

Ιόνιο Πανεπιστήμιο
Τμήμα Πληροφορικής



Τεχνολογίες RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα

Radu Andreea
Δεκέμβριου 2022

Επιβλέπων

Παναγιώτης Κουρουθανάσης, Καθηγητής

Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Τριμελής Επιτροπή

Παναγιώτης Κουρουθανάσης, Καθηγητής

Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Αδαμαντία Πατέλη, Καθηγήτρια

Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Θεμιστοκλής Έξαρχος, Επίκουρος Καθηγητής

Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Περίληψη

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί βασικός παράγοντας για της εταιρείες και επιχείρησης. Μέσο της τεχνολογίας μπορούμε να βελτιώσουμε την απόδοση της αλυσίδας αλλά και να έχουμε σωστή παρακολούθηση της. Για την χρήση της βελτίωσης και σωστής παρακολούθησης της αλυσίδας χρησιμοποιούνται οι ετικέτες RFID ώστε να μπορεί να υπάρχει καταμέτρηση των προϊόντων ή υπηρεσιών και να γίνεται πιο αποτελεσματικά.

Η RFID τεχνολογία έχει κατακτήσει τον χώρο της εφοδιαστικής αλυσίδας ως η λύση για την μείωση λαθών και καθυστερήσεων και επιτρέποντας παράλληλα στις επιχειρήσεις την καλύτερη δυνατή επικοινωνία με τους πελάτες τους με νέους τρόπους. Αποτελεί την πλέον σύγχρονη, όσον αφορά στην εφαρμογή της, τεχνολογία ηλεκτρονικής ταυτοποίησης.

Στην εργασία αυτή θα γίνει ,αναφορά στους βασικούς όρους της διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας και των τεχνολογιών RFID, εκτενείς βιβλιογραφική ανασκόπηση των δέκα τελευταίων ερευνών – εφαρμογών που είχαν ως σκοπό την επίτευξη της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας μέσω της χρήσης των τεχνολογιών RFID.

Περιεχόμενα

Περίληψη	3
1. Εισαγωγή	6
2. Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain Management)	7
2.1 Στόχοι	7
2.2 Χρησιμότητα και Αβεβαιότητα	8
2.3 Διαχείριση Συμβάντων Αλυσίδας Εφοδιασμού(Supply Chain Event Management - SCEM)	9
3. Τεχνολογία RFID(Radio Frequency Identification)	10
3.1 RFID.....	10
3.2 Αρχιτεκτονική τεχνολογίας RFID.....	10
3.3 Περιγραφή και λειτουργία RFID	11
3.4 Ασφάλεια και ιδιωτικότητα RFID	13
4. RFID στην εφοδιαστική Αλυσίδα	13
4.1 Προσδίδοντας ευφυΐα στην εφοδιαστική αλυσίδα.....	14
4.2 Πλεονεκτήματα	15
4.3 Μειονεκτήματα.....	17
5. Υποστήριξη και Προκλήσεις RFID στην Εφοδιαστική Αλυσίδα	18
5.1 Υποστήριξη του RFID.....	18
5.2 Τεχνικές Προκλήσεις του RFID	18
5.3 Προκλήσεις στη ασφάλεια και ιδιωτικότητα του RFID	19
5.4 Πρακτικές	21
6. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	23
6.1 Supply Chain Financial Supervision Mechanism	23
6.2 Impact of RFID technologies	25
6.3 RFID Systems in Supermarkets	29
6.4 Supply-chain applications and implementation issues	32
6.5 RFID Control System.....	35
6.6 RFID-integrated blockchain-driven.....	39
6.7 Enhancing Business Process Automation.....	43
6.8 Supply chain management with lean production and RFID application.....	46
6.9 Critical success factors and challenges of implementing RFID	50
6.10 Sustainability benefits of RFID technology	56
6.11 FOREVER 21	59
7. Συμπέρασμα	60
8. Μελλοντικές Προοπτικές.....	61
9. Βιβλιογραφία	62

Κατάλογος Σχημάτων

Εικόνα 1 Σύγχρονη Εφοδιαστική Αλυσίδα.....	7
Εικόνα 2 Αρχιτεκτονική RFID.....	11
Εικόνα 3 Παράδειγμα Λειτουργίας RFID Συστημάτων.....	12
Εικόνα 4 Εντοπισμός Προϊόντων στην Εφοδιαστική Αλυσίδα με χρήση RFID	15
Εικόνα 5 Έλεγχος αποθεμάτων με χρήση του RFID	15
Εικόνα 6 Παράδειγμα απειλής ασφάλειας και Ιδιωτικότητα RFID.....	20
Εικόνα 7 Ιεραρχική δομή του wireless sensor network.....	24
Εικόνα 8 RFID κύκλωμα	24
Εικόνα 9 Ανάλυση ειδών ανακρίβειας απογραφής	255
Εικόνα 10 Θεμέλια του RFID	266
Εικόνα 11 Συγκεντρωτικός πίνακας αναλυτικών μοντέλων.....	277
Εικόνα 12 Σχεδιάγραμμα προσομοίωσης.....	288
Εικόνα 13 Σχεδιάγραμμα του σεναρίου.....	30
Εικόνα 14 Παραδείγματα σύγκρουσης αναγνώστη με ετικέτα RFID.....	31
Εικόνα 15 Σχεδιάγραμμα για την καλή πρακτική του συστήματος.....	32
Εικόνα 16 Σχηματική Απεικόνιση των τεχνολογιών	33
Εικόνα 17 Προληπτική Εφαρμογή των τεχνολογιών RFID	34
Εικόνα 18 Ορισμένες εταιρείες που δημιουργούν RFID τεχνολογίες	34
Εικόνα 19 Εφαρμογή για αποφυγή συγκρούσεων μεταξύ των RFID tags	35
Εικόνα 20 Οικονομικός αντίκτυπος και εξελίξεις που απορρέουν από τη χρήση της τεχνολογίας RFID στα λιμάνια.....	36
Εικόνα 21 Επιβίβαση επιβατών και οχημάτων με χρήση τεχνολογίας RFID	37
Εικόνα 22 Μοντέλο διαδικασιών συστήματος ελέγχου πρόσβασης RFID	38
Εικόνα 23 Προτεινόμενο μοντέλο RFID-integrated BCT-driven B2B CTSCM.....	41
Εικόνα 24 Κατασκευές και ερευνητική υπόθεση.....	42
Εικόνα 25 Στάδια της μεθοδολογικής έρευνας.....	42
Εικόνα 26 Αποτελέσματα της εκτέλεσης της υπόθεσης	43
Εικόνα 27 Απλοποιημένο διάγραμμα επιχειρηματικών διαδικασιών για τη διαδικασία συσκευασίας εμπορευμάτων.....	44
Εικόνα 28 Αρχιτεκτονική μοντέλου διαχείρισης δεδομένων RFID.....	45
Εικόνα 29 Υπο-διαδικασία «Send Goods to Proper Lines»	45
Εικόνα 30 Η εφοδιαστική αλυσίδα ανταλλακτικών τριών επιπέδων με ροές πληροφοριών και υλικού	47
Εικόνα 31 Τρέχουσες λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας (as-is model)	47
Εικόνα 32 Μελλοντικές λειτουργίες εφοδιαστικής αλυσίδας (to-be model).....	49
Εικόνα 33 Προκλήσεις στην τοποθέτηση RFID	51
Εικόνα 34 Παράγοντες που επηρεάζουν την τοποθέτηση RFID.....	50
Εικόνα 35 Διαδικασίες Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας και Οφέλη RFID.....	51
Εικόνα 36 RFID Benefits and Challenges in Supply Chain Management.....	54
Εικόνα 37 Πλεονεκτήματα συστήματος RFID και Παράγοντες Επιτυχίας Εφαρμογής.....	55
Εικόνα 38 Εξέλιξη του RFID	55
Εικόνα 39 Εφαρμογές RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα μόδας.....	56
Εικόνα 40 Περιγραφή των βημάτων που προσαρμόστηκαν σε αυτή την έρευνα	57

1. Εισαγωγή

Η έννοια της διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας (SCM) περιλαμβάνει την αποτελεσματική διαχείριση και ροή υλικών πόρων, διαδικασιών και των πληροφοριών κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού και επεκτείνεται σε πρακτικές που στοχεύουν, στη λειτουργική αποτελεσματικότητα στο σύνολο της αλυσίδας.

Οι στόχοι της SCM είναι η βελτίωση του σχεδιασμού της, η μείωση του χρόνου παράδοσης, η έγκαιρη παράδοση υλικών και υπηρεσιών, η μείωση του κόστους, ο έλεγχος και η αξιοπιστία, η μείωση των κινδύνων, και η ποιότητα των υπηρεσιών. Πρόσθετοι στόχοι της SCM περιλαμβάνουν τον συντονισμό, τη διαχείριση κινδύνων και την ανθεκτικότητα.

Η RFID τεχνολογία έχει κατακτήσει τον χώρο της εφοδιαστικής αλυσίδας ως η λύση για την μείωση λαθών και καθυστερήσεων και επιτρέποντας παράλληλα στις επιχειρήσεις την καλύτερη δυνατή επικοινωνία με τους πελάτες τους με νέους τρόπους. Αποτελεί την πλέον σύγχρονη, όσον αφορά στην εφαρμογή της, τεχνολογία ηλεκτρονικής ταυτοποίησης.

Η αυξανόμενη ανάγκη για τον εντοπισμό των προϊόντων έχει δημιουργήσει τεράστιες ευκαιρίες για την αγορά RFID. Επιπλέον, η γρήγορη πραγματοποίηση του return on investment (ROI), συνδεδεμένη με την δυνατότητα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο και με την ακρίβεια των συστημάτων RFID, είναι βασικά συστατικά στην επίτευξη μακροπρόθεσμης και βιώσιμης αποδοχής της τεχνολογίας.

Οι εφαρμογές που έχουν δημιουργηθεί με την χρήση RFID τεχνολογίας, στον χώρο της εφοδιαστικής, αφορούν κλειστού τύπου εφαρμογές, ενώ λόγω του ότι συνήθως οι επενδύσεις που απαιτούνται για πλήρη χρήση είναι αρκετά σημαντικές -σε τεχνικό εξοπλισμό και σε κόστος-, οι περισσότερες από αυτές είναι ακόμα σε αρχικό στάδιο και η χρήση αφορά μόνο σε πολύ εξειδικευμένες και κάθετες εφαρμογές.

2. Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain Management)

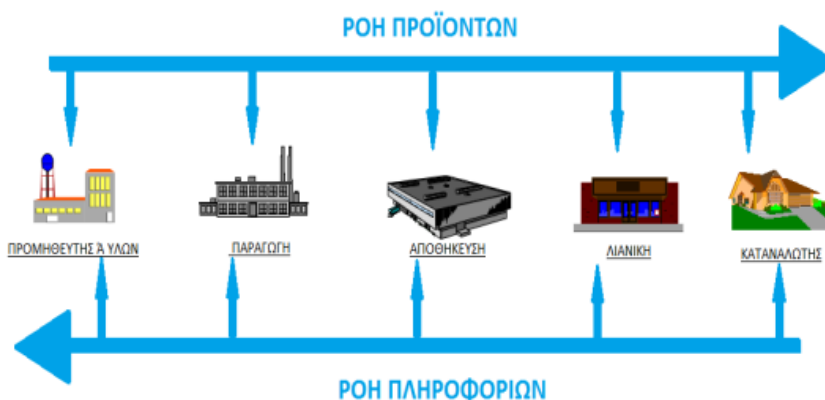
Η έννοια της διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού (SCM) περιλαμβάνει την αποτελεσματική διαχείριση και ροή υλικών, πόρων, διαδικασιών και πληροφοριών κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας και επεκτείνεται σε πρακτικές που στοχεύουν στη λειτουργική αποτελεσματικότητα στο σύνολο της εφοδιαστικής αλυσίδας.

2.1 Στόχοι

Οι στόχοι της διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας είναι :

1. Η βελτίωση του σχεδιασμού ζήτησης
2. Η μείωση του χρόνου παράδοσης
3. Η έγκαιρη παράδοση υλικών και υπηρεσιών
4. Η μείωση του κόστους
5. Ο έλεγχος
6. Η μείωση των κινδύνων
7. Η ποιότητα των υπηρεσιών

Πρόσθετοι στόχοι της διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας περιλαμβάνουν το στενό συντονισμό των δραστηριοτήτων, τη διαχείριση κινδύνων και την ανθεκτικότητα. Οι παραπάνω στόχοι και οι προκλήσεις της SCM είναι ευκολότερο να επιτευχθούν μέσω της αποτελεσματικότερης συνεργασίας και της ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ των εμπορικών εταιρών – συνεργατών. Η βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας της συνεργασίας επιτυγχάνεται και μέσω της χρήσης τεχνολογιών που ενσωματώνουν τις επιχειρηματικές διαδικασίες στην εφοδιαστική αλυσίδα, διευκολύνουν την επεξεργασία πληροφοριών και υποστηρίζουν την ανταλλαγή γνώσεων μεταξύ των εμπορικών συνεργατών.



Εικόνα 1 Σύγχρονη Εφοδιαστική Αλυσίδα

2.2 Χρησιμότητα και Αβεβαιότητα

Η χρήση της κατάλληλης τεχνολογίας πληροφοριών δεν βελτιώνει μόνο την αποτελεσματικότητα της αλυσίδας εφοδιασμού, αλλά αυξάνει επίσης την ικανότητά της να αντιμετωπίζει την αβεβαιότητα. Η αβεβαιότητα είναι μία από τις κύριες προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπίσει η SCM[44]. Η αβεβαιότητα της παραγωγής αναφέρεται σε καταστροφές μηχανών, σφάλματα υπολογιστών και κακή σχεδίαση προϊόντων που μπορεί να επηρεάσουν την ποιότητα των προϊόντων και να προκαλέσουν διαταραχές στην παραγωγή. Η αβεβαιότητα ζήτησης σχετίζεται με μεταβολές στη ζήτηση που μπορεί να οδηγήσουν σε εξάντληση αποθεμάτων ή στην υπέρμετρη τήρηση αποθεμάτων. Η τελευταία συσχετίζεται επίσης με παραγγελίες που ενδέχεται να οδηγήσουν σε λανθασμένες προβλέψεις και αναποτελεσματικό προγραμματισμό παραγωγής.

Μέσω ερευνών ανακαλύφθηκε μια διάκριση μεταξύ των αγορών όπου η αβεβαιότητα της ζήτησης είναι υψηλή, π.χ. στις αγορές καινοτόμων προϊόντων ή στη βιομηχανία της μόδας, όπου η ζήτηση υπόκειται στις ιδιοτροπίες της μόδας και στις αγορές όπου η αβεβαιότητα της ζήτησης είναι χαμηλή, π.χ. βιομηχανίες βασικών προϊόντων ή κατανάλωσης υπηρεσιών κοινής ωφέλειας.

Επιπλέον εξετάστηκε η αβεβαιότητα εφοδιασμού, δηλ. την αδυναμία τροφοδοσίας της αλυσίδας εφοδιασμού εγκαίρως λόγω ελαττωματικού υλικού ή απροσδόκητων προβλημάτων κατά τη μεταφορά επί παραδείγματι και προβαίνει σε μια διάκριση μεταξύ διαδικασιών υψηλής αβεβαιότητας και σταθερών διεργασιών, βασικών διαδικασιών παραγωγής και διαδικασιών υψηλής αβεβαιότητας παραγωγή που σχετίζεται με τον καιρό, όπως η γεωργία. Πέρα από τις «καθημερινές» αβεβαιότητες της προσφοράς και της ζήτησης, οι επιχειρήσεις πρέπει να αντιμετωπίσουν τη λεγόμενη ανταγωνιστική αβεβαιότητα, η οποία αναφέρεται στις κινήσεις και τις στρατηγικές των ανταγωνιστών. Στη συγκεκριμένη διάκριση της αβεβαιότητας πρέπει επίσης να αντιμετωπίσουν απροσδόκητα γεγονότα, όπως σεισμοί, πολεμικές συρράξεις, αυξήσεις των τιμών, προβλήματα με τους εμπορικούς εταίρους, ατυχήματα και ζημιές στην παραγωγή.

Η αβεβαιότητα της αγοράς και ο έντονος ανταγωνισμός επιδρούν καταλυτικά και περιπλέκουν την SCM κάνοντας την υλοποίηση των παραπάνω στόχων δύσκολη. Για να απλουστευθεί η πολυπλοκότητα της SCM και για να υποστηρίξει εταιρείες που ασχολούνται με αυτή, το Συμβούλιο Εφοδιαστικής Αλυσίδας (SCC) ανέπτυξε και πρόσθεσε τη λειτουργία ενός μοντέλου αναφοράς εφοδιαστικής αλυσίδας (SCOR), ως εργαλείο στρατηγικού προγραμματισμού. Το SCOR είναι ένα τυποποιημένο μοντέλο για την αξιολόγηση της απόδοσης της εφοδιαστικής αλυσίδας, το οποίο έχει κάποιο βαθμό αβεβαιότητας στις μετρήσεις του. Το μοντέλο SCOR παρέχει ένα πλαίσιο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να χαρτογραφήσει και να βελτιώσει τις διαδικασίες της αλυσίδας εφοδιασμού.

Επικεντρώνεται σε πέντε βασικές διαδικασίες της αλυσίδας εφοδιασμού, όπως αυτή του σχεδιασμού, τη διαδικασία επιλογής των πηγών προμήθειας υλών, τη διαδικασία

της παραγωγής, της παράδοσης και της επιστροφής προϊόντων. Αυτές οι βασικές διαδικασίες χωρίζονται περαιτέρω σε στοιχεία όπως δραστηριότητες και εργασίες. Επιπλέον, το SCOR προσδιορίζει πέντε βασικά χαρακτηριστικά απόδοσης, τα οποία είναι:

1. Αξιοπιστία
2. Ευαισθησία
3. Ευκινησία
4. Κόστος
5. Διαχείριση Περιουσιακών Στοιχείων

Άμεσα συνδεδεμένη με τα χαρακτηριστικά απόδοσης είναι οι μετρήσεις, οι οποίες παρέχουν υπολογισμούς για το επίπεδο των επιδόσεων. Μέσω αυτών των μετρήσεων, ένας οργανισμός μπορεί να μετρήσει και να καταλήξει στο εάν τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά επιδόσεων επιτυγχάνονται.

2.3 Διαχείριση Συμβάντων Αλυσίδας Εφοδιασμού(Supply Chain Event Management - SCEM)

Λόγο της υφιστάμενης αβεβαιότητας της αγοράς και των απροσδόκητων περιβαλλοντικών παραγόντων , πλήθος γεγονότων προκύπτουν και τα οποία θα διαχειριστούν οι συμμετέχοντες της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τα γεγονότα αυτά ενδέχεται να διαταράξουν την κανονική ροή των διαδικασιών της αλυσίδας εφοδιασμού και να επηρεάσουν τις σχετικές υπο διεργασίες π.χ προβλήματα μεταφοράς, καθυστερημένη παράδοση προϊόντος, υποβολή παραγγελιών, επαναποστολή ή ακύρωση. Η αυξημένη ανάγκη να ανταποκρίνονται δυναμικά και αποτελεσματικά σε γεγονότα έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη του νέου κλάδου διαχείρισης, του SCEM. Ο σκοπός του είναι να εισάγει ένα μηχανισμό ελέγχου για τη διαχείριση των γεγονότων και ειδικότερα για τα γεγονότα που δημιουργούν αποκλίσεις από προσχεδιασμένες δράσεις ενεργώντας επί αυτών με δυναμικό τρόπο. Η διαφάνεια, η ανταλλαγή πληροφοριών και η προβολή της αλυσίδας εφοδιασμού αποτελούν κρίσιμοι παράγοντες για την αποτελεσματική εφαρμογή του.

Για τη μελέτη του SCEM, η προσομοίωση χρησιμοποιείται από πολλούς ερευνητές ως εργαλείο αξιολόγησης και εξέτασης λύσεων στο πλαίσιο όχι μόνο του SCEM, αλλά και κάθε προδραστικής προσέγγισης. Μπορούν να περιγράφουν με ένα ευέλικτο και παραμετρικό μοντέλο προσομοίωσης, ξεκινώντας από ένα πακέτο προσομοίωσης συμβάντων. Αυτό το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο λήψης αποφάσεων, καθώς επιτρέπει στους διαχειριστές της αλυσίδας εφοδιασμού να αναλύουν διαφορετικά σενάρια εφοδιαστικής αλυσίδας μεταβάλλοντας τις παραμέτρους εισόδου (π.χ. μέθοδοι απογραφής, χρόνοι παράδοσης, μέθοδοι πρόβλεψης και μεταβολές ζήτησης) και να παρακολουθούν τις επιπτώσεις αυτών των αλλαγών σε πολλαπλά μέτρα απόδοσης.

Για την αντιμετώπιση της διαχείρισης ανεπιθύμητων γεγονότων, πολλοί ερευνητές

προτείνουν λύσεις που βασίζονται σε agent-based προσεγγίσεις. Για την ανίχνευση και την πρόβλεψη των γεγονότων που προκαλούν αναταραχή κατά τη διάρκεια μιας εκτέλεσης διεργασιών, έχουν παρουσιαστεί μια συγκεκριμένη agent-based προσέγγιση για την εφαρμογή ενός υποσυστήματος παρακολούθησης της λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας με αρχιτεκτονική Service Oriented. Αυτή η προσέγγιση αποτελεί μέρος μιας ολοκληρωμένης αρχιτεκτονικής προσανατολισμένη στις υπηρεσίες για τη συνεργατική διαχείριση των γεγονότων αποκλίσεων στην εφοδιαστική αλυσίδα. Το υπόψη σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους συμμετέχοντες στην αλυσίδας εφοδιασμού παρέχοντας υπηρεσίες παρακολούθησης με δύο βασικές λειτουργίες: τη συλλογή δεδομένων σχετικά με την εκτέλεση της διαδικασίας εφοδιασμού, την επεξεργασία και την αξιολόγηση των δεδομένων που συλλέγονται για την ανίχνευση ή / και την πρόβλεψη των γεγονότων που προκαλούν αναταραχή. Ορισμένες έρευνες παρουσίασαν μια συνεργατική κατανομημένη προσέγγιση για το SCEM με στόχο την πραγματοποίηση αυτόνομων διορθωτικών ενεργειών ελέγχου, ελαχιστοποιώντας των αντίκτυπο των αποκλίσεων σε ένα υπό εκτέλεση σχέδιο. Οι αυτόνομες ενέργειες ελέγχου που προτείνονται ελαχιστοποιούν τις αποκλίσεις που οφείλονται σε γεγονότα, διανέμοντας τη επίδραση τους μεταξύ των μελών της αλυσίδας εφοδιασμού, χρησιμοποιώντας μία συνεργατική μέθοδο.

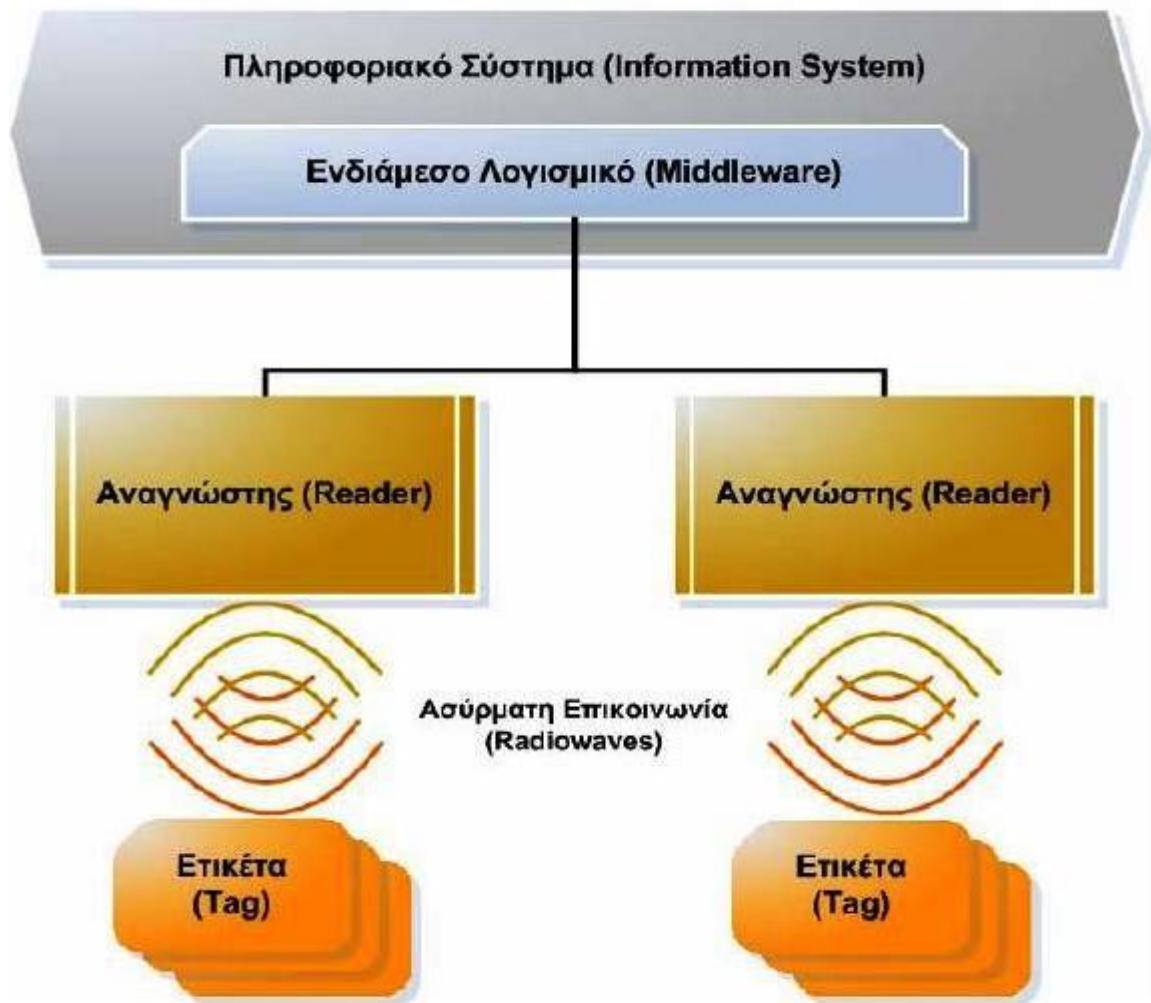
3. Τεχνολογία RFID(Radio Frequency Identification)

3.1 RFID

Το RFID αποτελεί την πλέον σύγχρονη -όσον αφορά στην εφαρμογή της- τεχνολογία ηλεκτρονικής ταυτοποίησης. Στηρίζεται στη χρήση ραδιοκυμάτων και επιτρέπει την αυτόματη αναγνώριση ανθρώπων ή, κατά κύριο λόγο, αντικειμένων (προϊόντων) τα οποία φέρουν RFID tags (ετικέτες που ενσωματώνουν μικροεπεξεργαστή και κεραία) και μπορούν να ανιχνευθούν αυτόματα από σταθερούς ή φορητούς αναγνώστες (readers) RFID, χωρίς να είναι απαραίτητη η σάρωση του κάθε μεμονωμένου αντικειμένου. Η κεραία επιτρέπει στο μικροεπεξεργαστή να μεταφέρει τις πληροφορίες αναγνώρισης στον αναγνώστη, ο οποίος με τη σειρά του μετατρέπει τα ραδιοκύματα που "αντανακλώνται" από την ετικέτα RFID σε ψηφιακές πληροφορίες. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν στη συνέχεια να "περάσουν" σε υπολογιστές για περαιτέρω χρήση.

3.2 Αρχιτεκτονική τεχνολογίας RFID

Η αρχιτεκτονική του συστήματος RFID απεικονίζεται και αφορά τις τρεις οντότητες: τις ετικέτες, τους αναγνώστες και το ενδιάμεσο λογισμικό. Τα υπόλοιπα μέρη του πληροφοριακού συστήματος (εξυπηρετητές, δίκτυα, τερματικά κ.α.) διασυνδέονται έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα πλήρες σύστημα.



Εικόνα 2 Αρχιτεκτονική RFID

3.3 Περιγραφή και λειτουργία RFID

Ένα σύστημα RFID αποτελείται από τα ακόλουθα:

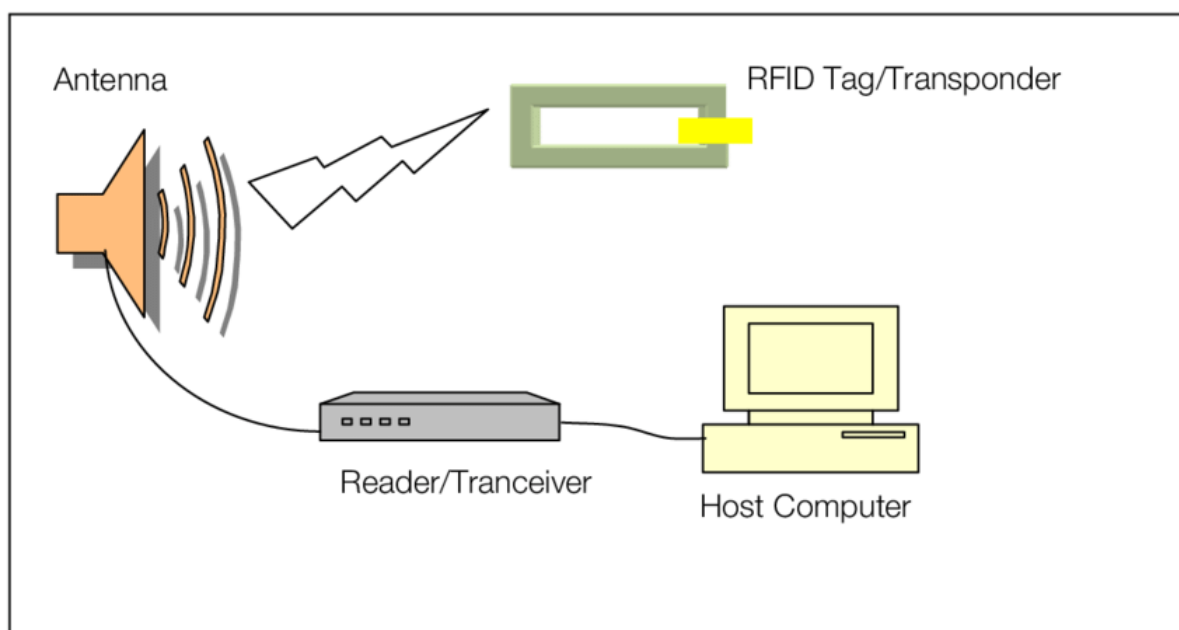
- Μία ή περισσότερες ετικέτες (tags)
- Έναν ή περισσότερους αναγνώστες (readers)
- Δύο ή περισσότερες κεραίες (access points)
- Έναν ή περισσότερους label printers/tag encoders
- Λογισμικό εφαρμογών και ένα host computer

Στα παραπάνω θα πρέπει να προσθέσουμε ότι:

1. Μια ετικέτα RFID μπορεί να μεταφέρει αρκετά πιο χρήσιμες πληροφορίες, όπως για παράδειγμα την ημερομηνία λήξεως, στοιχείο ιδιαίτερα χρήσιμο για πολλά ευπαθή προϊόντα όπως π.χ. το γάλα.
2. Μπορούν να διαβαστούν όσο βρίσκονται μέσα στην ακτίνα ανάγνωσής του

Όσες RFID ετικέτες είναι ενεργές διαθέτουν ένα πομπό και τη δική τους πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη λειτουργία του κυκλώματος του μικροεπεξεργαστή και τη μετάδοση του σήματος στον αναγνώστη. Οι παθητικές ετικέτες δεν έχουν μπαταρία και τροφοδοτούνται από το αναγνώστη, ο οποίος εκπέμπει ηλεκτρομαγνητικά κύματα που δημιουργούν πεδίο στην κεραία της ετικέτας. Υπάρχουν και οι ημι-παθητικές ετικέτες που χρησιμοποιούν μπαταρία για το μικροεπεξεργαστή, αλλά επικοινωνούν απορροφώντας ενέργεια από τον αναγνώστη.

Οι ενεργές και ημι-παθητικές ετικέτες χρησιμοποιούνται κυρίως για την ανίχνευση αγαθών υψηλής αξίας που πρέπει να παρακολουθούνται σε μεγάλες κλίμακες (π.χ. αυτοκίνητα που μεταφέρονται από φορτηγό) και είναι πιο ακριβές από τις παθητικές, οι οποίες είναι και οι συνηθέστερες και χρησιμοποιούνται συχνότερα σε προϊόντα χαμηλής αξίας.



Εικόνα 3 Παράδειγμα Λειτουργίας RFID Συστημάτων

Οι ετικέτες μπορούν να φέρουν από απλές πληροφορίες, όπως τα στοιχεία του κατόχου ενός κατοικίδιου ή τις οδηγίες καθαρισμού ενός ρούχου, έως πιο σύνθετες, όπως οδηγίες συναρμολόγησης ενός αυτοκινήτου.

Μερικοί κατασκευαστές αυτοκινήτων χρησιμοποιούν συστήματα RFID στη γραμμή παραγωγής, όπου σε κάθε στάδιο η ετικέτα "πληροφορεί" τους υπολογιστές για το επόμενο στάδιο συναρμολόγησης.

Μερικά από τα οφέλη που μπορούν να αποκομίσουν οι επιχειρήσεις με τη χρήση της τεχνολογίας RFID είναι:

- Μείωση κόστους
- Αύξηση παραγωγικότητας
- Μείωση σε λάθη, κλοπές και πλαστογραφίες
- Ενημέρωση του προσωπικού σε πραγματικό χρόνο
- Αύξηση αποδοτικότητας και ποιότητας υπηρεσιών

- Ακρίβεια και αποδοτικότητα στις παραλαβές
- Διαφάνεια στη διαχείριση
- Μείωση αποθεμάτων
- Αποδοτικότητα και ακρίβεια στην αποστολή
- Βοήθεια στην ανάκληση προϊόντων
- Μείωση προϊόντων που δεν διακινούνται
- Μείωση των περιπτώσεων έλλειψης αποθέματος (out-of-stock)

3.4 Ασφάλεια και ιδιωτικότητα RFID

Τα θέματα της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας στην RFID τεχνολογία αναδεικνύονται από το γεγονός ότι οι άνθρωποι δεν μπορούν να αντιληφθούν την RF ακτινοβολία που χρησιμοποιείται για την ανάγνωση των tags και επιπλέον τα tags δεν κρατούν ιστορικό του τι διαβάστηκε και από ποιόν. Ως αποτέλεσμα, τα tags μπορούν να διαβαστούν από οντότητες διαφορετικές από αυτές των κατόχων τους και χωρίς οι κάτοχοι τους να έχουν επίγνωση.

Πιο συγκεκριμένα, το θέμα της ασφάλειας των συστημάτων και της αυθεντικοποίησης στο RFID, αφορά το πρόβλημα καλώς συμπεριφερόμενων readers τα οποία διαβάζουν πληροφορίες κακόβουλων tags, ειδικότερα πλαστών. Μέχρι πρόσφατα δεν διαφαινόταν να υπάρχει κίνδυνος αντιγραφής ενός tag, αλλά ειδικοί απέδειξαν σημαντικές αδυναμίες ασφάλειας, όπως η αντιγραφή ενός διαβατηρίου νέας γενιάς ή ενός συστήματος immobilizer με μη εξειδικευμένο χαμηλού κόστους εξοπλισμό.

Από την άλλη, η ιδιωτικότητα στο RFID αφορά το πρόβλημα κακόβουλων readers που διαβάζουν πληροφορίες από tags στα οποία δεν έχουν εξουσιοδότηση. Οι περισσότεροι κίνδυνοι παραβίασης της προσωπικής ζωής των πολιτών προκύπτουν από το γεγονός ότι τα tags με τη μοναδικότητα του σειριακού αριθμού τους, μπορούν εύκολα να συσχετιστούν με τη ταυτότητα ενός ατόμου.

4. RFID στην εφοδιαστική Αλυσίδα

Ένα από τα πεδία εφαρμογής της τεχνολογίας RFID είναι η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδα εμμέσως :

- Αυτοματοποίηση διαδικασιών αποθήκης
- Ιχνηλασιμότητα προϊόντων
- Νέα, έγκυρη και έγκαιρη πληροφόρηση
- Νέες υπηρεσίες προς τον καταναλωτή

Για να το επιτύχουν αυτό τοποθετούν αναγνώστες RFID σε προκαθορισμένα σημεία ελέγχου. Όταν το προϊόν περάσει από ένα σημείο ελέγχου, ο αναγνώστης διαβάζει τις πληροφορίες της ετικέτας RFID που φέρει το προϊόν και τις μεταβιβάζει στο κεντρικό πληροφοριακό σύστημα. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να γνωρίζουν σχεδόν σε πραγματικό χρόνο τον τόπο στον οποίο βρίσκεται το προϊόν μας. Ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις και δυνατότητες μας, μπορεί να αφορά ακόμη και την συνολική

ζωή του προϊόντος, δηλαδή την διαδρομή από την παραγωγή, την διανομή, την διάθεση και τέλος την ανακύκλωση του.

Εν μέσος τα κίνητρα που ωθούν τις εταιρείες και τους οργανισμούς για την τυποποίηση του RFID είναι :

- Ορατότητα και διαφάνεια της εφοδιαστικής αλυσίδας
- Ανάπτυξη αυτόματων συνεργατικών μοντέλων μεταξύ των επιχειρήσεων
- Αυτοματοποίηση εσωτερικών διαδικασιών
- Ελαχιστοποίηση των απωλειών

4.1 Προσδίδοντας ευφυΐα στην εφοδιαστική αλυσίδα

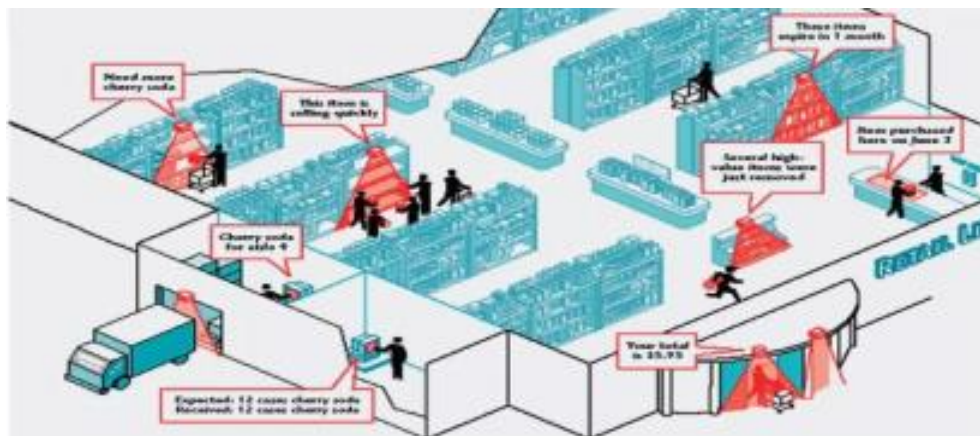
Η μη-σταθερή ζήτηση προϊόντων, η ανάγκη για πιο συχνούς και πιο μικρούς χρόνους παραγγελιοληψίας, όπως επίσης και οι πιο αυστηρές απαιτήσεις των εταιρειών στις διαδικασίες της εκτελεστικής εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελούν τις βασικές παραμέτρους οι οποίες σχηματίζουν την αγορά και τους τρόπους συναλλαγής του 21^{ου} αιώνα.

Ως εκ τούτου, οι εταιρείες του κλάδου των logistics θα πρέπει να επανεξετάσουν τους τρόπους συναλλαγής τους με την πελατειακή τους βάση, σε μια προσπάθεια να γίνουν πιο αποτελεσματικές και αποδοτικές μέσω της χρήσης της ραδιοσυχνικής τεχνολογίας ταυτοποίησης προϊόντων RFID. Ο βασικός σκοπός αυτής της εργασίας είναι η παρουσίαση της υφιστάμενης κατάστασης και οι τάσεις αποδοχής της συγκεκριμένης τεχνολογίας στην ελληνική αγορά

Η τεχνολογία RFID αποτελεί μια επανάσταση για την σύγχρονη εφοδιαστική αλυσίδα αυτοματοποιώντας και μετασχηματίζοντας κομβικές επιχειρηματικές διαδικασίες. Η τεχνολογία έχει γνωρίσει τέτοια άνθηση τα τελευταία χρόνια που από πολλούς θεωρείται ως ο διάδοχος των ετικετών γραμμικού κώδικα (barcodes) οι οποίες σήμερα είναι η de facto χρησιμοποιούμενη τεχνολογία σήμανσης προϊόντων. Με την ενσωμάτωση ετικετών ραδιοσυχνικής αναγνώρισης σε μεμονωμένα προϊόντα θα είναι σε θέση να προσδιορίζεται η ακριβής θέση και κατάσταση ενός προϊόντος στην εφοδιαστική αλυσίδα παρέχοντας πλήρη διαφάνεια (από το σημείο παραγωγής έως και το σημείο κατανάλωσης) με εφαρμογή σε πολλά πεδία της εφοδιαστικής αλυσίδας



Εικόνα 4 Εντοπισμός Προϊόντων στην Εφοδιαστική Αλυσίδα με χρήση RFID



Εικόνα 5 Έλεγχος αποθεμάτων με χρήση του RFID

4.2 Πλεονεκτήματα

Η τοποθέτηση των RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα λύνει περισσότερα από τα προβλήματα[2] των εταιρειών και οργανισμών σε ορισμένες διαδικασίες και λύσεις που γίνονται με αυτοματοποιημένο τρόπο :

- **Διαφάνεια στην εφοδιαστική αλυσίδα:** Όλες οι διαδικασίες , από την παραγωγή μέχρι την τοποθέτηση του προϊόντος στο ράφι, υπόκεινται σε συνεχή έλεγχο.
- **Μείωση του κόστους:** καθώς επιτυγχάνεται η αυτοματοποίηση πολλών διεργασιών που συμβαίνουν μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα
- **Υπολογισμός επιπέδου αποθέματος:** Οι επιχειρήσεις γνωρίζουν , ανά πάσα στιγμή , την ποσότητα και τον όγκο των προϊόντων που έχουν στις αποθήκες τους

- **Υπολογισμός επιστροφών:** Η ταυτότητα, ο όγκος και η αξία των προς επιστροφή προϊόντων είναι γνωστά ανά πάσα στιγμή
- **Εξάλειψη κλοπών προϊόντων:** Μειώνονται οι απώλειες από κλοπή τόσο στα καταστήματα όσο και στις αποθήκες. Οι ετικέτες σήμανσης μπορεί να είναι συνδεδεμένες με ένα σύστημα ασφαλείας έτσι ώστε να παρακολουθούνται όλα τα προϊόντα μέσα στο κατάστημα. Το σύστημα ασφαλείας τίθεται σε λειτουργία μόλις το προϊόν βγει από το κατάστημα χωρίς να έχει πληρωθεί
- **Αχρήστευση – απαρχαίωση ενός προϊόντος:** Έγκαιρη πληροφόρηση για το επίπεδο αποδοχής από τα καταστήματα και το καταναλωτικό κοινό
- **Λάθη παράδοσης χωρίς πρόθεση:** Μειώνονται οι περιπτώσεις σφάλματος κατά την παράδοση και παραλαβή των προϊόντων στο τελικό σημείο πώλησης.
- **Υπέρβαση της ημερομηνίας λήξης:** Εξασφαλίζεται πως δεν υπάρχουν στο ράφι ληγμένα προϊόντα σε ευπαθής κατηγορίες
- **Υπολογισμού του ακριβούς επιπέδου ζήτησης:** Οι επιχειρήσεις γνωρίζουν επακριβώς τις επιθυμίες των καταναλωτών ανά τύπο προϊόντος, καθώς με την τεχνολογία RFID δίνονται πολύτιμες πληροφορίες για την ζήτηση και τα αποθέματα των εμπορευμάτων που υπάρχουν στην εφοδιαστική αλυσίδα, έτσι ώστε η επιχείρηση να έχει μια πλήρη εικόνα της αγοράς και με τα κατάλληλα εργαλεία και τις αποφάσεις της διοίκησής της να προσδιορίσει την τιμή, την προώθηση και τις πωλήσεις που αποσκοπούν στην μεγιστοποίηση του κέρδους
- **Απελευθέρωση ανθρωπίνων πόρων:** Απαιτούνται λιγότερες εργατοώρες για την ολοκλήρωση των εργασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας.
- **Εκτός Αποθέματος:** Μειώνονται στο ελάχιστο οι περιπτώσεις μη ύπαρξης του προϊόντος στα ράφια ή στην αποθήκη
- **Εναρμόνιση παραγγελιών:** Η ζήτηση προϊόντων από τα καταστήματα είναι αντίστοιχη με αυτή των καταναλωτών
- **Αποφυγή λαθών που πραγματοποιούνται κατά την διάρκεια της απογραφής** και αποτελούν πρόβλημα στην αποτελεσματικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας
- **Αποτελεσματικότητα προωθητικών ενεργειών:** Άμεσος συσχετισμός των ενεργειών μάρκετινγκ με την αύξηση στη ζήτηση και τις πωλήσεις των προϊόντων
- **Μείωση της γραφειοκρατίας και του όλου όγκου του χαρτιού,** καθώς επιτρέπουν να γράφεται πάνω σ' αυτό ένα feedback , όταν χρησιμοποιείται, και αυτομάτως να ειδοποιεί το ERP σύστημα της εταιρείας για την διαδικασία
- **Βέλτιστη εκμετάλλευση του χώρου των αποθηκών,** καθώς οι ετικέτες RFID περιέχουν στοιχεία για την θέση που έχουν οι παλέτες μέσα στην αποθήκη και προστίθενται και άλλες νέες πληροφορίες κάθε φορά που η παλέτα αλλάζει θέση και μετακινείται μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα. Μια μη προγραμματισμένη μετακίνηση παλέτας μπορεί να πληροφορήσει την διοίκηση για ένα λάθος του προσωπικού ή πιθανή κλοπή. Επιπλέον, οι αποθηκάριοι μπορούν εύκολα να εντοπίσουν αντικείμενα χωρίς να τα ψάχνουν μέσα στην αποθήκη μετακινώντας άλλα.

4.3 Μειονεκτήματα

Όμως μέσω της επιτυχούς αυτής τοποθέτησης των RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα θα πρέπει να υπολογιστούν και τα παρακάτω θέματα που ενδεχομένως να προκύψουν:

- **Υψηλό κόστος απόκτησης και λειτουργίας:** Οι εφαρμογές RFID έχουν υψηλότερο κόστος λειτουργίας. Πέρα από το κόστος της ετικέτας, το RFID εμπεριέχει και το κόστος απόκτησης των πομποδεκτών. Αυτό σημαίνει ότι μια ενδεχόμενη επέκταση εφαρμογής RFID θα αυξήσει πολύ περισσότερο το συνολικό κόστος.
- **Διαφορετικά πρότυπα αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων:** Τα πρότυπα κάθε κατασκευάστριας εταιρείας RFID διαφοροποιούνται από αυτά των άλλων εταιρειών, Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα να μην μπορούν τα πληροφοριακά συστήματα των επιχειρήσεων που παίρνουν μέρος σε μια εφοδιαστική αλυσίδα να επικοινωνούν σε ικανοποιητικό βαθμό μεταξύ τους.
- **Αλλαγή του τρόπου λειτουργίας της κάθε επιχείρησης :** Με την χρήση ολοένα και περισσότερων ψηφιακών ετικετών, θα συσσωρευτεί ένας τεράστιος όγκος πληροφοριών σε μεγάλες βάσεις δεδομένων, για την ανάκτηση των οποίων απαιτούνται εξειδικευμένα προγράμματα και συσκευές, έτσι ώστε να γίνει κατάλληλη χρησιμοποίησή τους κατά την όλη διάρκεια της εφοδιαστικής αλυσίδας
- **Κίνδυνος παρακολούθησης των κινήσεων ενός ατόμου.** Μπορεί να βγει ένα συμπέρασμα για τη συμπεριφορά ενός ατόμου με βάση τα δεδομένα που λαμβάνεται από μια ομάδα tags.
- **Κίνδυνος συσχέτισης.** Όταν ένας πελάτης αγοράσει ένα προϊόν το οποίο φέρει ένα tag, η ταυτότητα αυτού του ατόμου μπορεί να συσχετιστεί με τον ηλεκτρονικό σειριακό αριθμό του αντικείμενου.
- **Κίνδυνος αποκάλυψης θέσης.** Άτομα τα οποία φέρουν ένα tag μοναδικού σειριακού αριθμού μπορεί να παρακολουθούνται στο χώρο και η τοποθεσία τους να φανερώνεται, με την προϋπόθεση αυτός που κάνει την παρακολούθηση να γνωρίζει την αντιστοιχία ατόμου με tag.
- **Κίνδυνος αποκάλυψης προτιμήσεων.** Επιπλέον το tag σε ένα αντικείμενο φανερώνει τον κατασκευαστή, τον τύπο του, την μοναδική ταυτότητα του αλλά και την τιμή του. Αυτό αποκαλύπτει τις προτιμήσεις του πελάτη σε ανταγωνιστικές εταιρείες, ή άλλα αδιάκριτα άτομα.
- **Κίνδυνος κατηγοριοποίησης ανθρώπων.** Κάποιοι μπορούν να κατηγοριοποιήσουν τα άτομα σε διάφορες ομάδες με βάση τα tags που φέρουν, και να τα εντοπίσουν χωρίς καν να γνωρίζουν την ταυτότητα τους.
- **Κίνδυνος αποκάλυψης συναλλαγών.** Όταν ένα αντικείμενο που φέρει tag αλλάξει ομάδα μπορεί κάποιος να συμπεράνει μια συναλλαγή μεταξύ των ατόμων που συσχετίζονται με αυτές τις ομάδες.
- **Κίνδυνος απαρχαιωμένων στοιχείων.** Οι καταχωρήσεις που αφορούν ένα άτομο σε μια βάση δεδομένων δεν ενημερώνονται όταν το άτομο αποκόπτεται από το προϊόν που φέρει το tag, αλλά το συσχετίζουν εφόρου ζωής με αυτόν, με αποτέλεσμα σε πολλές περιπτώσεις να εξαγονται λάθος συμπεράσματα για το άτομο αυτό.

5. Υποστήριξη και Προκλήσεις RFID στην Εφοδιαστική Αλυσίδα

5.1 Υποστήριξη του RFID

Η τεχνολογία RFID έχει γίνει ένα πολύτιμο εργαλείο για τη βελτίωση των λειτουργιών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ακολουθούν μερικοί από τους τρόπους με τους οποίους το RFID μπορεί να υποστηρίξει λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας:

1. **Διαχείριση αποθέματος:** Οι ετικέτες RFID μπορούν να προσαρτηθούν σε προϊόντα, επιτρέποντας την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και την ορατότητα των επιπέδων αποθέματος. Αυτό βοηθά στη μείωση των αποθεμάτων, στην αύξηση της ακρίβειας των δεδομένων αποθέματος και στη βελτίωση της συνολικής αποτελεσματικότητας της αλυσίδας εφοδιασμού
2. **Παρακολούθηση περιουσιακών στοιχείων:** Οι ετικέτες RFID μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της θέσης και της κίνησης περιουσιακών στοιχείων υψηλής αξίας, όπως εμπορευματοκιβώτια, παλέτες και φορτηγά, συμβάλλοντας στην αύξηση της ορατότητας της αλυσίδας εφοδιασμού και στη μείωση του κινδύνου απώλειας ή βλάβης αγαθών
3. **Βελτιωμένη Εκπλήρωση Παραγγελιών:** Τα συστήματα με δυνατότητα RFID μπορούν να αυτοματοποιήσουν τη διαδικασία συλλογής και συσκευασίας, μειώνοντας τον χρόνο και την εργασία που απαιτείται για την εκπλήρωση της παραγγελίας και βελτιώνοντας την ακρίβεια και την ταχύτητα
4. **Ποιοτικός έλεγχος:** Το RFID μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση και παρακολούθηση της θερμοκρασίας, της υγρασίας και άλλων περιβαλλοντικών συνθηκών των προϊόντων κατά τη μεταφορά και αποθήκευση, συμβάλλοντας στη διασφάλιση της διατήρησης των προϊόντων σε βέλτιστα επίπεδα ποιότητας
5. **Ιχνηλασιμότητα:** Η RFID μπορεί να παρέχει πλήρη και ακριβή καταγραφή της διαδρομής ενός προϊόντος μέσω της αλυσίδας εφοδιασμού, από το σημείο προέλευσης έως το σημείο πώλησης. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της ιχνηλασιμότητας των προϊόντων και στην αύξηση της διαφάνειας της εφοδιαστικής αλυσίδας

5.2 Τεχνικές Προκλήσεις του RFID

Το RFID έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα και την ακρίβεια των λειτουργιών της εφοδιαστικής αλυσίδας, αλλά υπάρχουν αρκετές προκλήσεις που πρέπει να ξεπεραστούν προκειμένου να επιτευχθούν αυτά τα οφέλη.

Μερικές από τις κύριες προκλήσεις περιλαμβάνουν:

1. **Κόστος:** Τα συστήματα RFID μπορεί να είναι ακριβά στην εφαρμογή τους, ιδιαίτερα για μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις που μπορεί να μην έχουν τους πόρους για να επενδύσουν σε νέα τεχνολογία

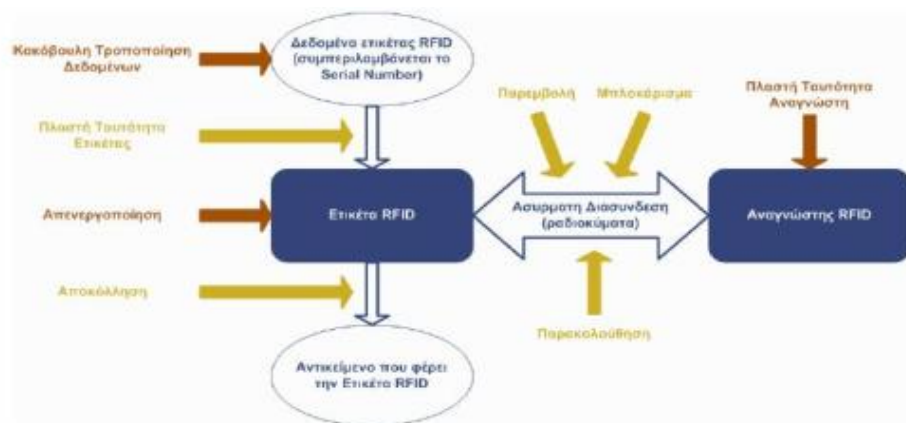
2. **Υιοθέτηση από τον χρήστη:** Η υιοθέτηση και αποτελεσματική χρήση της τεχνολογίας RFID από όλους τους ενδιαφερόμενους στην εφοδιαστική αλυσίδα μπορεί να είναι μια πρόκληση. Οι οργανισμοί πρέπει να κοινοποιούν τα οφέλη της RFID σε όλα τα εμπλεκόμενα μέρη και να παρέχουν την απαραίτητη εκπαίδευση και υποστήριξη για να εξασφαλίσουν την επιτυχή υιοθέτηση.
3. **Διαλειτουργικότητα:** Διαφορετικά συστήματα RFID μπορούν να χρησιμοποιούν διαφορετικές συχνότητες και πρωτόκολλα, γεγονός που μπορεί να δυσκολέψει τη συνεργασία τους σε μια εφοδιαστική αλυσίδα που περιλαμβάνει πολλές εταιρείες
4. **Τεχνική πολυπλοκότητα:** Τα συστήματα RFID μπορεί να είναι τεχνικά πολύπλοκα στη ρύθμιση και τη διαχείριση, απαιτώντας εξειδικευμένες γνώσεις και δεξιότητες που μπορεί να μην είναι ευρέως διαθέσιμες
5. **Διαχείριση δεδομένων:** Τα συστήματα RFID παράγουν μεγάλο όγκο δεδομένων, τα οποία πρέπει να διαχειρίζονται αποτελεσματικά για να είναι χρήσιμα. Αυτό μπορεί να είναι μια πρόκληση για εταιρείες που δεν έχουν συνηθίσει να ασχολούνται με μεγάλες ποσότητες δεδομένων
6. **Σύνδεση με υπάρχοντα συστήματα:** Τα συστήματα RFID πρέπει να ενσωματωθούν με άλλα συστήματα που χρησιμοποιούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα, όπως συστήματα διαχείρισης αποθήκης και συστήματα διαχείρισης μεταφορών, προκειμένου να είναι αποτελεσματικά
7. **Αξιοπιστία και ανθεκτικότητα ετικετών:** Οι ετικέτες RFID πρέπει να είναι αξιόπιστες και ανθεκτικές για να λειτουργούν αποτελεσματικά σε περιβάλλον εφοδιαστικής αλυσίδας, όπου μπορεί να εκτεθούν σε ένα ευρύ φάσμα συνθηκών και χειρισμού
8. **Απόρρητο και ασφάλεια:** Τα συστήματα RFID μπορούν να συλλέγουν και να αποθηκεύουν ευαίσθητες πληροφορίες, όπως η τοποθεσία και η κίνηση των αγαθών, οι οποίες πρέπει να προστατεύονται από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση

5.3 Προκλήσεις στη ασφάλεια και ιδιωτικότητα του RFID

Εκτός από τις προκλήσεις στη λειτουργικότητα του rfid , υπάρχουν εξίσου σημαντικές προκλήσεις για την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα της χρήσης του rfid. Υπάρχουν πολλές προκλήσεις που σχετίζονται με το απόρρητο όταν πρόκειται για τη χρήση RFID στις λειτουργίες της αλυσίδας εφοδιασμού

1. **Απόρρητο δεδομένων:** Η τεχνολογία RFID μπορεί να συλλέξει και να αποθηκεύσει τεράστιες ποσότητες ευαίσθητων δεδομένων, όπως πληροφορίες προϊόντος και δεδομένα τοποθεσίας. Αυτά τα δεδομένα πρέπει να προστατεύονται από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση και παραβιάσεις για να διασφαλιστεί ότι διατηρείται το απόρρητο.
2. **Ασφάλεια δεδομένων:** Η χρήση RFID στις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας εγείρει επίσης ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια των δεδομένων. Για παράδειγμα, οι ετικέτες RFID μπορούν εύκολα να κλωνοποιηθούν ή να παραβιαστούν, οδηγώντας ενδεχομένως σε μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση σε ευαίσθητες πληροφορίες.

3. **Φυσική ασφάλεια:** Οι ετικέτες RFID μπορούν να υποκλαπούν και να διαβαστούν φυσικά από μη εξουσιοδοτημένα άτομα, με αποτέλεσμα να διακυβεύονται οι ευαίσθητες πληροφορίες
4. **Παρεμβολές:** Τα συστήματα RFID μπορεί να διαταραχθούν από άλλες συσκευές ραδιοσυχνότητας, όπως κινητά τηλέφωνα και δρομολογητές Wi-Fi, οδηγώντας σε ανακριβή ή απώλεια δεδομένων..
5. **Συμμόρφωση:** Η τεχνολογία RFID μπορεί να εγείρει ανησυχίες σχετικά με τη συμμόρφωση με το απόρρητο και την ασφάλεια, ιδιαίτερα σε κλάδους που ρυθμίζονται από νόμους και πρότυπα περί απορρήτου. Οι οργανισμοί πρέπει να διασφαλίζουν ότι οι εφαρμογές τους RFID συμμορφώνονται με αυτούς τους κανονισμούς για να αποφύγουν πιθανές νομικές και οικονομικές κυρώσεις.
6. **Δημόσια αντίληψη:** Μπορεί να υπάρχουν ανησυχίες από το κοινό σχετικά με τη χρήση της τεχνολογίας RFID, ειδικά εάν οι άνθρωποι πιστεύουν ότι παραβιάζεται το απόρρητό τους. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αρνητικές αντιλήψεις του κοινού για τους οργανισμούς που χρησιμοποιούν RFID, βλάπτοντας ενδεχομένως την επωνυμία και τη φήμη τους.
7. **Τεχνικές προκλήσεις:** Η εφαρμογή τεχνολογίας RFID σε περιβάλλον αλυσίδας εφοδιασμού μπορεί επίσης να παρουσιάσει τεχνικές προκλήσεις, όπως η διασφάλιση ότι οι αναγνώστες και οι ετικέτες RFID είναι συμβατές και ότι τα δεδομένα μεταδίδονται με ακρίβεια και ασφάλεια μεταξύ συσκευών.



Εικόνα 6 Παράδειγμα απειλής ασφάλειας και ιδιωτικότητας RFID

Αυτές οι προκλήσεις υπογραμμίζουν τη σημασία του προσεκτικού σχεδιασμού και προετοιμασίας κατά την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID σε ένα περιβάλλον εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι οργανισμοί πρέπει να αξιολογήσουν τις συγκεκριμένες ανάγκες και απαιτήσεις τους, καθώς και να εξετάσουν τις πιθανές προκλήσεις και τους κινδύνους προστασίας της ιδιωτικής ζωής, προκειμένου να εφαρμόσουν αποτελεσματικά και με ασφάλεια την τεχνολογία RFID. Ο κάθε οργανισμός θα πρέπει να εξετάζει προσεκτικά τις επιπτώσεις του απορρήτου από τη χρήση της τεχνολογίας RFID στις λειτουργίες της αλυσίδας εφοδιασμού τους και να λαμβάνουν μέτρα για τον μετριασμό των πιθανών κινδύνων προστασίας της ιδιωτικής ζωής, όπως η εφαρμογή κατάλληλων μέτρων ασφαλείας και η συμμόρφωση με τους σχετικούς κανονισμούς απορρήτου.

5.4 Πρακτικές

Παρά τις προκλήσεις που σχετίζονται με την εφαρμογή, την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα του RFID στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, υπάρχουν βέλτιστες πρακτικές που μπορούν να ακολουθήσουν οι εταιρείες για να βελτιστοποιήσουν τη χρήση της και να ελαχιστοποιήσουν τις προκλήσεις. Μερικές από αυτές περιλαμβάνουν:

1. **Διεξαγωγή αξιολόγησης αναγκών:** Πριν από την εφαρμογή της RFID, οι εταιρείες θα πρέπει να πραγματοποιήσουν μια διεξοδική αξιολόγηση αναγκών για να καθορίσουν τις συγκεκριμένες περιοχές της εφοδιαστικής τους αλυσίδας που θα ωφεληθούν από αυτή την τεχνολογία και να προσδιορίσουν τους συγκεκριμένους επιχειρηματικούς στόχους που ελπίζουν να επιτύχουν
2. **Συνεργασία με αξιόπιστο προμηθευτή:** Για να διασφαλιστεί η επιτυχής εφαρμογή της τεχνολογίας RFID, οι εταιρείες θα πρέπει να συνεργάζονται με έναν αξιόπιστο προμηθευτή που έχει μεγάλη εμπειρία σε αυτόν τον τομέα και μπορεί να παρέχει την απαραίτητη τεχνική υποστήριξη και τεχνογνωσία
3. **Εστίαση στην τυποποίηση:** Για να ελαχιστοποιηθούν οι προκλήσεις της διαλειτουργικότητας μεταξύ διαφορετικών συστημάτων RFID, οι εταιρείες θα πρέπει να επικεντρωθούν στην τυποποίηση, χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα και συχνότητες βιομηχανικών προτύπων για να διασφαλίσουν ότι διαφορετικά συστήματα μπορούν να συνεργαστούν αποτελεσματικά
4. **Εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης δεδομένων:** Για την αποτελεσματική διαχείριση των μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων που παράγονται από συστήματα RFID, οι εταιρείες θα πρέπει να εφαρμόζουν συστήματα διαχείρισης δεδομένων που να μπορούν να αποθηκεύουν, να επεξεργάζονται και να αναλύουν αυτά τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο
5. **Ενσωμάτωση με υπάρχοντα συστήματα:** Για να διασφαλιστεί η απρόσκοπτη ενοποίηση με άλλα συστήματα που χρησιμοποιούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα, οι εταιρείες θα πρέπει να συνεργάζονται με τους προμηθευτές τεχνολογίας τους για να διασφαλίσουν ότι τα συστήματα RFID είναι συμβατά με άλλα συστήματα, όπως τα συστήματα προγραμματισμού πόρων επιχειρήσεων (ERP) και μπορούν να συνεργαστούν απρόσκοπτα
6. **Εφαρμογή μέτρων ασφαλείας:** Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων απορρήτου και ασφάλειας, οι εταιρείες θα πρέπει να εφαρμόζουν αυστηρά μέτρα ασφαλείας για την προστασία ευαίσθητων πληροφοριών, όπως κρυπτογράφηση και ελέγχους πρόσβασης, και να συμμορφώνονται με τους σχετικούς κανονισμούς απορρήτου
7. **Προστασία απόρρητου :** Για την προστασία του απορρήτου των ατόμων, οι εταιρείες πρέπει να συμμορφώνονται με τους σχετικούς νόμους περί απορρήτου, όπως ο Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων (GDPR) στην Ευρωπαϊκή Ένωση, και να διασφαλίζουν ότι εφαρμόζονται τα κατάλληλα μέτρα ασφαλείας για την αποτροπή μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης στα δεδομένα.

Με τις παραπάνω πρακτικές, οι εταιρείες μπορούν να βελτιστοποιήσουν τη χρήση της τεχνολογίας RFID στη διαχείριση της εφοδιαστικής τους αλυσίδας, μεγιστοποιώντας

τα οφέλη της και ελαχιστοποιώντας τις προκλήσεις. Υπάρχουν όμως πολλές εταιρείες που επιλέγουν να εφαρμόσουν τεχνολογία RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα. Οι εταιρείες έχουν την δυνατότητα να :

1. **Βελτιώσουν την ορατότητα:** Το RFID επιτρέπει την παρακολούθηση ειδών σε πραγματικό χρόνο σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα, παρέχοντας καλύτερη ορατότητα στην τοποθεσία και τη μετακίνηση των αγαθών. Αυτό μπορεί να βοηθήσει τις εταιρείες να εντοπίσουν τα σημεία συμφόρησης και να βελτιστοποιήσουν τις δραστηριότητές τους
2. **Αυξήσουν την απόδοση:** Το RFID μπορεί να αυτοματοποιήσει πολλές χειροκίνητες διαδικασίες στην εφοδιαστική αλυσίδα, όπως η καταμέτρηση αποθεμάτων, η οποία μπορεί να εξοικονομήσει χρόνο και να μειώσει τα σφάλματα. Μπορεί επίσης να βοηθήσει στη μείωση του χρόνου που απαιτείται για τη μεταφορά αγαθών μέσω της αλυσίδας εφοδιασμού, βελτιώνοντας τη συνολική απόδοση
3. **Βελτιώσουν την ακρίβεια:** Το RFID μπορεί να παρέχει πιο ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τη θέση και την κίνηση των αγαθών από τις παραδοσιακές μεθόδους. Αυτό μπορεί να βοηθήσει τις εταιρείες να λάβουν καλύτερες αποφάσεις και να μειώσουν τον κίνδυνο αποθεμάτων ή υπερβολικού αποθέματος
4. **Αύξηση της διαχείριση αποθεμάτων:** Το RFID μπορεί να βοηθήσει τις εταιρείες να διαχειρίζονται το απόθεμά τους πιο αποτελεσματικά, παρέχοντας πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τα επίπεδα αποθεμάτων και επιτρέποντας ταχύτερες και ακριβέστερες μετρήσεις αποθεμάτων
5. **Βελτιώσουν την ασφάλεια:** Το RFID μπορεί να βοηθήσει στην αποτροπή κλοπής και απώλειας στην εφοδιαστική αλυσίδα, παρέχοντας παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο των αντικειμένων και επιτρέποντας στις εταιρείες να παρακολουθούν τις κινήσεις τους
6. **Αύξηση της ικανοποίησης των πελατών:** Το RFID μπορεί να βοηθήσει τις εταιρείες να παρέχουν καλύτερες υπηρεσίες στους πελάτες τους, παρέχοντας πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την τοποθεσία και την παράδοση των αγαθών. Αυτό μπορεί να βελτιώσει τους χρόνους παράδοσης και να μειώσει τον κίνδυνο απώλειας ή βλάβης αντικειμένων
7. **Βελτιώσουν την συνεργασία:** Το RFID μπορεί να βοηθήσει στη διευκόλυνση της συνεργασίας μεταξύ διαφορετικών εταιρειών σε μια εφοδιαστική αλυσίδα, ώστε να παρέχεται μια κοινή πλατφόρμα για την ανταλλαγή πληροφοριών και τη βελτίωση της ορατότητας στην κυκλοφορία των αγαθών

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η τεχνολογία RFID μπορεί να αποφέρει πολλά οφέλη στην εφοδιαστική αλυσίδα, όπως αυξημένη αποτελεσματικότητα, ακρίβεια και ορατότητα, που μπορεί να βοηθήσει τις εταιρείες να βελτιστοποιήσουν τις δραστηριότητές τους, να βελτιώσουν την ικανοποίηση των πελατών και να αυξήσουν την ανταγωνιστικότητά τους.

6. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούν οι σύγχρονες έρευνες που έχουν επιτευχθεί στη χρήση της τεχνολογίας RFID για την επίλυση των προβλημάτων στην εφοδιαστική αλυσίδα.

6.1 Supply Chain Financial Supervision Mechanism

Το επίκεντρο της έρευνας των Qingyun Zhu και Ying Cai [43] ήταν η ανάπτυξη ενός συστήματος ανάγνωσης και γραφής UHF RFID βασισμένο στην τεχνολογία ασύρματης ανίχνευσης και σχεδιασμού ενός κυκλώματος διεπαφής επικοινωνίας που ενσωματώνει την ασύρματη ανίχνευση και RFID τεχνολογία. Ο συγκεκριμένος μηχανισμός χρηματοοικονομικής εποπτείας του Διαδικτύου των πραγμάτων (Internet of things) είναι συμβατός με τις παραπάνω τεχνολογίες και βελτιώνει τον περιορισμό της απόστασης επικοινωνίας του συστήματος RFID και την ευελιξία του συστήματος ανάγνωσης και γραφής.

Ενόψει των θεμάτων ασφαλείας της διανομής μικρών και μεσαίων δεδομένων WSN η έρευνα προτείνει χρήση μικρού μεγέθους δεδομένων που σχετίζονται με προγράμματα χρηματοοικονομικής εποπτείας της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η λύση υιοθετεί αμφίδρομη τεχνολογία ελέγχου ταυτότητας βασισμένο στη βελτίωση του διαδικτύου των πραγμάτων στην εφοδιαστική αλυσίδα, στη χρήση ενός αλγόριθμου κρυπτογράφησης για την ασφαλή επικοινωνία μεταξύ των συνηθισμένων κόμβων και κόμβων πύλης που μπορεί να λύσει πιο αποτελεσματικά το πρόβλημα της διανομής δεδομένων στο WSN.

Η πειραματική προσομοίωση που εκτελέστηκε στην έρευνα έδειξε ότι ένα σημαντικό πρόβλημα στο δίκτυο ήταν η ανισορροπία της κατανάλωσης ενέργειας του κόμβου. Προκειμένου να μειωθεί το αντίκτυπο της ανισορροπίας της κατανάλωσης ενέργειας στο δίκτυο, η έρευνα έκανε συγκρίσει με δυο πρωτόκολλα:

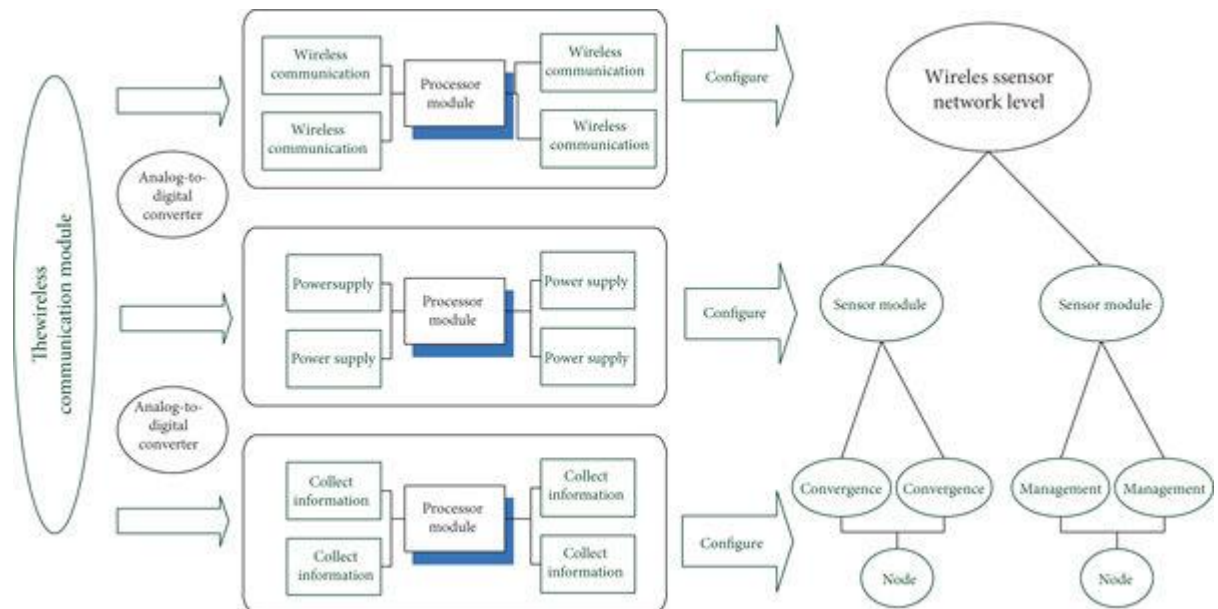
- πρωτόκολλο άμεσης μετάδοσης
- πρωτόκολλο δρομολόγησης multihop ενέργειας

Η απόδοση της διαδικασίας της εφοδιαστικής αλυσίδας, με βάση την τεχνική του πλαισίου επιπτώσεων, ανέλυσε τον τρόπο με τον οποίο οι εταιρείες χρησιμοποιούν την συγκεκριμένη μεθοδολογία. Η μέθοδος υπολογισμού της κατανάλωσης ενέργειας δικτύου βελτιώνει ένα βελτιωμένο μοντέλο αρχιτεκτονική δικτύου που αυξάνει την κλίμακα επικοινωνίας. Μέσω των αποτελεσματικών δοκιμών διαπιστώθηκε ότι το τεχνικό αντίκτυπο πλαισίου ανάλυσης καθιερώθηκε με βάση το διαδίκτυο των πραγμάτων και τα πλεονεκτήματα του RFID γίνεται ανάλυση των οφελών:

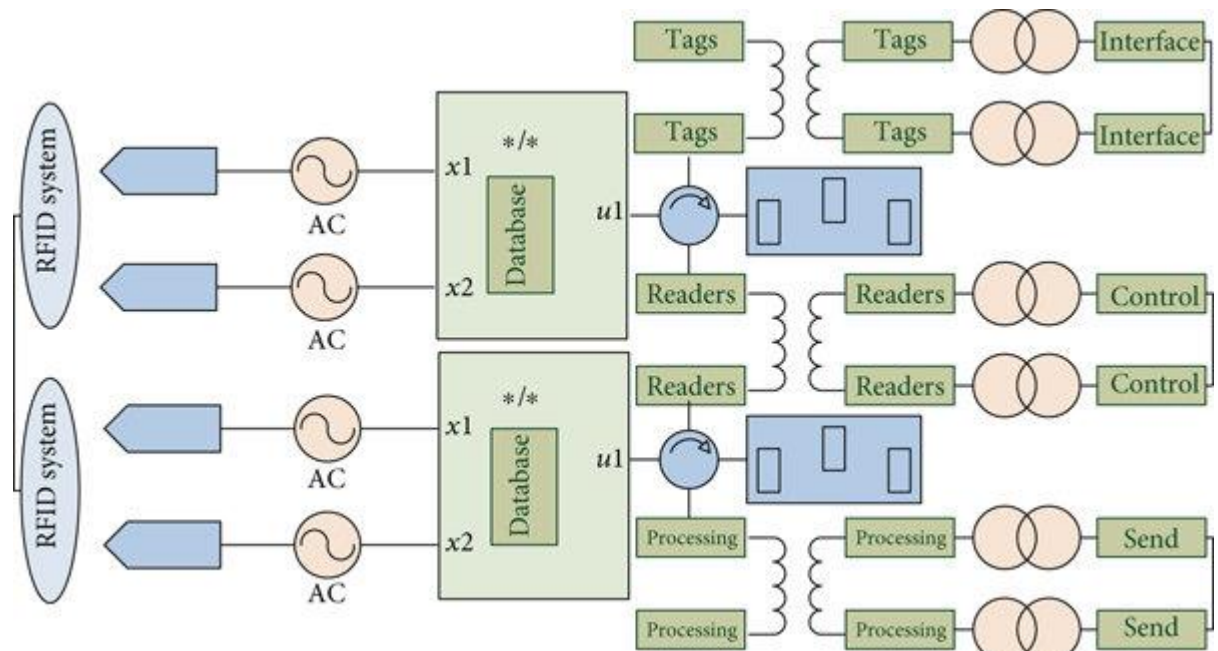
- αυτοματισμού

- πληροφοριών
- μετασχηματισμού

που προκύπτουν από την αυτόματη αναγνώριση τεχνολογίας στην εφοδιαστική αλυσίδα ώστε να γίνει οι εισαγωγή συμπληρωματικών πόρων και πιθανών παραγόντων.



Εικόνα 7 Ιεραρχική δομή του wireless sensor network



Εικόνα 8 RFID κύκλωμα

6.2 Impact of RFID technologies

Στη συγκεκριμένη έρευνα [3] παρουσιάζονται οι τεχνολογίες αιχμής για την ανάπτυξη του RFID στο κομμάτι της εφοδιαστικής αλυσίδας με σκοπό την ανάλυση της απόδοσης του. Τα πιθανά οφέλη, ιδιαίτερα στην αντιμετώπιση των προβλημάτων ανακρίβειας απογραφής, του φαινομένου bullwhip και πολιτικών αναπλήρωσης, εξετάζοντας εν συντομία.

Το πρόβλημα της ανακρίβειας απογραφής στη διαχείριση αποθεμάτων είναι σημαντικό στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι περισσότερες εταιρείες έχουν αυτοματοποιήσει τη διαχείριση των αποθεμάτων χρησιμοποιώντας συστήματα πληροφοριών, τα επίπεδα αποθεμάτων στα πληροφοριακά συστήματα και τα επίπεδα πραγματικού φυσικού αποθέματος συχνά δεν ταιριάζουν. Αυτή η διαφορά μεταξύ αυτών των επιπέδων αποθέματος ονομάζεται ανακρίβεια και μπορεί να επηρεάσει βαθιά την απόδοση των επιχειρήσεων.

	Transaction errors	Shipment errors	Delivery errors	Scanning errors	Incorrect identification	Shrinkage errors	Theft	Unavailable for sale	Vendor fraud	Administrative errors	Inaccessible inventory	Misplacement	Supply errors
Inglehart and Morey [49]	*												
Bullard and Resnik [18]						*	*						
Krajewski <i>et al.</i> [61]	*		*										
Brooks <i>et al.</i> [15]	*		*	*		*	*						
Yano and Lee [119]													*
Raman [84]	*	*		*									
Lightburn [71]						*		*					
Alexander <i>et al.</i> [3] [4]	*	*	*	*		*	*	*					*
Kang and Koh [53]						*							
Chappell <i>et al.</i> [22] [21]											*	*	
Kok and Shang [59]	*												
DeHoratius and Raman [26]	*	*		*							*	*	
Wong and McFarlane [117]	*		*			*	*				*	*	
Tellkamp <i>et al.</i> [103]	*			*		*	*		*	*			
Lee <i>et al.</i> [66]	*				*	*					*		
Kang and Gershwin [52]	*				*	*	*						
Fleisch and Tellkamp [32]	*		*			*	*	*			*	*	
Kleijnen and Van Der Vorst [58]						*							
Sahin [90]	*					*	*	*			*	*	
Lee and Ozer [65]	*		*	*		*	*	*	*		*	*	
Bensoussan <i>et al.</i> [12]						*	*	*					*
Camdereli and Swaminathan [19]											*	*	
Atali <i>et al.</i> [6]	*			*		*	*	*			*	*	
De Kok <i>et al.</i> [60]	*					*	*	*			*	*	
Ketzenberg and Ferguson [54]						*		*					
Rekik <i>et al.</i> [85] [87] [88] [86]	*	*		*		*	*	*		*	*	*	*
Tellkamp [104]	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	
Basinger [11]	*	*		*	*	*	*	*	*		*	*	
Doerr <i>et al.</i> [28]	*	*				*							
Kim <i>et al.</i> [57]						*							
Tajima [102]						*	*	*					
Leung <i>et al.</i> [69]	*		*		*	*	*	*			*		
Delaunay <i>et al.</i> [27]	*					*						*	*
Uçkun <i>et al.</i> [108] [107]	*					*					*		
Sarac <i>et al.</i> [92] [93]						*	*	*				*	

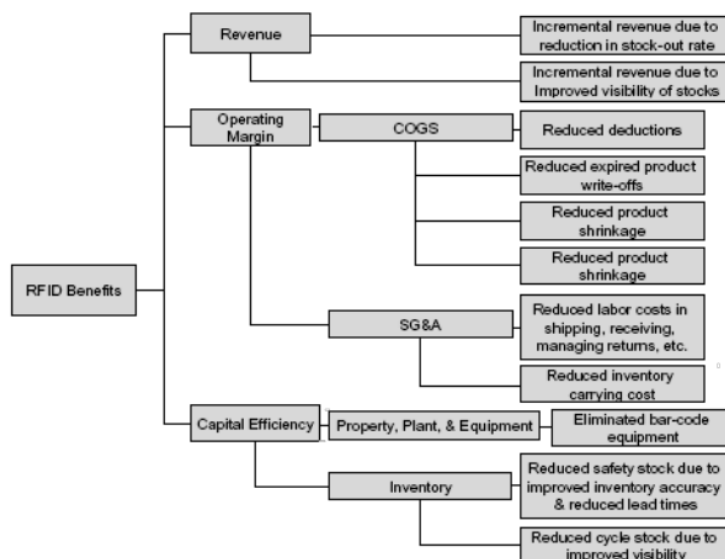
Εικόνα 9 Ανάλυση ειδών ανακρίβειας απογραφής

Το φαινόμενο bullwhip ,όπου είναι ένα σημαντικό φαινόμενο στην διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, ασχολείται στην αύξηση τις διακυμάνσεις της ζήτησης του πελάτη και αυξάνονται όταν διαχέονται προς τα πίσω στην εφοδιαστική αλυσίδα. Η αιτία της ενίσχυσης ήταν οι δυσκολίες στην ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ κάθε φορέα της αλυσίδας.

Στο κομμάτι της διαχείρισης των αποθεμάτων, οι πολιτικές αναπλήρωσης είναι πολύ σημαντικές μέθοδοι για τον προσδιορισμό της συχνότητας και του μεγέθους των παραγγελιών για τη μεγιστοποίηση της ικανοποίησης των πελατών με χαμηλό κόστος παραγγελίας, διατήρησης και εξάντλησης.

Μέσω της τεχνολογία RFID μπορεί να βελτιστοποιηθούν οι επιδόσεις της εφοδιαστικής αλυσίδας :

- Αυξάνοντας τη διαθεσιμότητα του αποθέματος
- Βελτιώνοντας των συντονισμό
- Εξοικονόμηση κόστους εργασίας
- Μείωση του αποθέματος



Εικόνα 10 Θεμέλια του RFID

Διεξάχθηκαν διάφορες μελέτες που αφορούν :

- Αναλυτική μοντελοποίηση
- Προσομοιώσεις
- Περιπτώσιολογικές μελέτες και πειράματα
- Αναλύσεις ROI

Τα αναλυτικά μοντέλα που παρουσιάστηκαν στην έρευνα αντιστοιχούν στις απλοποιήσεις ενός πραγματικού συστήματος μέσω μαθηματικών εκφράσεων προκειμένου να αναλυθεί και να βελτιστοποιηθεί το σύστημα. Τα κύρια μοντέλα που παρουσιάστηκαν είναι τα συστήματα απογραφής με διαφορετικές πολιτικές ανεφοδιασμού και μοντέλα newsvendor

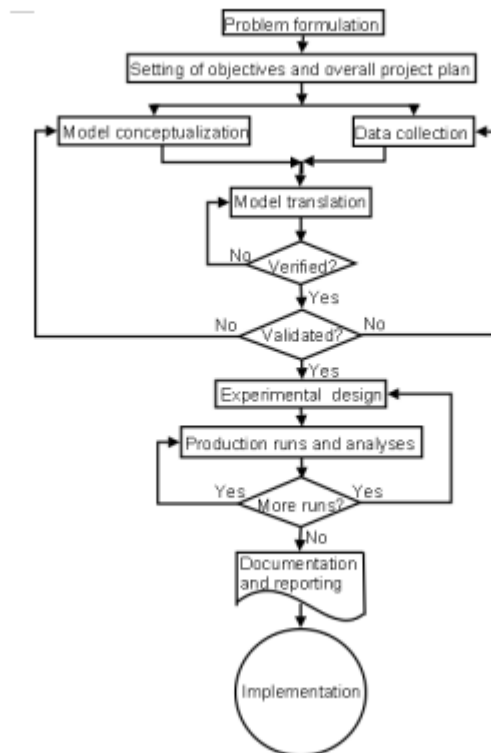
	Centralized supply chain	Decentralized supply chain	Single item	Multiple items	Periodic review inventory system	Continuous review inventory system	Single Period	Multiple Periods	Replenishment policy
Iglehart and Morey [49]	*		*		*		*		(s,S)
Lee and Ozer [65]	*		*		*		*	*	(s,S), (Q,R)
Kang and Gershwin [52]	*		*				*		(Q,R)
Gaukler <i>et al.</i> [35]						*			(Q,R)
Atali <i>et al.</i> [6]	*		*		*			*	
Kok <i>et al.</i> [60]			*		*			*	(R,S)
Sahin <i>et al.</i> [91] [90]	*		*		*		*		Newsvendor model
Rekik <i>et al.</i> [85] [87] [88] [86]	*	*	*		*		*		Newsvendor model
Tellkamp [104]	*	*	*		*			*	(s,S) (s,Q)
Gaukler <i>et al.</i> [38] [36]	*	*	*		*			*	(Q,R)
Sunderpandian <i>et al.</i> [98]		*		*	*			*	(s,Q)
Szmerekovsky and Zhang [101]	*	*			*	*	*		
Uçkun <i>et al.</i> [107]	*	*	*		*		*		Newsvendor model
Sarac <i>et al.</i> [92]	*		*		*		*		Newsvendor model

Εικόνα 11 Συγκεντρωτικός πίνακας αναλυτικών μοντέλων

Η προσομοίωση παρέχει καλύτερη κατανόηση σύνθετων μοντέλων με αίσθηση δυναμικής των συστημάτων. Κάθε προσομοίωση ακολουθεί τα εξής:

- Διατυπώνει τη δήλωση των στόχων και των εναλλακτικών συστημάτων
- Προγραμματίζεται σε γλώσσα προσομοίωσης
- Για να συνεχίσει στο πειραματικό σχεδιασμό πρέπει το πρόγραμμα να επαληθευτεί εάν λειτουργεί αποτελεσματικά
- Επικυρώνεται εάν αντιπροσωπεύει τη πραγματική συμπεριφορά του συστήματος
- Χρήση σειρών παραγωγής και ανάλυση τους προκειμένου να αξιολογηθούν τα μέτρα απόδοσης για το σχεδιασμό του συστήματος
- Πρόσθετες διαδρομές πραγματοποιούνται εάν κριθεί απαραίτητο

- Αποθήκευση αποτελεσμάτων



Εικόνα 12 Σχεδιάγραμμα προσομοίωσης

Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων, στο κομμάτι της έρευνας, ήταν επικεντρωμένα σε μεμονωμένο είδος, μεμονωμένο κατασκευαστή και μεμονωμένο λιανοπωλητών στην εφοδιαστική αλυσίδα. Μέσω των μεθόδων προσομοιώσεων δυναμικής συμπεριφοράς των συστημάτων μπορεί να αναλυθεί. Ωστόσο τα απλούστερα μοντέλα οδηγούν σε μερικές περιπτώσεις σε χειρότερα αποτελέσματα.

Μετά το κομμάτι της προσομοίωσης η έρευνα εστίασε στις μελέτες των περιπτώσεων και τα πειράματα με την χρήση RFID σε μικρά ή απλά περιβάλλοντα. Με αυτό τον τρόπο βοήθησαν τις εταιρείες να δείξουν τις δυσκολίες και την αποτελεσματικότητα της ενσωμάτωσης του και να πάρουν την σωστή απόφαση υλοποίησης καθώς και την πλήρη ένταξη τους στην εταιρεία. Επιπλέον αξιολόγησαν ορισμένες από τις σχετικές δαπάνες και κέρδη.

Η έρευνα κλείνει με τις αναλύσεις Return of Investment(ROI) που πραγματοποιήθηκαν για να αξιολογηθεί μια επένδυση αν είναι κερδοφόρα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Ως εκ τούτου οι αναλύσεις ROI είναι χρήσιμες στην υποστήριξη αποφάσεων σχετικά με την σκοπιμότητα ανάπτυξης RFID και υπολογισμού του υψηλού κόστους.

6.3 RFID Systems in Supermarkets

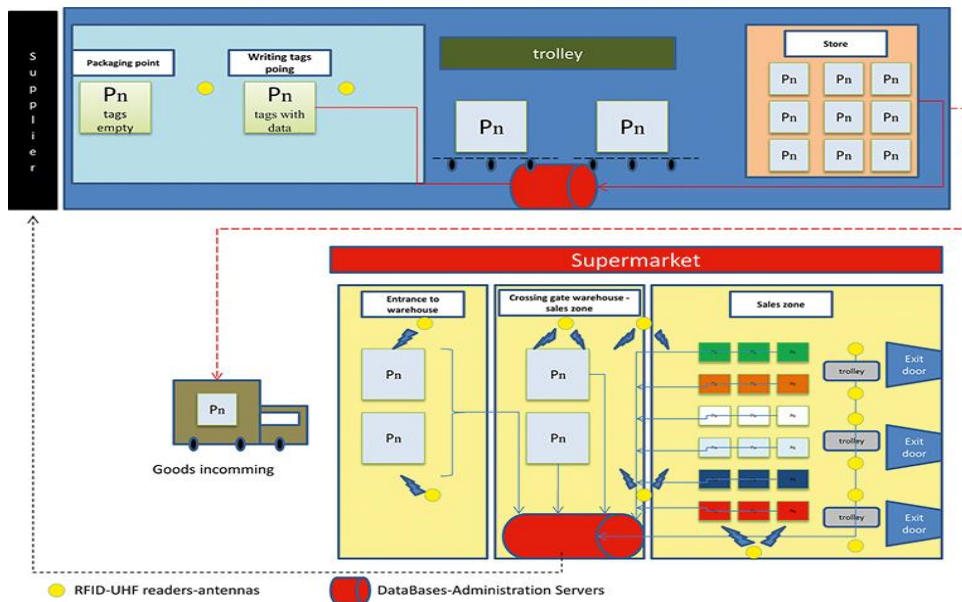
Στη συγκεκριμένη έρευνα [42] γίνεται ανάλυση της τεχνολογίας του RFID και η μελλοντική χρησιμότητα του στα σουπερμάρκετ. Στο κομμάτι της ανάλυσης παρέχεται:

- πλήρης καταγραφή των φυσικών και περιβαλλοντικών παραγόντων
- περιορισμοί υλικού και λογισμικού
- τυπικοί και κανονιστικοί περιορισμοί που έχουν άμεσο αντίκτυπο στην απόδοση του συστήματος RFID

Η ανάλυση συνοδεύεται από τα επίπεδα επικοινωνίας, δίνοντας προσοχή στην άποψη των παροχών, εταιρείες σουπερμάρκετ και τελικούς πελάτες. Λαμβάνοντας τα αποτελέσματα που εξάχθηκαν από την παραπάνω έρευνα, δίνονται συγκεκριμένες καλές πρακτικές για την αντιμετώπιση ενός επιτυχημένου έργου υλοποίησης RFID που μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

Η έρευνα εκτέλεσε ένα δικό της σενάριο για την εγκατάσταση του RFID συστήματος. Το σύστημα θα αποτελείται από πολλούς αναγνώστες και κεραίες, ένα υποσύστημα ενδιάμεσου λογισμικού με μερικές βάσεις δεδομένων και όλα τα προϊόντα που φέρουν οι ετικέτες RFID. Το σενάριο έχει κάποια σημεία ελέγχου:

1. Είσοδος στην αποθήκη
2. Διασταυρούμενη πύλη αποθήκη-ζώνη πώλησης
3. Σημεία ελέγχου στους διαδρόμους ή ενσωματωμένο στο καρότσι αγορών
4. Σύστημα ταμειακής μηχανής
5. Πόρτες εξόδου



Εικόνα 13 Σχεδιάγραμμα του σεναρίου

Στο συγκεκριμένο σενάριο λαμβάνονται ορισμένες υποθέσεις:

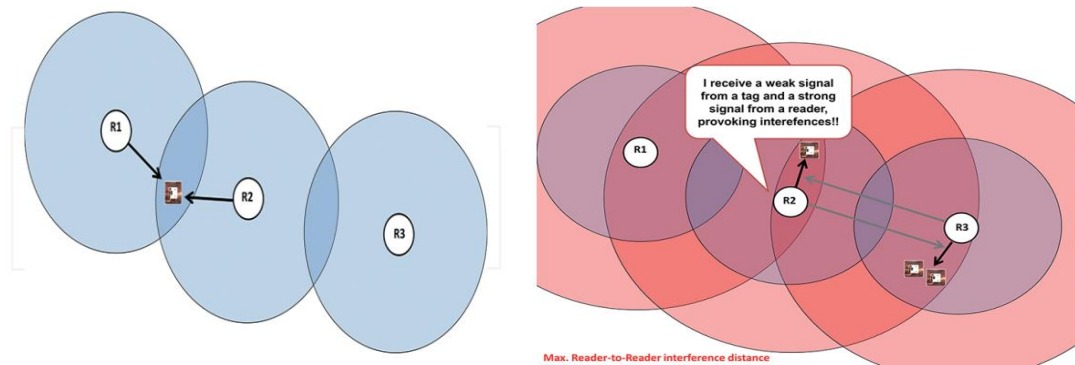
1. Να γίνει απαίτηση από τους προμηθευτές να επιστημάνουν στις ετικέτες τους προϊόντα με παθητικές ετικέτες RFID που λειτουργούν στη ζώνη UHF, στο φάσμα των συχνοτήτων να επιτρέπεται από την χώρα στην οποία βρίσκεται το σουπερμάρκετ
2. Τοποθέτηση ετικετών που συνδέονται με τα προϊόντα τα οποία πρέπει να αποθηκεύουν τις πληροφορίες του προϊόντος σε μορφή κωδικού EPC
3. Οι προμηθευτές και τα σουπερμάρκετ πρέπει να συνδεθούν στις βάσεις δεδομένων με το EPCglobal Network το οποίο επιτρέπει την ιχνηλασιμότητα και τον εντοπισμό του προϊόντος σε πραγματικό χρόνο και παγκόσμια

Η ανάλυση της έρευνας γίνεται τόσο σε φυσικό επίπεδο όσο και σε τεχνικό επίπεδο(RFID)

Στο φυσικό επίπεδο γίνεται ανάλυση σε παράγοντες που έχουν ισχυρή επιρροή στη δημιουργία συστημάτων RFID προκαλώντας και την πιθανή πλήρης απώλεια πληροφοριών όπως είναι:

- Η ασυμβατότητα των συχνοτήτων
- Το ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο
- Στα φαινόμενα απορρόφησης και ανάκλασης

Στη συνέχεια εξετάζονται στο τεχνικό επίπεδο για την τοποθέτηση και την χρήση των RFID ώστε να μην υπάρχει σύγκρουση στη συχνότητα.



Εικόνα 14 Παραδείγματα σύγκρουσης αναγνώστη με ετικέτα RFID

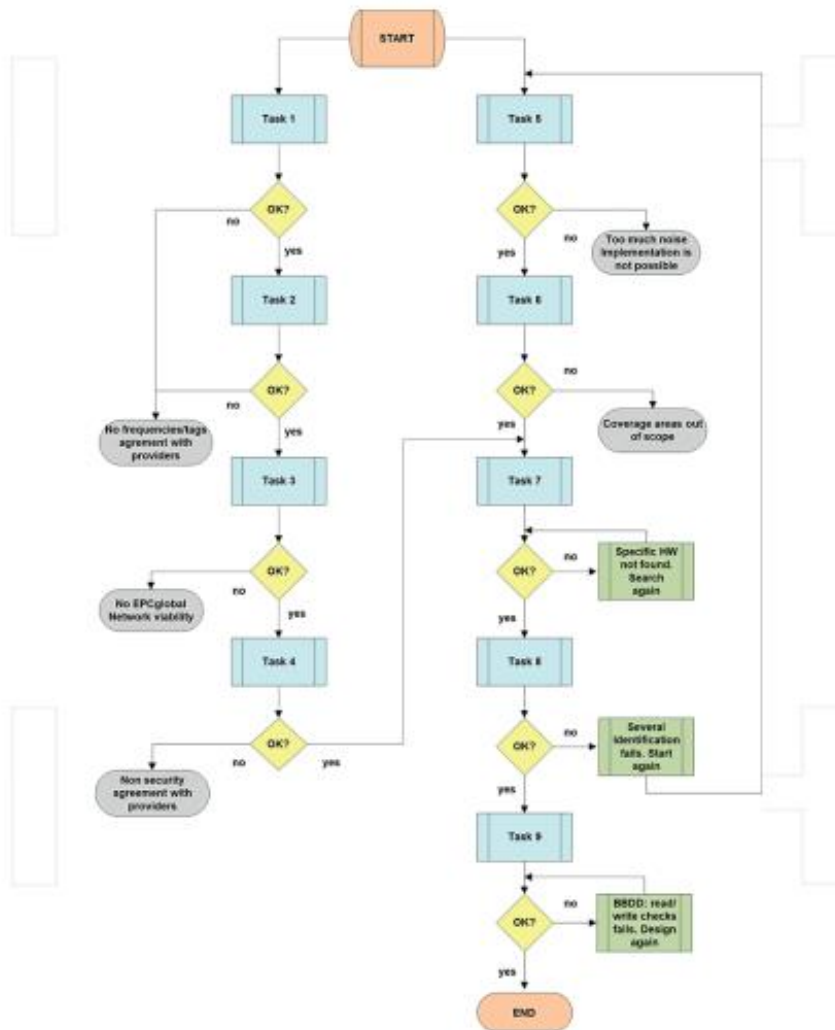
Τέλος η έρευνα παραθέτει τα προβλήματα στην ασφάλεια και στην ιδιωτικότητα τόσο από την μεριά των σουπερμάρκετ όσο και από τους πελάτες.

Για τα σουπερμάρκετ υπάρχουν τα εξής προβλήματα:

- Παραπλάνηση (Βιομηχανική κατασκοπεία)
- Παραβίαση δεδομένων που σημαίνει αποσταθεροποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας ή διαταραχή των λειτουργιών επανεγγραφής ή των κωδικών EPC σε ετικέτες από κακόβουλο λογισμικό.

Για τους πελάτες τα αντίστοιχα προβλήματα:

- Παρακολούθηση όπου δημιουργείται ο φόβος ότι οι κακόβουλοι αναγνώστες μπορούν να του αναγνωρίσουν
- Καταχώριση φιλοξενίας / προφίλ όπου οι πελάτες φοβούνται ότι μπορούν να εντοπιστούν και να ταξινομηθούν σύμφωνα με το RFID που αγοράζουν ή έχουν.



Εικόνα 15 Σχεδιάγραμμα για την καλή πρακτική του συστήματος

6.4 Supply-chain applications and implementation issues

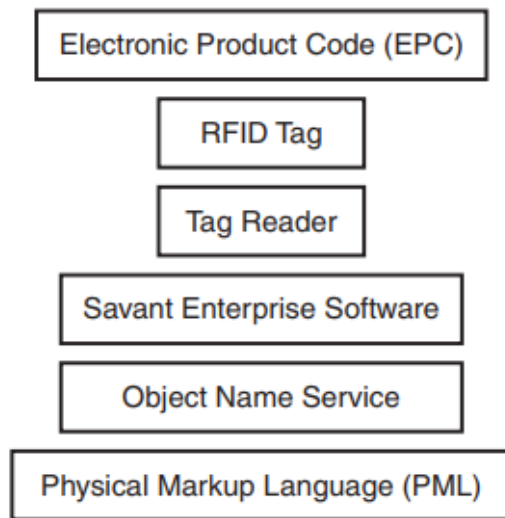
Στη συγκεκριμένη έρευνα [41] γίνεται εστίαση στην εφαρμογή του RFID σε λειτουργικές υλικοτεχνικές υποστήριξης. Γίνεται περιγραφή μιας συγκεκριμένης εφαρμογής τεχνολογίας RFID που έχει αναπτυχθεί σε συνεργασία με το Auto-ID Center. Στη συνέχεια χρησιμοποιούνται ήδη υπάρχουσα παραδείγματα για τη χρησιμότητα του RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα και στις δοκιμασίες που έκανε μελετώντας ήδη υπάρχων θέματα όπως είναι :

- Unilever
- Chevrolet Creative Services
- United Biscuits

- Semiconductor Industry
- The Port of Singapore
- Ford Motor Company
- Toyota

Η έρευνα παρουσιάζει τις τεχνολογίες που χρησιμοποιείσαι για να εγκαταστήσει το RFID:

6. Χρήση του Electronic product code(EPC)
7. RFID ετικέτα
8. Αναγνώστης ετικέτας
9. Λογισμικό της Savant Enterprise
10. Αντικειμενικό όνομα της υπηρεσίας
11. Φυσική σήμανση γλώσσας(XML)



Εικόνα 16 Σχηματική Απεικόνιση των τεχνολογιών

Σύμφωνα με την έρευνα η RFID τεχνολογία έχουν την δυνατότητα να παρέχουν σημαντικές ελευθερίες που θα βοηθήσουν την ανθρώπινη εργασία από ορισμένες ροές εργασίας καθώς και να διευκολύνουν την δυνατότητα να γίνουν οι πληροφορίες ορατές σε όλους τους συμμετέχοντες κατά τη διάρκεια της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Παρακάτω παρέχονται σε 2 επιχειρηματικές διαδικασίες του λιανικού εμπορίου:

- Διαδικασίες διανομής :
 - παραλαβή και checkin

- απόθεση και αναπλήρωση,
- πλήρωση παραγγελιών και αποστολή
- Μεταφορές:
 - παρακολούθηση προϊόντων
 - περιουσιακών στοιχείων

- + Make the ROI case for RFID
- + Choose the right RFID technology
- + Anticipate RFID technical problems
- + Manage the IT infrastructure issues:
 - Data management concerns
 - Integration with back-end applications
- + Leverage pilot project learning experiences

Εικόνα 17 Προληπτική Εφαρμογή των τεχνολογιών RFID

Vendor Name	Hardware	Software	Services
SAP		Auto-ID Infrastructure (All) (networked software platform)	Auto-ID "ecosystem" including installation, integration, maintenance, and support services
Microsoft		Windows CE for managing RFID readers; middleware for RFID data management; infrastructure for supporting real-time decision making; retail and warehouse management applications for mid-sized firms	
Sun Microsystems		Enterprisewide Auto-ID software; EPC Event Manager for Savant Software; EPC Information Service	Deployment services
IBM-Philips	Philips makes chips for RFID tags and smart labels	IBM will offer specialized RFID software applications	IBM will provide consulting and implementation services
Texas Instruments	RFID tags and readers; UHF EPC-compliant RFID tags		
Alien Technology	RFID tags, readers, and development kits for short- and long-range		
Applied Wireless Identification Group (AWID)	Multi-protocol UHF reader in the form of a PCMCIA card that can be plugged into any handheld computer or barcode scanner		
SAMSys Technologies, Inc.	RFID readers for different business applications		
Intermec Technologies Corp.	Intermec makes barcode scanners, label printers, wireless local area networking equipment, and handheld computers — products that make it possible to capture data virtually anywhere		

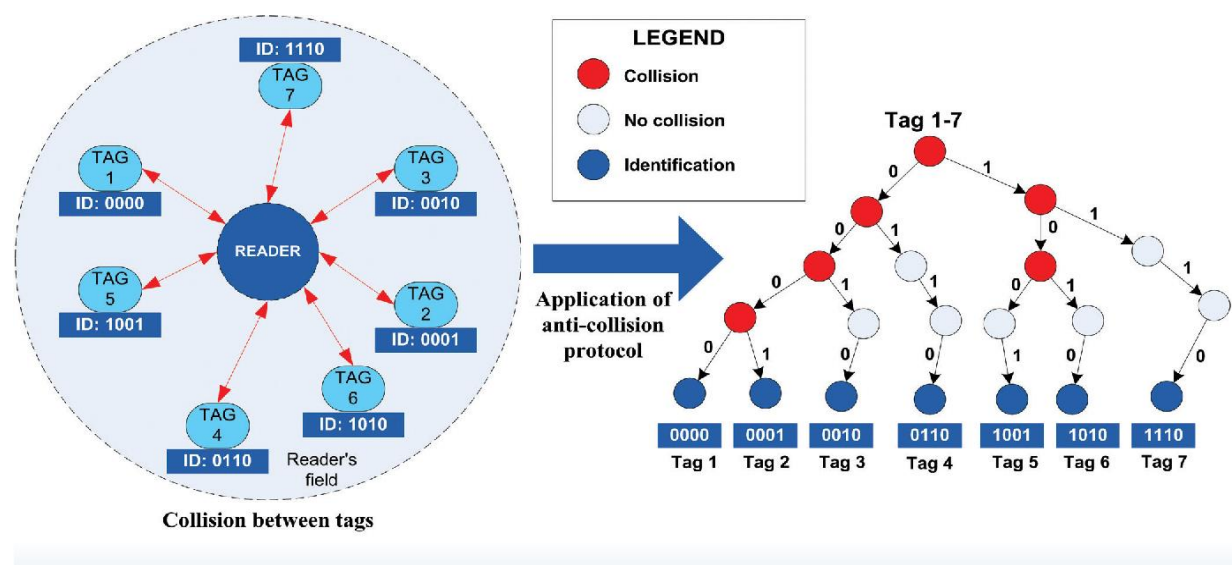
Εικόνα 18 Ορισμένες εταιρείες που δημιουργούν RFID τεχνολογίες

6.5 RFID Control System

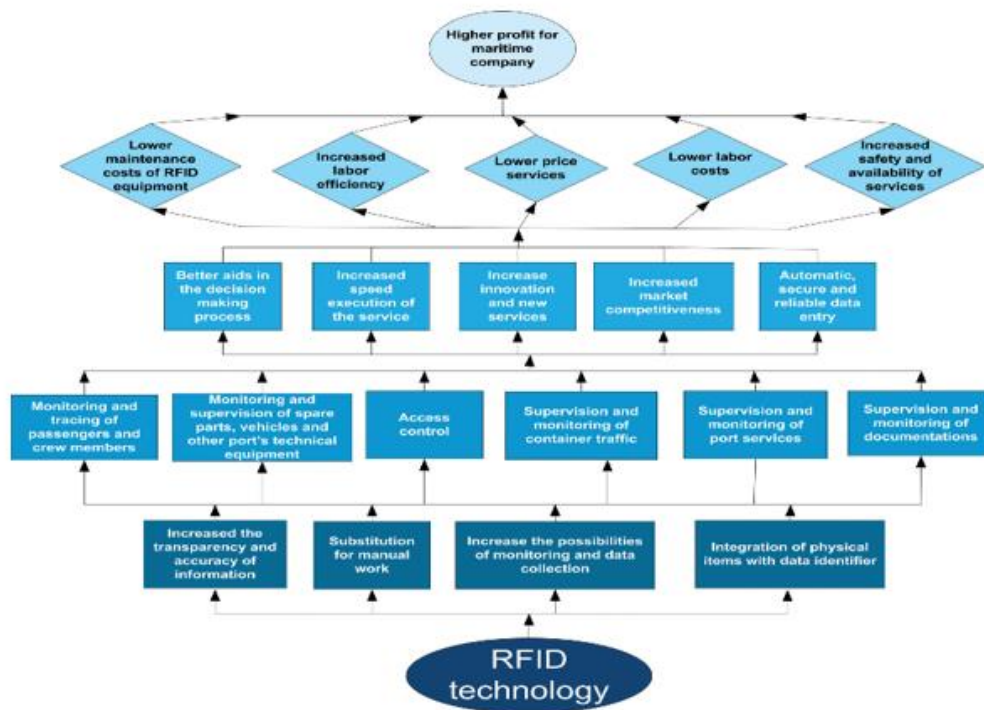
Στη συγκεκριμένη έρευνα [21] γίνεται παρουσίαση ενός συστήμα ελέγχου για την επιβίβαση/αποβίβαση των επιβατών και των οχημάτων από ακτοπλοϊκά, που υποστηρίζεται με την τεχνολογία RFID. Ένα βασικό μοντέλο ενός συστήματος ελέγχου RFID αναπτύσσεται για να εισαγάγει την ιδέα του RFID ως μία τεχνολογία που είναι σε θέση να ελέγχει την πρόσβαση με ορισμένους τεχνικούς περιορισμούς. Η διαδικασία ελέγχου εισιτηρίων, η οποία γίνεται αυτόματα μέσω της απλής είσοδος μίας ετικέτας στο πεδίο ενός αναγνώστη RFID, αυξάνει τη ροή των επιβατών και των οχημάτων, μειώνει την κατάπλευσή κυκλοφορία στα λιμάνια, εξαλείφει την πιθανότητα επιβίβασης σε λάθος (ανά προορισμό) ακτοπλοϊκού, και μειώνει σημαντικά τον αριθμό των χρηματικών πληρωμών.

Για την σωστή τοποθέτηση και την χρήση των RFID με σκοπό την σύγκρουσης στη συχνότητα, δημιουργήθηκε σύστημα που αποτρέπει την σύγκρουση των RFID χρησιμοποιώντας ως επίλυσης της σύγκρουσης μεταξύ ετικετών, ώστε να μπορέσουμε να έχουμε μία εικόνα του τι συμβαίνει όταν διάφοροι επιβάτες ή όχημα προσεγγίζουν τα ακτοπλοϊκά και να επικοινωνούν με τον ίδιο αναγνώστη RFID.

Η θέση της σύγκρουσης που προκαλείται στην περίπτωση παράλληλης παρουσίας πολλών ετικετών στην ζώνη ερευνητικού αναγνώστη και η εφαρμογή διαδικασίας αποφυγής σύγκρουσης με δυαδικό δέντρο.



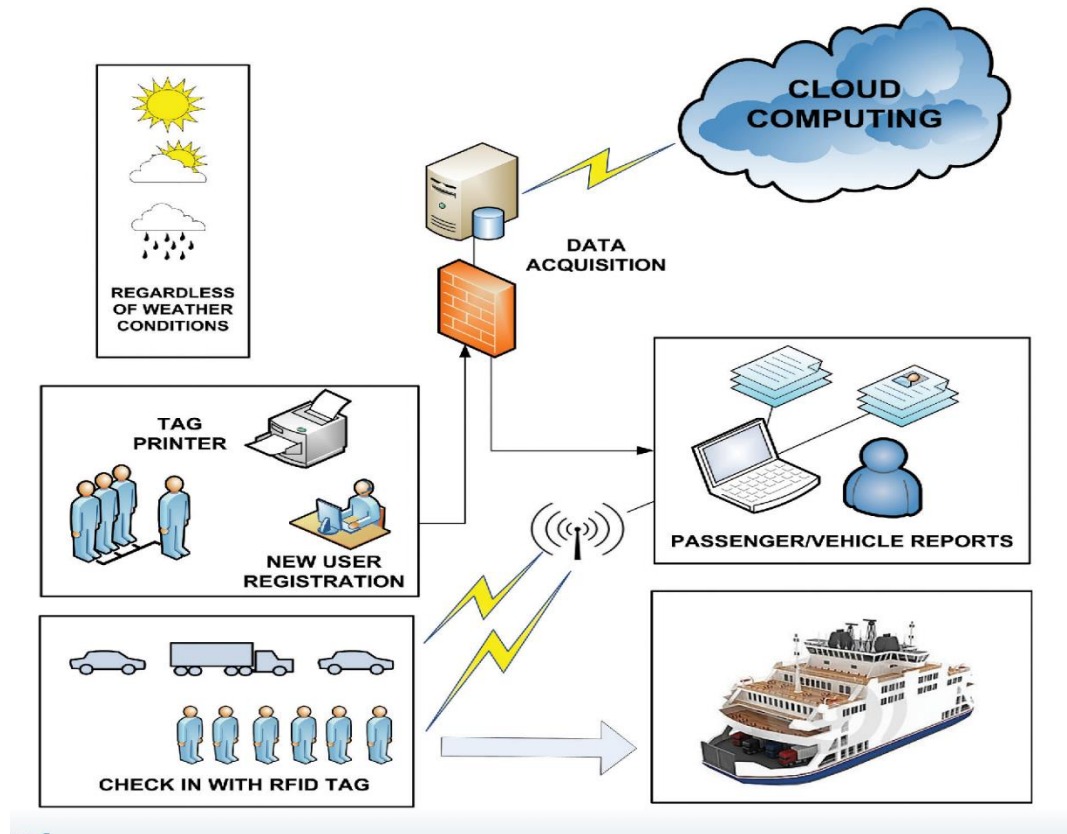
Εικόνα 19 Εφαρμογή για αποφυγή συγκρούσεων μεταξύ των RFID tags



Εικόνα 20 Οικονομικός αντίκτυπος και εξελίξεις που απορρέουν από τη χρήση της τεχνολογίας RFID στα λιμάνια

Η τεχνολογία RFID, με βάση την συγκεκριμένη έρευνα, είναι κατάλληλη για την παρακολούθηση και τη διαχείριση εξαρτημάτων, οχημάτων και τεχνικού εξοπλισμού, τον έλεγχο πρόσβασης (ελέγχου των εξουσιοδοτημένων και μη εξουσιοδοτημένων κινήσεων), την παρακολούθηση και διαχείριση της επεξεργασίας φορτίων, την παρακολούθηση και διαχείριση των υπηρεσιών του λιμανιού, την παρακολούθηση επιβατών και μελών ναυαρχίδας καθώς και την διαχείριση εγγράφων. Η παρακολούθηση και η διαχείριση των επί σκαφών υπηρεσιών μπορεί επίσης να βελτιωθούν μέσω της εφαρμογής τεχνολογίας RFID. Όλους αυτούς τους παράγοντες συνεπάγεται η μείωση του ανθρώπινου δυναμικού, της γραφής και της χειρουργικής εργασίας, η επιτάχυνση της εκτέλεσης των επιχειρηματικών διεργασιών και η αύξηση των οικονομικών κερδών των υδρομεταφορικών εταιρειών.

Η τεχνολογία RFID μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αυτοματοποίηση της επιβίβασης επιβατών και οχημάτων σε ακτοπλοϊκά.



Εικόνα 21 Επιβίβαση επιβατών και οχημάτων με χρήση τεχνολογίας RFID

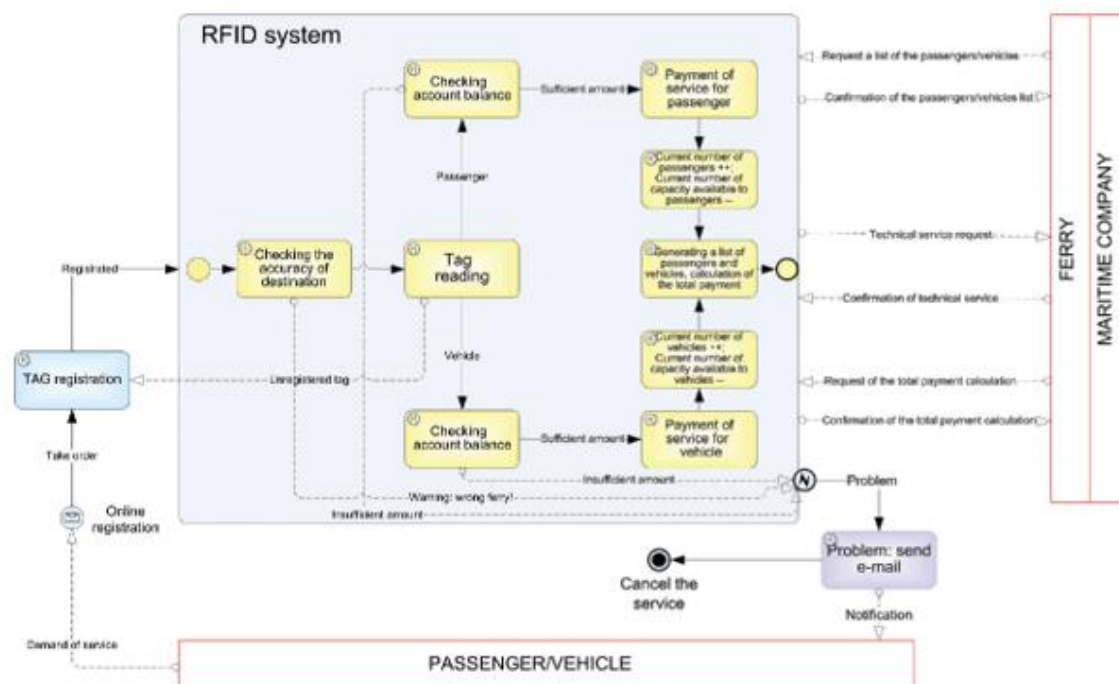
Η διαδικασία ελέγχου RFID μπορεί να πραγματοποιηθεί παράλληλα με τις καιρικές συνθήκες, κάνοντας ολόκληρη την διαδικασία πιο ανθεκτική και αξιόπιστη. Οι ετικέτες μπορούν να υποστούν ερευνητικής επεξεργασίας από αναγνώστες RFID φορητούς (κινητούς) ή από πιο πολύπλοκους σταθερούς αναγνώστες. Οι σταθεροί αναγνώστες RFID μπορούν να τοποθετηθούν σε διάφορες τοποθεσίες σε ναυάγια και σε λιμάνια: σε πύλες εισόδου/εξόδου, σε τοποθεσίες μεταφοράς φορτίων από το τερματικό στο ναυάγιο και αντίστροφα, σε μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στο τερματικό ή σε οποιαδήποτε άλλη τοποθεσία που απαιτεί αυτόματη ταυτοποίηση.

Ολόκληρη η διαδικασία check-in της ετικέτας επιτυγχάνεται χωρίς να επιβαρύνοντας επιπλέον οι εργαζόμενοι και έτσι ελαχιστοποιώντας άμεσα την πιθανότητα ανθρώπινου λάθους. Αφού δοκιμάσετε κάθε χαρακτηριστικό ετικέτας, η εφαρμογή δημιουργεί ένα μήνυμα κειμένου και το στέλνει στον χρήστη.

Η συγκεκριμένη εφαρμογή επεξεργάζεται τα δεδομένα που συλλέγει και τα αποστέλλει στην κατάλληλη ψηφιακή μορφή στην εκχωρημένη βάση δεδομένων. Τα δεδομένα που συλλέγονται μπορούν να αποθηκευτούν σε έναν τοπικό διακομιστή βάσης δεδομένων (πρακτορείο), στον διακομιστή βάσης δεδομένων μιας ναυτιλιακής εταιρείας ή, πιο αξιόπιστα, στο cloud.

Η αποθήκευση δεδομένων στο cloud είναι εύκολη, αξιόπιστη και αυτοματοποιημένη μηχανισμός δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας για αποθήκευση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σε τηλεχειριστήριο τοποθεσία. Επιπλέον, αυτός ο μηχανισμός

παρέχει πολύ αποτελεσματικό συμπίεση, καθολική αφαίρεση διπλών δεδομένων, μειώνοντας σημαντικά χρονικό πλαίσιο αποθήκευσης.



Εικόνα 22 Μοντέλο διαδικασιών συστήματος ελέγχου πρόσβασης RFID.

Με βάση την παραπάνω ανάλυση διαδικασιών, δημιουργήθηκε ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα και το αντίστοιχο λογισμικό για να ελέγξουμε τις βασικές δυνατότητες του συστήματος RFID. Χρησιμοποιήθηκαν διπλασιαζόμενες παθητικές κάρτες για να ελέγξουμε το σύστημα. Το πλεονέκτημα της χρήσης καρτών RFID είναι ότι κάθε χρήστης έχει μία μοναδική κάρτα (ετικέτα) που μπορεί να χρησιμοποιηθεί πολλές φορές κατά μήκος πολλών ετών.

Μόνο ένα εξουσιοδοτημένο πρόσωπο μπορεί να αλλάξει τα δεδομένα που αποθηκεύονται στην κάρτα (ετικέτα). Συσκευές αλλαγής δεδομένων βρίσκονται σε διάφορες τοποθεσίες στο λιμάνι και σε μία εξουσιοδοτημένη εταιρεία.

Το αποτέλεσμα αυτής της έρευνας ήταν να επιτυγχάνεται ταχεία και ακριβής η απόκτηση πληροφοριών καταγράφοντας κάθε επιβάτη και όχημα με ετικέτα, διασφαλίζοντας αποτελεσματική ιχνηλάτηση επιβατών και οχημάτων σε πραγματικό χρόνο, επίσης ως αναγνώριση του σημείου επιβίβασης/αποβίβασής τους, κλπ. Εκτός από τον έλεγχο και την παρακολούθηση της κυκλοφορίας εμπορευματοκιβωτίων, RFID.

Η τεχνολογία έχει τη δυνατότητα να αντικαταστήσει το συμβατικό χαρτί ακτοπλοϊκά εισιτήρια. Αυτό το έγγραφο παρέχει μια εκτενής περιγραφή των δυνατοτήτων του συστήματος RFID για πρόσβαση επιβατών και οχημάτων έλεγχος κατά την επιβίβαση. Σωστή χρήση της τεχνολογίας RFID αυτοματοποιεί τις διαδικασίες λιμένων και βελτιώνει τη διαχείριση των επιχειρήσεων με τη μείωση του φόρτου εργασίας και την εξάλειψη της δυνατότητας του ανθρώπου λάθος.

6.6 RFID-integrated blockchain-driven

Η συγκεκριμένη έρευνα [31] αφορά την ανάπτυξη μιας κατανεμημένης και service-oriented αρχιτεκτονικής συστήματος που υιοθετεί ένα μοντέλο πρακτικής κυκλικής αλυσίδας παροχής που συνδυάζει τεχνολογία RFID για μία δικτύωση της καλλιέργειας τσαγιού σε μία επιχείρηση-επί-επιχείρηση (B2B).

Μέσω αυτής της έρευνας έγινε ο εντοπισμός υφιστάμενων ζητημάτων στο B2B βιομηχανίας τσαγιού και να αναπτυχθεί μια αρχιτεκτονική συστήματος για τη βιομηχανία, εντοπίστηκαν αρχικά οι προκλήσεις βιωσιμότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας μέσω πεδίου επισκέψεις. Τα υφιστάμενα ζητήματα που αφορούν την βιομηχανία τσαγιού αφορούν:

- Προμηθευτές
- Κατασκευαστές
- Επώνυμες εταιρείες τσαγιού

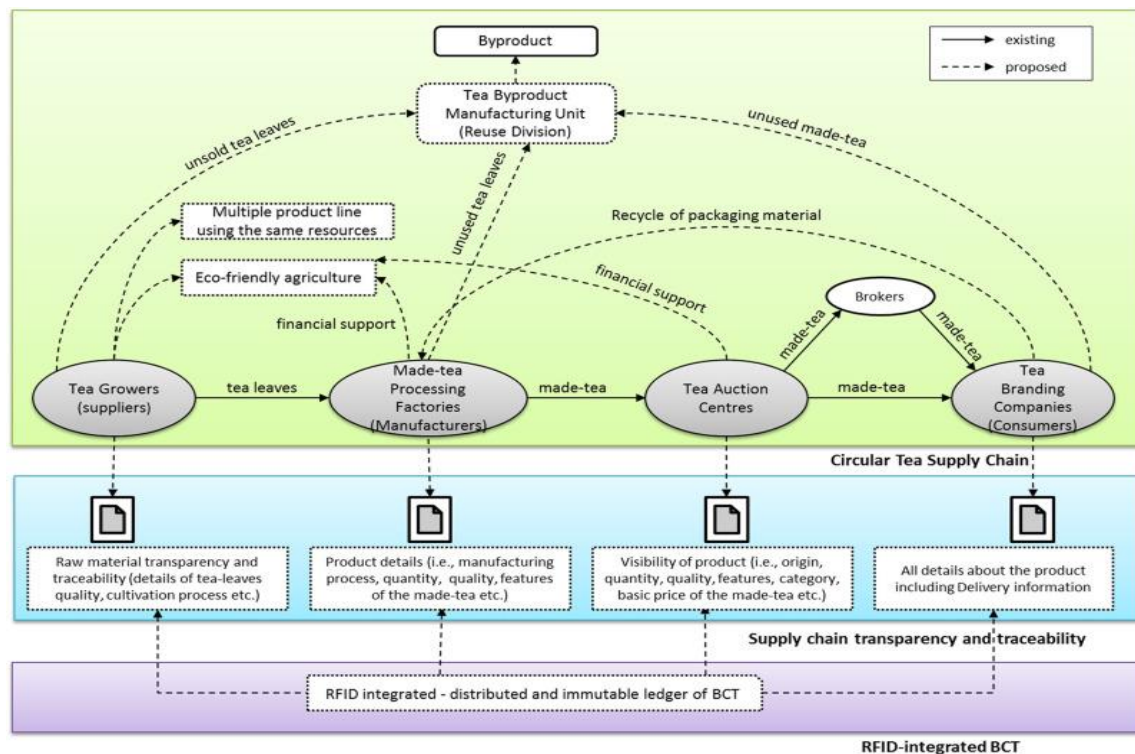
Οι βιομηχανίες απαιτούν καλή παρακολούθηση της ποιότητας και της συνέπειας του τσαγιού, τα οποία είναι τα πιο σημαντικά παράγοντες για τη διασφάλιση της προτίμησης των καταναλωτών. Έτσι, στο δίκτυο B2B του τσαγιού απαιτείται ένα ασφαλές και αποτελεσματικό σύστημα track-and-trace. Η τεχνολογία RFID μπορεί να λειτουργήσει ως βάση για την εισαγωγή της BCT και οι δύο τεχνολογίες μπορούν να λειτουργήσουν μαζί για να δημιουργήσουν μία λύση που θα ενισχύσει την διαφάνεια και την παρακολούθηση της βιομηχανίας B2B του τσαγιού και επομένως θα αυξήσει την απόδοση της.

Η έρευνα αναγνωρίζει επίσης ότι η βιομηχανία του τσαγιού αγωνίζεται με τα δύο σημαντικότερα κριτήρια: τη διαφάνεια και την παρακολούθηση, τα οποία είναι τα κύρια παράγοντα για την αύξηση της απόδοσής της. Οι μηχανισμοί που συνδυάζουν την BCT και την RFID μπορούν να παρέχουν την απαιτούμενη διαφάνεια και παρακολούθηση. Έτσι, προτείνουν ένα θεωρητικό μοντέλο BCT-driven RFID-integrated CTSCM για την αύξηση της απόδοσης της βιομηχανίας τσαγιού B2B με τον ακόλουθο τρόπο :

1. Το RFID θα παρέχει μία ασφαλής σύνδεση μεταξύ των φυσικών προμηθειών και των διαδικτυακών τους ταυτοτήτων. Σε αυτό το μοντέλο, οι προμήθειες θα μπορούν να έχουν ένα διατεθειμένο διαδικτυακό παρουσιάσιμο με ένα ασφαλές κωδικό RFID, τα στοιχεία του οποίου είναι ορατά σε όλους τους συμφέροντες.
2. Οι συναφείς πληρωτές θα μπορούν να υπογράψουν έναν ψηφιακό συμβόλαιο για να επαληθεύσουν τη συναλλαγή. Οι ψηφιακές υπογραφές ελέγχουν την κοινή χρήση των δεδομένων του δικτύου μεταξύ των συμμετεχόντων στην αλυσίδα παραγωγής καθώς και τη βελτίωση της διαδικασίας. Οι λεπτομέρειες της συναλλαγής ενημερώνουν τη βάση δεδομένων της BCT, αν όλοι οι συμφέροντες έχουν ικανοποιήσει τις επίσημες τους διαδικασίες. Πέρα από τις απλά πληροφορίες το διαφανές μοντέλο CTSCM έχει τεράστιες δυνατότητες για τη βελτίωση της απόδοσης της βιομηχανίας τσαγιού B2B

3. Τα προϊόντα επίπεδου υψηλής ποιότητας μπορούν να επισημανθούν στη βάση δεδομένων BCT με ασφαλείς κωδικούς RFID. Η επιπλέον διαφάνεια και ιχνηλάτηση που προκύπτουν επιτρέπουν την επιδεξιά μεταφορά των προϊόντων και των πληροφοριών. Αυτό επιτρέπει σε όλους τους συμφέροντες να εξετάσουν την συνεχή αλυσίδα διανομής και τις συναλλαγές σε κάθε σημείο.
4. Οι εταιρείες επωνυμίας τσαγιού θα παρακολουθούν την συγκεκριμένη παραγωγή επεξεργασμένου τσαί για να βελτιώσουν την εμπιστοσύνη που συνδέεται με την ποιότητα και τα χαρακτηριστικά του επεξεργασμένου τσαί στο προτεινόμενο μοντέλο.
5. Χρησιμοποιώντας τους διαθέσιμους πόρους μπορεί να δημιουργήσει πολλαπλές σειρές προϊόντων, που μπορεί να βοηθήσουν την παρούσα εφοδιαστική αλυσίδα να γίνει κυκλική
6. Το προτεινόμενο μοντέλο προτείνει την επαναχρησιμοποίηση ώστε να βοηθήσει στην επίτευξη κυκλικής αλυσίδας προμηθευτών. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην αύξηση της κερδοφορίας αυτής της αλυσίδας προμηθευτών και να είναι ένας εναλλακτικός πηγής εσόδων για τους συμφέροντες.
7. Το προτεινόμενο μοντέλο προτείνει επίσης την ανακύκλωση των υλικών συσκευασίας. Τα εργοστάσια επεξεργασίας τσαί χρησιμοποιούν δυνατά ξύλινα κουτιά για τη συσκευασία του επεξεργασμένου τσαί, τα οποία μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν πολλές φορές. Έτσι, η ανακύκλωση των υλικών συσκευασίας μπορεί ξανά να οδηγήσει στην επίτευξη κυκλικής αλυσίδας προμηθευτών.

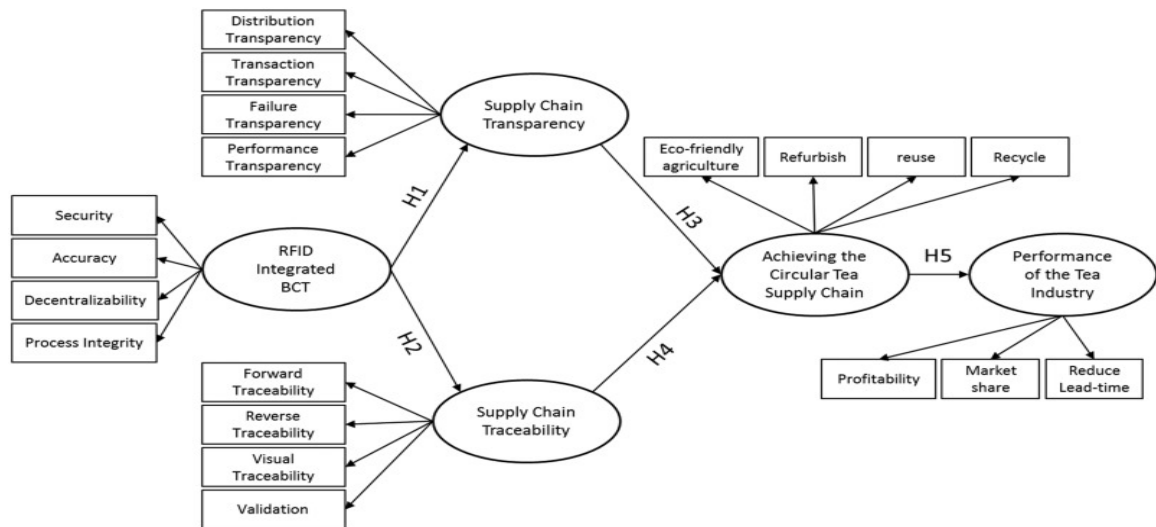
Το μοντέλο RFID-integrated BCT-driven B2B CTSCM μπορεί να αυξήσει την απόδοση αυτού του τομέα. Ωστόσο, για να υλοποιηθεί η ιδέα, η ιδιωτικότητα και η εμπιστευτικότητα των πληροφοριών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, επειδή όλα τα μέλη του BCT έχουν πρόσβαση σε όλα τα δεδομένα. Έτσι, η διατήρηση ισορροπίας μεταξύ της διαφάνειας και της εμπιστευτικότητας των δεδομένων συναλλαγών και των εγγράφων είναι ένα λειτουργικό πρόβλημα που πρέπει να λυθεί.



Εικόνα 23 Προτεινόμενο μοντέλο RFID-integrated BCT-driven B2B CTSCM

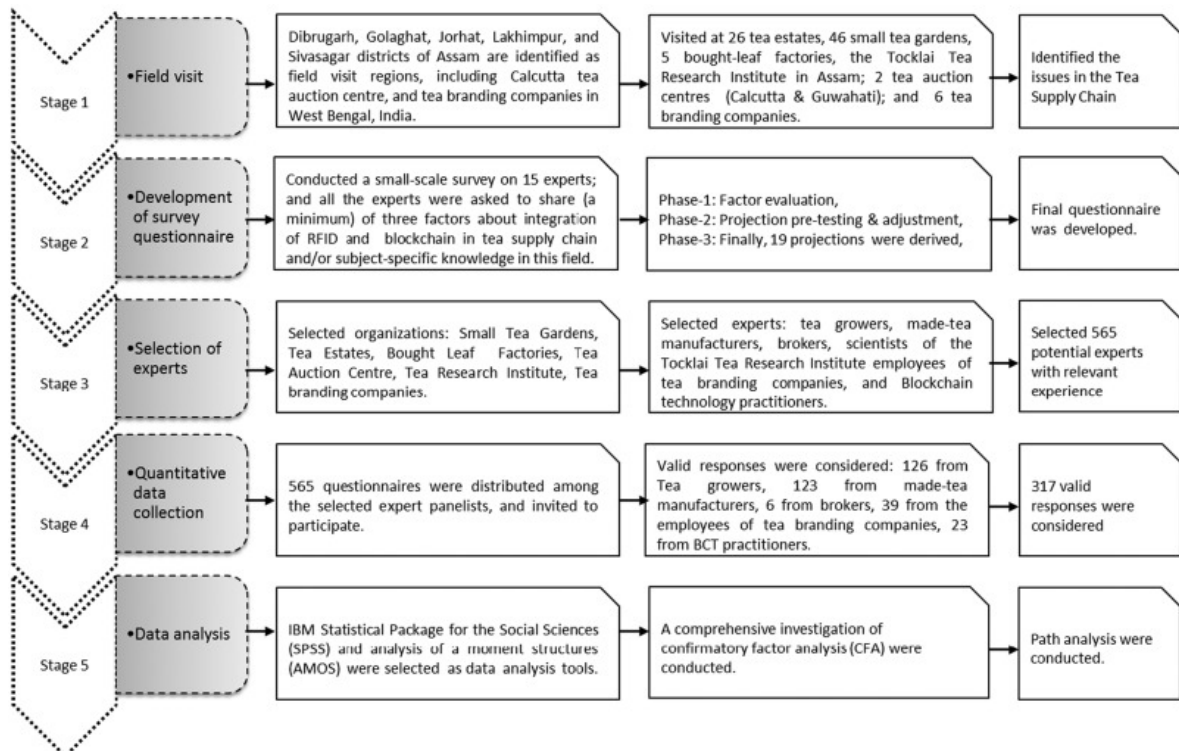
Το προτεινόμενο μοντέλο RFID-integrated BCT-driven B2B CTSCM χρειάζεται να επαληθευτεί περαιτέρω για την αποδοχή του στους συμφέροντες. Έτσι, η έρευνα επεκτείνεται μέσω ένας εμπειρικού σπουδών για να αναγνωρίσει την επίδραση του προτεινόμενου μοντέλου βάσει πέντε κατασκευών που εντοπίστηκαν από τη λογοτεχνία.

Η μοντελοποίηση δομικών εξισώσεων (SEM) με γραφική προσέγγιση στην ανάλυση των δομών στιγμής (AMOS) χρησιμοποιείται για να αναπτύξει τη θεωρητική και υπολογιστική δύναμη για να απεικονίσει την κατάλληλη σχέση μεταξύ των εντοπισμένων κατασκευών: RFID-integrated BCT, διαφάνεια αλυσίδας προμηθευτών, ιχνηλάτηση αλυσίδας προμηθευτών, επίτευξη κυκλικής διαχείρισης αλυσίδας προμηθευτών τσάι (ACTSCM) και απόδοση του τομέα τσάι.



Εικόνα 24 Κατασκευές και ερευνητική υπόθεση

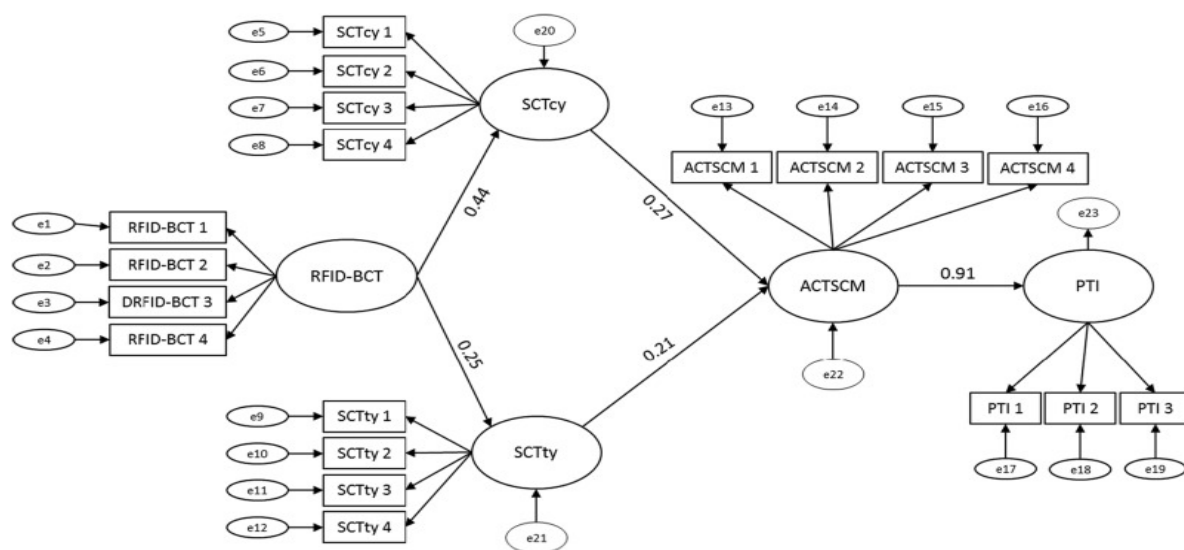
Το προτεινόμενο μοντέλο θα πρέπει να επαληθευτεί περαιτέρω για να διασφαλιστεί η υιοθέτησή του από ενδιαφερόμενους φορείς στην επιχείρηση τσαγιού B2B. Ως αποτέλεσμα, έγινε επέκταση του μοντέλου της έρευνα με εμπειρική διερεύνηση για τον προσδιορισμό των προτεινόμενων τον αντίκτυπο του μοντέλου χρησιμοποιώντας έρευνα ερωτηματολογίου. Η συγκεκριμένη προσέγγιση χωρίζεται σε πέντε στάδια όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 25 Στάδια της μεθοδολογικής έρευνας

Μέσω της παραπάνω μεθοδολογία αποδείχτηκε ότι η βολική στατιστική μέθοδος μοντελοποίησης δομικών εξισώσεων (SEM) χρησιμοποιήθηκε για την ταυτόχρονη ανάλυση των μοντέλων μέτρησης και των δομικών μοντέλων, επιτρέποντας την

ταυτόχρονη ανάλυση παραγόντων, πολλαπλές ανάλυση παλινδρόμησης και έλεγχος υποθέσεων. Μια μέθοδος χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση και την ερμηνεία των δεδομένων που συλλέχθηκαν: ένα μοντέλο μέτρησης και ένα δομικό μοντέλο.



Εικόνα 26 Αποτελέσματα της εκτέλεσης της υπόθεσης

Τα αποτελέσματα της μελέτης υποστηρίζουν ότι όλες οι υποθέσεις, δείχνουν ότι το RFID-integrated BCT έχει σημαντικές θετικές σχέσεις με τη διαφάνεια και την ιχνηλάτηση της αλυσίδας προμηθευτών, οι οποίες έχουν σημαντικές θετικές σχέσεις με την επίτευξη κυκλικής διαχείρισης αλυσίδας προμηθευτών τσάι. Η μελέτη βρίσκει ότι υπάρχουν προβλήματα ανακρίβειας δεδομένων λόγω έλλειψης ακεραιότητας στη διαχείριση των καταγραφών στην αλυσίδα προμηθευτών τσάι. Αυτά περιλαμβάνουν λάθος αριθμό καταχωρημένων κήπων τσάι, εμποδισμένη ιχνηλάτηση και έλλειψη ποιότητας παραγωγής.

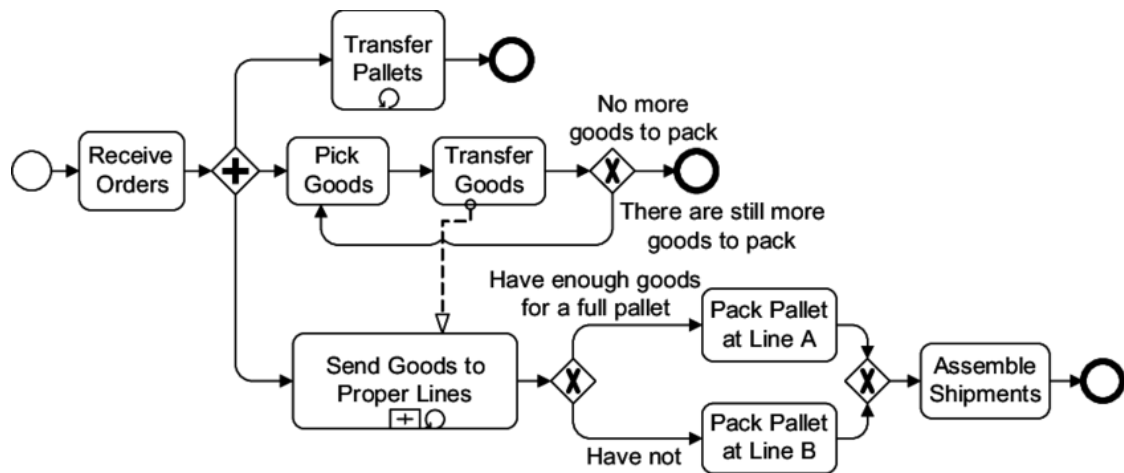
Η τρέχουσα μελέτη σκοπεύει να γέμισε τη κενή σχέση χρησιμοποιώντας το RFID-integrated blockchain-driven circular supply chain management στον τομέα του τσάι. Οι ανακαλύψεις φαίνεται να έχουν μια σημαντική προσθήκη στην λογοτεχνία για τη διαχείριση αλυσίδας προμηθευτών βασισμένη σε blockchain και δείχνουν πρόοδο στη λειτουργία της.

6.7 Enhancing Business Process Automation

Η συγκεκριμένη έρευνα [10] αφορά στην παρουσίαση μιας νέας μεθόδου για τη μοντελοποίηση και την ενσωμάτωση επιχειρηματικών λογικών συστημάτων αιχμής RFID από αντικειμενοστραφή προοπτική με έμφαση στα χαρακτηριστικά που βασίζονται σε συμβάντα του RFID. Ένα πλαίσιο που καλύπτει τη μοντελοποίηση επιχειρηματικών κανόνων, το χειρισμό συμβάντων και τις επικλήσεις λειτουργίας του συστήματος παρουσιάζεται με βάση τον λογισμό συμβάντων.

Το συγκεκριμένο πλαίσιο κάνει της εξής συνεισφορές στην τρέχουσα διαχείριση δεδομένων του RFID:

1. Προτείνει ένα επίσημο μοντέλο διαχείρισης δεδομένων RFID αντικειμενοστραφές και βασισμένο σε συμβάντα.
2. Δημιουργεί έναν μηχανισμό βασισμένο σε λογισμό συμβάντων για το σχεδιασμό κανόνων που βασίζονται σε συμβάντα για την καταγραφή της δυναμικής σε συμβάντα περιβάλλον εφαρμογών με δυνατότητα RFID.
3. Συνεισφέρει στην ανάπτυξη επιχειρησιακών λογικών και σημασιολογίας στο σύστημα αιχμής RFID.
4. Παρουσιάζει έναν μηχανισμό προσωρινής αποθήκευσης για αποτελεσματικές εκτελέσεις ερωτημάτων σύμφωνα με το προτεινόμενο πλαίσιο ενοποίησης δεδομένων/συμβάντος.



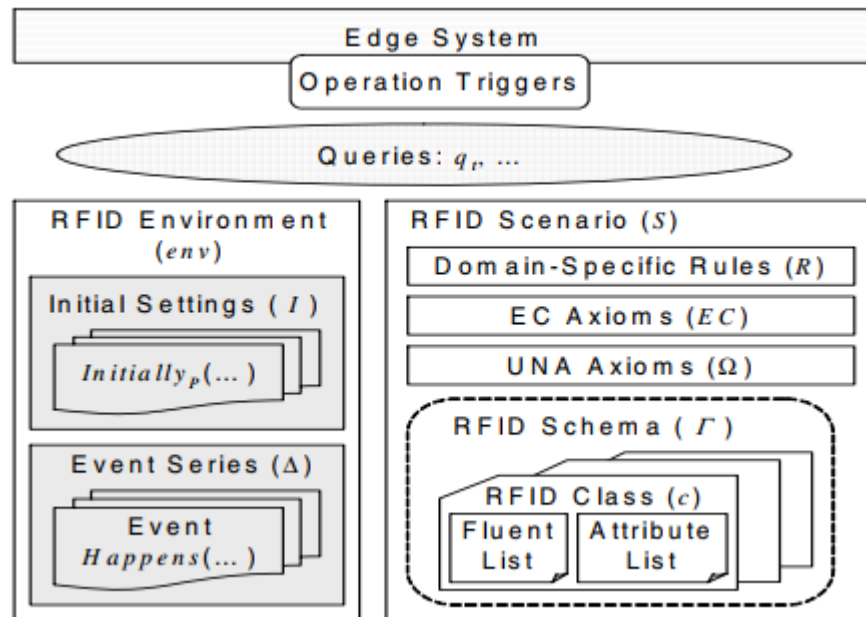
Εικόνα 27 Απλοποιημένο διάγραμμα επιχειρηματικών διαδικασιών για τη διαδικασία συσκευασίας εμπορευμάτων

Το παράδειγμα της εικόνας 27 αποτελεί βασικό παράδειγμα του RFID. Όχι μόνο τα προϊόντα και οι παλέτες, αλλά και τα εξοπλισμοί και τα εργαλεία έχουν επίσης ετικέτες RFID. Οι αναγνώστες που εγκαταστάθηκαν σε αποθέματα, γραμμές συσκευασίας, μεταφορικά μέσα κ.λπ. δημιουργούν ένα δίκτυο που παρακολουθεί τις κινήσεις των προϊόντων των παλετών, των μεταφορικών μέσων κλπ. Σε αυτό το σενάριο, η χρήση RFID με τη διαδικασία συσκευασίας των προϊόντων σε ένα κέντρο διανομής μπορεί να φέρει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

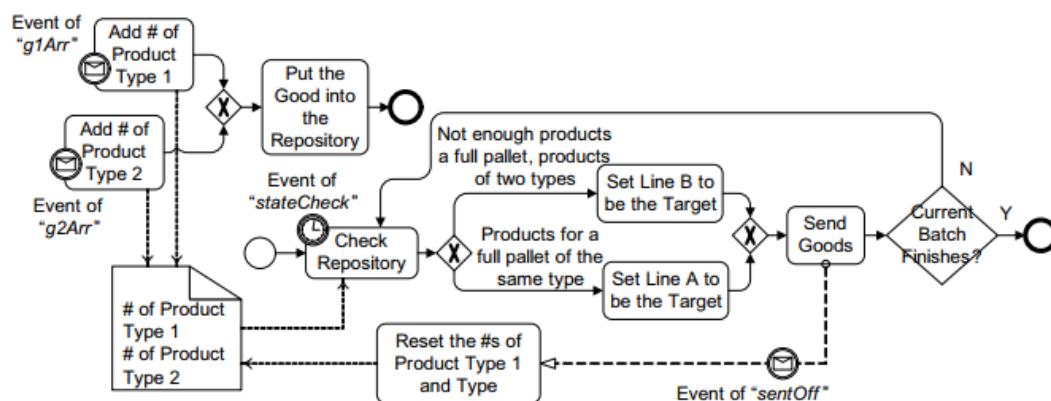
- Βελτίωση της ορατότητας της κατάστασης μιας επιχειρηματικής συναλλαγής. Με τη τεχνολογία RFID, μπορεί να δείχνεται σαφώς ποιες διαδικασίες συσκευασίας έχουν ξεκινήσει και ποιες όχι
- Βελτίωση της ακρίβειας των περιεχομένων για τις αποστολές
- Καταγραφή της ιεραρχίας συσχέτισης Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για επικύρωση των αποστολών
- Ανάκτηση ανακυκλωμένων ή ψεύτικων προϊόντων

Η συγκεκριμένη προσέγγιση στοχεύει στην συμπερίληψη των επιχειρηματικών λογικών σε συστήματα RFID edge με ένα νέο πλαίσιο διαχείρισης δεδομένων βασισμένο στο event calculus. Για να προσαρμόζεται στο μηχανισμό εκτέλεσης επεκταμένου σε δεδομένα και βασισμένου σε γεγονότα των εφαρμογών RFID, αυτό το πλαίσιο καθορίζει κανόνες και ερωτήματα RFID για να εξέχουν την επιχειρηματική έννοια από τα γεγονότα ανάγνωσης ετικετών RFID. Επιπλέον, αυτό το μοντέλο

καλύπτει τις σχετιζόμενες κλάσεις, κανόνες, πρότυπα γεγονότων σε περιβάλλοντα RFID. Αφού τα περιβάλλοντα RFID εγκατασταθούν σε συστήματα μέσω εκτελεστικά βασισμένα στα δεδομένα, οι επιχειρηματικές λογικές μπορούν να μείνουν στα συστήματα RFID edge. Έτσι, τα συστήματα RFID edge θα γίνονται ευαίσθητα και στις πραγματικές πληροφορίες αντικειμένων και στις επιχειρηματικές λογικές. Με την τροποποίηση των εγκατεστημένων εφαρμογών RFID, τα ίδια συστήματα και οι εξοπλισμοί edge μπορούν να αλλάξουν για να υποστηρίξουν διαφορετικές εφαρμογές. Αυτή η δυνατότητα βελτιώνει την ευελιξία και την προσαρμογή των συστημάτων εφαρμογών RFID.



Εικόνα 28 Αρχιτεκτονική μοντέλου διαχείρισης δεδομένων RFID



Εικόνα 29 Υπο-διαδικασία «Send Goods to Proper Lines»

Το αποτέλεσμα της έρευνας ήταν η ενσωμάτωση των κανόνων επιχείρησης και τη διαχείριση δεδομένων RFID σε μία ώστε να δοθεί ικανότητα στα συστήματα RFID να αναγνωρίζουν τα μαθηματικά πλαίσια των επιχειρηματικών λογικών και των πραγματικών πληροφοριών επίπεδου αντικειμένου σε πραγματικό χρόνο. Ένας έγκυρος πλαίσιο διαχείρισης δεδομένων RFID παρουσιάστηκε για να μοντελοποίηση

τους εμπλεκόμενους κανόνες επιχείρησης, τα σενάρια RFID, τις ερωτήσεις κ.λπ., στα μαθηματικά πλαίσια της υπόθεσης γεγονότων. Ειδικά, τα παρακάτω χαρακτηριστικά ξεχωρίζουν το πλαίσιο διαχείρισης δεδομένων RFID:

- **Συνοπτική παρουσίαση:** το μοντέλο διαχείρισης δεδομένων RFID μας είναι πιο ελαφρύ στην αναπαράσταση και πιο ισχυρό στην εκφραστικότητα, σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μοντελοποίησης γεγονότων/καταστάσεων, όπως το διάγραμμα κατάστασης UML και το EPC, που πρέπει να χρησιμοποιήσουν ένα μεγάλο αριθμό ενδιάμεσων καταστάσεων για να αναπαραστήσουν όλες τις πιθανές καταστάσεις και τις καθυστερημένες επιπτώσεις
- **Ενσωμάτωση επιχειρηματικών κανόνων στη διαχείριση δεδομένων RFID:** Το προτεινόμενο μοντέλο συνθέτει καλά τους κανόνες επιχείρησης, τις κλήσεις λειτουργίας, στη μοντελοποίηση σεναρίου RFID για να υλοποιήσει το σχέδιο εξαρτώμενων και αυτόνομων συστημάτων RFID. Οι προσαρμοζόμενοι κανόνες επίσης επιτρέπουν την επαναρύθμιση των συστημάτων RFID
- **Ανάπτυξη επιχειρηματικής λογικής σε επίπεδο συστήματος Edge:** Η προσέγγισή επέκτεινε την εφαρμογή των μοντελοποιημένων σεναρίων επιχειρήσεων σε συστήματα RFID. Με τις εισαχθέντες επιχειρηματικές λογικές, τα συστήματα RFID μπορούν να απαντήσουν στα ληφθέντα γεγονότα στο χώρο ανάλογα με τους καθορισμένους κανόνες και τα πυροδοτημένα λειτουργίες. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι πρακτικά σημαντικό για τις εφαρμογές επεξεργασίας σε πραγματικό χρόνο.
- **Βελτιστοποίηση ερωτημάτων RFID:** Σχετικά με τις καθυστερημένες επιπτώσεις σε ερωτήσεις RFID πάνω σε συνεχή ροές γεγονότων, ο προτεινόμενος μηχανισμός δύο μπλοκ για την επαναχρησιμοποίηση ιστορικών δεδομένων χρησιμοποίησε τα ιστορικά δεδομένα για να συρρικνώσει τη σειρά γεγονότων για την υπόθεση. Τα αποτελέσματα των επιθεωρήσεων επιβεβαίωσαν ότι ο μηχανισμός μας έχει καλύτερη απόδοση από τους άλλους.

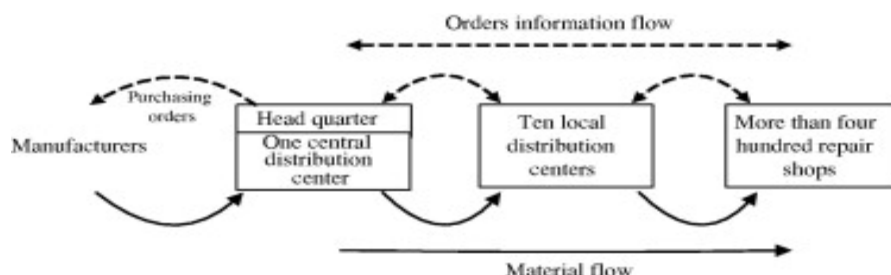
6.8 Supply chain management with lean production and RFID application

Η συγκεκριμένη έρευνα [38] ασχολείται με εφαρμογές τεχνολογιών παραγωγής με μικρό κέρδος και της αναγνώρισης σε ασύρματους δείκτες (RFID) για να βελτιώσει την απόδοση και την επίδοση της διαχείρισης της αλυσίδας παραγωγής. Σε αυτή τη έρευνα, γίνεται μια εκτενής μελέτη μίας τριπλού επιπέδου αλυσίδα παραγωγής εξαρτημάτων με αποδοτικές λειτουργίες μεταφοράς, αποθήκευσης και ανάκτησης.

Η συγκεκριμένη αλυσίδα παραγωγής αποτελείται από μία έδρα κεντρική (HQ), ένα κεντρικό κέντρο διανομής (CDC), 10 τοπικά κέντρα διανομής (LDCs) και εργαστήρια επισκευής (RSs).

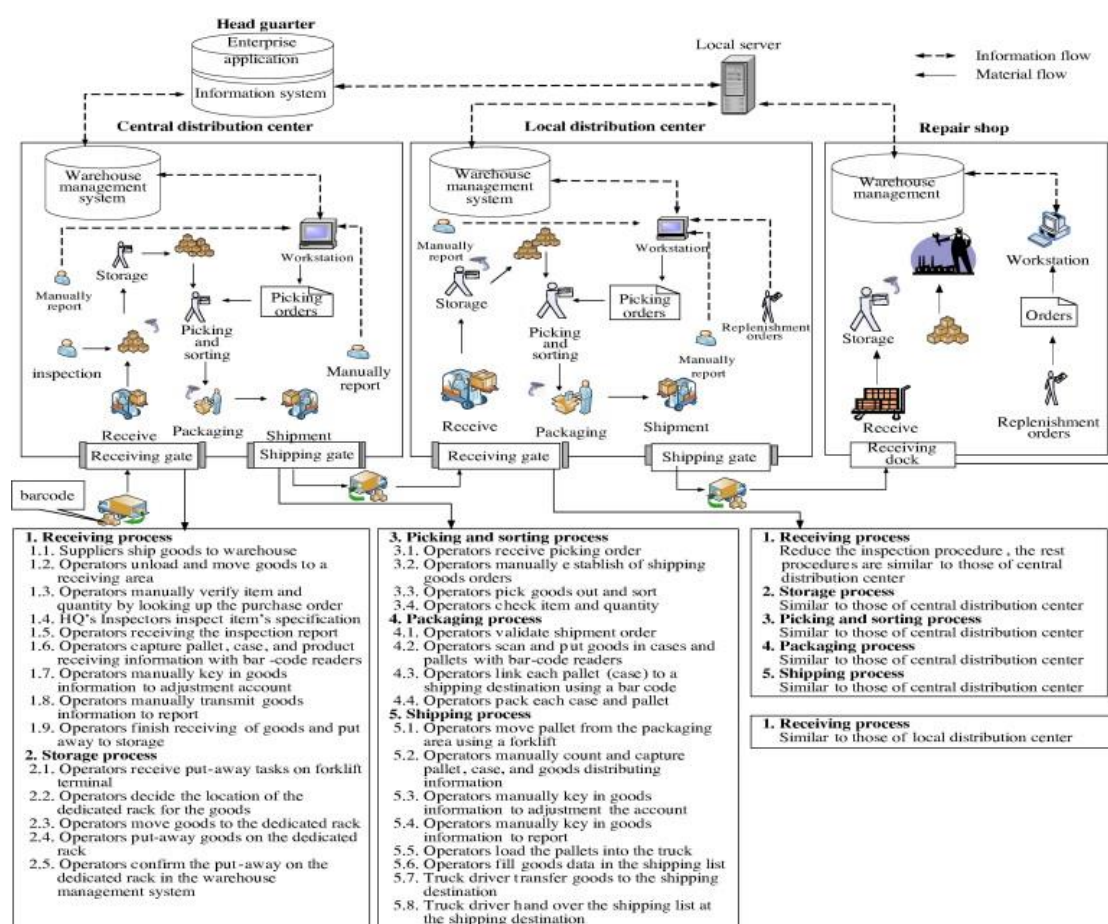
Η έδρα κεντρική και το CDC είναι υπεύθυνα για την προμήθεια εξαρτημάτων σε δέκα LDC καθημερινά, και αυτά τα LDC στη σειρά τους προμηθεύουν εξαρτήματα σε περισσότερα από 400 τοπικά RS. Η έδρα κεντρική έχει ένα σύστημα πληροφοριών (IS) και κάθε CDC, LDC και RS έχει ένα σύστημα διαχείρισης αποθήκης (WMS). Υπάρχει δυνατότητα βελτίωσης στις τρέχουσες λειτουργίες με τόσο την κυκλοφορία

πληροφοριών όσο και την κυκλοφορία υλικών μεταξύ των μελών στην αλυσίδα παραγωγής της μελέτης, και επομένως αυτή η έρευνα κατανέμει την παραγωγή με μικρό κέρδος και την RFID για να αυξήσει την επίδοση και την απόδοση.



Εικόνα 30 Η εφοδιαστική αλυσίδα ανταλλακτικών τριών επιπέδων με ροές πληροφοριών και υλικού

Όπως φαίνεται στην εικόνα 31, οι τυπικές λειτουργίες που εκτελούνται από την έδρα κεντρική, το CDC, τα LDC και τα RS, με την κυκλοφορία υλικών και πληροφοριών μεταξύ αυτών των μελών της αλυσίδας παραγωγής.



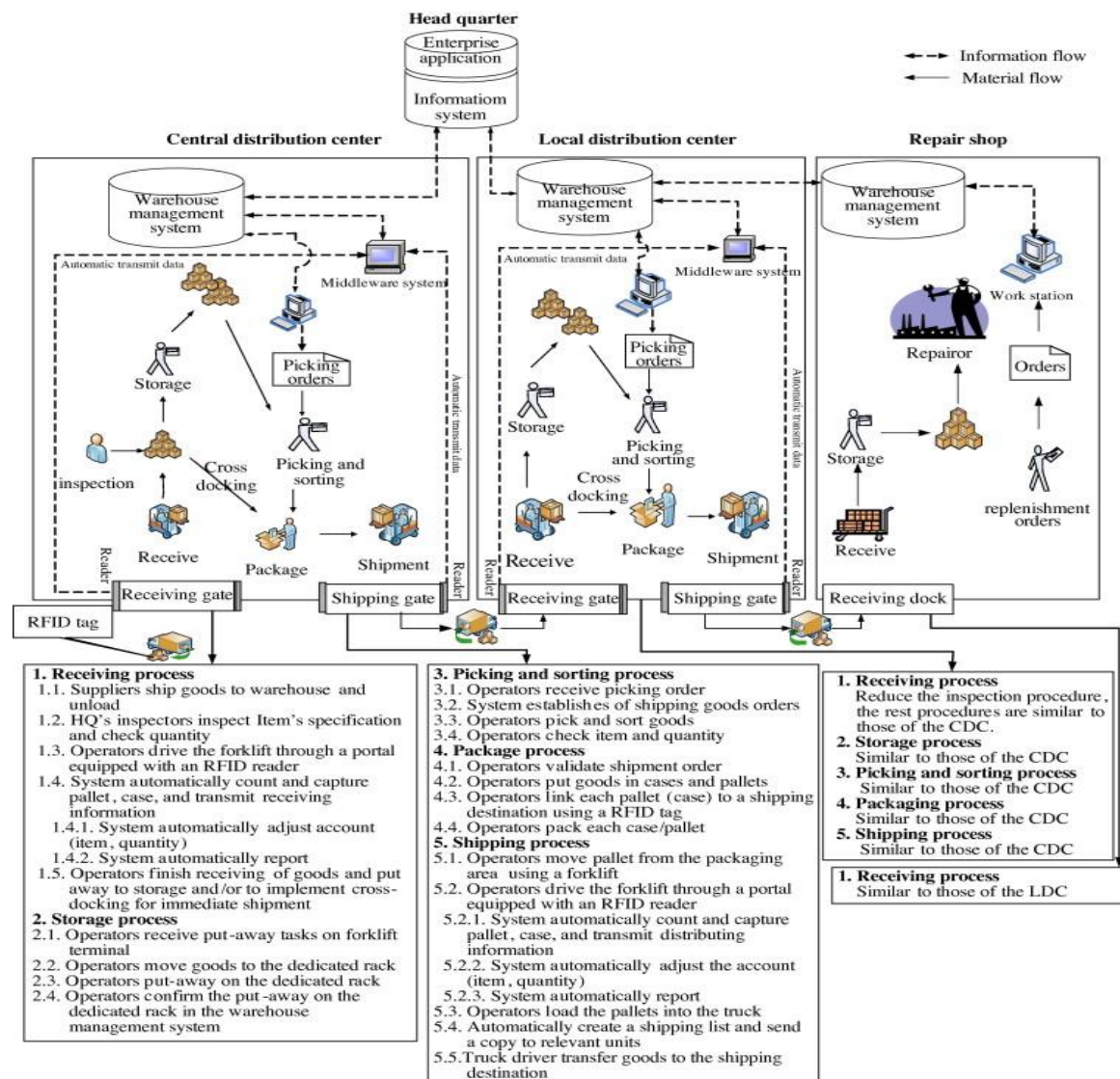
Εικόνα 31 Τρέχουσες λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας (as-is model)

Οι παραπάνω διαδικασίες οδηγούν άμεσα σε χαμηλή απόδοση στις λειτουργίες της αποθήκης με αποτέλεσμα η τρέχουσα λειτουργία αποθήκης σε τόσο το CDC όσο και το LDC να είναι αναποτελεσματικά ως αποτέλεσμα της κακής διαχείρισης και αργές χειροκίνητες λειτουργίες που οδηγεί σε χαμηλή απόδοση, μακρά χρόνο παράδοσης

και υψηλό κόστος εργασίας. Για την καλύτερη λειτουργία του έπρεπε να γίνει επανασχεδιασμός των παραπάνω διαδικασιών.

Προκειμένου να γίνει επανασχεδιασμός της διαδικασίας σε συνεχή ροή με λιγότερη συμφόρηση, αναμονή και αδράνεια, τρέχουσα σπατάλη ενεργή ,η εργασία και ο χρόνος πρέπει να εξαιρεθούν. Υιοθετούνται τρεις πολιτικές.

1. Αρχικά, ο επιθεωρητής του HQ πρέπει να κανονίσει το πρόγραμμα παραλαβής και χρόνος παράδοσης σύμφωνα με τη συμφωνία με τους κατασκευαστές. Δεδομένου ότι οι κατασκευαστές παραδίδουν τα αγαθά σύμφωνα, ο επιθεωρητής μπορεί να κανονίσει το πρόγραμμα επιθεώρησης εκ των προτέρων και να εκτελέσει την επιθεώρηση εντός χρονοδιαγράμματος
2. Ύστερα το κεντρικό γραφείο αλλάζει το υπάρχον παραδοσιακό προσωπικό σύστημα EDI σε ένα σύστημα EDI βασισμένο στο διαδίκτυο. Έτσι, το κεντρικό γραφείο και το CDC, καθώς και το LDC και το RS μπορούν να επικοινωνούν άμεσα μεταξύ τους με ροή πραγματικού χρόνου πληροφοριών, και ο τοπικός διακομιστής δεν χρησιμοποιείται πλέον για τη μετάδοση πληροφοριών. Οι πρακτικές συστήματος παραγωγής περιοδικών επίσης αλλάζουν σε έναν τρόπο λειτουργίας σε πραγματικό χρόνο. Όλες οι επεξεργασίες πληροφοριών, συμπεριλαμβανομένων των αιτήσεων, των απαντήσεων και των αποδείξεων, γίνονται σε πραγματικό χρόνο
3. Τέλος, το κεντρικό γραφείο ενσωματώνει τη τεχνολογία RFID στο σύστημα πληροφοριών και τη λειτουργία της αλυσίδας παραγωγής. Σε αυτή τη μελέτη, ένας αναγνώστης RFID εγκαθίσταται στην αποθήκη παράδοσης και αποστολής για να συλλέγει αυτόματα τα στοιχεία και τα δεδομένα των ετικετών RFID που επισυνάπτονται στα καλάθια. Η επανεξέταση της διαδικασίας λειτουργίας στο CDC και LDC με επισήμανση επιπέδου καλάθια εμφανίζεται στην εικόνα 32



Εικόνα 32 Μελλοντικές λειτουργίες εφοδιαστικής αλυσίδας (to-be model)

Το RFID ενσωματώνεται για να βελτιώσει τις λειτουργίες του αποθηκευτήριου. Τα συστήματα RFID εγκαθίστανται σε CDC αποθηκευτήρια και 10 LDC αποθηκευτήρια και εξετάζεται η προσομοίωση των λειτουργιών με το σύστημα RFID. Παρουσιάζεται η βελτίωση του συνολικού χρόνου λειτουργίας της αλυσίδας προμηθευτών από τρεις σενάρια (δηλαδή, όπως είναι, RFID και cross-docking), από την άποψη του χρόνου που προσφέρει αξία καθώς και του χρόνου αναμονής και μεταφοράς. Ο χρόνος που προσφέρει αξία των διαδικασιών CDC και LDC αποτελείται από την λήψη, την αποθήκευση, την επιλογή και την ταξινόμηση, τη συσκευασία, την αποστολή και την cross-docking όπως εμφανίζονται στις εικόνες 31,32.

Επιπλέον, κάθε αποθηκευτήριο μπορεί να μειώσει τουλάχιστον έναν φορέα επαγγελματία στην παρούσα χρονική στιγμή, κατάφερνει να διατηρήσει την ικανότητα και το επίπεδο υπηρεσίας σε CDC και LDC. Η ανάλυση ROI με μια αξία των 2,6 δικαιολογεί την αποτελεσματικότητα της παραγωγής και της εφαρμογής RFID. Το αποτέλεσμα αυτής της μελέτης είναι ένα καλό αναφορικό σημείο για την περαιτέρω βελτίωση της αλυσίδας προμηθευτών και του συστήματος λογιστικής μέσω της χρήσης καλύτερης φιλοσοφίας διαχείρισης και τεχνολογίας.

Η συγκεκριμένη έρευνα μπορεί να επεκταθεί σε διάφορες κατευθύνσεις. Με το πνεύμα της παραγωγής, τα αποθηκευτήρια πρέπει να εκτελούν επαναληπτικά βελτιώσεις για να αυξήσουν ακόμη περισσότερο την λειτουργική αποδοτικότητα. Είναι ενδιαφέρον να εφαρμόσουμε το RFID στο σύστημα μεταφοράς για να αυξήσουμε την παρακολούθηση των παραδόσεων.

Επιπλέον, είναι σημαντικό να βελτιώσουμε περαιτέρω την ταχύτητα ανάγνωσης των αναγνωστών UHF RFID, διαμορφώνοντας τη θέση των ετικετών καθώς και την απόσταση μεταξύ των ετικετών και των αναγνωστών, καθώς η τωρινή 99,5% εξακολουθεί να έχει περιθώρια βελτίωσης.

6.9 Critical success factors and challenges of implementing RFID

Στη συγκεκριμένη έρευνα [26] γίνεται εξέταση και ανάλυση των διαδικασιών αλυσίδας προμηθευτών όπου η τεχνολογία RFID δημιουργεί τη μεγαλύτερη αξία, αναγνωρίζοντας τις ευκαιρίες και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν στην εφαρμογή RFID σε αλυσίδες προμηθευτών και προτείνουν μια πιθανή σχέση μεταξύ των πλεονεκτημάτων του συστήματος RFID και των παραγόντων επιτυχίας εφαρμογής του.

Οι εταιρείες αντιμετωπίζουν διάφορα βασικά προβλήματα όταν αξιολογούν, σχεδιάζουν και εφαρμόζουν το RFID στις αλυσίδες προμηθευτών τους. Η μελέτη αυτή, χρησιμοποιεί κύριες διαδικασίες αλυσίδας προμηθευτών για να επισημάνει αυτά τα προβλήματα και να συζητήσει τις οικονομικές ευκαιρίες και τις στρατηγικές αξίες της εφαρμογής RFID. Επιπλέον, προσπαθεί να δείξει μια σχέση μεταξύ των κρίσιμων παραγόντων εφαρμογής του RFID και των πλεονεκτημάτων που προκύπτουν. Τέλος, εξετάζεται η εφαρμογή του RFID στις αλυσίδες προμηθευτών των διάφορων βιομηχανιών και τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν.

Για την εφαρμογή μιας επιτυχημένης στρατηγικής RFID δέχεται χρόνο και προσπάθεια. Η εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου συστήματος σε μεγάλη βιομηχανία κοστολογείται από 10 έως 25 εκατομμύρια δολάρια. Συγκρίνοντας τους αρχικούς κόστους του RFID, δεν υπάρχει κέρδος (ROI) για τις εταιρείες που εφαρμόζουν την τεχνολογία, εάν η συμμόρφωση είναι η μόνη σκοπιμότητα. Η τεχνολογία RFID αντιμετωπίζει πολλά προβλήματα εφαρμογής. Τα κύρια προβλήματα περιλαμβάνουν την τεχνολογική ηρεμία, την παγκόσμια σταθεροποίηση, τους κανονισμούς των κυβερνήσεων και το κόστος όπως αυτά αναγράφονται στην εικόνα 33.

Levels	Challenges
Fundamental	• High capital costs • Challenges in finding the ROI • Challenges in finding the “drivers” for adoption
Technical	• Imperfect read-rates • Unproven systems • Problems with assembling low-cost tags • Uncertainty about the role of the middleware • Lack of in-house experts to implement RFID
Security	• Concerns regarding the compromise of data during wireless transmission • Uncertainty around security of data storage and physical security of storage site
Privacy Issues/ Government Regulations	• Privacy concerns and the potential for legislation • Uncertainty around standards

Εικόνα 33 Προκλήσεις στην τοποθέτηση RFID

Η οικονομική επιβράδυνση δημιούργησε μεγάλο στρες σε πολλές αλυσίδες προμηθευτών. Οι εταιρείες υποχρεούνται να διατηρούν τα κρίσιμα προϊόντα και τα υλικά σε κίνηση, να διαχειρίζονται αποτελεσματικά τα επίπεδα αποθέματος, να διατηρούν την απόδοση, να βελτιώνουν την ασφάλεια, να ακολουθούν τις απαιτήσεις συμμόρφωσης και να διατηρούν τους επενδυτικούς κόστους της έκτακτης μεταφοράς υπό έλεγχο. Η αποδοτικότητα και η αδυναμία απόκρισης των παραδοσιακών συστημάτων διαχείρισης αλυσίδας προμηθευτών (SCM) επισημαίνονται από διάφορες εμπειρικές μελέτες.

Παρά τα απρόσμενα γεγονότα και την επιβράδυνση της οικονομίας, οι εταιρείες συνεχίζουν να ξεκινούν ενέργειες βελτίωσης της αλυσίδας προμηθευτών, με βάση την εντονότερη διάθεση της ιδέας ότι η εξαιρετική επίδοση της αλυσίδας προμηθευτών έχει στρατηγική αξία που μπορεί να οδηγήσει σε:

- Γρήγορη οικονομική απόδοση, συχνά μέσα σε μήνες
- Βελτιώσεις στην απόδοση και τα κέρδη
- Βελτιώσεις στην θέση του πελάτη και στην ποιότητα του προϊόντος
- Βελτιώσεις στην ασφάλεια
- Αποδοχή των απαιτήσεων συμμόρφωσης
- Βελτιώσεις στις μακροπρόθεσμες σχέσεις με τους προμηθευτές



Εικόνα 34 Παράγοντες που επηρεάζουν την τοποθέτηση RFID

Ορισμένες εταιρείες συμμετέχουν ενεργά στην δοκιμή και την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στη διαχείρισή της αλυσίδας προμηθευτών. Οι οργανώσεις που παραθέτουν τον χρόνο να κατανοήσουν τις δυνατότητες και τα όρια της τεχνολογίας μπορούν να αυξήσουν την ορατότητα του αποθέματός τους ενώ συγκολλούν τις λειτουργίες τους. Επιπροσθέτως Το RFID έχει τη δυνατότητα να παρέχει πολύ περισσότερη πληροφορία παρά τα barcode. Αυτή η πληροφορία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της διαχείρισης αποθεμάτων στο κατάστημα λιανικής και κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού.

Η τεχνολογία RFID μπορεί να δημιουργήσει επιχειρηματική αξία σε τρία επίπεδα για οποιαδήποτε διαχείριση αλυσίδας προμηθευτών:

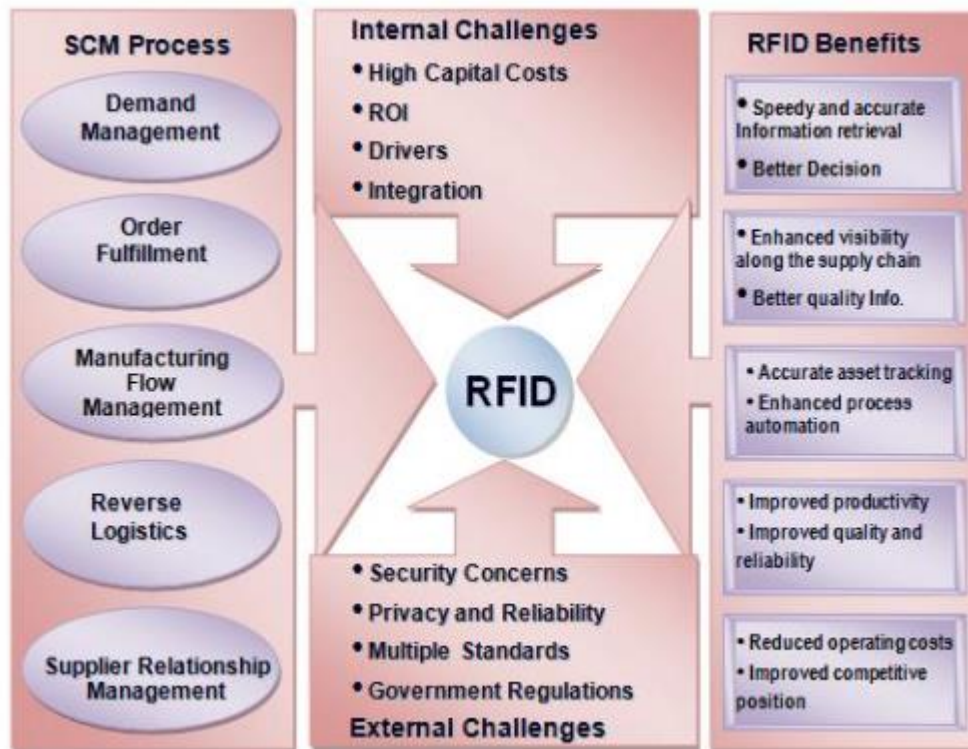
- **Άμεσα:** Οι RFID readers μπορούν να διαβάσουν πολλαπλά tags ταυτόχρονα, χωρίς να απαιτείται γωνία θέασης ή συμμετοχή ανθρώπου. Αυτό μπορεί να μειώσει της εξόδους ελέγχου, ελέγχου παραγγελιών και επιβολής περιορισμών απώλειας.
- **Σύντομη περίοδος:** Η RFID μπορεί να βελτιώσει την απόδοση της αλυσίδας προμηθευτών μέσω παρακολούθησης περιουσιακών στοιχείων, παραδοτέων προέλευσης προϊόντων και ανακλήσεων προϊόντων.
- **Μακροπρόθεσμη περίοδος:** Η συνεργατική χρήση των πληροφοριών RFID μπορεί να βοηθήσει τους συνεργάτες της αλυσίδας προμηθευτών να τοποθετήσουν το κατάλληλο προϊόν στην κατάλληλη τοποθεσία, στο κατάλληλο χρόνο και για την κατάλληλη τιμή. Επίσης και τα συστήματα εξυπηρέτησης απόδοσης, μπορούν να συνδέσουν τη συμπεριφορά των καταναλωτών με το σχεδιασμό αποθέματος και τη λογιστική.

Supply Chain Management Processes	RFID Benefits/Success Variables
I. Demand Management	• Speedy and accurate information retrieval • Better decisions
II. Order Fulfillment	• Enhanced visibility along the supply chain • Better-quality information
III. Manufacturing Flow	• Accurate asset tracking • Enhanced process automation
IV. Reverse Logistics	• Improved productivity • Improved quality and reliability
V. Supplier Relationship Management	• Reduced operating costs • Improved competitive position

Εικόνα 35 Διαδικασίες Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας και Οφέλη RFID

Ορισμένες εκτελέσεις παράγοντες έχουν επιλεγεί για να αντιπροσωπεύουν την εξέχουσες επιρροές της υιοθέτησης RFID από εταιρείες:

1. Ένδειξη σαφώς ορισμένων επιχειρησιακών αναγκών/επιδόσεων
2. Συμμετοχή κορυφαίων διευθυντών
3. Προσεγγμένος σχεδιασμός/περιορισμός
4. Μετρήσιμες επιχειρησιακές επιδόσεις (ROI)
5. Αρκετή χρηματοδότηση
6. Συνεργασία με προερχόμενους τεχνολογικούς παρόχους
7. Ενσωμάτωση της RFID στο IT αρχιτεκτονικό της εταιρείας
8. Καθορισμός των πρακτικών που πρέπει να συμπεριληφθούν στους RFID συστήματά τους
9. Διαχείριση έργου (εργασία ομάδας)
10. Προσεγγμένη εκπαίδευση και συμμετοχή προσωπικού



Εικόνα 36 RFID Benefits and Challenges in Supply Chain Management

Η παρουσία αυτής της απόδειξης έχει οδηγήσει στην ευρύτερη επίθεση της τεχνολογίας RFID. Τα δεδομένα που παράγονται με τη χρήση της RFID :

- Βελτιώνουν την αποδοτικότητα της αλυσίδας παραγωγής σε επαγγελματικές περιοχές όπως λιανικό εμπόριο, μεταποίηση, διανομή, υγειονομική περίθαλψη και κυβέρνηση.
- Επιτρέπει στους συναλλασσόμενους να συνεργάζονται πιο αποτελεσματικά, να σχεδιάζουν πιο ακριβώς και να ανταποκρίνονται πιο ταχύ πάνω και κάτω από την αλυσίδα αξίας.
- Βοηθάει τα καταστήματα να μειώσουν τα κόστη λήψης, αποθέματος και ελλείψεων, να μειώσει τις καθυστερήσεις των λογιστικών διαδικασιών, να μειώσει το κόστος ελέγχου αποθέματος και να μειώσει την εμφάνιση των εξαντλημένων εμπορευμάτων.
- Χρησιμοποιείται για τη συλλογή δεδομένων αυτόματα προκειμένου να βελτιώσουμε τα συστήματα ERP. Επιπλέον, αυτή η τεχνολογία μπορεί επίσης να εξασφαλίσει τις εμπορικές επιχειρήσεις μεταξύ οργανώσεων, όπως τη συνεχή αναπλήρωση ή τη διαχείριση αποθέματος από τους προμηθευτές
- Ισχυρό εργαλείο για τη βελτίωση της αποδοτικότητας, ειδικά όταν χρησιμοποιείται ως εγκατάσταση για πολλές εφαρμογές

RFID Success/Benefits	Implementation Success Factors
I- Enhanced visibility along the supply chain	- Clearly defined business needs/ benefits - Top management support - User involvement/participation - Practical implementation schedule - Proper development technology - Adequate funding
II- Speedy Information Retrieval	- Proper development technology - User involvement/participation - Project management (teamwork) - Proper Integration with existing IT
III- Accurate Asset Tracking	- Proper planning/scoping - Project management (teamwork) - Proper Integration with existing IT
IV- Improved Information Accuracy	- Proper planning/scoping - Practical implementation schedule - Proper Integration with existing IT
V- Better Decisions	- Clearly defined business needs/benefits - Measurable business benefits (ROI) - Project management
VI- Improved Productivity	- Measurable business benefits (ROI) - User involvement/participation - Adequate IT staff and consultants
VII- Reduced Operating Costs	- Measurable business benefits (ROI) - Adequate funding - Clearly defined business needs/ benefits
VIII- Improved Business Process	- Proper development technology - Proper planning/scoping - Measurable business benefits
IX- Improved Quality	- Top management support - Measurable business benefits (ROI) - Proper planning/scoping
X- Improved Competitive Position	- Clearly defined business needs/benefits - Measurable business benefits (ROI) - Proper development technology

Εικόνα 37 Πλεονεκτήματα συστήματος RFID και Παράγοντες Επιτυχίας Εφαρμογής

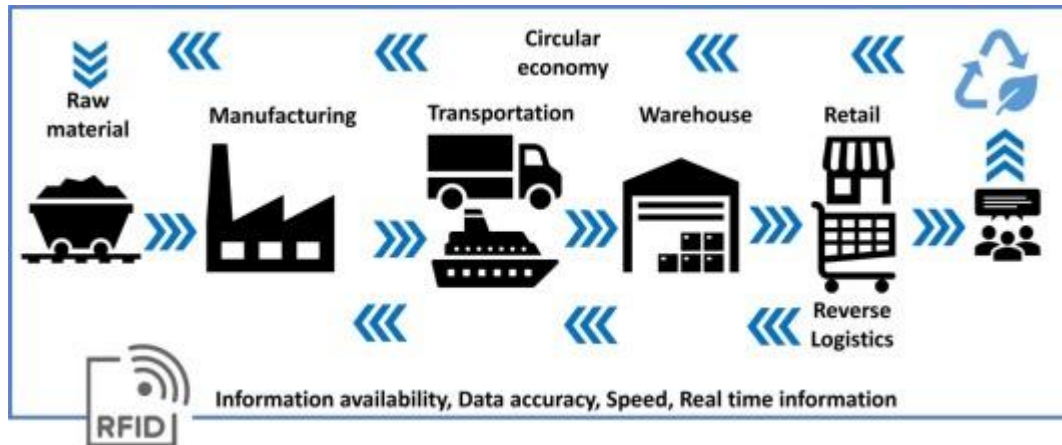
Τα αποτελέσματα της έρευνα ήταν ότι η τεχνολογία RFID αρχίζει να ωριμάζει και να συνεχίζει να βλέπει τεράστια καινοτομία. Οι τεχνολογικές καινοτομίες συζητούνται παρακάτω και συνοψίζονται στο στην εικόνα 38 . Σήμερα, τα RFID συστήματα έχουν περαιτέρω δυνατότητες να γίνονται πιο επεκτατικά και λιγότερο ακριβή. Οι τρέχοντες αναγνώστες RFID καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια και λειτουργούν ταχύτερα, σε μεγαλύτερες αποστάσεις και με περισσότερα ικανότητα χειρισμού παρεμβολών.



Εικόνα 38 Εξέλιξη του RFID

6.10 Sustainability benefits of RFID technology

Στη συγκεκριμένη έρευνα [27] εξετάζονται οι πρόσφατες τάσεις και τα οφέλη εποχής της τεχνολογίας RFID στην αλυσίδα παραγωγής μόδας. Το RFID είναι μια από τις ταχείες αναπτυσσόμενες τεχνολογίες στην εφοδιαστική αλυσίδα της μόδας, όπως φαίνεται στην εικόνα 39, λόγω της ταχύτητας και της ακρίβειάς της στην παροχή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο. Η τεχνολογία RFID εντοπίζει και παρακολουθεί αποτελεσματικά τα προϊόντα, αυξάνοντας την ορατότητα των προϊόντων στο περιβάλλον της αλυσίδας εφοδιασμού



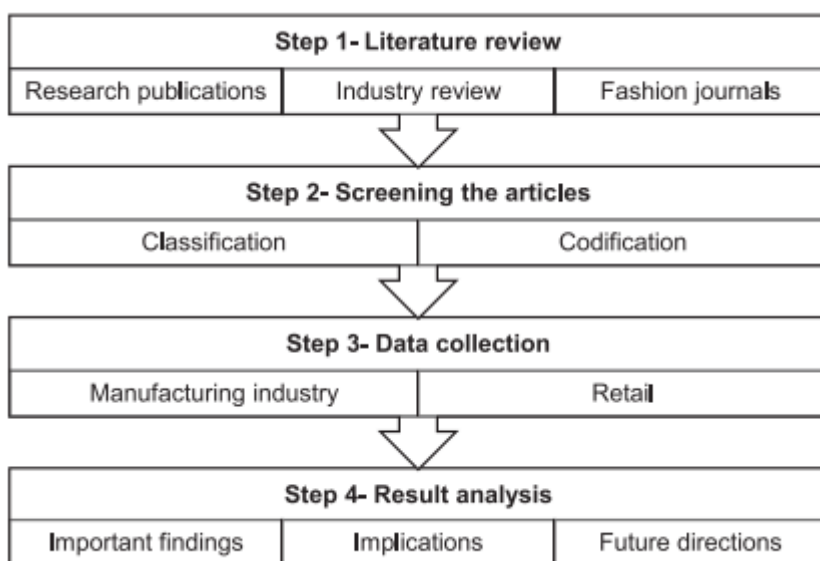
Εικόνα 39 Εφαρμογές RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα μόδας

Η μελέτη αυτή ακολούθησε μια ποιοτική ερευνητική προσέγγιση στην οποία συμμετείχαν 10 συνεντευξιαζόμενοι (διευθυντές και στελέχη) από βιετναμέζους λιανοπωλητές μόδας και βιομηχανίες μόδας και κατασκευής υποδημάτων. Οι περιπτώσεις αναλύθηκαν με τη χρήση συγκεκριμένου πρωτοκόλλου. Η μελέτη ακολούθησε μια προσέγγιση τεσσάρων βημάτων για τη διερεύνηση των οφελών που επιτυγχάνονται με την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα μόδας και κλωστοϋφαντουργίας του Βιετνάμ.

1. **Ανασκόπηση βιβλιογραφίας:** Αυτό είναι ένα σημαντικό βήμα στην εμπειρική έρευνα για την αναθεώρηση του υπάρχοντος όγκου γνώσεων για τη διαμόρφωση του εννοιολογικού πλαισίου καθώς η εμπειρική έρευνα μπορεί να παρέχει πραγματικές πληροφορίες κατανοήσουν τα οφέλη αειφόρας από τη χρήση RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα μόδας
2. **Έλεγχος των άρθρων:** Ο αριθμός των δημοσιευμένων άρθρων που εστιάζουν στα οφέλη RFID στο TBL της βιωσιμότητας είναι περιορισμένος. Συνολικά συλλέχθηκαν 62 εργασίες με χρήση των λέξεων-κλειδιών, εκ των οποίων οι 39 συμπεριλήφθηκαν και οι 23 αποκλείστηκαν μετά από έλεγχο με χρήση της εξαίρεσης κριτήρια που αναφέρονται στην εργασία και την εμπειρία των συγγραφέων.
3. **Συλλογή δεδομένων:** Οι συνεντεύξεις οργανώθηκαν σε 3 λιανικής κλάδους, 2 μονάδες παραγωγής ενδυμάτων και 5 μονάδες υποδηματοποιίας. Αυτές οι βιομηχανίες και τα καταστήματα λιανικής λειτουργούν τουλάχιστον τα τελευταία 3 χρόνια στο Βιετνάμ και ασχολούνται με την τοπική και/ή την παγκόσμια

αγορά. Οι βιομηχανίες και τα καταστήματα λιανικής επιλέχθηκαν με βάση την κλίμακα υιοθέτησης της τεχνολογίας RFID, τον αριθμό των ετών εφαρμογής της RFID (τουλάχιστον 3 χρόνια) και τα οφέλη βιωσιμότητας που προέκυψαν από τη χρήση της τεχνολογίας RFID. Στους συνεντευξιαζόμενους δόθηκε το έντυπο PICF (Participant Information and Consent Form) και εξηγήθηκε η διαδικασία της συνέντευξης πριν από τη συνέντευξη ακολουθώντας τις δεοντολογικές οδηγίες του RMIT. Οργανώθηκαν τόσο πρόσωπο με πρόσωπο όσο και διαδικτυακές συνεντεύξεις, οι οποίες διήρκεσαν περίπου 40 λεπτά. Οι διαδικτυακές συνεντεύξεις οργανώθηκαν χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα Teams, ενώ οι συνεντεύξεις πρόσωπο με πρόσωπο πραγματοποιήθηκαν στις εγκαταστάσεις των βιομηχανιών, και οι δύο πραγματοποιήθηκαν με δύο ερευνητές και τον ερωτώμενο

4. **Ανάλυση αποτελεσμάτων:** Καταγράφηκαν οι απόψεις που εξέφρασαν οι συμμετέχοντες, οι οποίες στη συνέχεια μεταγράφηκαν από δύο από τους ερευνητές που συμμετείχαν στη συνέντευξη. Στη συνέχεια, τα ευρήματα αναλύθηκαν και συμπεριλήφθηκαν στην εργασία σε κατάλληλες ενότητες. Τα αποτελέσματα της έρευνας προσδιορίστηκαν ότι θα συμπεριληφθούν σε μία ή και στις δύο ενότητες: (α) ερευνητικά ευρήματα και (β) περιορισμοί και μελλοντικές κατευθύνσεις στο TBL της βιωσιμότητας στην εφοδιαστική αλυσίδα μόδας του Βιετνάμ.



Εικόνα 40 Περιγραφή των βημάτων που προσαρμόστηκαν σε αυτή την έρευνα

Όταν εξετάζεται η χρήση της τεχνολογίας RFID, το Βιετνάμ εξακολουθεί να βρίσκεται σε εξέλιξη για την εφαρμογή της τεχνολογίας σε πολλούς τομείς, συμπεριλαμβανομένης της μόδας και της κλωστοϋφαντουργίας. Η χρήση του RFID στις βιομηχανίες μόδας και κλωστοϋφαντουργίας του Βιετνάμ περιορίζεται στις σύγχρονες βιομηχανίες κυρίως με διεθνές υπόβαθρο. Ορισμένες βιομηχανίες που ασχολούνται με ξένες μάρκες μόδας πρέπει να χρησιμοποιούν την τεχνολογία RFID για να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των παγκόσμιων συνεργατών τους. Οι περισσότερες από τις τοπικές εταιρείες στον τομέα της μόδας και της

κλωστοϋφαντουργίας χρησιμοποιούν τεχνολογία barcode για την παρακολούθηση των πρώτων υλών και των τελικών προϊόντων.

Η περιβαλλοντική βιωσιμότητα είναι η πτυχή που επηρεάζεται περισσότερο από την εφοδιαστική αλυσίδα μόδας, που σχετίζεται με τη ρύπανση του αέρα, του νερού και συστήματα γης λόγω των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τη μόδα και την κλωστοϋφαντουργία βιομηχανοποίηση. Η περιβαλλοντική βιωσιμότητα έχει κερδίσει τη μέγιστη προσοχή των ερευνητών στην εφοδιαστική αλυσίδα μόδας. Λόγω της πολύπλοκης φύσης της αλυσίδας εφοδιασμού μόδας και της έλλειψης διαφάνειας, είναι μάλλον δύσκολο να εντοπιστούν οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι που δημιουργήθηκε από προμηθευτές που βρίσκονται αντίθετα. Η χρήση της τεχνολογίας RFID μπορεί να βοηθήσει στην επίτευξη της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας.

Παρόμοια με τις περιβαλλοντικές πτυχές, οι κοινωνικές πτυχές συχνά παραμελούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα μόδας για να διατηρηθεί το κόστος παραγωγής σε χαμηλό επίπεδο. Περαιτέρω, η εμπλοκή προμηθευτών σε πολλαπλές βαθμίδες οδηγεί στην παραβίαση της κοινωνικής ευθύνης. Η χρήση της RFID μπορεί να βοηθήσει στην επίτευξη των ακόλουθων πτυχών των κοινωνικών οφελών.

Η εφοδιαστική αλυσίδα μόδας δημιουργεί περίπου το ένα τρίτο των θέσεων εργασίας σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες. Ωστόσο, η εφοδιαστική αλυσίδα υποφέρει επίσης από ζητήματα που σχετίζονται με την οικονομική βιωσιμότητα λόγω της πολύπλοκης φύσης του δικτύου της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τα κύρια οικονομικά ζητήματα περιλαμβάνουν την υπερβολική χρήση πόρων όπως οι πρώτες ύλες, το νερό, τα χημικά και η ενέργεια, η οποία αποτελεί απειλή για τη μελλοντική γενιά. Άλλα οικονομικά ζητήματα περιλαμβάνουν την έλλειψη δίκαιων τιμών προμήθειας, οικονομικές εξελίξεις και έλλειψη σταθερότητας εργασίας. Η χρήση της RFID μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της οικονομικής βιωσιμότητας.

Όμως αυτή η έρευνα διερεύνησε και καθόρισε μερικά από τα μειονεκτήματα του χρησιμοποιώντας τεχνολογία RFID :

1. Σχετίζεται με οποιοδήποτε πρόβλημα προκύψει στην τεχνολογία κατά την κανονική διάρκεια εργασίες καθυστερούν τη διαδικασία συντήρησης. Οι εταιρείες θα πρέπει να περιμένουν έως ότου ο πάροχος RFID διορθώσει τα τεχνικά ζητήματα που μπορεί να χρειαστούν έναν αριθμό ημερών. Αυτό δημιουργεί μια πρόκληση για τη διαχείριση των λειτουργιών εφοδιαστικής αλυσίδας χωρίς την τεχνολογία RFID
2. Σχεδόν όλοι οι ερωτηθέντες εξέφρασαν την εφαρμογή της RFID τεχνολογία είναι αρκετά ακριβή σε σύγκριση με το σύστημα barcode. Το κόστος των απλών ετικετών RFID μπορεί να είναι περίπου 10 σεντς/ετικέτα, το οποίο είναι σημαντικά υψηλότερο από τις ετικέτες barcode. Ως εκ τούτου, πολλές βιετναμέζικες κατασκευές μόδας δεν χρησιμοποιούν τεχνολογία RFID.
3. Η χρήση της τεχνολογίας RFID απαιτεί ειδικευμένους ανθρώπους και υψηλότερη τεχνογνωσία στη χρήση της τεχνολογίας. Απαιτούνται πρόσθετες δαπάνες για την απόκτηση ειδικευμένων ατόμων και την εκπαίδευση του εργατικού δυναμικού. Μόλις ολοκληρωθεί η εκπαίδευση, μπορούν να λειτουργήσουν ομαλά το σύστημα, γεγονός που βελτίωσε την αποτελεσματικότητα, την ακρίβεια και μείωσε τον χρόνο επεξεργασίας.

4. Η έλλειψη τυποποίησης είναι μια άλλη δυσκολία στη σύνθετη εφοδιαστική αλυσίδα της μόδας. Καθώς οι κατασκευαστές και οι έμποροι λιανικής χρησιμοποιούν παγκόσμια προμήθεια, δεν υπάρχουν τυποποιημένες προδιαγραφές για τη συχνότητα και τον τύπο των ετικετών RFID. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα συμβατότητας για την ανάγνωση διαφορετικής περιοχής συχνοτήτων. Η έλλειψη τυποποίησης πρέπει να επιλυθεί για να βελτιωθεί η χρησιμότητα της τεχνολογίας RFID.

Η ώθηση για βιωσιμότητα στην εφοδιαστική αλυσίδα μόδας αυξάνεται ραγδαία. Η χρήση διάφορων τεχνολογιών όπως το RFID, το Industry 4.0 και το Blockchain έχει τη δυνατότητα να επιτύχει το TBL της βιωσιμότητας εκτός από την αύξηση της κερδοφορίας και την απόκτηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος.

Αυτή η μελέτη έχει αποδείξει ότι η χρήση της τεχνολογίας RFID μπορεί να βοηθήσει τους κατασκευαστές μόδας και τους λιανοπωλητές να επιτύχουν οφέλη βιωσιμότητας χρησιμοποιώντας την τεχνολογία RFID. Αν και υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί στη χρήση RFID, οι ερωτηθέντες εξέφρασαν ότι οι εταιρείες θα πρέπει να χρησιμοποιούν την τεχνολογία RFID καθώς τα οφέλη είναι πολύ μεγαλύτερα από τους περιορισμούς.

6.11 FOREVER 21

Η συγκεκριμένη έρευνα [47] εξετάζει και αναλύει την ενσωμάτωση της τεχνολογίας rfid στην αλυσίδα καταστημάτων λιανικής fast fashion εν ονόματι Forever 21. Η αλυσίδα καταστημάτων χρησιμοποιούσε την τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα που ήταν τοποθετημένη στα προϊόντα της. Για τον υπολογισμό της ενσωμάτωσης του rfid χρησιμοποιήθηκε το return on investment (ROI).

Ο υπολογισμός επιτεύχθηκε μόνο στις κύριες διαδικασίες που οι υπάλληλοι στα καταστήματα λιανικής πώλησης απασχολούνται. Αυτές οι διαδικασίες ήταν η παραλαβή, η απογραφή και η αναπλήρωση των αποθεμάτων. Το κόστος των μέσων εργατικών που κερδίζει η επιχείρηση, υπολογίστηκε με βάση στοιχεία που έχουν αντληθεί από καταστήματα λιανικής τα οποία έχουν ήδη ενσωματώσει την τεχνολογία του RFID. Επίσης, έχει υπολογιστεί το κόστος για συχνότερες απογραφές με στόχο την μεγαλύτερη ακρίβεια στα αποθέματα, όπως επίσης και η πιθανότητα για αύξηση των πωλήσεων ως αποτέλεσμα της διαθεσιμότητας στα ράφια.

Για την ενσωμάτωση των διαδικασιών εφαρμογής RFID με στόχο τη βέλτιστη διαχείριση των αποθεμάτων και ταχύτερη αναπλήρωση των ραφιών δεν είναι πολύπλοκη.

Τα καταστήματα πρέπει να λαμβάνουν τα εμπορεύματα με ενσωματωμένη την ετικέτα, έτσι με τον μοναδικό κωδικό που έχει το κάθε εμπόρευμα γίνεται η ακριβής παραλαβή. Η χρήση της τεχνολογίας γίνεται με στόχο την απεικόνιση των και ποια εμπορεύματα θα πρέπει να τοποθετηθούν άμεσα από την αποθήκη.

Επίσης, γίνεται επιβεβαίωση ποια εμπορεύματα έχουν αναπληρωθεί και ποια εκκρεμούν. Στα σημεία πώλησης (POS) μπορούν να χρησιμοποιηθούν barcode αλλά το RFID προσφέρει περισσότερο ακριβή και αξιόπιστα στοιχεία. Αναλυτικότερα γίνεται:

1. Ενσωμάτωση RFID ετικετών σε κάθε τεμάχιο χρειάζεται και πληρώνει μόνο για το επιπλέον κόστος της παραγγελίας και την ενσωμάτωση των ετικετών στα εμπορεύματα
2. Η παραλαβή στο κατάστημα όπου η ακρίβεια στα αποθέματα σημαίνει να απογράφονται αξιόπιστα και με ακρίβεια τα τεμάχια στην αποθήκη ενός καταστήματος.
3. Η απογραφή στην αποθήκη του καταστήματος επιτυγχάνετε καλύτερα με την εφαρμογή του RFID, πετυχαίνοντα πιο αποδοτικές κυκλικές απογραφές με αποτέλεσμα ο χρόνος απογραφής να μειώνεται
4. Αναπλήρωση στα ράφια χρήση, όπου κάθε ετικέτα θα διαθέτει έναν μοναδιαίο κωδικό που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο είδος, χρώμα, μέγεθος και στο σημείο πώλησης θα φανεί μόνος ένας κωδικός για κάθε τεμάχιο ανεξάρτητα από το πόσο μοιάζουν.
5. Διαχείριση ανθρωπίνου δυναμικού όπου επιχειρήσεις μπορούν να προσλαμβάνουν περισσότερο προσωπικό για την απογραφή πιο συχνά και έτσι να βελτιώσουν την διαδικασία.
6. Μείωση κλοπών λόγω της ενσωμάτωσης του RFID
7. Αύξηση πωλήσεων λόγω της εφαρμογή του RFID

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι :

Υπάρχει καλύτερη και ορθή διαχείριση των αποθεμάτων λόγω της ακρίβειας των απογραφών και καλύτερη «εικόνα» των αποθεμάτων για όλα τα καταστήματα της αλυσίδας οπότε εύκολη διαχείριση των εσωτερικών μεταφορών intra-shops για ικανοποίηση των αναγκών. Επίσης μειώνεται το «frozen inventory», καθώς δεν υπάρχουν out of stock εμπορεύματα αλλά ούτε πλεονάσματα με αποτέλεσμα να υπάρχει Κκλύτερη διαχείριση του ανθρωπίνου δυναμικού σε περιόδους αιχμής. Οι διαδικασίες είναι αυτοματοποιημένες και ταχύτερες σε σχέση με τις συμβατικές ή με barcode. Επίσης γίνεται μείωση των κλοπών του καταστήματος αλλά και των εσωτερικών κλοπών καθώς υπάρχει ακρίβεια στο εμπόρευμα την στιγμή που λείπει και τέλος έχει επιτευχθεί η ικανοποίηση των καταναλωτών, καθώς βρίσκουν τον κωδικό που θέλουν στο ράφι όταν τον θέλουν.

7. Συμπέρασμα

Το συμπέρασμα στο οποίο καταλήγουμε είναι ότι η χρήση τεχνολογιών RFID αποτελούν αναπόσπαστα κομμάτια στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Μέσω των RFID μπορούμε να παρακολουθήσουμε την διαχείριση της εφοδιαστική αλυσίδα χωρίς κανένα πρόβλημα. Η αποτελεσματική χρήση των RFID αποτελεί δυνατό κομμάτι στην μετέπειτα αναβάθμιση των εφαρμογών και των εργαλείων της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Το RFID, μπορεί να οδηγήσει μια επαναστατική αλλαγή στα παραδοσιακά συστήματα των επιχειρήσεων , ώστε να εξελιχθούν στις real-time λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας του μέλλοντος. Η πρόκληση για τα τμήματα IT είναι να καθορίσουν τον τρόπο με τον οποίο η τεχνολογία RFID θα αναβαθμιστεί με την υπάρχουσα εφοδιαστική

αλυσίδα, παράλληλα με το Customer Relations Management , τις εφαρμογές ERP και ολόκληρο το σύστημα.

Οι εταιρείες-προμηθευτές τεχνολογίας RFID , ωστόσο, έχουν εντοπίσει από τις δικές τους αρνητικές εμπειρίες όλα τα παραπάνω προβλήματα και προσπαθούν να διορθώσουν τα λάθη του παρελθόντος. Εάν μπορέσουν να ευθυγραμμίσουν τους στόχους τους με κάποια standards, συνδυάσουν το RFID με τα υπάρχοντα πληροφοριακά συστήματα και πείσουν τους τελικούς χρήστες για τα πλεονεκτήματά του, τότε το μέλλον αυτής της τεχνολογίας παρουσιάζεται ιδιαίτερα ευόιωνο. Σε αυτό το στάδιο, αυτές οι εταιρείες χρειάζεται να εστιάσουν σε μια ομαδική προσπάθεια με τους κατασκευαστές και τους τελικούς χρήστες

8. Μελλοντικές Προοπτικές

Η σίγουρη εξέλιξη της τεχνολογίας RFID τα επόμενα χρόνια είναι η αντικατάσταση των barcode σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αυτοματοποίηση πολλών ανθρώπινων εργασιών, ενώ ταυτόχρονα θα έχει τη δυνατότητα να βοηθάει τις επιχειρήσεις να πιστοποιήσουν την παράδοση του προϊόντος, να διαχειρίζονται τα κέντρα δεδομένων τους αποτελεσματικότερα, ακόμη και να ελαττώσουν τα αυξανόμενα προβλήματα απάτης. και υποκλοπών.

Καθώς η τεχνολογία RFID εξελίσσεται, ο κόσμος γύρω μας θα είναι γεμάτος από αναγνώστες και ετικέτες. Τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής δεν θα επικεντρώνονται μόνο στις επιχειρήσεις, αλλά θα επεκτείνονται και στους καταναλωτές. Μερικά παραδείγματα είναι τα εξής:

- **Δευκόλυνση στις επιστροφές προϊόντων:** καθώς θα είναι δυνατή η επιστροφή ενός προϊόντος που φέρει μια ετικέτα RFID χωρίς να χρειάζεται η απόδειξη από το κατάστημα. Η ετικέτα θα παραπέμπει σε μια βάση δεδομένων που θα περιέχει τις πληροφορίες σχετικά με το χρόνο που αγοράστηκε το προϊόν, την τιμή του , ακόμη και πληροφορίες λογαριασμού πιστωτικής κάρτας εάν αυτό ήταν επιθυμητό. Οι λεπτομερείς πληροφορίες από τις επιστροφές των πελατών θα βοηθήσουν τα καταστήματα να εκλεπτύνουν τις επιλογές των καταλόγων τους. Για παράδειγμα εάν πολλά προϊόντα κάποιου είδους επιστέφονταν ως ελαττωματικά, ο ιδιοκτήτης μιας επιχείρησης που χρησιμοποιεί RFID θα μπορεί με ευκολία να εντοπίσει το εργοστάσιο από το οποίο προέρχονται .
- **Εξατομίκευση:** Ο καταναλωτής θα έχει μια ετικέτα RFID η οποία θα περιέχει αποθηκευμένες, ή θα παραπέμπει σε προσωπικές πληροφορίες που θα αφορούν τις προτιμήσεις του. Για παράδειγμα όταν πλησιάζει ένα ράφι σε ένα κατάστημα ενδυμάτων LED θα ανάβουν στις κρεμάστρες με τα προϊόντα που ταιριάζουν στο νούμερο του ή είναι του χρώματος που προτιμά.
- **Έξυπνες εφαρμογές:** Οι ηλεκτρικές συσκευές θα μπορούν να αναγνωρίζουν ετικέτες RFID και να εκτελούν διεργασίες βάση των πληροφοριών που εμπεριέχονται σε αυτές.
- **Εύκολες αγορές:** Ο καταναλωτής θα μπορεί να αγοράζει ή να ενοικιάζει προϊόντα απλά και μόνο βγάζοντας τα από το κατάστημα. Η συσκευή

πληρωμών RFID που θα έχει στην τσέπη του και οι ετικέτες που θα είναι τοποθετημένες στα προϊόντα θα επιτρέπουν στην συναλλαγή να πραγματοποιείται αυτόματα.

Οι ευκαιρίες και δυνατότητες που προσφέρει η τεχνολογία RFID είναι μεγάλες και τα οφέλη πολλαπλά. Όμως για την παγκόσμια εξέλιξη της, είναι απαραίτητο πρώτα να επιλυθούν τα προβλήματα που συνδέονται με την χρήση της τεχνολογίας, θα πρέπει να γίνει τυποποίηση σε παγκόσμιο επίπεδο των ζωνών συχνοτήτων τις οποίες χρησιμοποιούν τα δίκτυα RFID, αλλά και του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία του δικτύου (ετικέτες, αναγνώστες).

9. Βιβλιογραφία

- [1] Yousfi, Alaaeddine & Bauer, Christine & Saidi, Rajaa & Dey, Anind. (2016). uBPMN: A BPMN extension for modeling ubiquitous business processes. *Information and Software Technology*. 74. 10.1016/j.infsof.2016.02.002.
- [2] Irina Popova, Elena Abdullina, Igor Danilov, Aleksandr Marusin, Alexey Marusin, Irina Ruchkina, Alexander Shemyakin, Application of the RFID technology in logistics, *Transportation Research Procedia*, Volume 57, 2021, Pages 452-462, ISSN 2352-1465, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.09.072>.
- [3] Aysegul Sarac, Nabil Absi, Stéphane Dauzère-Pérès, A literature review on the impact of RFID technologies on supply chain management, *International Journal of Production Economics*, Volume 128, Issue 1, 2010, Pages 77-95, ISSN 0925-5273, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.07.039>.
- [4] [Chen, Q.](#), [Adey, B.T.](#), [Haas, C.](#) and [Hall, D.M.](#) (2020), "Using look-ahead plans to improve material flow processes on construction projects when using BIM and RFID technologies", *Construction Innovation*, Vol. 20 No. 3, pp. 471-508. <https://doi.org/10.1108/CI-11-2019-0133>
- [5] Busato, Davide & Fera, Marcello & Iannone, Raffaele & Mancini, Vincenzo & Schiraldi, Massimiliano. (2013). Evaluating RFID opportunity through process analysis. *International Journal of RF Technologies: Research and Applications*. 5. 81-105. 10.3233/RFT-130047.
- [6] M. Wölbitsch, T. Hasler, D. Helic and S. Walk, "Show Me the Money: RFID-based Article-to-Fixture Predictions for Fashion Retail Stores," *2020 IEEE International Conference on RFID (RFID)*, 2020, pp. 1-8, doi: 10.1109/RFID49298.2020.9244903.
- [7] Y. Liu and D. Wang, "An RFID Middleware Business Process Integration Framework Based on EPC Modeling and Complex Event Processing," *2009 Fourth International Conference on Computer Sciences and Convergence Information Technology*, 2009, pp. 64-69, doi: 10.1109/ICCIT.2009.98.
- [8] Fernandes, J.; Reis, J.; Melão, N.; Teixeira, L.; Amorim, M. The Role of Industry 4.0 and BPMN in the Arise of Condition-Based and Predictive Maintenance: A Case

Study in the Automotive Industry. *Appl. Sci.* 2021, 11, 3438.
<https://doi.org/10.3390/app11083438>

[9] R. Waszkowski, M. Kiedrowicz, T. Nowicki and K. Worwa, "Customer Service Processes Automation in Administrative Office with RFID Tagged Documents," *2017 Fourth International Conference on Mathematics and Computers in Sciences and in Industry (MCSI)*, 2017, pp. 234-243, doi: 10.1109/MCSI.2017.47.

[10] Zhao, Xiaohui & Liu, Chengfei & Lin, Tao. (2009). Enhancing Business Process Automation by Integrating RFID Data and Events. 5870. 255-272. 10.1007/978-3-642-05148-7_18.

[11] Khabbazi, Mahmood & Hasan, Mohammad & Sulaiman, Riza & Shapi'i, Azrulhizam & Taei Zadeh, Ali. (2013). Business Process Modelling in Production Logistics: Complementary Use of Bpmn and Uml. *Middle-East Journal of Scientific Research*. 15. 516-529. 10.5829/idosi.mejsr.2013.15.4.2280.

[12] Borthick, A. & Bowen, Paul & Gerard, Gregory. (2008). Modeling a Business Process and Querying the Resulting Database: Analyzing RFID Data to Develop Business Intelligence. *Journal of Information Systems*. 22. 331-350. 10.2308/jis.2008.22.2.331.

[13] Kiedrowicz, Maciej & Nowicki, Tadeusz & Waszkowski, Robert. (2016). Using RFID Technology For Administrative Office Work Organization. *Research in Logistic & Production*. Vol.6. No. 3. 245-257. 10.21008/j.2083-4950.2016.6.3.5.

[14] Leon Rangel, Andres (2020). Extending the BPMN Model for IOT Design, Auckland University of Technology

[15] Μαλωνάς, Κωνσταντίνος (2021). Προβλεπτική παρακολούθηση επιχειρησιακών διεργασιών με νευρωνικά δίκτυα μακράς και βραχείας μνήμης, Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών

[16] Kechagia, Maria and Karagiannaki, Angeliki, "Modelling The Warehouse Operations To Reveal The Value Of RFID" (2009). *MCIS 2009 Proceedings*. 87.
<https://aisel.aisnet.org/mcis2009/87>

[17] F M S Nursuwars and A Rahmatulloh 2019 *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 550 012025 DOI 10.1088/1757-899X/550/1/012025

[18] S. Ma, J. Tang and D. Wang, "Process Based Application Level Architecture for RFID System," *2009 5th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, 2009, pp. 1-5, doi: 10.1109/WICOM.2009.5301380.

[19] Jae-Yoon Jung, Jaehyun Kong and J. Park, "Service integration toward ubiquitous business process management," *2008 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 2008, pp. 1500-1504, doi: 10.1109/IEEM.2008.4738121.

- [20] Bucciero, Alberto & Guido, Anna & Mainetti, Luca & Patrono, Luigi. (2011). Impact of RFID and EPCglobal on Critical Processes of the Pharmaceutical Supply Chain.
- [21] Mišković, Toni & Ristov, Pančo & Markić, Zvonko. (2016). RFID Control System for the Embarkation/Disembarkation of Passengers and Vehicles on/from Ferries. Transactions on Maritime Science. 05. 161-171. 10.7225/toms.v05.n02.007.
- [22] Karagiannaki, Angeliki & Pramataris, Katerina & Doukidis, George. (2010). Using simulation to design & evaluate rfid implementations in the supply chain. Proceedings of the Operational Research Society Simulation Workshop.
- [23] Βλαχάκης, Γεώργιος (2020). Προδραστικότητα σε συστήματα διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας, Σχολή Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών. Τμήμα Πληροφορικής
- [24] [Li, S.](#), [Godon, D.](#) and [Visich, J.K.](#) (2010), "An exploratory study of RFID implementation in the supply chain", *Management Research Review*, Vol. 33 No. 10, pp. 1005-1015. <https://doi.org/10.1108/01409171011084003>
- [25] [van Hoek, R.](#) (2019), "Exploring blockchain implementation in the supply chain: Learning from pioneers and RFID research", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 39 No. 6/7/8, pp. 829-859. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-01-2019-0022>
- [26] Attaran, Mohsen. (2012). Critical success factors and challenges of implementing RFID in supply chain management. Journal of Supply Chain and Operations Management. 10. 144-167.
- [27] Rajkishore Nayak, Majo George, Irfan Ul Haq, Hiep Cong Pham, Sustainability benefits of RFID technology in Vietnamese fashion supply chain, Cleaner Logistics and Supply Chain, Volume 5, 2022, 100086, ISSN 2772-3909
- [28] Weng Chun Tan, Manjit Singh Sidhu, Review of RFID and IoT integration in supply chain management, Operations Research Perspectives, Volume 9, 2022, 100229, ISSN 2214-7160, <https://doi.org/10.1016/j.orp.2022.100229>.
- [29] Tijun Fan, Feng Tao, Sheng Deng, Shuxia Li, Impact of RFID technology on supply chain decisions with inventory inaccuracies, International Journal of Production Economics, Volume 159, 2015, Pages 117-125, ISSN 0925-5273, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.10.004>.
- [30] Jones, Michael A.; Wyld, David C.; and Totten, Jeff W. (2005) "The Adoption of RFID Technology in the Retail Supply Chain," *The Coastal Business Journal*: Vol. 4:
- [31] Tripti Paul, Nazrul Islam, Sandeep Mondal, Sandip Rakshit, RFID-integrated blockchain-driven circular supply chain management: A system architecture for B2B tea industry, Industrial Marketing Management, Volume 101, 2022, Pages 238-257, ISSN 0019-8501, <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2021.12.003>.

- [32] Myerson, J.M. (2006). RFID in the Supply Chain: A Guide to Selection and Implementation (1st ed.). Auerbach Publications. <https://doi.org/10.1201/9781420012989>
- [33] Hongyan Dai, Mitchell M. Tseng, The impacts of RFID implementation on reducing inventory inaccuracy in a multi-stage supply chain, *International Journal of Production Economics*, Volume 139, Issue 2, 2012, Pages 634-641, ISSN 0925-5273, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.06.005>.
- [34] Ilias P. Vlachos, A hierarchical model of the impact of RFID practices on retail supply chain performance, *Expert Systems with Applications*, Volume 41, Issue 1, 2014, Pages 5-15, ISSN 0957-4174, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.07.006>.
- [35] Oghazi, P., Fakhrai Rad, F., Karlsson, S. and Haftor, D. (2018), "RFID and ERP systems in supply chain management", *European Journal of Management and Business Economics*, Vol. 27 No. 2, pp. 171-182. <https://doi.org/10.1108/EJMBE-02-2018-0031>
- [36] May Tajima, Strategic value of RFID in supply chain management, *Journal of Purchasing and Supply Management*, Volume 13, Issue 4, 2007, Pages 261-273, ISSN 1478-4092, <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2007.11.001>.
- [37] Jerrel Leung, Waiman Cheung, Sung-Chi Chu, Aligning RFID applications with supply chain strategies, *Information & Management*, Volume 51, Issue 2, 2014, Pages 260-269, ISSN 0378-7206, <https://doi.org/10.1016/j.im.2013.11.010>.
- [38] James C. Chen, Chen-Huan Cheng, PoTsang B. Huang, Supply chain management with lean production and RFID application: A case study, *Expert Systems with Applications*, Volume 40, Issue 9, 2013, Pages 3389-3397, ISSN 0957-4174, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.12.047>.
- [39] Tritos Laosirihongthong, Prattana Punnakitakashem & Dotun Adebajo (2013) Improving supply chain operations by adopting RFID technology: evaluation and comparison of enabling factors, *Production Planning & Control*, 24:1, 90-109, DOI: [10.1080/09537287.2011.600807](https://doi.org/10.1080/09537287.2011.600807)
- [40] Mika Liukkonen (2015) RFID technology in manufacturing and supply chain, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 28:8, 861-880, DOI: [10.1080/0951192X.2014.941406](https://doi.org/10.1080/0951192X.2014.941406)
- [41] Angeles, Rebecca. "RFID technologies: supply-chain applications and implementation issues." *Information systems management* 22.1 (2005): 51-65.
- [42] Bueno-Delgado, María-Victoria, Francesc Burrull, and Pablo Pavón-Mariño. "Case Study: Installing RFID Systems in Supermarkets." *Radio Frequency Identification*. IntechOpen, 2017.

[43] Zhu, Qingyun, and Ying Cai. "The Supply Chain Financial Supervision Mechanism of the Internet of Things Based on the Integration of RFID and Wireless Sensor Network." *Journal of Sensors* 2021 (2021).

[44] Λυραράκης, Ανδρέας , Αρχές λειτουργίας και εφαρμογές συστημάτων ραδιοταυτοποίησης (RFID), (2011)

[45] Χατζηνικήτα Αθηνά , Η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα, (2009)

[46] Παπαδοπούλου Χριστίνα Δαυΐδ, Ανάλυση, προκλήσεις και εφαρμογές της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα, (2009)

[47] Μπαλάσκας, Γεώργιος, Fashion logistics: η χρήση των τεχνολογιών barcode & RFID στον τομέα της γρήγορης ένδυσης, Σχολή Ναυτιλίας και Βιομηχανίας. Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας (2018)