόστους.

Πλήθος εφαρμογών κινητής τεχνολογίας που βρίσκουν εφαρμογή στο γεωργικό τομέα αφορούν πρόσβαση σε πληροφορίες αγοράς, όπως εμπορικές εγκαταστάσεις, πληροφορίες για τον καιρό, χρηματοοικονομικές υπηρεσίες όπως πληρωμές, δάνεια και ασφάλιση, πληροφορίες ιχνηλασιμότητας. Σήμερα, υπάρχουν εφαρμογές στοχευμένης πληροφόρησης, όπως για παράδειγμα εφαρμογές που παρέχουν εικόνες πολύ υψηλής ανάλυσης για την καλλιέργεια, πληροφορίες για τον καιρό σε συνδυασμό με ιστορικά στοιχεία για συγκεκριμένη περιοχή, ιστορικό απόδοσης περιοχής, πληροφορίες συγκριτικής αξιολόγησης, προτάσεις και προβλέψεις τιμών βάσει δεδομένων και προϊόντων. Τέτοιου είδους εφαρμογές συμβάλλουν επίσης στην αιεφόρος ανάπτυξη είτε παρέχοντας τοπικά συστήματα δεδομένων μέτρησης είτε παρακολουθήσης συγκεκριμένων δεικτών, όπως το ποσοστό της γεωργικής έκτασης που είναι παραγωγική και βιώσιμη (Bayas et al., 2020).

Στον χώρο της ιχνηλασιμότητας, οι φορητές συσκευές έχουν εισαχθεί στα πρώιμα στάδια της (αναγνώστες, σαρωτές, κ.λπ.). Όμως, τελευταία αυξήθηκε το ενδιαφέρον για τη χρήση και ενσωμάτωση έξυπνων φορητών συσκευών στα συστήματα ιχνηλασιμότητας και μια μετάβαση από τον παραδοσιακό και χειροκίνητο τρόπο συλλογής/ καταγραφής/ επεξεργασίας των δεδομένων ιχνηλασιμότητας σε ένα σύγχρονο, ολοκληρωμένο και αποτελεσματικό τρόπο διαχείρισης της πληροφορίας. Σε σύγχρονα συστήματα ιχνηλασιμότητας, το κινητό τηλέφωνο έχει βασικό ρόλο και οι εφαρμογές για κινητά παρέχουν μια σειρά από υπηρεσίες (παρακολούθηση ενημέρωση, συλλογή πληροφοριών, διαχείριση) στο γεωργοκτηνοτροφικό τομέα. Η επικοινωνία σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να βασιστεί στην τεχνολογία Near Field Communication-NFC που είναι πολύ φθηνότερη από το RFID.

Εδώ, και στα πλαίσια του έργου ICT FoodAware, το κινητό τηλέφωνο σε συνδυασμό με μια εφαρμογή για συστήματα GS1 DataBar γίνεται εργαλείο στα χέρια της εταιρείας για να υποστήριξη το σύστημα ιχνηλασιμότητας και τη μεταφορά δεδομένων από και προς την πλατφόρμα του συστήματος ιχνηλασιμότητας.

Στη συνέχεια περιγράφεται αναλυτικά αυτή η διαδικασία. Συγκεκριμένα, στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι έξυπνες φορητές συσκευές εστιάζοντας κυρίως στα έξυπνα κινητά τηλέφωνα.

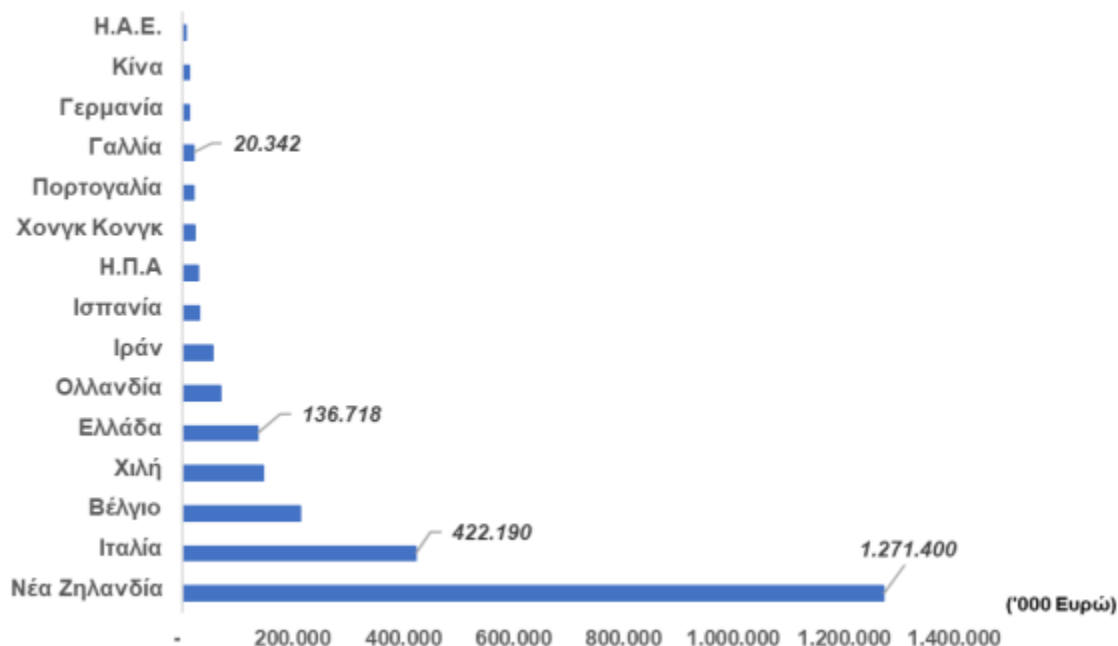
1.1. Υφιστάμενη κατάσταση και ανάδειξη των ενδεχόμενων προβλημάτων

Οι απαιτήσεις των σύγχρονων καταναλωτών για φρέσκα, εύγευστα, θρεπτικά και ασφαλή τρόφιμα συνεχώς αυξάνουν. Η κατανάλωση φρούτων και λαχανικών επίσης αυξάνει συνεχώς και οι καταναλωτές επιζητούν ποιότητα, ιχνηλασιμότητας και διατροφική ασφάλεια στα τρόφιμά τους που εντάσσουν στη διατροφή τους, που όπως πιστεύουν θα τους προσφέρουν πολύ συγκεκριμένα οφέλη σχετικά με την υγεία τους. Η εδραίωση ενός διαφορετικού τρόπου ζωής και η αύξηση του εισοδήματος σε πολλά μέρη του κόσμου, οδήγησαν σε αύξηση κατανάλωσης του ποσοστού των τροφίμων. Το ακτινίδιο, είναι φρούτο πλούσιο σε βιταμίνες και αντιοξειδωτικά και παρέχει πολλά οφέλη στην υγεία του ανθρώπου. Για το λόγο αυτό εντάσσεται πλέον στην καθημερινή διατροφή του. Παράλληλα, ο σύγχρονος αγρότης, που έχει εντάξει το ακτινίδιο στη γεωργική του παραγωγή, δεν το προορίζει μόνο για ιδία κατανάλωση, αλλά κυρίως για το εμπόριο. Αυτή, η νέα διαμορφούμενη κατάσταση δημιουργεί σημαντικές προκλήσεις στο χώρο παραγωγής/διακίνησης τροφίμων σε ζητήματα σχετικά με την διασφάλιση της ασφάλειας των τροφίμων, την προστασία του περιβάλλοντος και την κερδοφορία από τη γεωργική εκμετάλλευση. Η εφαρμογή της ιχνηλασιμότητας στο πεδίο των τροφίμων ξεκινά από το χωράφι και φθάνει έως το πιάτο του καταναλωτή. Παράλληλα εφαρμόζοντας διαγνωστικές δοκιμές θα είναι δυνατή η ανίχνευση αλλά και η αποτροπή των κινδύνων και θα έχουμε πιο ασφαλή τρόφιμα και επιπλέον θα διαφυλάσσεται η ταυτότητα και η υγιεινής των παραγόμενων τροφίμων. Σύμφωνα με τον Orara, αυτά αποτελούν επουσιώδη στοιχεία για ένα σύστημα διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού (Orara et al., 2003).

Στη χώρα μας, η καλλιέργεια του ακτινιδίου είναι ένας κλάδος που καλύπτεται από μικρές εκμεταλλεύσεις που επικεντρώνονται στις συνθήκες καλλιέργειας και την παραγωγή όσο το δυνατόν καλύτερων ποιοτικά προϊόντων. Οι προοπτικές που ανοίγονται για τους Έλληνες παραγωγούς είναι ιδιαίτερες ευοίωνες καθώς τα φρούτα που παράγονται στον ευρωπαϊκό χώρο, αναγνωρίζονται για την κορυφαία τους ποιότητα, την ασφάλεια, καθώς η παραγωγή τους ακολουθεί αυστηρές ποιοτικές προδιαγραφές σε όλα τα στάδια παραγωγής, συγκομιδή και εμπορία τους¹.

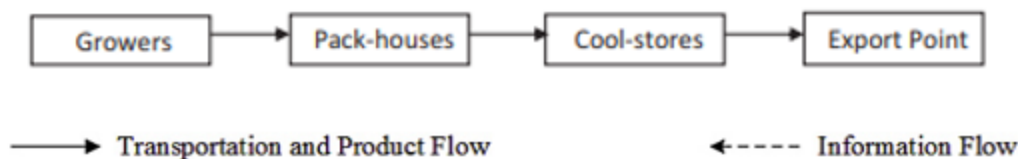
Αυτό, αποτελεί κίνητρο για τον παραγωγό που στρέφεται στην προσέλκυση των σύγχρονων απαιτητικών καταναλωτών, τόσο στον ευρωπαϊκό χώρο, όσο και παγκοσμίως. Βέβαια, οι κίνδυνοι που ελλοχεύουν θέτουν το κρίσιμο ζήτημα της διασφάλισης της ποιότητας των τροφίμων. Μια ξεκάθαρη λύση για το ζήτημα αυτό, είναι η εφαρμογή της ιχνηλασιμότητας, ενός σημαντικού και

χρήσιμου εργαλείου, κατάλληλο για τη διαχείριση της ασφάλειας των τροφίμων, την υποστήριξη της ποιότητας και την προώθηση της αποτελεσματικής ανάπτυξης και διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού. Συνεπώς η ιχνηλασιμότητα του ελληνικού ακτινιδίου αποτελεί μονόδρομο στη σημερινή αγορά. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα παγκοσμίως καταλαμβάνει την τέταρτη θέση σε εξαγωγή και την 1- πέμπτη θέση σε παραγωγή ακτινιδίου (Εικόνα 1-1).



Εικόνα 1-1: Χώρες με την υψηλότερη Αξία Εξαγωγής Ακτινιδίων (2019). (Πηγή: https://agora.mfa.gr/infofiles/EPEYNA_AΓΟΡΑΣ_ΓΙΑ_ΤΟ_AKΤΙΝΙΔΙΟ_ΣΤΗ_ΛΔ_ΤΗΣ_ΚΙΝΑΣ_cn.pdf)

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκός Κανονισμός αριθ. 178/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 28ης Ιανουαρίου 2002, Κανονισμός Υγιεινής Τροφίμων 852/2004 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point)) έθεσε το πλαίσιο για τη νομοθεσία σχετικά με τα τρόφιμα και καθόρισε τις διαδικασίες σε θέματα που αφορούν την ασφάλεια τροφίμων. Το πλαίσιο αυτό επιβάλλει τη χρήση συστήματος ιχνηλασιμότητας στον κλάδο του ακτινιδίου.



Εικόνα 1-2: Η εφοδιαστική αλυσίδα παραγωγής και διάθεσης ακτινιδίου

1.1.1. Η ιχνηλασιμότητα στο ακτινίδιο

Στη Ελλάδα, καλλιεργείται η ακτινιδιά με συστηματικό τρόπο και αυξητικό ρυθμό κατατάσσοντας τη χώρα μας σε μία από τις σημαντικότερες χώρες παραγωγής ακτινιδίων στην Ευρώπη, ενώ κερδίζει συνεχώς έδαφος στις ξένες αγορές όπως σε Ισπανία, Γερμανία, Γαλλία, Ρωσία, Καναδά, ΗΠΑ, Μέση Ανατολή, Σιγκαπούρη και Χονγκ Κονγκ. Η ιχνηλασιμότητα είναι μια από τις πιο σημαντικές απαιτήσεις σε μια αλυσίδα εφοδιασμού φρούτων. Βοηθά στη διατήρηση ενός ίχνους πάνω από την ποιότητα και τη φρεσκάδα των φρούτων που αποτελεί το κύριο μέλημα για τη διατήρηση της ικανοποίησης των πελατών.

Η διαδικασία της καλλιέργειας και διάθεσης ακτινιδίων συνοψίζεται στα ακόλουθα βήματα:

- Παραγωγή
- Συγκέντρωση
- Συντήρηση
- Τυποποίηση
- Διακίνηση

Η ιχνηλασιμότητα του ακτινιδίου αφορά την ικανότητα εντοπισμού του ιστορικού του προϊόντος μέσα από καταχωρίσεις και σχετίζεται με την τοποθεσία παραγωγής, τον τρόπο οργάνωσης και διαχείρισης της καλλιέργειας, την κατάσταση τους εδάφους την λίπανση και την άρδευση, τη χρήση χημικών συσκευασμάτων (εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα), τον έλεγχο κατάστασης του καρπού και το στάδιο ωρίμανση πριν την συγκομιδή, τον τρόπο και τα μέσα συσκευασίας και τέλος τον τρόπο μεταφοράς και αποθήκευσης. Στην Εικόνα 1-2 παρατηρούμε την ροή των προϊόντων στη διάρκεια της ζωής τους και τη διαδρομή της πληροφορίας του συστήματος ιχνηλασιμότητας.

Σε κάθε στάδιο της διαδικασίας, απαιτείται η συμμόρφωση με την Ευρωπαϊκή και Εθνική νομοθεσία, και τους εκάστοτε κανονισμούς. Στην Ελλάδα, η Υπουργική Απόφαση 290524/2010 - ΦΕΚ 1521/Β/7-9-2010 ορίζει τις τεχνικές λεπτομέρειες εφαρμογής των εμπορικών προδιαγραφών για τις

ελάχιστες απαιτήσεις ωρίμανσης των ακτινιδίων. Επίσης, θέτει συστάσεις για τις πρακτικές δενδροκομικής υγιεινής σε σπωρώνες Ακτινιδίου¹ για την προστασία από την εμφάνιση ασθενειών (π.χ. Βακτηριακού έλκους της ακτινιδιάς) όπως και τον ορθό τρόπο συσκευασίας και μεταφοράς κατά τη διακίνηση των νωπών καρπών ακτινιδίων².

Σε περίπτωση εξαγωγής του προϊόντος επίσης εφαρμόζονται αυστηροί κανόνες που θεσπίζονται μεταξύ της χώρας μας και της χώρας υποδοχής³, ενώ επιβάλλεται η εφαρμογή συστήματος ιχνηλασιμότητας «που εφαρμόζεται, ώστε από τον έλεγχο να μπορεί να προκύπτει η καταγωγή (ο σπωρώνας - το συσκευαστήριο - ο αποθηκευτικός χώρος - ο θάλαμος ψυχρής μεταχείρισης) κάθε παρτίδας νωπών καρπών ακτινιδίων».

1.1.2. Η υφιστάμενη κατάσταση του συστήματος ιχνηλασιμότητας στην ΚΟΛΙΟΣ Α.Ε

Η εταιρεία ΚΟΛΙΟΣ βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή της Άρτας και έχει ως αντικείμενο την παραγωγή (καλλιέργεια, διαλογή, τυποποίηση, συσκευασία) και εμπορία ακτινιδίων, πορτοκαλιών, μανταρινιών και φραουλών. Το ακτινίδιο καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μερίδιο αυτής της δραστηριότητας (περίπου το 50% των πωλήσεων της εταιρείας). Η εταιρεία ξεκίνησε την παραγωγή ακτινιδίων από το 1993-94. Στην περιοχή της Άρτας παράγονται κάθε χρόνο 45 χιλιάδες τόνοι ακτινίδια, και η εταιρεία ΚΟΛΙΟΣ συγκεντρώνει μέρος αυτής της παραγωγής την οποία στη συνέχεια προωθεί στην αγορά του εξωτερικού κατά κύριο λόγο (ένα ποσοστό 95% προορίζεται για εξαγωγή).

Η εταιρεία ΚΟΛΙΟΣ εφαρμόζει ήδη μια σειρά από διεθνή πρότυπα για τη διασφάλιση ποιότητας και τη δημιουργία σχέσεων εμπιστοσύνης με τους πελάτες της και διαβεβαιώνει ότι τα προϊόντα της εκπληρώνουν τις προδιαγραφές που απορρέουν από διεθνή πρότυπα. Τα πρότυπα που εφαρμόζει η εταιρεία είναι τα:

- ISO 9001:2008
- ISO 22000:2005
- ISO 14001:2004
- GLOBAL G.A.P.
- GS1 Standards

1

http://w2.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Georgika_Farmaka/Fytoeigionomikos_Elegxos/Metra_Fytoygieinhs_Aktinidio050614.pdf

² Έγγραφο με Αρ. πρωτ. 11308/270687/23-10-2019 του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων

³ <https://www.e-nomothesia.gr/kat-agrotike-anaptukse/upourgike-apophase-5543-149527-2020.html>

- FSSC 22000

Όμως το σύστημα αυτό δεν είναι πλήρως ολοκληρωμένο και διασυνδεδεμένο με όλα τα εξωτερικά ηλεκτρονικά συστήματα που είναι απαραίτητο να επικοινωνεί η εταιρεία για τη διασφάλιση της ιχνηλασιμότητας. Συγκεκριμένα τα προβλήματα σχετίζονται με:

- τη χρονοβόρα ανάκτηση των εγγράφων.
- τη διαχείριση του τεράστιου όγκου πληροφορίας και την ποσότητα των εγγράφων που πρέπει να αρχειοθετηθούν.
- η ανταλλαγή πληροφοριών μπορεί να γίνεται μόνο σε συγκεκριμένες ώρες και τοποθεσίες (ώρες εργασίας).
- η ανταλλαγή πληροφοριών δυσχεραίνεται εξ αιτίας της ετερογένειας των διαφόρων πηγών πληροφορίας και των διαφορετικών συστημάτων
- ο ανθρώπινος παράγοντας είναι επιρρεπής σε λάθη.
- αν χαθούν οι πληροφορίες, δεν είναι εύκολο να επανακτηθούν.
- η ανάλυση, η εξαγωγή στατιστικών και η εξόρυξη δεδομένων είναι δύσκολες
- το κόστος αγοράς λογισμικού ή ανανέωσης αδειών λογισμικού
- χρόνος πρόσβασης στην πληροφορία
- χρόνος ανάκλησης της πληροφορίας

Όλοι αυτοί οι λόγοι ωθούν τη εταιρεία στην αναζήτηση λύσης που είτε θα εξαλείψει τα προβλήματα ή θα τα μειώσει.

1.2. Υπάρχουσες λύσεις

Η ευρεία εξάπλωση των κινητών και η ραγδαία εξέλιξή έχει αποτέλεσμα τη εισαγωγή τους σε διάφορους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας συμπεριλαμβάνοντας κα τη γεωργία. Η κινητή τεχνολογία γίνεται εργαλείο έχει διπλό ρόλο στα χέρια των αγροτών: πληροφορεί και παρέχει υπηρεσίες. Ως πηγή πληροφόρησης διασυνδέει τον αγρότη/γεωργό με πλήθος από διάφορες πηγές που αφορούν τον τρόπο καλλιέργειας, τους σπόρους, την επιλογή καλλιεργειών, τον καιρό, τα λιπάσματα, τα φυτοφάρμακα κ.λπ. (Mandi et al., 2019). Οι παρεχόμενες υπηρεσίες σχετίζονται με τη χρήση εφαρμογών

για κινητές συσκευές (τηλέφωνα) που επιλύουν σημαντικά προβλήματα από την καθημερινότητα των αγροτών. Μια εφαρμογή για κινητά, συνήθως αποτελεί μια φιλική προς το χρήστη λύση και διαδραματίζει ζωτικό ρόλο, προσφέρει μια φιλική προς το χρήστη λύση για αποτελεσματική διαχείριση και επιτρέπει την επικοινωνία.

Μια καλά σχεδιασμένη εφαρμογή μπορεί να καλύψει μέρος ή και όλες τις ανάγκες μιας αγροτικής μονάδας που σχετίζονται με τις εργασίες της, ταχύτατα, εύκολα και με χαμηλό κόστος.

1.2.1. Απλές λύσεις

Πολλές φορές οι επιχειρήσεις οργανώνουν και διατηρούν την πληροφορία ιχνηλασιμότητας σε διάφορες μορφές αρχείων (ASCII, Word, Excel, κ.ά.), υπό τη μορφή αναφορών ή πινάκων. Με τον τρόπο αυτό η καταγεγραμμένη πληροφορία είναι εύκολα προσβάσιμη και διαχειρίσιμη από κάθε εμπλεκόμενο μέλος όταν θα παρουσιαστεί ανάγκη ανάκτησης των δεδομένων, ή σε περίπτωση πιθανής ανάκλησης του προϊόντος.

Βέβαια, αυτή η προσέγγιση έχει αρκετά μειονεκτήματα όπως (Lerche, 2019):

- Οι μη αυτόματες μέθοδοι ιχνηλασιμότητας είναι περιορισμένες καθώς ενσωματώνουν περισσότερα εργαλεία. Αλλά ειδικά εάν ένα προϊόν έχει πολλές καταχωρίσεις, ιεραρχικές συνδέσεις ή αντικείμενα που συνδέονται σε πολλά διαφορετικά εργαλεία, η χρήση ενός πίνακα απαιτήσεων ιχνηλασιμότητας περιορίζεται πολύ γρήγορα.
- Οι μη αυτόματες μέθοδοι ιχνηλασιμότητας (π.χ. χειροκίνητες καταχωρήσεις) απαιτούν εντατική εργασία και είναι επιρρεπείς σε σφάλματα.
- Είναι μια μη κλιμακώσιμη λύση.
- Είναι χρονοβόρο στην κατανόηση των πληροφοριών
- Οι μη αυτόματες μέθοδοι ιχνηλασιμότητας δεν ταιριάζουν σε μια ευέλικτη ομάδα.

1.2.2. Εφαρμογές κινητού τηλεφώνου

Σήμερα υπάρχουν διάφορες εφαρμογές που αξιοποιούν το κινητό τηλέφωνο για την επίτευξη της ιχνηλασιμότητας (Abenavoliet et al., 2016; Charalamprous et al., 2020). Οι εφαρμογές αυτές διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: α) σε αυτές που χρησιμοποιούνται από τους καταναλωτές για να εντοπίζουν πληροφορίες για το προϊόν που σκοπεύουν να αγοράσουν β) και σε αυτές που χρησιμοποιούνται από τους χειριστές του συστήματος για να εισάγουν δεδομένα ιχνηλασιμότητας. Σε

κάθε περίπτωση είναι απαραίτητη η χρήση κινητού με λογισμικό Android ή iOS και μια κατάλληλη εφαρμογή. Συνήθως, στο τελικό προϊόν τοποθετείται ένας γραμμικός κώδικας ή ο κωδικός QR (μια επέκταση του γραμμικού κώδικα) για να δείξει πληροφορίες στον καταναλωτή μέσω της εφαρμογής στο smartphone του. Ουσιαστικά, ο κωδικός QR χρησιμοποιείται ως γρήγορος σύνδεσμος προς την πληροφορία (π.χ. τον ιστότοπο της εταιρείας και δεν είναι σύστημα ιχνηλασιμότητας τροφίμων).

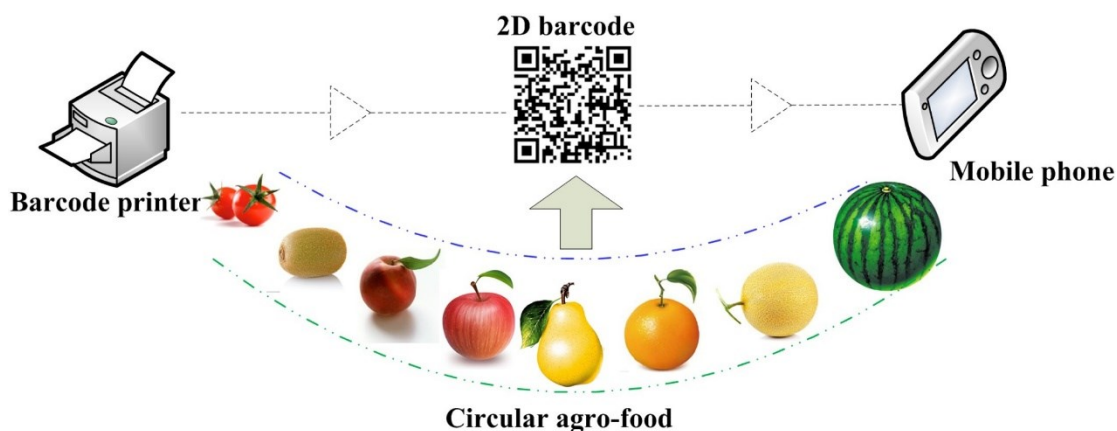
Η πρώτη εφαρμογή ανάγνωσης γραμμωτού κώδικα προϊόντων μέσω σάρωσης από κινητό τηλέφωνο παρουσιάστηκε το 2003 από τον Shekar et al. (Shekar, 2003). Το σύστημα εφαρμόστηκε στο J2ME (Java Platform, Micro Edition) και διαβάζει γραμμωτούς κωδικούς που φέρουν τα προϊόντα με τη βοήθεια ενός σαρωτή γραμμωτού κώδικα. Το σύστημα σχεδιάστηκε για να βοηθήσει τους καταναλωτές στη λήψη αποφάσεων για την αγορά προϊόντων στο σημείο πώλησης, βάσει κριτηρίων διατροφής που καθορίζονται από τον χρήστη και τους περιορισμούς τιμών (Shekar, 2003).

Ο Adelman et al. (Adelman, 2007) ανέπτυξε μια γρήγορη και αξιόπιστη εργαλειοθήκη για σάρωση γραμμωτού κώδικα, που την ονόμασαν Batoo. Στα κύρια χαρακτηριστικά της περιλαμβάνεται η δυνατότητα σάρωσης γραμμωτού κώδικα από οποιαδήποτε γωνία, δηλαδή ο προσανατολισμός του τηλεφώνου σε σχέση με τον γραμμικό κώδικα δεν είναι πρόβλημα. Οι μεταγενέστερες εκδόσεις μπορούν ακόμη και να αποκωδικοποιήσουν γραμμικούς κώδικες σε θολές εικόνες εξαλείφοντας την ανάγκη αναμονής για την αυτόματη εστίαση της κάμερας. Σε σύγκριση με άλλους σαρωτές γραμμωτού κώδικα σε μια μελέτη χρηστών το 2010, το Batoo μεταξύ των δύο από τους 11 συνολικά σαρωτές γραμμωτού κώδικα κινητής τηλεφωνίας με αξιοπιστία 100%, δηλαδή, αναγνώρισε σωστά όλους τους γραμμικούς κώδικες (Reischach, 2010).

Το 2008 το Metro Group Future Store παρουσίασε επίσης μια εφαρμογή κινητού τηλεφώνου με την ονομασία "Mobiler Einkaufsassistent (MEA)" για smartphone Nokia. Η εφαρμογή εφαρμόζει σάρωση γραμμωτού κώδικα για εμφάνιση τιμών και πληροφορίες προϊόντων, καλάθι αγορών και διαχείριση λιστών αγορών, πλοήγηση στο σούπερ μάρκετ και διαδικασία γρήγορης πληρωμής (MEA, 2021). Οι Von Reischach et al. ανέπτυξαν το APriori, ένα πρωτότυπο ενός NFC-based σύστημα σύστασης προϊόντων για κινητά. Οι Von Reischach et al. επίσης συνέκριναν τις διαφορετικές μεθόδους εισαγωγής για αλληλεπίδραση για προϊόντων κινητών. Το NFC είναι το ταχύτερο αλλά η σάρωση γραμμωτού κώδικα είναι η πιο κατάλληλη για καταναλωτές λόγω της μεγάλης διανομής γραμμωτών κωδικών σε προϊόντα λιανικής (Reischach, 2009).

Οι κωδικοί γρήγορης απόκρισης (QR) είναι δισδιάστατοι (2D) γραμμωτοί κώδικες που χρησιμοποιούνται ευρέως στη συσκευασία τροφίμων. Επιπλέον, η σάρωση κωδικών QR με κινητά

τηλέφωνα έχει γίνει μια βολική μέθοδος για τη διασφάλιση της ιχνηλασιμότητας των προϊόντων. Οι Qian, et al. (Qian, 2021) διερευνούν τη χρήση κωδικών QR σε κυρτά προϊόντα διατροφής (π.χ. φρούτα όπως το ακτινίδιο) για τη βελτίωση των αποτελεσμάτων ιχνηλασιμότητας και την αύξηση της ικανοποίησης των πελατών. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι συγγραφείς αποφαινόνται ότι η αναγνωσιμότητα QR επηρεάζεται από τέσσερις παράγοντες: απόσταση ανάγνωσης, διάμετρος μπάλας, μέγεθος κώδικα και κωδικοποιημένοι χαρακτήρες. Στο συμπέρασμα αυτό καταλήγουν μετά από πειραματική εφαρμογή του μοντέλου τους σε φρούτα όπως μήλα και πεπόνια. Οι δοκιμές πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας διαφορετικά κινητά τηλέφωνα, συμπεριλαμβανομένων των πλατφορμών iOS και Android. Μια ανάλυση των αποτελεσμάτων αποκαλύπτει μόνο μικρές διαφορές μεταξύ της προσομοιωμένης αναγνωσιμότητας και της πραγματικής αναγνωσιμότητας για διάφορα φρούτα και πλατφόρμες κινητών τηλεφώνων.



Εικόνα 1-3 Σχηματική διαδικασία ιχνηλασιμότητας σε αγροδιατροφικά προϊόντα με σφαιρικό σχήμα (Πηγή: Qian, 2021)

1.3. Συμπεράσματα - προτεινόμενες λύσεις

Το ακτινίδιο είναι ένα προϊόν που η παραγωγή του και η ζήτηση του αυξάνει συνεχώς τα τελευταία έτη. Σημαντικό μερίδιο της ετήσιας παραγωγής του κατέχει και η χώρα μας η οποία ανταγωνίζεται επάξια με όρους ποιότητας άλλες χώρες παραγωγούς. Κλειδί στην ενίσχυση της ταυτότητας του προϊόντος, τη διασφάλιση της ποιότητας και την οικοδόμηση της εμπιστοσύνης των πελατών και την επίτευξη ασφάλειας και ποιότητας του προϊόντος αποτελεί το σύστημα ιχνηλασιμότητας.

Οι επιχειρήσεις που εμπορεύονται και διακινούν το ακτινίδιο όπως η KOLIOS, δεν έχουν μόνο τοπικό πεδίο δράσης, αλλά συναλλάσσονται κατά κύριο λόγο με χώρες του εξωτερικού. Καθίσταται λοιπόν φανερό ότι είναι επιβεβλημένη η εφαρμογή καινοτόμων πρακτικών και σημαντικές αλλαγές σε

επίπεδο διαδικασιών ανάπτυξης, παραγωγής και διάθεσης του προϊόντος. Στο πλαίσιο αυτό, είναι αναγκαίο ένα νέο ηλεκτρονικό σύστημα ιχνηλασιμότητας που θα ανταποκρίνεται στις σύγχρονες ανάγκες της επιχείρησης, θα αυτοματοποιεί την διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων, θα παρέχει διαφάνεια για τη διαδρομή και τις διαδικασίες επί του προϊόντος, θα διασφαλίζει την άμεση ανάκληση και απόσυρση όταν χρειασθεί.

Σημαντικός παράγοντας επιτυχίας αποτελεί και η ενσωμάτωση και χρήση κινητών τηλεφώνων στο σύστημα ιχνηλασιμότητας καθώς πρόκειται για μια φιλική προς το χρήστη λύση και επιτρέπει την αποτελεσματική διαχείριση και επικοινωνία με το σύστημα. Η προτεινόμενη εφαρμογή βασίζεται στο κινητό τηλέφωνο. Η λύση αυτή επιλέγεται χάρη στα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- *Απλότητα*: οι χρήστες είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση του και η επικοινωνία μπορεί να διεξάγεται μέσα από ένα φιλικό προς τον χρήστη περιβάλλον.
- *Ταχύτητα*: τα σημερινά δίκτυα επιτρέπουν την πρόσβαση στην πληροφορία και την ταχύτατη ανταλλαγή δεδομένων
- *Ακρίβεια*: η εφαρμογή με τη χρήση barcode θα επιτρέπει την συλλογή δεδομένων με ακρίβεια, όπου αυτή απαιτείται συμβάλλοντας σε δύο άξονες: την αυτοματοποίηση της διαδικασίας και την αποφυγή του ανθρώπινου λάθους.

1.4. Σκοπός

Όμως, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, μια σειρά από προβλήματα με το σημερινό εφαρμοζόμενο σύστημα αλλά και η ανάγκη εκσυγχρονισμού και αξιοποίησης των διαθέσιμων τεχνολογιών ώθησε την εταιρεία ώστε να προχωρήσει στην ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου ψηφιακού συστήματος ιχνηλασιμότητας. Βασικό ρόλο στο σε αυτό το σύστημα θα έχει το κινητό τηλέφωνο. Σήμερα, το κινητό τηλέφωνο παρέχει πολλαπλές δυνατότητες με σχετικά χαμηλό κόστος, αποτελεί μέσο για την εισαγωγή και μεταφορά της πληροφορίας και μπορεί να αξιοποιηθεί στην ιχνηλασιμότητα. Όπως επισήμαναν οι Aung & Chang (Aung & Chang, 2014), το κινητό τηλέφωνο θα μπορούσε να είναι το μέλλον για την ιχνηλασιμότητα, εξαιτίας της φορητότητάς τους, της κινητικότητας, της προσβασιμότητας στο Internet και της υποστήριξης εφαρμογών λογισμικού.

Για το σκοπό αυτό, θα υλοποιηθεί μια εφαρμογή ανάγνωσης barcode που εγκαθίσταται σε κινητή συσκευή. Η εφαρμογή χρησιμοποιείται για την επικοινωνία με την πλατφόρμα της ιχνηλασιμότητας και την εισαγωγή δεδομένων.

Στόχος της εφαρμογής είναι να διευκολύνει και να αυτοματοποιήσει τη συλλογή δεδομένων ιχνηλασιμότητας μέσα από μια φιλική προς το χρήστη διεπαφή στο χώρο των φρέσκων φρούτων. Είναι ένα εργαλείο που η συμβολή αφορά τόσο την εσωτερική λειτουργία και την μείωση του κινδύνου όσο και την τοποθέτηση της επιχείρησης στην αγορά με τη διάθεση προϊόντων υψηλής ποιότητας. Συγκεκριμένα, η ενσωμάτωση της εφαρμογής κινητού με τη χρήση του GS1 databar και αναμένεται να εξασφαλίζει οφέλη για τον προμηθευτή, το κατάστημα αλλά και τον καταναλωτή, όπως:

- Βελτιωμένες διαδικασίες ιχνηλασιμότητας
- Δυνατότητα εντοπισμού προϊόντων υπό ανάκληση ή με περασμένη ημ/νία λήξης
- Δυνατότητα άμεσης αντίδρασης σε περίπτωση απρόβλεπτων καταστάσεων (ανάκληση προϊόντος).
- Ελαχιστοποίηση κόστους ανάκλησης εφαρμόζοντας στοχευμένη απόσυρση παρτίδας αν χρειασθεί.
- Πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο για την κατάσταση των προϊόντων και το υπάρχον απόθεμα.
- Αποτελεσματικότερη διαχείριση και ορθότερος προγραμματισμός παραγωγής
- Βελτίωση στην ανίχνευση προϊόντων που οδηγεί στη βελτίωση της ικανότητας λήψης αποφάσεων.
- Διεθνής ενιαία κωδικοποίηση προϊόντων μεταβλητού βάρους, διευκόλυνση των εξαγωγών
- Αυξημένη ακρίβεια στην αναγνώριση των χύμα προϊόντων, χωρίς να απαιτείται η πληκτρολόγηση εσωτερικού κωδικού
- Αναγνώριση του προμηθευτή, έλεγχος αυθεντικότητας των προϊόντων και δυνατότητα category management για φρέσκα προϊόντα
- Βελτιωμένα ποσοστά αναγνωσιμότητας σε πολύ μικρά σύμβολα, ακρίβεια στις συναλλαγές και μείωση κόστους
- Ασφάλεια και προστασία για τον καταναλωτή, βελτιωμένη αγοραστική εμπειρία.
- Βελτίωση του ονόματος και της εικόνας της επιχείρησης αφού το σύστημα εντοπισμού προϊόντων προσθέτει αξία στο brand των προϊόντων.

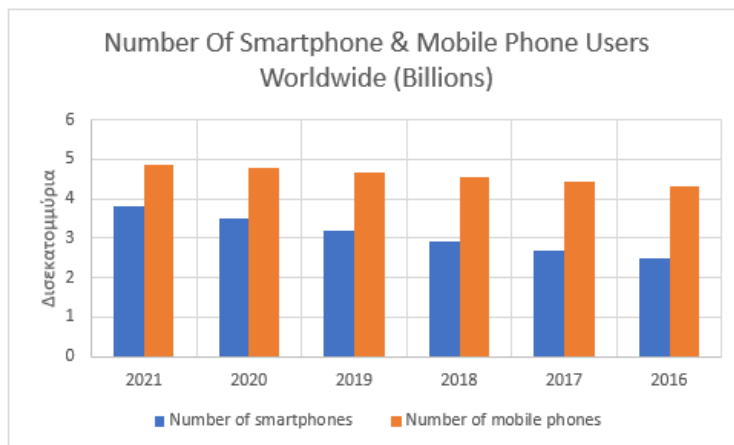
- Αύξηση εμπιστοσύνης του καταναλωτή καθώς η διαδικασία αποτελεί απόδειξη ότι το συγκεκριμένο προϊόν έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (Ελληνικό προϊόν, ΠΟΠ). Η μη εφαρμογή ιχνηλασιμότητας λειτουργεί αρνητικά ως προς την εμπιστοσύνη των καταναλωτών και την αφοσίωση των πελατών σε πολλές επιχειρήσεις.
- Η επιχείρηση διαθέτει ένα ισχυρό εργαλείο μάρκετινγκ, ενώ η χρήση QR code στο συσκευασμένο προϊόν αυξάνεται συνεχώς επιτρέποντας στους καταναλωτές να γνωρίσουν το προϊόν που πρόκειται να καταναλώσει.
- Αντιμετώπιση προβλημάτων γνησιότητας (π.χ. προϊόντων απομιμήσεων).
- Η εφαρμογή θα υποστηρίζει online επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο με παρακολούθηση της παραγωγικής διαδικασίας ξεκινώντας από το χωράφι έως και την τελική διάθεση του προϊόντος στην αγορά.

2. Κινητές συσκευές

Ο όρος κινητή συσκευή αναφέρεται σε οποιαδήποτε φορητή ηλεκτρονική συσκευή αρκετά μικρή, που μπορεί εύκολα να μεταφερθεί από τη μία τοποθεσία στην άλλη. Στην κατηγορία αυτών των συσκευών περιλαμβάνονται κινητά τηλέφωνα, φορητοί υπολογιστές, smartphone, smartwatch και άλλες φορητές συσκευές. Με την πάροδο του χρόνου οι συσκευές αυτές γίνονται «έξυπνες», δηλαδή αποκτούν προηγμένη δυνατότητα επικοινωνίας με ανεπτυγμένη υπολογιστική ισχύ και δυνατότητα διασύνδεσης με το δίκτυο. Για την διασύνδεση με το δίκτυο αξιοποιούνται οι ασύρματες επικοινωνίες αλλά και οι δυνατότητες της πληροφορικής.

Ανάμεσα σε αυτές τις συσκευές ξεχωρίζουν τα κινητά τηλέφωνα, που πλέον αποκτούν «ευφυΐα» και παρέχουν υπολογιστικές ευκολίες όπως ένας συμβατικός υπολογιστής, σε περιβάλλοντα και περιπτώσεις όπου η χρήση του υπολογιστή δεν είναι εφικτή.

	Number of smartphones	Number of mobile phones
2021	3,8	4,88
2020	3,5	4,78
2019	3,2	4,68
2018	2,9	4,57
2017	2,7	4,43
2016	2,5	4,3



(Source: <https://www.bankmycell.com/blog/how-many-phones-are-in-the-world>)

Εικόνα 2-1: Πλήθος χρηστών κινητών και έξυπνων τηλεφώνων κατά την τελευταία εξαετία (2016-2021) στον κόσμο. (Οι αριθμοί αναπαριστούν το πλήθος των συσκευών σε δισεκατομμύρια)

Το έξυπνο κινητό είναι μια συσκευή που συνδυάζει λειτουργίες κινητού και φορητού υπολογισμού σε μία μονάδα. Διακρίνεται από τα κινητά τηλέφωνα λόγω των δυνατοτήτων του υλικού του και της αξιοποίησης των λειτουργικών συστημάτων (Carroll et al., 2010). Το (έξυπνο) κινητό τηλέφωνο συνήθως περιλαμβάνει σύγχρονους πολυπύρηνους επεξεργαστές, μνήμη (αρκετά μεγάλης χωρητικότητας), οθόνη, εξοπλισμό για ασύρματη δικτύωση, πλήθος επίλογων συνδεσιμότητας (καλώδιο σύνδεσης USB, Bluetooth, TV-Out) με διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές, φωτογραφική μηχανή και είσοδο δεδομένων. Η είσοδος εκτός από το παραδοσιακό πληκτρολόγιο που τείνει να «εξαφανισθεί» περιλαμβάνει αισθητήρες που επικοινωνούν με το περιβάλλον και αξιοποιούνται από το λογισμικό τους (όπως μαγνητόμετρο, βαρόμετρο, αισθητήρες εγγύτητας, γυροσκόπιο ή επιταχυνσιόμετρο).

Τα σημερινά μοντέλα κινητών τηλεφώνων προσφέρουν μια σειρά από υπηρεσίες όπως: δυνατότητα αναπαραγωγής πολυμέσων (μουσικής, βίντεο, φωτογραφική μηχανή και παιχνίδια), παράλληλα με βασικές λειτουργίες τηλεφώνου, όπως φωνητικές κλήσεις και μηνύματα κειμένου. Επίσης παρέχουν τη δυνατότητα πλοήγησης μέσω GPS και ταχύτατης πρόσβασης στο διαδίκτυο μέσω 3G, 4G, 5G τεχνολογίας ή άλλα πρωτόκολλα ασύρματων επικοινωνιών (όπως Bluetooth, Wi-Fi ή δορυφορική πλοήγηση).

Η λειτουργία τους στηρίζεται σε δύο κύριες συνιστώσες: την πλατφόρμα κινητής ή συσκευή και το ασύρματο δίκτυο επικοινωνίας. Οι φορητές υπολογιστικές συσκευές μεταφέρονται εύκολα και έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν εν κινήσει. Διαθέτουν πολλές δυνατότητες και αυτό τις διαφοροποιεί από τις αντίστοιχες σταθερές συσκευές υπολογισμού. Από αυτές τις επιπλέον δυνατότητες απορρέει και χαρακτηρισμός των συσκευών ως “κινητές”. Η ευρεία διάδοσή τους και αποδοχή τους από τους χρήστες βασίζεται και στη δυνατότητα που έχουν για εγκατάσταση και χρήση προηγμένων εφαρμογών, κατ’ απαίτηση του χρήστη, οι οποίες βασίζονται σε συγκεκριμένες πλατφόρμες. Στην Εικόνα 2-1 εμφανίζεται η το πλήθος των χρηστών χρήση των χρηστών για έξυπνες κινητές συσκευές σε σύγκριση με το ενδιαφέρον τους για κινητές συσκευές κατά την τελευταία δεκαετία.

Οι σημερινές έξυπνες συσκευές, έχουν απομακρυνθεί κατά πολύ από τις απλές κλασικές συσκευές τηλεφώνου και προσομοιάζουν περισσότερο σε δυνατότητες με ένα προσωπικό υπολογιστή χειρός. Η διάκριση σε έξυπνες και απλές κινητές συσκευές δεν προκύπτει από σαφώς καθορισμένα ούτε βασίζεται σε επίσημη ορολογία για τις ακριβείς διαφορές μεταξύ τους. Στα έξυπνα κινητά, οι διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών (APIs) που αφορούν τη λειτουργία τρίτων εφαρμογών, δίνουν τη δυνατότητα σε αυτές τις εφαρμογές να ενσωματώνονται και να συνεργούν με το λειτουργικό σύστημα και το υλικό του τηλεφώνου σε αντίθεση με τα απλά κινητά τηλέφωνα. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι, οι νέες δυνατότητες που προστίθενται με την έλευση του χρόνου, στα νέα μοντέλα των απλών κινητών συσκευών τηλεφώνου μπορούν να ξεπεράσουν εκείνες που συναντιούνταν στα παλιότερα έξυπνα τηλέφωνα.

Χαρακτηριστικά των Φορητών Συσκευών

- Η οθόνη διαθέτει τις ίδιες προδιαγραφές με μια οθόνη H/Y

- Η χρήση του λογισμικού προσαρμοσμένη στις ανάγκες του χρήστη
- Το μικρόφωνο παρέχει τη δυνατότητα μετάδοσης & λήψης φωνής
- Η υψηλής ανάλυσης κάμερα βιντεοσκοπεί με δυνατότητα περίπου 70 εικόνες ανά δευτερόλεπτο
- Φορητότητα και ευχρηστία

Στη συνέχεια γίνεται μια αναδρομή στην εξέλιξη του τηλεφώνου και παρουσιάζονται συνοπτικά

2.1. Ιστορική αναδρομή των κινητών συσκευών

Το κινητό αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας του ανθρώπου και έχει αλλάξει τον τρόπο που επικοινωνεί και αλληλεπιδρά με τους οικείους του, με τον επαγγελματικό του χώρο, με το διαδίκτυο, επί εικοσιτετράωρο και ανεξάρτητα της τοποθεσίας σύνδεσης μας και η σημερινή του μορφή οφείλεται στις ραγδαίες εξελίξεις στο χώρο της πληροφορικής και των επικοινωνιών. Το πρώτο κινητό, το MotorolaDynaTAC, κατασκευάστηκε το 1973 από την εταιρεία Motorola και ο ερευνητής της ο Martin Cooper το χρησιμοποίησε για να κάνει την πρώτη κλήση. Το πρώτο κινητό ήταν μία συσκευή με αρκετό βάρος (περίπου 900 γραμμάρια) μεγάλο σε διαστάσεις (23 x 13 x 4,45 εκατοστά) και μικρή αυτονομία (η μπαταρία του διαρκούσε για συνομιλία 20 λεπτών). Η μαζική παραγωγή ξεκίνησε δέκα χρόνια αργότερα. Από τότε (1983), η εξέλιξη των κινητών, τόσο στον τομέα της σχεδίασης όσο και στον τομέα της λειτουργικότητας τους είναι ραγδαία (DW, 2013).

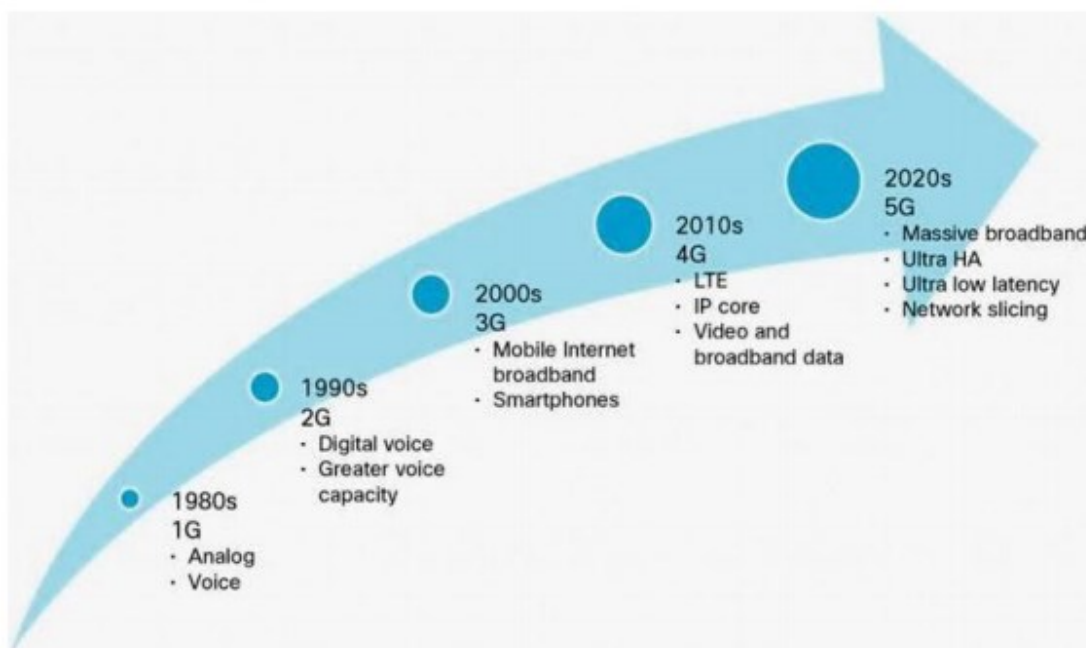
Το MotorolaDynaTAC υπήρξε η ναυαρχίδα των κινητών πρώτης γενιάς (1G) που ήταν ογκώδη, είχαν χαμηλή ποιότητα και ταχύτητα και η εκπομπή τους ήταν αναλογική. Η ψηφιοποίηση των δικτύων (GSM) και συσκευών στις αρχές του '90 σηματοδοτεί την έλευση των κινητών της δεύτερης γενιάς (2G). Το 1992, η Nokia εισάγει το Nokia 1011, ένα κινητό που η χρήση του είναι δυνατή σε οπουδήποτε στον κόσμο. Την ίδια περίοδο, εμφανίζεται το πρώτο κινητό τηλέφωνο, το Motorola 3200, που επικοινωνεί μέσω δικτύου ασύρματης επικοινωνίας 2ης γενιάς. Η απαίτηση για ενσωμάτωση πολυμεσικών δυνατοτήτων στο κινητό οδήγησε στην Τρίτη γειά κινητών τηλεφώνων (3G). Το 1994 τα κινητά έχουν πλέον τη δυνατότητα αποστολής

μηνυμάτων (sms), ενώ αλλάζει ο τρόπος χρέωσης με δυνατότητα προπληρωμένης κάρτας για τον χρήστη και έτσι το κινητό τηλέφωνο γίνεται πλέον προϊόν που απευθύνεται στο ευρύ κοινό. Το 2007, η εταιρία Apple εισάγει στην αγορά το πρώτο της κινητό με οθόνη αφής, το οποίο στη συνέχεια χρησιμοποιεί την τεχνολογία 3G για την επικοινωνία. Τα κινητά προσαρμόζονται σταδιακά στις νέες τεχνολογίες επικοινωνίας. Έτσι, το 2009 υιοθετούν την τέταρτη γενιά τηλεπικοινωνιακών δικτύων (4G), και το 2019 την τεχνολογία 5G. Οι επόμενες γενιές (τέταρτη και πέμπτη), επιτρέπουν στους χρήστες να πραγματοποιούν πολλαπλές λειτουργίες που έχουν υψηλές απαιτήσεις. Με τα νέα πλήρως εξελιγμένα τηλέφωνα, οι χρήστες έχουν την δυνατότητα να πραγματοποιούν σύνθετες και απαιτητικές λειτουργίες από τις κινητές τους συσκευές. Στα κινητά τέταρτης γενιάς παρέχεται ευρύτερο εύρος ζώνης, υψηλή ασφάλεια και υψηλή ταχύτητα πρόσβασης στο Διαδίκτυο. Αυτή η γενιά βασίζεται στο Long Period Evolution (LTE). Το δίκτυο 5G προσδίδει στα κινητά ιδιαίτερα υψηλές ταχύτητες, ενώ μειώνει σημαντικά το latency.

Σήμερα υπάρχει αυξανόμενη ζήτηση για δεδομένα από χρήστες αλλά και από νέες υπηρεσίες για την υποστήριξη τους. Τα δίκτυα 5G έχουν σχεδιαστεί για να ικανοποιήσουν αυτές τις ανάγκες και να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις που τίθενται από τους βιομηχανικούς χρήστες και τις νέες τεχνολογίες, όπως η επικοινωνία μηχανής με μηχανή. Η τεχνολογία 5G έχει φέρει την επανάσταση σε κάθε επιχειρηματικό τομέα και οδηγεί στην ραγδαία ανάπτυξη εφαρμογών και κινητά τηλέφωνα και για το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT). Εξάλλου, η δυνατότητα αποθήκευσης και επεξεργασίας των μεγάλων δεδομένων που δημιουργούνται από εφαρμογές IoT στο Cloud συμβάλλουν σε αυτή την ανάπτυξη (Salih, 2020).

Τα smartphones αρχικά παρείχαν λειτουργίες ενός απλού προσωπικού ψηφιακού βοηθού (PDA) σε συνδυασμό με αυτές του κινητού τηλεφώνου και βρήκαν αγοραστές κυρίως στην χώρα των επιχειρήσεων. Στα επόμενα μοντέλα προστέθηκαν οι λειτουργίες των φορητών media players, low-end compact ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής, βιντεοκάμερας, καθώς και ικανότητα πλοήγησης GPS, με αποτέλεσμα την διαμόρφωση μιας πολύχρηστης συσκευής. Τα σύγχρονα smartphones έχουν εκσυγχρονιστεί πλήρως και τείνουν να αποτελούν το αναγκαίο προϊόν για κάθε άτομο. Τα smartphones συντίθενται από οθόνες αφής υψηλής ανάλυσης, διαθέσιμη υπολογιστική ισχύ (CPU), μονάδα επεξεργασίας γραφικών (GPU) και μνήμη (RAM), πρόσθετα χαρακτηριστικά (κάμερες, αισθητήρες, NFC, GPS) και τυποποιημένες εφαρμογές και

βελτιστοποιημένες υπηρεσίες. Η επικοινωνία βασίζεται σε δίκτυα υψηλής ταχύτητας και υποστηρίζονται με Wi-Fi και ευρυζωνικά δίκτυα για να παρέχουν ταχύτερη πρόσβαση στα δεδομένα. Τα τελευταία χρόνια, η ταχεία ανάπτυξη στην αγορά των εφαρμογών για κινητά και στο εμπόριο κινητών τηλεφώνων έχει γίνει οδηγός για την ευρεία υιοθέτηση των smartphones.



Εικόνα 2-2: Κινητό τηλέφωνο- η διαχρονική εξέλιξη του. (Πηγή: (Salih et al., 2020))

2.2. Το υλικό (hardware) των κινητών τηλεφώνων

Τα κινητά τηλέφωνα αποτελούνται από το υλικό (οθόνη, επεξεργαστή, εσωτερική-εξωτερική μνήμη, μπαταρία) και το λογισμικό (Κανάτας, 2008). Επιπρόσθετα, το υλικό του έξυπνου κινητού τηλεφώνου συμπληρώνεται με διάφορα υποσυστήματα όπως επεξεργαστή γραφικών, υποδομή ασύρματης δικτύωσης, κάμερα- βιντεοκάμερα, σύστημα εντοπισμού θέσης, κ.ά. που αναλυτικά είναι:

- Display, TouchScreen

- CPU/GPU (integrated), RAM
- Internal storage/SDCard (16GB-1TB)
- Imaging (Cameras), Audio (Microphone, speaker, audio port)
- Sensors
- Networking (GSM, 2G, 3G, 4G, 5G, WiFi, Bluetooth, IR, NFC)
- Wire connection (MicroUSB, USB-C, Lightning)
- Battery

Στη συνέχεια παρουσιάζονται περισσότερες λεπτομέρειες για τα πιο σημαντικά στοιχεία ενός έξυπνου κινητού (ArviPro, 2018):

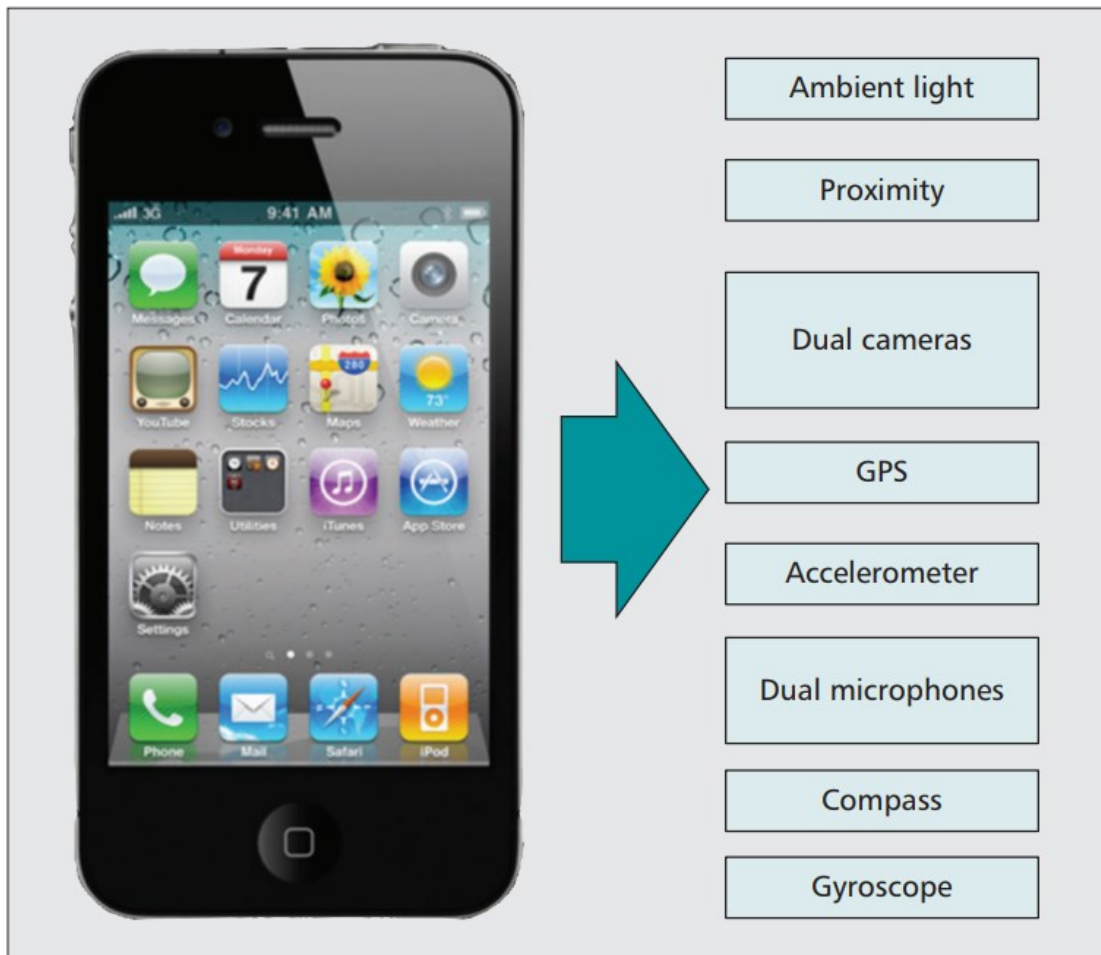
- Μπαταρία: Ένα κρίσιμο χαρακτηριστικό για τη λειτουργία του τηλεφώνου είναι η χωρητικότητα της μπαταρίας ή η διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Στα πρώτα κινητά (1983) η διάρκεια ζωής της μπαταρίας δεν ξεπερνούσε τα 30 λεπτά. Το 2002 η υιοθέτηση της μπαταρίας λιθίου άλλαξε ριζικά το τοπίο στο χώρο αυτό. Οι κατασκευαστές συνήθως μετρούν την απόδοση της μπαταρίας σε miliampere-ώρες (mAh). Το 2018, η κινέζικη κατασκευάστρια Ulefone εισήγαγε ένα κινητό που η μπαταρία του φτάνει τα 13.000 mAh (TigerMobiles, 2020). Αντί της χωρητικότητας της μπαταρίας, πολλές εταιρείες αναφέρουν πόσες ώρες μπορεί να διαρκέσει ένα τηλέφωνο σε κατάσταση αναμονής, ομιλίας ή αναπαραγωγής πολυμέσων. Η διάρκεια ζωής της μπαταρίας και η αργή πτώση της απόδοσή της είναι οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα μιας μπαταρία κινητού τηλεφώνου.
- Επεξεργαστής: Ο αριθμός των πυρήνων και η συχνότητα χαρακτηρίζουν τον επεξεργαστή και συνεχώς εξελίσσονται. Η CPU του κινητού το 2010 ήταν μονοπύρηνη με συχνότητα μικρότερη του 1 GHz, ενώ σήμερα η πλειοψηφία των έξυπνων κινητών τηλεφώνων διαθέτει τετραπύρηνους, οκταπύρηνους αλλά και δεκαπύρηνους επεξεργαστές με συχνότητα μεγαλύτερη του 1,8 GHz. Επίσης, οι επεξεργαστές γραφικών εξελίχθηκαν έτσι

ώστε να μπορούν να αναπαράγουν video και ηλεκτρονικά παιχνίδια σε υψηλή ανάλυση, ενώ οι οθόνες έγιναν μεγαλύτερες με μεγαλύτερη ανάλυση.

- Μνήμη RAM: Η μνήμη RAM είναι σημαντική γιατί επιτρέπει την εκτέλεση πολλαπλών εργασιών. Επίσης, κάθε εφαρμογή χρειάζεται μνήμη για να λειτουργήσει. Όσο περισσότερη μνήμη διαθέτει η συσκευή, τόσο περισσότερες εφαρμογές μπορούν να εκτελούνται. Συνήθως, η μνήμη RAM είναι τουλάχιστον 2 GB που αρκούν για καθημερινές εργασίες. Σήμερα διατίθενται συσκευές με μνήμη RAM 2G, 4 GB, 8G έως και 32G και επιτρέπουν την εκτέλεση περισσότερων εφαρμογών ταυτόχρονα.
- Οθόνη: Υποστηρίζεται μεγάλη ποικιλία οθονών για κινητά τηλέφωνα και οι διαστάσεις τους κυμαίνονται από 2,8 ίντσες έως 10 ίντσες ανάλογα με τη συσκευή. Ιδιαίτερη σημασία έχει η τεχνολογία λειτουργίας της οθόνης (π.χ., SuperAmoled ή IPS), η ανάλυση της και η φωτεινότητα της. Η τεχνολογία Amoled παρέχει έξοχες γωνίες θέασης, ζωντανά χρώματα και απόδοση του πραγματικού μαύρου,, περισσότερο φως στην οθόνη και βελτιωμένη απόδοση στην μπαταρία. Η τεχνολογία IPS παρουσιάζει πιο φυσικά χρώματα, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής για την μπαταρία και μεγαλύτερη ένταση φωτεινότητας στο λευκό Το μέγεθος της οθόνης είναι ένα χαρακτηριστικό που σχετίζεται με τη χρήση της συσκευής και τις εφαρμογές που τρέχουν σε αυτή. Όμως, όσο αυξάνει το μέγεθος της οθόνης, τόσο αυξάνει και η κατανάλωση της ενέργειας.
- Αποθήκευση (κάρτας SD και εσωτερική αποθήκευση): Ο χώρος αποθήκευσης είναι συχνά ένας από τους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση αγοράς ενός τηλεφώνου σε σύγκριση με ένα άλλο. Συνήθως, και ανάλογα με την χρήση παρέχονται 16, 32 ή 64 GB. Στην εσωτερική μνήμη εγκαθίσταται το λειτουργικό σύστημα και οι προ εγκατεστημένες εφαρμογές. Η εξωτερική μνήμη είναι μια δυνατότητα αποκλειστικά για τηλέφωνα Android. Η κάρτα επέκτασης SD επιτρέπει την αποθήκευση περισσότερων αρχείων, ανεξάρτητα από την εσωτερική χωρητικότητα αποθήκευσης του τηλεφώνου. Το πλεονέκτημα είναι ότι δεν χρειάζεται να διατεθούν χρήματα για ένα νέο τηλέφωνο όταν υπάρχει ανάγκη μόνο για περισσότερο χώρο αποθήκευσης. Η επέκταση της μνήμης

μπορεί να γίνει με την προσθήκη από 8 GB έως 200 GB επιπλέον χώρου. Βέβαια αυτό εξαρτάται από το μοντέλο και την κατασκευάστρια εταιρεία (π.χ. Samsung Galaxy S7).

- Μεταφορά αρχείων USB: Για ενσύρματες συνδέσεις, στα περισσότερα έξυπνα κινητά χρησιμοποιούνται καλώδια USB (USB 2.0, USB 3.0) για σύνδεση σε υπολογιστές.



Εικόνα 2-1:Χαρακτηριστικό παράδειγμα τηλεφώνου με αισθητήρες.

- Αισθητήρες: Τα σύγχρονα έξυπνα κινητά διαθέτουν και μια σειρά από αισθητήρες όπως για παράδειγμα επιταχυνσιόμετρα, γυρομέτρα και GPS για να υποστηρίζουν αντίστοιχες εφαρμογές σύμφωνα με τις ανάγκες του χρήστη. Οι αισθητήρες ανάλογα με τον τύπο τους επιτρέπουν στο τηλέφωνό σας να επικοινωνεί με δορυφόρους τοποθεσίας και να εντοπίζει την ακριβή τοποθεσία, να συλλέγει πληροφορίες από το περιβάλλον, καθώς και πολλά άλλα.

Τα νεότερα μοντέλα smartphone διαθέτουν αισθητήρες δακτυλικών αποτυπωμάτων. Αυτά προσφέρουν καλύτερη ασφάλεια, επιτρέποντάς την πρόσβαση στη συσκευή μόνο με τη χρήση του δακτυλικού αποτυπώματος.

- Συνδέσεις Διαδικτύου: Τα smartphone εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από WiFi και δεδομένα κινητής τηλεφωνίας. Πλήθος εφαρμογών (π.χ. Facebook, YouTube, Viber, online παιχνίδια) χρειάζονται πρόσβαση στο διαδίκτυο για λειτουργήσουν.

Ενώ τα περισσότερα smartphone μπορούν να συνδεθούν στο Διαδίκτυο, ενώ μερικά διαθέτουν είναι το νέο πρότυπο 4G LTE για κινητό Διαδίκτυο. Το πρότυπο αυτό προσφέρει ταχύτητες έως και 4 Mbps.

- Ασύρματες συνδέσεις: Εκτός από τις συνδέσεις στο διαδίκτυο, τα smartphone χρησιμοποιούν τεχνολογίες για μεταφορά αρχείων από τη μία συσκευή στην άλλη όπως το πρότυπο Bluetooth ή την τεχνολογία Near Field Communication (NFC) για αλληλεπίδραση με άλλα αντικείμενα.

Σε μια εφαρμογή ιχνηλασιμότητας το υλικό του κινητού έχει ιδιαίτερη σημασία καθώς σχετίζεται με την λειτουργικότητά του (π.χ. διαστάσεις οθόνης) και την απόδοση της εφαρμογής (π.χ. η ανάλυση κάμερας μπορεί να συνδέεται με την αναγνώριση/ανάγνωση της πληροφορίας και την αποκωδικοποίησή της).

Τόσο το υλικό μέρος των έξυπνων κινητών τηλεφώνων, όσο και το λογισμικό, βελτιώνονται συνεχώς με τις περισσότερες βελτιώσεις να αφορούν τους κεντρικούς επεξεργαστές, τους επεξεργαστές γραφικών, τις οθόνες και τα μέσα διεπαφής με το χρήστη, όπως το πληκτρολόγιο που προσφέρουν γρήγορη εισαγωγή κειμένου και τις οθόνες αφής.

2.3. Λογισμικό κινητών τηλεφώνων

Το λογισμικό περιλαμβάνει το λειτουργικό σύστημα (π.χ. Android, iOS, BlackBerry OS, κ.ά.) και τις εφαρμογές (π.χ. web browsers). Οι εφαρμογές σχεδιάζονται έτσι ώστε να είναι συμβατές με τις φορητές συσκευές και αποτελούν μονάδες λογισμικού που παρέχουν υπηρεσίες στους χρήστες.

2.3.1. Λειτουργικό σύστημα

Το λειτουργικό σύστημα αποτελεί τη διεπαφή μεταξύ του υλικού και του χρήστη και επιτρέπει τη διαχείριση των πόρων του συστήματος (υλικού και λογισμικού). Το λειτουργικό σύστημα κινητού (mobile operating system) είναι μια πλατφόρμα λογισμικού για κινητές συσκευές (smartphone, tablet, PDA, κλπ.) και αποτελεί τη βάση για το σύνολο των λειτουργιών της συσκευής και τα προγράμματα που πρόκειται να εγκατασταθούν σε αυτή. Το λειτουργικό σύστημα καθορίζει τις πραγματικές δυνατότητες της συσκευής και παρέχει στο χρήστη δυνατότητα εγκατάστασης εφαρμογών οι οποίες θα πρέπει να είναι συμβατές με αυτό.

Σήμερα, τα λειτουργικά συστήματα υποστηρίζουν εξελιγμένες δυνατότητες και υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός τέτοιων πλατφορμών. Τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα λειτουργικά συστήματα κινητών είναι:

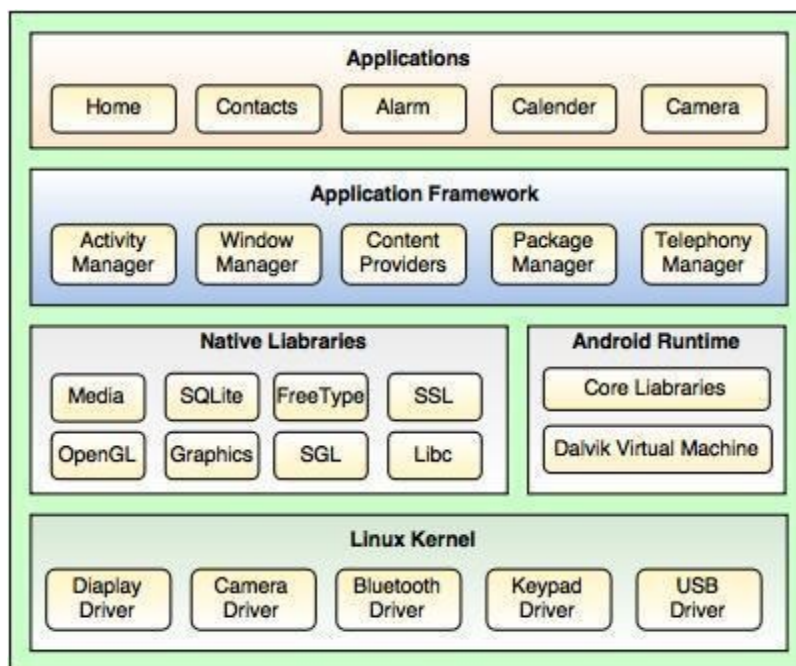
- 1) Android, ένα λειτουργικό σύστημα από την Google βασισμένο στο Linux
- 2) Windows Phone, λειτουργικό σύστημα τηλεφώνου από τη Microsoft.
- 3) iOS, μια πλατφόρμα λογισμικού από την Apple ·
- 4) Firefox OS, το νέο web based λειτουργικό σύστημα από τη Mozilla.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά τα γνωστότερα λειτουργικά συστήματα κινητών συσκευών.

1.4.1.1. Android

Το πιο ευρέως διαδεδομένο λειτουργικό σύστημα για τα έξυπνα τηλέφωνα, καθώς χρησιμοποιείται από τις περισσότερες κατασκευαστές smartphones. Έγινε διαθέσιμο για πρώτη φορά το 2008. Είναι ένα λειτουργικό που αναπτύχθηκε από τη Google και στη συνέχεια από την Open Handset Alliance. Ο πυρήνας του βασίζεται στο Linux. Η γλώσσα που χρησιμοποιούν οι προγραμματιστές για την ανάπτυξη εφαρμογών είναι η Java και το Android C++, και μέσω βιβλιοθηκών λογισμικού που παρέχει η Google συνθέτουν τον κώδικα. Το λειτουργικό σύστημα είναι ανοιχτού κώδικα με ορισμένα χαρακτηριστικά του να είναι ιδιωτικής

ιδιοκτησίας, με άδεια της Google το λειτουργικό σύστημα είναι διαθέσιμο δωρεάν σε όποιον επιθυμεί να το χρησιμοποιήσει. Η Google βγάζει καινούριες εκδόσεις του λειτουργικού της συνήθως δίνοντάς τους ονόματα γλυκών, όπως το Lollipop, KitKat, Marshmallow.



Εικόνα 2-9: Η αρχιτεκτονική του συστήματος Android. (Πηγή:<https://www.tutorialride.com/android/architecture-of-android.htm>)

Η αρχιτεκτονική του λειτουργικού συστήματος Android περιλαμβάνει μια σειρά από επίπεδα (Meng,2018), που όπως φαίνεται στην Εικόνα 2-9, διαμορφώνονται ως εξής: επίπεδο πυρήνα (Linux), επίπεδο ενδιάμεσου λογισμικού, βιβλιοθηκών και υπηρεσιών, επίπεδο πλαισίου και επίπεδο εφαρμογών. Το κατώτερο επίπεδο είναι ο πυρήνας Linux που παρέχει τις βασικές λειτουργίες του λειτουργικού συστήματος είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση των device drivers, τον έλεγχο πρόσβασης στους πόρους του συστήματος, τη διαχείριση μνήμης και τις άλλες υπηρεσίες. Επιγραμματικά αυτές περιλαμβάνουν:

- τη διαχείριση της ισχύος
- Τη δικτύωση
- Το χρονοπρογραμματισμό των διεργασιών
- Τη διαχείριση των προγραμμάτων οδήγησης

- Τη διαχείριση της μνήμης
- Τη διαχείριση του συστήματος αρχείων.

Ακριβώς πάνω βρίσκεται το επίπεδο ενδιάμεσου λογισμικού που απαρτίζεται από δύο μέρη: το runtime Android και τις εγγενής βιβλιοθήκες. Το πρώτο αποτελεί τη γέφυρα μεταξύ υλικού και λογισμικού και περιλαμβάνει τα διάφορα API όπως για παράδειγμα της συσκευής ήχου και της κάμερας. Περιλαμβάνει και το Dalvik Virtual Machine, το οποίο παρέχει το κατάλληλο JRE (Java Runtime Environment), για την εκτέλεση των εφαρμογών Android, οι οποίες είναι γραμμένες σε Java και άρα για να τρέξουν χρειάζονται το αντίστοιχο περιβάλλον JRE περιβάλλον. Το δεύτερο περιέχει τις βιβλιοθήκες και τους daemons για τον χειρισμό της αλληλεπίδρασης σε εγγενή επίπεδο. Οι βιβλιοθήκες είναι γραμμένες στις γλώσσες C++ και C και μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέσω κατάλληλων διεπαφών της Java. Στις βιβλιοθήκες περιλαμβάνονται οι SQLite, Webkit, SSL, και OpenGL, που συμβάλουν στη λειτουργικότητά της συσκευής. Οι κυριότερες λειτουργίες που παρέχουν είναι:

- διαχείριση των διεπαφών
- αναπαράσταση των γραφικών στις διεπαφές
- διαχείριση των βάσεων δεδομένων
- αποθήκευση των δεδομένων
- σύνδεση στο δίκτυο

Το πλαίσιο εφαρμογής, είναι ένα επίπεδο που χρησιμοποιείται από τους προγραμματιστές εφαρμογών καθώς χειρίζεται πολλές στοιχειώδεις λειτουργίες εφαρμογών Android, όπως:

- *View System*: παρέχει τα αναγκαία στοιχεία γραφικών όταν χρειάζεται στις διεπαφές (π.χ. λίστες, κουμπιά).
- *Content Provider*: υποστηρίζει, η διαμοίραση δεδομένων μέσα από κατάλληλες διαδικασίες.
- *Resource Manager*: διαχειρίζεται ζητήματα πρόσβασης στους πόρους της συσκευής.

- *Notification Manager*: διαχειρίζεται και ελέγχει μηνύματα και ειδοποιήσεις που λαμβάνονται/στέλνονται κατά το χρόνο λειτουργίας της εφαρμογής.
- *Activity Manager*: ελέγχει τις διαδικασίες της εφαρμογής κατά τη λειτουργία της και υποστηρίζει την ομαλή μετάβαση από τη μία οθόνη της εφαρμογής στην άλλη.
- *Location Manager*: ανίχνευση και καταγραφή της ακριβούς γεωγραφική θέσης της συσκευής.

Όλα αυτά τα επίπεδα διαμορφώνουν το περιβάλλον εκτέλεσης των εφαρμογών που είναι το τελευταίο επίπεδο και που θα χρησιμοποιούν οι τελικοί χρήστες. Μερικές από τις πιο γνωστές από τις εφαρμογές αυτές είναι ο browser, email client, αποστολή και λήψη SMS, προβολή χαρτών σε συνδυασμό με το στίγμα της συσκευής εάν διαθέτει δέκτη GPS, ημερολόγιο. Είναι γραμμένες σε Java και μπορούν να τρέχουν πολλές παράλληλα χωρίς να επηρεάζει η μία την άλλη.

Σήμερα, υπάρχουν τουλάχιστον 200.000 εφαρμογές διαθέσιμες από το Android Market, ενώ υποστηρίζει και εφαρμογές από τρίτους. Το Android είναι ανοικτού κώδικα λογισμικού και υποστηρίζει λειτουργίες οθόνης, αποθήκευση δεδομένων, συνδεσιμότητα, αποστολή μηνυμάτων, πλοήγηση στον Ιστό, υποστήριξη Java, υποστήριξη Πολυμέσων, επιπλέον υποστήριξη υλικού, παροχή ανάπτυξη λογισμικού, αγορά και εγκατάσταση εφαρμογών, οθόνη Αφής πολλαπλών σημείων.

Πλεονεκτήματα

- Λειτουργία του πυρήνα Linux με τους περιορισμένους διαθέσιμους πόρους των έξυπνων κινητών συσκευών.
- Υποστήριξη από την Google που σημαίνει αξιοπιστία.
- Δυνατότητα εγκατάστασης αμέτρητων δωρεάν εφαρμογών.
- Η πλειοψηφία των χρηστών έξυπνων κινητών συσκευών χρησιμοποιεί το Android.
- Ανεξαρτησία των εφαρμογών που αναπτύσσουν οι προγραμματιστές με τη γλώσσα προγραμματισμού Java από το περιβάλλον εγκατάστασης.

- Δυνατότητα πρόσβασης των προγραμματιστών στον κώδικα και προσαρμογής του στις ανάγκες των εφαρμογών που αναπτύσσουν.
- Ευελιξία υποστήριξης λόγω της ευκολίας προσαρμογής του λειτουργικού συστήματος σε διάφορα πρότυπα.
- Δυνατότητα στους κατασκευαστές να τροποποιήσουν το λειτουργικό σύστημα και να το προσαρμόσουν στις ανάγκες των συσκευών τους με την προσθήκη μοναδικών χαρακτηριστικών.
- Έλεγχος των διεργασιών των ενεργών εφαρμογών από τον πυρήνα Linux με βάση τα δικαιώματα πρόσβασης.
- Δυνατότητα χειρισμού πολλών εφαρμογών ταυτόχρονα από το χρήστη συσκευής με Android.
- Ευκολία στις ειδοποιήσεις για μηνύματα και ανακοινώσεις που ενδιαφέρουν το χρήστη.

Μειονεκτήματα

- Απαιτεί συνεχή σύνδεση στο Διαδίκτυο εάν πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι υπηρεσίες Google.
- Το Android εμφανίζει σφάλμα και αναγκάζει να κλείσει τις μεγάλες εφαρμογές / παιχνίδια, κάτι που είναι πολύ ενοχλητικό.
- Χρειάζεται μεγάλη ποσότητα δεδομένων κινητής τηλεφωνίας εάν εκτελείται μεγάλος αριθμός διαδικασιών στο παρασκήνιο.
- Αυξάνει τη χρήση της μνήμης RAM και μειώνει την απόδοση της μπαταρίας όταν εκτελούνται πολλές διαδικασίες στο παρασκήνιο.

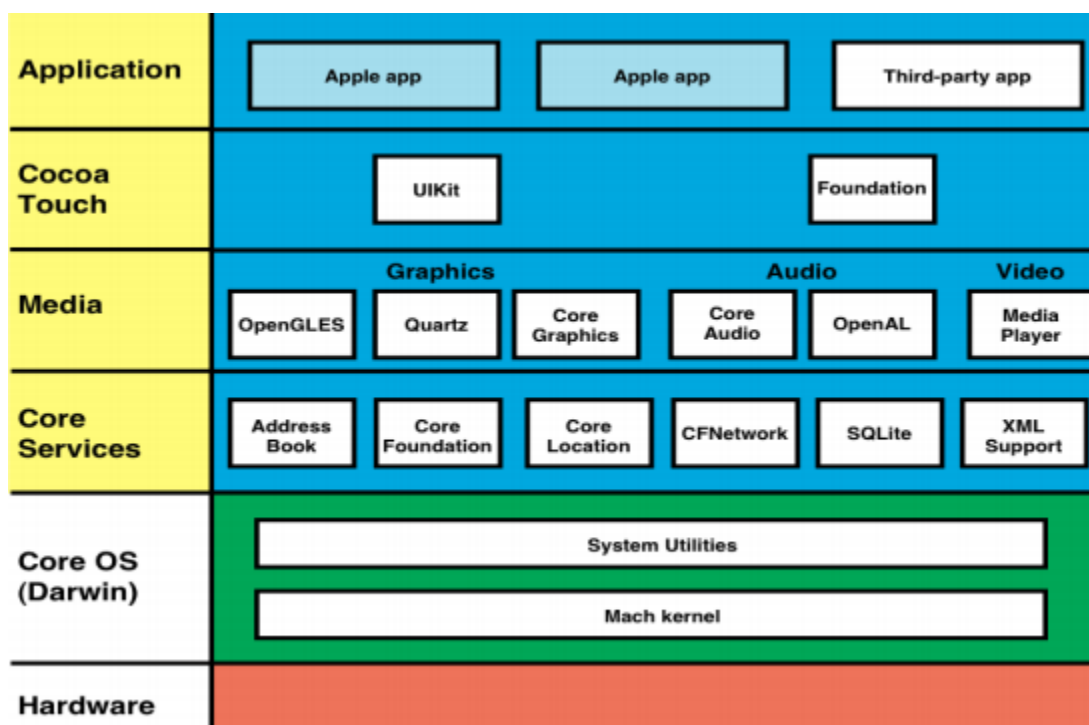
1.4.1.2. iOS

Το συγκεκριμένο λειτουργικό σύστημα αναπτύχθηκε και διανέμεται από την Apple και χρησιμοποιείται αποκλειστικά στις συσκευές της. Το iOS διατέθηκε για πρώτη φορά το 2007, και έφερε αλλαγή στο χώρο της αγοράς έξυπνων κινητών. Η Apple επιτρέπει την εγκατάσταση του λογισμικού μόνο σε δικές της συσκευές (κατασκευής Apple). Το λογισμικό είναι κλειστού κώδικα

και για να δημοσιεύσει κάποιος εφαρμογή στο κατάστημα εφαρμογών του πρέπει πρώτα να πάρει έγκριση από την Apple. Με αυτό τον τρόπο, το iOS καθίσταται το πιο ασφαλές λειτουργικό σύστημα, καθώς είναι πολύ δύσκολα ευάλωτο σε ιούς και σε κακόβουλο λογισμικό. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται είναι η Objective-C, που είναι μια επέκταση της C και χρησιμοποιεί τη βιβλιοθήκη Cocoa Touch (μια συλλογή κλάσεων). Η ανάπτυξη εφαρμογών για iOS απαιτεί έναν υπολογιστή με Mac λειτουργικό σύστημα. Η εφαρμογή που χρησιμοποιείται συνήθως για τη σύνταξη εφαρμογών iOS είναι το Xcode το οποίο περιλαμβάνει έναν ισχυρό κειμενογράφο, καθώς εργαλείο ανάλυσης, προσομοιωτή iOS και το SDK (Grønli, 2014). Οι προγραμματιστές έχουν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν εφαρμογές και να τις δοκιμάσουν σε ένα εξομοιωτή, τον iPhone Simulator. Όμως για την εγκατάσταση μια εφαρμογής στη συσκευή, καθώς και για την πώληση της μέσω του App Store πρέπει ο χρήστης να είναι εγγεγραμμένος στο πρόγραμμα των προγραμματιστών iPhone, το οποίο έχει συγκεκριμένο ετήσιο κόστος. Μια εφαρμογή μπορεί να πωληθεί ή να διατεθεί δωρεάν. Η Apple κάνει συνεχώς αναβαθμίσεις στο λειτουργικό της και τις παρέχει δωρεάν στα περισσότερα έξυπνα κινητά τα οποία έχει βγάλει στην αγορά.

Η αρχιτεκτονική του IOS είναι οργανωμένη σε επίπεδα (Εικόνα 2-12). Το ανώτερο επίπεδο, αποτελεί το ενδιάμεσο στοιχείο μεταξύ του υποκείμενου υλικού και των εφαρμογών. Οι εφαρμογές δεν επικοινωνούν απευθείας με το υλικό, αλλά μέσω μιας συλλογής καλά καθορισμένων διεπαφών συστήματος. Αυτές οι διεπαφές καθιστούν απλή τη σύνταξη εφαρμογών που λειτουργούν συνεχώς σε συσκευές με διάφορες δυνατότητες υλικού. Τα κατώτερα επίπεδα παρέχουν τις βασικές υπηρεσίες για την εκτέλεση των εφαρμογών και παρέχουν εξελιγμένες υπηρεσίες γραφικών και διεπαφών.

Η Apple παρέχει τις περισσότερες διεπαφές συστήματος σε ειδικά πακέτα που ονομάζονται πλαίσια. Ένα πλαίσιο είναι ένας κατάλογος όπου υπάρχει μια δυναμική κοινόχρηστη βιβλιοθήκη που είναι (με αρχεία .a), σχετικοί πόροι όπως αρχεία κεφαλίδας, εικόνες και βοηθητικές εφαρμογές που απαιτούνται για την υποστήριξη αυτής της βιβλιοθήκης. Κάθε επίπεδο έχει ένα σύνολο πλαισίων που χρησιμοποιείται από τον προγραμματιστή για την κατασκευή των εφαρμογών.



Εικόνα 2-12: Η αρχιτεκτονική του λειτουργικού συστήματος iOS.

Πιο συγκεκριμένα τα επίπεδα του IOS είναι (Εικόνα 2-12):

- Το Cocoa Touch είναι ένα API γραμμένο στην γλώσσα προγραμματισμού Objective-C. Το επίπεδο Cocoa Touch παρέχει τα ακόλουθα πλαίσια για ανάπτυξη εφαρμογών iPhone(Winget, 2020):
 - EventKit framework - παρέχει ελεγκτές προβολής για την εμφάνιση των τυπικών διεπαφών συστήματος για την προβολή και την αλλαγή συμβάντων σχετικών με το ημερολόγιο
 - GameKit Framework – παρέχει υποστήριξη για το Game Center το οποίο επιτρέπει στους χρήστες να μοιράζονται τις σχετικές με το παιχνίδι πληροφορίες τους στο διαδίκτυο
 - iAd Framework - επιτρέπει την προβολή διαφημίσεων σε banner από την εφαρμογή του προγραμματιστή.
 - MapKit Framework - παρέχει έναν κυλιόμενο χάρτη που μπορεί να συμπεριληφθεί στη διεπαφή χρήστη της εφαρμογής.

- PushKitFramework - παρέχει υποστήριξη εγγραφής για εφαρμογές VoIP.
- Twitter Framework - παρέχει μια διεπαφή χρήστη για τη δημιουργία tweets και υποστήριξη για τη δημιουργία διευθύνσεων URL για πρόσβαση στην υπηρεσία Twitter.
- UIKit Framework - παρέχει τη βασική υποδομή για την υλοποίηση εφαρμογών με γραφικά βάσει συμβάντων στο iOS. Σε αυτές τις λειτουργίες συμπεριλαμβάνονται:
 - Υποστήριξη multitasking.
 - Διαχείριση εφαρμογών και βασικής υποδομής.
 - Διαχείριση διεπαφής χρήστη
 - Υποστήριξη γεγονότων αφής και κίνησης.
- Media. μέσα από διάφορα APIs γίνεται η διαχείριση των πολυμέσων . Τα πραγματικά μαύρα, τοποθετούνται στο επίπεδο Media του iOS SDK και είναι:
 - Audio framework :
 - Το OpenAL (Open Audio Library) το οποίο είναι ένα λογισμικό που χρησιμοποιείται σε πολλές διαφορετικές πλατφόρμες. Είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να αποδίδει ποιοτικό πολυκάναλο τρισδιάστατο ήχο.
 - Ελέγχει την μείξη και εγγραφή ήχου.
 - Υποστηρίζει την αναπαραγωγή βίντεο.
 - Graphics framework
 - Υποστηρίζει την προβολή διαφορετικών προτύπων (format) εικόνας
 - Το Quartz, δηλαδή το γραφικό περιβάλλον της Apple το οποίο υποστηρίζει τη σχεδίαση δισδιάστατων γραφικών αλλά και τη δημιουργία κώδικα για την υλοποίηση τους από την κάρτα γραφικών.
 - Το Core Animation το οποίο είναι ένα API που παράγει κινούμενα περιβάλλοντα χρήσης.

- Το OpenGL ES που αποτελεί ένα μέρος του OpenGL 3D API και έχει σχεδιαστεί για κινητές πλατφόρμες. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή δισδιάστατων και τρισδιάστατων γραφικών και αναπτύσσεται από την Khronos Group.
- Video framework
 - Παρέχει μια συλλογή διεπαφών για παρουσίαση βίντεο.
 - Παρέχει δυνατότητα αναπαραγωγής και εγγραφής βίντεο.
 - Περιγράφει τις διεπαφές χαμηλού επιπέδου και τους τύπους δεδομένων για τη λειτουργία των μέσων.
- Τα Core Services Τα Core Services περιέχουν API που έχουν να κάνουν με την διαχείριση του δικτύου αλλά και των δεδομένων. Αυτά είναι τα ακόλουθα:
 - Οι λειτουργίες Δικτύου (Networking). Ελέγχουν όλες τις λειτουργίες δικτύου από την σύνδεση με αυτό μέχρι την αποστολή και λήψη δεδομένων
 - Η ενσωματωμένη βάση δεδομένων SQLite
 - Το Core Location που ελέγχει όλες τις λειτουργίες εύρεσης τοποθεσίας μέσω του ενσωματωμένου GPS και των κεραιών κινητής τηλεφωνίας
 - Την εκτέλεση διάφορων Threads
 - Το Core Motion
- Τον πυρήνα OS. Είναι το κατώτερο επίπεδο της στοίβας πάνω από το υλικό της συσκευής. Παρέχει διάφορες υπηρεσίες και αποτελεί τη βάση για άλλες τεχνολογίες, όπως:
 - Bluetooth Framework core
 - Accelerate framework
 - Marco external accessory
 - Υπηρεσίες ασφάλειας
 - Τοπικό έλεγχο ταυτότητας

- Υποστήριξη 64-bit iOS7 και 64-bit εφαρμογών επιτρέποντας τους να εκτελούνται ταχύτερα.

Και παρέχει τις ακόλουθες υπηρεσίες:

- Τυπική είσοδο/έξοδο
- Δικτύωση
- Υπηρεσίες ασφάλειας
- Threading

Αυτά τα τέσσερα μέρη είναι επίσης τοποθετημένα στο επίπεδο λειτουργικού συστήματος iOS. Το iOS SDK χρησιμοποιεί Xcode, το ίδιο λογισμικό για ανάπτυξη κώδικα που χρησιμοποιεί το MacOS X, και περιλαμβάνει έναν προσομοιωτή iPhone. Αυτό είναι ένα πρόγραμμα που μπορείτε να χρησιμοποιηθεί για να προσομοιωθούν οι εφαρμογές και να φανεί το πως θα λειτουργεί η εφαρμογή όταν εκτελείται στο iPhone.. Το SDK της Apple έχει απαιτήσεις συστήματος για χρήση Intel Mac με Mac OS X Leopard ή νεότερο. Άλλα λειτουργικά συστήματα όπως τα Windows και παλαιότερες εκδόσεις του Mac OS X δεν υποστηρίζονται.

Πλεονεκτήματα

- Απόδοση
- Άριστο UI και fluid responsive
- Ασφάλεια
- Υποστήριξη συσκευών παλαιού τύπου
- Πολυεπεξεργασία
- Αξιοπιστία
- Ιδιωτική αποθήκευση σύννεφων
- Απουσία περιττών εφαρμογών (έλλειψη μη απαραίτητου προεγκατεστημένου λογισμικού)
- Μικρότερος αριθμός μοντέλων (διευκολύνει τους προγραμματιστές)

- Κατάλληλο για διασκέδαση

Μειονεκτήματα

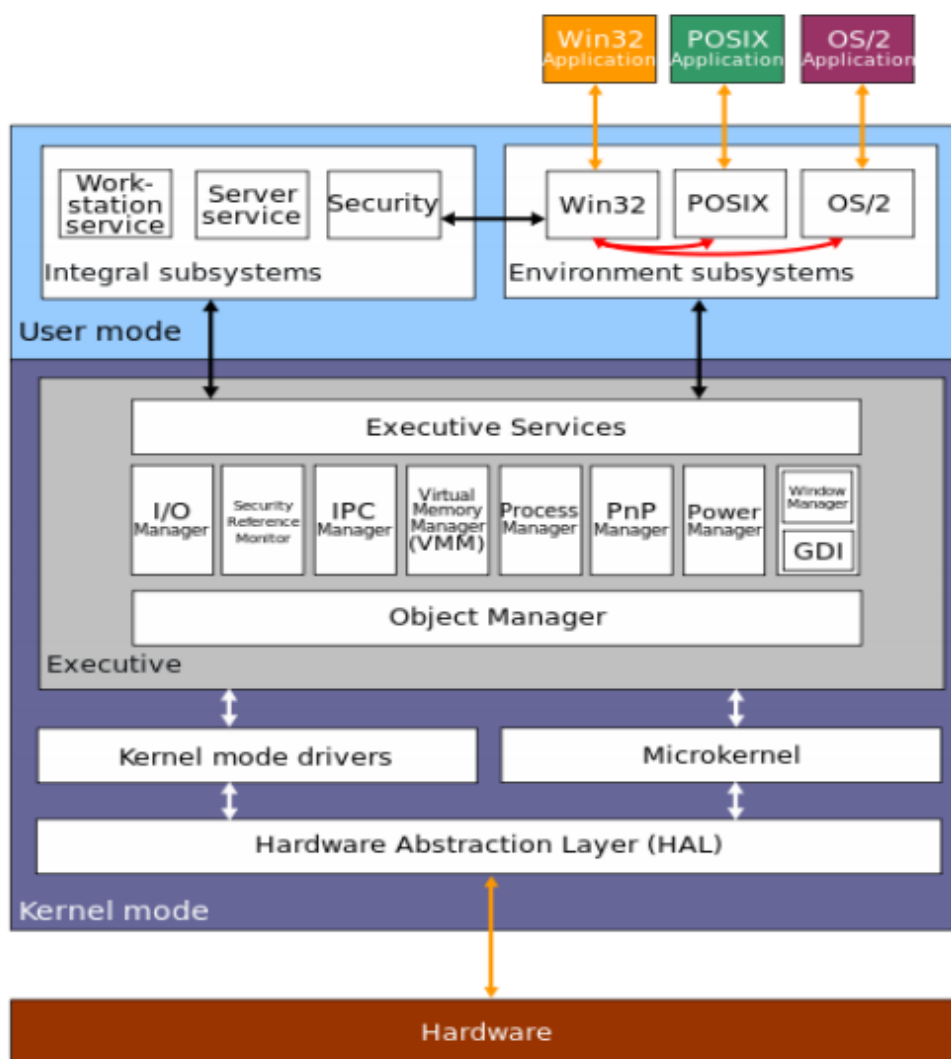
- Μια κάρτα sim
- Έλλειψη κάρτας μνήμης
- Κλειστό σύστημα
- Τιμή
- Έχει μια διαδικασία ελέγχου, όταν οι προγραμματιστές θέλουν να δημοσιεύσουν μια εφαρμογή. Πρώτα πρέπει να την στείλουν στην Apple για έλεγχο.
- Οι εφαρμογές είναι πολύ μεγάλες σε σύγκριση με άλλες πλατφόρμες για κινητά
- Η χρήση του iOS είναι δαπανηρή για εφαρμογές και δεν υποστηρίζεται widget
- Η απόδοση της μπαταρίας είναι πολύ χαμηλή στο 3G
- Δεν είναι ευέλικτο, υποστηρίζει μόνο συσκευές iOS

1.4.1.3. Windows Phone

Το Windows Phone είναι η πρόταση της Microsoft στον τομέα των λειτουργικών συστημάτων για κινητά τηλέφωνα. Το Windows Mobile ήταν το πρώτο λειτουργικό που κυκλοφόρησε το 2000. Το Windows Mobile παρείχε στους χρήστες δυνατότητες για συγχρονισμό περιεχομένου, διαχείριση πολυμέσων, επαφές, ημερολόγιο, μεταφορά επαγγελματικών εγγράφων. Το 2010, το Windows Phone παρουσιάστηκε ως ένα λειτουργικό σύστημα κλειστού κώδικα, που αναπτύχθηκε από τη Microsoft. Κύριο πλεονέκτημα του ήταν η δωρεάν διάθεση παροχή της σουίτας εφαρμογών Office για φορητές συσκευές. Όπως και άλλα σχετικά λειτουργικά συστήματα παρέχει τον ψηφιακό βοηθό Cortana, προσφέροντας τη δυνατότητα εκτέλεσης απλών εργασιών για τη διευκόλυνση του χρήστη (π.χ., Siri στο iOS, Now στο Google). Επίσης οι προγραμματιστές έχουν την δυνατότητα να αναπτύξουν και να χρησιμοποιούν δικές τους εφαρμογές σε μια από τις δύο εκδοχές: είτε σε Objective-C ή σε Java, Android C++.

Η ανανεωμένη έκδοση Windows Phone 8 βελτιώνει την εμφάνιση, αλλά περιορίζει τους προγραμματιστές λόγω κλειστότητας του συστήματος και δεν τους επιτρέπει να αναπτύξουν τις εφαρμογές τους. Το Windows Phone 8.1 είναι μια ριζική αναβάθμιση του λογισμικού που τοποθετείται στο 2015 και εκτός των άλλων αλλάζει το γραφικό περιβάλλον και των λειτουργιών όπως κλήσεις, κάμερα, άλμπουμ φωτογραφιών και βίντεο, μουσική και οθόνη κλειδώματος.

Τα Windows 10 είναι ο διάδοχος των Windows Phone 8.1 και το γραφικό τους περιβάλλον είναι σχεδόν ίδιο με την έκδοση για υπολογιστές για πιο εύκολη πρόσβαση από τους χρήστες.



Εικόνα 2-2: Η αρχιτεκτονική του λειτουργικού συστήματος Windows Phone OS.

Πλεονεκτήματα

- Άψογη συμπεριφορά του OS.
- Προοπτική: θεωρητικά, οι χρήστες έχουν ένα, περιβάλλον εργασίας κοινό για όλες τις συσκευές, με την επερχόμενη ενοποίηση των συστημάτων της εταιρείας.

Μειονεκτήματα

- Έλλειψη βασικών εφαρμογών.
- "Μη ώριμο" λειτουργικό
- Έλλειψη Google Services

1.4.1.4. Firefox OS - KaiOS

Το λειτουργικό σύστημα έκδοση κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το 2013. Αναπτύχθηκε από τη Mozilla για διάθεση στα έξυπνα κινητά τηλέφωνα. Είναι ένα ανοιχτού κώδικα, βασισμένο στο Linux, λειτουργικό σύστημα, και αναπτύχθηκε με εργαλεία όπως HTML5, CSS, Javascript και C++. Σχεδιάστηκε για να προσφέρει λειτουργίες βασισμένο στο πρότυπο – κοινότητα ως εναλλακτικό λειτουργικό σύστημα. Τα ανοιχτά πρότυπα επιτρέπουν στις εφαρμογές δυνατότητα συνεργασίας άμεσα με το υλικό της έξυπνης συσκευής. Περιλαμβάνει λειτουργίες δικτύου, γραφικών, εικονική μηχανή Javascript, μηχανή σχεδίου και porting layers. Το Firefox OS παύτηκε το 2015, ενώ το KaiOS (2017) θεωρείται η συνέχεια του.

Το KaiOS αναπτύχθηκε από την KaiOS Technologies. Πρόκειται για μια διαδικτυακή πλατφόρμα που έχει σχεδιαστεί για κινητά τηλέφωνα που διαθέτουν φυσικά πληκτρολόγια και οθόνες μη αφής. Είναι ένα web based λειτουργικό σύστημα κινητού και εγκαινιάζει μια καινούργια κατηγορία κινητών. Η KaiOS προσπαθεί να ενσωματώσει περισσότερες υπηρεσίες της Google στο λειτουργικό της, και συγκεκριμένα το Google Assistant, τους Χάρτες της Google αλλά και μια εφαρμογή του YouTube, και ευελπιστεί να εισέλθει στην αγορά των φθηνότερων συσκευών. Στις αναπτυσσόμενες αγορές, χρειάζονται πολύ φθηνά smartphones, αλλά με όσα περισσότερα χαρακτηριστικά προσφέρουν οι ακριβές συσκευές. Το KaiOS παρέχει ελάχιστη μνήμη μόλις 256MB και λιγότερη κατανάλωση ενέργειας. Έτσι, τα κινητά τηλέφωνα που χρησιμοποιούν το KaiOS είναι πάντοτε σε χαμηλότερες και προσιτές τιμές, δεδομένου ότι η απαίτηση των πόρων υλικού τους είναι χαμηλότερη. Η νέα πλατφόρμα KaiOS μπορεί να

βοηθήσει τις εταιρείες τεχνολογίας να φτάσουν σε αναδυόμενες αγορές όπου τα smartphones είναι σε μεγάλο βαθμό απρόσιτα, κάτι που αποτελεί μια νέα εναλλακτική πηγή εσόδων. Οι επιχειρήσεις υψηλής τεχνολογίας κερδίζουν κυρίως έσοδα από τη διαφήμιση, ώστε να αποδίδουν μεγάλη σημασία σε περιοχές όπου είναι σε θέση να επεκτείνουν τη βάση χρηστών τους. Μεγαλύτερη βάση χρηστών μπορεί να φέρει περισσότερα δεδομένα και περισσότερους διαφημιστές, πράγμα που επιτρέπει την αύξηση των διαφημιστικών εσόδων.

Issue	iOS	Android	Firefox OS	Windows Phone
Software architecture				
Development language	Objective-C	Java	Web (HTML5, CSS3, Javascript)	.Net C#
Packaging	Apple application package (IPA) with a distribution provisioning file	Android package (APK) file	Packaged as a web application with an associated manifest file for properties	Windows Phone package (XAP) with manifest file for properties
Persistent storage and database support	Local SQL database support and local file access	Local SQL database support and local file access	Local IndexedDB database support and local key/value pair storage	Local SQL database support and local file access
Application development				
Debugger availability	Very Good	Excellent	Good	Excellent
Deployment speed (packaging, installing, testing)	Fast	Relatively fast	Fast	Relatively fast
Default deployment application size	Medium	Large	Very small	Large
Developer support				
Developer community and support	Very large	Very large	Very small	Average
Market penetration	Very large	Very large	Minimal	Limited
Integrated development environment (IDE) availability	Very good support through Apple Xcode and JetBrains Appcode	Excellent – supported by all major IDE's	Very limited specialized tools, but regular web development tools can be applied	Very good, but limited to Microsoft Visual Studio
Development tools cost	Free for emulator Small fee for device and App Store	Free Small fee for Android Play	Free	Free (for emulator) Small fee for Marketplace

Εικόνα 2-3: Σύγκριση των πιο γνωστών λειτουργικών συστημάτων για κινητά τηλέφωνα. Πηγή: (Gronli, 2014).

Από την παραπάνω παρουσίαση διαπιστώνεται ότι τα λειτουργικά συστήματα iOS και Android έχουν ώριμα περιβάλλοντα ανάπτυξης. Συγκεκριμένα για την πλατφόρμα Android υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός βιβλιοθηκών και πλαισίων ανοιχτού κώδικα. Για τις άλλες δύο επιλογές, δηλαδή το Firefox OS και το Windows Phone, υπάρχει περισσότερη αβεβαιότητα για το μέλλον, ενώ σήμερα καταλαμβάνουν μικρό μερίδιο αγοράς σε σχέση με τα άλλα δύο. Η Microsoft έχει μακρά ιστορία στον χώρο των κινητών όμως το Firefox OS είναι ένα αποτυχημένο λειτουργικό σύστημα. Τη θέση του πήρε το KaiOS το οποίο

προσπαθεί να κερδίσει μερίδιο της αγοράς χάρη στη web based λογική και το ιδιαίτερα χαμηλό κόστος. Το Android είναι σαφώς η πιο δημοφιλής πλατφόρμα, όμως βρίσκεται αντιμέτωπη με μια σειρά προκλήσεων όπως τον κατακερματισμό και την έλλειψη ενημερώσεων. Ο κατακερματισμός είναι απλά το πρόβλημα που υπάρχουν τόσες πολλές διαφορετικές συσκευές που υποστηρίζουν το Android και είναι δύσκολο να δημιουργηθεί μια εφαρμογή που να λειτουργεί σε όλα τα διάφορα είδη. Τα εργαλεία ανάπτυξης για Android βελτιώνονται συνεχώς, όμως το iOS παρέχει καλύτερη εμπειρία με τους κατασκευαστές UI. Η Apple, με την πλατφόρμα iOS, εστιάζει κυρίως σε συσκευές προηγμένης τεχνολογίας. Βέβαια η γλώσσα ανάπτυξης Η γλώσσα ανάπτυξης που χρησιμοποιείται είναι (Objective-C) αποτελεί πρόκληση για τους χρήστες που είναι πιο εξοικειωμένοι με την ανάπτυξη Java / C # (Gronli, 2014).

2.4. Εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα

Το λειτουργικό σύστημα των κινητών τηλεφώνων αποτελεί τη βάση για την εκτέλεση πλήθος εφαρμογών που δημιουργούνται και παρέχονται στους χρήστες από online καταστήματα (Apple Store, Windows Market Place, Android Market Place) είτε δωρεάν, είτε με πληρωμή. Σε άλλες περιπτώσεις, οι εφαρμογές βρίσκονται προεγκατεστημένες στο κινητό τηλέφωνο. Σήμερα, υπάρχει ένα τεράστιο εύρος εφαρμογών, για διάφορους τομείς και για πλήθος υπηρεσιών. Οι εφαρμογές για κινητά παρουσιάζουν τεράστιες ευκαιρίες για τις επιχειρήσεις. Στα πλεονεκτήματά τους συμπεριλαμβάνονται (Nah, 2005):

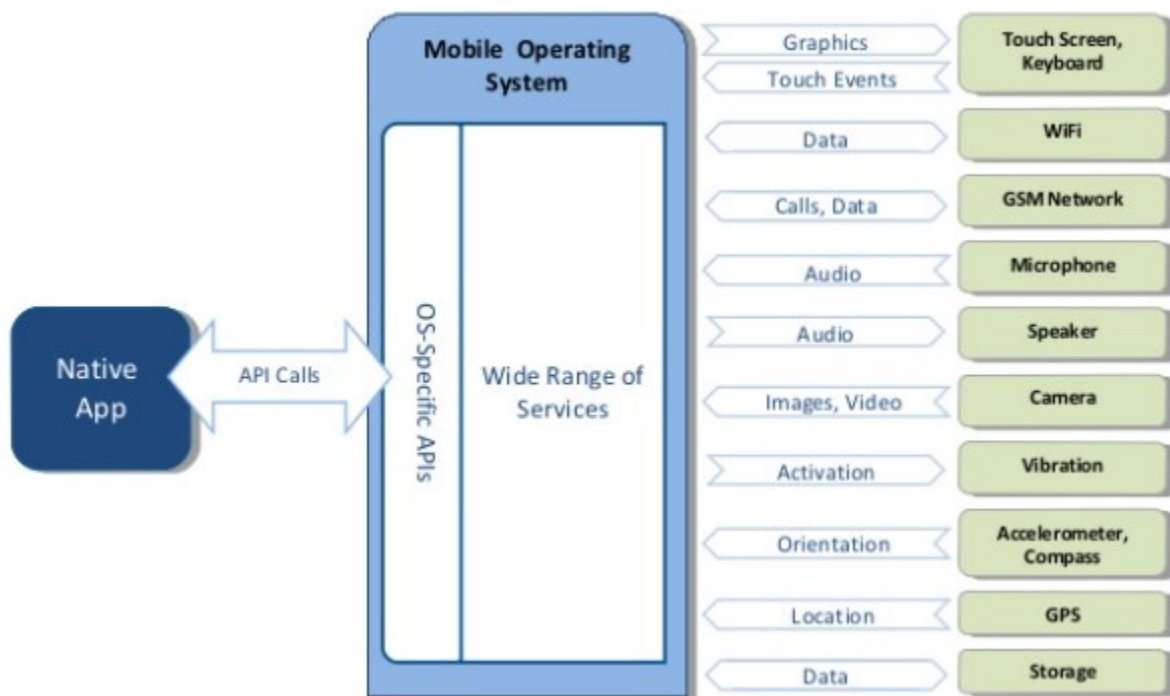
- **Κινητικότητα:** Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνούν κάθε στιγμή και από οπουδήποτε με τις επιχειρήσεις (άσχετα από το ρόλο τους, π.χ. πελάτες, ιδιοκτήτες, διαχειριστές)
- **Ευελιξία:** Τα δεδομένα μπορούν να ληφθούν στην πηγή ή σημείο προέλευσης και μπορεί να παρέχονται υπηρεσίες «αντίστροφης κατεύθυνσης», συμπεριλαμβανομένων των ειδοποιήσεων για τυχόν προβλήματα. Δεδομένου ότι οι κινητές συσκευές είναι εγγενώς φορητές, οι χρήστες μπορούν να συμμετέχουν σε άλλες δραστηριότητες, όπως ταξίδια, ενώ συνεχίζουν να ασκούν το έργο τους στην επιχείρηση, οικονομικές συναλλαγές, επικοινωνία, λήψη αποφάσεων, κλπ.
- **Διάδοση:** Αποτελεσματικός τρόπο και μέσο διάδοσης πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο σε έναν μεγάλο πληθυσμό χρηστών, παρέχοντας έτσι έναν άλλο δρόμο για

βελτίωση των επιχειρηματικών πρακτικών και την ικανοποίηση των απαιτήσεων των πελατών.

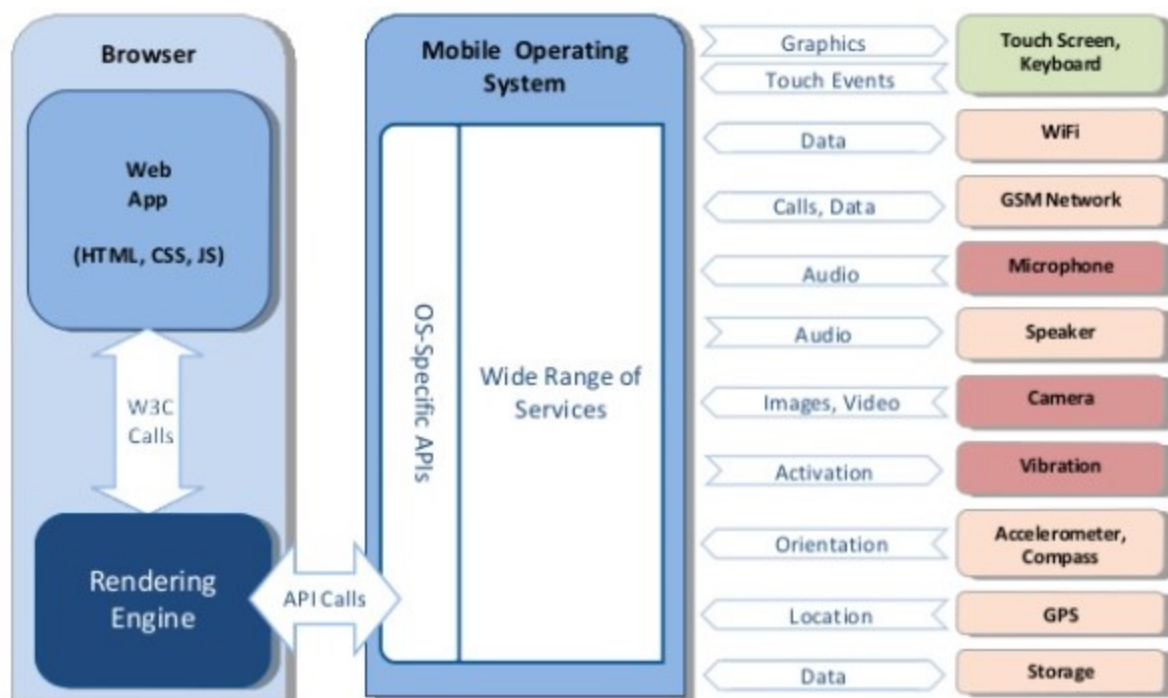
Η ανάπτυξη εφαρμογών γίνεται είτε με χρήση ειδικευμένων εργαλείων που μπορεί να παρέχει και το ίδιο το λειτουργικό σύστημα του κινητού, είτε με την υποστήριξη ανεξάρτητων πλατφορμών. Ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξή τους οι εφαρμογές κινητών διακρίνονται σε native, hybrid και σε web app εφαρμογές.

- Ως **εγγενείς (native)** εφαρμογές καλούνται οι εφαρμογές που έχουν γραφτεί και αναπτυχθεί για συγκεκριμένο κινητό λειτουργικό σύστημα. Έτσι, η γλώσσα προγραμματισμού Java χρησιμοποιείται για να ανάπτυξη εφαρμογών Android, η γλώσσα προγραμματισμού Objective C για iOS και το πλαίσιο .NET για Windows Phone. Κοινά, βασικά χαρακτηριστικά των εγγενών εφαρμογών είναι απευθείας και χωρίς εμπόδια πρόσβαση στο υλικό της συσκευής, και υποστήριξη όλων των διεπαφών χρήστη και αλληλεπιδράσεων που είναι διαθέσιμα στο αντίστοιχο λειτουργικό περιβάλλον για κινητά. Στην Εικόνα 1-1 Εικόνα 2-4:Αρχιτεκτονική native εφαρμογών για κινητά αποτυπώνεται η αρχιτεκτονική μιας τέτοιας εφαρμογής.
- Εφαρμογές ιστού (web app) για κινητά: εφαρμογές ιστού αποκλειστικά για κινητές συσκευές καλούνται εφαρμογές ιστού και έχουν σχεδιαστεί και αναπτυχθεί για να μιμούνται τις εγγενείς εφαρμογές του εκάστοτε λειτουργικού συστήματος. Στην πραγματικότητα εκτελούνται σε ένα πρόγραμμα περιήγησης ιστού στην πλατφόρμα του host. Οι εφαρμογές ιστού για κινητές συσκευές αναπτύσσονται ως συνδυασμός των HTML5, JavaScript και CSS. . Στην Εικόνα 1-1 Εικόνα 2-4:Αρχιτεκτονική native εφαρμογών για κινητά αποτυπώνεται η αρχιτεκτονική μιας τέτοιας εφαρμογής.
- Υβριδικές εφαρμογές: Οι υβριδικές εφαρμογές αναπτύσσονται σε διάφορες πλατφόρμες και συμπεριφέρονται σαν τις εγγενείς εφαρμογές. Πρόκειται για ένα συνδυασμό των εγγενών και των εφαρμογών ιστού. Οι χρήστες μπορούν να τις εγκαταστήσουν στη συσκευή τους όπως σε μια εγγενή εφαρμογή, αλλά στη πραγματικότητα πρόκειται για μια εφαρμογή ιστού. Οι συγκεκριμένου τύπου εφαρμογών βασίζονται σε JavaScript, HTML και CSS και τρέχουν σε ένα WebView. Μια υβριδική εφαρμογή αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο κομμάτι είναι το “back-end” που δημιουργείται χρησιμοποιώντας γλώσσες όπως οι HTML, CSS και JavaScript. Το δεύτερο κομμάτι είναι ένα εγγενές τμήμα το οποίο αφού γίνει η λήψη φορτώνεται ο κώδικας στη συσκευή.

Οι υβριδικές εφαρμογές έχουν αναπτυχθεί σε πλατφόρμες που επιτρέπουν την δημιουργία εφαρμογών συμβατά προς τα περισσότερα λειτουργικά συστήματα (cross-platform, compatibility). Τέτοιου είδους προγράμματα είναι το PhoneGap, Corona, Mosync Sencha Titanium, Rhomobile.



Εικόνα 2-4: Αρχιτεκτονική native εφαρμογών για κινητά



Εικόνα 2-5: Αρχιτεκτονική Web based εφαρμογές κινητών

	Native Apps	Mobile web apps
Create vs. consume content	Native apps are more suitable for content creation due to performance and hardware access.	Mobile web apps are less suited for content creation, but equally suited for content consumption
User experience	Seamless integration with native operating system	Limited integration, requires external frameworks
Update frequency	Updates are formal through app stores	Updates are more informal and equivalent to website updates
Performance	Maximum performance and access to device hardware	Performance is dependent on JavaScript rendering and mobile web browsers, limited access to device hardware
Functionality	All functionality in the mobile operating system is available	Most of the functionality of the mobile operating system is available
Development	Requires specific development for each mobile operating system	Open web languages and browsers make “Write once, run anywhere” development possible
Profitability	Framework for monetizing apps is available via app stores	No clear, unified strategy for monetization.

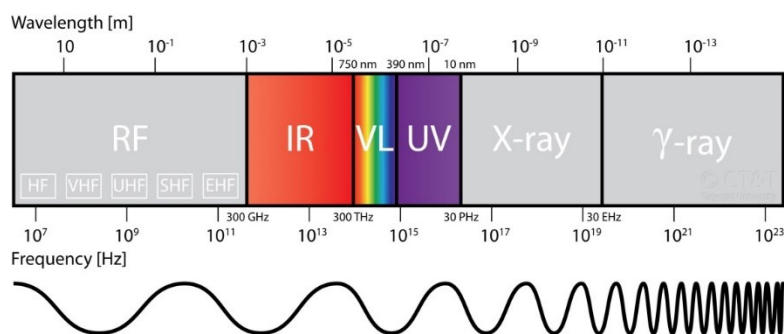
2.5. Χρήσιμες Τεχνολογίες

Δεδομένης της κάμερας που φέρουν όλα τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα, η εφαρμογή ιχνηλασιμότητας για κινητό βασίζεται στην ασύρματη επικοινωνία ορατού φωτός (visible light communication -VLC). Η τεχνολογία VLC παρέχει πολλές δυνατότητες στις εφαρμογές κινητών. Μπορούν για παράδειγμα να συνδυαστούν με barcodes και να επιτρέψουν την αποδοτική επικοινωνία για περιορισμένο αριθμό δεδομένων. Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά οι δύο αυτές τεχνολογίες: η ασύρματη οπτική επικοινωνία και η τεχνολογία των Barcodes.

2.5.1. Ασύρματη οπτική επικοινωνία

Ιστορικά, για ασύρματες επικοινωνίες χρησιμοποιούνται οι ράδιο συχνότητες. Όμως, τόσο η περιοχή των ραδιοσυχνοτήτων όσο και οι συχνότητες στην περιοχή των μικροκυμάτων είναι περιορισμένες, ρυθμιζόμενες από τις κρατικές αρχές ενώ η διαχείριση της συμφόρησης αποτελεί πολύ σημαντικό ζήτημα. Για το λόγο αυτό οι ερευνητές στρέφονται σε ασύρματες επικοινωνίες βασιζόμενες στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα στην περιοχή συχνοτήτων του ορατού φωτός.

Η ασύρματη οπτική επικοινωνία (Optical wireless communication - OWC) βασίζεται στη χρήση των υπέρυθρων (IR), ορατού φωτός (VL) και υπεριώδεις (UV) συχνότητες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος για ασύρματη επικοινωνία, όπως φαίνεται στην Εικόνα xxx. Αυτές οι τρεις περιοχές του φάσματος, που κυμαίνεται περίπου από 300 GHz έως 30 PHz, αντιπροσωπεύουν ένα πολύ μεγάλο εύρος ζώνης ραδιοσυχνοτήτων.

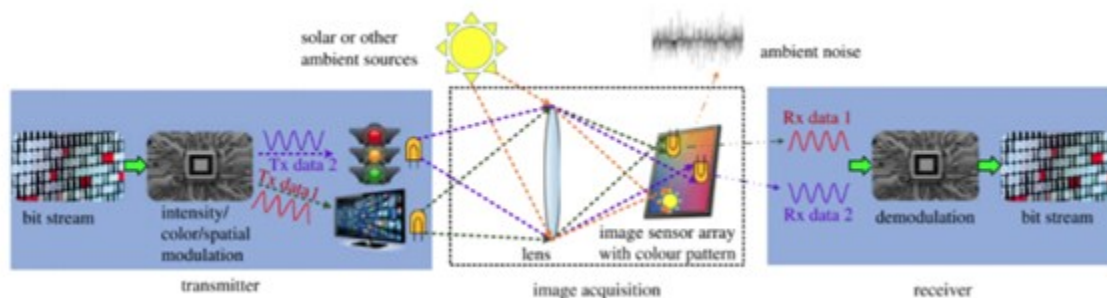


Εικόνα 2-6: Φάσμα συχνοτήτων για ασύρματες επικοινωνίες στην περιοχή του ορατού φωτός.

Η πρώτη γνωστή χρήση της ασύρματης οπτικής επικοινωνίας ανάγεται στο 1880, όταν ο Alexander Graham Bell χρησιμοποίησε το φωτόφωνο για τη μετάδοση ήχου με ακτίνες του ήλιου πάνω από 200 μέτρα. Ωστόσο, καθώς ο οπτικός εξοπλισμός ήταν ανεπαρκής, η έρευνα OWC δεν αναπτύχθηκε περαιτέρω για το επόμενο διάστημα. Στη δεκαετία του 1980 και του 1990, αναπτύχθηκε τεχνολογία υπέρυθρων, που τελικά τυποποιήθηκε από το IrDa (Infrared Data Association), και βρήκε εφαρμογή σε διάφορες χρήσεις.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι τεχνολογίες: επικοινωνία ορατού φωτός (visual light communication- VLC), οπτική επικοινωνία κάμερας (optical camera communication – OCC) και επικοινωνία κάμερας οθόνης (screen-camera communication -SCC).

Η τεχνολογία που χρησιμοποιεί μόνο το ορατό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (400 THz - 800 THz) ονομάζεται επικοινωνία ορατού φωτός (visual light communication- VLC). Τα συστήματα VLC τυπικά χρησιμοποιούν LEDs ως πομποί και φωτοδιόδους ως δέκτες. Τα συστήματα OCC αποτελούνται από οπτικές πηγές και ψηφιακούς αισθητήρες (κάμερα) που λειτουργούν ως πομποί και δέκτες αντίστοιχα. Ο πομπός αποτελείται από οπτικές πηγές και έναν ρυθμιστή ο οποίος παρέχει την πληροφορία, και υλοποιεί την κατάλληλη διαμόρφωση ως προς τη φωτεινότητα, το χρώμα και το πλήθος των πηγών. Ένα σύστημα OCC χρησιμοποιεί συνήθως LEDs ως πηγές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν παράλληλα και για τον φωτισμό του χώρου, όπως φαίνεται και στην Εικόνα xxx.



Εικόνα 2-5 Η βασική λειτουργία ενός συστήματος OCC.

Το OCC περιορίζεται γενικά από την τεχνολογία της κάμερας, ειδικά από το ρυθμό καρέ καθώς οι κοινές κάμερες έξυπνων συσκευών είναι συχνά ικανές να καταγράφουν 30 καρέ ανά δευτερόλεπτο, περιορίζοντας έτσι τον ρυθμό δεδομένων.

Η χρήση οθονών ως πομπού αναφέρεται ως επικοινωνία screen-camera. Τα συστήματα επικοινωνίας screen-camera συχνά υποφέρουν από την αναντιστοιχία μεταξύ του πομπού και του δέκτη σε ρυθμό πλαισίων. Οι κοινές οθόνες LCD χρησιμοποιούν ρυθμό ανανέωσης 60 Hz και ο χρόνος απόκρισης μεμονωμένων pixel στις οθόνες διαφέρει πολύ μεταξύ των διαφορετικών μοντέλων οθόνης. Αντίστοιχα, ο ρυθμός των πλαισίων των καμερών ποικίλλουν μεταξύ συσκευών και εξαρτώνται από τις απαιτήσεις του περιβάλλοντος όπου εκτίθενται. Τα συστήματα επικοινωνίας screen-camera αντιλαμβάνονται τις αλλαγές στο χρώμα σε συγκεκριμένη περιοχή, που είναι επίσης ορατές στο ανθρώπινο μάτι, και μεταδίδουν δεδομένα έως 16 bps (Shahjalal, 2019).

Στην περίπτωση χρήσης smartphone, η επικοινωνία εξαρτάται από την σταθερότητα της κίνησης, τον ρυθμό των πλαισίων και την αυτόματη έκθεση. Δεδομένου ότι η κάμερα του smartphone έχει

σχεδιαστεί για τη λήψη φωτογραφιών και όχι για επικοινωνία, θα πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια για σταθεροποίηση κίνησης, έλεγχο ρυθμού πλαισίων και έλεγχο έκθεσης (Bae, 2017).

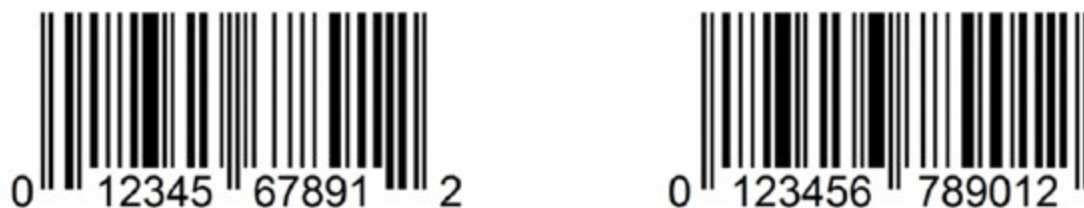
2.5.2. Barcodes (Γραμμικοί κώδικες)

Οι γραμμωτοί κώδικες είναι οπτικές αναπαραστάσεις δεδομένων που, όταν συνδυάζονται με έναν οπτικό δέκτη όπως η κάμερα, μπορεί να μεταδώσουν πληροφορίες ασύρματα στο οπτικό κανάλι. Χάρη στην δυνατότητα για ακριβή και ταχύτατη ανάγνωση μέσω μηχανών από τη μια, και το χαμηλό κόστος κατασκευής από την άλλη, τους έκαναν ιδιαίτερα δημοφιλείς.

Ένα σύστημα γραμμικού κώδικα αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία:

- τη συμβολογία: Σύμβολα (αριθμητικοί ή και αλφαριθμητικοί χαρακτήρες) που κωδικοποιούν δεδομένα και τα εμφανίζουν ως μια ακολουθία,
- τους εκτυπωτές γραμμωτού κώδικα που παράγουν σύμβολα οπτικά αναγνώσιμα από συσκευές και που χρησιμεύουν στην εκτύπωση ετικετών barcode αξιόπιστα και με ακρίβεια που επικολλιούνται πάνω στα κιβώτια συσκευασίας ή/και τα έγγραφα συλλογής/αποστολής,
- τις συσκευές για ηλεκτρονική ασύρματη οπτική ανάγνωση γραμμωτού κώδικα (σαρωτές και αποκωδικοποιητές, κάμερες) που καταγράφουν οπτικές εικόνες συμβόλων και τις μετατρέπουν σε συμβατά ψηφιακά δεδομένα, κατανοητά από υπολογιστή και τους επαληθευτές που επικυρώνουν την ποιότητα των συμβόλων.

Η πρώτη γενιά γραμμωτών κωδικών ήταν μονοδιάστατες (1D) αλληλουχίες γραμμών και λευκού χώρου μεταξύ αυτών, καθορισμένου πλάτους. Οι γραμμές διαφορετικού πλάτους και «είδους» («σκοτεινές» και «φωτεινές») απεικονίζουν τυποποιημένα σύμβολα, και αντιστοιχούν σε ένα είδος αλφάβητου, που κωδικοποιεί μια συγκεκριμένη πληροφορία. Διαβάζονται από μηχανήματα ηλεκτρονικής οπτικής ανάγνωσης (scanners). Οι μονοδιάστατοι κωδικοί έχουν περιορισμένη χωρητικότητα δεδομένων. Υπάρχουν δεκάδες διαφορετικές συμβολογίες ή αντιστοιχίσεις αλληλουχιών σε χαρακτήρες ή ψηφία, από τις οποίες δύο είναι οι πιο συνηθισμένες: UPC (Universal Product Code) και EAN (European Article Number). Αυτοί οι δύο τύποι barcode απεικονίζονται στην Εικόνα xxx και χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση προϊόντων και υπηρεσιών σε όλα τα στάδια του κύκλου της ζωής τους.



Εικόνα 2-7: Παραδείγματα γραμμωτών κωδικών UPC-A (αριστερά) και EAN-13 (δεξιά)

Ο γραμμωτός κώδικας EAN αποτελείται από αριθμοσειρά με 13 ψηφία και χρησιμοποιείται σχεδόν σε όλα τα καταναλωτικά είδη. Ο κώδικας χωρίζεται σε δύο μέρη με δύο μεσαίες γραμμές ώστε να διευκολύνεται, σε περίπτωση που χρειαστεί, η πληκτρολόγηση των αριθμητικών ψηφίων. Παράλληλα, είναι δυνατή η ευχερέστερη αποκωδικοποίηση των ξεχωριστών τμημάτων από τη συσκευή σάρωσης, ανεξάρτητα με τη θέση του προϊόντος. Τα δύο πρώτα ψηφία από τα 13 του γραμμωτού κώδικα είναι ο κωδικός της χώρας όπου είναι καταχωρημένος ο κατασκευαστής, όχι όμως απαραίτητα και της χώρας που κατασκευάστηκε το προϊόν.

Ο γραμμωτός κώδικας UPC έκανε την εμφάνισή του στα μέσα της δεκαετίας του '70 στη Β. Αμερική (ΗΠΑ και Καναδάς) στην οποία συνεχίζει και βρίσκει μεγάλη εφαρμογή ως και σήμερα. Χρησιμοποιείται για τη σήμανση προϊόντων λιανικής και περιλαμβάνει δύο τύπους, τους UPC-A και UPC-E. Ο UPC-A, έχει σταθερό μέγεθος 12 αριθμητικών ψηφίων εκ των οποίων τα πρώτα έξι αποδίδονται από τον οργανισμό UCC (UniformCodeCouncil) και απεικονίζουν τον τύπο και τον κατασκευαστή του προϊόντος, τα επόμενα πέντε αποδίδονται από τον προμηθευτή και απεικονίζουν τον κωδικό του προϊόντος, ενώ το τελευταίο είναι ένα ψηφίο ελέγχου που υπολογίζεται μέσω ειδικού αλγορίθμου.

Η επόμενη γενιά γραμμωτών κωδικών αναπτύσσεται χάρη στην εξέλιξη της τεχνολογίας σάρωσης και οδηγεί στην ανάπτυξη δισδιάστατων (2D) γραμμωτών κωδικών. Η πρώτη προσέγγιση σχεδιασμού κωδικών 2D, όπως σε PDF417 και κωδικούς Codablock F που ήταν ουσιαστικά μια στοίβα πολλαπλών γραμμών κωδικών μιας διάστασης. Οι γραμμωτοί κώδικες γρήγορα μετατράπηκαν σε κωδικούς μήτρας, όπως οι κωδικοί MaxiCode, Data Matrix, Aztec Code και Quick Response (QR) που απεικονίζονται στην Εικόνα xxx. Στα πλεονεκτήματά τους συγκαταλέγονται η αποτελεσματική σάρωση ακόμα και με έναν λιγότερο σαφώς ευθυγραμμισμένο σαρωτή και οι υψηλές χωρητικότητες δεδομένων. Για παράδειγμα ένας κωδικός QR μπορεί να χωρέσει έως 7089 χαρακτήρες.



Εικόνα 2-8: Γραμμικοί κωδικοί δύο διαστάσεων από αριστερά προς τα δεξιά: MaxiCode, Data Matrix, Aztec code και QR code.

Ο κωδικός QR κυκλοφόρησε από την Denso Corporation το 1994. Στη δομή του περιλαμβάνει μοτίβα εντοπισμού θέσης σε τρεις γωνίες, οι άνω γωνίες και η κάτω αριστερή γωνία, και ένας αριθμός μικρότερα μοτίβα ευθυγράμμισης κατανέμονται ομοιόμορφα στην περιοχή κώδικα προς η τέταρτη γωνία. Τα μοτίβα επιτρέπουν στον κώδικα να ερμηνεύεται σωστά υπό παραμόρφωση, όπως συμβαίνει στις έξυπνες συσκευές όπου το επίπεδο του αισθητήρα της κάμερας δεν είναι σχεδόν παράλληλο με επίπεδο του κώδικα.

3. Ανάλυση Εφαρμογής

3.1. Εμπλεκόμενοι

3.1.1. Εταιρεία

Η εφαρμογή απευθύνεται κατά κύριο λόγο προς την Εταιρεία Κολιός και αναπτύσσεται με βάση τις ανάγκες της εταιρείας. Η εταιρεία θα είναι υπεύθυνη για τον χειρισμό της τελικής εφαρμογής. Η εφαρμογή αυτή θα προσφέρει όλα τα εφόδια που χρειάζεται η εταιρεία για την επίτευξη της ιχνηλασιμότητας του ακτινιδίου από την φάρμα έως τον καταναλωτή. Η εταιρεία θα μπορεί να διαχειρίζεται τους χρήστες της εφαρμογής. Θα έχει κωδικούς admin με την δυνατότητα να δημιουργεί νέους χρήστες και να αναθέτει ρόλους χρηστών. Η εταιρεία θα εισάγει δεδομένα που αφορούν τις καλλιεργητικές εργασίες που γίνονται στο κάθε χωράφι ξεχωριστά. Τα δεδομένα αυτά θα αφορούν, αλλά δεν θα περιορίζονται μόνο σε αυτά, λιπάσματα, ζιζανιοκτόνα, φυτορρυθμιστικές ουσίες και φυτοπροστατευτικά, που έχουν χρησιμοποιηθεί καθώς και στοιχεία άρδευσης. Με βάση αυτών των στοιχείων θα δημιουργούνται διάφορα στατιστικά στοιχεία που αφορούν το χωράφι όπως είναι η εξαμισοδιαπνοή. Για την καλύτερη ιχνηλάτηση των ακτινιδίων, η εφαρμογή τα ξεχωρίζει με βάση την ημερομηνία συγκομιδής της παρτίδας ακτινιδίων. Μέσω της εφαρμογής η εταιρεία περνάει όλες τις σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την συγκομιδή των ακτινιδίων και η εφαρμογή δημιουργεί ένα μοναδικό barcode που θα συνοδεύει τα ακτινίδια μέχρι το σουπερμάρκετ. Κάθε παρτίδα ακτινιδίου περνάει από χημικό έλεγχο. Η εταιρεία με την χρήση της εφαρμογής ενημερώνει την παρτίδα ακτινιδίου με τα αποτελέσματα του χημικού ελέγχου. Τέλος η εταιρεία αποθηκεύει πληροφορίες που αφορούν τον τρόπο αποθήκευσης και τυποποίησης του ακτινιδίου καθώς και πληροφορίες για το πού στάλθηκαν τα ακτινίδια της παρτίδας. Μέσω της εφαρμογής η εταιρεία θα μπορεί να έχει άμεσα ότι πληροφορία χρειάζεται σε περίπτωση ανάκλησης του προϊόντος.

3.1.2. Γεωπρόνοι

Οι γεωπρόνοι σε αντίθεση με την Εταιρεία δεν θα είναι οι τελικοί χρήστες της εφαρμογής. Λόγος της εμπειρίας τους στις καλλιέργειες και στις σωστές πρακτικές για την διαχείρισης ενός αγροκτήματος, η γεωπρόνοι θα προσφέρουν την γνώση τους και την εμπειρία τους, βοηθώντας έτσι στην καλύτερη και πιο σωστή ανάπτυξη της εφαρμογής. Οι γεωπρόνοι, θα καθοδηγήσουν την εταιρεία και θα υποδείξουν

μεθοδολογιών και σωστών πρακτικών για την συντήρηση του αγροκτήματος καθώς και των πληροφοριών που χρειάζεται να συλλεχθούν από τους χημικούς ελέγχους του ακτινιδίου. Αυτές οι μεθοδολογίες θα ενσωματωθούν στην εφαρμογή τόσο στην πλευρά του χρήστη όσο και στην πλευρά του server. Οι γεωπόνοι, με την εξειδίκευση τους στον τομέα της καλλιέργειας θα βοηθήσουν την ομάδα της πληροφορικής προσφέροντας τους αλγόριθμοις για τον υπολογισμό διαφόρων διαδικασιών όπως είναι εξατμισοδιαπνοή, το υδατικό αποτύπωμα καθώς και υπολογισμό στατιστικών στοιχείων με βάση τους χημικούς ελέγχους.

3.1.3. Ομάδα Πληροφορικής

Σε συνεργασία τόσο με τους Γεωπόνους όσο και με την Εταιρεία η ομάδα πληροφορικής θα αναπτύξει την εφαρμογή. Λόγο της εξειδίκευσής της, η Ομάδα Πληροφορικής θα έχει δικαιώματα υπερ-διαχειριστή για να μπορεί να προσφέρει υποστήριξη στην εταιρεία όταν χρειάζεται. Σαν υπερ-διαχειριστής, η ομάδα μπορεί να δημιουργεί και να διαγράφει χρήστες με τον ρόλο διαχειριστή. Με τα εργαλεία που έχει χρησιμοποιήσει η ομάδα για την ανάπτυξη της εφαρμογής, μπορεί να προσθέσει νέες πληροφορίες στην βάση για την ανανέωση των λιστών που βλέπει ο χρήστης, όπως είναι η λίστα με τα λιπάσματα, φυτοπροστατευτικά ή φυτορρυθμιστικές ουσίες. Τα εργαλεία αυτά είναι χρήσιμα για την παρακολούθηση της εφαρμογής αλλά και τον αρχείων καταγραφής του συστήματος, διασφαλίζοντας έτσι την σωστή λειτουργία της εφαρμογής. Τέλος η ομάδα θα προσφέρει τεχνική υποστήριξη στην εταιρεία παρέχοντας βοήθεια με τυχόν σφάλματα που μπορούν να δημιουργηθούν ή με τυχόν απορίες σχετικά με την λειτουργία της εφαρμογής.

3.2. Λειτουργία Εφαρμογής

3.2.1. Έλεγχος ταυτότητας χρήστη

Η λειτουργία αυτή επιτρέπει στους χρήστες της εφαρμογής να συνδέονται ή να αποσυνδέονται, εφόσον έχουν συνδεθεί, από την εφαρμογή. Οι χρήστες της εφαρμογής, διακρίνονται στους διαχειριστές και στους χειριστές του εργοστασίου. Οι χρήστες δημιουργούνται από τους διαχειριστές και εισέρχονται στο σύστημα χρησιμοποιώντας διαπιστευτήρια (credentials).

Διαχειριστής (Administrator): Ο διαχειριστής της εφαρμογής, διαχειρίζεται τους χρήστες που έχουν πρόσβαση στην εφαρμογή (π.χ. δημιουργία, τροποποίηση, διαγραφή). Ο διαχειριστής καθορίζει τα δικαιώματα πρόσβασης των χρηστών στις λειτουργίες και στα δεδομένα της εφαρμογής. Ο διαχειριστής δεν έχει πρόσβαση στα δεδομένα της εφαρμογής, όπως για παράδειγμα στη λίστα των αγροτεμαχίων.

Χειριστές Εργοστασίου (Factory): Με τη δημιουργία του χρήστη του αποδίδεται πρόσβαση στην εφαρμογή και στις λειτουργίες της. Για παράδειγμα μπορεί να έχει πρόσβαση στα δεδομένα της εφαρμογής που αφορούν τη λίστα αγροτεμαχίων και στις λεπτομερείς πληροφορίες του κάθε αγροτεμαχίου. Ο χρήστης έχει το δικαίωμα προσθήκης νέου αγροτεμαχίου και ενημέρωση των πληροφοριών των ήδη υπαρχόντων.

Οι χρήστες χρησιμοποιούν την ίδια φόρμα για σύνδεσης στην εφαρμογή. Τα στοιχεία του κάθε χρήστη επαληθεύονται από το σύστημα και αν επιβεβαιωθούν, ο χρήστης εισέρχεται στην εφαρμογή. Ο χρήστης αφού εισέλθει στην εφαρμογή, ανακατευθύνεται σε διαφορετική αρχική σελίδα ανάλογα με τον ρόλο που διαθέτει. Η αρχική σελίδα του διαχειριστή παρέχει πρόσβαση στην φόρμα εγγραφής νέου χρήστη. Η αρχική σελίδα του χρήστη εργοστασίου δεν παρέχει άλλη επιλογή παρά μόνο την λίστα αγροτεμαχίων.

3.2.2. Εισαγωγή δεδομένων

Για την τήρηση των απαραίτητων για την ιχνηλασιμότητα αρχείων, η εφαρμογή παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής δεδομένων σε κάθε στάδιο της αλυσίδας ιχνηλασιμότητας. Οι χειριστές του συστήματος μπορούν να εισάγουν τα δεδομένα στο σύστημα με την χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και έξυπνων φορητών συσκευών. Υπάρχουν δύο τρόπους με τους οποίους εισάγονται τα δεδομένα:

- Με τη χρήση φορητής συσκευής (scanner).
- Με την χρήση βοηθητικών φορμών στα στάδια που δεν είναι δυνατή η αυτόματη καταχώρηση δεδομένων.

1.1.1.1. Εισαγωγή δεδομένων με την χρήση Barcode Scanner

Η εισαγωγή δεδομένων στο σύστημα ιχνηλασιμότητας, για ορισμένες κατηγορίες δεδομένων γίνεται με την χρήση σαρωτή γραμμωτού κώδικα (barcode scanner). Ο σαρωτής γραμμωτού κώδικα είναι ένας οπτικός σαρωτής που μπορεί να διαβάσει εκτυπωμένους γραμμωτούς κώδικες, να αποκωδικοποιήσει τα δεδομένα που περιέχονται στον γραμμικό κώδικα και να στείλει τα δεδομένα στη θύρα εξόδου του που βρίσκεται συνδεδεμένη σε μία συσκευή (π.χ. υπολογιστή). Η σύνδεση και η αποστολή δεδομένων σε μια συσκευή μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους αλλά ο πιο συνηθισμένος είναι μέσω θύρας USB ή ασύρματης σύνδεσης. Οι έξυπνες φορητές συσκευές θα μπορούν να χρησιμοποιήσουν την κάμερα τους για να αποκωδικοποιήσει τα δεδομένα που περιέχονται στον γραμμικό κώδικα στα σημεία που δεν θα υπάρχει σαρωτή γραμμωτού κώδικα.

Ο γραμμικός κώδικας που χρησιμοποιούμε βασίζεται στις προδιαγραφές EAN-13, ο οποίος είναι για καθαρά εσωτερική χρήση, και αποτελείται από 3 μέρη:

1. Τα αρχικά 2 ψηφία και προσδιορίζουν το στάδιο της αλυσίδας ιχνηλασιμότητας στην οποία δημιουργήθηκε το συγκεκριμένο barcode.
2. Έναν 10ψηφιο τυχαίο αριθμό για την αποφυγή διπλότυπων τιμών.
3. Το ψηφίο ελέγχου υπολογίζεται με βάση τα προηγούμενα ψηφία του γραμμικού κώδικα και χρησιμοποιείται για την επαλήθευση της σωστής σάρωσης ενός γραμμικού κώδικα.

Η εισαγωγή των δεδομένων γίνεται με πολύ εύκολο τρόπο. Ο χρήστης επιλέγει το πεδίο που επιθυμεί να συμπληρώσει και έπειτα σαρώνει τον επιθυμητό γραμμικό κώδικα. Μόλις γίνει η ανάγνωση και η αποκωδικοποίηση του γραμμικού κώδικα τα δεδομένα στέλνονται από τον σαρωτή στην συσκευή που είναι συνδεδεμένη και συμπληρώνεται το επιλεγμένο πεδίο.

Η εισαγωγή των δεδομένων γίνεται με πολύ εύκολο τρόπο. Ο χρήστης επιλέγει το πεδίο που επιθυμεί να συμπληρώσει και έπειτα σαρώνει τον επιθυμητό γραμμικό κώδικα. Μόλις γίνει η ανάγνωση και η αποκωδικοποίηση του γραμμικού κώδικα τα δεδομένα στέλνονται από τον σαρωτή στην συσκευή που είναι συνδεδεμένη και συμπληρώνεται το επιλεγμένο πεδίο.

1.1.1.2. Εισαγωγή δεδομένων με την χρήση βοηθητικών φορμών

Η χρήση φορμών για την εισαγωγή δεδομένων από τους χρήστες αποτελεί κοινό χαρακτηριστικό πολλών εφαρμογών. Όλες οι εφαρμογές χρησιμοποιούν «φόρμες» για να επιτρέψει στον χρήστη να εισάγει πληροφορίες στο σύστημα όπως είναι η ενημέρωση ενός προφίλ, εισαγωγή ευαίσθητων πληροφοριών καθώς και άλλες εργασίες εισαγωγής δεδομένων.

Οι φόρμες στην εφαρμογή έχουν δημιουργηθεί με την χρήση των φορμών ανάδρασης (Reactive Forms).

Φόρμες ανάδρασης

Οι φόρμες ανάδρασης παρέχουν μια προσέγγιση που βασίζεται σε ένα μοντέλο για το χειρισμό φορμών εισόδου των οποίων οι τιμές αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου. Κάθε αλλαγή στην κατάσταση της φόρμας επιστρέφει μια νέα κατάσταση, η οποία διατηρεί την ακεραιότητα του μοντέλου μεταξύ των αλλαγών. Οι φόρμες αυτές βασίζονται σε παρατηρήσιμες (observable) ροές, όπου οι είσοδοι και οι τιμές της φόρμας παρέχονται ως ροές τιμών εισόδου, στις οποίες παρέχεται ταυτόχρονη πρόσβαση (Carroll et al., 2010).

Οι φόρμες ανάδρασης αποτελούνται από τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

FormControl: Παρακολουθεί την τιμή και την κατάσταση επικύρωσης ενός μεμονωμένου στοιχείου ελέγχου φόρμας.

FormGroup: Παρακολουθεί τις ίδιες τιμές και την ίδια κατάσταση για μια συλλογή στοιχείων ελέγχου φόρμας.

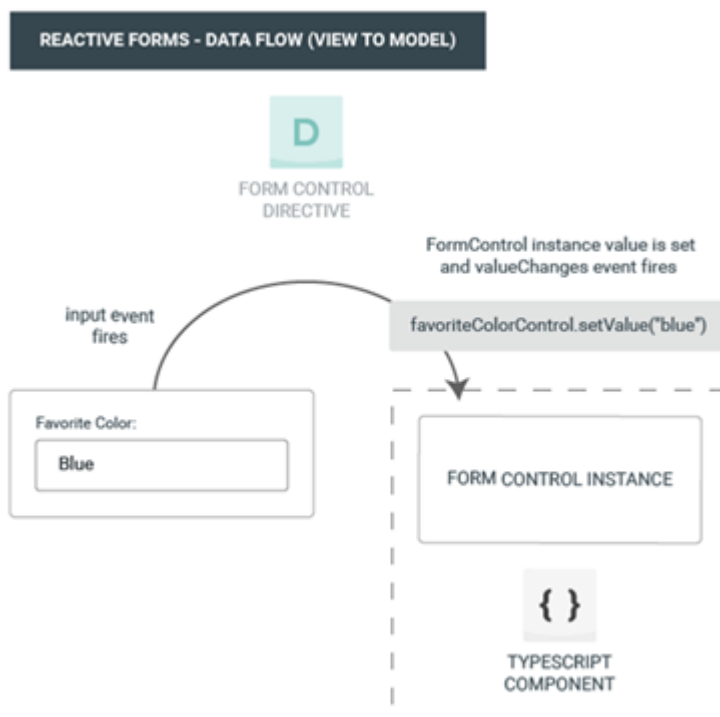
FormArray: Παρακολουθεί τις ίδιες τιμές και κατάσταση για έναν πίνακα στοιχείων ελέγχου φόρμας.

Ροή δεδομένων στις φόρμες ανάδρασεις

Κάθε στοιχείο φόρμας στην προβολή συνδέεται άμεσα με το μοντέλο φόρμας. Οι ενημερώσεις από την προβολή στο μοντέλο και από το μοντέλο στην προβολή είναι σύγχρονες και δεν εξαρτώνται από τον τρόπο απόδοσης της διεπαφής χρήστη.

Στην παρακάτω φωτογραφία φαίνεται το διάγραμμα προβολής προς το μοντέλο και δείχνει πώς ρέουν τα δεδομένα όταν η τιμή του πεδίου εισαγωγής αλλάζει από την προβολή μέσω των ακόλουθων βημάτων:

1. Ο χρήστης εισάγει μια τιμή στο στοιχείο εισαγωγής.
2. Το στοιχείο εισαγωγής φόρμας εκπέμπει ένα συμβάν «εισαγωγής» με την τελευταία τιμή.
3. Ο ελεγκτής τιμής ακούει τα συμβάντα στο στοιχείο εισαγωγής φόρμας και μεταδίδει αμέσως τη νέα τιμή στον FormControl.
4. Ο FormControl εκπέμπει την νέα τιμή μέσω του observable (valueChanges).
5. Τυχόν συνδρομητές στο observable (valueChanges) λαμβάνουν την νέα τιμή.

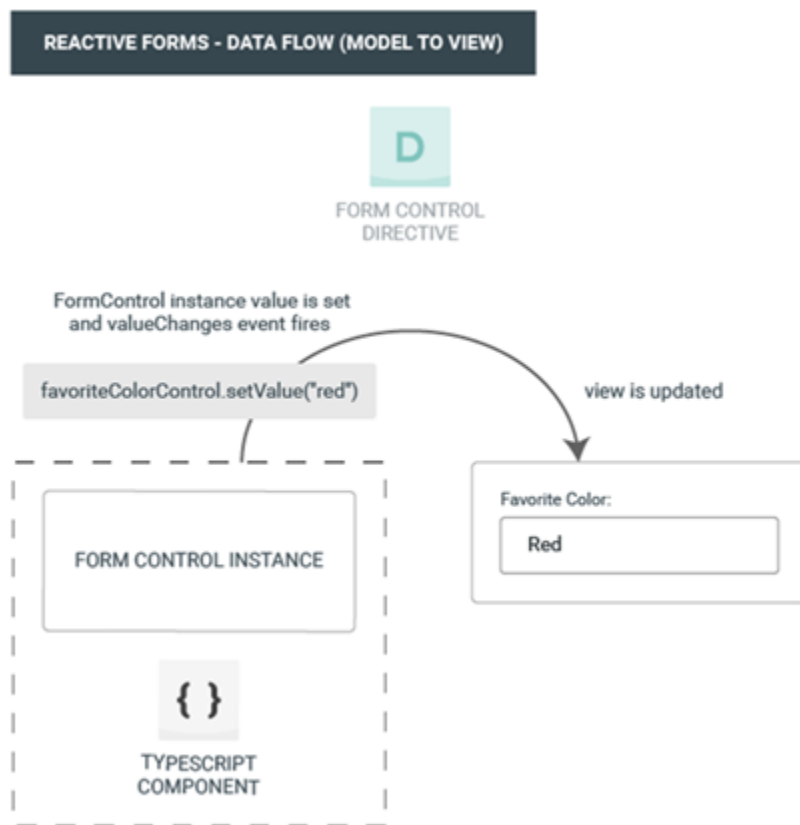


Εικόνα 3-1 Αναπαράσταση της ροής δεδομένων από το template στο μοντέλο (ts)

Η παρακάτω εικόνα δείχνει το διάγραμμα μοντέλου προς προβολή και πώς μεταδίδεται μια προγραμματιστική αλλαγή στο μοντέλο επηρεάζοντας την προβολή:

1. Ο χρήστης καλεί τη μέθοδο `FavorColorControl.setValue()` ή οποία ενημερώνει την τιμή FormControl.
2. Ο FormControl εκπέμπει τη νέα τιμή μέσω του observable.
3. Τυχόν συνδρομητές στην τιμή του observable λαμβάνουν την νέα τιμή.

4. Το στοιχείο ελέγχου τιμής στο στοιχείο εισαγωγής φόρμας ενημερώνει το στοιχείο με τη νέα τιμή.



Εικόνα 3-2 Αναπαράσταση της ροής δεδομένων από το μοντέλο στο template

Επικυρωτής φόρμας (Form Validator)

Ο επικυρωτής φόρμας χρησιμοποιείται για να επικυρώσει τα δεδομένα που εισάγει ο χρήστης στις φόρμες και να εμφανίσει χρήσιμα μηνύματα επικύρωσης. Οι validators προστίθεται ως συναρτήσεις επικύρωσης απευθείας στο μοντέλο ελέγχου φόρμας στην κλάση component. Στην συνέχεια το Angular καλεί αυτές τις συναρτήσεις όποτε αλλάζει η τιμή του στοιχείου ελέγχου. Ο προγραμματιστής έχει την δυνατότητα να γράψει τις δικές του συναρτήσεις επικύρωσης ή να χρησιμοποιήσει μερικές από τις ενσωματωμένες του Angular.

Οι λίστες των ενσωματωμένων validator που χρησιμοποιούνται στην εφαρμογή είναι:

- `Min(number)`: Απαιτεί η τιμή του ελέγχου να είναι μεγαλύτερη ή ίση από την παράμετρο `number`.
- `Max(number)`: Απαιτεί η τιμή του ελέγχου να είναι μικρότερη ή ίση από την παράμετρο `number`.
- `Required()`: Απαιτεί το στοιχείο ελέγχου να μην έχει κενή τιμή.
- `Pattern()`: Απαιτεί η τιμή του ελέγχου να ταιριάζει με μία κανονική έκφραση (regex).

3.2.3. Αυτόματες Διαδικασίες

Συλλογή δεδομένων θα γίνεται και με την χρήση αυτοματοποιούμενων διαδικασιών. Οι αυτοματοποιημένες διαδικασίες θα συλλέγουν αλλά και θα επεξεργάζονται δεδομένα ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Τα δεδομένα που θα συλλέγονται θα προέρχονται από εξωτερικές πηγές, όπως είναι μετεωρολογικοί σταθμοί, και θα συλλέγονται με την χρήση Διεπαφής προγραμματισμού εφαρμογών (API). Το API είναι μια ενδιάμεση υπηρεσία, η οποία καθορίζει την αλληλεπίδραση μεταξύ διαφορετικών λογισμικών. Προσδιορίζει το είδος των απαιτήσεων που μπορούν να πραγματοποιηθούν, πως μπορούν να πραγματοποιηθούν, την μορφή των δεδομένων που υποστηρίζονται, τις συμβάσεις και τους ορισμούς που θα πρέπει να ακολουθηθούν κτλ. Επίσης, μπορεί, να παρέχει στους χρήστες μηχανισμούς επέκτασης, ώστε να έχουν τη δυνατότητα να προσθέτουν στην υπάρχουσα λειτουργικότητα νέες υπηρεσίες, με νέους τρόπους και σε διαφορετικό βαθμό. Μια διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών, μπορεί να είναι σχεδιασμένη αποκλειστικά για έναν πελάτη (client), ή σχεδιασμένη βάσει σε ένα βιομηχανικό πρότυπο για να εξασφαλίσει τη διαλειτουργικότητα.

Για να μπορούν τα δεδομένα να μεταφερθούν, μέσω της διεπαφής, σε ένα καθορισμένο υπολογιστικό περιβάλλον, χρησιμοποιούνται πρωτόκολλα που καθορίζουν την μορφή και τον τρόπο αναπαράστασης των δεδομένων. Οι υπηρεσίες διαδικτύου υποστηρίζονται από ένα ενδιάμεσο επίπεδο, που αφορά τα μηνύματα και αξιοποιεί διάφορα πρωτόκολλα ώστε να παρέχει το υποσύστημα βάσης στην υπηρεσία για μεταφορά δεδομένων. Τα πιο συνηθισμένα πρωτόκολλα για το σκοπό αυτό είναι το JSON και το XML.

Τα δεδομένα που θα διαχειρίζεται οι αυτοματοποιημένες διεργασίες θα είναι της μορφής JSON. Το JavaScript Object Notation (JSON) είναι μια τεχνολογία που χειρίζεται τη μορφή αναπαράστασης των

δεδομένων όταν απαιτείται η μετάδοσή τους. Καθορίζει το οργανωτικό πλαίσιο και προσδίδει ευκολία για τον χειρισμός διαδικασιών επί των δεδομένων (αποθήκευση, πρόσβαση στις πληροφορίες). Δεν εξαρτάται από τη γλώσσα που χρησιμοποιείται, είναι αυτοπεριγραφική και σχετικά εύκολη στο χειρισμό και την κατανόηση. Ουσιαστικά, παρουσιάζει τις συλλογές δεδομένων σε μια αναγνώσιμη μορφή από τον άνθρωπο.

Στη συγκεκριμένη υλοποίηση, σε ημερήσια βάση, με τη χρήση αυτοματοποιημένων διεργασιών, το σύστημα θα λαμβάνει δεδομένα από τους μετεωρολογικούς σταθμούς. Τα δεδομένα των μετεωρολογικών σταθμών θα τα παίρνει από το API του Enhydriis. Το Enhydriis αποτελεί μία ανοιχτού τύπου βάση δεδομένων η οποία αναπτύχθηκε από την ερευνητική ομάδα του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου περιλαμβάνοντας μετεωρολογικά και υδρολογικά στοιχεία. Είναι σε λειτουργία από το 2011 και παράλληλα παρέχει δωρεάν λογισμικό για την λήψη και εισαγωγή δεδομένων από τους μετεωρολογικούς σταθμούς.

Η δυνατότητα λήψης των δεδομένων από τους μετεωρολογικούς σταθμούς του Enhydriis οφείλεται στην τεχνολογία διεπαφής προγραμματισμού εφαρμογών API. Όλοι οι μετεωρολογικοί σταθμοί που είναι συνδεδεμένοι με την βάση του Enhydriis έχουν την δυνατότητα απεικόνισης διαφόρων χρονοσειρών βάσει του είδους των δεδομένων τους. Κάθε χρονοσειρά διαθέτει το δικό της μοναδικό (κωδικό αριθμό) ID, βάσει του οποίου οι χρήστες μπορούν να κατεβάσουν ολόκληρη την χρονοσειρά, από την έναρξη της λειτουργίας του σταθμού. Με βάση τα δεδομένα από τους μετεωρολογικούς σταθμούς θα εκτελούνται πολλαπλοί αλγόριθμοι, οι οποίοι θα επεξεργάζονται αυτά τα δεδομένα και θα παράγουν την ημερήσια εξαμισοδιαπνοή και θα αποθηκεύει το αποτέλεσμα σε έναν πίνακα στην βάση δεδομένων.

4. Απαιτήσεις Εφαρμογής

Για να είναι μια εφαρμογή ορθή και πλήρης, είναι απαραίτητο πρώτα να μελετηθούν οι απαιτήσεις του χρήστη και στη συνέχεια να αναπτυχθεί η δομή της εφαρμογής. Κατά την ανάπτυξη μιας εφαρμογής, πρέπει να κατανοηθεί πώς λειτουργεί, να αναλυθούν οι απαιτήσεις της, να σχεδιαστεί η αρχιτεκτονική της και να αναλυθεί και να δημιουργηθεί η κύρια δομή της.

Οι απαιτήσεις εφαρμογής περιλαμβάνουν λεπτομερείς περιγραφές από τις απαιτήσεις των χρηστών και αφορούν τα χαρακτηριστικά που πρέπει να λάβει υπόψη ένας προγραμματιστής για να αναπτύξει μια εφαρμογή και να επιτύχει τους τιθέμενους στόχους. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βάση για μια σύμβαση υλοποίησης συστήματος και επομένως θα πρέπει να αποτελούν μια πλήρη και συνεπή προδιαγραφή συστήματος. Χρησιμοποιούνται από τους προγραμματιστές λογισμικού ως αφετηρία για το σχεδιασμό του συστήματος. Μια προδιαγραφή απαιτήσεων συστήματος μπορεί να περιλαμβάνει διάφορα μοντέλα συστήματος, όπως το μοντέλο για τη ροή των δεδομένων ή το ένα αντικειμενοστραφές μοντέλο.

Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζονται και αναλύονται μια προς μία αυτές τις απαιτήσεις:

Πίνακας 4-1: Παρουσίαση και ανάλυση απαιτήσεων εφαρμογής

Απαιτήσεις	Λεπτομέρειες
Λειτουργία και χωρίς πρόσβαση στο διαδίκτυο.	Οι υπηρεσίες οι οποίες παρέχει η εφαρμογή θα μπορούν να είναι προσβάσιμες και εκτός διαδικτύου.
Ενημέρωση χρήστη για βασικά στοιχεία της επιχείρησης.	Ο χρήστης θα πρέπει να έχει την επιλογή να ενημερώνεται για βασικά στοιχεία της επιχείρησης αρχικά, τα οποία θα αντλούνται από το εκάστοτε κυρίως πρόγραμμα της επιχείρησης.

Επιλογή υπηρεσίας από τον χρήστη	Οι υπηρεσίες οι οποίες θα πρέπει να παρέχονται στην εφαρμογή θα είναι οι βασικότερες έννοιες τις οποίες θα χρειαζόταν ένας χρήστης για την ενημέρωση της κατάστασης της επιχείρησής του.
Ασφάλεια και έλεγχος βαθμού δικαιωμάτων χρήστη.	Προκειμένου να αποφευχθεί κάποια διαρροή των στοιχείων της επιχείρησης από την εφαρμογή, θα πρέπει τα άτομα τα οποία θα έχουν πρόσβαση στην εφαρμογή να ταυτοποιήσουν τα στοιχεία τους.
Εύχρηστο και απλό περιβάλλον	Η εφαρμογή θα πρέπει να αποτελείται από ένα εύχρηστο και λειτουργικό περιβάλλον, το οποίο θα μπορεί εύκολα και χωρίς ιδιαίτερες γνώσεις να χειριστεί οποιοσδήποτε χρήστης.
Φορητή εφαρμογή.	Θα πρέπει ο χρήστης να μπορεί να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή τόσο σε κινητό τηλέφωνο, όσο και σε συσκευή tablet.

Οι απαιτήσεις συστήματος συνήθως περιγράφουν τι πρέπει να κάνει το σύστημα και πώς να το εφαρμόσει. Ωστόσο, είναι σχεδόν αδύνατο να ληφθούν υπόψη όλες οι πληροφορίες σχεδιασμού στο επίπεδο μεγάλης λεπτομέρειας, όμως απαιτείται μια πλήρη προδιαγραφή συστήματος. Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για αυτό.

- Μπορεί να οριστεί μια αρχική αρχιτεκτονική του συστήματος για να βοηθήσει στη δομή των προδιαγραφών των απαιτήσεων. Οι απαιτήσεις συστήματος οργανώνονται σύμφωνα με αναγκαία υποσυστήματα.
- Στις πολλές περιπτώσεις, το σύστημα χρειάζεται να συνεργαστεί με άλλα υπάρχοντα συστήματα. Αυτό, μπορεί να περιορίσει το σχεδιασμό και να καθορίσει τις απαιτήσεις του νέου συστήματος.
- Ως απαίτηση για την υλοποίηση του συστήματος, μπορεί να είναι και η αξιοποίηση ενός συγκεκριμένου εξωτερικού σχεδίου.

Για τη συγγραφή των απαιτήσεων και των προδιαγραφών μπορεί να γίνει χρήση της φυσικής γλώσσας, όμως αυτό μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα κατανόησης που σχετίζονται με τις λεπτομέρειες των προδιαγραφών, όπως:

- Οι τυπικοί αναγνώστες και οι συγγραφείς δεν χρησιμοποιούν τις ίδιες λέξεις για την ίδια έννοια. Αυτό οδηγεί σε παρερμηνείες και παρεξηγήσεις λόγω της ασάφειας της φυσικής γλώσσας.
- Οι προδιαγραφές των απαιτήσεων που εκφράζονται στη φυσική γλώσσα είναι πολύ ευέλικτες. Με τη φυσική γλώσσα, μπορεί να ειπωθεί ακριβώς το ίδιο πράγμα με διαφορετικούς τρόπους. Επομένως, είναι ευθύνη του αναγνώστη να διαπιστώσει εάν οι απαιτήσεις είναι ίδιες ή διαφορετικές.
- Είναι σχετικά δύσκολο να δημιουργηθεί μια μονάδα απαιτήσεων εκφρασμένες σε φυσική γλώσσα. Θα πρέπει προσεκτικά να εντοπιστούν οι ανάγκες και να οριστούν οι απαιτήσεις και οι μεταξύ τους συσχετίσεις, αφού εξεταστούν προσεκτικά.

Λόγω αυτών των προβλημάτων, όταν οι προδιαγραφές των απαιτήσεων είναι γραμμένες σε φυσική γλώσσα υπάρχουν αδυναμίες που όμως δεν γίνονται εύκολα αντιληπτές και μπορεί να οδηγήσουν σε λάθη. Τα λάθη μπορεί να αναγνωριστούν μόνο στα τελικά στάδια της διαδικασίας ανάπτυξης λογισμικού και η επίλυσή της μπορεί να είναι πολύ ακριβή. Υπάρχουν πολλές εναλλακτικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν τη φυσική γλώσσα για να βοηθήσουν στη δομή της προδιαγραφής και στη μείωση της ασάφειας.

4.1. Λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις

4.1.1. Λειτουργικές απαιτήσεις

Οι λειτουργικές απαιτήσεις καθορίζουν τη βασική συμπεριφορά του συστήματος. Ουσιαστικά, είναι αυτό που κάνει το σύστημα ή δεν πρέπει να κάνει το σύστημα και μπορεί να εξεταστεί ως προς τον

τρόπο με τον οποίο το σύστημα ανταποκρίνεται στις εισόδους του. Με άλλα λόγια, εάν οι λειτουργικές απαιτήσεις δεν πληρούνται το σύστημα δεν θα λειτουργήσει. Επομένως είναι σημαντικό οι λειτουργικές απαιτήσεις να γίνονται σαφείς τόσο από την ομάδα ανάπτυξης όσο και από τον πελάτη.

Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένες λειτουργικές απαιτήσεις:

- Ο χρήστης προσθέτει την περιγραφή αγροκτήματος.
- Ο χρήστης επεξεργάζεται μία ήδη υπάρχουσα εγγραφή στο στάδιο χημικής λίπανσης.
- Ο χρήστης προσθέτει μία εγγραφή το στάδιο της οργανικής λίπανσης.
- Ο χρήστης επεξεργάζεται μία ήδη υπάρχουσα εγγραφή στο στάδιο οργανικής λίπανσης
- Ο χρήστης προσθέτει μία εγγραφή στο στάδιο ζιζανιοκτονίας.
- Ο χρήστης επεξεργάζεται μία ήδη υπάρχουσα εγγραφή στο στάδιο ζιζανιοκτονίας.
- Ο χρήστης προσθέτει μία εγγραφή στο στάδιο συγκομιδής.
- Ο χρήστης επεξεργάζεται μία ήδη υπάρχουσα εγγραφή στο στάδιο συγκομιδής.
- Ο χρήστης προσθέτει μια εγγραφή στο στάδιο χημικού ελέγχου για ένα συγκεκριμένο αγρόκτημα.
- Ο χρήστης επεξεργάζεται μία ήδη υπάρχουσα εγγραφή στο στάδιο χημικού ελέγχου ενός συγκεκριμένου αγροκτήματος
- Ο χρήστης προσθέτει τη στερεά ουσία της παρτίδας, καθώς και τα στοιχεία θαλάμου ψύξης.
- Ο χρήστης επεξεργάζεται την στερεά ουσία της παρτίδας καθώς και τα στοιχεία θαλάμου.
- Ο χρήστης κατά την διαδικασία επεξεργασίας τροφίμου προσθέτει την ημερομηνία επεξεργασίας, την κλάση του τεμαχίου, την σκληρότητα, και τα σάκχαρα της παρτίδας.

- Ο χρήστης κατά την διαδικασία επεξεργασίας τροφίμου επεξεργάζεται την ημερομηνία επεξεργασίας, την κλάση του τεμαχίου, την σκληρότητα, και τα σάκχαρα της παρτίδας.
- Ο χρήστης κατά την διαδικασία συσκευασίας τροφίμου προσθέτει την ημερομηνία συσκευασίας, την κλάση του τεμαχίου, την σκληρότητα, τα σάκχαρα της παρτίδας καθώς και το είδος της συσκευασίας.
- Ο χρήστης κατά την διαδικασία συσκευασίας τροφίμου επεξεργάζεται την ημερομηνία συσκευασίας, την κλάση του τεμαχίου, την σκληρότητα, τα σάκχαρα της παρτίδας καθώς και το είδος της συσκευασίας.

4.1.2. Μη λειτουργικές απαιτήσεις

Όπως υποδηλώνει το όνομα, μη λειτουργικές απαιτήσεις είναι εκείνες που δεν σχετίζονται άμεσα με την παρεχόμενη λειτουργικότητα του συγκεκριμένου συστήματος. Μπορεί να σχετίζονται με ιδιότητες του συστήματος έκτακτης ανάγκης όπως η αξιοπιστία, ο χρόνος απόκρισης και η χωρητικότητα αποθήκευσης. Εναλλακτικά, μπορεί να καθορίζουν περιορισμούς συστήματος που σχετίζονται, για παράδειγμα, με τις δυνατότητες των συσκευών εισόδου/εξόδου και την αναπαράσταση των δεδομένων που χρησιμοποιούνται στη διεπαφή χρήστη.

Πολλές μη λειτουργικές απαιτήσεις σχετίζονται με το συνολικό σύστημα και όχι με τα μεμονωμένα χαρακτηριστικά του. Αυτό σημαίνει ότι είναι πιο σημαντικά από μεμονωμένες επιχειρησιακές απαιτήσεις. Ενώ η αποτυχία υλοποίησης λειτουργικών απαιτήσεων μπορεί να υποβαθμίσει την απόδοση του συστήματος, η αποτυχία μη λειτουργικών απαιτήσεων συστήματος μπορεί να θέσει ολόκληρο το σύστημα σε αχρησία.

Ωστόσο, οι μη λειτουργικές απαιτήσεις δεν σχετίζονται πάντα με το προς ανάπτυξη σύστημα. Ορισμένες μη λειτουργικές απαιτήσεις ενδέχεται να περιορίσουν τις δυνατές επιλογές για τη διαδικασία που μπορεί πιθανόν να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη του συστήματος. Τα παραδείγματα απαιτήσεων διεργασίας περιλαμβάνουν τον καθορισμό προτύπων ποιότητας για τη διαδικασία, τον προσδιορισμό συγκεκριμένου εργαλείου CASE που θα χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία του σχεδιασμού και την περιγραφή της διαδικασίας που θα ακολουθήσει.

Οι μη λειτουργικές απαιτήσεις προκύπτουν από τις ανάγκες των χρηστών, λόγω περιορισμών προϋπολογισμού, λόγω οργανωτικών πολιτικών, λόγω ανάγκης εργασίας με άλλα συστήματα λογισμικού

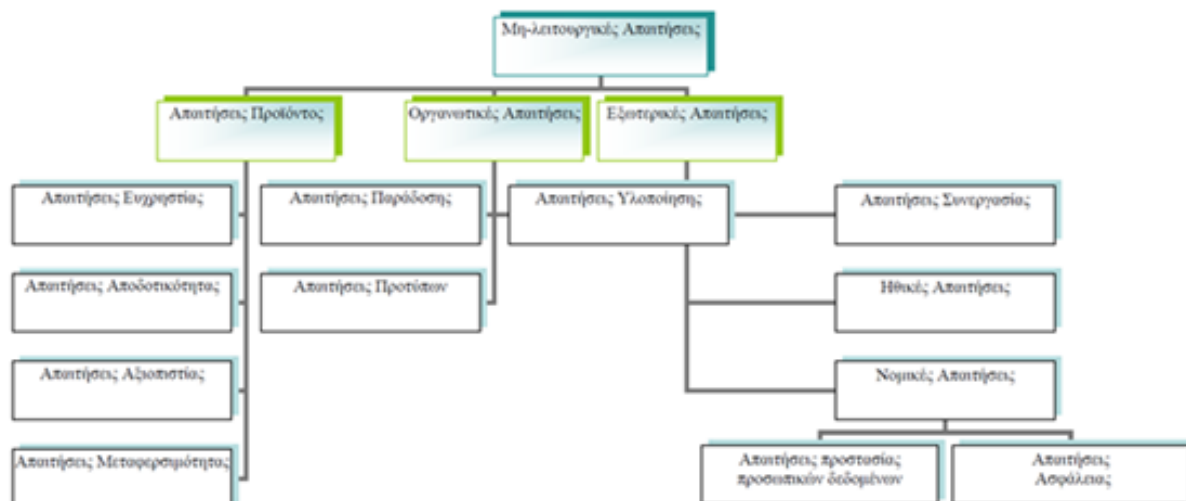
ή υλικού ή λόγω εξωτερικών παραγόντων όπως κανονισμοί ασφαλείας, νομοθεσία κ.λπ. Μπορεί να προκύψουν διαφορετικοί τύποι μη λειτουργικών απαιτήσεων.

Απαιτήσεις προϊόντος: Αυτές οι απαιτήσεις καθορίζουν τη συμπεριφορά του προϊόντος. Τα παραδείγματα περιλαμβάνουν απαιτήσεις απόδοσης του συστήματος και της χρήσης πόρων, για την ανταπόκριση του συστήματος και την απαιτούμενη ποσότητα μνήμης, απαιτήσεις αξιοπιστίας για τον καθορισμό αποδεκτών ποσοστών αστοχίας, φορητότητα και απαιτήσεις διαθεσιμότητας.

Οργανωτικές απαιτήσεις: Αυτές προέρχονται από τις πολιτικές και τις διαδικασίες που ακολουθούνται από την εταιρεία-πελάτη και τον προγραμματιστή. Στα παραδείγματα περιλαμβάνονται τυπικές διαδικασίες που πρέπει να χρησιμοποιηθούν, απαιτήσεις υλοποίησης (όπως γλώσσες προγραμματισμού ή μεθόδους σχεδιασμού προς χρήση), απαιτήσεις παράδοσης που καθορίζουν πότε μπορεί να παραδοθεί ένα προϊόν και η τεκμηρίωσή του.

Εξωτερικές απαιτήσεις: Είναι μια ευρεία ομάδα που καλύπτει κάθε απαίτηση που προκύπτει από εξωτερικούς παράγοντες που σχετίζονται με το σύστημα και τη διαδικασία ανάπτυξης του. Αυτές περιλαμβάνουν απαιτήσεις συνεργασίας που καθορίζουν πώς το σύστημα ανταποκρίνεται στα συστήματα άλλων οργανισμών, νομικές απαιτήσεις που πρέπει να τηρούνται για να διασφαλιστεί η νομιμότητα του συστήματος και ηθικές απαιτήσεις. Οι ηθικές απαιτήσεις είναι απαιτήσεις που υπάρχουν στο σύστημα για να διασφαλιστεί ότι γίνονται αποδεκτές από τους χρήστες και το ευρύ κοινό.

Ένα κοινό πρόβλημα με τις μη λειτουργικές απαιτήσεις είναι ότι δεν είναι εύκολο να επικυρωθούν. Μπορούν να δημιουργηθούν για να αντικατοπτρίζουν τους στόχους της υλοποίησης και των απαιτήσεων των ιδιοκτητών του, όπως η ευκολία χρήσης, η ικανότητα του συστήματος ανάκτησης σφαλμάτων και η γρήγορη απόκριση. Αυτές οι απαιτήσεις προκαλούν προβλήματα στους προγραμματιστές συστημάτων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι υπάρχουν πολλά περιθώρια κατανόησης και υπάρχουν αποκλίσεις κατά την παράδοση.



Πίνακας 4-2: Μη λειτουργικές απαιτήσεις

Ιδιότητα	Μετρική
Ταχύτητα	Επεξεργασμένες συναλλαγές/ δευτερόλεπτο Χρήστης/ Χρόνος απόκρισης γεγονότος Ρυθμός ανανέωσης της οθόνης
Μέγεθος	KB, Αριθμός chip RAM
Ευκολία Χρήσης	Χρόνος εκμάθησης Αριθμός βοηθητικών πλαισίων
Αξιοπιστία	Μέσος χρόνος αποτυχίας Πιθανότητα μη διαθεσιμότητας Ρυθμός εμφάνισης αποτυχίας Διαθεσιμότητα

Ανθεκτικότητα	Χρόνος που απαιτείται για την επανεκκίνηση μετά την αποτυχία Ποσοστό γεγονότων που προκαλούν αποτυχία Πιθανότητα φθοράς δεδομένων σε περίπτωση αποτυχίας
Μεταφερσιμότητα	Αριθμός των συστημάτων - στόχου

4.2. Σχεδιασμός Εφαρμογής

Κατά τη σχεδίαση μια εφαρμογής για κινητή συσκευή, δίνεται έμφαση κυρίως στην εμπειρία χρήστη, δηλαδή τη λειτουργικότητα, τη δόμηση και την απόδοση της εφαρμογής, ενώ λιγότερη σημασία έχει η εμφάνιση και η αισθητική (περιβάλλον διεπαφής του χρήστη) που θα πρέπει να ανταποκρίνονται στους σκοπούς της εφαρμογής. Για την εμπειρία χρήστη θα δοθούν αναλυτικές πληροφορίες στη συνέχεια της ενότητας. Η διεπαφή του χρήστη (User Interface -UI) αφορά το οπτικό περιβάλλον της εφαρμογής αποτελούμενο από πλήκτρα οθόνης (buttons), εικόνες, κείμενο, τρόπους αλληλεπίδρασης (π.χ., εισαγωγή κειμένου, επιλογή, κλπ.) και επικεντρώνεται στον συνδυασμό απτικής οπτικής και ακουστικής επικοινωνίας του χρήστη με την εφαρμογή.

4.2.1. Εμπειρία χρήστη

Η εμπειρία χρήστη (User Experience - UX) έχει αναγνωριστεί ως κρίσιμος παράγοντας στη δημιουργία διαδραστικών συστημάτων, αλλά και οποιουδήποτε βιομηχανικού προϊόντος ή υπηρεσίας. Ο Donald Norman το 1995, ο οποίος συνέδεσε τον όρο, περιέγραψε την εμπειρία των χρηστών ως συνολικό αποτέλεσμα του έργου των σχεδιαστών διασύνδεσης της Apple, στην οποία εργάστηκε ως "αρχιτέκτονας εμπειρίας χρήστη".

Ακόμη και σήμερα, ο ορισμός της εμπειρίας χρήστη δεν είναι ευρέως αποδεκτός. Η εμπειρία χρήστη είναι μια γενική έννοια που επεκτείνει και περιλαμβάνει όχι μόνο την έννοια της ευκολίας χρήσης και της προσβασιμότητας, αλλά και άλλες πτυχές της αποδοχής της διάδρασης του χρήστη με το σύστημα. Η εμπειρία χρήστη είναι μια υποκειμενική έννοια από την πλευρά του χρήστη, καθώς

σχετίζεται με την προσωπική απόδοση, τα συναισθήματα και τις σκέψεις του χρήστη για το σύστημα. Η εμπειρία χρήστη είναι δυναμική και αλλάζει με την πάροδο του χρόνου

Ορισμένες πτυχές της εμπειρίας είναι πρακτικής φύσης, όπως η δυνατότητα εύρεσης υπηρεσιών και η μεταφορά επωνυμίας / (εταιρικής) ταυτότητας. Η εμπειρία χρήστη επιτρέπει σε άλλους επαγγελματίες να συμμετέχουν στη διαδικασία σχεδιασμού και στην αξιολόγησή της από την οπτική γωνία του χρήστη, με πρακτικούς παράγοντες όπως σχεδιαστές βιομηχανίας, επαγγελματίες μάρκετινγκ και επικοινωνίας. Η εμπειρία χρήστη είναι μια έννοια συνδεδεμένη με κοινά αποδεκτές αναφορές για την ευχρηστία ή την προσβασιμότητα από όλους τους εμπλεκόμενους στη σχεδιαστική διαδικασία, από οποιαδήποτε ειδικότητα και αν προέρχονται.

Από την πλευρά του χρήστη, η εμπειρία χρήστη προέρχεται από διαφορετικούς παράγοντες ανάλογα με την υπηρεσία και το πλαίσιο λειτουργίας, συχνά αναφερόμενα στην εσωτερική ψυχική ή συναισθηματική κατάσταση του χρήστη, όπως η δέσμευση, η αισθητική κρίση ή η παρουσία. Αυτοί οι παράγοντες πρέπει να προσδιορίζονται κατά τη διαδικασία σχεδιασμού, να ορίζονται ως στόχοι εμπειρίας χρήστη και να αξιολογούνται στο βαθμό που συμβαίνει η αλληλεπίδραση. Δεν υπάρχουν αντίστοιχες ιστορικές εξελίξεις ή καθιερωμένες μέθοδοι αξιολόγησης, όπως η ευκολία χρήσης ή η προσβασιμότητα ως παράγοντες που καθορίζουν την εμπειρία του χρήστη.

Οι στόχοι της εμπειρίας του χρήστη

Οι στόχοι του σχεδιασμού αλληλεπίδρασης χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: στόχοι χρηστικότητας και στόχοι εμπειρίας χρήστη.

Οι στόχοι χρηστικότητας θεωρούνται πιο συγκεκριμένοι από τους στόχους της εμπειρίας. Επιπλέον, τα αντικειμενικά πρότυπα μπορούν να ποσοτικοποιηθούν και να καθοριστούν ώστε να μπορούν να μετρηθούν (σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα χρήσης και ομάδες χρηστών). Σε αυτούς περιλαμβάνονται η χρήση αποδοτικότητας, χρήση αποτελεσματικότητας, πρακτικότητας, χρήση ασφάλειας, ευκολία μάθησης και ευκολία μνήμης.

Οι στόχοι εμπειρίας θεωρούνται πιο αφηρημένοι. Είναι υποκειμενικού χαρακτήρα, δηλαδή εξαρτώνται από το προσωπικό κριτήριο του χρήστη. Αυτοί περιλαμβάνουν τη διασκέδαση με το προϊόν, την εκπλήρωση των συναισθημάτων των χρηστών, την ανταμοιβή τους, την υποστήριξη της δημιουργικότητας, την αισθητική ευχαρίστηση, την παρακίνηση χρήσης, την παροχή βοήθειας, ψυχαγωγία και ικανοποίηση.



4.2.2. Τα μοντέλα της εμπειρίας του χρήστη

Τα μοντέλα για την εμπειρία του χρήστη ομαδοποιούνται σε τρεις κατηγορίες:

Μοντέλα με επίκεντρο το προϊόν (product-centered model): Συνήθως έχουν τη μορφή οδηγιών / κριτηρίων και διαδικασιών.

Μοντέλα με επίκεντρο τον χρήστη (user centered models): Σκοπός τους είναι να βοηθήσουν τους σχεδιαστές ώστε να κατανοήσουν τους χρήστες που θα χρησιμοποιήσουν τα προϊόντα τους.

Μοντέλα με επίκεντρο την αλληλεπίδραση (interaction-centered models): Δίνεται έμφαση στην αλληλεπίδραση του χρήστη με προϊόντα.

Κριτήρια της ποιότητας της εμπειρίας του χρήστη

Μοντέλο βασισμένο στην κατανόηση των χρηστών: Αφορά την ομάδα σχεδιασμού και πόσο καλά έχει καταγράψει τις ανάγκες, τα καθήκοντα και τα περιβάλλοντα των χρηστών / πελατών.

Διαδικασία αποτελεσματικού σχεδιασμού: Πρόκειται για τη διαδικασία που έχει χρησιμοποιηθεί για να σχεδιάσει την εμπειρία των χρηστών. Η ομάδα σχεδιασμού θα πρέπει να καταγράψει τη μεθοδολογία, την τεκμηρίωση και την εκτέλεση που ακολουθείται για να σχεδιάσει την εμπειρία των χρηστών καθώς και τον τρόπο επίλυσης

των προβλημάτων που προέκυψαν. Οι χρήστες πρέπει να συμμετέχουν σε αυτή τη διαδικασία.

Η αναγκαιότητα: Πρέπει περιγράφει ποια ανάγκη ικανοποιεί το προϊόν και η συμβολή του σε κοινωνικό, οικονομικό ή περιβαλλοντολογικό επίπεδο

Η ευκολία στη μάθηση και η ευχρηστία: Το προϊόν θα πρέπει να είναι εύκολο στην μάθηση του και στην χρήση του και η ευκολία του να διατηρηθεί και σε βάθος χρόνου. Το χαρακτηριστικά του προϊόντος θα πρέπει να είναι αυτονόητα και αυτοεξηγούμενα έτσι ώστε οι χρήστες να μπορούν να αντιλαμβάνονται την ροή της λειτουργίας του.

Καταλληλότητα: Καθορίζει αν ο σχεδιασμός ενός προϊόντος είναι αποτελεσματικός στην επίλυση προβλημάτων και αν εξυπηρετεί αποτελεσματικά τους χρήστες.

Η αισθητική εμπειρία: Το τελικό προϊόν πρέπει να είναι ευχάριστο στο μάτι και στις αισθήσεις. Όσον αφορά τα γραφικά, την αλληλεπίδραση, το περιεχόμενο και τον βιομηχανικό σχεδιασμό, το προϊόν πρέπει να αναπτυχθεί με συνεπή και συνεχή εμφάνιση.

Μεταβλητότητα: Το προϊόν θα πρέπει να αναπτυχθεί με την υπόθεση ότι θα πρέπει να εξελιχθεί στο μέλλον για να φιλοξενήσει νέες χρήσεις που δεν προβλεπόταν στην αρχή. Ταυτόχρονα, το προϊόν θα πρέπει να προσαρμοστεί ώστε να ανταποκρίνεται στις ειδικές ανάγκες και τις προτιμήσεις των καταναλωτών και των ομάδων σε κάποιο βαθμό.

Διαχειρισιμότητα: Ο σχεδιασμός του προϊόντος θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη το πλαίσιο στο οποίο χρησιμοποιείται, καθώς και θέματα ιδιοκτησίας και δικαιωμάτων πρόσβασης στους πόρους.



Τα στοιχεία της εμπειρίας του χρήστη

Σύμφωνα με τον ορισμό του Garrett's (2010), τα στοιχεία εμπειρίας χρήστη είναι τα άυλα και τα υλικά / ψηφιακά δομικά στοιχεία ενός διαδραστικού συστήματος, τα οποία ορίζονται ως εξής, από τα πιο γενικά στα πιο συγκεκριμένα:

- Στρατηγική: Οι συνολικοί στόχοι του Οργανισμού, της ομάδας σχεδιασμού και των χρηστών, όπως προσδιορίζονται μέσω της κατάλληλης έρευνας.
- Πεδίο εφαρμογής: Λεπτομερής τεκμηρίωση του τι πρέπει να κάνει το διαδραστικό σύστημα και πώς πρέπει να το κάνει (προδιαγραφές).
- Δομή: Ο τρόπος με τον οποίο τα λειτουργικά και ενημερωτικά κομμάτια της εφαρμογής συνδυάζονται για να πετύχουν το στόχο τους.
- Σκελετός: Τα ψηφιακά εξαρτήματα του ιστότοπου (περιεχόμενο και αλληλεπίδραση).
- Επιφάνεια: Το ορατό μέρος του ολοκληρωμένου προϊόντος.

Το framework παρέχει μια διαδικασία που πληροί τις ανάγκες της διαχείρισης του έργου, όπου είναι απαραίτητο να υπάρχουν ξεχωριστές φάσεις του χρονοδιαγράμματος και συνιστά τη χρήση μεθόδων που επικεντρώνονται στο σχεδιασμό και τη δημιουργία μοντέλων για το νέο σύστημα. Επιπλέον, αυτή η προσέγγιση είναι προσανατολισμένη σε απτά αποτελέσματα ή προϊόντα της αναπτυξιακής διαδικασίας, υπογραμμίζοντας την ποικιλία των βημάτων για την ανάπτυξη ενός συστήματος που επικεντρώνεται στην εμπειρία των χρηστών.



4.2.3. Η κυψέλη της εμπειρίας του χρήστη

Αξίопιστα: Το σύστημα θα πρέπει να διαθέτει χαρακτηριστικά σχεδιασμού που δίνουν στον χρήστη αίσθημα εμπιστοσύνης ως προς το περιεχόμενο της εφαρμογής.

Εύκολο στη χρήση: Το σύστημα θα πρέπει να είναι απλό στη χρήση.

Χρήσιμο: Πρέπει να είναι χρήσιμο για τους πελάτες - χρήστες πρώτα, έπειτα οι σχεδιαστές - προγραμματιστές και η τελευταία διαχείριση.

Πολύτιμο (Valuable): Κάθε σύστημα πρέπει να έχει αξία προς τους χρήστες καθώς και για τους χρηματοδότες του μέσω της προώθησης του σκοπού για τον οποίο σχεδιάστηκε στις περιπτώσεις των μη κερδοσκοπικών συστημάτων και με την προώθηση της εξυπηρέτησης του πελάτη στα κερδοσκοπικά συστήματα.

Ανακαλύψιμο (Findable): Κάθε συστατικό του συστήματος πρέπει να είναι εύκολα «ανιχνεύσιμο» από τον χρήστη χρησιμοποιώντας πλοήγηση και εργαλεία αναζήτησης.

Προσβάσιμο (Accessible): Απαιτείται σχεδιασμός για προσβασιμότητα για επιχειρηματικούς, ηθικούς και νομικούς λόγους.

UX μέθοδοι αξιολόγησης

Η αξιολόγηση της εμπειρίας των χρηστών περιλαμβάνει μια ποικιλία δραστηριοτήτων, διαδικασιών και προσεγγίσεων που αποσκοπούν στον προσδιορισμό του τρόπου με τον οποίο ο χρήστης

βλέπει και αισθάνεται για ένα προϊόν, ένα σύστημα ή μια υπηρεσία πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την αλληλεπίδραση με αυτό. Προφανώς, η αξιολόγηση της εμπειρίας είναι δύσκολη επειδή είναι υποκειμενική, εξαρτάται από το πλαίσιο χρήσης και ποικίλλει με το χρόνο. Ο αξιολογητής θα πρέπει να επιλέξει τα κατάλληλα χαρακτηριστικά της εμπειρίας των χρηστών, να τα αναγνωρίσει σε βάθος μέσω μεμονωμένων παραγόντων ή να τροποποιήσει προσεγγίσεις που ταιριάζουν στον συγκεκριμένο τομέα ενδιαφέροντος για τη μελέτη της εμπειρίας των χρηστών για να είναι επιτυχής.

Προκειμένου να διαμορφωθεί ένα πλαίσιο ταξινόμησης για τον τρόπο αξιολόγησης της εμπειρίας χρήστη, πρέπει να δοθεί προσοχή στο πώς διαφέρει από άλλες σχετικές μεθόδους. Υπάρχει μια διάκριση μεταξύ του τρόπου αξιολόγησης της εμπειρίας χρήστη.

- • Η εστίαση είναι στις μεθόδους αξιολόγησης της χρηστικότητας και στις μεθόδους σχεδιασμού.
- • Τα δεδομένα που συλλέγουν, αναλύουν και παρουσιάζουν είναι ποιοτικά και ποσοτικά.
- • Διαστήματα που εμφανίζονται: Εργαστήρια, πεδία και χώροι που εκτελούνται στο διαδίκτυο.
- • Κατά την αξιολόγηση της διάρκειας της δράσης που σχετίζεται με την αλληλεπίδραση χρήστη: αναμενόμενη χρήση (εκτίμηση), εμπειρία αλληλεπίδρασης, μακροχρόνια εμπειρία.

4.2.4. Μέθοδοι αξιολόγησης της προσδοκώμενης εμπειρίας του χρήστη

Οι μέθοδοι αξιολόγησης της εμπειρίας των χρηστών κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης συστήματος συνεπάγονται την παρακολούθηση και την καταγραφή πτυχών της εμπειρίας του χρήστη καθώς αναπτύσσεται και αναδύεται. Περιλαμβάνει έρευνες πεδίου χρήστη, μελέτες εμπειρίας στο διαδίκτυο, ανάλυση δεδομένων χρήσης και εμπειρία παρακολούθησης ματιών.

Πεδίο χρήστη: Η έρευνα στο πεδίο χρήστη περιλαμβάνει την παρουσία ενός αξιολογητή σε μια περιοχή όπου οι χρήστες εμπλέκονται σε σημαντικές δραστηριότητες και τη σωστή στιγμή συλλέγονται παρατηρήσεις, έτσι ώστε να μπορούν να παρακολουθούνται συστηματικά και να εξάγονται συμπεράσματα σχετικά με την εμπειρία τους. Ο στόχος είναι να κατανοηθεί τι κάνουν οι χρήστες, πώς το κάνουν και γιατί. Με άλλα λόγια, όταν η έρευνα των χρηστών γίνεται με οργανωμένο και συστηματικό τρόπο, μπορεί να παρέχει πολλές πληροφορίες και μια μοναδική εικόνα της εμπειρίας χρήστη.

Εμπειρία στο διαδίκτυο: Η διαδικτυακή έρευνα εμπειρίας χρήστη πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας εξειδικευμένα εργαλεία λογισμικού που καταγράφουν πτυχές της αλληλεπίδρασης του χρήστη με το σύστημα σε μια ελεγχόμενη και καλά προετοιμασμένη διαδικασία. Η διαδικασία είναι ελεγχόμενη και από αυτή την άποψη είναι παρόμοια με τη δοκιμή ευχρηστίας, αλλά υπάρχουν αρκετές διαφορές μεταξύ τους.

Ανάλυση δεδομένων χρήσης Η ανάλυση δεδομένων χρήσης στοχεύει στην καταγραφή της τρέχουσας κατάστασης χρήσης του συστήματος από όλες τις γωνίες, μέσω κατανοητών απεικονίσεων και γραφημάτων. Η ανάλυση των δεδομένων χρήσης δεν εξηγεί γιατί οι χρήστες συμπεριφέρονται με συγκεκριμένο τρόπο, αλλά μπορεί να χρησιμεύσει ως αφετηρία για στοχευμένες ποιοτικές/ποσοτικές αξιολογήσεις εμπειρίας, χρησιμοποιώντας μεθόδους όπως η έρευνα πεδίου ή η διαδικτυακή έρευνα εμπειρίας.

Αξιολόγηση εμπειρίας χρήστη με ανίχνευση ματιού: Η αξιολόγηση της εμπειρίας του χρήστη μέσω της ανίχνευσης ματιών είναι ένας τρόπος μέτρησης των κανονικών αποκρίσεων των χρηστών. Σε μια καλά οργανωμένη διαδικασία αξιολόγησης, μέσω της ανίχνευσης των ματιών, η εμπειρία του χρήστη μπορεί να τεκμηριωθεί και να ερμηνευτεί σε κάποιο βαθμό. Η αξιολόγηση της εμπειρίας χρήστη μέσω τεχνικών ανίχνευσης ματιών μπορεί να αποκαλύψει πληθώρα πληροφοριών σχετικά με την εμπειρία χρήστη που καμία άλλη μέθοδος δεν μπορεί να αποκαλύψει. Όπως συμβαίνει με κάθε σχετική έρευνα απόκρισης του χρήστη, πρέπει να προσδιορίζονται και να εξετάζονται και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της έρευνας.

Αξιολόγηση εμπειρίας χρήστη σε βάθος χρόνου

Η αξιολόγηση της μακροπρόθεσμης εμπειρίας χρήστη μπορεί να γίνει με τους περισσότερους τρόπους που έχουν ήδη περιγράψει επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία. Επιπλέον, υπάρχουν τρόποι για να εξερευνηθούν οι αξιολογήσεις εμπειρίας μεγαλύτερων χρονικών διαστημάτων, όπως έρευνες ημερολογίου και εμβάθυνση στις καμπύλες εμπειρίας χρήστη.

Οι έρευνες ημερολογίου επιτρέπουν στους χρήστες να καταγράφουν την εμπειρία τους χρησιμοποιώντας το προϊόν σε επιλεγμένες ώρες της ημέρας. Αυτή είναι μια μέθοδος αυτοαναφοράς, επειδή οι χρήστες συμπληρώνουν το ημερολόγιο χωρίς την παρέμβαση του αξιολογητή. Αν και είναι ένα μοναδικό εργαλείο έρευνας και αξιολόγησης, χρειάζεται χρόνος για τη δημιουργία αρχείων καταγραφής, τον έλεγχο καταχωρίσεων και τον εντοπισμό φιλόδοξων και αξιόπιστων χρηστών.

Καμπύλη εμπειρίας χρήστη: Είναι μια τεχνική για τη μέτρηση της εμπειρίας χρήστη, ένας μακροπρόθεσμος τρόπος αξιολόγησης της εμπειρίας χρήστη, που είναι σχετικά εύκολο να εφαρμοστεί

και δεν απαιτεί σημαντική προετοιμασία. Τα αποτελέσματα έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς μπορούν να υποδείξουν τις τάσεις και να αναδειχθούν σημαντικές παρατηρήσεις που είναι σημαντικές για τους χρήστες.

Οι μέθοδοι αξιολόγησης που χρησιμοποιούνται σε αυτήν την εφαρμογή είναι η διαδικτυακή έρευνα, καθώς είναι μια θεμελιώδης μέθοδος με την ανάπτυξη σχετικών εργαλείων λογισμικού. Οι διαδικτυακές μελέτες UX έχουν ένα μεγάλο πλεονέκτημα σε σχέση με τις παραδοσιακές δοκιμές χρηστικότητας, καθώς γίνονται σε πραγματικό περιβάλλον, χωρίς να υπάρχουν αξιολογητές που να επηρεάζουν. Οι διαδικτυακές έρευνες UX καλύπτουν συνήθως ιστότοπους, εφαρμογές για κινητά και παιχνίδια. Το πιο σημαντικό, είναι ότι οι χρήστες ενός συγκεκριμένου ιστότοπου μπορούν να προσκληθούν να παράσχουν δεδομένα και απόψεις σχετικά με την εμπειρία τους αμέσως μόλις αλληλεπιδράσουν με αυτόν τον ιστότοπο.

5. Ανάπτυξη Εφαρμογής

5.1. Front End της εφαρμογής

Η ανάπτυξη ιστού front-end ή αλλιώς γνωστή ως ανάπτυξη από την πλευρά του πελάτη είναι το μέρος με το οποίο αλληλεπιδρούν οι χρήστες. Το front – end αποτελείται από όλα όσα βλέπει ο χρήστης όταν περιηγείται στο Διαδίκτυο, από γραμματοσειρές και χρώματα έως αναπτυσσόμενα μενού και πεδία εισαγωγής κειμένου τα οποία είναι ένας συνδυασμός HTML, CSS και JavaScript τα οποία ελέγχονται από το πρόγραμμα περιήγησης του υπολογιστή. Η κυριότερη πρόσκληση στην ανάπτυξη διεπαφών είναι ότι τα εργαλεία και οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται εξελίσσονται συνεχώς και έτσι ο προγραμματιστής πρέπει να ενημερώνεται διαρκώς για το πως αναπτύσσεται το πεδίο. Ο στόχος του σχεδιασμού ενός ιστοτόπου είναι να διασφαλιστεί η ευκολία χρήσης του από τους χρήστες που θα το επισκεφτούν. Αυτό περιπλέκεται περισσότερο από το γεγονός ότι οι χρήστες στην σημερινή εποχή χρησιμοποιούν μια μεγάλη ποικιλία συσκευών με διαφορετικά μεγέθη οθόνης και αναλύσεις με αποτέλεσμα να αναγκάζουν τον σχεδιαστή να λάβει υπόψη αυτές τις πτυχές κατά τον σχεδιασμό του ιστοτόπου, προκειμένου να διασφαλιστεί η σωστή λειτουργία σε διαφορετικά προγράμματα περιήγησης (cross-device) καθώς και σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα (cross-platform).

Διεπαφές χρήστη

Η διεπαφή χρήστη αποτελεί το κομμάτι αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας ανθρώπου – υπολογιστή. Μπορεί να περιλαμβάνει οθόνες, πληκτρολόγια, ποντίκι, κτλ. Αποτελεί έναν τρόπο με τον οποίο ο χρήστης αλληλεπιδρά με μια εφαρμογή ή έναν ιστότοπο. Λόγω της αυξανόμενης χρήσης εφαρμογών ιστού και κινητών έχει οδηγήσει πολλές εταιρείες να δώσουν μεγαλύτερη προτεραιότητα στην ανάπτυξη διεπαφών χρήστη σε μια προσπάθεια να βελτιώσουν την συνολική εμπειρία τους. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι αλληλεπίδρασης με έναν υπολογιστή αλλά εμείς χρησιμοποιούμε το γραφικό περιβάλλον διεπαφής χρήστη GUI.

Το γραφικό περιβάλλον διεπαφής χρήστη ή αλλιώς graphical user interface (GUI) παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα να διαχειρίζονται διαισθητικά υπολογιστές και άλλες ηλεκτρονικές συσκευές

μέσω του άμεσου χειρισμού γραφικών εικονιδίων όπως κουμπιά, γραμμές κύλισης, παράθυρα, καρτέλες, μενού. Πολλές σύγχρονες γραφικές διεπαφές χρήστη διαθέτουν υποστήριξη για οθόνες αφής και δυνατότητες αλληλεπίδρασης μέσω φωνητικών εντολών.

Η ανάπτυξη της διεπαφής χρήστη βασίστηκε στις παρακάτω αρχές:

- Διατήρηση της διεπαφής όσο πιο απλή γίνεται περιέχοντας μόνο στοιχεία που βοηθούν στην εξυπηρέτηση των σκοπών των χρηστών.
- Ενημέρωση του χρήστη σχετικά με τις απαντήσεις / ενέργειες του συστήματος με σχόλια (feedback).
- Διαχωρισμός των κύριων λειτουργιών σε σελίδες, καθοδήγηση του χρήστη με προτιμώμενες ενέργειες και προοδευτική αποκάλυψη των επόμενων σελίδων.
- Τοποθέτηση στοιχείων ελέγχου κοντά σε αντικείμενα που θέλουν να ελέγχουν (π.χ. κουμπί υποβολή φόρμας να βρίσκεται κοντά στην φόρμα).
- Χρήση σαφών και ξεκάθαρων ετικετών και εικονιδίων που θα υποδηλώνουμε με ευκολία στο χρήστη την λειτουργία τους.

Οι διεπαφές του χρήστη στην εφαρμογή μας χωρίζονται ανάλογα με την λειτουργία τους σε ξεχωριστές σελίδες – διεπαφές προκειμένου να γίνεται πιο εύκολη στην χρήση και κατανόηση τους από τον χρήστη.

Κάθε διεπαφή αποτελείται από φόρμες οι οποίες περιέχουν ένα σύνολο από πεδία διαφορετικών τύπων όπως κείμενου, λίστα επιλογών, επιλογής ημερομηνίας κ.τ.λ. τα οποία πρέπει να συμπληρώσει ο χρήστης με τις κατάλληλες πληροφορίες προκειμένου είτε να εισαχθούν τα δεδομένα στην βάση δεδομένων της εφαρμογής είτε να ληφθούν αποτελέσματα από αυτή.

Το σύστημα μας αποτελείται από τουλάχιστον 15 διεπαφές οι οποίες συνδυάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχουν στον χρήστη μια ολοκληρωμένη εφαρμογή η οποία θα εξυπηρετεί τις ανάγκες του.

Οι κυριότερες διεπαφές χρήστη στην εφαρμογή μας είναι :

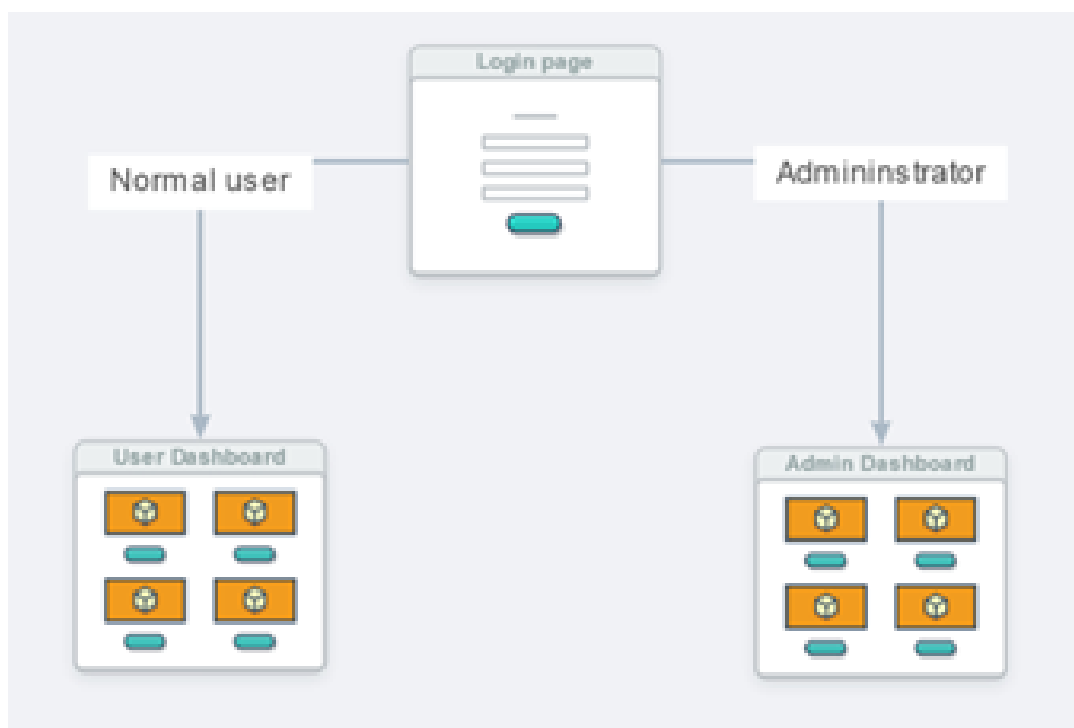
- Σελίδα σύνδεσης και αυθεντικοποίησης του χρήστη.
- Σελίδα διαχείρισης - μενού επιλογών.
- Σελίδα εγγραφής νέου αγροκτήματος στο σύστημα.
- Σελίδα λίστας εγγεγραμμένων αγροτεμαχίων στο σύστημα.

- Σελίδα λεπτομερειών ενός αγροκτήματος.

Διεπαφές εφαρμογής

Σελίδα σύνδεσης και αυθεντικοποίησης του χρήστη

Αποτελείται από μία φόρμα με δυο πεδία κειμένου στα οποία ο χρήστης καλείται να εισάγει τα στοιχεία σύνδεσής του.



Σελίδα λίστας αγροκτημάτων

Αποτελεί την πρώτη σελίδα μετά την επιτυχή αυθεντικοποίηση του χρήστη και περιέχει μια λίστα με τα εγγεγραμμένα αγροκτήματα καθώς και ορισμένες πληροφορίες όπως τον κωδικό αγροκτήματος, την πόλη, την ποικιλία, κτλ. Μέσα από την λίστα παρέχεται επίσης η δυνατότητα προβολής των λεπτομερών πληροφοριών ανα στάδια για το αγρόκτημα, ή επεξεργασία του καθώς και η διαγραφή του από το σύστημα.

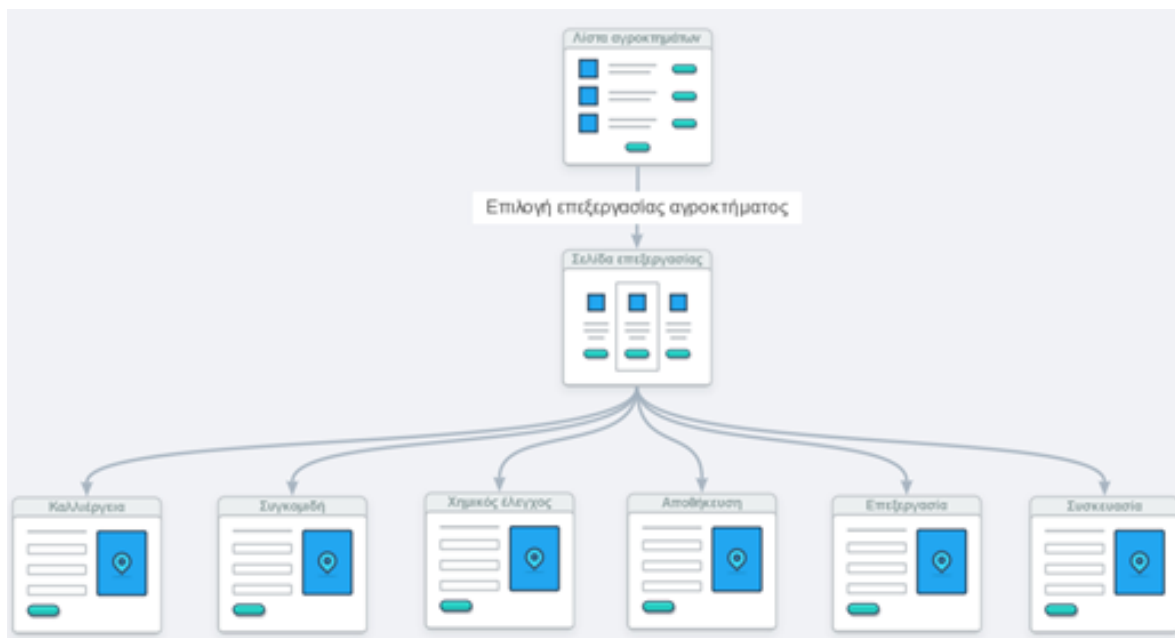


Σελίδα εγγραφής νέου αγροκτήματος

Στην σελίδα αυτή ο χρήστης έχει την δυνατότητα εγγραφής ενός νέου αγροκτήματος στο σύστημα συμπληρώνοντας ορισμένα πεδία όπως το όνομα παραγωγού, στοιχεία επικοινωνίας, συντεταγμένες, την πόλη και περιοχή, την έκταση κτλ.

Σελίδα επεξεργασίας αγροκτήματος

Αποτελεί την σελίδα στην οποία ανακατευθύνεται ο χρήστης στην περίπτωση που επιλέξει να επεξεργαστεί ένα αγρόκτημα. Περιέχει τα επιμέρους στάδια πληροφορίας στα οποία μπορεί να καταχωρήσει ο χρήστης για το συγκεκριμένο αγρόκτημα.



Σελίδα καλλιέργειας

Περιέχει όλες τις υποσελίδες - στάδια τα οποία αφορούν την καλλιέργεια. Ο χρήστης επιλέγει σε ποιο από αυτά θα καταχωρήσει πληροφορίες.

Οι υποσελίδες που περιέχει το στάδιο καλλιέργειας είναι:

Οργανική λίπανση

Στο στάδιο αυτό ο χρήστης συμπληρώνει τις πληροφορίες σχετικά με την οργανική λίπανση του αγροκτήματος μέσα από διάφορα πεδία όπως τον τρόπο λίπανσης, τα κιλά ουσίας καθώς και την ημερομηνία.

Καλλιεργατικές εργασίες

Στο στάδιο αυτό προστίθενται οι εργασίες που έχουν γίνει στο αγρόκτημα καθώς και η ημερομηνία την οποία έγιναν.

Φωτορυθμιστικές ουσίες

Στο στάδιο αυτό γίνεται εγγραφή των φωτορυθμιστικών ουσιών που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και την ημερομηνία.

Φυτοπροστατευτικά

Στο στάδιο αυτό ο χρήστης εισάγει τα φυτοπροστατευτικά τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί στην καλλιέργεια συμπληρώνοντας το όνομα, την ποσότητα καθώς και την ημερομηνία.

Ζιζανιοκτονία

Στο στάδιο αυτό προστίθενται οι ζιζανιοκτονία που έχει εφαρμοστεί στην καλλιέργεια και συμπληρώνονται πεδία όπως οι μέθοδος ζιζανιοκτονίας, η ποσότητα καθώς και η ημερομηνία.

Άρδευση

Στο στάδιο αυτό ο χρήστης εισάγει πληροφορίες σχετικά με το τρόπο άρδευσης της καλλιέργειας, την παροχή νερού καθώς και την ημερομηνία των εγγραφών.

Λίπανση

Στο στάδιο λίπανσης ο χρήστης εισάγει τον τύπο λίπανσης και λιπάσματος, την ποσότητα λιπάσματος καθώς και την ημερομηνία στην οποία έχει εφαρμοστεί.

Σελίδα Συγκομιδής

Στην σελίδα αυτή ο χρήστης εισάγει πληροφορίες που αφορούν την συγκομιδή της καλλιέργειας όπως το όνομα του συνεργείου που εκτέλεσε την συγκομιδή, την ημερομηνία καθώς και την ποσότητα που προέκυψε.

Σελίδα Χημικού ελέγχου

Στην σελίδα χημικού ελέγχου προστίθενται πληροφορίες από τον πρώτο χημικό έλεγχο που έχει γίνει σε μια συγκεκριμένη συγκομιδή.

Σελίδα αποθήκευσης

Στην σελίδα αυτή συμπληρώνονται πληροφορίες κατά την αποθήκευση της συγκομιδής όπως τον ψυκτικό θάλαμο, την θερμοκρασία καθώς και την ημερομηνία αποθήκευσης. Είναι σημαντικά στοιχεία, καθώς η θερμοκρασία κρατά υγιή τα τρόφιμα και είναι πολύ σημαντικό για την διατηρησιμότητας.

Σελίδα επεξεργασίας

Στη σελίδα επεξεργασίας του τροφίμου, αναφέρεται στην διαλογή και επεξεργασία του τροφίμου, σε αυτή τη σελίδα συμπληρώνονται πληροφορίες σχετικά με: την ημερομηνία επεξεργασίας, την σκληρότητα και τα σαγχαρά που είχε το προϊόν αυτή τη χρονική στιγμή. Το νούμερο (κάθε νούμερο αναφέρεται σε ένα ευρος γραμμαρίων π.χ Νούμερο 30, 95-105 gr) καθώς και την κλάση του προϊόντος που αναφέρεται στην ποιότητα του.

Σελίδα συσκευασίας

Στη σελίδα συσκευασίας έχει γίνει η επεξεργασία του προϊόντος και συσκευάζεται σε διάφορες μορφές. Σε αυτή τη σελίδα πιο συγκεκριμένα αναφέρεται στην ημερομηνία που έγινε η συσκευασία, ο έλεγχος της σκληρότητας και σακχάρων εκείνη τη χρονική στιγμή. Το νούμε και την κλάση του προϊόντος. Το είδος της συσκευασίας καθώς και του αριθμού παρτίδας της συσκευασίας.

6. Περιγραφή Μεθοδολογίας Ανάπτυξης Εφαρμογής

6.1. Ευέλικτη μεθοδολογία (Agile method)

Η μεθοδολογία Agile ή αλλιώς ο ευέλικτος τρόπος εργασίας αποτελεί ένα πρωτοποριακό φαινόμενο το οποίο οδήγησε στην μετάβαση από την παραδοσιακή σε μια πιο μοντέρνα εργασία. Η Agile αναφέρεται σε μεθοδολογίες ανάπτυξης λογισμικού που επικεντρώνονται στην ιδέα της επαναληπτικής ανάπτυξης, όπου οι απαιτήσεις και οι λύσεις εξελίσσονται μέσω της συνεργασίας μεταξύ αυτό – οργανωμένων δια λειτουργικών ομάδων. Στην ουσία πρόκειται για μια νοοτροπία που βασίζεται σε ένα σύνολο αρχών και πρακτικών.

Η ευέλικτη ανάπτυξη λογισμικού δίνει έμφαση σε τέσσερις βασικές αξίες:

Αλληλεπίδραση των ατόμων σε ατομικό και ομαδικό επίπεδο μέσω διαδικασιών και εργαλείων

Ανεξάρτητα από το πόσο καλά ερευνήθηκε η διαδικασία και τα εργαλεία τεχνολογίας, αυτό που θα καθορίσει την επιτυχία είναι η ομάδα και ο τρόπος συνεργασίας των μελών της. Η ομάδα καθώς και η δυνατότητα των μελών να επικοινωνούν αποτελεσματικά και αποδοτικά είναι πιο πολύτιμες από τις διαδικασίες που ακολουθούν ή τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται. Αυτό δεν σημαίνει ότι αποθαρρύνονται η χρήση τυποποιημένων διαδικασιών ή εργαλείων απλώς πρέπει να συνδυαστούν κατάλληλα.

Λειτουργικό λογισμικό για ολοκληρωμένη τεκμηρίωση

Οι παραδοσιακές διαδικασίες ανάπτυξης προϊόντων απαιτούσαν συχνά εκτεταμένη τεκμηρίωση πριν από τη σύνταξη του κώδικα της εφαρμογής Στην ευέλικτη φιλοσοφία, η παράδοση λειτουργικού λογισμικού στα χέρια των πελατών είναι η υψηλότερη προτεραιότητα συμβάλλει στην συλλογή σχολίων από πραγματικούς χρήστες.

Συνεργασία πελατών για διαπραγμάτευση συμβολαίου

Η ευέλικτη φιλοσοφία ενθαρρύνει την οικοδόμηση ενός συνεχούς βρόχου ανατροφοδότησης πελατών σε κύκλους ανάπτυξης. Η συνεργασία ξεκινάει νωρίς στη διαδικασία ανάπτυξης και συμβαίνει συχνά καθ' όλη τη διάρκεια. Αυτή η στενή συνεργασία με τους πραγματικούς πελάτες βοηθά τους ανθρώπους που αναπτύσσουν το προϊόν να διασφαλίσουν ότι παρέχουν αποτελεσματικές λύσεις στους πελάτες τους.

Ανταπόκριση σε τυχόν αλλαγές του λογισμικού με βάση ένα σχέδιο

Ένα σημαντικό όφελος της μεθοδολογίας Agile είναι ότι ενθαρρύνει τη συχνή αναθεώρηση και επανεξέταση των τρεχόντων σχεδίων βάσει νέων πληροφοριών που η ομάδα συλλέγει και αναλύει συνεχώς. Επιτρέπει σε μια ομάδα ανάπτυξης να προσαρμόζει τις προτεραιότητες της και τα σχέδιά της όποτε αυτό έχει νόημα.

6.1.1. Αρχές της ευέλικτης μεθοδολογίας (Agile principles)

Η ύψιστη προτεραιότητά μας είναι να ικανοποιήσουμε τον πελάτη μέσω έγκαιρης και συνεχής παράδοσης χρήσιμου λογισμικού.

1. Συχνή παροχή λογισμικού εργασίας από δύο εβδομάδες έως δύο μήνες, με προτίμηση στο μικρότερο χρονικό διάστημα.
2. Οι μεταβαλλόμενες απαιτήσεις είναι καλοδεχούμενες ακόμα και σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης. Οι διαδικασίες που εφαρμόζονται, έχουν την δυνατότητα να υποτάξουν την αλλαγή προς όφελος του πελάτη.
3. Οι πελάτες και η ομάδα ανάπτυξης του λογισμικού πρέπει να συνεργάζονται καθημερινά μέχρι την παραγωγή του τελικού προϊόντος.
4. Ανάθεση τμημάτων ανάπτυξης λογισμικού σε ικανό και αποτελεσματικό προσωπικό με κίνητρα και εξασφάλιση ευνοϊκού περιβάλλοντος βασισμένο στην εμπιστοσύνη και την υποστήριξη.

5. Η πιο αποτελεσματική μέθοδος ανταλλαγής πληροφοριών εντός και εκτός μιας ομάδας ανάπτυξης είναι η συνομιλία πρόσωπο με πρόσωπο.
6. Το καλύτερο μέτρο προόδου είναι το λογισμικό που λειτουργεί σωστά.
7. Οι ευέλικτες διαδικασίες προωθούν τον σταθερό ρυθμό ανάπτυξης του συστήματος, ο οποίος πρέπει να ακολουθείται τόσο από τον πελάτη όσο και από τους υπεύθυνους παραγωγής.
8. Η συνεχής προσοχή στην τεχνική αριστεία και ο καλός σχεδιασμός βελτιώνει την ευελιξία.
9. Η απλοποίηση, με την έννοια της υλοποίησης στόχων με σύντομο αλλά αποτελεσματικό τρόπο, είναι ουσιαστική.
10. Οι καλύτερες αρχιτεκτονικές, απαιτήσεις και σχέδια προκύπτουν από ομάδες που οργανώνονται μόνες τους.
11. Ανά τακτά χρονικά διαστήματα, η ομάδα συζητά τρόπους ώστε να γίνει περισσότερο αποτελεσματική και προσαρμόζει ανάλογα την συμπεριφορά της.

6.1.2. Πλεονεκτήματα της ευέλικτης μεθοδολογίας

Για τον πελάτη

Οι πελάτες διαπιστώνουν ότι η ομάδα ανάπτυξης του λογισμικού ανταποκρίνεται περισσότερο στα αιτήματα ανάπτυξης. Τα χαρακτηριστικά του λογισμικού αναπτύσσονται και παραδίδονται ταχύτερα σε μικρούς «κύκλους» σε σχέση με τις κλασικές διαδικασίες αποφεύγοντας έτσι τα διάφορα προβλήματα που μπορούν να εμφανιστούν.

Για τον προμηθευτή

Οι προμηθευτές μειώνουν την σπατάλη εστιάζοντας την ανάπτυξη σε σημαντικά χαρακτηριστικά. Η βελτιωμένη ικανοποίηση των πελατών μεταφράζεται σε καλύτερη διατήρηση πελατών και πιο θετικές κριτικές προς τον προμηθευτή.

Για την ομάδα ανάπτυξης

Τα μέλη της ομάδας απολαμβάνουν τις αναπτυξιακές εργασίες. Το Scrum ωφελεί τα μέλη της ομάδας μειώνοντας τη μη παραγωγική εργασία και δίνει περισσότερο χρόνο για ανάπτυξη του λογισμικού.

Για τον διαχειριστή έργου (Project Manager)

Οι υπεύθυνοι έργων θεωρούν ότι ο σχεδιασμός και η παρακολούθηση μέσω της μεθοδολογίας Agile είναι ευκολότερος και πιο συγκεκριμένος σε σύγκριση με τις διαδικασίες καταρράκτη. Η χρήση γραφημάτων Burndown για την προβολή της καθημερινής προόδου και των συσκέψεων (Daily Scrum) παρέχουν στον υπεύθυνο του έργου τεράστια επίγνωση για την κατάσταση του έργου ανά πάσα στιγμή το οποίο αποτελεί το κλειδί για την ταχεία αντιμετώπιση προβλημάτων.

6.1.3. Επιλογή της κατάλληλης μεθοδολογίας και γιατί (Agile / Scrum)

Η διαδικασία επιλογής της κατάλληλης μεθοδολογίας ανάπτυξης λογισμικού είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη καθώς υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία μεθοδολογιών από τις οποίες πρέπει να διαλέξουμε. Οι βασικοί παράγοντες που μπορούν να διευκολύνουν στην επιλογή είναι:

- Η διάσταση του έργου
- Οι διαθέσιμοι πόροι
- Οι απαιτήσεις του συστήματος
- Το χρονοδιάγραμμα της ανάπτυξης του λογισμικού
- Ο χώρος εγκατάστασης της ομάδας ανάπτυξης

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω η μεθοδολογία που έχει επιλεχθεί είναι η SCRUM της Agile.

6.1.4. SCRUM

Το Scrum είναι μια ευέλικτη μεθοδολογία ανάπτυξης που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη λογισμικού βασισμένη σε επαναληπτικές και σταδιακές διαδικασίες. Παρέχει μηχανισμούς ελέγχου για το σχεδιασμό μιας νέας έκδοσης του προϊόντος και στη συνέχεια διαχειρίζεται τις μεταβλητές καθώς η εφαρμογή εξελίσσεται. Το Scrum είναι προσαρμόσιμο, γρήγορο, ευέλικτο και αποτελεσματικό ευέλικτο πλαίσιο που έχει σχεδιαστεί για να προσφέρει αξία στον πελάτη καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης του έργου. Ο πρωταρχικός στόχος του Scrum είναι να ικανοποιήσει τις ανάγκες του πελάτη μέσα από ένα περιβάλλον το οποίο θα βασίζεται στην επικοινωνία, στην συλλογική ευθύνη και στη συνεχή πρόοδο. Η ανάπτυξη ξεκινά από μια γενική ιδέα για το τι πρέπει να αναπτυχθεί, αναπτύσσοντας μια λίστα χαρακτηριστικών με σειρά προτεραιότητας (καθυστέρηση προϊόντος) που ο ιδιοκτήτης του προϊόντος θέλει να αποκτήσει.

Οι ομάδες που εφαρμόζουν το SCRUM πρέπει να διαθέτουν τις ακόλουθες αξίες:

Δέσμευση: Τα μέλη της ομάδας δεσμεύονται προσωπικά για την επίτευξη των στόχων της ομάδας.

Θάρρος: Τα μέλη της ομάδας κάνουν το σωστό και εργάζονται σε σκληρά προβλήματα.

Συγκέντρωση: Τα μέλη της ομάδας επικεντρώνονται στην εργασία που έχει προσδιοριστεί στο συγκεκριμένο sprint και στους στόχους της ομάδας.

Ευλικρίνεια: Τα μέλη της ομάδας καθώς και οι ενδιαφερόμενοι πρέπει να είναι προετοιμασμένοι για όλη τη δουλειά και τις προκλήσεις που θα αντιμετωπίζει η ομάδα.

Σεβασμός: Μέσα στην ομάδα θα πρέπει να υπάρχει σεβασμός μεταξύ των μελών της

Το SCRUM χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη μεγάλων και μικρών έργων, αλλά κατά κύριο λόγο χρησιμοποιείται από μικρές ομάδες ανάπτυξης, όπως είναι στην περίπτωση αυτή. Η ομάδα έργου λόγω της κατάστασης της πανδημίας, μπορεί να μην βρίσκεται στον ίδιο χώρο για αυτόν το λόγο η μεθοδολογία αυτή είναι καταλληλότερη, διότι αυτή προσφέρει καλύτερη επικοινωνία μεταξύ των μελών της ομάδας αλλά και την καλύτερη επικοινωνία της ομάδας με την εταιρεία.

Το SCRUM βασίζεται στα Sprints

6.1.5. Sprints

Το Sprint είναι ένα χρονικό διάστημα συνήθως του ενός μήνα ή και λιγότερο κατά την διάρκεια του οποίου η ομάδα ανάπτυξης θα πρέπει να παράγει έργο δηλαδή να αναπτύξει το λογισμικό ή να κάνει βελτιώσεις στο ήδη υπάρχον.

Τυπικά χαρακτηριστικά του sprint είναι:

- Διατηρεί σταθερή διάρκεια καθ' όλη τη διάρκεια μιας προσπάθειας ανάπτυξης.
- Ένα νέο sprint ακολουθεί αμέσως μετά το τέλος ενός προηγούμενου.
- Η ημερομηνία έναρξης και λήξης του sprint είναι σταθερά.

Η εφαρμογή θα χωριστεί σε υποεργασίες, οι οποίες θα ανατεθούν στα μέλη της ομάδας για ένα διάστημα (sprint). Καθημερινά ο αρχηγός της ομάδας (scrum master), καλεί τα μέλη της ομάδας σε μια συνάντηση δεκαπέντε, περίπου, λεπτών (daily stand up). Στη συνάντηση αυτή, το κάθε μέλος θα ανακοινώνει την υποεργασία με την οποία ασχολείται τη δεδομένη χρονική στιγμή, καθώς και αν

αντιμετωπίζει οποιοδήποτε πρόβλημα. Το καθήκον του scrum master είναι να συγκεντρώνει όλα τα προβλήματα της ομάδας και να τα επιλύει το συντομότερο δυνατό για να προχωρήσει το sprint. Το κάθε Sprint θα διαρκεί 2 εβδομάδες και μετά το τέλος του, η ομάδα ανάπτυξης θα μπορεί να παρουσιάζει την εφαρμογή στην εταιρεία και να δέχεται σχόλια για τυχόν αλλαγές στην εφαρμογή.

Βιβλιογραφία

- Abenavoli, L.M., Cuzzupoli, F., Chiaravalloti, V. and Proto, A.R., 2016. Traceability system of olive oil: A case study based on the performance of a new software cloud. *Agronomy Research*, 14(4), pp.1247-1256.
- Angular Reactive Forms, Ανακτήθηκε Ιούνιο 2020, <https://angular.io/guide/reactive-forms>
- Arvi Po, The 10 Most Important Specs When Choosing a Smartphone, 2018, Ανακτήθηκε Ιούλιος 2020, <https://www.poundit.com/blogs/updates/102709313-the-10-most-important-specs-when-choosing-a-smartphone>
- Aung, M. & Chang, Y. (2014). Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. *Food Control*, 39, pp. 172-184.
- Bae, J. H., Le, N. T., & Kim, J. T. (2017). Smartphone image receiver architecture for optical camera communication. *Wireless Personal Communications*, 93(4), 1043-1066.
- Laso Bayas, J.C., Gardeazabal, A., Karner, M., Folberth, C., Vargas, L., Skalský, R., Balkovič, J., Subash, A., Saad, M., Delerce, S. and Crespo Cuaresma, J., 2020. AgroTutor: a mobile phone application supporting sustainable agricultural intensification. *Sustainability*, 12(22), p.9309.
- Charalampous, V., Margariti, S.V., Salmas, D., Stylios, C., Kafetzopoulos, D. and Skalkos, D., 2020, Design and Develop Cloud-based System for Meat Traceability.
- DW, 2013.40 χρόνια κινητού: Η εξέλιξη των κινητών τηλεφώνων. (4 Απρίλη 2013). Ανακτήθηκε Ιούλιος 2020, www.dw.com/el/40-χρόνια-κινητού-η-εξέλιξη-των-κινητών-τηλεφώνων/g-16718733
- Felix von Reischach, Florian Michahelles, and Dominique Guinard. An Evaluation of Product Identification Techniques for Mobile Phones. In *Interact 2009*, pages 1–14. Springer, 2009.
- Felix von Reischach, Stephan Karpischek, Robert Adelman, and Florian Michahelles. Evaluation of 1D barcode scanning on mobile phones. In *Internet of Things 2010 Conference (IoT2010)*, 2010.
- Grønli, T.M., Hansen, J., Ghinea, G. and Younas, M., 2014, May. Mobile application platform heterogeneity: Android vs Windows Phone vs iOS vs Firefox OS. In *2014 IEEE 28th International Conference on Advanced Information Networking and Applications* (pp. 635-641). IEEE.
- Lerche Felix, (2019), 5 reasons why a requirements traceability matrix is not enough, <https://blogs.itemis.com/en/5-reasons-why-a-requirements-traceability-matrix-is-not-enough>
- Meng, H., Thing, V.L., Cheng, Y., Dai, Z. and Zhang, L., 2018. A survey of Android exploits in the wild. *Computers & Security*, 76, pp.71-91.
- METRO Group Future Store Initiative MEA. <https://www.computerwoche.de/i/detail/artikel/1903773/1/496469/d2e66-media/>. Accessed on 02/04/21
- Nah, F.F.H., Siau, K. and Sheng, H., 2005. The value of mobile applications: a utility company study. *Communications of the ACM*, 48(2), pp.85-90.

- Opara, L.U., 2003. Traceability in agriculture and food supply chain: a review of basic concepts, technological implications, and future prospects.
- Qian, J., Xing, B., Zhang, B. and Yang, H., 2021. Optimizing QR code readability for curved agro-food packages using response surface methodology to improve mobile phone-based traceability. *Food Packaging and Shelf Life*, 28, p.100638.
- Robert Adelman. Mobile Phone Based Interaction with Everyday Products - On the Go. Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies, International Conference on, 0:63–69, 2007.
- Salih, A.A., Zeebaree, S.R., Abdulraheem, A.S., Zebari, R.R., Sadeeq, M.A. and Ahmed, O.M., 2020. Evolution of Mobile Wireless Communication to 5G Revolution. *Technology Reports of Kansai University*, 62(5), pp.2139-2151.
- Sangeetha Shekar, Prashant Nair, and Abdelsalam (Sumi) Helal. iGrocer: a ubiquitous and pervasive smart grocery shopping system. In *Proceedings of the 2003 ACM symposium on Applied computing, SAC '03*, pages 645–652, New York, NY, USA, 2003. ACM.
- Shahjalal, M., Hasan, M., Chowdhury, M. Z., & Jang, Y. M. (2019). Smartphone camera-based optical wireless communication system: Requirements and implementation challenges. *Electronics*, 8(8), 913.
- TigerMobiles , Anon, Evolution of the mobile phone - from simple to smart. TigerMobiles.com. Available at: <https://www.tigermobiles.com/evolution/> [Accessed July 17, 2020].
- Winget, J., 2020. A complete and informative overview of IOS platform. Echo Innovate IT. Available at: <https://echoinnovateit.com/ios-platform-overview/> [Accessed July 17, 2020].
- Κανάτας, Α., Κωνσταντίνου, Φ. and Πάντος, Γ., 2008. Συστήματα κινητών επικοινωνιών. Εκδόσεις Παπασωτηρίου

ⁱ <http://foodbusiness.gr/i-poiotita-kai-i-ichnilasimotita-ton-eyropaikon-froyton-polos-elxis-gia-toys-katanalotes/>