



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

**ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΗΠΕΙΡΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
Ε.Π. ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΗΠΕΙΡΟΥ**

**ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
Ήπειρος 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: ΠΕ2.2

Τεχνική Έκθεση Ανάλυσης και απαιτήσεων της πλατφόρμας IoT, περιγραφή των μεθόδων και τεχνικών που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάπτυξη του έργου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη αποτελεί το υπ. αριθμ. ΠΕ2.2 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. Στη μελέτη αυτή γίνεται επισκόπηση των διαθέσιμων τεχνολογιών IoT και cloud, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανάπτυξη της εφαρμογής ιχνηλασιμότητας. Στη συνέχεια οι μέθοδοι και οι τεχνικές που μπορούν να λειτουργήσουν με τις συγκεκριμένες πλατφόρμες για την ανάπτυξη του έργου.. Με σκοπό την υλοποίηση της εφαρμογής, προσδιορίζονται οι λειτουργίες της, αναλύονται οι απαιτήσεις των εμπλεκόμενων, καθώς και τα εργαλεία και ο τρόπος διασύνδεσης των διάφορων λειτουργικών τμημάτων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1	ΣΚΟΠΟΣ	7
2	ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΓΙΑ ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ	9
2.1	IoT	9
2.1.1	Ορισμός IoT	10
2.1.2	Βασική αρχιτεκτονική	13
2.1.3	Συνδεσιμότητα	14
2.1.4	Συσκευές, Λογισμικό και Υπηρεσίες	15
2.1.5	Εφαρμογές IoT	16
2.2	CLOUD	17
2.2.1	Μοντέλα Υπηρεσιών	20
2.2.2	Μοντέλα ανάπτυξης:	21
2.2.3	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του cloud computing	22
2.2.4	Πλατφόρμες	24
2.3	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ	30
3	ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΠΛΑΤΦΟΡΜΩΝ	31
3.1	TILKAL	31
3.2	CLARIFY	32
3.3	TRACKMATRIX	33
3.4	RIGINO	34
4	ΈΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΥΠΑΡΧΟΥΣΕΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΜΕ ΠΑΡΟΜΟΙΟΥΣ ΣΤΟΧΟΥΣ	35
4.1	FARMSOFT	35
4.2	KALATHOS	36
4.3	AGRO ADVANCED	38
4.4	SOURCE TRACE	38
4.5	ZESPI TRACEABILITY	39
5	ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ, ΜΕΘΟΔΟΙ, ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ	41
5.1	ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	41
5.2	ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ	44
5.2.1	Barcoding	45
5.2.2	RFID	47
5.2.3	QR Coding	50

6	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΙΟΤ	53
6.1	ΧΡΗΣΤΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	53
6.2	ΔΙΚΤΥΩΣΗ	53
6.3	ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ-ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	54
6.4	ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ (ΙΟΤ)	54
6.4.1	Λειτουργικές απαιτήσεις	57
6.4.2	Μη λειτουργικές απαιτήσεις	57
6.4.3	Υποσυστήματα	60
6.5	ΔΙΕΠΑΦΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ (APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE — API)	64
6.5.1	SOAP (Simple Object Access Protocol)	64
6.5.2	REST (Representational State Transfer)	66
6.5.3	Γιατί διαλέξαμε REST	68
6.6	ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	68
6.6.1	JSON	69
6.6.2	XML	70
6.6.3	Επιλογή Μέθοδος για ανταλλαγή δεδομένων	71
6.7	ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	72
6.7.1	SQL	73
6.7.2	NoSQL	74
6.8	ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	76
7	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	81
7.1	ΕΞΑΓΟΜΕΝΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	81
7.2	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΣΤΟΧΙΩΝ ΣΕ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	82
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	84

1 Εισαγωγή

Οι τεχνολογίες υπολογιστικού νέφους εξελίσσονται ταχέως λόγω της χρήσης τους σε μια ποικιλία εφαρμογών όπως η απομακρυσμένη υγειονομική περίθαλψη, τα συστήματα επιτήρησης, η πρόβλεψη καιρού, τα συστήματα ιχνηλασιμότητας, η γεωργία ακρίβειας, τα συστήματα παράδοσης φαρμάκων κ.λπ. Όλες αυτές οι εφαρμογές δημιουργούν μεγάλες ποσότητες δεδομένων που πρέπει να οργανωθούν, να αποθηκευτούν και να υποβληθούν σε επεξεργασία με διάφορους τρόπους. Στο περιβάλλον υπολογιστικού νέφους, όλοι οι πόροι συγκεντρώνονται σε ένα κεντρικό μέρος, το οποίο επιτρέπει ευέλικτη πρόσβαση στους χρήστες ανά πάσα στιγμή, επιτρέποντάς τους να χρησιμοποιούν τις λειτουργίες όλων αυτών των πόρων από οπουδήποτε.

Τα δεδομένα ιχνηλασιμότητας συλλέγονται σε διαφορετικά μέρη και σε τακτά χρονικά διαστήματα ποικίλου μεγέθους και ποσότητας, ενώ οι εφαρμογές που επεξεργάζονται τέτοια δεδομένα πρέπει να είναι καλά οργανωμένες, γρήγορες και άμεσα προσβάσιμες, ώστε τα δεδομένα να είναι διαθέσιμα για την περίπτωση που αυτά θα χρειασθεί να αναζητηθούν και να χρησιμοποιηθούν άμεσα. Για παράδειγμα για τη λήψη απόφασης που αφορά την ανάκληση μιας παρτίδας τροφίμων.

1.1 Σκοπός

Αντικείμενο του έργου είναι η σχεδίαση και ανάπτυξη ενός συστήματος που θα συλλέγει δεδομένα από την καλλιέργεια και διάθεση ακτινιδίων. Κεντρικό τμήμα του συστήματος θα είναι η πλατφόρμα IoT στην οποία θα καταχωρούνται και θα επεξεργάζονται πληροφορίες που θα συλλέγονται από:

1. το αγρόκτημα και θα αφορούν την καλλιέργεια, τις καιρικές συνθήκες, τη συγκομιδή
2. το χώρο διαλογής/συσκευασίας και αποθήκευσης και σχετίζονται με τον χημικό έλεγχο, την διαδικασία διαλογής/συσκευασίας και τις συνθήκες αποθήκευσης.

Η εφαρμογή θα βασιστεί στις τεχνολογίες του Διαδικτύου των Πραγμάτων και του υπολογιστικού νέφους. Για την επιτυχή λειτουργία της εφαρμογής απαιτείται η επικοινωνία και

μεταφορά δεδομένων στην κεντρική πλατφόρμα του συστήματος. Σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του συστήματος έχουν οι παράμετροι της επικοινωνίας, όπως ο ρυθμός και η ισχύς της εκπομπής των πακέτων δεδομένων. Εδώ θα πρέπει να ληφθεί πρόνοια ώστε να προσαρμόζονται στις ιδιαίτερες συνθήκες εφαρμογής έτσι ώστε σε περίπτωση που η λειτουργία της IoT συσκευής βασίζεται σε μπαταρία, ο χρόνος ζωής της να είναι τέτοιος που να μην απαιτείται συχνή αντικατάσταση (να κυμαίνεται από αρκετές ημέρες έως και αρκετές εβδομάδες). Το IoT θα βοηθήσει στη συστηματική παρακολούθηση της καλλιέργειας των ακτινιδίων και της φυσικής διαδρομής που ακολουθούν τα προϊόντα για να φτάσουν στον καταναλωτή.

Το σύστημα θα χρησιμοποιηθεί για την ιχνηλασιμότητα του ακτινιδίου σε όλη καθ' όλη την διάρκεια ζωής του. Με τον τρόπο αυτό, θα είναι δυνατή η ιχνηλάτηση και θα επιτρέπει σε όλους τους συμμετέχοντες να βλέπουν τα δεδομένα που έχουν καταγραφεί σε προηγούμενα στάδια της παραγωγής. Για παράδειγμα, οι καταναλωτές θα μπορούν να παρακολουθούν το προϊόν από τον τόπο προέλευσης έως το καλάθι τους και οι καλλιεργητές θα αντλούν πληροφορίες που θα τους επιτρέπουν να βελτιστοποιήσουν την παραγωγής του με ταυτόχρονη εξοικονόμηση πόρων.

Στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα ιχνηλασιμότητας που θα έχει δυνατότητες διαχείρισης της ταυτοποίησης / κωδικοποίησης, παρακολούθησης της ροής των ακτινιδίων και των συναφών διεργασιών και ποιοτικών ελέγχων, καθώς και συλλογής και διαχείρισης των σχετικών πληροφοριών. Αποτελείται από ενσωματωμένο λογισμικό και λογισμικό υπολογιστικού νέφους και θα επιτρέπει την επικοινωνία με διάφορους για συνδεδεμένους σταθερούς ή/και κινητούς σταθμούς εργασίας. Το υλοποιημένο σύστημα είναι απαραίτητο να συγκεντρώνει πολλές πληροφορίες από διαφορετικές και ετερογενείς πηγές, σχετικά με την καλλιέργεια διαλογή/συσκευασία και διάθεση του ακτινιδίου στην αγορά. Η πλατφόρμας IoT αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα που εκτός από το ενσωματωμένο λογισμικό και λογισμικό υπολογιστικού νέφους θα περιλαμβάνει ολοκληρωμένο κύκλωμα πρόσβασης ασυρμάτου δικτύου για την υποστήριξη των επικοινωνιών.

Γενικά, η πλατφόρμα θα πρέπει να πληροί τις ακόλουθες απαιτήσεις/προδιαγραφές:

- Κάλυψη των αναγκών και των διαδικασιών ιχνηλασιμότητας της επιχείρησης «Όμιλος Κολιού ΑΒΕΕ» σε σχέση με τη διαχείριση του ακτινιδίου.
- Ενσωμάτωση στα υπάρχοντα συστήματα της επιχείρησης που σχετίζονται με την με καταγραφή των επιχειρηματικών διαδικασιών εξασφαλίζοντας τη συνεργασία . όπως και με άλλα συστήματα της επιχείρησης (πληροφοριακά, αυτοματισμού, ERP, MRP, MES, SCADA, κλπ.).
- Αυτόματη διασύνδεση όπου υπάρχει δυνατότητα με τα συστήματα κωδικοποίησης που χρησιμοποιεί σήμερα η επιχείρηση (εκτυπωτές, scanners, κ.λπ.).
- Απόλυτη εναρμόνιση με τις παραγωγικές διαδικασίες και τα συστήματα διασφάλισης ποιότητας (ISO, HACCP, διαδικασίες για ποιοτικό έλεγχο, κλπ.).
- Μείωση στο ελάχιστο της ανθρώπινης παρέμβασης ώστε να αποφευχθούν τα λάθη.
- Πρόβλεψη για επέκταση, για να είναι δυνατή η κάλυψη μελλοντικών αναγκών.
- Διαχείριση της συλλεγόμενης ή παραγόμενης πληροφορίας σύμφωνα με την νομοθεσία και διακριτικότητα.
- Πρόβλεψη ενσωμάτωσης των νέων τεχνολογιών για αυτόματη ανάκτηση ή διαχείριση δεδομένων (π.χ., RFID, barcode, κ.λπ.).
- Δυνατότητα διασύνδεσης και επικοινωνίας με τα διαθέσιμα πληροφοριακά συστήματα κάνοντας χρήση σύγχρονων τεχνολογιών (XML, INTERNET, EDI, κλπ.)..

2 Διαθέσιμες τεχνολογίες για ιχνηλασιμότητας

2.1 IoT

Με τον όρο IoT, περιγράφεται μια τεχνολογία που ολοκληρώνει σε ένα σύνολο από συνδεδεμένα στο διαδίκτυο “αντικείμενα” όπως άνθρωποι, φυσικά αντικείμενα (συσκευές, άνθρωποι, αυτοκίνητα, κτίρια, προϊόντα, κ.ά.) ή εικονικές οντότητες (εικονικές μηχανές,

υπηρεσίες κράτησης θέσεων σε πτήσης, κ.ά.). Η σύνδεσή τους με το διαδίκτυο μπορεί να είναι ενσύρματη ή ασύρματη.

Βασικές λειτουργίες της τεχνολογίας IoT είναι η αυτοματοποιημένη ή ημιαυτοματοποιημένη επικοινωνία μεταξύ των κόμβων για ανταλλαγή και επεξεργασία δεδομένων και την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών. Ειδικά στον αγροτικό τομέα, η ανταλλαγή πληροφοριών, η επεξεργασία και η εξαγωγή συμπερασμάτων είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τον προγραμματισμό των καλλιεργητικών εργασιών. Το IoT διευκολύνει στη συλλογή χρήσιμων δεδομένων σχετικά με το κλίμα, τη χαρτογράφηση του υπεδάφους της καλλιεργούμενης γης, την παρακολούθηση της ανάπτυξης των καλλιεργειών και τη διάθεση αυτών των πληροφοριών στους ενδιαφερόμενους φορείς ή σε άλλα συστήματα αυτοματισμού. Με άλλα λόγια, το IoT είναι ένας σημαντικός και σημαντικός κρίκος στην αλυσίδα επεξεργασίας και προώθησης πληροφοριών με απώτερο στόχο την αποτελεσματική διαχείριση των καλλιεργειών.

Εκτός από τα παραπάνω, το IoT μπορεί να έχει άμεση και πρακτική χρήση καθώς τα δεδομένα που συλλέγονται σε πραγματικό χρόνο, μπορούν να αξιοποιηθούν για την αυτοματοποίηση των εργασιών στο αγρόκτημα, όπως για παράδειγμα η παρακολούθηση της καλλιέργειας, η αυτόματη άρδευση και λίπανση. Επιπλέον, σε συνδυασμό με άλλες τεχνικές όπως η εξόρυξη δεδομένων και η μηχανική μάθηση, τα ιστορικά δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη της παραγωγής προϊόντων και την εξαγωγή άλλων χρήσιμων πληροφοριών, που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε άλλα οφέλη για άλλα μέρη της παραγωγικής αλυσίδας, όπως η παρακολούθηση της διανομής προϊόντων. στην αγορά. Σε γενικές γραμμές, η χρήση του IoT στοχεύει στην αύξηση της αποτελεσματικότητας, στη μείωση του κόστους και στην εκμετάλλευση των δυνατοτήτων που προσφέρει σε πολλούς άλλους τομείς εκτός από τη γεωργία. Το Internet of Things (IoT) είναι ένα νέο τεχνολογικό μοντέλο που στοχεύει στη δημιουργία αυτόνομων δικτύων από «έξυπνους» κόμβους, με τη βοήθεια των προαναφερθέντων τεχνολογιών για τη δημιουργία αυτοματοποιημένων λειτουργιών.

2.1.1 Ορισμός IoT

Η έννοια IoT μπορεί να εξεταστεί και να γίνει αντιληπτή μέσα από τρεις οπτικές γωνιές προσανατολισμένες στο: α) διαδίκτυο (ενδιάμεσο λογισμικό) β) στα «έξυπνα» αντικείμενα

(αισθητήρες, έξυπνες συσκευές, κ.ά.) και γ) σημασιολογικό (γνώση) (Vashi et al., 2017). Βασικό χαρακτηριστικό πλεονέκτημα της IoT τεχνολογίας αποτελεί δυνατότητα επικοινωνίας κάθε αντικειμένου, οποιαδήποτε χρονική στιγμή και από οποιοδήποτε σημείο του κόσμου. Το IoT σήμερα μπορεί να συμβάλει στην λειτουργία πλήθους καταναλωτικών (ανθρώπινων) ή και βιομηχανικών εφαρμογών. Το IoT έχει πολλούς ορισμούς που πηγάζουν από τους παραπάνω (α-γ) προσανατολισμούς.

Οι κύριοι ορισμοί είναι οι εξής:

- Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων) είναι μια συλλογή από "πράγματα" που είναι ενσωματωμένα σε οντότητες όπως: ηλεκτρονικές συσκευές, λογισμικό, αισθητήρες και ενεργοποιητές για τη συλλογή και ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ τους χρησιμοποιώντας το Διαδίκτυο. Οι συσκευές IoT είναι εξοπλισμένες με αισθητήρες και επεξεργαστική τους ισχύ επιτρέπει την ανάπτυξη σε πολλά περιβάλλοντα (Yang, et al., 2017).
-



Εικόνα 2-1:Ορισμός IoT. (Πηγή: (Vashi et al., 2017)).

- Το IoT είναι ένα νέο πρότυπο που αποτελείται από «πράγματα» τα οποία έχουν μοναδική ταυτότητα και διεύθυνση, ικανά να αναγνωριστούν μοναδικά, και να χρησιμοποιήσουν τα δυναμικά παγκόσμια δίκτυα επικοινωνίας. (ITU International Telecommunication Union, 2005)

- Ο Suresh θεωρεί ότι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι μια τεχνολογία που μπορεί να συνοψιστεί ως διασύνδεση μεταξύ ανθρώπων, «αντικειμένων» και υπολογιστών (Suresh et al., 2014).
- Το IoT είναι ένα δίκτυο αντικειμένων που παρέχει σύνδεση στο Διαδίκτυο και αντίστοιχες υπηρεσίες Διαδικτύου και επικοινωνία με άλλα αντικείμενα στο περιβάλλον (Zhao et al., 2010).

Το «πράγμα ή αντικείμενο», είναι αποτελεί βασικό συστατικό στοιχείο της αρχιτεκτονικής IoT (Zhao, 2010; Gardaševič, 2017). . Τα "πράγματα" είναι φυσικές ή λογικές οντότητες ή συσκευές που μετασχηματίζονται για να γίνουν λειτουργικά μέρη στη νέα τεχνολογία και να αποτελούν μέρος ενός τέτοιου δικτύου, για παράδειγμα με την προσθήκη ενός μικροϋπολογιστή. Οι περισσότερες έρευνες τώρα επικεντρώνονται στην ανάπτυξη της «ευφυΐας» συσκευών για τη βελτίωση της διαλειτουργικότητάς τους και συνεπώς των υπηρεσιών που παρέχουν (Ashton, 2014; Mionardi et al., 2012). Θεωρητικά, οποιοδήποτε φυσικό αντικείμενο, περιέχει κάποιο είδος υπολογιστή, μπορεί να είναι μέρος ενός δικτύου. Ένας άλλος ορισμός του "πράγματος" είναι: το "πράγμα" περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα αντικειμένων, ακόμη και ανθρώπων· μπορεί να είναι οτιδήποτε, αλλά κάθε "πράγμα" πρέπει να έχει τουλάχιστον ένα μοναδικό αναγνωριστικό για να αναγνωρίζεται και να επικοινωνεί με άλλα πράγματα (IETF, 2010).

Θα μπορούμε να πούμε, ο κύριος ρόλος του IoT είναι η διασύνδεση ανεξάρτητων συσκευών και άλλων αντικειμένων (Ashton, 2014; Mionardi et al., 2012) - συνήθως ετερογενή αντικείμενα - υπολογιστές, φυσικές οντότητες (π.χ., χρήστες) και οντότητες λογισμικού, και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους. Ο σκοπός είναι η αυτοματοποίηση εργασιών, η βελτίωση των δυνατοτήτων ή η χρήση νέων λειτουργιών για την εκτέλεση διαφόρων λειτουργιών. Μία από τις λειτουργίες της χρήσης του IoT είναι η βελτίωση του αγροτικού τομέα με διάφορους τρόπους, όπως φαίνεται στη βιβλιογραφία. Μια συστηματική προσπάθεια βελτίωσης και βελτιστοποίησης διαφόρων λειτουργιών που προηγουμένως γίνονταν χειροκίνητα και χειροκίνητα μέσω διαφόρων εφαρμογών που στοχεύουν κυρίως στον αυτοματισμό – αλλά όχι μόνο – (Εμμανουηλίδης, 2019).

2.1.2 Βασική αρχιτεκτονική

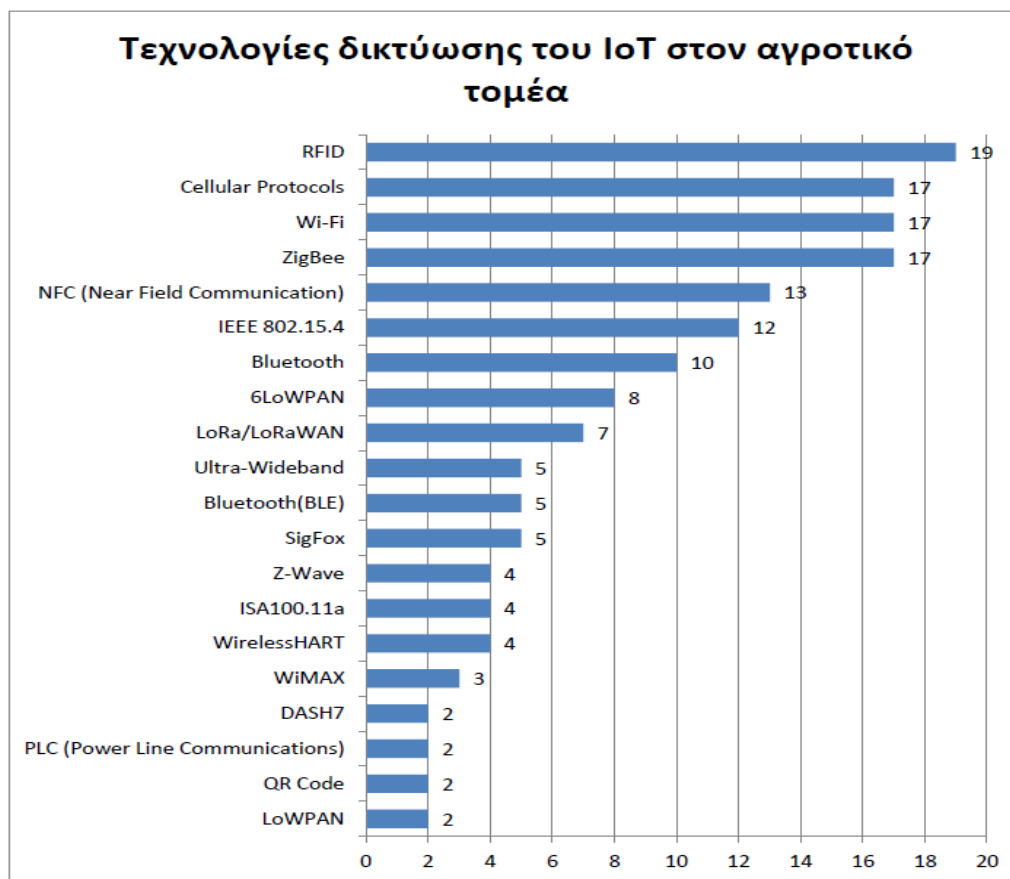
Η αρχιτεκτονική του IoT περιγράφεται από ένα πολυεπίπεδο μοντέλο, όπου κάθε επίπεδο αντιπροσωπεύει ιδανικά ένα σύνολο εννοιών και συστημάτων, καθώς και συγκεκριμένους στόχους και λειτουργίες. Τα κοινά αρχιτεκτονικά πρότυπα περιλαμβάνουν το επίπεδο συσκευών, δικτύου και εφαρμογών, συνοδευόμενα από τα επίπεδα διαχείρισης και ασφάλειας.

Επίπεδο συσκευών: Αυτό το επίπεδο περιλαμβάνει το φυσικό μέρος της αρχιτεκτονικής που χρησιμοποιείται για τη συλλογή δεδομένων: το υλικό και το λογισμικό που απαιτούνται για την υποστήριξη της απαιτούμενης διαδικασίας συλλογής δεδομένων. Επιπλέον, περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες διεπαφής μεταξύ του μοντέλου και του περιβάλλοντος. Για παράδειγμα, ο γεωργικός τομέας περιλαμβάνει δεδομένα από συσκευές εξοπλισμένες με αισθητήρες, περιβαλλοντικούς δείκτες ή αισθητήρες ζώων που συλλέγουν δεδομένα από την καλλιεργούμενη γη ή τον κτηνοτροφικό τομέα αντίστοιχα. Όπως ήταν αναμενόμενο, αυτό το επίπεδο χαρακτηρίζεται από την πληθώρα των πιθανών συσκευών, την ετερογένεια αλλά και την ικανότητα διασύνδεσης μεταξύ τους ή με το δίκτυο. Επίσης, χαρακτηριστικό είναι η αυτονομία των συσκευών και η δυνατότητα αλληλεπίδρασης με σκοπό τη συλλογή και μετάδοση δεδομένων.

- Επίπεδο Δικτύου: Ο ρόλος αυτού του είναι η διασύνδεση και η μεταφορά δεδομένων μεταξύ του επιπέδου συσκευών και εφαρμογής. Περιλαμβάνει τα πρωτόκολλα επικοινωνίας αλλά και τις τεχνολογίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επικοινωνία μεταξύ των συσκευών (π.χ. αισθητήρες, κόμβους μεταφοράς ή επεξεργασίας δεδομένων καθώς και άλλων απομακρυσμένων μερών). Να σημειωθεί ότι επιπλέον περιλαμβάνει και την επικοινωνία με άλλα μέρη όπως το cloud.
- Επίπεδο εφαρμογής: Περιλαμβάνει τις εφαρμογές και τις υπηρεσίες που παρέχονται από το IoT μοντέλο, στα επιμέρους τμήματά του ή στους χρήστες. Συνήθως περιλαμβάνει ξεχωριστά ή ανεξάρτητα μέρη, όπως το cloud ή web servers και databases για την υποστήριξη των IoT εφαρμογών.

2.1.3 Συνδεσιμότητα

Το κύριο χαρακτηριστικό του IoT είναι η δυνατότητας σύνδεσης με το διαδίκτυο και η μετάδοση δεδομένων. Η ορθότητα, αποτελεσματικότητα και αξιοπιστία των εφαρμογών αλλά και όλου του συστήματος εξαρτάται από τον τρόπο δικτύωσης των κόμβων και επομένως απαιτεί προσοχή κατά τη σχεδίαση του όλου συστήματος. Οι λύσεις που έχουν προταθεί περιλαμβάνουν μια πληθώρα προτύπων όπως Wi-fi, RFID, Zigbee, Bluetooth, NFC, GSM με GPRS, WSN, κ.ά. με βασικό σκοπό τη βέλτιστη λειτουργία σχετικά με την ακεραιότητα των δεδομένων, την ταχύτητα μετάδοσης, την οικονομία των πόρων και της ενέργειας σε κάθε περιβάλλον, όπου το σύστημα αναπτύσσεται και λειτουργεί.



Εικόνα 1: Τεχνολογίες δικτύωσης IoT που χρησιμοποιούνται στον αγροτικό τομέα.(Πηγή: Εμμανουηλίδης, 2019)

Στον αγροτικό τομέα, οι συσκευές που χρησιμοποιούνται, συχνά δεν στην υποδομή του δικτύου, είναι κατά βάση φορητές και τροφοδοτούνται από αυτόνομες πηγές ενέργειας. Επιπλέον, η ίδια η συσκευή δεν έχει επαρκή αποθηκευτικό χώρο ή χωρητικότητα για να χειριστεί τη διαδικασία επεξεργασίας των συλλεγόμενων δεδομένων λόγω κόστους, φορητότητας και αυτονομίας. Επομένως, η επιλογή του σωστού πρωτοκόλλου επικοινωνίας συσκευής είναι σημαντικό μέρος της επικοινωνίας μεταξύ των κόμβων και της επικοινωνίας με το ευρύτερο δίκτυο ή το cloud κάθε συστήματος (που μπορεί να διαθέτει συσκευές για την επεξεργασία δεδομένων). Η επιλογή του πρωτοκόλλου επικοινωνίας έχει σημαντικό αντίκτυπο στις ενεργειακές απαιτήσεις της συσκευής, ανάλογα με τις ενεργειακές απαιτήσεις που επιβάλλονται και τις ανάγκες επικοινωνίας σε ταχύτητα μετάδοσης, αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα,

2.1.4 Συσκευές, Λογισμικό και Υπηρεσίες

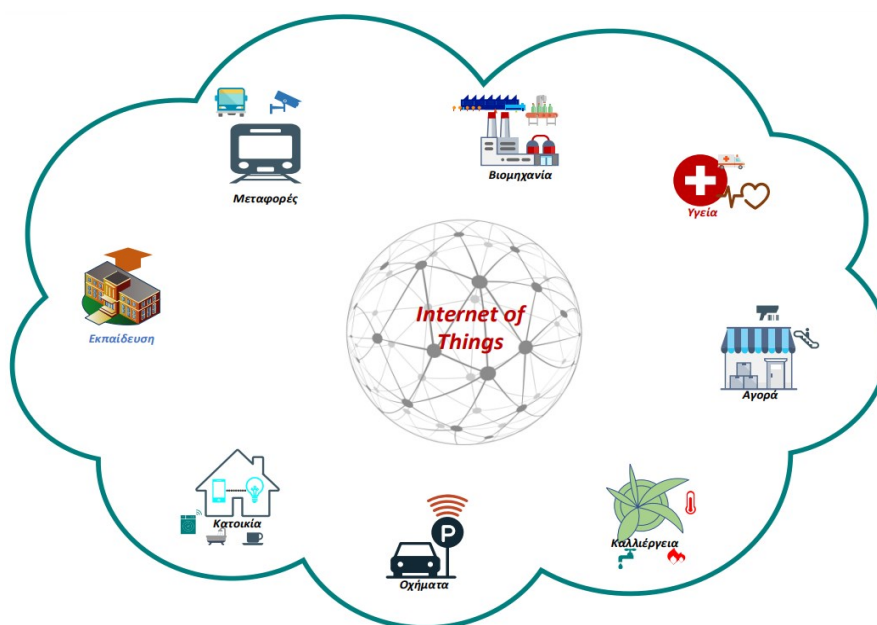
Το σύστημα IoT αποτελείται από ένα σύνολο υλικού (συσκευών) και λογισμικού για να παρέχει μια σειρά από υπηρεσίες. Η επιλογή των συσκευών και του λογισμικού, καθώς και ο τρόπος υλοποίησης και κατασκευής ενός συστήματος είναι συνάρτηση του σκοπού για τον οποίο υλοποιείται, τη φορητότητα, την αυτονομία, την επάρκεια σε αποθηκευτικό χώρο ή επεξεργαστική ισχύ και το κόστος. Στόχος είναι το τελικό σύστημα να είναι σε θέση να διεκπεραιώσει τις διεργασίες για την επεξεργασία των δεδομένων που συλλέγουν.

Ένα σύστημα IoT, συνήθως υλοποιείται από δικτυωμένους αισθητήρες (WSN) ή άλλους κόμβους που εκτελούν πρόσθετες λειτουργίες δικτύωσης στο βασικό επίπεδο της αρχιτεκτονικής. Οι συσκευές αυτές μπορούν να προγραμματιστούν, να λειτουργήσουν με κανόνες ή να επιτελούν εξιδεικευμένες λειτουργίες. Επικοινωνούν άμεσα με το δίκτυο ή με τη βοήθεια διαμεσολαβητή και μπορεί να είναι φυσικά αντικείμενα (άνθρωποι, κτίρια, αυτοκίνητα, κλπ.), αισθητήρες ή άλλο που ταυτοποιούνται μοναδικά και διαθέτουν λογική διεύθυνση (IP διεύθυνση) όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1-2. Στο σύνολό τους αυτά τα χαρακτηριστικά τους προσδίδουν ευφυΐα. Παραδείγματα τέτοιων αντικειμένων περιλαμβάνουν θερμοστάτες και

συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου HVAC (θέρμανση, εξαερισμός και κλιματισμός) που βρίσκονται σε έξυπνα σπίτια.

Το λογισμικό που χρησιμοποιείται στο υλικό του συστήματος παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στη σχεδιάσή του. Λόγω των περιορισμών του σχεδιασμού συστημάτων IoT, είναι απαραίτητο - εκτός από την προσεκτική επιλογή συσκευών δικτύωσης και πολυμέσων - να επιλεγούν εξίσου αποτελεσματικά προγράμματα ή λογισμικό, προκειμένου να αξιοποιούνται πλήρως και αποτελεσματικά οι δυνατότητες υπολογισμού και επικοινωνίας.

2.1.5 Εφαρμογές IoT



Εικόνα 2-2:Συσκευές -αντικείμενα του Internet of Things.

Ο αριθμός φυσικών αντικειμένων που είναι συνδεδεμένα με το διαδίκτυο, αυξάνεται με πρωτοφανείς ταχύτητες εισάγει πλήθος εφαρμογών που βασίζονται στο IoT. Υπάρχουν πολλές περιοχές και περιβάλλοντα όπου το IoT βρίσκει εφαρμογή και διευκολύνει την καθημερινότητα του ανθρώπου., και συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητα ζωής του. Πλήθος από εφαρμογές εμφανίζονται καθημερινά και περιλαμβάνουν τη μεταφορά, τον ιατρικό και βιομηχανικό αυτοματισμό, την αντιμετώπιση έκτακτης ανάγκης σε φυσικές ή/και ανθρωπογενείς

καταστροφές και βοηθούν στη λήψη αποφάσεων από τον άνθρωπο σε κρίσιμες καταστάσεις. Με το IoT, τα φυσικά αντικείμενα αποκτούν αισθήσεις: ακούν, βλέπουν, σκέφτονται, εκτελούν, μοιράζονται πληροφορίες και συντονίζουν αποφάσεις, εκτελούν διάφορες εργασίες που έχουν «επικοινωνήσει» με τους χειριστές τους και καθίστανται πιο έξυπνα από ότι στο παρελθόν.

Μελλοντικά, το IoT θεωρείται ότι θα έχει ουσιαστικό ρόλο και στις επιχειρηματικές δραστηριότητες, ενώ αναμένεται να συμβάλει στη βελτίωση των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων, στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής και την ανάπτυξη της τοπικής ή παγκόσμιας οικονομίας. Όμως, η τεράστια ποσότητα δεδομένων που δημιουργούνται ή συλλέγονται από τις IoT συσκευές έχει ανάγκη διαχείρισης, ταχείας πρόσβασης και επεξεργασίας, μετάδοσης και αποθήκευσης.

Εφαρμογές του IoT συναντώνται και στον τομέα της γεωργίας και της κτηνοτροφίας προσφέροντας στον αγρότη νέες δυνατότητες και νέα δεδομένα στον τρόπο εκτροφής των ζώων ή διαχείρισης καλλιέργειας που μπορούν να βοηθήσουν στην αύξηση της παραγωγικής τους ικανότητας. Το IoT ήδη χρησιμοποιείται στη συστηματική παρακολούθηση της διατροφής των ζώων και των επιδόσεων με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας και την αύξηση της παραγωγή τους. Για τη διαχείριση των καλλιεργειών, είναι ένα χρήσιμο εργαλείο ιδιαίτερα σε περιπτώσεις δυσμενών καιρικών συνθηκών, σφαλμάτων κατά την σπορά, εμφάνισης ασθενειών, παρακολούθησης άρδευσης και λίπανσης, ανάλυση καλλιεργητικών δεδομένων και πολλά άλλα ακόμη. Άλλες εφαρμογές IoT που σχετίζονται με αγροτικό τομέα αφορούν τους μετεωρολογικούς σταθμούς που εγκαθίστανται στους αγρούς, συστήματα αισθητήρων, διαχείριση μηχανημάτων, παρακολούθηση κοπαδιών, η διαχείριση αποθήκης προϊόντων, και πολλά άλλα.

2.2 Cloud

Ο ρόλος του διαδικτύου είναι να παρέχει υπηρεσίες δικτύωσης στους χρήστες ή και υποστήριξη εφαρμογών που αναπτύσσονται ταχύτατα στο σημερινό κόσμο. Η τεχνολογία υπολογιστικού νέφους (Cloud Computing) παρέχει υπηρεσίες και δυνατότητες στους χρήστες που προσφεύγουν σε αυτό. Το cloud computing είναι ένας όρος που περιγράφει ένα μοντέλο

λειτουργίας και παροχής υπηρεσιών που τρέχει σε κατανεμημένο περιβάλλον δίκτυο και προσβάσιμο με τη βοήθεια κοινών διαδικτυακών πρωτοκόλλων και προτύπων δικτύωσης. Οι υπηρεσίες διατίθενται από εταιρείες παρόχους που έχουν εξασφαλίσει και διαθέτουν στους πελάτες τους αποθηκευτικούς, υπολογιστικούς και δικτυακούς πόρους απομακρυσμένα, από οποιαδήποτε σημείο του κόσμου για οποιαδήποτε υπηρεσία. (Mavromoustakis 2017).

Το cloud χρησιμοποιείται από τους προγραμματιστές για να αναπτύξουν τις εφαρμογές τους, από τους χρήστες για να εκτελούν τις εφαρμογές τους και να αξιοποιούν τους πόρους του (server, αποθήκευση, υπολογιστική ισχύς), από τις επιχειρήσεις για τη φιλοξενία των εμπορικών εφαρμογών τους, τη φιλοξενία και τη διάθεση των δεδομένων τους. Στη σημερινή εποχή, η επιλογή του cloud αποτελεί μονόδρομο για την ανάπτυξη ή επέκταση επιχειρηματικής δραστηριότητας και πρόκειται για μια επιλογή που έγινε ευρέως αποδεκτή από την αγορά.

Υπολογιστικό νέφος ορίζεται ως *«ένα μοντέλο που επιτρέπει την από οπουδήποτε, πρακτική, κατ' απαίτηση δικτυακή πρόσβαση σε ένα κοινόχρηστο χώρο διαμορφώσιμων υπολογιστικών πόρων (π.χ. δίκτυα, διακομιστές, αποθήκευση, εφαρμογές και υπηρεσίες) που μπορούν να παρέχονται και να αποδεσμεύονται γρήγορα και ευέλικτα»* (Mell and Grance, 2011). Η πρόσβαση στο cloud γίνεται απομακρυσμένα μέσω του διαδικτύου. Το cloud διαθέτει υποδομές υλικού και εξοπλισμού, και το διαθέτει στους πελάτες του έναντι αμοιβής. Οι πελάτες-χρήστες (ιδιώτες, οργανισμοί, εταιρείες) του cloud, δεν χρειάζεται να διαχειρίζονται προσωπικά τη δική τους υποδομή, αλλά μισθώνουν μέρος της υποδομής που καλύπτει τις ανάγκες τους και είναι ευθύνη τρίτων (π.χ., πάροχος) που έχουν πρόσβαση στους πόρους του κέντρου δεδομένων μέσω του Διαδικτύου. Στο πλαίσιο αυτού του μοντέλου, ο πάροχος υπηρεσιών cloud είναι υπεύθυνος για τη συντήρηση, τις ενημερώσεις και την τήρηση των συμφωνιών επιπέδου υπηρεσιών (SLA) για τα τμήματα της στοίβας υποδομών που βρίσκονται υπό τον άμεσο έλεγχό του.

Το υπολογιστικό μοντέλο cloud αποτελείται από πέντε βασικά χαρακτηριστικά, τρία μοντέλα υπηρεσιών και τέσσερα μοντέλα ανάπτυξης (Mell and Grance, 2011):

Βασικά χαρακτηριστικά:

Εξυπηρέτηση κατά απαίτηση. Ένας καταναλωτής μπορεί να λαμβάνει υπολογιστικές δυνατότητες μονομερώς, όπως χρόνο σε διακομιστή και αποθηκευτικό χώρο, όταν χρειαστεί χωρίς να απαιτείται ανθρώπινη αλληλεπίδραση.

Πρόσβαση στο δίκτυο. Οι πόροι και οι υπηρεσίες είναι διαθέσιμοι μέσω του δικτύου και η πρόσβαση σε αυτές γίνεται μέσω τυποποιημένων μηχανισμούς που επιτρέπουν τη χρήση ετερογενών πλατφορμών και διαφορετικών τελικών συσκευών (π.χ. κινητά τηλέφωνα, ταμπλέτες, φορητοί υπολογιστές και σταθμοί εργασίας).

Συγκέντρωση πόρων. Το σύστημα cloud διαθέτει (συσσωρεύει) υπολογιστικούς πόρους για την εξυπηρέτηση πολλαπλών καταναλωτών. χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο πολλαπλών μισθωτών, με διαφορετικούς φυσικούς και εικονικούς πόρους που δυναμικά εκχωρούνται και ανακατανέμονται ανάλογα με τη ζήτηση των καταναλωτών. Οι πόροι αυτοί είναι αποθήκευση, επεξεργασία, μνήμη και εύρος ζώνης δικτύου. Ο πελάτης γενικά δεν έχει έλεγχο ή γνώση της ακριβούς θέσης των παρεχόμενων πόρων, αλλά μπορεί να είναι σε θέση να καθορίσει τη θέση σε υψηλότερο επίπεδο αφαίρεσης (π.χ. χώρα, πολιτεία ή κέντρο δεδομένων).

Ελαστικότητα. Οι υπηρεσίες μπορούν να παρέχονται και να αποδεσμεύονται ελαστικά και αυτόματα, με δυνατότητα κλιμάκωσης ανάλογα με την ζήτηση και με τον πελάτη να έχει την αίσθηση της άπειρης διαθεσιμότητας πόρων, σε οποιαδήποτε ποσότητα και σε οποιαδήποτε στιγμή τους χρειασθεί.

Μετρούμενη υπηρεσία. Το cloud αυτοματοποιεί τις λειτουργίες ελέγχου και βελτιστοποίησης της χρήσης αξιοποιώντας δυνατότητα μέτρησης σε αφαιρετικό επίπεδο, ανάλογα με τον τύπο της υπηρεσίας (π.χ., αποθήκευση, επεξεργασία, εύρος ζώνης και λογαριασμοί ενεργών χρηστών). Η χρήση των πόρων μπορεί να παρακολουθείται, ελέγχεται και αναφέρεται, για λόγους διαφάνειας που αφορούν τους εμπλεκόμενους (πάροχο και καταναλωτή).

2.2.1 Μοντέλα Υπηρεσιών

Το υπολογιστικό νέφος προσφέρει τα ακόλουθα μοντέλα υπηρεσιών:

- Το λογισμικό ως υπηρεσία (Software as a Service-SaaS).
- Η πλατφόρμα ως υπηρεσία (Platform as a Service -PaaS)
- Η υποδομή ως υπηρεσία (Infrastructure as a Service - IaaS),

Στη συνέχεια γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση του κάθε μοντέλου.

Λογισμικό ως υπηρεσία: Το μοντέλο αυτό παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν το που αδειοδοτείται και διανέμεται από το cloud. ομής λογισμικού. Οι πελάτες (οργανισμοί, επιχειρήσεις, άτομα, κλπ.) έχουν πρόσβαση σε αυτό από οποιαδήποτε συσκευή που διαθέτει την κατάλληλη διεπαφή πελάτη, όπως για παράδειγμα έναν πλοηγητή δικτύου για να έχει πρόσβαση στην υπηρεσία web-mail, ή μια προγραμματιστική διεπαφή. Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι οι πελάτες δεν έχουν τη δυνατότητα διαχείρισης της υφιστάμενης υποδομής (δίκτυο, αποθήκευση, λειτουργικό σύστημα) και ενδεχομένως αυτό να αποτελεί περιορισμό για αυτούς. Το SaaS βρίσκεται ευρεία εφαρμογή στις επιχειρηματικές εφαρμογές και κυρίως σε εφαρμογές που αφορούν τον αυτοματισμό γραφείου, τη μισθοδοσία του προσωπικού, τη διαχείριση/αποθήκευση δεδομένων (database), οικονομική διαχείριση, διαχείριση επιχειρησιακών πόρων, διαχείριση πελατειακών σχέσεων, διαχείριση ανθρώπινων πόρων, κτλ. Η ενσωμάτωση της υπηρεσίας στις εμπορικές πρακτικές αποτελεί στρατηγική επιλογή, καθώς επιτυγχάνει να μειώσει ή και να απαλείψει τόσο το λειτουργικό κόστος όσο και το κόστος συντήρησης του ιδιόκτητου εξοπλισμού της επιχείρησης.

Πλατφόρμα ως υπηρεσία: Οι πάροχοι της υπηρεσίας PaaS, παρέχουν στον πελάτη την υποδομή που απαιτείται για να λειτουργήσει ως υπολογιστική πλατφόρμα. Μια τέτοια υποδομή συμπεριλαμβάνει το λειτουργικό σύστημα, γλώσσες προγραμματισμού, περιβάλλον εκτέλεσης βιβλιοθήκες, εργαλεία, λογισμικό για ανάπτυξη βάσεων

δεδομένων και web-server, κ.ά. Οι πελάτες δεν διαχειρίζονται την υποδομή, έχουν όμως τον έλεγχο στις εφαρμογές που αναπτύσσουν και διαθέτουν και στην παραμετροποίηση του περιβάλλοντος φιλοξενίας των εφαρμογών. Οι λύσεις αυτές δεν επιτρέπουν στους χρήστες της υπηρεσίας να αναπτύξουν και να διαθέτουν τις εφαρμογές τους χωρίς κόστος για το υλικό και λογισμικό που θα χρησιμοποιήσουν. Παραδείγματα παροχής πλατφόρμας ως υπηρεσία αποτελούν το Microsoft Azure, το Web Amazon (AWS και το Google App Engine. Οι πάροχοι αυτοί επιτρέπουν την αυτόματη κλιμάκωση των διατιθέμενων υπολογιστικών ή αποθηκευτικών πόρων για την κάλυψη των απαιτήσεων των εφαρμογών.

Υποδομή ως υπηρεσία: Το μοντέλο παροχής υποδομής ως υπηρεσία παρέχει ένα σύνολο υπολογιστικών πόρων (υπολογισμού, δικτύωσης, αποθήκευσης, κ.ά.) στους πελάτες. Στους πόρους αυτούς συμπεριλαμβάνονται το τείχος προστασίας, εξισορροπητές φορτίου και τα εικονικά δίκτυα. Οι πελάτες χρησιμοποιώντας την υποδομή μπορούν να αναπτύσσουν και να λειτουργούν το λογισμικό τους, λειτουργικά συστήματα και εφαρμογές. Σε αυτό το μοντέλο, ο χρήστης έχει όχι της υποδομής, αλλά των λειτουργικών συστημάτων, της αποθήκευσης και των εφαρμογών που αναπτύσσει. Η πρόσβαση στην υπηρεσία μέσω του διαδικτύου ή με τη χρήση ιδιωτικών εικονικών δικτύων και η χρέωση είναι συνάρτηση του ποσοστού χρήσης ή κατανάλωσης των πόρων.

2.2.2 Μοντέλα ανάπτυξης:

Ιδιωτικό cloud: Η υποδομή cloud παρέχεται για αποκλειστική χρήση από έναν μόνο οργανισμό. Μπορεί να ανήκει, να διαχειρίζεται και να λειτουργείται είτε από τον οργανισμό είτε από τρίτο μέρος ή από συνδυασμό τους, και μπορεί να υπάρχει εντός ή εκτός εγκαταστάσεων του οργανισμού.

Κοινοτικό cloud. Η υποδομή cloud παρέχεται για αποκλειστική χρήση από συγκεκριμένη ομάδα καταναλωτών από οργανισμούς που έχουν κοινές δραστηριότητες. Μπορεί να είναι ιδιόκτητο, να διαχειρίζεται και να λειτουργείται από έναν ή περισσότερους από τους οργανισμούς της κοινότητας, ένα τρίτο μέρος, ή κάποιο συνδυασμό τους.

Δημόσιο cloud. Η υποδομή cloud παρέχεται για ανοικτή χρήση στο κοινό. Μπορεί να ανήκει, να διαχειρίζεται και να λειτουργεί από έναν επιχειρηματικό, ακαδημαϊκό ή κυβερνητικό οργανισμό, ή κάποιο συνδυασμό τους. Φιλοξενείται στις εγκαταστάσεις του παρόχου του νέφους.

Υβριδικό νέφος. Η υποδομή cloud είναι ένας συνδυασμός δύο ή περισσότερων διακριτών υποδομών cloud, ιδιωτικών, κοινοτικών ή δημόσιων που παραμένουν μοναδικές οντότητες, αλλά συνδέονται μεταξύ τους με τυποποιημένη ή ιδιόκτητη τεχνολογία και επιτρέπει τη τα φορητότητα των δεδομένων και των εφαρμογών.

2.2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του cloud computing

Το Cloud computing άλλαξε δραστικά το παραδοσιακό μοντέλο συλλογής , αποθήκευσης και επεξεργασίας δεδομένων. Οι δυνατότητες του και τα πλεονεκτήματά του προσέλκυσαν το ενδιαφέρον των επιχειρήσεων και των οργανισμών για διάφορους λόγους όπως:

Κόστος : Το Cloud computing μειώνει το κεφαλαιακό κόστος για αγορά υλικού - λογισμικού και την ανάπτυξη και λειτουργία κέντρων διαχείρισης δεδομένων.

Ταχύτητα: Οι πιο πολλές υπηρεσίες cloud computing παρέχονται αυτοματοποιημένα μετά από αίτημα κατ' απαίτηση, και διατίθεται άμεσα προς χρήση.

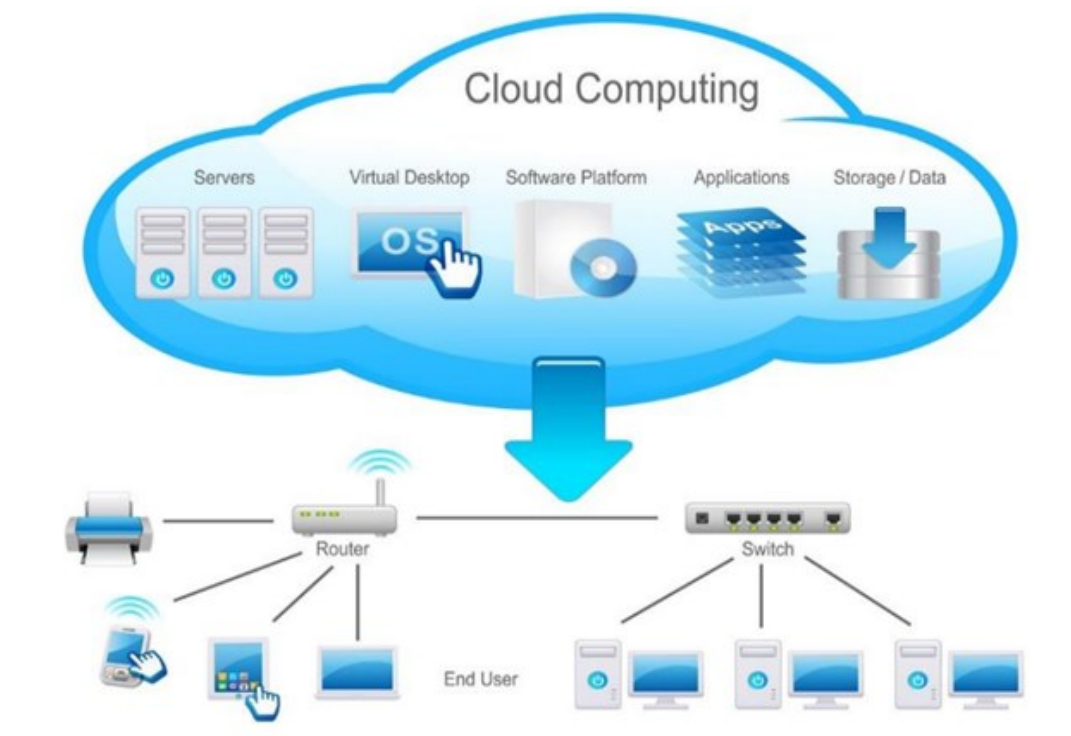
Παραγωγικότητα: Τα παραδοσιακά κέντρα δεδομένων (μηχανογράφηση και έλεγχος δεδομένων) προϋποθέτουν σειρά ρυθμίσεων, παραμετροποιήσεων, συντήρησης, εγκατάστασης λογισμικού, επιδιορθώσεων και άλλες χρονοβόρες εργασίες διαχείρισης της πληροφορικής με μεγάλο κόστος. Στο Cloud computing δεν υπάρχει ανάγκη για τέτοιου είδους ενέργειες.

Αξιοπιστία: Το Cloud computing είναι μια εύκολη, ευέλικτη και με χαμηλότερο κόστος τακτική για τη δημιουργία και διατήρηση αντιγράφων ασφαλείας των

σημαντικών δεδομένων, χρήσιμα σε περιπτώσεις καταστροφών για αποκατάσταση αλλά και για την ομαλότερη λειτουργία ενός οργανισμού (Giannakis et al., 2019).

Στα μειονεκτήματα του cloud computing συγκαταλέγονται τα:

- **Ασφάλεια δεδομένων.** Τα δεδομένα που αποθηκεύονται στο cloud (δεδομένα εταιρειών, χρηστών) αν και δεν είναι διαθέσιμα στο ευρύ κοινό (π.χ., απόρρητα δεδομένα) κινδυνεύουν να υποκλαπούν. Βέβαια, τόσο οι εταιρείες όσο και οι πάροχοι ενεργούν στα ζητήματα ασφάλειας και επενδύουν συστήματα προστασίας για να παρέχουν εγγυήσεις για τυχόν επιθέσεις από κακόβουλους χρήστες ή για τη προστασία των ευαίσθητων δεδομένων των χρηστών (Giannakis et al., 2019). Επίσης, οι υπηρεσίες cloud computing μπορεί να χρησιμοποιηθούν για εκμετάλλευση από τους χάκερς δημιουργώντας προβλήματα στην εφαρμογή των νόμων. Για παράδειγμα, η αποθήκευση αρχείων ενοχοποιητικού περιεχομένου στο περιβάλλον cloud computing, δυσχεραίνει τους ελεγκτικούς μηχανισμούς και την επιβολή του νόμου καθώς αδυνατούν να έχουν πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα. Που μπορεί να έχουν αποθηκευτεί σε οποιαδήποτε χώρα που φιλοξενεί τους κεντρικούς υπολογιστές των εταιρειών Cloud Computing (Mavromoustakis 2017).
- **Πιθανό περιττό κόστος** Πολλές φορές οι επιχειρήσεις καλούνται να πληρώσουν στον πάροχο υπηρεσιών για υπηρεσίες που δεν χρησιμοποιούν. Για παράδειγμα, η υπηρεσία αποθήκευσης δεδομένων S3, που διατίθεται από την Amazon, τιμολογείται με βάση την ικανότητα για α) την αντοχή, β) την διαθεσιμότητα και γ) την πρόσβαση. Όμως, πολλές εφαρμογές δεν αιτούνται και τις τρεις αυτές επιλογές και αναγκάζονται να πληρώνουν περισσότερο για δυνατότητες που δεν τους είναι αναγκαίες. Για παράδειγμα η απαίτηση μιας επιχείρησης για αποθηκευτικό χώρο για τεράστιο όγκο δεδομένων (υψηλή αντοχή) δεν σημαίνει ότι θα απαιτεί και υψηλή διαθεσιμότητα ή άμεση και ταχύτατη πρόσβαση. Ωστόσο, καλείται να πληρώσει και για τις τρεις αυτές παροχές (Palankar, 2008).



Εικόνα 1-2 Δομή Cloud Computing

- **Ασύμφορο για τις μεγάλες επιχειρήσεις** Γενικά, οι μικρές επιχειρήσεις έχουν την ανάγκη προσφυγής σε υπηρεσίες cloud, καθώς με τον τρόπο αυτό αποφεύγουν την επένδυση για ιδιωτικά κέντρα δεδομένων και το κόστος που συνεπάγεται αυτή η επένδυση σε υλικό και λογισμικό. Για το λόγο αυτό παρατηρείται ότι οι επιχειρήσεις μικρής και μεσαίας κλίμακας προτιμούν τη χρήση των υπηρεσιών cloud computing. Αντίθετα, για τις μεγάλες επιχειρήσεις αυτή η πρακτική είναι μάλλον ασύμφορη.

2.2.4 Πλατφόρμες

2.2.4.1 Amazon Web Services

Το Amazon Web Services (AWS) είναι θυγατρική της Amazon (κορυφαίας εταιρείας στο ηλεκτρονικό εμπόριο). Υπό την ομπρέλα του AWS, η Amazon παρέχει πλατφόρμες υπολογιστικού νέφους κατά παραγγελία, όπως αποθήκευση, ανάλυση δεδομένων κ.λπ. Με ένα

επιβλητικό μερίδιο αγοράς 35%, η Amazon προσφέρει τις υπηρεσίες της σε ιδιώτες, εταιρείες και κυβερνήσεις. Οι Υπηρεσίες Ιστού Amazon επιτρέπουν στους συνδρομητές τους να απολαμβάνουν ένα πλήρες εικονικό σύμπλεγμα υπολογιστών, ανά πάσα στιγμή, με βάση τις απαιτήσεις τους. Ολόκληρη η υπηρεσία είναι ενεργοποιημένη μέσω του Διαδικτύου (Anurag 2020).



Μεταξύ όλων των παρόχων υπηρεσιών cloud, η Amazon θεωρείται ως η πιο ισχυρή και ευέλικτη λύση. Η πλατφόρμα εικονικού cloud της AWS συνοδεύεται από τα περισσότερα χαρακτηριστικά ενός πραγματικού υπολογιστή, συμπεριλαμβανομένου του υλικού (CPU) και GPU (ες) για επεξεργασία, σκληρός δίσκος / SSD για αποθήκευση & τοπική / RAM για μνήμη). Ένα λειτουργικό σύστημα για να διαλέξει κάποιος και προεγκατεστημένες εφαρμογές όπως διακομιστές ιστού, βάσεις δεδομένων, CRM κ.λπ.

2.2.4.2 Google Cloud Platform

Η Google προσφέρει τις δημόσιες λύσεις υπολογιστικού νέφους με το όνομα του Google Cloud Platform ή GCP. Προσφέρει υπηρεσίες σε όλους τους μεγάλους τομείς όπως υπολογιστές, δικτύωση, αποθήκευση, μηχανική μάθηση (ML) και το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT). Περιλαμβάνει επίσης εργαλεία διαχείρισης cloud, ασφάλειας και ανάπτυξης. Το Google Cloud Storage είναι μια πολύ δυναμική λύση αποθήκευσης που υποστηρίζει αποθήκευση βάσης δεδομένων τόσο SQL (Cloud SQL) όσο και NoSQL (Cloud Datastore).



Google
Cloud Platform

Το Google Compute Engine (Υποδομή υπηρεσία ή IaaS) παρέχει στους χρήστες εικονικές μηχανές για τη μεταβίβαση του φόρτου εργασίας. Το Google App Engine (Platform as a Service ή PaaS) παρέχει στους προγραμματιστές το πλαίσιο λογισμικού, πρόσβαση και φιλοξενία κατ'απαίτηση της Google και ένα κιτ ανάπτυξης λογισμικού (SDK) για την ανάπτυξη εφαρμογών που εκτελούνται σε μηχανή εφαρμογών. Οι υπηρεσίες αυτές είναι προσβάσιμες από οπουδήποτε μέσω δημόσιου διαδικτύου ή μέσω αποκλειστικών δικτύων.

Το Google Cloud Platform ή το GCP είναι το σπίτι των Kubernetes. Το Kubernetes αναπτύχθηκε από την Google το 2014 ως ανοιχτού κώδικα. Το Google Kubernetes Engine ή το GKE παρέχει στους χρήστες ένα διαχειριζόμενο περιβάλλον για την ανάπτυξη, τη διαχείριση και την κλιμάκωση εφαρμογών με κοντέινερ με τη βοήθεια της υποδομής της Google (Kubernetes - Google Kubernetes Engine (GKE) n.d.).

2.2.4.3 Microsoft Azure

Το Microsoft Azure (πρώην Windows Azure) είναι μια υπηρεσία cloud computing που παρέχεται επί αμοιβής, από τη Microsoft. Τοποθετείται και ενεργοποιείται σε κέντρα δεδομένων ιδιοκτησίας και διαχείρισης της Microsoft, αυτή η υπηρεσία αποδεικνύεται ότι είναι μια αξιόπιστη λύση, ειδικά για τους ευαγγελιστές της Microsoft. Όπως και οι παραπάνω λύσεις, υποστηρίζει την ανάπτυξη, δοκιμή, ανάπτυξη και διαχείριση εφαρμογών και υπηρεσιών. Για την ανάπτυξη ιστού, προσφέρει υποστήριξη για PHP, ASP.net και Node.js.



Το Windows Azure μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ανάπτυξη κώδικα σε υπολογιστικούς πόρους της Microsoft. Ο κώδικας αυτός, διατηρεί πρόσβαση στους τοπικούς πόρους για αποθήκευση (ουρές, πίνακες blobs,). Αν και το SQL Azure δεν είναι ολοκληρωμένη εκδοχή του SQL Server, μπορεί να ενσωματωθεί με τον SQL Server. Τα χαρακτηριστικά σχετικά με την ασφάλεια όπως ο έλεγχος ταυτότητας, η ασφάλεια κ.λπ. υποστηρίζονται χρησιμοποιώντας το Azure AppFabric που επιτρέπει σε εφαρμογές εντός του LAN σας να επικοινωνούν με το Azure cloud. Συνολικά, είναι ένα πλήρες πακέτο που υποστηρίζει την ανάπτυξη, διαχείριση και ασφάλεια των εφαρμογών (Anurag 2017).

2.2.4.4 DigitalOcean

Η DigitalOcean () είναι μια αμερικανική εταιρεία φιλοξενίας cloud που ξεκίνησε τον πρώτο της διακομιστή το 2011. Η μικρή εκκίνηση από τη Νέα Υόρκη της Νέας Υόρκης έχει διανύσει πολύ δρόμο από το 2011 με πελατειακή βάση περισσότερων από μισό εκατομμύριο προγραμματιστών.



Η DigitalOcean έχει ωθήσει την ιδέα της χρήσης ενός Solid State Drive (SSD) για να δημιουργήσει μια πλατφόρμα φιλική για προγραμματιστές που επιτρέπει στους πελάτες της να μεταφέρουν έργα και να αυξάνουν την παραγωγή εύκολα και αποτελεσματικά. Οι εταιρικοί πελάτες της μπορούν να αξιοποιήσουν εύκολα τα οφέλη της κλίμακας εκτελώντας έργα σε πολλές πλατφόρμες χωρίς να ανησυχούν για την απόδοση (DigitalOcean Product Documentation n.d.).

- Αισθητικά ευχάριστο & διαισθητικό περιβάλλον εργασίας χρήστη – Διαχείριση, επεκτάσιμες εφαρμογές ιστού με εφαρμογές με ένα κλικ που επιτρέπουν αυτοματοποίηση και εύκολη ενσωμάτωση με εργαλεία τρίτων.
- Εξαιρετική απόδοση - Ένας από τους πρώτους παρόχους εικονικών μηχανών που βασίζονται σε SSD.
- Εκτεταμένη τεκμηρίωση - Η τεκμηρίωση καλύπτει κάθε πτυχή που μπορεί να εμποδίσει έναν προγραμματιστή να δημιουργήσει μια στοίβα LAMP έως την ανάπτυξη συμπλεγμάτων Kubernetes.
- Τιμές φιλικές προς την τσέπη - Τα πακέτα DigitalOcean ξεκινούν από 5 \$ το μήνα με επιπλέον επιλογές ωριαίων και μηνιαίων επιλογών πληρωμής.

2.2.4.5 IBM Bluemix

Το IBM Bluemix είναι η λύση cloud computing από την IBM που παρέχεται με τις προσφορές της πλατφόρμας (PaaS) καθώς και της υποδομής ως υπηρεσίας (IaaS). Το Bluemix IaaS δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να αναπτύξουν τις εφαρμογές τους, αφού πρώτα αποκτήσουν πρόσβαση στους εικονικούς πόρους του συστήματος (υπολογιστική ισχύ, αποθήκευση, δικτύωση) κάνοντας χρήση του διαδικτύου. Οι προσφορές της υπηρεσίας IBM μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δημόσια, ιδιωτικά ή υβριδικά μοντέλα, ανάλογα με τις ανάγκες ενός οργανισμού.



Το IBM Bluemix PaaS υποστηρίζεται από μια πλατφόρμα cloud ανοιχτού κώδικα, γνωστό ως Cloud Foundry. Το IBM Bluemix παρέχει υπηρεσίες στους προγραμματιστές για τη δημιουργία, εκτέλεση, διαχείριση και ανάπτυξη επεκτάσιμων εφαρμογών τόσο για δημόσια περιβάλλοντα όσο και για εσωτερικά περιβάλλοντα. Το IBM Bluemix υποστηρίζει διάφορες γλώσσες προγραμματισμού που περιλαμβάνουν Java, Node.js, PHP και Python. Η λύση μπορεί ακόμη και να επεκταθεί για να υποστηρίξει άλλες γλώσσες.

2.2.4.6 Alibaba

Το Alibaba Cloud είναι η πρωτοβουλία cloud του κινεζικού γίγαντα ηλεκτρονικού εμπορίου - Alibaba Group. Οι υπηρεσίες Alibaba κυριαρχούν στην κινεζική αγορά και έχουν ρίζες σε όλο τον κόσμο με έδρα το Hangzhou της Κίνας. Ιδρύθηκε το 2009, μόλις τρία χρόνια μετά την ενσωμάτωση του Amazon Web Services. Όντας στην ίδια επιχείρηση με την Amazon θεωρείται συχνά ο πιο σκληρός ανταγωνιστής της AWS.



Το Alibaba Cloud ξεκίνησε ως ένα ιδιωτικό cloud που προοριζόταν να υποστηρίξει τις εσωτερικές ανάγκες υποδομής του Ομίλου Alibaba, αλλά σύντομα κλιμακώθηκε σε έναν δημόσιο πάροχο λύσεων cloud. Οι υπηρεσίες υπολογιστών Alibaba Cloud καλύπτουν όλες τις κύριες υπηρεσίες cloud όπως ελαστική πληροφορική, φιλοξενία, αποθήκευση αντικειμένων, σχεσιακή βάση δεδομένων (SQL), βάση δεδομένων NoSQL (χρησιμοποιώντας το Table Store), μεγάλη ανάλυση δεδομένων (Hadoop), Machine L.

2.3 Απαιτήσεις σε λογισμικό

Η IoT πλατφόρμα θα υλοποιεί λειτουργίες όπως:

- Συλλογή και καταγραφή της πληροφορίας
- Αποθήκευση των στοιχείων
- Διεκπεραίωση των αιτημάτων
- Μετάδοση της πληροφορίας
- Επεξεργασία της πληροφορίας

Η πλατφόρμα αποτελείται δυο μέρη.

Το πρώτο μέρος αφορά τη συλλογή και καταγραφή δεδομένων. Η συλλογή και καταγραφή των δεδομένων γίνεται σε κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας και της διάθεσης των ακτινιδίων. Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιηθούν κυρίως IoT συσκευές.

Το δεύτερο μέρος γίνεται η αποθήκευση των δεδομένων καθώς και λειτουργίες επί αυτών. Για παράδειγμα αποθήκευση, ταξινόμηση, αναζήτηση, εξαγωγή πληροφορίας, είναι μόνο μερικές από τις λειτουργίες που θα παρέχει στους χρήστες τους συστήματος.

3 Ανασκόπηση σχετικών πλατφορμών

Οι πλατφόρμες IoT είναι σουίτες προγραμμάτων με στοιχεία που βοηθούν στη ρύθμιση και διαχείριση των συνδεδεμένων στο διαδίκτυο συσκευών, τη συλλογή δεδομένων από τις συσκευές, την παρακολούθηση της λειτουργίας τους και την παραγωγή γνώσης από τα συλλεγόμενα δεδομένα, από ένα ενιαίο σύστημα. Οι πλατφόρμες IoT είναι το λογισμικό υποστήριξης που συνδέει τα πάντα σε ένα σύστημα IoT. Μια πλατφόρμα IoT διευκολύνει την επικοινωνία, τη ροή δεδομένων, τη διαχείριση συσκευών και τη λειτουργικότητα των εφαρμογών. Ακολουθώς παρουσιάζονται συνοπτικά δημοφιλείς IoT πλατφόρμες.

3.1 Tilkal

Ενώ η εμβέλεια των αλυσίδων εφοδιασμού γίνονται όλο περισσότερο παγκόσμιες και κατακερματισμένες, δεν υπάρχουν ροές δεδομένων ιχνηλασιμότητας μεταξύ των συμμετεχόντων. Αυτό επιτρέπει μαζική ανάπτυξη πλαστών, γκρίζων αγορών και γενικότερα παράνομων και ανήθικων δραστηριοτήτων. Η Tilkal συνδυάζει ιδιωτικά δίκτυα blockchain και μεγάλα δεδομένα σε μια πλατφόρμα βιομηχανικής ισχύος για να φέρει την ιχνηλασιμότητα και τη διαφάνεια για τις αλυσίδες εφοδιασμού. Η Tilkal επιτρέπει τη συλλογή, τη δομή και την ανάλυση δεδομένων ιχνηλασιμότητας σε αλυσίδες εφοδιασμού και προϊόντων, προκειμένου:

- Να προσφέρει ένα συνολικό έλεγχο στην αλυσίδα εφοδιασμού από άκρο σε άκρο, σε πραγματικό χρόνο.
- Να ανοίξει ένα δίαυλο επικοινωνίας με πελάτες με βάση την εμπιστοσύνη και τη διαφάνεια.
- Να έχει ασφαλείς διεργασίες μεταξύ των επιχειρήσεων, όπως την ανάκτηση προϊόντων.

Η Tilkal χειρίζεται ένα δίκτυο ιχνηλασιμότητας για έναν σημαντικό παγκόσμιο πωλητή λιανικής τροφίμων (Groupe Casino) σε αυγά, μέλι και πουλερικά, και επεκτείνεται σε άλλους κλάδους και έχει διάφορα άλλα έργα στη βιομηχανία τροφίμων και φαρμακευτικών προϊόντων. Σε αυτά συμπεριλαμβάνεται και ένα έργο που επικεντρώνεται στην καταπολέμηση του

παραπονημένου και του παράνομου εμπορίου στην Κίνα για έναν παγκόσμιο κατασκευαστή παιδικών τροφών.

Χαρακτηριστικά:

- Κρυπτογράφηση από άκρο σε άκρο
- Επιτρεπόμενο blockchain
- Πύλη ψηφιακών αναλυτικών στοιχείων
- Διατίθενται σύνδεσμοι δεδομένων και API
- Διαχείριση ψηφιακής αναγνώρισης

3.2 Clarify

Το Clarify είναι μια πλατφόρμα ιχνηλασιμότητας βασισμένη σε blockchain που επιτρέπει εύκολη και αυξημένη διαφάνεια στις αλυσίδες εφοδιασμού και στους καταναλωτές σχετικά με τα προϊόντα τους. Αναπτύσσεται για ένα πιο βιώσιμο εμπορικό οικοσύστημα όπου οι προμηθευτές είναι πιο πιθανό να λάβουν προτιμησιακή μεταχείριση στην αγορά για την παρακολούθηση βιώσιμων πρακτικών, κάτι που αποτελεί μεγάλο κίνητρο για ένα βιώσιμο μέλλον. Η πλατφόρμα ενσωματώνει όλες τις πιο ζωτικές δυνατότητες που πρέπει να προσφέρει μια πλατφόρμα ιχνηλασιμότητας, η οποία περιλαμβάνει:

Εύκολο στη χρήση & Διαισθητικό περιβάλλον εργασίας χρήστη: Σχεδιασμένο για οποιονδήποτε να χρησιμοποιεί ανεξάρτητα από τεχνικό υπόβαθρο, επιτρέποντας στο προσωπικό σας να ανεβάζει εύκολα και γρήγορα βασικά δεδομένα.

Ανώδυνη ολοκλήρωση: Ενσωματώνεται εύκολα και απρόσκοπτα σε υπάρχοντα συστήματα αλυσίδας, χωρίς χρονοβόρα ή δαπανηρά κόστη μεταφοράς.

Ευέλικτη προσαρμογή: Ευέλικτη και εύκολα προσαρμοσμένη σε επιχειρήσεις κάθε τύπου, μεγέθους και πολυπλοκότητας

Αμετάβλητο των μεταφορτωμένων δεδομένων σας: Μόλις κυκλοφορήσει στην αλυσίδα, τα δεδομένα σας θα είναι μόνιμα και αμετάβλητα για να δημιουργήσετε εμπιστοσύνη με τους πελάτες και να υποστηρίξετε την επωνυμία σας για ποιότητα και αριστεία.

Πως λειτουργεί ;

- Τα δεδομένα από πολλαπλές πηγές (έλεγχος ταυτότητας πολλαπλών παραγόντων) συλλέγονται σχετικά με παράγοντες της αλυσίδας εφοδιασμού.
- Οι διακομιστές διευκρίνισης επαληθεύουν τα δεδομένα.
- Εάν τα δεδομένα εγκριθούν, αποθηκεύονται στο blockchain όπου είναι αμετάβλητα.
- Στη συνέχεια, τα δεδομένα μπορούν να προβληθούν από οποιονδήποτε έχει άδεια πρόσβασης σε αυτά.

Μπορεί να έχει κάποιος πρόσβαση στα αποθηκευμένα δεδομένα του προμηθευτή από αγοραστές (οι οποίοι θα πρέπει να έχουν την άδεια των εν λόγω προμηθευτών μέσω της χρήσης έξυπνων συμβάσεων) για να επιβεβαιώσουν εάν τα προϊόντα και τα προϊόντα του προμηθευτή πληρούν τις πολιτικές βιωσιμότητας του αγοραστή.

3.3 TrackMatriX

Το TrackMatriX[®] είναι μια πλατφόρμα παρακολούθησης και παρακολούθησης από άκρο σε άκρο που χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία τροφίμων. Η λύση ιχνηλασιμότητας από άκρο σε άκρο Track MatriX[®] χρησιμοποιεί ιδιόκτητους κωδικούς QR και ετικέτες NFC για παρακολούθηση και παρακολούθηση προϊόντων σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού.

Αυτό που είναι πρακτικό για τις λύσεις Track MatriX[®] είναι το γεγονός ότι διατίθεται σε μια βολική πλατφόρμα SaaS που βοηθά και τα δύο στην προστασία των επωνυμιών από την παραχάραξη και ενισχύει την ικανότητά τους να αλληλεπιδρούν με τους πελάτες τους. Αυτό το κάνει επιτρέποντας τον έλεγχο ταυτότητας προϊόντων και την αφοσίωση των πελατών μέσω κωδικών QR, ετικετών NFC και προσαρμοσμένων σελίδων προορισμού. Οι μάρκες τροφίμων και οι κατασκευαστές μπορούν να αξιοποιήσουν αυτές τις λύσεις για να παρακολουθήσουν τη ροή των προϊόντων σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού τους, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να

αναλάβουν γρήγορες διορθωτικές ενέργειες λόγω της αυτόματης αναφοράς για τυχόν απόπειρες παραποίησης / απομίμησης. Η βελτιωμένη ιχνηλασιμότητα θα αποδειχθεί επίσης πολύ χρήσιμη σε περίπτωση ανάκλησης, καθώς οι εταιρείες διαθέτουν βαθιά στοιχεία σχετικά με τη διανομή προϊόντων στην αλυσίδα εφοδιασμού τους καθώς και τη συμπεριφορά των καταναλωτών.

3.4 RiginO

Το RiginO είναι μία πλατφόρμα ιχνηλασιμότητας τροφίμων από άκρο σε άκρο, επιτρέποντας στους κατασκευαστές και τους παραγωγούς τροφίμων να καταγράφουν τα δεδομένα τους σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού, προκειμένου να δημιουργήσουν επιχειρηματική ανάπτυξη, να αποκτήσουν πρόσβαση σε νέες αγορές, να βελτιώσουν την αντίληψη της μάρκας και να συμμορφωθούν με τους κανονισμούς της αγοράς. Τροφοδοτείται από blockchain που καταγράφει το ταξίδι ενός προϊόντος και καταγράφει όλη τη διαδρομή ενός προϊόντος και καταγράφει τους μετασχηματισμούς του σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού από το αγρόκτημα μέχρι το πιάτο του καταναλωτή. Επιτρέπει ένα διαφανές ταξίδι προϊόντων, αυξάνοντας έτσι την εμπιστοσύνη.

Το RiginO στοχεύει να καλύψει τις απαιτήσεις των μικρών και μεσαίων εταιρειών σε όρους χαμηλού προϋπολογισμού και γρήγορης ενσωμάτωσης. Επιτρέπει αρχικά στους παραγωγούς τροφίμων να αγκαλιάσουν τη νέα τεχνολογία προκειμένου να εντοπίσουν και να παρακολουθήσουν και να πραγματοποιήσουν έγκαιρη ανάκτηση και επιτρέπει την κατάλληλη διαχείριση συμβάντων για να εντοπίσει τη ρίζα των ζητημάτων που αντιμετωπίστηκαν στο να εφαρμόσει τα κατάλληλα μέτρα.

4 Έρευνα για υπάρχουσες πλατφόρμες με παρόμοιους στόχους

4.1 Farmsoft

Η farmsoft προσφέρει ένα λογισμικό που αφορά τη γεωργία, την επεξεργασία φρούτων και λαχανικών και την παραγωγή τροφίμων. Συγκέντρωση σε φρούτα, λαχανικά, χαλαρά φύλλα (σαλάτα, λαχανοσαλάτα, ανάμεικτες σαλάτες), επεξεργασία τσίλι, φυτικά προϊόντα όπως χουρμάδες, μήλα, αχλάδι, πέτρα και βιομηχανίες λουλουδιών. Οι χρήστες του farmsoft σε όλο τον κόσμο έχουν μια ποικιλία επιχειρηματικών μεγεθών από μεσαίες έως μεγάλες. Η Tenacious Solutions συνεργάζεται με πελάτες σε όλο τον κόσμο για την ανάπτυξη και υποστήριξη λύσεων κάθετης διαχείρισης υψηλής ποιότητας, χαμηλού κόστους, και δεν ξεφεύγει από τον χώρο στον οποίο είναι ειδικοί.

Η σουίτα λύσεων farmsoft επικεντρώνεται στην ιχνηλασιμότητα, τη διαχείριση δραστηριότητας, την αύξηση των κερδών και την αναφορά KPI για κάθε τμήμα της επιχείρησης. Το farmsoft παρέχει ολοκληρωμένη εφαρμογή βέλτιστων πρακτικών για την καλλιέργεια οπωροκηπευτικών - καλύπτοντας ολόκληρο το φάσμα των επιχειρηματικών διαδικασιών από τον προϋπολογισμό της εκμετάλλευσης, την κοστολόγηση, την ανάλυση KPI, το ημερολόγιο ψεκασμού και το ημερολόγιο της φάρμας, και τη διαχείριση και ανάλυση συγκομιδών έως τη μεταποίηση, την απογραφή, τις πωλήσεις & κατανομή.

Το FARMSOFT είναι μια εύκολη στην εφαρμογή λύση για τη γεωργία, την επεξεργασία τροφίμων και την παραγωγή και διανομή τροφίμων, με επιλογές τοπικής εγκατάστασης και υπηρεσίας cloud. Farmsoft έχει σχεδιαστεί αποκλειστικά για καλλιεργητές φρούτων, λυκίσκου, καφέ, σταφυλιών, λουλουδιών και άλλων φρέσκων προϊόντων - καθώς και για μεταποιητές, κατασκευαστές, διανομείς και χονδρεμπόρους στη βιομηχανία φρέσκων προϊόντων.

Το farmsoft Farm ERP & Packhouse, και οι λύσεις παραγωγής τροφίμων είναι ένα παράδειγμα εξειδικευμένων λύσεων διαχείρισης επιχειρήσεων με εξαιρετική προσοχή στη

λεπτομέρεια, που αντιπροσωπεύουν δεκαετίες εξειδικευμένων γνώσεων στον κλάδο. Το σύγχρονο αγρόκτημα, συσκευαστήριο, επεξεργαστής τροφίμων και οινοποιείο έχει φορτωθεί με πολλούς κανονισμούς ιχνηλασιμότητας και τροφίμων που είναι ακριβοί στην εφαρμογή και τη συντήρηση, το farmsoft μειώνει το κόστος συμμόρφωσης αυξάνοντας παράλληλα την ακρίβεια της ιχνηλασιμότητας και ανοίγοντας πολλές πόρτες για βελτίωση της διαδικασίας.

Η εταιρεία farmsoft είναι μία εταιρεία λογισμικού γεωργίας στη βιομηχανία φρέσκων προϊόντων – παρέχοντας λύσεις για αειφόρο γεωργία, ασφάλεια τροφίμων, καλλιέργεια βέλτιστων πρακτικών, ιχνηλασιμότητα αποθέματος και διαχείριση ποιότητας στον χώρο μετά τη συγκομιδή, στην παραγωγή τροφίμων και στους χώρους καλλιέργειας. Οι λύσεις farmsoft βοηθούν της χρήστες της πλατφόρμας για βέλτιστες πρακτικές και διαδικασίες ασφάλειας τροφίμων.

4.2 KalaΘos

Η KalaΘos είναι μια πλατφόρμα που στοχεύει στη διευκόλυνση της διαδικτυακής συνεργασίας B2B μεταξύ πωλητών φρέσκων προϊόντων και εμπόρων σχετικά με τις εξαγωγές τεράστιων ποσοτήτων φρέσκων προϊόντων που εστιάζουν στην ποιότητα και την ιχνηλασιμότητα από το αγρόκτημα στο πιάτο. Η KalaΘos υποστηρίζει αποτελεσματικά τη λειτουργία μεσιτείας μεταξύ εμπόρων και πωλητών , καθώς και το σύνολο των λειτουργιών logistics τέτοιων συναλλαγών. Υποστηρίζει επίσης την εφαρμογή, παρακολούθησης και τεκμηρίωσης του Πρωτοκόλλου Ποιότητας KalaΘos σχετικά με ολόκληρο τον κύκλο ζωής των φρέσκων προϊόντων.

Η KalaΘos υποστηρίζει επίσης την εφαρμογή της ανίχνευσης πλήρους διαδρομής σε ολόκληρο το κανάλι διανομής από το αγρόκτημα στον έμπορο. Μέσω της εφαρμογής KalaΘos Consumer μοιράζεται την πραγματική ιστορία κάθε προϊόντος με τους καταναλωτές με έναν μοναδικό τρόπο.

Η ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ

Η KalaΘos παρέχει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σε χονδρεμπόρους σχετικά με:

- Διαθεσιμότητα ποσοτήτων φρέσκων προϊόντων (ετήσιες, μεσοπρόθεσμες & spot πωλήσεις)
- Πλήρες φάσμα πληροφοριών προϊόντων (ποικιλία, κατηγορία ποιότητας, μέγεθος, φωτογραφίες κ.λπ.)
- Πληροφορίες για τα αγροκτήματα (ακριβής τοποθεσία - Google Earth [™], ιστορικό καλλιέργειας, ανάλυση εδάφους, φωτογραφίες, βίντεο)
- Προγραμματισμός μεταφοράς και παρακολούθηση κάθε αποστολής

Αξιοποιώντας αυτές τις πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, η KalaΘos προσφέρει ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών στους χρήστες της:

- Σε απευθείας σύνδεση RFQ, διαπραγμάτευση τιμών και έκδοση συμβάσεων
- Ένα ενιαίο μέρος για όλα τα απαραίτητα έγγραφα συναλλαγών
- Ανίχνευση πλήρους διαδρομής από αγρόκτημα σε χονδρέμπορο χρησιμοποιώντας διεθνή πρότυπα (UNECE, GLN, GPC, GTIN, SSCC)
- Διαβίβαση πληροφοριών σε ERP χονδρεμπόρων μέσω διαδικτυακών υπηρεσιών
- Παρακολούθηση ποιότητας, επιπλέον των καθιερωμένων συστημάτων ποιότητας, πλήρης καταγραφή εφαρμογών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, βιοχημική ανάλυση δειγμάτων, φωτογραφίες
- Παρακολούθηση εκτέλεσης συμβάσεων σχετικά με παραδόσεις αποστολών και πληρωμών

Η εφαρμογή λειτουργεί ως «Πολλαπλής Πλατφόρμας» η οποία συγκεντρώνει δύο ομάδες χρηστών, δηλαδή τους Πωλητές και τους Αγοραστές. Επιπλέον, μέσω της εφαρμογής KalaΘos Consumer οι καταναλωτές θα έχουν εύκολη πρόσβαση σε πλούσιες πληροφορίες σχετικά με το προϊόν που αγοράζουν.

4.3 Agro Advanced

Το Agro Advanced αποτελεί μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα ηλεκτρονικής καταγραφής και διαχείρισης της παραγωγής των αγροτικών προϊόντων καθώς και της τυποποίησης /μεταποίησης τους. Για τον λόγο αυτό το αποτελεί μια ολοκληρωμένη λύση MES (manufacturing Execution System). Απευθύνεται σε παραγωγούς αγροτικών προϊόντων καθώς και στις (ΜΜΕ) επιχειρήσεις συσκευασίας, τυποποίησης ή μεταποίηση των αγροτικών προϊόντων. Καλύπτει όλες τις διεργασίες που είναι δυνατό να λάβουν χώρα είτε στον πρωτογενή τομέα (πχ σπορά και ιδιοπαραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού, μεταφύτευσης, καταγραφή προγραμμάτων θρέψης και φυτοπροστασίας) έως και τη συσκευασία (παραλαβές, ποιοτικός έλεγχος, συσκευασίες, ιχνηλασιμότητα κλπ).

Καλύπτει απόλυτα κάθε ενέργεια στο επίπεδο κάλυψης της Ιχνηλασιμότητας στον πρωτογενή τομέα, συνδυάζοντας τα πάντα σε ένα Lot που αφορά την κάθε παρίδα. Το Lot Number συνοδεύει το προϊόν είτε αυτούσιο σε κάποια μονάδα επεξεργασίας και τυποποίησης του δευτερογενούς τομέα, είτε απευθείας στη λιανική αγορά. Τα Lot Numbers είναι απόλυτα Customizable, δίδοντας έτσι τη δυνατότητα στον αγρότη να σχηματίσει δικά του Lot Numbers ανεξαρτήτου πολυπλοκότητας ή απαιτήσεων των πελατών, συνοδευόμενο πάντα από τη δυνατότητα χρήσης BarCode ή/και RFID. Το Lot αυτό εκφράζει όλες τις καλλιεργητικές εργασίες συνδέοντας το τελικό προϊόν με το αγροτεμάχιο. Το Lot Number συνοδεύει το προϊόν είτε αυτούσιο σε κάποια μονάδα επεξεργασίας και τυποποίησης του δευτερογενούς τομέα, είτε απευθείας στη λιανική αγορά.

4.4 Source Trace

Το σύστημα ιχνηλασιμότητας τροφίμων SourceTrace παρέχει απaráμιλλη ορατότητα και διαφάνεια στην αλυσίδα αξίας. Με σημεία επαφής σε όλα τα στάδια - από το αγρόκτημα στο λιανικό εμπόριο - το λογισμικό ιχνηλασιμότητας τροφίμων επιτρέπει τον εντοπισμό της προέλευσης του προϊόντος στην προέλευσή του, με λεπτομέρειες σχετικά με τον αγρότη, την τοποθεσία της εκμετάλλευσης, την ημερομηνία και την ώρα της συγκομιδής, καθώς και την

πλήρη ορατότητα σε logistics, συνθήκες αποθήκευσης, αλυσίδα επιμέλειας και άλλα. Το σύστημα ιχνηλασιμότητας επιτρέπει την ιχνηλασιμότητα της αλυσίδας εφοδιασμού.

- Προσαρμόσιμο για κάθε προϊόν

Μπορεί να χειριστεί οποιοδήποτε επίπεδο πολυπλοκότητας στην αλυσίδα αξίας.

- Παρακολούθηση σε κάθε στάδιο

Προμήθεια, αποθήκευση, logistics σε λιανικό εμπόριο – παρακολουθεί κάθε λεπτομέρεια με ευκολία.

- Σε βάθος πληροφορίες σε επίπεδο αγροκτήματος

Προφίλ αγροτών, GIS, Πληροφορίες πιστοποίησης και πολλά άλλα.

- Μοντέλο light Asset

Κάντε τα όλα με μια εφαρμογή για κινητά και έναν πίνακα ελέγχου. Εύκολη εκπαίδευση και γρήγορη ανάπτυξη

- Αυτοματοποιημένος έλεγχος ποιότητας

Ηλεκτρονική απεικόνιση και δοκιμές με βάση το φασματόμετρο σε παραμέτρους εμπορίου και ασφάλειας.

4.5 Zespri Traceability

Όταν Η Zespri Kiwifruit της Νέας Ζηλανδίας έφτασε στα ράφια των σούπερ μάρκετ της Ευρώπης το 2005, η ZESPRI International Limited ολοκλήρωσε ένα έργο διάρκειας αρκετών ετών με σκοπό να διασφαλίσει ότι δεν έχουν μόνο τα καλύτερα ακτινίδια στον κόσμο, αλλά και τα καλύτερα πρότυπα ιχνηλασιμότητας οποιουδήποτε φρέσκου προϊόντος. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της εφαρμογής των Οδηγιών ιχνηλασιμότητας φρέσκων προϊόντων (FPTG) και των ετικετών GS1-128 σε κάθε χαρτοκιβώτιο εξαγόμενων ακτινιδίων, και αυστηρών διαδικασιών σε

όλη την αλυσίδα εφοδιασμού της ZESPRI. Με την απαίτηση της Ευρωπαϊκής Ασφάλειας Τροφίμων για την ιχνηλασιμότητα των νωπών προϊόντων την 1η Ιανουαρίου 2005, ήταν σαφές ότι η ιχνηλασιμότητα του ZESPRI σε επίπεδο παλέτας χρειάστηκε περαιτέρω βελτίωση. Το προκύπτον επίπεδο ιχνηλασιμότητας προστάτευε επίσης τις επενδύσεις που πραγματοποιούν οι καλλιεργητές σε ακόμη καλύτερες διαδικασίες ποιότητας, συμπεριλαμβανομένης της πιστοποίησης Euro Retailer Produce Working Group (EUREPGAP) και της British Retail Consortium (BRC).

Η ZESPRI απέστειλε το πρώτο φρούτο με ετικέτα GS1-128 το 2002, και το 2004 πάνω από το ήμισυ όλων των εξαγόμενων πράσινων και του χρυσού ακτινιδίου ZESPRI TM φέρουν την ένδειξη GS1-128. Το 2005 συμπεριλήφθηκαν όλα τα ακτινίδια εξαγωγών ZESPRI, ικανοποιώντας έτσι την προθεσμία της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εκπληρώνοντας τους στόχους ιχνηλασιμότητας του ZESPRI.

Η ZESPRI είχε χρησιμοποιήσει γραμμωτούς κώδικες CODE 39 σε επίπεδο παλέτας για πολλά χρόνια, αλλά με τη μετάβαση σε ένα ενιαίο πρότυπο παγκοσμίως στο GS1, λιγότεροι πελάτες χρησιμοποιούσαν τους γραμμωτούς κωδικούς της ZESPRI στην αλυσίδα εφοδιασμού τους. Το 2005, αυτή η αλλαγή στο GS1-128 επεκτάθηκε στις κάρτες παλετών του ZESPRI. Κατά τη διάρκεια της έρευνάς τους, το ZESPRI εστίασε σε έναν αριθμό βασικών στόχων που πρέπει να επιτευχθούν χρησιμοποιώντας τους γραμμωτούς κώδικες GS1-128:

- Για να διασφαλιστεί η πλήρης ιχνηλασιμότητα των φρούτων από τον οπωρώνα στον τελικό πελάτη μέσω της αυτόματης συλλογής δεδομένων.
- Ενίσχυση των διαδικασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας εσωτερικά και εξωτερικά.
- Να πληροί πλήρως τις νομοθετικές απαιτήσεις του ΕΚΚ
- Προστασία της βιομηχανίας και των πελατών από κρίσεις ιχνηλασιμότητας, όπως φαίνεται με τις ΣΕΒ, Foot and Mouth, Salmonella κ.λπ.
- Για την ικανοποίηση των απαιτήσεων των πελατών όπως τεκμηριώνονται στις "Οδηγίες παραγωγής ιχνηλασιμότητας φρέσκων προϊόντων" (EUREPGAP FRESHFEL, CPMA / PMA).

- Να αξιοποιήσει την τεχνολογία γραμμωτού κώδικα για την παροχή πρόσθετων πληροφοριών.
- Να διερευνήσει ευκαιρίες για ηλεκτρονικό εμπόριο, συμπεριλαμβανομένων ηλεκτρονικών σημειώσεων αποστολής.
- Να παρέχει αποτελεσματική απομόνωση λιγότερου αποθέματος σε περίπτωση προβλήματος ποιότητας ή ασφάλειας των τροφίμων.
- Για να διασφαλιστεί η ευθυγράμμιση με τις επερχόμενες τεχνολογίες π.χ. RFID / EPC.

Τα Πλεονεκτήματα του GS1-128 της ZESPRI έχει ήδη δει τα οφέλη από την εφαρμογή του συστήματος GS1 τόσο στις εσωτερικές όσο και στις υπεράκτιες λειτουργίες του. Αυτά περιλαμβάνουν:

- Αυξημένη ακρίβεια στην επισήμανση του προϊόντος.
- Αναγνώριση προϊόντος όταν χαθούν ή καταστραφούν οι κάρτες παλετών.
- Βελτιωμένες απαντήσεις στις ανησυχίες των πελατών χονδρικής σχετικά με την ποιότητα των φρούτων.

5 Ερευνητικές Εργασίες, Μέθοδοι, Τεχνικές και Αλγόριθμοι

5.1 Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Το IoT παρέχει μια σειρά από δυνατότητες και διευκολύνσεις που μπορούν να αξιοποιηθούν σε μια εφαρμογή ιχνηλασιμότητας. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι εφαρμογές «παρακολούθησης» των φυτών οι οποίες παρακολουθούνε μέσω ειδικών αισθητήρων την υγρασία, την συγκέντρωση αζώτου, την θερμοκρασία ακόμη και το φύλλωμα μέσω τεχνικών μηχανικής όρασης. Επιπλέον υπάρχουν συστήματα που διαχειρίζονται και αντιμετωπίζουν τα παράσιτα σε καλλιέργειες με την χρήση αισθητήρων (sensor – based pest management), εφαρμογές για την δυναμική δοσολογία λιπασμάτων και αγροχημικών εφαρμογές δορυφορικών συστημάτων και εντοπισμού θέσης καθώς και συστήματα

απεικόνισης (Global Navigation Satellite Systems και GPS) και μικροτηλεσκοπικής ανάλυσης με σκοπό την πολυφασματική χαρτογράφηση των καλλιεργειών. Όλα τα παραπάνω αποτελούν ενδεικτικά παραδείγματα τα οποία ήδη εφαρμόζονται σε ήδη υπάρχοντα συστήματα ιχνηλασιμότητας. Επίσης, η χρήση του IoT μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση σε θέματα συνδεσιμότητας, δικτύων και υποδομών, να συνδράμει στην υλοποίηση της ιχνηλασιμότητας καθώς επίσης και να εισάγει τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης σε πολλά στάδια της γεωργικής παραγωγής.

Σε ένα περισσότερο εξειδικευμένο επίπεδο, οι βασικές ενότητες που συνθέτουν την τεχνολογική ακολουθία της ιχνηλασιμότητας του γεωργικού προϊόντος περιλαμβάνουν συστήματα παρακολούθησης τόσο της γεωργικής καλλιέργειας (συστήματα προσδιορισμού θέσης (GPS) και γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα (GIS)· συστήματα χαρτογράφησης εδαφικών ιδιοτήτων και αισθητήρες μέτρησης παραμέτρων εδάφους (π.χ. ηλεκτρική αγωγιμότητα, υγρασία, θερμοκρασία)· συστήματα ολοκληρωμένων ζωνών διαχείρισης· αισθητήρες και συστήματα χαρτογράφησης παραγωγής προσαρμοσμένα σε διαφορετικού τύπου καλλιέργειες (π.χ. μηχανική συγκομιδή)· συστήματα εφαρμογών εισροών με μεταβλητές δόσεις μέσω χρήσης χαρτών (map based VRA) και χρήσης αισθητήρων (sensor-based VRA) με αξιοποίηση σε διαφορετικές γεωργικές δραστηριότητες (π.χ. άρδευση, σπορά)· συστήματα, αισθητήρες και μετρήσεις τηλεπισκόπησης και χρήση μη επανδρωμένων οχημάτων (UAV)· συστήματα συνδυαστικής αξιοποίησης δεδομένων· αξιοποίηση αυτοκινούμενων οχημάτων, ελκυστήρων, μηχανών και αυτόνομων ρομπότ· συστήματα βέλτιστης διαχείρισης αγροτικών μηχανών (Barnes et al., 2019a) όσο και των διαδικασιών της μετέπειτα επεξεργασίας και μεταποίησης των αγροτικών προϊόντων (Barnes et al., 2019b).

Ορισμένες μελέτες αναφέρουν τη διαφορετική φύση της εργασίας στον τομέα της ιχνηλασιμότητας χρησιμοποιώντας RFID στο δίκτυο αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων. Οι Ustundag & Tanyas (Ustundag and Tanyas, 2009) ανέλυσαν τις επιπτώσεις της RFID στην ελαχιστοποίηση του κόστους της αλυσίδας εφοδιασμού. Πρότειναν ένα μοντέλο προσομοίωσης σε μια αλυσίδα εφοδιασμού τριών επιπέδων, για να αξιολογήσουν τα αναμενόμενα οφέλη από την άποψη της καλύτερης απόδοσης, της αποδοτικότητας, της ακρίβειας, της ορατότητας και

του επιπέδου ασφάλειας. Ωστόσο, δεν ελήφθη υπόψη συγκριτική μελέτη με γραμμωτούς κώδικες ή άλλα συστήματα ιχνηλασιμότητας (Piramuthu, Farahani and Grunow, 2013). Μελετήθηκε η δυναμική ανάκλησης σε ένα δίκτυο αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων τριών σταδίων χρησιμοποιώντας τρία διαφορετικά επίπεδα ορατότητας παρουσία μόλυνσης. Οι Gandino, Montrucchio, Rebaudengo και Sanchez (Gandino, Montrucchio, Rebaudengo and Sanchez, 2007) ανέλυσαν πώς μπορεί να βελτιωθεί η ιχνηλασιμότητα στην αλυσίδα αγροδιατροφικών προϊόντων, σχεδιάζοντας ένα νέο σύστημα παρακολούθησης που βασίζεται στην τεχνολογία RFID, συνειδητοποιώντας την αποτελεσματικότητά του έναντι των γραμμικών κωδικών όσον αφορά την προσθήκη αξίας εμπορευμάτων, τη διαχείριση εμπορικών σημάτων και τη διαχείριση αλυσίδας εφοδιασμού. Ωστόσο, οι περιορισμοί κόστους ήταν μια σημαντική πτυχή αυτής της μελέτης. Οι Barge, Gay, Merlino και Tortia (Barge, Gay, Merlino and Tortia, 2014) παρουσίασαν τη μελέτη τους σχετικά με το σύστημα ιχνηλασιμότητας RFID σε επίπεδο αντικειμένου για ένα τυρί υψηλής ποιότητας και μακράς ωρίμανσης. Έχουν πειραματιστεί με διαφορετικές τεχνικές εφαρμογής ετικετών και ανέλυσαν την απόδοση ανάγνωσης και την αξιοπιστία του συστήματος στην αλυσίδα εφοδιασμού. Ωστόσο, δεν εξέτασαν την αποτελεσματικότητα οποιασδήποτε από τις τεχνικές με όρους όπως απόκτηση κέρδους ή μικρότερο κόστος ευθύνης.

Ενσωμάτωσαν ενεργές ετικέτες RFID για να μετατρέψουν αυτές τις μονάδες σε μια έξυπνη πλατφόρμα προϊόντων. Οι ροές δεδομένων ενσωματώθηκαν σε ένα σύστημα πληροφοριών, που ονομάζεται MEGASTAND που επέτρεψε την παρακολούθηση αυτών των μονάδων σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού. Παρέχει επίσης υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας στους πελάτες.

Περαιτέρω, οι Saavedra, Reed-Tsochas και Uzzi (Saavedra, Reed-Tsochas and Uzzi, 2008) παρουσίασαν ένα απλό μοντέλο για τη διμερή δομή των αλληλεπιδράσεων συνεργατών-εταίρων-συνεργατών, για παράδειγμα από αμοιβαία δίκτυα φυτών-ζώων. Χρησιμοποίησαν απλούς κανόνες εξειδίκευσης και αλληλεπίδρασης και δοκίμασαν το διμερές μοντέλο συνεργασίας σε δέκα μεγάλα σύνολα δεδομένων επικοινωνίας που καταρτίστηκαν στη βιβλιογραφία και διαπίστωσαν ότι η κατανομή βαθμού, η δομή και η αρθρωτότητα των

εμπειρικών δικτύων επαναλήφθηκαν με επιτυχία. Οι Huang, Wan, Yang, Zhang και Qiao (Wei et al., 2022) παρουσίασαν ορισμένα αντίμετρα για την ανάπτυξη της βιομηχανίας ακτινιδίων στην επαρχία Guizhou, συμπεριλαμβανομένου του επιστημονικού σχεδιασμού, της βελτιστοποίησης της δομής ποικιλιών, της διαχείρισης της τεχνολογίας καλλιέργειας, της κατάρτισης των αγροτών ακτινιδίων, καθώς και του μάρκετινγκ.

Σύμφωνα με τον Ampatzidi (Ampatzidis and Vougioukas, 2009), ο κύριος ανασταλτικός παράγοντα για την εφαρμογή ενός συστήματος ιχνηλασιμότητας στην παραγωγή προϊόντων γεωργικής προέλευσης είναι η δυσκολία συλλογής και καταγραφής των απαραίτητων δεδομένων. Οι δυσκολίες οφείλονται στην πολυπλοκότητα του περιβάλλοντος, (π.χ. τα αγροτεμάχια δεν έχουν δομημένο σχήμα ή σταθερές διαστάσεις και μέγεθος.), στην εξάρτηση των προϊόντων από το περιβάλλον, στις μεταβολές του περιβάλλοντος, στον ελλιπή ψηφιακό αλφαριθμητισμό των εργαζομένων.

5.2 Τεχνικές παρακολούθησης Ιχνηλασιμότητας

Βασικό σύστημα για την υλοποίηση της ιχνηλασιμότητας είναι η συσχέτιση των τελικών προϊόντων με τις πρώτες - βασικές ύλες καθώς και τα βοηθητικά συστατικά που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή τους. Η συσχέτιση αυτή βοηθά και στην καταγραφή του ιστορικού του προϊόντος, δηλαδή ποιες διαδικασίες έγιναν επί αυτού και ποιες ιδιότητες προστέθηκαν ή αφαιρέθηκαν από αυτό. Επιπλέον, ζητούμενο είναι, η διαδικασία συλλογής αυτών των πληροφοριών να είναι αυτοματοποιημένη ενώ διατηρούνται οι συσχετίσεις. Η αυτοματοποιημένη συλλογή δεδομένων έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση σε μεγάλο βαθμό τόσο από πλευράς χρόνου όσο και από πλευρά οικονομικών δαπανών που απαιτούνται για τα δεδομένα επεξεργασίας και συντήρησης. Η συλλογή των πληροφοριών για χειροκίνητες μεγάλες εργασίες είναι χρονοβόρα, επειδή οι εργαζόμενοι πρέπει πρώτα να καταγράψουν τις πληροφορίες στο σημείο δραστηριότητας και, στη συνέχεια, να επεξεργαστούν αυτές τις πληροφορίες είτε με το χέρι ή να εισάγουν τα δεδομένα στο σύστημα του υπολογιστή. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε κινδύνους, όπως καταγραφή λανθασμένων πληροφοριών. Για παράδειγμα, τα σφάλματα εμφανίζονται σε ποσοστό 36% σε παραγγελίες αγαθών σύμφωνα με

την μελέτη των προμηθευτών παντοπωλείων (GMA) στις Ηνωμένες Πολιτείες. Τέτοια σφάλματα οδηγούν σε ανακρίβειες απογραφών, και ρήξεις αποθεμάτων. Ως εκ τούτου, οι περισσότερες πρωτοβουλίες ιχνηλασιμότητας βασίζονται σε τεχνολογίες για την παροχή αποτελεσματικών, ακριβών τρόπων για την παρακολούθηση και την ανίχνευση προϊόντων και τη μετακίνησή τους σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται συστήματα ταυτοποίησης/συλλογής δεδομένων όπως Γραμμωτού Κώδικα (Barcode) και Ραδιοσυχνικής Αναγνώρισης (Radio Frequency Identification).

5.2.1 Barcoding

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα παρακολούθησης προϊόντων αποτελείται κατά κύριο λόγο από δύο βασικά χαρακτηριστικά τα οποία είναι η εκτυπωτές αναγνωριστικών κωδικών (barcode) καθώς και τα ασύρματα υπολογιστικά συστήματα (τερματικά).

Η απεικόνιση των αναγνωριστικών κωδικών ή γραμμωτών κωδικών (barcode) αντιστοιχεί σε κάποιο αριθμό που έχει μετατραπεί στην μορφή γραμμωτού κώδικα. Ένας γραμμωτός κώδικας αποτελείται από ένα σύνολο λευκών και μαύρων γραμμών – λωρίδων τοποθετημένες σε σειρά η μία μετά την άλλη περιέχοντας μεταξύ τους κενά διαστήματα μεταβλητού μεγέθους. Συνήθως εκτυπώνονται σε καρτελάκια – αυτοκόλλητα τα οποία τοποθετούνται στα προϊόντα ή εκτυπώνονται κατευθείαν στις συσκευασίες των προϊόντων. Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζεται ένα παράδειγμα γραμμωτού κώδικα.



Εικόνα 5.1 Τυπική μορφή σήμανσης με βάση το γραμμωτό κώδικα

Για την σωστή επιλογή ενός εκτυπωτή γραμμωτών κωδικών (barcode) πρέπει να ληφθούν υπόψιν λεπτομέρειες όπως:

- Οι διαστάσεις της ετικέτας στην οποία θα γίνεται η εκτύπωση του barcode (μήκος και πλάτος).
- Το πλήθος των πληροφοριών οι οποίες θα αποθηκεύονται – απεικονίζονται στην ετικέτα.
- Ευκρίνεια των εκτυπωμένων ετικετών.
- Η συμβατότητα με νέα και διεθνή πρότυπα.
- Η ταχύτητα εκτύπωσης.
- Υποστήριξη των απαιτούμενων γραμματοσειρών.

Το πληροφοριακό σύστημα θα πρέπει να είναι αρκετά ευέλικτο, συμβατό και να υποστηρίζει όλες τις σχετικές λειτουργίες δημιουργίας των ετικετών και ταυτοποίησης των προϊόντων προκειμένου να υποστηρίζει απευθείας της συσκευές εκτύπωσης barcode, χωρίς την χρήση κάποιου ειδικού προγράμματος (script), αρχείων τύπου ACSII ή ενδιάμεσων πρωτοκόλλων (interfaces) κατά την σύνδεση νέων εκτυπωτών στο σύστημα.

Συνοψίζοντας η σήμανση των προϊόντων μιας εταιρείας αποτελεί μια υποχρεωτική διαδικασία επομένως η εταιρεία θα πρέπει να επιλέξει με ιδιαίτερη προσοχή τόσο την τεχνολογία – πρότυπο γραμμωτού κώδικα που θα χρησιμοποιηθεί όσο και των συστημάτων εκτύπωσης barcode καθώς η επιλογή αυτή αποτελεί ένα ολόκληρο σύστημα που αποτελείται από επιμέρους συστατικά και όχι απλώς μια τυπική επιλογή ενός εκτυπωτή.

Πλεονεκτήματα της χρήσης των barcode

- **Ελαχιστοποίηση του απαιτούμενου χρόνου εργασίας:** Πλέον ο χρόνος που απαιτούνταν για την παραλαβή ενός φορτίου μειώνεται σημαντικά μέσω της κωδικοποίησης του. Επιπλέον μειώνεται και ο χρόνος τοποθέτησης των προϊόντων στην σωστή τοποθεσία στα ράφια διότι σαρώνοντας πλέον το αναγνωριστικό του προϊόντος το σύστημα αυτόματα παρέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για αυτό.

- **Αξιοπιστία των πληροφοριών:** Μέσω της χρήσης των συστημάτων barcodes βελτιώνεται σε μεγάλο βαθμό η διαχείριση της μεγάλης ποσότητας πληροφοριών που αποτελείται κυρίως από παραμέτρους των διαφόρων προϊόντων καθώς και τις θέσεις αυτών μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα και μειώνεται η παρουσία τυχόν λαθών που πιθανόν θα συν έβαιναν αν αντί για αυτοματοποιημένα συστήματα στην θέση τους βρίσκονταν φυσικοί εργαζόμενοι.
- **Κοινή βάση δεδομένων με τον προμηθευτή:** Πλέον κατά την παραλαβή ενός προϊόντος από κάποιον προμηθευτή η εταιρεία διαθέτει αυτόματα τα ίδια στοιχεία με τον προμηθευτή με αποτέλεσμα να αποφεύγονται λάθη λόγω διαφορετικών κωδικών στις βάσεις δεδομένων της εταιρείας και του προμηθευτή καθώς πλέον γίνεται χρήση κοινών κωδικών ανάμεσα στις βάσεις των δύο εμπλεκόμενων.

5.2.2 RFID

Οι ετικέτες RFID αποτελεί άλλον έναν τρόπο σήμανσης των προϊόντων οι οποίες μπορούν να εκτυπωθούν τόσο σε χαρτί, όσο και σε πλαστικές ή μεταλλικές ετικέτες επιτρέποντας έτσι την τοποθέτηση τους πάνω σε προϊόντα ή συσκευασίες με μεγάλη ευκολία. Οι ετικέτες RFID συναντάται σε διάφορους τύπους οι οποίοι διαφέρουν στο επίπεδο συχνοτήτων, στην μορφή τους και στην χρήση τους. Δύο είναι οι βασικοί τύποι ετικετών RFID οι ετικέτες υψηλής συχνότητας (UHF) και οι ετικέτες χαμηλών συχνοτήτων (LF) (Κβασνιάκ, 2016).

Οι ετικέτες RFID ανάλογα την χρήση τους διακρίνονται στις παρακάτω βασικές κατηγορίες (Κβασνιάκ, 2016):

- Μόνο αναγνώσιμες ετικέτες (Read Only)
- Μονής εγγραφής & πολλαπλών αναγνώσεων (Write Once Read Many)
- Επανεγγράψιμες ετικέτες (Read – Write)
- Υποβοηθούμενες από εξωτερική πηγή ενέργειας μέσω της χρήσης μπαταρίας (Battery Assisted)
- Ενεργητικές ετικέτες (Active)
- Παθητικές ετικέτες (Passive)
- Ημι – παθητικές ή ημι – ενεργητικές ετικέτες (Semi – passive Semi – active)

Η επιλογή της κατάλληλης ετικέτες RFID προκύπτει από της προδιαγραφές του πληροφοριακού συστήματος και του προϊόντος πάνω στο οποίο θα τοποθετηθεί. Για παράδειγμα αν χρειάζεται να αποθηκεύει έναν αριθμό ή δεδομένα τα οποία θα είναι στατικά δηλαδή δεν μεταβάλλονται τότε θα χρησιμοποιηθεί μόνο αναγνώσιμη ετικέτα (read only) κάτι το οποίο θα μειώσει σε μεγάλο βαθμό το κόστος. Από την άλλη αν τα δεδομένα που εγγράφονται στην ετικέτα μεταβάλλονται και τα οποία θα πρέπει να ενημερώνονται τότε θα πρέπει να γίνει χρήση επανεγγράψιμης ετικέτας (Read – Write). Στην περίπτωση των ενεργών ετικετών και ημι - ενεργών απαιτούν εξωτερική τροφοδοσία από μπαταρία επομένως έχουν και μεγαλύτερη εμβέλεια κάτι που αυξάνει το κόστος χρήσης τους. Λόγω του υψηλού κόστους και της μεγάλης εμβέλειας, αυτές ετικέτες χρησιμοποιούνται σε προϊόντα μεγαλύτερης αξίας τα οποία απαιτούν συνεχή παρακολούθηση. Σε αντίθεση οι παθητικές ετικέτες τροφοδοτούνται από τα κύματα που λαμβάνουν από τον σαρωτή – αναγνώστη και χρησιμοποιούνται σε προϊόντα χαμηλότερης αξίας καθώς επίσης και κατά τον έλεγχο εισόδου σε εφαρμογές ασφαλείας (Ζαχαρόπουλος, 2015).

Όλα τα συστήματα RFID βασίζονται σε δύο σημαντικά συστατικά τις ετικέτες και τους σαρωτές – αναγνώστες. Όπως είδαμε και πιο πάνω οι ετικέτες διαφέρουν ως προς των τύπο τους και τα χαρακτηριστικά τους. Από την άλλη οι σαρωτές είναι συσκευές υπεύθυνες για την ανάγνωση πληροφοριών από τις ετικέτες. Ο τρόπος λειτουργίας τους βασίζεται στην αποστολή και λήψη ραδιοκυμάτων από και προς την ετικέτα και την μετάφραση – αποκωδικοποίηση των κυμάτων σε πληροφορίες κάνοντας χρήση κάποιου ειδικού λογισμικού για την προβολή – αποστολή πληροφοριών προς τον τελικό χρήστη (π.χ. οθόνη υπολογιστή).

Οι ετικέτες RFID αποτελούν ένα μη διεθνή πρότυπο σήμανσης και αυτό οφείλεται στον τρόπο λειτουργίας τους μέσω συχνοτήτων. Οι ετικέτες και οι σαρωτές θα πρέπει να λειτουργούν στην ίδια συχνότητα κάτι το οποίο αλλάζει με βάση την χώρα ή την ήπειρο. Η επιλογή της συχνότητας των ραδιοκυμάτων λειτουργίας εξαρτάται από το προϊόν που θα τοποθετηθεί. Συνήθως ετικέτες με χαμηλή συχνότητα ραδιοκυμάτων χρησιμοποιούνται σε προϊόντα με μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό για παράδειγμα φρούτα καθώς και ζώα. Από την άλλη υψηλές

συχνότητες και υπέρ – υψηλές χρησιμοποιούνται σε μεταλλικά αντικείμενα και σε παλέτες που συναντάτε σε αποθήκες (λόγω μεγάλων σχετικά αποστάσεων ανάγνωσης) αντίστοιχα.

Πλεονεκτήματα της χρήσης RFID

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που οδήγησαν στην χρήση τεχνολογιών RFID ορισμένοι από αυτούς είναι:

- **Πολυπλοκότητα:** Σήμερα οι εταιρείες διαθέτουν περισσότερα από ένα σύστημα διαχείρισης σημάτων για τις διαφορετικές κατηγορίες κωδικών που χειρίζονται καθώς και η ολοένα αυξανόμενη τάση στην γκάμα των κωδικών οδηγούν σε αύξηση της πολυπλοκότητας η οποία μπορεί να αντιμετωπιστεί μόνο από την χρήση των τεχνολογιών RFID.
- **Μείωση λανθασμένων καταχωρήσεων:** Τα συστήματα που βασίζονται σε τεχνολογία RFID έχουν χαμηλό ποσοστό εμφάνισης λαθών. Οι διαχείριση μεγάλου όγκου πληροφοριών έχει αντίκτυπο τόσο στην ταχύτητα όσο και στην ορθότητα των δεδομένων. Μέσω της χρήσης των RFID κάνοντας χρήση της αυτοματοποιημένης σάρωσης – ανάγνωσης και καταχώρησης στο σύστημα παρατηρείται μείωση των λαθών σε μεγάλο βαθμό.
- **Παραγωγικότητα:** Η χρήση τεχνολογιών RFID αυξάνουν την παραγωγικότητα ενός συστήματος καθώς συμβάλει στην μείωση του χρόνου διεξαγωγής εργασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας υπολογίζοντας την πιο σύντομη διαδρομή τόσο των εργαζομένων όσο και των οχημάτων της επιχείρησης. Επιπλέον μειώνεται εκτέλεσης των γραφειοκρατικών διαδικασιών καθώς επίσης αυξάνεται η ταχύτητα ενημέρωσης των πληροφοριών στο κεντρικό υπολογιστικό σύστημα ή διακομιστή της επιχείρησης.
- **Τροποποίηση πληροφοριών:** Μέσω της χρήσης των τεχνολογιών RFID η καταγραφή και επεξεργασία στοιχείων γίνεται με αυτοματοποιημένο τρόπο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα

την βελτίωση της διαδικασίας ιχνηλασιμότητας όπως καλύτερη και ευκολότερη διαδικασία ανάκλησης, εξαγωγή στατιστικών πληροφοριών, ταχύτερη απογραφή και γενικότερα καλύτερες δυνατότητες επεξεργασίας των δεδομένων.

5.2.3 QR Coding

Ο δυσδιάστατος γραμμωτός κώδικας ή γραμμωτός κώδικας δύο διαστάσεων (QR code) του οποίου η ονομασία προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Quick & Response. Αποτελεί ένα από τα πιο δημοφιλή πρότυπα σήμανσης και προσφέρει στην ταχύτατη αποκωδικοποίηση των δεδομένων που αποθηκεύονται μέσα σε αυτόν (Kan, Teng and Chou, 2009).

Περιγραφή της δομής του κώδικα QR

Ένας κώδικας QR χωρίζεται σε 7 βασικές περιοχές οι οποίες είναι:

Περιοχή 1 – Άκρη του συμβόλου (Finder pattern): Τα τρία αυτά στοιχεία είναι τοποθετημένα σε όλες τις γωνίες εκτός από την κάτω δεξιά και συμβάλλουν στην ταυτοποίηση του QR καθώς και στην διευκόλυνση της σωστής γωνίας προσπέλασης η οποία διασφαλίζεται χάρις την έλλειψη του τέταρτου στοιχείου στην κάτω δεξιά γωνία. Κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία αποτελείται από έναν πίνακα 3X3 μαύρων στοιχείων με άσπρο παρασκήνιο το οποίο περιέχεται εκ νέου σε μαύρο φόντο.

Περιοχή 2 – Στοιχεία διαχωρισμού (Seperators): Σκοπός τους είναι η διευκόλυνση του διαχωρισμού των άκρων από τα υπόλοιπα βασικά στοιχεία του συμβόλου. Συνήθως διαθέτουν πάχος ενός pixel.

Περιοχή 3 – Μοτίβα χρονισμού (Timing patterns): Μέσω της εναλλαγής μεταξύ των άσπρων και μαύρων στοιχείων τα μοτίβα χρονισμού βοηθάνε τους σαρωτές να κατανοήσουν το πάχος των υπόλοιπων βασικών στοιχείων αποκωδικοποίησης στο σωστό μέγεθος.

Περιοχή 4 – Δομές ευθυγράμμισης (Alignment patterns): Τα στοιχεία ευθυγράμμισης συμβάλουν στην σωστή σάρωση από πιθανές παρεκκλίσεις από την ευθυγραμμισμένη γωνία θέασης.

Περιοχή 5 – Διάταξη πληροφορίας (Information format): Η περιοχή αυτή βρίσκεται δίπλα στα στοιχεία διαχωρισμού και απαιτεί μέγεθος αποθήκευσης 15 bit. Συμβάλει στην αποθήκευση πληροφοριών σχετιζόμενες με την διόρθωση λαθών.

Περιοχή 6 – Δεδομένα (Data): Στην περιοχή αυτή αποθηκεύονται τα δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά μετατρέπονται σε ακολουθίες bit και αποθηκεύονται σε τμήματα των 8 bit.

Περιοχή 7 – Διόρθωση λαθών (Error Correction): Λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο με την περιοχή δεδομένων και στην οποία αποθηκεύονται δεδομένα σχετιζόμενα με τη διόρθωση λαθών σε τμήματα των 8 bit.



Εικόνα 5.2 Διαχωρισμός κώδικα QR σε περιοχές για την καλύτερη τεχνική περιγραφή.

6 Απαιτήσεις πλατφόρμας IoT

Για τη λειτουργία του συστήματος ιχνηλασιμότητας τα δεδομένα που συλλέγονται στις διάφορες τοποθεσίες ενδιαφέροντος θα καταλήγουν, μέσω της εκάστοτε δικτύωσης στο Cloud και την εφαρμογή της ιχνηλασιμότητας. Αντίστοιχα, εντολές ελέγχου ή διαχείρισης μπορεί να χρειαστεί να στέλνονται προς τις συσκευές. Επιπλέον, είναι ζωτικής σημασίας να σχεδιαστεί ένα σύστημα ικανό να διαχειρίζεται αποτελεσματικά μεγάλες ποσότητες δεδομένων για την επίτευξη των σκοπών του.

Οι βασικές απαιτήσεις της πλατφόρμας IoT αφορούν τόσο το Back-End όσο και το Front-End:

6.1 Χρήστες συστήματος

- Διαχειριστής: Ο διαχειριστής έχει τον έλεγχο του συστήματος. Δημιουργεί και αποδίδει ρόλους στους χρήστες, συντηρεί και διαχειρίζεται το σύστημα, υποβάλλει ερωτήματα για το ιστορικό των προϊόντων σε περίπτωση που θα απαιτηθεί.
- Χρήστες συστήματος: Αποτελούν τα άτομα που χρησιμοποιούν στο σύστημα και οι δυνατότητες τους διαφέρουν ανάλογα με τον ρόλο – τύπο του χρήστη. Εξετάζουν ή ακόμη και εισάγουν δεδομένα, γι' αυτό δεν υπάρχει αυτοματοποιημένη διαδικασία για αυτόν τον σκοπό.
- Καταναλωτές: μπορούν να έχουν πρόσβαση στο σύστημα για πληροφόρηση σχετικά με το τελικό προϊόν.

6.2 Δικτύωση

Βασική απαίτηση είναι ανάπτυξη δικτύων επικοινωνίας ικανών να καλύπτουν αποτελεσματικά τις αγροτικές περιοχές.

Συγκεκριμένα θα πρέπει:

- Οι φορητές συσκευές να υποστηρίζουν σύνδεση στο διαδίκτυο μέσω χρήσης του δικτύου κινητής τηλεφωνίας.
- Τα δεδομένα των χρηστών παραδίδονται στο Cloud μέσω του διαδικτύου.

- Τα δεδομένα των συσκευών (π.χ. αισθητήρες) παραδίδονται στο Cloud μέσω του διαδικτύου.
- Το δίκτυο να έχει εύλογη διαθεσιμότητα και χωρητικότητα ώστε να εξασφαλίζεται τουλάχιστον εύρος ζώνης μεγαλύτερο από 50 KBps (400 kbps) και λανθάνων χρόνος κάτω των 150 ms ώστε να παρέχει ικανοποιητικές υπηρεσίες.

6.3 Πλατφόρμες-Υπηρεσίες

Το λογισμικό του Cloud θα πρέπει να:

- Διαθέτει βάσεις δεδομένων (databases) στις οποίες γίνεται αποθήκευση των δεδομένων που συλλέγονται.
- Διαθέτει δομές για την διατήρηση των δεδομένων μετά από επεξεργασία (π.χ. αποτελέσματα αλγορίθμων).
- Προετοιμάζει τα δεδομένα για συστήματα απεικόνισης (π.χ. αναφορές, γραφήματα)
- Δημιουργεί /μεταφέρει μηνύματα προς τις IoT συσκευές (π.χ ενεργοποίηση /απενεργοποίηση).
- Διατηρεί ιστορικά στοιχεία για τα προϊόντα και τις διαδικασίες επί αυτών.
- Διαθέτει δυνατότητες αναζήτησης καθώς και πρόσβαση σε ιστορικά στοιχεία με βάση ερωτήματα τα οποία μπορεί να κάνει ο διαχειριστής στο σύστημα.
- Διαθέτει Web services (απαιτείται εγκατάσταση και παραμετροποίηση αντίστοιχου λογισμικού)
- Διαθέτει Βάση δεδομένων

6.4 Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων αναφέρεται σε ένα σύνολο συσκευών καθώς και αντικειμένων τα οποία ενσωματώνουν ηλεκτρονικά μέσα που τους επιτρέπουν την συλλογή δεδομένων μέσω αισθητήρων καθώς και την σύνδεση σε κάποιο δίκτυο για την ανταλλαγή δεδομένων. Η φιλοσοφία του IoT είναι η διασύνδεση όλων των ηλεκτρονικών συσκευών σε τοπικό ή παγκόσμιο δίκτυο για την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ τους. Το IoT αποτελεί μια

από τις πιο δημοφιλείς τεχνολογικές εξελίξεις της επόμενης δεκαετίας και αποτελεί μια μεγάλη εξέλιξη στον χώρο της τεχνολογίας.

Με τον όρο πράγματα σε ένα σύστημα IoT αναφερόμαστε σε μια ευρεία ποικιλία συσκευών που μπορεί να είναι διαφορετικού τύπου μεταξύ τους όπως για παράδειγμα κάμερες, φώτα, κλιματιστικά, μηχανισμοί και συστήματα ασφαλείας καθώς και αυτοκίνητα με ενσωματωμένους αισθητήρες για τον εντοπισμό εμποδίων και αντικειμένων στην πορεία τους. Το κοινό χαρακτηριστικό όλων αυτών των συσκευών η μεταξύ τους διασυνδεσιμότητα καθώς και η διαχείριση τους από ένα υπολογιστικό σύστημα (υπολογιστής ή κινητό τηλέφωνο). Στα τέλη της δεκαετίας του 1990 ήταν η πρώτη φορά που ειπώθηκε ο όρος Internet of Things από τον επιχειρηματία Kevin Ashton συνιδρυτής του Auto – ID center στο MIT. Ο Ashton αποτέλεσε μέρος μιας ερευνητικής ομάδας η οποία ανακάλυψε τον τρόπο σύνδεσης IoT συσκευών μέσω ετικετών RFID.

Η συλλογή, η επεξεργασία και η αποστολή δεδομένων θα αποτελούν δυνατότητες που θα διαθέτουν οποιαδήποτε αντικείμενα όχι απαραίτητα ένας υπολογιστής και θα αποτελεί μια σημαντική μεταβολή. Το γεγονός αυτό γίνεται διότι τα συνδεδεμένα αντικείμενα θα μπορούν να είναι συμβατικές συσκευές που χρησιμοποιούνται καθημερινά από πολλούς ανθρώπους. Στην σημερινή εποχή μόνο το 1% από 50 – 70 δισεκατομμύρια συσκευές είναι συνδεδεμένες.

Το IoT θα πρέπει να θεωρείται ως ένα σύνολο από αυτόνομα συστήματα τα οποία λειτουργούν με δική τους οργάνωση και τα οποία μπορούν να χρησιμοποιήσουν και το διαδίκτυο και όχι ως μια επέκταση του διαδικτύου της σημερινής εποχής.

Ένα σύστημα IoT αποτελείται από τα εξής βασικά συστατικά:

- Τα αντικείμενα που διασυνδέονται μεταξύ τους (πράγματα)
- Τα συστήματα, δίκτυα και τις διεπαφές επικοινωνιών με τα οποία συνδέονται
- Το σύνολο των συστημάτων και των εφαρμογών που διαχειρίζονται και τροποποιούν τα δεδομένα που ανταλλάσσονται μεταξύ των αντικειμένων



Εικόνα 6.1 Παραδείγματα χρήσης του Διαδικτύου των Πραγμάτων.

Ορισμένα γνωρίσματα του IoT είναι:

- Το μέγεθος – κλίμακα: Το σύνολο των συνδεδεμένων συσκευών σε ένα σύστημα IoT αυξάνεται παρ' όλα αυτά το μέγεθος των συσκευών μειώνεται αρκετά σε σημείο που είναι δύσκολο να διακριθούν με το ανθρώπινο μάτι.
- Η «κινητικότητα»: Στα συστήματα IoT μπορούν να συνδεθούν αντικείμενα με την χρήση ασύρματων διεπαφών, τα οποία μπορεί να είναι στατικής τοποθεσίας ή κινούμενα.
- Η έλλειψη συνοχής και η πολυπλοκότητα: Σε ένα σύστημα IoT το σύνολο των εφαρμογών που θα εκτελούνται στα συνδεδεμένα αντικείμενα δημιουργεί επιπλέον ανάγκες για να την διασφάλιση της δια λειτουργικότητας.

Τα συστήματα IoT έχουν θετικές επιδράσεις στην ποιότητα ζωής των ανθρώπων καθώς προσφέρουν νέες θέσεις εργασίας, δημιουργούν ευκαιρίες για τις επιχειρήσεις, συμβάλουν στην ανάπτυξη του κλάδου και δίνουν νέα πνοή στην καινοτομία.

6.4.1 Λειτουργικές απαιτήσεις

Τα χαρακτηριστικά καθώς και τα επιθυμητά αποτελέσματα μίας εφαρμογής περιγράφονται από τις λειτουργικές απαιτήσεις. Παρακάτω παρουσιάζεται μια λίστα των απαιτήσεων του συστήματος.

- Η εταιρεία οφείλει να ενημερώνει τα δεδομένα αφορούν τους παραγωγούς με τους οποίους συνεργάζεται.
- Το σύστημα επιτρέπει στον χρήστη να διαχειριστεί τα δεδομένα που αφορούν τα αγροκτήματα από τα οποία η εταιρεία παίρνει τα ακτινίδια.
- Το σύστημα επιτρέπει στον χρήστη να εισάγει όλα τα δεδομένα που αφορούν τα χωράφι.
- Το σύστημα επιτρέπει στον χρήστη να εισάγει τα αποτελέσματα των χημικών ελέγχων.
- Το σύστημα επιτρέπει στην εταιρεία να αποθηκεύει τα στοιχεία που αφορούν τα τυποποιημένα και τα επεξεργασμένα προϊόντα τους.
- Το σύστημα παράγει στατιστικά στοιχεία τα οποία προκύπτουν από στοιχεία που έχουν συλλεχθεί από τους χημικούς ελέγχους και τα δεδομένα του χωραφιού.
- Το σύστημα επιτρέπει στον πελάτη να βλέπει την πορεία του ακτινιδίου από την φάρμα έως και το τραπέζι του.
- Το σύστημα λαμβάνει, επεξεργάζεται και να διατηρεί, αυτόματα δεδομένα μετεωρολογικών σταθμών.

6.4.2 Μη λειτουργικές απαιτήσεις

Σε αντίθεση με τις λειτουργικές οι μη λειτουργικές περιγράφουν τους περιορισμούς και την ποιότητα ενός συστήματος. Αναφέρονται στις ιδιότητες που οφείλει να διαθέτει το λογισμικό αλλά δεν είναι απαραίτητα για την εκτέλεση των λειτουργιών του όπως είναι η αξιοπιστία, η ασφάλεια, η επίδοση, χαρακτηριστικά εμφάνισης και περιβάλλον λειτουργίας και γενικότερα χαρακτηριστικά του συστήματος τα οποία δεν μπορούν να θεωρηθούν ως λειτουργίες που αυτό αποτελεί.

Απόδοση

Η απόδοση αφορά την ταχύτητα απόκρισης του συστήματος, των χρόνων εκτέλεσης των επιμέρους διεργασιών του και γενικότερα τους περιορισμούς ταχύτητας. Το υπολογιστικό σύστημα πρέπει να είναι ταχύτατο, προκειμένου να ανταποκρίνεται και να διευκολύνει την επιχείρηση, σε περιόδους μεγάλου φόρτου εργασίας, καθώς στόχος είναι η αυτοματοποίηση της διαδικασίας, με απώτερο σκοπό την επιτάχυνση της.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι περιορισμοί:

- Το σύστημα επιτρέπει σε πολλαπλούς χρήστες να εισέρχονται ταυτόχρονα.
- Το σύστημα εμφανίζει όλες τα στοιχεία των αγροτεμαχίων μέσα σε 10 δευτερόλεπτα
- Το σύστημα εμφανίζει όλες τα δεδομένα των ακτινιδίων μέσα σε 20 δευτερόλεπτα

Ασφάλεια

Το σύστημα πρέπει να είναι ασφαλές, καθώς θα αποθηκεύονται σε αυτό, «ευαίσθητα» δεδομένα της επιχείρησης, τα οποία πρέπει να είναι ορατά μόνο στα εξουσιοδοτημένα άτομα.

Γι' αυτόν τον λόγο θα υπάρχουν οι παρακάτω περιορισμοί:

- Στο σύστημα θα πρέπει να εισέρχονται μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες αφού έχει γίνει αυθεντικοποίηση τους με την χρήση αναγνωριστικού ονόματος (username) και κωδικού πρόσβασης(password).
- Δεν θα πρέπει να μπορούν να εισβάλλουν τρίτοι στην επικοινωνία χρήστη / server.
- Τα δεδομένα των ακτινιδίων θα πρέπει , εφόσον ζητηθεί από τον χρήστη, να μεταφέρονται με ασφαλή τρόπο.
- Τα δεδομένα των ακτινιδίων, των αγροτεμαχίων και των παραγωγών, θα πρέπει να επεξεργάζονται αυστηρά και μόνο από τους εξουσιοδοτημένο προσωπικό.

Ιδιωτικότητα

Το σύστημα πρέπει να διατηρεί μόνο τις απαραίτητες, για την λειτουργία του, πληροφορίες του χρήστη και όχι, άλλες επιπλέον πληροφορίες που καταπατούν τους όρους ιδιωτικότητας του. Με βάση αυτό στο σύστημα δεν θα αποθηκεύεται καμία πληροφορία εκτός από το username και το password του λογαριασμού κρυπτογραφημένα.

Συντήρηση

Το σύστημα μπορεί να αντιμετωπίσει ελαττώματα που να μην ανιχνεύονται από τις διάφορες τεχνικές ελέγχου που χρησιμοποιούνται. Επίσης μπορεί να χρειαστεί να προστεθούν καινούργιες δυνατότητες στο μέλλον. Για να διασφαλιστεί η καλή και σωστή συντήρηση του, το σύστημα πρέπει να είναι σχεδιασμένο και υλοποιημένο με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εφικτή η επεκτασιμότητα αλλά και η συντήρηση, κάποιων μερών του, όπως η βάση δεδομένων και ο server.

Με βάση αυτά είναι απαραίτητες οι παρακάτω απαιτήσεις:

- Το σύστημα παρέχει ευελιξία για να επιτρέπει την διόρθωση των σφαλμάτων του.
- Το σύστημα παρέχει ευελιξία για να είναι εφικτές μελλοντικές βελτιώσεις.
- Θα πρέπει να λειτουργεί για τουλάχιστον ένα χρόνο χωρίς να γίνει κάποια βελτίωση ή αλλαγή.
- Να είναι εφικτό η προσθήκη νέων λειτουργιών έπειτα από τον πρώτο χρόνο λειτουργίας του.
- Θα πρέπει να δημιουργεί αναφορές και να τις αποθηκεύει σε ένα αρχείο.

Αξιοπιστία και διαθεσιμότητα

Οι απαιτήσεις αξιοπιστίας και διαθεσιμότητας ενός συστήματος θα πρέπει να διασφαλίζουν για την αποφυγή προβλημάτων στην γραμμή παραγωγής.

Τέτοιες απαιτήσεις είναι:

- Το σύστημα θα πρέπει να είναι διαθέσιμο όσο το δυνατόν πιο πολύ γίνεται , τουλάχιστον 23 ώρες την ημέρα και 360 μέρες τον χρόνο.
- Το σύστημα θα πρέπει να κάνει αυτόματη επανεκκίνηση σε περίπτωση σφάλματος.
- Το σύστημα θα πρέπει να ενημερώνει τους διαχειριστές σε περίπτωση που έχει σφάλμα για περισσότερο από 15 λεπτά.
- Το σύστημα θα πρέπει να ξεκινάει αυτόματα μετά από κάποια επανεκκίνηση του server.

6.4.3 Υποσυστήματα

6.4.3.1 Υποσύστημα Μ.Σ. (Δεδομένα από Μετεωρολογικούς Σταθμούς)

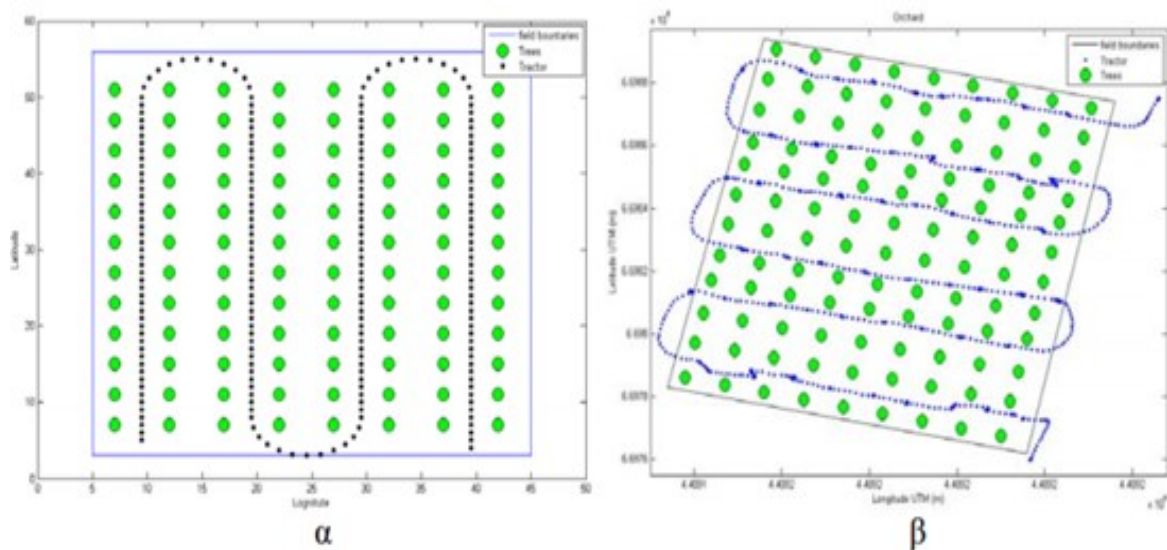
Το υποσύστημα Μετεωρολογικών Σταθμών θα είναι υπεύθυνο για την λήψη μετεωρολογικών δεδομένων χρήσιμων για την ανάλυση της ποιότητας του αγροκτήματος. Τα δεδομένα αυτά θα επεξεργάζονται και θα αποθηκεύονται στην βάση του συστήματος. Τα δεδομένα των μετεωρολογικών σταθμών θα αντλούνται από την διαδικτυακή βάση δεδομένων του Enhydriis. Το Enhydriis είναι μία ανοιχτή διαδικτυακή βάση δεδομένων όπου αποθηκεύονται υδρολογικά και μετεωρολογικά δεδομένα. Το υποσύστημα Μετεωρολογικών Σταθμών θα επικοινωνεί με το API του Enhydriis και λαμβάνει τα δεδομένα. Το API του Enhydriis δέχεται σαν παράμετρο ημερομηνία και επιστρέφει ένα κείμενο με την ημερομηνία και την τιμή της βροχόπτωσης. Το υποσύστημα θα είναι υπεύθυνο για την επεξεργασία του κειμένου και την αποθήκευση τους στην βάση σε σωστή μορφή. Τα δεδομένα της βροχόπτωσης θα επεξεργάζονται ,σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα από τα υπόλοιπα υποσυστήματα, με την χρήση ειδικών αλγορίθμων. Τα αποτελέσματα αυτά θα αποθηκεύονται στην βάση και θα είναι στην διάθεση των χρηστών της εταιρείας.

6.4.3.2 Υποσύστημα καταγραφής δεδομένων αγρόκτημα (προδιαγραφές κτήματος, λίπανση κλπ.)

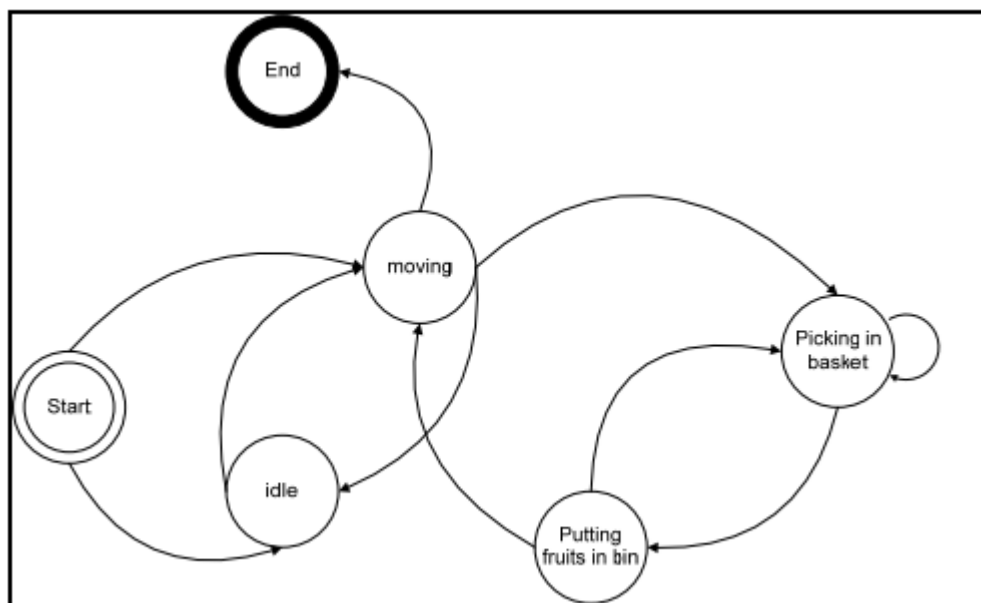
Το υποσύστημα καταγραφής δεδομένων αγρόκτημα είναι υπεύθυνο για την διαχείριση των δεδομένων ενός αγροκτήματος. Ο χρήστης μέσω το υποσυστήματος οφείλει να εισάγει νέες πληροφορίες σχετικά με το αγρόκτημα ,να τις επεξεργάζεται ή ακόμα και να τις διαγράφει.

6.4.3.3 Υποσύστημα συγκομιδής (Συνεργείο Συγκομιδής, ημερομηνία, έλεγχος ποιοτικός, συνολικό τανάζ)

Ο πιο διαδεδομένος τρόπος συγκομιδής του ακτινιδίου είναι η χειροσυλλογή. Η συγκομιδή με το χέρι σε σχέση με την μηχανική διαλογή αποτελεί τον καλύτερο τρόπο συλλογής διότι εξασφαλίζει την ποιοτική επιλογή των νωπών και ιδανικών ακτινιδίων. Μέσω της χειροσυλλογής ο καρπός μπορεί να συλλεχθεί σταδιακά με βάση τον βαθμό ωρίμανσής σε κλούβες (π.χ. των 20Kg) σε ένα ή περισσότερα στάδια ανάλογα με την ωριμότητα τους. Τα γεμάτα από καρπούς τελάρα με το πέρας της συγκομιδής φορτώνονται σε ελκυστήρα που μετακινείται όπως φαίνεται και στην Εικόνα 5.2α στο αγρόκτημα. Η αποτύπωση της ροής της εργασίας Εικόνα 5.2β εκτός από βελτιστοποίηση σε οργανωτικό και οικονομικό επίπεδο διευκολύνει την χαρτογράφηση της παραγωγής και την επίτευξη της ιχνηλασιμότητας. Το κόστος αυτής της τεχνικής είναι πολύ μεγάλο λόγω των υψηλών ημερομισθίων για αυτό η συλλογή καλύπτει σημαντικό ποσοστό του κόστους καλλιέργειας. Οι εργάτες χρησιμοποιούν βοηθητικά εργαλεία όπως σκάλες και κλούβες και έρχονται σε άμεση επαφή με τον καρπό (Ampatzidis, 2010).



Εικόνα 6.2 Προσομοίωση κίνησης ελκυστήρα (α) και κίνηση ελκυστήρα στο αγρόκτημα για συλλογή τελάρων με καρπούς (β).
(Πηγή: Amratzidis, 2010)



Εικόνα 6.3 Μοντελοποίηση των καταστάσεων της διαδικασίας χειροσυλλογής καρπών.
(Πηγή: Amratzidis, 2010)

Το υποσύστημα συγκομιδής θα είναι υπεύθυνο για την διαχείριση των δεδομένων που θα εισάγει ο χρήστης κατά το στάδιο της συγκομιδής. Μέσω του υποσυστήματος ο χρήστης θα είναι σε θέση να εισάγει σημαντικές πληροφορίες, που θα χρειαστεί να χρησιμοποιηθούν από τα άλλα υποσυστήματα, σχετικά με την παρτίδα ακτινιδίων που σύλλεξε. Το υποσύστημα αυτό θα δημιουργεί και έναν μοναδικό κωδικό για παρτίδα συγκομιδής.

6.4.3.4 Υποσύστημα Χημικού Ελέγχου (Σκληρότητα, στερεά ουσία, σάκχαρα)

Το υποσύστημα Χημικού Ελέγχου θα είναι υπεύθυνο για την διαχείριση των δεδομένων που αφορούν τα αποτελέσματα χημικού ελέγχου σε μια παρτίδα. Μέσω του συστήματος αυτού ο χρήστης θα μπορεί να εισάγει τις απαραίτητες πληροφορίες που αφορούν μια παρτίδα συγκομιδής με βάση τον μοναδικό κωδικό που θα παράγεται από το αντίστοιχο υποσύστημα.

6.4.3.5 Υποσύστημα Αποθήκευσης (Νούμερο ψυκτικού θαλάμου, θερμοκρασία, ημερομηνία. αποθήκευσης)

Υποσύστημα Αποθήκευσης θα είναι υπεύθυνο για την διαχείριση των δεδομένων που αφορούν την αποθήκευση μίας παρτίδας ακτινιδίων. Το υποσύστημα θα κάνει χρήση του μοναδικού κωδικού που παράγεται από το υποσύστημα συγκομιδής για να μπορεί να διαχωρίζει τα ακτινίδια.

6.4.3.6 Υποσύστημα Επεξεργασίας (Επεξεργασία και Συσκευασία, κλάση, νούμεροκλπ.)

Υποσύστημα Επεξεργασίας θα είναι υπεύθυνο για την διαχείριση των δεδομένων που αφορούν την αποθήκευση μίας παρτίδας ακτινιδίων. Το υποσύστημα θα κάνει χρήση του μοναδικού κωδικού που παράγεται από το υποσύστημα συγκομιδής για να περνάει ξεχωριστά τις πληροφορίες επεξεργασίας ανά παρτίδα ακτινιδίων.

6.4.3.7 Υποσύστημα Βάσης δεδομένων

Το υποσύστημα βάσης δεδομένων είναι υπεύθυνο για την διαχείριση της βάσης δεδομένων του συστήματος. Μέσω του υποσυστήματος αυτού, γίνεται η επικοινωνία των υπόλοιπων υποσυστημάτων με την βάση δεδομένων.

Διασύνδεση και επικοινωνία μεταξύ των υποσυστημάτων

Τα υποσυστήματα του είναι υπεύθυνα για την συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων με εξαίρεση το υποσύστημα της βάσης δεδομένων. Τα υποσυστήματα που υπάρχουν επικοινωνούν μόνο με το υποσύστημα της βάσης δεδομένων. Η επικοινωνία αυτή θα γίνεται με την χρήση ερωτημάτων. Όποιο υποσύστημα θα χρειάζεται δεδομένα από την βάση θα στέλνει ερώτημα στο υποσύστημα βάσης δεδομένων, το υποσύστημα βάσης δεδομένων με την σειρά του θα μορφοποιεί το ερώτημα, στην δομή που θα χρειάζεται η βάση δεδομένων, και θα το στέλνει στην βάση. Η βάση με την σειρά της θα επιστρέφει τα δεδομένα στο υποσύστημα της βάσης δεδομένων αυτό θα τα στέλνει στο υποσύστημα που ζήτησε τα δεδομένα.

6.5 Διεπαφή Προγραμματισμού Εφαρμογών (Application Programming Interface — API)

Η Διεπαφή Προγραμματισμού Εφαρμογών, είναι μια υπολογιστική διεπαφή, η οποία καθορίζει την αλληλεπίδραση μεταξύ πολλαπλών ενδιαμέσων λογισμικών. Καθορίζει τον τύπο των απαιτήσεων που μπορούν να εκπληρωθούν, πώς μπορούν να εκπληρωθούν, οι μορφές δεδομένων που υποστηρίζονται, οι συμβάσεις που πρέπει να ακολουθηθούν κλπ. Μπορεί επίσης να παρέχει μηχανισμούς επέκτασης, ώστε οι χρήστες να μπορούν να επεκτείνουν την υπάρχουσα λειτουργικότητα με διάφορους τρόπους και σε διαφορετικούς βαθμούς. Μια διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών μπορεί να προσαρμοστεί σε έναν συγκεκριμένο πελάτη (client) ή να ενσωματωθεί σε ένα βιομηχανικό πρότυπο για να εξασφαλιστεί η διαλειτουργικότητα.

6.5.1 SOAP (Simple Object Access Protocol)

Το SOAP αποτελεί ένα πρωτόκολλο επικοινωνιών ή ανταλλαγής δεδομένων που χρησιμοποιείται σε κατανεμημένα περιβάλλοντα. Το πρωτόκολλο αυτό βασίζεται σε ένα στην τεχνολογία XML (Extensive Markup Language) μέσω της οποίας δημιουργία ένα βαθμιαίο πλαίσιο μηνυμάτων για την ανταλλαγή μηνυμάτων πάνω από πολλαπλά πρωτόκολλα δικτύου. Το πλαίσιο που δημιουργείται δεν επηρεάζεται από το μοντέλο προγραμματισμού και την

σημασιολογία υλοποίησης. Το πλαίσιο διαμορφώνει ένα σύνολο εντολών – κανόνων για την κρυπτογράφηση δεδομένων και εντολές για την δημιουργία κλήσεων απομακρυσμένων διαδικασιών (RPC). Αποτελεί την βάση για ένα πλήθος πρωτοκόλλων που εκτελείται μέσω άλλων πρωτοκόλλων όπως το πρωτόκολλο HTTP (Hypertext Transfer Protocol) (SOAP Tutorial, 2022).

Ένα SOAP message βασίζεται στην τεχνολογία XML επομένως περιέχει τα εξής στοιχεία:

- Το βασικό – κεντρικό στοιχείο envelope με την μορφή φακέλου που περιγράφει το μήνυμα.
- Η κεφαλίδα (Header), το στοιχείο για τα δεδομένα που προστίθενται σε ένα μήνυμα SOAP. Το SOAP ορίζει τις ιδιότητες, ώστε να μπορεί να καθορίσει ποιος θα πρέπει να ασχοληθεί με ένα συγκεκριμένο στοιχείο και κατά πόσο η κατανόηση είναι προαιρετική ή υποχρεωτική.
- Το κύριο στοιχείο – σώμα (Body) το οποίο περιέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για τον αποδέκτη του μηνύματος.
- Τα μηνύματα SOAP, τα οποία μπορεί να σταλούν χρησιμοποιώντας τα πρωτόκολλα HTTP,
- Τα SOAP messages που αποστέλλονται μέσω του πρωτοκόλλου HTTP (SMTP, TCP)

Η χρησιμότητα των SOAP messages περιγράφεται ως εξής:

- Το SOAP αποτελεί πρωτόκολλο στο οποίο δίνεται η δυνατότητα να δημιουργηθούν άλλα πρωτόκολλα των οποίων οι υπηρεσίες θα χρησιμοποιηθούν για ασφαλή και αξιόπιστη μεταφορά μηνυμάτων.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα πρωτόκολλα WS-License και WS-Security, για να εξασφαλίσουν την ακεραιότητα και την εμπιστευτικότητα των μηνυμάτων SOAP.
- Προκειμένου να εξασφαλιστεί η ακεραιότητα και η εμπιστευτικότητα των SOAP messages γίνεται χρήση των WS – License & WS – Security.
- Το SOAP διαμορφώνει ένα μοντέλο για την τροποποίηση των μηνυμάτων από και προς τον δέκτη.
- Σύνολο μηνυμάτων μπορούν να ενωθούν σε μία μοναδική ανταλλαγή.

- Το SOAP επιτρέπει την χρήση απεριόριστων προτύπων ανταλλαγής μηνυμάτων (Message Exchange Patterns/MEP) όπου το ζευγάρι request – response είναι μόνο ένα.
- Άλλα παραδείγματα περιλαμβάνουν τη ζήτηση/απόκριση (solicit/response), τις ειδοποιήσεις και τις συνομιλίες τύπου ομοτίμων (peer-to-peer).

Σε ένα έγγραφο XML θα πρέπει να περιέχονται τα εξής στοιχεία:

- Τον απαραίτητο φάκελο envelope ο οποίος περιέχει όλα τα επιμέρους στοιχεία του μηνύματος και με βάση τον οποίο γίνεται αναγνώριση του εγγράφου XML ως SOAP message.
- Ένα μη υποχρεωτικό στοιχείο header το οποίο περιέχει συμπληρωματικά δεδομένα.
- Το στοιχείο – σώμα body το οποίο είναι υποχρεωτικό και περιέχει την βασική πληροφορία του μηνύματος.
- Το στοιχείο σφαλμάτων fault το οποίο είναι προαιρετικό, περιλαμβάνεται μέσα στο body και αναφέρεται σε πληροφορίες για σφάλματα κατά την ανάγνωση και τροποποίηση του μηνύματος.

6.5.2 REST (Representational State Transfer)

Το REST (Representational State Transfer) αποτελείται από ένα πλήθος αρχιτεκτονικών περιορισμών το οποίο μπορούν να χρησιμοποιούν οι προγραμματιστές API με διάφορους τρόπους. Σε αυτή την αρχιτεκτονική τα δεδομένα και οι λειτουργίες αναφέρονται σαν πόροι (resources) και μπορούν να προσπελασθούν μέσω της χρήσης των URI (Uniform Resource Identifiers) τα οποία έχουν την μορφή υπερσυνδέσμων του διαδικτύου. Οι πόροι ενεργοποιούνται με την χρήση ενός συνόλου καθορισμένων λειτουργιών. Οι υπηρεσίες που χρησιμοποιούν το REST ή αλλιώς Restful υπηρεσίες διαδικτύου δουλεύουν πιο γρήγορα και πιο αποτελεσματικά στον παγκόσμιο ιστό και αποτελούν μια εναλλακτική λύση των υπηρεσιών διαδικτύου SOAP (Young et al., 2022).

Οι υπηρεσίες Restful είναι παρόμοιες με τις υπηρεσίες SOAP και διαθέτουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Δεν επηρεάζονται από την πλατφόρμα στην οποία εκτελούνται,

- Δεν επηρεάζονται από τη γλώσσα ανάπτυξης,
- Βασίζουν την λειτουργία τους σε πρότυπα (εκτελούνται πάνω στο HTTP)
- Λειτουργούν εύκολα και με την χρήση τείχους προστασίας.

Οι υπηρεσίες RESTful αποτελούν διαδικτυακές υπηρεσίες που αυτό σημαίνει ότι δεν παρέχουν άμεσα χαρακτηριστικά ασφαλείας όπως η κρυπτογράφηση, η εγγύηση ποιότητας υπηρεσιών καθώς και οι διαχείριση συνεδριών αλλά λαμβάνουν αυτές τις δυνατότητες μέσω του HTTP.

Οι Restful υπηρεσίες βασίζονται στην αρχιτεκτονική client – server και χρησιμοποιεί πρωτόκολλα επικοινωνίας τα οποία δεν διατηρούν την κατάσταση του (stateless) όπως το HTTP. Στο REST οι clients και οι servers ανταλλάσσουν προβολές πόρων (resource representation) κάνοντας χρήση ενός περιβάλλοντος διεπαφής και πρωτοκόλλου.

Οι εφαρμογές που βασίζονται στις υπηρεσίες REST ή RESTful είναι απλές, ελαφριές και γρήγορες, χάρη στις εξής ιδιότητες:

- **Αναγνώριση πόρων μέσω URI:** Οι υπηρεσίες Restful περιγράφουν ένα πλήθος πόρων οι οποίοι χαρακτηρίζουν τους στόχους επικοινωνίας με τους πελάτες της. Αυτοί οι πόροι επαληθεύονται μέσω της χρήσης των URI τα οποία προσφέρουν ένα χώρο διευσιοδότησης για την αναζήτηση πόρων και υπηρεσιών.
- **Σταθερό περιβάλλον διεπαφής:** Η διαχείριση των πόρων γίνεται μέσω τεχνικών του πρωτοκόλλου HTTP με τις οποίες γίνονται η δημιουργία των request όπως για παράδειγμα POST, GET, DELETE, PUT, HEAD, LINK, UNLINK.
- **Αυτοπεριγραφικά μηνύματα:** Οι πόροι δημιουργούνται έτσι ώστε το περιεχόμενό τους να είναι εύκολα προσβάσιμο από μια ποικιλία μορφών όπως το HTML, XML, JSON ή το απλό κείμενο. Τα μεταδεδομένα πόρων είναι διαθέσιμα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν, για παράδειγμα, για τον έλεγχο της προσωρινής αποθήκευσης, τον εντοπισμό σφαλμάτων μετάδοσης, τη διαμόρφωση της κατάλληλης μορφής αναπαράστασης δεδομένων και την εκτέλεση ελέγχου ταυτότητας και ελέγχου πρόσβασης.

- **Αλληλεπίδραση χωρίς διατήρηση καταστάσεων (stateful) με την χρήση υπερσυνδέσμων:** Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των πόρων γίνονται χωρίς διατήρηση των καταστάσεων (stateless). Δηλαδή οι αιτήσεις δεν εξαρτώνται η μία από την άλλη αλλά βασίζονται στην θεωρία της μεταφοράς καταστάσεων. Η ανταλλαγή καταστάσεων γίνεται μέσω διαφόρων τεχνικών όπως τα cookies, η απόκρυψη πεδίων φόρμας και η επανεγγραφή του URI. Μια κατάσταση μπορεί να συμπεριληφθεί στα μηνύματα απόκρισης, προκειμένου να προβάλουν έγκυρες μελλοντικές καταστάσεις των αλληλεπιδράσεων.

6.5.3 Γιατί διαλέξαμε REST

Ο κύριος λόγος που έχει επιλεχθεί η REST αρχιτεκτονική είναι διότι υποστηρίζει μεγαλύτερη ποικιλία μορφών δεδομένων, συμπεριλαμβανομένης της μορφής JSON που θα χρησιμοποιηθεί, ενώ το SOAP υποστηρίζει μόνο την μορφή XML. Επίσης ο συνδυασμός του REST και το JSON χαρακτηρίζεται από την μικρή καμπύλη μάθησης και απλότητας ανάπτυξης, από την πλευρά των προγραμματιστών, ενώ προσφέρει καλύτερη συμβατότητα για τις εφαρμογές που τρέχουν στον περιηγητή. Σε σύγκριση με την SOAP, η αρχιτεκτονική REST παρέχει ανώτερη απόδοση, ιδιαίτερα μέσω της προσωρινής αποθήκευσης για πληροφορίες που δεν τροποποιούνται και δεν είναι δυναμικές.

Τέλος η αρχιτεκτονική REST είναι γενικά ταχύτερη και χρησιμοποιεί λιγότερο εύρος ζώνης. Είναι επίσης ευκολότερο να ενσωματωθεί σε υπάρχουσες ιστοσελίδες χωρίς να χρειάζεται να αναγνωρίζετε την υποδομή ιστότοπου. Αυτό επιτρέπει στους προγραμματιστές να εργάζονται ταχύτερα αντί να ξοδεύουν χρόνο επανεγγραφή ενός ιστότοπου από το μηδέν. Αντ' αυτού, μπορούν απλά να προσθέσουν πρόσθετες λειτουργίες.

6.6 Μορφοποίηση και αναπαράσταση των δεδομένων

Προκειμένου να επιτευχθεί με επιτυχία η ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ του πελάτη (client) και του διακομιστή (server) απαιτούνται συγκεκριμένα πρωτόκολλα τα οποία θα διαμορφώσουν τον τρόπο αναπαράστασης και μορφοποίησης των δεδομένων. Το επίπεδο

μηνυμάτων είναι ένα από τα συστατικά μια υπηρεσίας διαδικτύου το οποίο βασίζεται σε ορισμένα πρωτόκολλα από τα οποία τα πιο δημοφιλή είναι το XML και το JSON.

6.6.1 JSON

Ένας από τους τρόπους αποστολής δεδομένων είναι μέσω της χρήσης του JSON. Το JSON (JavaScript Object Notation) αποτελεί ένα σχήμα αναπαράστασης πληροφοριών – δεδομένων με σκοπό την μεταφορά τους. Το JSON είναι ανεξάρτητο από την γλώσσα ανάπτυξης, αυτό – περιγραφικό και εύκολο στην κατανόηση. Με άλλα λόγια αποτελεί ένα εύκολο και οργανωμένο τρόπο για την συλλογή πληροφοριών την οποία μπορεί να κατανοήσει με ευκολία και ο άνθρωπος.

Στην σημερινή εποχή η ασύγχρονη λειτουργία των ιστοσελίδων κυριαρχεί στον παγκόσμιο ιστό. Με τον όρο ασύγχρονη λειτουργία αναφερόμαστε στην δυνατότητα που έχουν οι ιστοσελίδες να ανανεώνουν δεδομένα της ιστοσελίδας χωρίς να χρειάζεται να γίνει ανανέωση ολόκληρης της ιστοσελίδας κάνοντας έτσι την εμπειρία περιήγησης πιο ομαλή και ευνοϊκή για τους χρήστες. Η ασύγχρονη λειτουργία μιας ιστοσελίδας επιτυγχάνεται με την χρήση του JSON το οποίο αποτελεί το κατάλληλο εργαλείο για την αποστολή και λήψη ασύγχρονων δεδομένων λόγω της ευκολίας και της απλότητας προς στον χρήστη.

Ο τρόπος σύνταξης του JSON είναι παρόμοιος με της γλώσσας προγραμματισμού JavaScript η οποία δεν κάνει χρήση κάποιου αναλυτή (parser) όπως η XML. Η JavaScript διαθέτει έτοιμες συναρτήσεις οι οποίες μπορούν να μετατρέψουν ένα σύνολο δεδομένων JSON σε φυσικά αντικείμενα JavaScript και το αντίθετο. Μιας και το JSON αποτελεί κομμάτι της γλώσσας προγραμματισμού JavaScript είναι ιδιαίτερα εύκολο και κατανοητό από κάποιον γνώστη αυτής της γλώσσας και δεν απαιτεί επιπρόσθετη μελέτη. Επίσης το JSON είναι πιο καθαρό, σε σύγκριση με το XML, και κατανοείται πιο εύκολα από αρχάριους. Παραλληλα το JSON είναι αρκετά ευέλικτο με τους βασικούς τύπους δεδομένων (MySQL - NoSQL).

Το JSON αποτελείται κυρίως από δεδομένα τα οποία αναπαρίστανται ως ζευγάρια ονομάτων – τιμών χωρισμένα με κόμμα και περικλείοντάς τα σε άγκιστρα και οι πίνακες από αγκύλες

```
var json = {  
  "title" : "Προηγμένο Σύστημα Ιχνηλασιμότητας"  
};
```

Εικόνα 6.4 Παράδειγμα JSON αρχείου.

6.6.2 XML

Η XML(eXtensible Markup Language) είναι μία γλώσσα σήμανσης, που αποτελείται από ένα σύνολο κανόνων για την ηλεκτρονική κωδικοποίηση κειμένων. Σχεδιάστηκε για την αποθήκευση και μεταφορά δεδομένων, και είναι αναγνώσιμη τόσο από άνθρωπο όσο και από μηχάνημα. Είναι μια δημοφιλής επιλογή, ειδικά όταν απαιτείται λεπτομερής αναπαράσταση των πληροφοριών, συμπεριλαμβανομένου και του τύπου δεδομένων.

Με μια πρώτη ματιά μπορεί κάποιος να πει ότι η δομή της XML μοιάζει αρκετά με την μορφή της HTML παρόλα αυτά διαθέτουν αρκετές διαφορές μεταξύ τους. Αρχικά η HTML χρησιμοποιείται για την παρουσίαση ενός συνόλου δεδομένων σε αντίθεση με την XML που χρησιμοποιείται για την περιγραφή τους. Επιπλέον η HTML διαθέτει ένα προκαθορισμένο αριθμό ετικετών, σε σύγκριση με την XML στην οποία ο προγραμματιστής μπορεί να δημιουργήσει νέες δικές του ετικέτες οι οποίες χρησιμοποιούνται ως ονόματα πεδίων για να περιγράψουν το περιεχόμενο των δεδομένων.

Τα απλούστερα στοιχεία της XML περιέχουν μια ετικέτα ανοίγματος, μια ετικέτα κλεισίματος και κάποιο περιεχόμενο. Η ετικέτα ανοίγματος αρχίζει με το σύμβολο <, ακολουθείται από ένα όνομα στοιχείου, που περιέχει γράμματα και αριθμούς (χωρίς κενά), και τελειώνει με το σύμβολο >. Στην XML, το περιεχόμενο αφορά συνήθως δεδομένα χαρακτήρων. Θα μπορούσε να αποτελείται από απλό κείμενο, από άλλα στοιχεία XML ή από πιο περίπλοκα πράγματα, όπως οντότητες XML, σχόλια και οδηγίες επεξεργασίας. Μετά το περιεχόμενο εμφανίζεται η ετικέτα κλεισίματος, η οποία έχει την ίδια ορθογραφία με την ετικέτα ανοίγματος, αλλά με μια μικρή αλλαγή: ένα σύμβολο / εμφανίζεται ακριβώς πριν από το όνομα του στοιχείου.

Ένα στοιχείο XML στην πιο απλή μορφή του αποτελείται από μια αρχική ετικέτα ανοίγματος η οποία συμβολίζεται με το σύμβολο < στην συνέχεια ακολουθεί το όνομα του

αρχείου το οποίο αποτελείται μπορεί να αποτελείται από αριθμούς και γράμματα χωρίς κενά και τελειώνει με την ετικέτα κλεισίματος με το σύμβολο />. Ανάμεσα των ετικετών ανοίγματος και κλεισίματος παρεμβάλετε το περιεχόμενο. Το περιεχόμενο συνήθως είναι ένα σύνολο δεδομένων με την μορφή απλού κειμένου ή άλλων στοιχείων XML όπως οντότητες XML σχόλια και οδηγίες επεξεργασίας. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα παράδειγμα εγγράφου XML.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<note>
<to>Paris</to>
<heading>Reminder</heading>
<body>This is a xml document</body>
</note>
```

Εικόνα 6.5 Παράδειγμα XML αρχείου.

6.6.3 Επιλογή Μέθοδος για ανταλλαγή δεδομένων

Ο εξυπηρετητής του συστήματος Ιχνηλασιμότητας που αναπτύσσεται στα πλαίσια του έργου θα αποτελείτε από πολλές υπηρεσίες που θα βασίζονται στην αρχιτεκτονική REST και η επικοινωνία θα γίνεται μέσω των Διεπαφών Προγραμματισμού Εφαρμογών που θα δημιουργηθούν. Αν και από την πλευρά του διακομιστή, είναι ουσιαστικά ισοδύναμα τα δύο πρωτόκολλα ,στην περίπτωση της εφαρμογή ιχνηλασιμότητας χρειάζεται μια απλή αλλά αποδοτική διαδικτυακή υπηρεσία.

Σύμφωνα με αποτελέσματα ερευνών το JSON συγκριτικά με το XML προσφέρει καλύτερες ταχύτητες και καταλαμβάνει λιγότερους πόρους. Σε σύγκριση με το XML το οποίο αποθηκεύει τα δεδομένα σε δέντρα το JSON αποτελεί μια πιο εύχρηστη επιλογή καθώς τα δεδομένα αποθηκεύονται σε πίνακες και αρχεία. Η δομή που χρησιμοποιείται στα αρχεία JSON την καθιστά πιο εύχρηστη για την εισαγωγή των αρχείων σε γλώσσες αντικειμενοστραφής λογικής με τις οποίες πιθανόν να έχει αναπτυχθεί και ο διακομιστής (server) όπως για παράδειγμα η γλώσσα JavaScript.Επιπλέον το JSON προσφέρει καλύτερη ασφάλεια σε σύγκριση με την XML. Η XML προσφέρει την δυνατότητα για την επισύναψη οποιουδήποτε αρχείου (εικόνες, ήχο, βίντεο) και οποιασδήποτε μορφής κειμένου. Το JSON υποστηρίζει μόνο τις

παραδοσιακές μορφές όπως είναι το κείμενο και οι αριθμοί. Οι δυνατότητες του XML μπορεί να φαίνονται καλύτερες, παρόλα αυτά ενδέχεται να είναι επικίνδυνες γιατί μπορούν να μεταφέρουν και εκτελέσιμα αρχεία τα οποία μπορεί να προκαλέσουν μεγάλα προβλήματα ασφαλείας στο σύστημα κάτι που δεν ισχύει στις δομές δεδομένων JSON.

Με βάση τα παραπάνω για την επίτευξη καλύτερης, σχετικά , απόδοσης αλλά και μεγαλύτερης ασφάλειας του συστήματος τους έχει επιλεγεί η μέθοδος JSON.

6.7 Σύστημα Βάση Δεδομένων

Τα συστήματα βάσεων δεδομένων αποτελούν ηλεκτρονικά συστήματα οργανωμένης τήρησης – συλλογής ειδικά ταξινομημένων δεδομένων με σκοπό την εξυπηρέτηση εφαρμογών αποτελεσματικά χωρίς περιττές επαναλήψεις των δεδομένων. Τα δεδομένα που συλλέγονται μπορεί να είναι οτιδήποτε θεωρείται από τον διαχειριστή ή μια εταιρεία ότι είναι αναγκαία. Μια βάση δεδομένων χαρακτηρίζεται ως ένα είδος ηλεκτρονικής αρχειοθήκης, στην οποία αποθηκεύονται πλήθος ηλεκτρονικών αρχείων δεδομένων.

Τα συστήματα βάσεων δεδομένων αποτελούνται από τέσσερα βασικά στοιχεία:

- Δεδομένα
- Υλικό
- Λογισμικό
- Χρήστες

Συγκριτικά με τις παραδοσιακές μεθόδους συλλογής και αποθήκευσης δεδομένων τα συστήματα βάσεων δεδομένων παρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα όπως:

- Εξοικονόμηση χώρου (Μέσω της κατάργησης των ογκωδών φακέλων και εγγράφων).
- Ταχύτητα (Η αναζήτηση και τροποποίηση των εγγραφών γίνεται αρκετά πιο γρήγορα).
- Λιγότερος κόπος
- Άμεση πληροφόρηση (Γρήγορη πρόσβαση των δεδομένων σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή).

Η διαχείριση των βάσεων δεδομένων γίνεται από Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ) ή αλλιώς στα αγγλικά Database Management Systems (DBMS). Τα DBMS είναι προγράμματα με πιο πολύπλοκη λογική αποθήκευσης και ανάκτησης δεδομένων σε σύγκριση με τα απλά συστήματα επεξεργασίας αρχείων (File Management Systems – FMS). Ουσιαστικά τα DBMS κάνουν χρήση της ταχύτητας και της ευελιξίας που παρέχεται από την μέθοδο άμεσης προσπέλασης όσο αφορά την αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων και οργανώνει τα δεδομένα με αρκετά διαφορετικό τρόπο από ότι τα απλά συστήματα. Τα περισσότερα DBMS διαθέτουν την δική τους γλώσσα προγραμματισμού η οποία ονομάζεται γλώσσα διαχείρισης δεδομένων. Η γλώσσα αυτή είναι αρκετά φιλική προς το χρήστη και παρέχει ένα σύνολο εντολών προκειμένου να εκτελεστεί η διαχείριση δεδομένων τόσο από τους χρήστες όσο και από τους προγραμματιστές (IBM Docs, 2022).

Η κυριότερες γλώσσες ΣΔΒΔ που έχουν μελετηθεί για την υλοποίηση της εφαρμογής ιχνηλασιμότητας είναι η SQL (δομημένη γλώσσα ερωτήματος) και η NoSQL.

6.7.1 SQL

Όσο η τεχνολογία των DBMS εξελίσσονταν προέκυψαν διάφοροι τύποι ανάλογα με τον τύπο δεδομένων που θα συλλέγονται σε αυτές. Μέχρι στιγμής έχουμε αναφερθεί σε οργανωμένες δομές δεδομένων οι οποίες αποθηκεύονται σε πλειάδες. Οι βάσεις αυτές ονομάζονται Σχεσιακές Βάσεις Δεδομένων (Relational Database Management System – RDBMS) καθώς βασίζονται στην συσχέτιση (σχέση) των δεδομένων .

Η SQL (δομημένη γλώσσα ερωτήματος) είναι μια γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για τη διαχείριση δεδομένων σε σχεσιακές βάσεις δεδομένων. Ο διακομιστής Microsoft SQL είναι το καλύτερο παράδειγμα. Ο διακομιστής Microsoft SQL είναι μια σχεσιακή βάση δεδομένων που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και την ανάκτηση δεδομένων από εφαρμογές είτε στους ίδιους υπολογιστές είτε στο δίκτυο (Gupta, 2022).

Η SQL χρησιμοποιείται προκειμένου τα ΣΔΒΔ να μπορούν να έχουν κάποιους κοινούς άξονες αναφοράς και επιτρέπει μέσα από ένα σύστημα εντολών, την προσπέλαση των δομημένων δεδομένων που περιέχει ένα ΣΔΒΔ. Κάθε ΣΔΒΔ ουσιαστικά δέχεται και εκτελεί ένα σετ εντολών SQL για να διαχειριστεί τα δεδομένα του.

Βασικές λειτουργίες του διακομιστή SQL:

- Μια σχεσιακή βάση δεδομένων αποτελείται από ένα πλήθος πινάκων που περιέχουν δεδομένα διαχωρισμένα σε κατηγορίες.
- Οι πίνακες περιέχουν από μία έως και περισσότερες κατηγορίες δεδομένων σε στήλες.
- Κάθε σειρά περιέχει μια μοναδική εμφάνιση δεδομένων για τις κατηγορίες που ορίζονται από τις στήλες.
- Ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση στα δεδομένα από τη βάση δεδομένων χωρίς να γνωρίζει τη δομή του πίνακα βάσης δεδομένων.

Περιορισμοί για τη βάση δεδομένων SQL:

Ευελιξία: Οι χρήστες πρέπει να κλιμακώσουν τη σχεσιακή βάση δεδομένων σε ισχυρούς διακομιστές που είναι ακριβοί και δύσκολοι στη χρήση τους. Για την κλιμάκωση της σχεσιακής βάσης δεδομένων πρέπει να διανεμηθεί σε πολλούς διακομιστές. Ο χειρισμός πινάκων σε διάφορους διακομιστές είναι χάος.

Περίπλοκο: Στα δεδομένα του SQL Server πρέπει να ταιριάζει σε πίνακες ούτως ή άλλως. Αν τα δεδομένα σας δεν ταιριάζουν σε πίνακες, τότε θα πρέπει να σχεδιάσετε τη δομή της βάσης δεδομένων σας, η οποία θα είναι πολύπλοκη και θα είναι και πάλι δύσκολη.

6.7.2 NoSQL

Το NoSQL αποτελεί μια ομάδα συστημάτων διαχείρισης βάσεων δεδομένων των οποίων το κύριο χαρακτηριστικό είναι ότι σε σχέση με την συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων δεν τηρεί το μοντέλο των σχεσιακών βάσεων δεδομένων για την διαχείριση και επεξεργασία των δεδομένων μέσα στην βάση (data manipulation). Το όνομα – όρος NoSQL η αλλιώς “Not Only SQL” εμφανίστηκε για πρώτη φορά σε μια συνάντηση στο San Francisco το 2009 στην οποία έγινε παρουσίαση κάποιων νέων βάσεων δεδομένων. Τα συστήματα NoSQL αποτελούν κατανεμημένες, μη σχεσιακές βάσεις δεδομένων σχεδιασμένες που έχουν ως σκοπό την αποθήκευση δεδομένων μεγάλης κλίμακας και επεξεργασίας δεδομένων τα οποία διαμοιράζονται σε ένα μεγάλο αριθμό διακομιστών. Λανθασμένα υπάρχει η φήμη ότι τα

συστήματα NoSQL δεν αποθηκεύουν σωστά τα δεδομένα σχέσεων κάτι που δεν ισχύει. Χρησιμοποιούνται σε περιβάλλοντα τα οποία πρέπει να διαχειριστούν μεγάλο όγκο δεδομένων και στα οποία παρουσιάζονται προβλήματα απόδοσης λόγω περιορισμών της SQL. Τα εν λόγω συστήματα δεν χρησιμοποιούν κάποιο συγκεκριμένο δομημένο σύστημα για τα στοιχεία που περιέχουν όπως για παράδειγμα πίνακες οι οποίοι αποτελούν τις δομικές μονάδες για ένα παραδοσιακό σχεσιακό σύστημα.

Τα συστήματα NoSQL δεν τηρούν αυστηρά τους κανόνες ACID (Ατομικότητα, Συνέπεια, Ακεραιότητα, Ανθεκτικότητα) των σχεσιακών βάσεων δεδομένων με σκοπό να ανταπεξέλθουν στις περιπτώσεις στις οποίες η απόδοση του ερωτήματος είναι πιο σημαντική από την απόλυτη συνέπεια των δεδομένων. Σε περιπτώσεις που προέκυψαν προσκλήσεις στον χειρισμό τεράστιου όγκου δεδομένων οι χρήση σχεσιακών βάσεων δεδομένων δεν μπόρεσε να επιλύσει τα προβλήματα. Παρόλο που τα συστήματα αυτά υστερούν στις αυστηρές απαιτήσεις κερδίζουν σε υψηλές ταχύτητες και ελαστικότητα. Επίσης σε αντίθεση με τις σχεσιακές βάσεις οι οποίες είναι αυστηρά δομημένες τα δεδομένα NoSQL δεν περιορίζονται σε κάποιο σχήμα. Μία από τις πιο σημαντικές ιδιότητές της είναι η παροχή δεδομένων υψηλής διαθεσιμότητας (What is NoSQL? NoSQL Databases Explained, 2022).

Η αυξανόμενη χρήση μη σχεσιακών βάσεων δεδομένων στον τομέα της τεχνολογίας έχει κάνει πολλούς να πιστεύουν ότι τα σχεσιακά συστήματα αντικαθίστανται από συστήματα NoSQL. Λέγοντας ότι αυτό δεν ισχύει στην πραγματικότητα γιατί καθένα από αυτά τα δύο μοντέλα έχει ξεχωριστό ρόλο και είναι κατάλληλο για διαφορετικές εφαρμογές και διαφορετικούς φόρτους εργασίας. Τα συστήματα NoSQL δεν φάνηκε να αντικαθιστούν τα σχεσιακά συστήματα, αλλά να τα συμπληρώνουν.

Πλεονεκτήματα της βάσης δεδομένων NoSQL:

- Επεξεργάζονται δεδομένα ταχύτερα από τις σχεσιακές βάσεις δεδομένων.
- Συχνά πιο γρήγορα επειδή τα μοντέλα δεδομένων τους είναι απλούστερα.
- Τα μεγάλα συστήματα NoSQL είναι αρκετά ευέλικτα ώστε να επιτρέπουν στους προγραμματιστές να χρησιμοποιούν τις εφαρμογές με τρόπο που να ανταποκρίνεται στις ανάγκες τους.

Γιατί επιλέχθηκε η NoSQL

Τα συστήματα NoSQL διαχείρισης βάσεων δεδομένων έχουν τεράστιο πλεονέκτημα σε περιβάλλοντα με μεγάλο όγκο δεδομένων κάτι στο οποίο υστερούν τα σχεσιακά μοντέλα όπως στην περίπτωση της εφαρμογής ιχνηλασιμότητας. Μέσω της εφαρμογής η εταιρία θα συλλεγεί μεγάλες ποσότητες «αδόμητων» δεδομένων, και γι' αυτόν τον λόγο η βάση δεδομένων στρέφονται περισσότερο σε μη-σχεσιακή. Θα συλλεγεί μεγάλες ποσότητες «αδόμητων» δεδομένων, και γι' αυτόν τον λόγο η βάση δεδομένων στρέφονται περισσότερο σε μη-σχεσιακή. Επιπλέον άλλο ένα βασικό πλεονέκτημα των μη – σχεσιακών βάσεων δεδομένων είναι ο οικονομικός καθώς είναι σχεδιασμένα ώστε να λειτουργούν χωρίς ιδιαίτερες ενέργειες από ανθρώπινους παράγοντες. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν μεθόδους για αυτόματες επισκευές (automatic repair), διαμοιρασμό δεδομένων (data distribution) και πιο απλά μοντέλα δεδομένων. Όλα αυτά οδηγούν σε σαφώς μικρότερες ανάγκες για διαχείριση ή βελτιστοποίηση του συστήματος.

Η κατανομημένη φύση του NoSQL τα καθιστά ιδανικά για επεξεργασία δεδομένων (πχ ενοποίηση, φιλτράρισμα, διαλογή, στατιστικές ενέργειες κλπ) σε μαζική κλίμακα. Αυτή λειτουργία είναι σημαντική για το έργο και την δημιουργία αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, για την επεξεργασία και συλλογή μεγάλου όγκου δεδομένων από την βάση, με την προϋπόθεση βέβαια χαμηλών απαιτήσεων για ACID ιδιότητες.

Τέλος τα συστήματα NoSQL έχουν την ικανότητα της κλιμάκωσης, κάτι στο οποίο υστερούν τα παραδοσιακά συστήματα. Πέρα από τα πλεονεκτήματα κλίμακας, η ίδια η αρχιτεκτονική τους θα βοηθήσει στην βελτίωση της απόδοσής της εφαρμογής σε σύγκριση με μια σχεσιακή βάση δεδομένων.

6.8 Μέθοδοι Ανάπτυξης

Το μοντέλο ευέλικτης ανάπτυξης αποτελεί μια παραλλαγή του μοντέλου λειτουργικής επαύξησης. Το λογισμικό αναπτύσσεται κατά την διάρκεια γρήγορων επαυξητικών κύκλων. Η τεχνική αυτή έχει ως αποτέλεσμα την σταδιακή δημιουργία μικρών εκδόσεων του λογισμικού οι

οποίες βασίζονται σε προηγούμενη λειτουργικότητα. Σε κάθε έκδοση που προκύπτει εκτελούνται διεξοδική έλεγχοι για να διασφαλιστεί η ποιότητα του λογισμικού.

Η μέθοδος αυτή «σπάει» την διαδικασία ανάπτυξης του λογισμικού σε επιμέρους βήματα. Τα επιμέρους βήματα αυτά αποτελούνται από σύντομες χρονικά επαναλήψεις οι οποίες διαρκούν 1 – 4 εβδομάδες μπορεί να χρειαστούν και παραπάνω για την παραγωγή μιας λειτουργικής έκδοσης του λογισμικού. Σε κάθε επανάληψη περιέχονται οι λειτουργίες ανάλυσης απαιτήσεων, σχεδιασμών, κωδικοποίησης ελέγχου μονάδας και δοκιμών αποδοχής. Κατά την ολοκλήρωση της επανάληψης κάθε βδομάδα το λογισμικό παρουσιάζεται στον πελάτη με αποτέλεσμα να μειώνεται ο συνολικός κίνδυνος και να γίνονται με μεγάλη ευκολία οι αλλαγές που μπορεί να προκύψουν. Στόχος αυτής της διαδικασίας είναι η παραγωγή λειτουργικών εκδόσεων με ελάχιστα σφάλματα στο τέλος κάθε επανάληψης.

Το ευέλικτο μοντέλο προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα όπως η συνεχή διανομή εκδόσεων λογισμικού η οποία συμβάλει στην ικανοποίηση των πελατών, η συνεχή επικοινωνία και αλληλεπίδραση της ομάδας ανάπτυξης με τους πελάτες, η ευκολία προσαρμογής των απαιτήσεων, τον σχεδιασμό και διόρθωση νέων αλλαγών καθώς και στην τεχνική αριστεία.

Το κύριο μειονέκτημα του Ευέλικτου Μοντέλου είναι η δυσκολία αξιολόγησης από την αρχή σε ορισμένα μεγάλα παραδοτέα λογισμικού της απαιτούμενης προσπάθειας, ο κρίσιμος ρόλος του πελάτη και η εμπειρία των προγραμματιστών στη λήψη αποφάσεων.

Ο ευέλικτος τρόπος εργασίας ή αλλιώς Agile είναι μια παγκόσμια καινοτομία. Είναι ένας τρόπος σκέψης ή δράσης που βασίζεται σε αρχές και πρακτικές. Ευελιξία είναι η ικανότητα να αλλάζεις εύκολα αυτό που κάνεις. Το Agile είναι μια κουλτούρα που βασίζεται στη δέσμευση, η οποία είναι η μόνη που μπορεί να επιφέρει αλλαγή. Οι ευέλικτες πρακτικές στοχεύουν να φέρουν την υψηλότερη αξία στην επιχείρηση, εστιάζοντας στους ανθρώπους και τη συνεχή βελτίωση. Το Agile ξεκίνησε το 2001 με το Μανιφέστο του Agile, το οποίο υποδεικνύει τις 12 αρχές που οφείλουν να ακολουθούνται κατά την διάρκεια του project. Από τότε, υιοθετήθηκε ευρέως σε Ευρώπη και Αμερική από τις μεγαλύτερες εταιρείες.

Η ευέλικτη μέθοδος βασίζεται σε τέσσερις βασικές αρχές (Beck et al, 2001):

- Τα άτομα και οι αλληλεπιδράσεις πάνω από τις διαδικασίες και τα εργαλεία
- Το λογισμικό που λειτουργεί πάνω από την εκτενή τεκμηρίωση
- Η συνεργασία με τον πελάτη πάνω από τις συμβατικές διαπραγματεύσεις
- Η ανταπόκριση στην αλλαγή πάνω από την τήρηση ενός προδιαγεγραμμένου σχεδίου

Στο μανιφέστο των ευέλικτων μεθόδων καθορίστηκαν επιπλέον δώδεκα αρχές που καθοδηγούν τον τρόπο ανάπτυξης. Παρακάτω παρουσιάζονται οι δώδεκα αρχές (Beck et al, 2001):

1. Βασική προτεραιότητα αποτελεί η ικανοποίηση του πελάτη με την συνεχή παράδοση σημαντικού τμήματος του λογισμικού από τα πρώτα κιόλας στάδια της παραγωγής.
2. Οι απαιτήσεις και αλλαγές που προκύπτουν ακόμα και σε προχωρημένο στάδιο είναι αποδεκτές καθώς οι διαδικασίες που χρησιμοποιούνται επιτρέπουν την αλλαγή προς όφελος του πελάτη.
3. Η παράδοση τμημάτων λογισμικού γίνεται ανά δύο εβδομάδες έως και ανά δύο μήνες. Σημαντική είναι η όσο το δυνατόν συχνότερη παράδοση.
4. Οι πελάτες και οι υπεύθυνοι ανάπτυξης του συστήματος πρέπει να συνεργάζονται καθημερινά μέχρι την παραγωγή του τελικού προϊόντος.
5. Η εξασφάλιση ενός ευνοϊκού περιβάλλοντος το οποίο χαρακτηρίζεται από εμπιστοσύνη και υποστήριξη καθώς και ανάθεση εργασιών σε ικανά και αποτελεσματικά μέλη αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό.
6. Η συζητήσεις και συνομιλίες πρόσωπο με πρόσωπο ανάμεσα στα μέλη της ομάδας εργασίας αποτελούν τον καλύτερο τρόπο μεταβίβασης και ανταλλαγής πληροφοριών.
7. Το λογισμικό που λειτουργεί ορθά αποτελεί το καλύτερο και πιο αξιόπιστο μέτρο το οποίο επιβεβαιώνει την πρόοδο.

8. 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.
9. Η διαρκής προσπάθεια για τεχνική αρτιότητα και ορθό σχεδιασμό ενισχύει την ευελιξία.
10. Η απλοποίηση, με την έννοια της υλοποίησης στόχων με σύντομο αλλά αποτελεσματικό τρόπο, είναι ουσιαστική.
11. Η ικανότητα αυτό – οργάνωσης των ατόμων μιας ομάδας δημιουργεί καλύτερες αρχιτεκτονικές, απαιτήσεις και σχέδια.
12. Ανά σύντομα χρονικά διαστήματα γίνεται συζήτηση μεταξύ των μελών της ομάδας η οποία συμβάλει στην βελτίωση της αποτελεσματικότητας της και στον επαναπροσδιορισμό της συμπεριφοράς της.

Μέσω της τήρησης των βασικών αρχών μειώνεται σημαντικά η πιθανότητα εμφάνισης λαθών και κινδύνων κατά την διαδικασία ανάπτυξης του λογισμικού. Οι μέθοδοι αυτοί διαθέτουν μια μεγάλη συλλογή από ορθές και δοκιμασμένες πρακτικές και αξίες οι οποίες συμβάλουν στην ομαλή ανάπτυξη του λογισμικού. Η ανάπτυξη γίνεται σε σύντομες σε διάρκεια επαναληπτικούς και αυξητικούς κύκλους επιτρέποντας έτσι την δυνατότητα διορθώσεων και αλλαγών που μπορεί να προκύψουν από το συνεχές μεταβαλλόμενο επιχειρησιακό περιβάλλον (Misra et al., 2012).

Οι προγραμματιστές και οι διαχειριστές έργων έχουν σαφή προτίμηση στην επικοινωνία πρόσωπο με πρόσωπο για να περιορίσουν τη δημιουργία εγγράφων και συνεργάζονται στενά με τους πελάτες για να επικεντρωθούν στην ανάπτυξη λογισμικού, η οποία θεωρείται το κύριο μέτρο προόδου. Ως προσαρμοστική προσέγγιση, και όχι τόσο προβλέψιμη όσο οι παραδοσιακές προσεγγίσεις, καλωσορίζουν την αλλαγή, ιδίως όσον αφορά τις ανάγκες των πελατών.

Η Scrum είναι μια εύκαμπτη (agile) μέθοδος που δίνει έμφαση στη διαχείριση των έργων ανάπτυξης λογισμικού επινοήθηκε από τον Jeff Sutherland και την ομάδα ανάπτυξής του στις αρχές του 1990. Τα τελευταία χρόνια έχει πραγματοποιηθεί περαιτέρω ανάπτυξη στις μεθόδους

Scrum από τον Schwaber και τον Beedle. Η μέθοδος Scrum (The New New Product Development Game n.d.) θεωρεί ότι η ανάπτυξη λογισμικού είναι μια σύνθετη και απρόβλεπτη διαδικασία και για τον λόγο αυτό την προσομοιώνει με ένα «μαύρο κουτί» και όχι σαν μια σαφώς ορισμένη διαδικασία. Αντίθετα με τα παραδοσιακά μοντέλα που θεωρούν την ανάπτυξη λογισμικού σαν μια γραμμική διαδικασία, η μέθοδος Scrum θεωρεί ότι η ανάπτυξη μπορεί να ξεκινήσει από οποιαδήποτε φάση και με οποιαδήποτε σειρά. Έτσι, σύμφωνα με την προσέγγιση Scrum, η μέθοδος προσαρμόζεται στο έργο και όχι το αντίστροφο. Άλλα βασικά χαρακτηριστικά της προσέγγισης είναι: μικρές ομάδες, ευέλικτα χρονοδιαγράμματα, συχνά σημεία ελέγχου, καλή συνεργασία κ.λπ.

Οι Scrum αρχές, συμφωνούν με τη Διακήρυξη της ευελιξίας και χρησιμοποιούνται για να κατευθύνουν τις δραστηριότητες ανάπτυξης στο πλαίσιο μιας διαδικασίας που ενσωματώνει τις ακόλουθες δραστηριότητες πλαισίου: απαιτήσεις, ανάλυση, σχεδίαση, εξέλιξη και παράδοση. Μέσα σε κάθε δραστηριότητα πλαισίου, οι εργασίες έργου που λαμβάνουν χώρα μέσα σε ένα διαδικαστικό πρότυπο ονομάζονται ορμή. Το έργο που διεξάγεται μέσα στην ορμή είναι προσαρμοσμένο στα προκείμενα προβλήματα που παρουσιάζονται και αλλάζει συχνά σε πραγματικό χρόνο από την Scrum ομάδα

7 Αποτελέσματα

Οι επιχειρήσεις με την ένταξη των συστημάτων ιχνηλασιμότητας στο δυναμικό τους επιτυγχάνουν τρεις βασικούς στόχους (Lindh, Olsson and Williams, 2015):

- Ασφάλεια και ποιότητα τροφίμων
- Διευκόλυνση της διαδικασίας ανίχνευσης
- Εμπορευματοποίηση τροφίμων τα οποία διαθέτουν δύσκολο ως προς την ανίχνευση χαρακτηριστικά ποιότητας
- Βελτίωση της διαδικασίας εφοδιασμού

Ένα σύστημα ιχνηλασιμότητας θεωρείται αποτελεσματικό όταν διαθέτει την ικανότητα ανίχνευσης αστοχιών σε προϊόντα καθώς επίσης και την δυνατότητα δημιουργία αυτόματων κατηγοριών με σκοπό την σωστή διαχείριση των προϊόντων της αλυσίδας εφοδιασμού (Barrios et al, 2011). Επομένως η ιχνηλασιμότητα αποτελεί ένα «εργαλείο» που προσφέρει βελτίωση στην ασφάλεια και διαχείριση των τροφίμων.

7.1 Εξαγόμενα Δεδομένα

Ο τομέας της γεωργίας τροφίμων παράγει μεγάλο αριθμό διαφορετικών συνόλων δεδομένων, τόσο σε περιεχόμενο, δομή όσο και σε μορφή αποθήκευσης με τη χρήση διαφόρων συσκευών IoT. Τέτοιες τεράστιες ποσότητες δεδομένων απαιτούν πολύπλοκες μεθόδους για επεξεργασία δεδομένων και αποθήκευση, καθώς και εντατικές στατιστικές προσεγγίσεις και μοντέλα προγραμματισμού για την εξαγωγή σχετικών πληροφοριών. Η προετοιμασία και η προ επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων οδηγεί σε πληροφορίες που απαιτούνται για την κατανόηση της κατάστασης του συστήματος (γεωργικών τροφίμων). Με την εφαρμογή προηγμένων αλγορίθμων και τη μέτρηση της απόδοσης του συστήματος σε σχέση με το επιθυμητό αποτέλεσμα, ένα σύστημα μπορεί να είναι ικανό να λαμβάνει ανεξάρτητες τοπικές αποφάσεις και να λαμβάνει κατάλληλες ενέργειες. Αυτό το επίπεδο ανεξαρτησίας που επιτρέπει την αυτονομία στην ανίχνευση, τη λήψη αποφάσεων και την ενεργοποίηση είναι αυτό που κάνει ένα σύστημα IoT «έξυπνο».

Έτσι, η τεχνητή νοημοσύνη ενεργεί σε εξωτερικές πληροφορίες που προέρχονται από IoT και άλλες μεγάλες πηγές δεδομένων, χρησιμοποιούν κανόνες βασισμένους στη γνώση (παρέχονται από προγραμματιστές) ή προσδιορίζει τους υποκείμενους κανόνες και μοτίβα χρησιμοποιώντας μηχανική εκμάθηση, για να οδηγήσει τα συστήματα σε καθορισμένους στόχους. Ένα πραγματικά έξυπνο σύστημα μπορεί να μάθει, να γενικεύσει (εάν υπάρχει τέτοιο πεδίο), να συσσωρεύσει γνώσεις, να θέσει στόχους και προτεραιότητες και να ελαχιστοποιήσει τους κινδύνους για τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων.

7.2 Ανίχνευση αστοχιών σε προϊόντα & έλεγχος ποιότητας

Κάθε σύστημα ιχνηλασιμότητας ως απαραίτητη προϋπόθεση θα πρέπει να είναι σε θέση να ανιχνεύει τις αστοχίες που μπορεί να προκύψουν στα προϊόντα της εφοδιαστικής αλυσίδας προκειμένου να διασφαλιστεί τόσο η ασφάλεια και η ποιότητα των τροφίμων όσο και η εμπιστοσύνη των καταναλωτών προς τα προϊόντα της εταιρείας. Παρ' όλο που η ίδια ιχνηλασιμότητα δεν μπορεί να συμβάλει άμεσα στην βελτίωση της ποιότητας των τροφίμων μπορεί να συμβάλει έμμεσα παρέχοντας όλες τις σημαντικές πληροφορίες για την παρακολούθηση των τροφίμων βελτιώνοντας με αυτό τον τρόπο τον έλεγχο ποιότητας και την διαχείρισή τους (Barrios et al, 2011). Η τεχνητή νοημοσύνη παίζει ένα σημαντικό ρόλο στην ιχνηλασιμότητα καθώς έρχεται να δώσει λύση σε ένα σημαντικό ζήτημα που είναι η αυτοματοποιημένη, ορθή αναγνώριση και διαλογή των τροφίμων σε διακριτές κατηγορίες με βάση την ποιότητά τους (Aung and Chang, 2014). Ο συνδυασμός των κατάλληλων αισθητήρων και των αλγορίθμων βαθιάς μάθησης εκμάθησης και νευρωνικών δικτύων δημιουργούν έναν «εγκέφαλο» υπολογιστικής όρασης (CV) με σκοπό την ταχύτατη και αξιόπιστη διεξαγωγή ελέγχων ποιότητας και διαλογής προϊόντων, ώστε ο καταναλωτής να λάβει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Η ιχνηλασιμότητα είναι επωφελής για τον καταναλωτή, την εταιρεία και τον αγρότη. Αυξάνει την ορατότητα, βελτιώνει τις λειτουργίες, διασφαλίζει τη συμμόρφωση και την ασφάλεια και συνδέει τον αγρότη με τον καταναλωτή. Οι επιχειρήσεις που εφαρμόζουν την ιχνηλασιμότητα βιώνουν αύξηση της εμπιστοσύνης των καταναλωτών, βελτιωμένες

επιχειρηματικές λειτουργίες (όπως η λογιστική), μείωση των αποβλήτων και απάτη και αύξηση της παραγωγικότητας.

Το μέλλον της Τεχνητής Νοημοσύνης σημαίνει ασφαλέστερα τρόφιμα με περισσότερη ιχνηλασιμότητα. Τα γεωργικά ρομπότ (bots) αντικαθιστούν τις καθημερινές εργασίες και αυξάνουν την παραγωγικότητα. Αυτά τα bots μπορούν να εξαλείψουν ξένα φυτά και να εντοπίσουν έντομα που θα μπορούσαν να βλάψουν την υγεία των καλλιεργειών. Καθώς περνούν από τα χωράφια, αναλύουν δείγματα εδάφους. Το bot θα ειδοποιήσει τον αγρότη εάν τα επίπεδα είναι πάνω ή κάτω από το επιθυμητό ποσό. Με τις πρόσφατες εξελίξεις στην Τεχνητή Νοημοσύνη, τα drone με προηγμένες δυνατότητες απεικόνισης μπορούν να δουν στο έδαφος καθώς και να τραβήξουν εικόνες των καλλιεργειών. Η Τεχνητή Νοημοσύνη επεξεργάζεται αυτές τις εικόνες χρησιμοποιώντας βαθιά μάθηση και μπορεί να προβλέψει την ημερομηνία συγκομιδής των καλλιεργειών.

Η Τεχνητή Νοημοσύνη λαμβάνει επίσης υπόψη εξωτερικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως τα καιρικά φαινόμενα για να προβλέψει την ημερομηνία συγκομιδής. Αυτή η τεχνολογία μπορεί επίσης να εκτιμήσει πόσες καλλιέργειες θα είναι διαθέσιμες. Οι πληροφορίες στη συνέχεια μπορούν να κοινοποιούνται σε όλους στην αλυσίδα εφοδιασμού. Η επιχείρηση μπορεί να χρησιμοποιήσει αυτές τις πληροφορίες για να διασφαλίσουν ότι η προσφορά τροφίμων θα είναι επαρκής για να καλύψει τη ζήτηση των καταναλωτών. Τυχόν φθορές στο αγρόκτημα (π.χ. ξηρασία, ασθένεια κ.λπ.) μπορούν να εντοπιστούν και οι διανομείς μπορούν να προετοιμαστούν για τέτοια γεγονότα. Καθώς η καλλιέργεια μετακινείται από το αγρόκτημα στην αγορά, η Τεχνητή Νοημοσύνη επιτρέπει σε κάθε καλλιέργεια να παρακολουθείται. Για επιλεγμένα προϊόντα, οι καταναλωτές να έχουν ήδη τη δυνατότητα να σαρώσουν τον γραμμωτό κώδικα και να μάθουν ακριβώς από πού προέρχεται το προϊόν, τότε συλλέχθηκε και πότε έφτασε στο κατάστημα. Στο μέλλον, οι καταναλωτές θα μπορούν να σαρώσουν οποιονδήποτε γραμμωτό κώδικα και να γνωρίζουν ότι το φρούτο προήλθε από μια αξιόπιστη πηγή.

Βιβλιογραφία

- “DigitalOcean (2021) Product Documentation.” *DigitalOcean*.
<https://www.digitalocean.com/docs/> (March 29, 2021).
- “Kubernetes - Google Kubernetes Engine (GKE).” *Google Cloud*.
<https://cloud.google.com/kubernetes-engine?hl=el> (March 29, 2021).
- “The New New Product Development Game.” <https://hbr.org/1986/01/the-new-new-product-development-game> (March 29, 2021).
- Ampatzidis, Y. and Vougioukas, S., 2009. Field experiments for evaluating the incorporation of RFID and barcode registration and digital weighing technologies in manual fruit harvesting. *Computers and Electronics in Agriculture*, 66(2), pp.166-172.
- Ampatzidis, Y., 2010. Modeling and electronic monitoring of activities during manual harvested of specialty crops with application to precision farming and traceability. PhD thesis. Aristotle University of Thessaloniki.
- Anurag. 2017. “Choosing the Right Cloud Provider - AWS vs Azure vs GCP.” *NewGenApps*.
<https://www.newgenapps.com/blog/choosing-the-right-cloud-provider-aws-vs-azure-vs-google-cloud-platform/> (March 29, 2021).
- Aung, M. and Chang, Y., 2014. Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. *Food Control*, 39, pp.172-184.
- Barge, P., Gay, P., Merlino, V. and Tortia, C., 2014. Item-level Radio-Frequency IDentification for the traceability of food products: Application on a dairy product. *Journal of Food Engineering*, 125, pp.119-130.
- Barnes, A., Soto, I., Eory, V., Beck, B., Balafoutis, A., Sanchez, B., Vangeyte, J., Fountas, S., van der Wal, T. and Gómez-Barbero, M., 2019a. Influencing incentives for precision agricultural technologies within European arable farming systems. *Environmental Science & Policy*, 93, pp.66-74.
- Barnes, A., Soto, I., Eory, V., Beck, B., Balafoutis, A., Sánchez, B., Vangeyte, J., Fountas, S., van der Wal, T. and Gómez-Barbero, M., 2019b. Exploring the adoption of precision agricultural technologies: A cross regional study of EU farmers. *Land Use Policy*, 80, pp.163-174.
- Beck, K.; Beedle, M.; van Bennekum, A.; Cockburn, A.; Cunningham, W.; Fowler, M.; Grenning, J.; Highsmith, J.; Hunt, A.; Jeffries, R.; Kern, J.; Marick, B.; Martin, R. C.; Mellor, S.; Schwaber, K.; Sutherland, J. & Thomas, D. (2001), 'Manifesto for Agile Software Development' 'Manifesto for Agile Software Development'.
- Gandino, F., Montrucchio, B., Rebaudengo, M. and Sanchez, E., 2007. Analysis of an RFID-based Information System for Tracking and Tracing in an Agri-Food chain. 2007 1st Annual RFID Eurasia,.

- Gardašević, G., Veletić, M., Maletić, N., Vasiljević, D., Radusinović, I., Tomović, S., & Radonjić, M. (2017). The IoT architectural framework, design issues and application domains. *Wireless personal communications*, 92(1), 127-148. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11277-016-3842-3>
- Gastélum Barrios, Abraham & Bórquez, Rafael & Rico-García, Enrique & Toledano-Ayala, Manuel & Soto-Zarazúa, Genaro. (2011). Tomato quality evaluation with image processing: A. African Journal of Agricultural Research. 6.
- Giannakis, Mihalīs, Konstantina Spanaki, and Rameshwar Dubey. 2019. "A Cloud-Based Supply Chain Management System: Effects on Supply Chain Responsiveness." *Journal of Enterprise Information Management* 32(4): 585–607.
- Gupta, S., 2022. What is SQL & How Does It Work? A Guide to Structured Query Language. [online] Springboard Blog. Available at: <<https://www.springboard.com/blog/data-analytics/what-is-sql/>> [Accessed 19 January 2022].
- Ibm.com. 2022. IBM Docs. [online] Available at: <<https://www.ibm.com/docs/en/zos-basic-skills?topic=zos-what-is-database-management-system>> [Accessed 19 January 2022].
- International Telecommunication Union (2005). ITU Internet Report 2005: The Internet of Things. Geneva: ITU.
- Kan, T., Teng, C. and Chou, W., 2009. Applying QR code in augmented reality applications. Proceedings of the 8th International Conference on Virtual Reality Continuum and its Applications in Industry - VRCAI '09.
- Lindh, H., Olsson, A. and Williams, H., 2015. Consumer Perceptions of Food Packaging: Contributing to or Counteracting Environmentally Sustainable Development?. *Packaging Technology and Science*, 29(1), pp.3-23.
- Mavromoustakis. 2017. "Advances in Mobile Cloud Computing and Big Data in the 5G Era | Constandinos Mavromoustakis | Springer." <https://www.springer.com/gp/book/9783319451435> (March 29, 2021).
- Mell P. and Grance, T., 2011, "The NIST Definition of Cloud Computing," NIST Special Publication 800-145, <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>
- Misra, S., Kumar, V., Kumar, U., Fantazy, K. and Akhter, M., 2012. Agile software development practices: evolution, principles, and criticisms. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 29(9), pp.972-980.
- MongoDB. 2022. What is NoSQL? NoSQL Databases Explained. [online] Available at: <<https://www.mongodb.com/nosql-explained>> [Accessed 19 January 2022].
- Palankar, M. R., et al. Amazon S3 for science grids: a viable solution?. In: Proceedings of the 2008 international workshop on Data-aware distributed computing. 2008. p. 55-64.
- Piramuthu, S., Farahani, P. and Grunow, M., 2013. RFID-generated traceability for contaminated product recall in perishable food supply networks. *European Journal of Operational Research*, 225(2), pp.253-262.

- Saavedra, S., Reed-Tsochas, F. and Uzzi, B., 2008. A simple model of bipartite cooperation for ecological and organizational networks. *Nature*, 457(7228), pp.463-466.
- Suresh, P., Vijay J. D., Parthasarathy, V., & Aswathy, R. H. (2014, November). A state of the art review on the Internet of Things (IoT) history, technology and fields of deployment. In 2014 International Conference on Science Engineering and Management Research (ICSEMR) (pp. 1-8). IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICSEMR.2014.7043637>
- Tutorialspoint.com. 2022. SOAP Tutorial. [online] Available at: <<https://www.tutorialspoint.com/soap/index.htm>> [Accessed 19 January 2022].
- Ustundag, A. and Tanyas, M., 2009. The impacts of Radio Frequency Identification (RFID) technology on supply chain costs. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 45(1), pp.29-38.
- Vashi, S., Ram, J., Modi, J., Verma, S. and Prakash, C., 2017, February. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and security issues. In *2017 international conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud)(I-SMAC)* (pp. 492-496). IEEE.
- Wei, H., Ming-chang, W., Sheng-jun, Y., Xue, Z. and Rong, Q., 2022. Current Situations and Countermeasures of - ProQuest. [online] Proquest.com. Available at: <<https://www.proquest.com/scholarly-journals/current-situations-countermeasures-development/docview/1415596804/se-2>> [Accessed 19 January 2022].
- Yang, Y., Wu, L., Yin, G., Li, L. and Zhao, H., (2017). A Survey on Security and Privacy Issues in Internet-of-Thing, IEEE, *Internet of Things Journal*, Vol. 4, No. 5
- Young, D., Packer, J., Choudhary, C., Talada, R., Metkar, P. and Masne, S., 2022. What is REST. [online] REST API Tutorial. Available at: <<https://restfulapi.net/>> [Accessed 19 January 2022].
- Zhao, J. C., Zhang, J. F., Feng, Y., & Guo, J. X. (2010, July). The study and application of the IOT technology in agriculture. In 2010 3rd International Conference on Computer Science and Information Technology (Vol. 2, pp. 462- 465). IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICCSIT.2010.5565120>
- Εμμανουηλίδης, Α., 2019. Εφαρμογές Internet of Things στον αγροτικό τομέα: μελέτη περιπτώσεων: τρόποι αξιοποίησης των δεδομένων με τεχνικές και εργαλεία machine learning και data-mining, [BSc thesis], Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 2019.
- Ζαχαρόπουλος, Α., 2015. Μέθοδοι ιχνηλασιμότητας στην βιομηχανία. Undergraduate. Technological Educational Institute of Kavala.
- Κβασνιάκ, Ά., 2016. Ιχνηλασιμότητα αγροτικών προϊόντων : αυτοφυή φυτά της Θάσου. Undergraduate. Technological Educational Institute of Epirus.