



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
UNIVERSITY OF PIRAEUS

Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και τεχνολογίας
Διοίκηση Logistics

Διπλωματική εργασία: RFID τεχνολογία και η εφαρμογή της στην εφοδιαστική αλυσίδα της μόδας.



Επιβλέπων καθηγητής: Χονδροκούκης Γ.

Επώνυμο: Καλτσή

Όνομα: Αριάδνη

ΑΜ: tml2028

Αθήνα, 2023

Ευχαριστίες

Με αφορμή την παρακάτω εργασία, θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτα τους γονείς μου, που είναι δίπλα μου σε κάθε μου βήμα, και με στηρίζουν για να μπορώ να συνεχίζω τις σπουδές μου και να προοδεύω, για ένα καλύτερο μέλλον. Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών που μας δίδαξαν, μας βοήθησαν και θέλησαν να μοιραστούν τις γνώσεις τους μαζί μας, καθώς και όλο το προσωπικό του πανεπιστημίου που ήταν εκεί για να μας βοηθήσει σε αυτή την δύσκολη εποχή του κορονοϊού που έπρεπε να ξεκινήσουμε το μεταπτυχιακό αυτό σε μια νέα πραγματικότητα, αυτή των διαδικτυακών διαλέξεων.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	3
Περίληψη.....	6
Εισαγωγή.....	7
1.Rfid τεχνολογία (Radio Frequency Identification)	9
1.1 Τι είναι η Rfid τεχνολογία.....	9
1.2 Ιστορική αναδρομή.....	10
1.3 Συστατικά μέρη του Rfid.....	11
1.3.1 RFID Ετικέτα (RFID Tag)	11
1.3.2 RFID Αναγνώστες (RFID Readers).....	17
1.3.3 Ελεγκτής RFID (RFID Controller).....	18
1.4 Το σύστημα RFID σε λειτουργία	19
1.5 Σύγκριση RFID και Barcode τεχνολογίας.....	21
1.5.1 Ορισμός barcode.....	21
1.5.2 Λειτουργία Barcode.....	21
1.5.3 Σύγκριση RFID και Barcode τεχνολογίας.....	22
1.6 Κίνδυνοι της τεχνολογίας RFID	24
2. Εφαρμογές RFID	27
2.1 Εφαρμογές στην υγεία.....	27
2.2 Εφαρμογές ασφάλειας και ελέγχου	27
2.3 Εφαρμογές καταγραφής περιπολίας	28
2.4 Εφαρμογές αποσκευών.....	28
2.5 Εφαρμογές Διοδίων	28
2.6 Βιβλιοθήκες.....	29
2.7 Αποστολή.....	29
2.8 RFID σε Logistics, Μεταφορές και Αποθήκευση	30
2.9 Ενσωμάτωση του RFID με άλλες τεχνολογίες στην κατασκευή.....	32
2.9.1 Δυνατότητες και περιορισμοί της RFID στον κατασκευαστικό τομέα.....	32
2.9.2 RFID και συστήματα όρασης.....	35
2.9.3 RFID και συστήματα εντοπισμού θέσης	37
2.9.4 RFID και μικροϋπολογιστές.....	39
2.9.5 RFID και ενσωμάτωση λογισμικού	41
3.RFID και Εφοδιαστική αλυσίδα της μόδας	44
3.1 Χρήση RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα της μόδας.....	45

3.2 Εφαρμογές της RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα της μόδας	47
3.2.1 Διαχείριση αποθήκης.....	47
3.2.2 Παραλαβή και ταξινόμηση παραγγελιών	49
3.2.3 Αποθήκευση	50
3.2.4 Cross-docking	51
3.2.6 Διαχείριση περιουσιακών στοιχείων αποθήκης	52
3.3 Διαχείριση αποθέματος εφοδιαστικής αλυσίδας μόδας και RFID	54
3.3.1 Διαχείριση αποθέματος	54
3.3.3 Out-of-stock αναπλήρωση	55
3.3.4 Έλεγχος αποθέματος επιστροφών/ανταλλαγμένων αγαθών	56
3.3.6 Αυτοαναπλήρωση αποθέματος.....	56
3.3.7 Μείωση συρρίκνωσης	57
3.4 Οφέλη της RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα μόδας	57
4. Case studies	60
4.1 Inditex-Zara	60
4.2 H&M.....	66
4.3 Συμπεράσματα	70
Βιβλιογραφία.....	72

Περίληψη

Η RFID είναι μια νέα αναπτυσσόμενη τεχνολογία που έχει λάβει μεγάλη προσοχή από ακαδημαϊκούς ως προς τη θεωρητική της προσέγγιση αλλά και από επαγγελματίες προκειμένου να βελτιώσουν τις εργασίες τους, λόγω του μεγάλου πεδίου εφαρμογής, των πλεονεκτημάτων και των δυνατοτήτων της. Αυτή η εργασία στοχεύει στην κατανόηση της τεχνολογίας RFID, να επισημανθούν οι δυνατότητες που σχετίζονται με την τεχνολογία αυτή στη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού μόδας (FSCM). Η έρευνα δίνει έμφαση στην τεχνολογική συνεισφορά στην Εφοδιαστική Αλυσίδα Μόδας (FSC), όπως η επιτάχυνση των δραστηριοτήτων logistics, η αύξηση της ποιότητας, οι μειωμένες τιμές και οι βελτιώσεις με μεγαλύτερη απόκριση για την ικανοποίηση των πελατών. Παρακάτω εξετάζεται η τεχνολογία RFID, τα οφέλη που παρουσιάζονται, τα μειονεκτήματα και τα εμπόδια που συνδέονται με αυτήν. Για να διερευνηθεί η ανάπτυξη της τεχνολογίας RFID στην Εφοδιαστική Αλυσίδα Μόδας (FSC), πραγματοποιήθηκε η ανάλυση της μελέτης περίπτωσης δύο μεγάλων εταιρειών του Zara και του H&M.

Εισαγωγή

Ο ταχύς ρυθμός με τον οποίο εισβάλουν οι νέες ιδέες του τεχνολογικού κλάδου στον κόσμο αποτελεί πιθανό κίνδυνο για τους λιανοπωλητές, τους προμηθευτές και τους επιχειρηματίες. Ο τρόπος με τον οποίο προσεγγίζεται η διαχείριση των επιχειρήσεων έχει αλλάξει σημαντικά με την εφαρμογή των νέων τάσεων στις καινούριες τεχνολογίες. Στον τομέα της Πληροφορικής σημειώθηκε σημαντική ανάπτυξη. Μια από τις πιο αναπτυσσόμενες και με σοβαρές προβλέψεις για το μέλλον, τεχνολογικές καινοτομίες στον τομέα της πληροφορικής είναι η αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων γνωστή ως RFID.

Η τεχνολογία αυτή έχει ενσωματωθεί σε πολλές επιχειρήσεις όσο αφορά το κομμάτι της διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, στο λιανικό εμπόριο, στην αυτόματη είσπραξη διοδίων, την παρακολούθηση ζώων, την πρόσβαση σε τελεφερίκ, την παρακολούθηση βιβλίων βιβλιοθήκης, την πρόληψη κλοπής, τα συστήματα ακινητοποίησης οχημάτων, την κύλιση σιδηροδρόμων, την αναγνώριση αποθεμάτων, την παρακολούθηση κίνησης, την ασφάλεια, την υγειονομική περίθαλψη και την διαχείριση λιανικής πώλησης μόδας και κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων. Η RFID μπορεί να προσδώσει ένα σημαντικό ανταγωνιστικό στοιχείο στις εταιρείες μεταβάλλοντας την ταχύτητα και την ακρίβεια των σχετικών διαδικασιών στην αλυσίδα εφοδιασμού, την κατασκευή και το λιανεμπόριο.

Το RFID είναι ένα ηλεκτρονικό σύστημα αναγνώρισης, μια από τις πιο σημαντικές καινοτομίες του 20ου αιώνα. Η τεχνολογία RFID βασίζεται στην ασύρματη σύνδεση επικοινωνίας, χρησιμοποιώντας ηλεκτρομαγνητικά πεδία για αυτόματη αναγνώριση ενός αντικειμένου, ενός ζώου ή ενός ατόμου που φέρει ετικέτες RFID. Μια ετικέτα RFID περιέχει αποθηκευμένες πληροφορίες σε ηλεκτρονική μορφή, η οποία μπορεί να παρακαμφθεί από έναν αναγνώστη όταν λειτουργεί εντός του εύρους της ετικέτας. Ερευνητές και προγραμματιστές δούλεψαν αρκετά χρόνια προκειμένου να δημιουργήσουν ένα λειτουργικό σύστημα που να δουλεύει με παρόμοιες αρχές με τους γραμμωτούς κώδικες. Η τεχνολογία RFID έχει ήδη τεθεί σε λειτουργία από πολλές βιομηχανίες, μεταξύ των οποίων η μόδα και τα υφάσματα.

Η χρήση της τεχνολογίας RFID αναπτύσσεται με γρήγορους ρυθμούς, ιδίως στο λιανικό εμπόριο και στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι βιομηχανίες μόδας και κλωστοϋφαντουργίας αναζητούν τρόπους να αυτοματοποιήσουν τις ενέργειές τους, είναι απαραίτητο να αυξήσουν την αποδοτικότητά τους και να μειώσουν τον χρόνο παράδοσης. Στους παραπάνω τομείς είναι πολλά τα οφέλη που προκύπτουν από την RFID τεχνολογία. Πολλοί κατασκευαστές και οι έμποροι λιανικής στρέφονται στην τεχνολογία RFID αντί των barcodes λόγω της ικανότητας του RFID στην αυτόματη λήψη δεδομένων, παρακολούθηση και αυτόματη ταυτοποίηση. Η τεχνολογία RFID σε συνδυασμό με έναν ηλεκτρονικό κωδικό προϊόντος (EPC) μπορεί να προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα.

1.Rfid τεχνολογία (Radio Frequency Identification)

1.1 Τι είναι η Rfid τεχνολογία

Η αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων είναι μια τεχνολογία ασύρματης επικοινωνίας που επιτρέπει στους υπολογιστές να διαβάζουν την ταυτότητα ηλεκτρονικών ετικετών από απόσταση, χωρίς να απαιτείται μπαταρία στις ετικέτες. Στο παρελθόν, η έλλειψη ευρέως αποδεκτών βιομηχανικών πρότυπων και ο κατακερματισμός της αγοράς που προέκυψε, οδήγησε στην περιορισμένη χρήση RFID σε μερικές εφαρμογές όπως έκδοση εισιτηρίων. Τα διόδια στον αυτοκινητόδρομο «EZ-Pass» είναι ένα παράδειγμα έξυπνων εισιτηρίων με δυνατότητα RFID. Ωστόσο, η κατάσταση τώρα αλλάζει και εγγυάται μια υπεύθυνη συζήτηση για τα πλεονεκτήματα του RFID και τις επιπτώσεις. Όσο η τεχνολογία RFID αναπτύσσεται όλο και περισσότερο, κατά πάσα πιθανότητα θα θέσεις τις βάσεις για ένα ένα νέο κύμα εφαρμογών που η χρήση τους θα πραγματοποιηθεί με τα λιγότερα έξοδα και με πολύ υψηλή διαθέσιμη αυτόματη αναγνώριση. (Badri N. & Franklin R. & Roy W., 2006)

«Συνεπώς, η τεχνολογία Αναγνώρισης Ραδιοσυχνοτήτων (RFID) είναι μια τεχνολογία ασύρματου αισθητήρα που βασίζεται στην ανίχνευση ηλεκτρομαγνητικών σημάτων.» Ένα απλό σύστημα RFID αποτελείται από τρία τμήματα: μια κεραία ή πηνίο, έναν πομποδέκτη (με αποκωδικοποιητή) και έναν αναμεταδότη (RF tag) ηλεκτρονικά προγραμματισμένο με μοναδικές πληροφορίες. Υπάρχει εκπομπή ραδιοφωνικών σημάτων από την κεραία προκειμένου ετικέτα να ενεργοποιηθεί και τα δεδομένα να διαβαστούν και εγγραφούν σε αυτήν. Με την βοήθεια της κεραίας επιτυγχάνεται η επικοινωνία μεταξύ της ετικέτας και του πομποδέκτη. Ο πομποδέκτης είναι αρμόδιος για την λήψη των δεδομένων. Η κεραία χρειάζεται να κατασκευαστεί μαζί με τον πομποδέκτη και τον αποκωδικοποιητή για να μπορέσει να γίνει αναγνώστης.

Η συσκευή ανάγνωσης μπορεί να υπάρχει είτε ως φορητή είτε ως σταθερή βάση. Η εκπομπή ραδιοκυμάτων από τον αναγνώστη μπορεί να πραγματοποιηθεί σε αρκετά μεγάλο εύρος το οποίο μπορεί να φτάσει έως και 100 πόδια ή περισσότερο, ανάλογα με την δύναμη που έχει έξοδος του αναγνώστη και τη ραδιοσυχνότητα που χρησιμοποιείται από αυτόν. Όταν μια ετικέτα RFID βρεθεί στην ηλεκτρομαγνητική ζώνη που παράγεται από την κεραία, τότε αυτή έχει την δυνατότητα να ανιχνεύει το

σήμα ενεργοποίησης του αναγνώστη. Ο αναγνώστης στη συνέχεια αποκωδικοποιεί τα δεδομένα που υπάρχουν στο ολοκληρωμένο κύκλωμα της ετικέτας και αυτά μπορούν στη συνέχεια να μεταφερθούν σε οποιοδήποτε σύστημα υπολογιστή για να πραγματοποιηθεί η επεξεργασία τους.

1.2 Ιστορική αναδρομή

Το 1906, ο Ernst F.W. Alexanderson έδειξε πώς τα πρώτα ραδιοκύματα θα μπορούσαν να παράγονται συνεχώς και πώς τα ραδιοσήματα θα μπορούσαν να μεταδοθούν. Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, οι Βρετανοί ήθελαν να κάνουν διάκριση μεταξύ των δικών τους αεροσκαφών που επέστρεφαν από εκείνα του εχθρού. Για το λόγο αυτό, αυτοί τοποθέτησαν αναμεταδότες στα αεροσκάφη τους που θα μπορούσαν να ανταποκρίνονται κατάλληλα σε ερωτηματικά σήματα από τους σταθμούς της βάσης. Αυτό ονομαζόταν Identity Friend or Fore (IFF) σύστημα που θεωρείται ευρέως η πρώτη χρήση της αναγνώρισης με ραδιοσυχνότητα (RFID). Το 1948, δημοσιεύτηκε μια εργασία με τίτλο «Επικοινωνία μέσω του Reflected Power» που έγραψε ο Χάρι Στόκμαν. Το 1964, ο R.F. O Harrington εξέτασε την ηλεκτρομαγνητική θεωρία που σχετίζεται με το RFID στην εργασία του «Θεωρία Φορτωμένων Διασκορπιστών». Στα τέλη της δεκαετίας του 1960, ιδρύθηκαν δύο εταιρείες που ονομάζονται Sensormatic και Checkpoint. Αυτές οι εταιρείες μαζί με μια άλλη που ονομάζεται Knogo, ανέπτυξε την Ηλεκτρονική Εποπτεία Αντικειμένων (EAS) όπου είναι ένας εξοπλισμός για την αντιμετώπιση της κλοπής εμπορευμάτων.

Μεγάλες εταιρίες όπως η Raytheon και η RCA ανέπτυξαν ηλεκτρονικά συστήματα αναγνώρισης το 1973 και το 1975, αντίστοιχα. Κατά τη δεκαετία του '70, ερευνητικά εργαστήρια και πανεπιστήμια, όπως το Επιστημονικό Εργαστήριο του Los Alamos και το Northwestern University συμμετείχαν στην RFID έρευνα. Το Επιστημονικό Εργαστήριο του Los Alamos, ο Διεθνής Σύλλογος Γέφυρας Turnpike and Tunnel (IBTTA) και η Ομοσπονδιακή Διοίκηση Αυτοκινητοδρόμων των Ηνωμένων Πολιτειών οργάνωσε το 1973 ένα συνέδριο για την RFID το οποίο κατέληξε στο συμπέρασμα ότι δεν υπήρχε εθνικό συμφέρον για την ανάπτυξη ενός προτύπου για την αναγνώριση του οχήματος. Αυτή η απόφαση οδήγησε στην ανάπτυξη μιας σειράς συστημάτων.

Το 1978, R.J. O King έγραψε ένα βιβλίο για τις ομόδυνες τεχνικές του φούρνου μικροκυμάτων. Αυτό το βιβλίο έχει χρησιμοποιηθεί ως βάση για την ανάπτυξη της θεωρίας και της πράξης που χρησιμοποιείται σε συστήματα ραδιοσυχνότητας οπισθοσκέδασης. Το 1987, η πρώτη εμπορική εφαρμογή της RFID αναπτύχθηκε στη Νορβηγία και ακολούθησε το Dallas North Turnpike στις Ηνωμένες Πολιτείες το 1989. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '90, μια σειρά από αμερικανικές πολιτείες, όπως το Kansas και η Georgia υιοθέτησε ένα σύστημα διαχείρισης της κυκλοφορίας το οποίο ήταν με βάση τη χρήση αναγνώστων που θα μπορούσαν να ανιχνεύσουν ετικέτες πρωτοκόλλου. Η Texas Instruments ανέπτυξε το σύστημα TIRIS το οποίο χρησιμοποιούταν σε εφαρμογές που σχετίζονται με την πρόσβαση οχημάτων. Ευρωπαϊκές εταιρείες, όπως η Alcatel, η Bosch και spin-off εταιρείες της Phillips, όπως η Combitech, η Tagmaster και η Baumer συμμετείχαν στην ανάπτυξη ενός πανευρωπαϊκού προτύπου για εφαρμογές διόδων. Αυτές οι εταιρείες βοήθησαν να αναπτύξουν ένα κοινό πρότυπο για τα ηλεκτρονικά δίοδια. Πιο πρόσφατα, έχουν προταθεί πολύ μικρότερες ετικέτες RFID. Οι ετικέτες RFID κατασκευάζονται με τη μορφή ετικετών και τοποθετούνται στα αντικείμενα που πρόκειται να διαχειριστούν. Μέχρι το 2001, η χρήση της σήμανσης RFID για ηλεκτρονική είσπραξη διόδων επεκτάθηκε σε 3500 λωρίδες κυκλοφορίας. (Domdouzis K. & Kumar B. & Anumba, C., 2007)

1.3 Συστατικά μέρη του Rfid

1.3.1 RFID Ετικέτα (RFID Tag)

Ο βασικός ρόλος μιας ετικέτας RFID είναι να αποθηκεύει δεδομένα και να τα μεταφέρει σε αυτόν που τα λαμβάνει. Μια ετικέτα RFID περιέχει τις πληροφορίες και μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα προϊόν, ένα ζώο ή ένα άτομο ή είναι ήδη τοποθετημένο σε ένα προϊόν. Αποτελείται από δύο βασικά μέρη: (α) ένα μικροσκοπικό τσιπ ημιαγωγών, όπου βρίσκονται τα δεδομένα αποθηκευμένα και (β) μια κεραία, η οποία χρησιμεύει στο να μπορεί η ετικέτα να λαμβάνει και να ανταποκρίνεται σε ραδιοσυχνότητα από πομποδέκτη RFID. Αυτά τα μέρη στερεώνονται σε ένα άκαμπτο υπόστρωμα και ενσωματώνονται με επικάλυψη ώστε να είναι χρήσιμα και να προστατεύουν τα εξαρτήματα. Μπορεί επίσης να περιέχει μπαταρία ως προαιρετικό

εξάρτημα ανάλογα με τον τύπο της ετικέτας. Οι ετικέτες περιέχουν έναν Ηλεκτρονικό Κωδικό Προϊόντος (EPC) και τις πληροφορίες που σχετίζονται με το προϊόν όπως το όνομα της εταιρείας, η παρτίδα και το έτος κατασκευής και το κόστος προϊόντος.

Το τσιπ RFID είναι η βασική τοποθεσία που αποθηκεύονται οι πληροφορίες, η οποία είναι συνδεδεμένη σε ολοκληρωμένο κύκλωμα (IC) με μικροεπεξεργαστή. Το τσιπάκι μπορεί να περιέχει μεγάλη ποικιλία από ποσότητες πληροφοριών ανάλογα με το τι χωρητικότητα περιέχει η μνήμη. Η κεραία (σε μορφή πηνίου) στην ετικέτα λαμβάνει το σήμα από τον αναγνώστη, τον οποίο επεξεργάζεται ο μικροεπεξεργαστής. Οι πληροφορίες αναγνώρισης που είναι αποθηκευμένες σε κάθε ετικέτα είναι διαφέρουν από ετικέτα σε ετικέτα, γι' αυτό και είναι μοναδικές. Το επόμενο απαραίτητο συστατικό μιας ετικέτας RFID είναι η κεραία, η οποία είναι υπεύθυνη για την ακρίβεια των πληροφοριών που μεταδίδονται στον αναγνώστη. Μία καλή κεραία θα πρέπει να εξασφαλίζει ότι λαμβάνεται το σωστό σήμα από τον αναγνώστη και ότι λαμβάνονται οι σωστές πληροφορίες. Μια λανθασμένη λήψη σήματος από την κεραία μπορεί να οδηγήσει σε αποτελέσματα ανακριβή και μη αξιόπιστα. Η χρήση της ετικέτας και το περιβάλλον εφαρμογής της ετικέτας συμβάλλουν στον σχεδιασμό της κεραίας.

Ο αποτυχημένος σχεδιασμός μιας κεραίας μπορεί να επιφέρει σε διαστρεβλωμένες και λανθασμένες πληροφορίες. Οι ετικέτες RFID ταξινομούνται σε παθητικές, ημιπαθητικές και ενεργητικές ανάλογα με την πηγή τροφοδοσίας.

Παθητικές ετικέτες

Οι *παθητικές ετικέτες RFID* δεν έχουν εσωτερική παροχή ηλεκτρικού ρεύματος. Το ανά λεπτό ηλεκτρικό ρεύμα που προκαλείται στην κεραία από το εισερχόμενο σήμα ραδιοσυχνότητας παρέχει απλώς επαρκή ισχύ για το ολοκληρωμένο κύκλωμα (IC) στην ετικέτα, για να ενεργοποιηθεί και να μεταδοθεί μια απόκριση. Οι περισσότερες παθητικές ετικέτες εκπέμπουν ένα σήμα με την οπισθοσκέδαση του φορέα σήματος από τον αναγνώστη. Αυτό σημαίνει ότι η κεραία πρέπει να έχει σχεδιασμό τόσο για να συλλέγει ενέργεια από το σήμα που εισέρχεται όσο και για να μεταδίδει το εξερχόμενο οπισθοσκεδαζόμενο σήμα. Τα τσιπ παθητικής ετικέτας μπορούν να περιλαμβάνουν μη πτητική EEPROM, δηλαδή ηλεκτρικά διαγραφόμενη μνήμη που μπορεί να προγραμματιστεί μόνο για ανάγνωση, προκειμένου να αποθηκεύονται τα δεδομένα. Χωρίς την ενσωμάτωση τροφοδοτικού,

οι παθητικές ετικέτες μπορεί να είναι αρκετά μικρές και φθηνές. Για παράδειγμα, οι παθητικές ετικέτες που παρέχονται στο εμπόριο οι οποίες μπορούν να ενσωματωθούν κάτω από το δέρμα διατίθενται στα μεγέθη $0,4 \text{ mm} \times 0,4 \text{ mm}$. Η πραγματική απόσταση ανάγνωσης για παθητικές ετικέτες ποικίλλει από περίπου 2 mm έως αρκετά μέτρα, ανάλογα με την επιλεγμένη ραδιοσυχνότητα. Αυτό είναι πολύ χαμηλότερο από τις ημι-παθητικές ή ενεργές ετικέτες RFID.

Ημιπαθητικές ετικέτες

Οι ημιπαθητικές ετικέτες *RFID* μοιάζουν αρκετά με τις παθητικές ετικέτες με τη διαφορά ότι έχουν μια επιπλέον μικρή μπαταρία. Η μπαταρία αυτή επιτρέπει στο IC να παρέχει συνεχώς ρεύμα και να μην χρησιμοποιείται για την μετάδοση ραδιοσήματος. Αυτό εξαλείφει την ανάγκη σχεδιασμού της κεραίας για τη συλλογή ενέργειας από το σήμα που εισέρχεται. Η κεραία μπορεί έτσι να βελτιστοποιηθεί για σήματα οπισθοσκέδασης. Λόγω της παρουσίας μιας πηγής ενέργειας οι ημι-παθητικές ετικέτες *RFID* ανταποκρίνονται ταχύτερα από τις παθητικές ετικέτες.

Ενεργητικές ετικέτες

Οι ενεργές ετικέτες *RFID* έχουν πάρει αυτή την ονομασία επειδή διαθέτουν εσωτερικό τροφοδοτικό, που τροφοδοτεί το IC. Ωστόσο, αυτή η ισχύς δεν χρησιμοποιείται για τη μετάδοση του ραδιοσήματος. Το IC χρησιμοποιεί μπαταρίες όταν λειτουργεί σαν τηλεχειριστήριο τηλεόρασης. Ως εκ τούτου, οι ενεργές ετικέτες πρέπει πάντα να συνδέονται σε ένα ρεύμα υποδομής ή μπαταρία ενσωματωμένη σε αυτά. Στην πρώτη περίπτωση, η δύναμη μπορεί να διαρκέσει περισσότερο ανάλογα με την υποδομή, ενώ στην δεύτερη ο τύπος της μπαταρίας περιορίζει την ενέργεια. Με μια εσωτερική πηγή ενέργειας, οι τύποι αυτοί των ετικετών μπορούν να λειτουργούν με ακρίβεια από μεγαλύτερες αποστάσεις (εκατοντάδες πόδια) ακόμη και με λιγότερο ισχυρούς αναγνώστες. Οι ενεργητικές ετικέτες μπορούν επίσης να έχουν περισσότερη μνήμη από τις παθητικές ανάλογα με την ικανότητά τους να αποθηκεύουν πρόσθετες πληροφορίες που αποστέλλονται από τον πομποδέκτη.

Οι ενεργές ετικέτες έχουν πιο μεγάλο μέγεθος και πολυπλοκότερο σχεδιασμό λόγω της μπαταρίας που περιέχουν. Για παράδειγμα, επί του παρόντος οι μικρότερες ενεργές ετικέτες έχουν περίπου το μέγεθος ενός νομίσματος με διάμετρο 0,5". Πολλές ενεργητικές ετικέτες έχουν εμβέλεια πολλά μέτρα και διάρκεια ζωής μπαταρίας από 3 έως 10 χρόνια. Ο αναμεταδότης ενός αεροπλάνου για παράδειγμα είναι ενεργητική

ετικέτα RFID, η οποία προσδιορίζει την εθνικότητα ενός αεροπλάνου. Η πλειοψηφία των ετικετών RFID που υπάρχουν είναι παθητικές ετικέτες, είναι πιο φθηνές κατασκευαστικά καθώς δεν περιλαμβάνουν μπαταρία και δεν απαιτούν συντήρηση. Ακόμη, οι παθητικές ετικέτες διακρίνονται για την μεγάλη διάρκεια ζωής τους καθώς και το μικρό τους μέγεθος προκειμένου να ταιριάζουν τέλεια σε μικρότερου μεγέθους ρούχα όπως και στις ετικέτες των ρούχων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι παθητικές ετικέτες να είναι σε μεγαλύτερο βαθμό αποδεκτές για τους σκοπούς του λιανικού εμπορίου.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι παθητικές ετικέτες RFID λόγω της μεγάλης διάρκειας ζωής τους δεν έχουν ανάγκη να επαναφορτίζονται τακτικά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να μπορούν εύκολα να απορριφθούν χωρίς καμία ανησυχία για το περιβάλλον. Ορισμένες παθητικές ετικέτες RFID μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φορητές συσκευές για να παρακολουθούν οι άνθρωποι τις κινήσεις τους. Κάποια παραδείγματα αποτελούν οι εγκληματίες υπό όρους και οι ένοπλες δυνάμεις σε μακρινές περιοχές. Οι παθητικές ετικέτες με τη βοήθεια τοποθετημένων πρόσθετων αισθητήρων μπορούν να παρακολουθούν τη θερμοκρασία του σώματος και τον καρδιακό ρυθμό.

Στη συνέχεια, οι ετικέτες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες με βάση τον χώρο που διαθέτουν για την αποθήκευση δεδομένων: (α) ετικέτες μόνο για ανάγνωση (Read only-RO) και (β) οι για ανάγνωση-εγγραφή (Read-Write RW) ετικέτες. Οι ετικέτες RO κατέχουν μνήμη μόνο για ανάγνωση, ενώ η μνήμη της ετικέτας RW είναι μεταβλητή και δίνει τη δυνατότητα να αποθηκεύει περισσότερα δεδομένα ανάλογα τη χώρο της μνήμης. Οι ετικέτες RO μοιάζουν με τους γραμμωτούς κώδικες, καθώς προγραμματίζονται για να χρησιμοποιηθούν μόνο μια φορά. Οι πληροφορίες στις ετικέτες RO δεν μεταβάλλονται, όπως ένα CD-ROM (μνήμη μόνο για ανάγνωση συμπαγούς δίσκου). Οι ετικέτες RO διαθέτουν μοναδικούς κωδικούς αναγνώρισης για το κάθε προϊόν που μπορεί να διαβάσει ο αναγνώστης.

Επομένως, μόλις το προϊόν πωληθεί, η ετικέτα αυτομάτως γίνεται άχρηστη. Από την άλλη πλευρά, οι ετικέτες RW μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλές φορές αλλάζοντας τις πληροφορίες που περιέχουν. Οι ετικέτες RW ονομάζονται επίσης έξυπνες ετικέτες επειδή οι πληροφορίες μπορούν να αλλάζουν με ευελιξία. Όπως σε

μια μονάδα USB έτσι και σε μια ετικέτα RW μπορούν να διαγραφούν τα δεδομένα και νέα να φορτωθούν ξανά.

Το μέσο κόστος για την κάθε χρήση μιας ετικέτας RW είναι φθηνότερο λόγω του ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί πολλές φορές, ενώ η ετικέτα RO δεν μπορεί να ξανά χρησιμοποιηθεί μετά από μία χρήση.

Κάποιες RFID ετικέτες έχουν τη δυνατότητα να έχουν μνήμη RO και RW ταυτόχρονα. Ο τύπος αυτός της ετικέτας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παρακολούθηση παλετών κατά την εφοδιαστική αλυσίδα. Η μνήμη RO περιέχει τον σειριακό αριθμό, ο οποίος δεν μεταβάλλεται ενώ από την άλλη η μνήμη RW μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με το περιεχόμενο της παλέτας. Κατά την εκφόρτωση των προϊόντων, τα νέα προϊόντα φορτώνονται στην παλέτα, οπότε οι πληροφορίες στη μνήμη RW μπορούν να αλλαχθούν χρησιμοποιώντας το σύστημα λογισμικού RFID.

Υπάρχουν μερικές ετικέτες, εκτός από αυτούς τους δύο κύριους τύπους ετικετών, που είναι γνωστές ως WORM (write-once-read-many). Όπως και οι ετικέτες RO, έτσι και οι WORMS μπορούν να προγραμματιστούν μία φορά με τις κατάλληλες πληροφορίες από την εταιρεία αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ξανά. Εάν μία RO ετικέτα μπορεί να παρομοιαστεί με ένα CD-ROM, μια WORM μπορεί να παρομοιαστεί με ένα CDRW (compact disc-ReWritable).

Ο προγραμματισμός των ετικετών WORM μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με την ημερομηνία κατασκευής τους, είτε με τον αριθμό γραμμής συναρμολόγησης στο εκάστοτε επίπεδο παραγωγής.

Στις RFID ετικέτες χρησιμοποιούνται συνήθως πέντε κύριες ζώνες συχνοτήτων οι οποίες κατηγοριοποιούνται με βάση τη ραδιοσυχνότητά τους όπως φαίνεται και παρακάτω:

- Ετικέτες με χαμηλή συχνότητα (LF)
- Ετικέτες με μεσαία συχνότητα
- Ετικέτες με υψηλή συχνότητα (HF)
- Ετικέτες με εξαιρετικά υψηλή συχνότητα (UHF)
- Ετικέτες μικροκυμάτων

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω οι ετικέτες RFID μπορούν να είναι είτε ενεργητικές, είτε ημι-παθητικές ή παθητικές όπως. Οι ετικέτες είναι ένα σημαντικό και διακριτικό

στοιχείο των συστημάτων RFID. Έχουν εξελιχθεί σε διαφορετικές μορφές που προσφέρουν συγκεκριμένες ιδιότητες και λειτουργίες. Με βάση αυτούς τους παράγοντες, το κόστος της κάθε ετικέτας κυμαίνεται από 20 σεντς έως 20 δολάρια. Τα barcode μπορεί να είναι φθηνότερα από τις ετικέτες RFID, αυτές όμως είναι σχεδόν αδύνατο να λερωθούν ή να καταστραφούν και απαιτούν λιγότερη ανθρώπινη παρέμβαση για την ανάγνωση. Επιπλέον, οι ετικέτες παρέχουν μοναδικά χαρακτηριστικά όπως η ικανότητα ανάγνωσης και γραφής από μεγαλύτερο εύρος αποστάσεων επικοινωνίας από τους γραμμωτούς κώδικες.

Το εύρος ανάγνωσης των παθητικών ετικετών εξαρτάται κυρίως από τη ραδιοσυχνότητα. Παραδείγματος χάρη, στην περιοχή χαμηλής συχνότητας (100-500 kHz), οι παθητικές ετικέτες μπορούν να διαβαστούν από 4-6 πόδια. Αυτό οφείλεται στην έλλειψη της πηγής ισχύος και του μεγαλύτερου μήκους κύματος (λ) των ραδιοκυμάτων. Το εύρος ανάγνωσης μπορεί να αυξηθεί με τη χρήση υψηλότερης συχνότητας και τη χρήση ενεργών ετικετών. Οι παθητικές ετικέτες σχεδιάζονται γενικά για να λειτουργούν στο εύρος συχνοτήτων χαμηλής έως υψηλής συχνότητας, ενώ οι ενεργητικές ετικέτες λειτουργούν στην περιοχή συχνοτήτων UHF και μικροκυμάτων. Τα πρώτα σχέδια RFID βασίστηκαν σε παθητικές ετικέτες χαμηλής έως υψηλής συχνότητας.

Ζώνες συχνοτήτων	Χαρακτηριστικά	Εφαρμογές
100-500 kHz (Low)	Μικρό προς μεσαίο εύρος ανάγνωσης. Φτηνό. Χαμηλή ταχύτητα ανάγνωσης.	Έλεγχος πρόσβασης. Ταυτοποίηση ζώου. Έλεγχος αποθέματος. Σύστημα ακινητοποίησης αυτοκινήτου.
500 kHz-1.2 MHz (Medium)	Μεσαίο εύρος ανάγνωσης. Δυνητικά φτηνό. Μεσαία ταχύτητα ανάγνωσης.	Έλεγχος πρόσβασης. Έξυπνες κάρτες. Έλεγχος βιβλιοθήκης.
1.2-15 MHz (High)	Μεγάλο εύρος ανάγνωσης. Υψηλή ταχύτητα ανάγνωσης. Δεν απαιτείται γραμμή όρασης. Ακριβό.	Παρακολούθηση σιδηροδρομικών οχημάτων. Συστήματα συλλογής διοδίων. Ιχνηλάτηση παλετών και container.

		Ιχνηλάτηση οχημάτων.
15 MHz-2.4 GHz (Ultrahigh)	Μεγαλύτερο εύρος ανάγνωσης. Υψηλή ταχύτητα ανάγνωσης. Δεν απαιτείται γραμμή όρασης. Ακριβό σύστημα.	Ιχνηλάτηση οχημάτων και container.
≥2.4 GHz (Microwave)	Το μεγαλύτερο εύρος ανάγνωσης. Υψηλή ταχύτητα ανάγνωσης. Πολύ ακριβό σύστημα.	Ιχνηλάτηση οχημάτων και container.

Πίνακας 1. Ζώνες Συχνοτήτων RFID σε διάφορες εφαρμογές

1.3.2 RFID Αναγνώστες (RFID Readers)

Οι πληροφορίες από τις ετικέτες RFID συλλέγονται από έναν αναγνώστη που είναι γνωστός ως «ανακριτής». Ο ανακριτής δημιουργεί και λαμβάνει το σήμα της ανάκρισης. Συνήθως είναι ένας μικρός υπολογιστής που μπορεί να ποικίλλει σε σχήματα και απαρτίζεται από τρία μέρη, την κεραία, μια ηλεκτρονική μονάδα βασισμένη σε RF και έναν ελεγκτή. Η κεραία συμβάλλει στη μετάδοση του σήματος. Η ηλεκτρονική μονάδα είναι υπεύθυνη για την επικοινωνία με την ετικέτα, ενώ ο ελεγκτής επεξεργάζεται τις πληροφορίες. Θα εξετάσουμε τώρα τις βασικές λειτουργίες ενός ανακριτή: ανάγνωση δεδομένων από την ετικέτα, εγγραφή δεδομένων στην ετικέτα και αποστολή και λήψη δεδομένων από και προς τον υπολογιστή που τροφοδοτεί την ετικέτα. Οι τύποι αναγνωστών RFID περιλαμβάνουν φορητούς αναγνώστες και αναγνώστες που εγκαθίστανται σε αεροδρόμια και άλλους επαγγελματικούς χώρους.

Οι σύγχρονοι αναγνώστες RFID έχουν σχεδιαστεί για να εκτελούν επιπλέον λειτουργίες όπως: προστασία της ακεραιότητας των δεδομένων με κρυπτογράφηση δεδομένων, τη θέσπιση μέτρων για την αποφυγή παρεμβολών μεταξύ διάφορων ραδιοσημάτων και την πρόληψη της απάτης με τον έλεγχο ταυτότητας των ετικετών. Για να αποτραπούν οι χάκερς από την κλοπή πληροφοριών προϊόντων και στοιχείων πιστωτικών καρτών που χρησιμοποιούνται για την πληρωμή, είναι σημαντικό να προστατευτούν τα δεδομένα από εξωτερικές επιθέσεις. Χρησιμοποιούνται προσεγγίσεις κρυπτογράφησης και αποκρυπτογράφησης δεδομένων για την εξασφάλιση της ακεραιότητας των δεδομένων. Τα μέτρα κατά της σύγκρουσης

διασφαλίζουν ότι ο ανακριτής μπορεί ταυτόχρονα να επικοινωνεί με πολλές ετικέτες. Οι ανακριτές στέλνουν σήματα για να λάβουν πληροφορίες από ορισμένους τύπους προϊόντων. Τα καταστήματα λιανικής μπορεί να έχουν από λίγα έως εκατοντάδες προϊόντα στα ράφια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι πληροφορίες από όλα τα προϊόντα να έχουν πιθανότητα να συλληφθούν από τον ανακριτή ταυτόχρονα, δημιουργώντας παρεμβολές ραδιοσυχνότητας. Τα μέτρα κατά της σύγκρουσης είναι προγράμματα λογισμικού ή αλγόριθμοι για την αποφυγή παρεμβολών μεταξύ διαφορετικών συχνοτήτων. Προκειμένου να αποφευχθεί κοινή απάτη στις μέρες μα απαιτούνται εξελιγμένοι αλγόριθμοι.

Σε αντίθεση με το σύστημα barcode, το σύστημα RFID λειτουργεί από πολλά μέτρα. Αυτό προσδίδει ευελιξία στην τοποθέτηση των ανακριτών. Σε χώρους παραγωγής οι ανακριτές είναι εύκολο να τοποθετηθούν σε τοίχους ή κάτω από πάγκους εργασίας. Στις αποθήκες ο ανακριτής είναι δυνατόν να τοποθετηθεί σε πόρτες ή ράφια για την καλύτερη δυνατή παρακολούθηση της κίνησης των προϊόντων. Γίνεται ακόμη να εγκατασταθούν σε κινούμενα εργαλεία όπως είναι οι μεταφορείς, τα περονοφόρα ή σε ανυψωτικό εξοπλισμό. Υπάρχει μια μικρή διαφορά στις τεχνικές εξαγωγής δεδομένων μεταξύ μιας ενεργητικής και μιας παθητικής ετικέτας.

Ο αναγνώστης μπορεί να συνδεθεί με μια ή περισσότερες κεραίες. Εντός εύρους, ο αναγνώστης μπορεί να χρησιμοποιήσει μια ποικιλία τεχνικών για να διαβάσει γρήγορα όλες τις ετικέτες με τη σειρά. Αυτές οι τεχνικές ομαδοποιούνται ως "απομόνωση" και λειτουργούν επιτρέποντας μόνο συγκεκριμένους σειριακούς αριθμούς της ετικέτας να ανταποκρίνονται. Τα δεδομένα της ετικέτας RW, από την άλλη πλευρά, μπορούν να διαφοροποιηθούν και να επεξεργαστούν σε πραγματικό χρόνο από ορισμένες συσκευές ανάγνωσης ή συσκευές ανάγνωσης/εγγραφής. Ως εκ τούτου, αυτοί οι τύποι συσκευών είναι πολύ χρήσιμοι για τη συμπερίληψη πρόσθετων πληροφοριών, λόγω της διπλής τους φύσης.

1.3.3 Ελεγκτής RFID (RFID Controller)

Ο ελεγκτής RFID έχει ως βασική λειτουργία να ενσωματώνει και να διαχειρίζεται το σύνολο του συστήματος RFID. Επιπλέον, ο ελεγκτής είναι επίσης

γνωστός ως ο εγκέφαλος του RFID συστήματος όπως είναι αντίστοιχα και η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) σε έναν υπολογιστή. Τον ελεγκτή απαρτίζουν ένας πολύ μικρός υπολογιστής ή ένας σταθμός εργασίας με λογισμικό (ενδιάμεσο λογισμικό) που είναι εγκατεστημένο σε αυτό ή σε κάποιες περιπτώσεις ένα δίκτυο πολλών σταθμών εργασίας. Ο ελεγκτής μπορεί να χρησιμοποιήσει τρία επίπεδα ενδιάμεσου λογισμικού, τα οποία εφαρμόζονται με βάση το περιεχόμενο και τις απαιτήσεις του κλάδου:

- Το πρώτο επίπεδο, είναι το λογισμικό που ασχολείται με τη συνδεσιμότητα των βιομηχανιών.
- Το δεύτερο επίπεδο είναι το λογισμικό διαχείρισης, το οποίο συμβάλλει στη δημιουργία και την παρακολούθηση διάφορων εφαρμογών ενός κλάδου.
- Το τρίτο επίπεδο, είναι το ενδιάμεσο λογισμικό που ασχολείται με τη σύνδεση εφαρμογών και συσκευών, όπως για παράδειγμα, ανακριτές RFID και μηχανές καταστήματος.

Ο ελεγκτής ακόμη κατέχει ένα σύστημα διαχείρισης δεδομένων και διασυνδέσεις με επιχειρησιακές εφαρμογές.

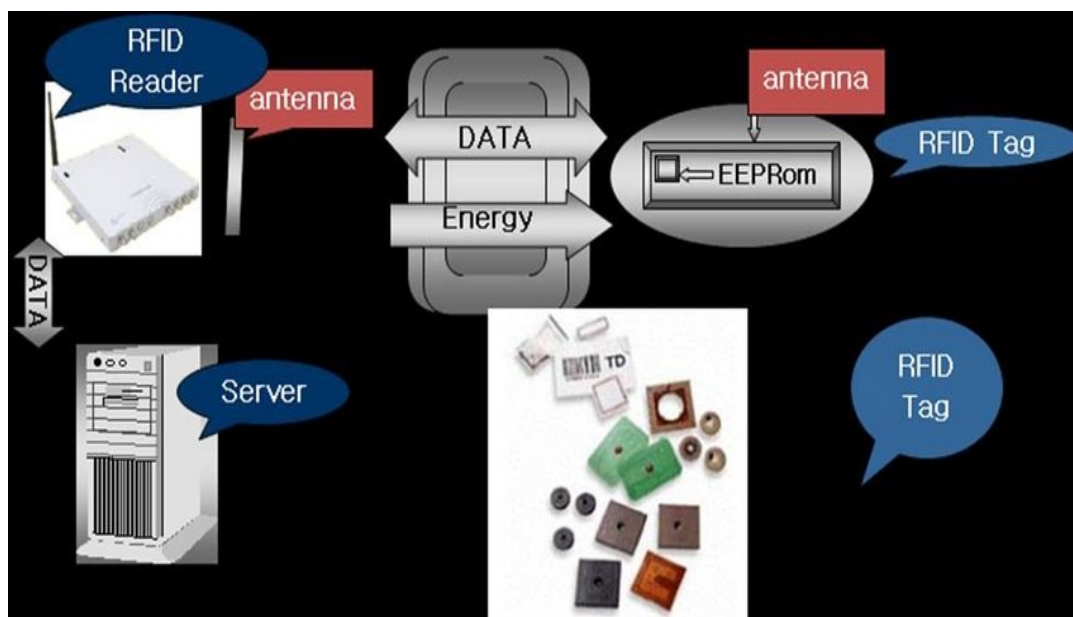
Οι ελεγκτές RFID έχουν διάφορες λειτουργίες, όπως ο εντοπισμός της θέσης των εμπορευμάτων στα καταστήματα λιανικής πώλησης και η διαχείριση των αποθεμάτων. Όταν πωλούνται αγαθά ή καταφθάνουν νέα, ο ελεγκτής ενημερώνει αυτόματα το απόθεμα. Παράλληλα, αποστέλλεται ειδοποίηση στον υπεύθυνο του καταστήματος όταν επιτευχθεί το κατώτατο όριο για τα προϊόντα στα ράφια.

1.4 Το σύστημα RFID σε λειτουργία

Η τεχνολογία RFID λοιπόν πρακτικά λειτουργεί με τον παρακάτω τρόπο. Όταν μια ετικέτα RFID απαιτεί ορισμένες πληροφορίες, ο ελεγκτής (ή η CPU) δίνει μια εντολή στον αναγνώστη. Ο δεύτερος μεταφέρει τις πληροφορίες και επικοινωνεί με την ετικέτα RFID (η οποία περιέχει ψηφιακές πληροφορίες) μέσω μιας κεραίας. Τα θεμέλια της επικοινωνίας αποτελούνται από ένα σύνολο ενσύρματων και ασύρματων δικτύων που εκτελούν μια σειρά από ενέργειες μετάδοσης πληροφοριών, για να παραδοθούν τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα σε μια ετικέτα προς τον αναγνώστη. Ο αναγνώστης όπως και ο αισθητήρας γραμμωτού κώδικα, μεταδίδει ένα

ραδιοκύμα στην ετικέτα μέσω μιας κεραίας. Έπειτα η ετικέτα ανταποκρίνεται στο ραδιοκύμα και τα δεδομένα μπορούν να αναγνωστούν στο τσιπ της ετικέτας από τον αναγνώστη.

Ο αναγνώστης μπορεί να διαβάζει τα δεδομένα πολλαπλών ετικετών ταυτόχρονα. Οι αναγνώστες αποκωδικοποιούν επίσης το σήμα που παρέχεται από τις ετικέτες και το μεταδίδει στην CPU. Το κατάλληλο λογισμικό λαμβάνει και ερμηνεύει τις πληροφορίες που συλλέγονται από τις ετικέτες και τις αποθηκεύει. Παράλληλα μπορούν να συλλεχθούν πολλά διαφορετικά δεδομένα και να αποθηκεύονται με αρκετή ακρίβεια, σε σχέση με το σύστημα γραμμωτού κώδικα που χρησιμοποιούν μία ετικέτα σε κάθε σάρωση. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι παθητικές ετικέτες συλλέγουν ενέργεια από ραδιοκύματα μιας κοντινής συσκευής ανάγνωσης RFID, ενώ οι ενεργές ετικέτες έχουν τοπική πηγή ενέργειας (όπως μια μπαταρία) και μπορούν να λειτουργούν με αρκετά μέτρα απόσταση από τη συσκευή ανάγνωσης RFID. Η RFID ετικέτα δεν είναι απαραίτητο να βρίσκεται εντός της οπτικής γωνίας του αναγνώστη, σε αντίθεση με τον γραμμωτό κώδικα, επομένως μπορεί να τοποθετηθεί στο αντικείμενο παρακολούθησης. Η RFID τεχνολογία είναι μια μέθοδος για την αυτόματη ταυτοποίηση και λήψη δεδομένων (Automatic Identification and Data Capture-AIDC), το οποίο διαφέρει ιδιαίτερα από την barcode τεχνολογία.



1.5 Σύγκριση RFID και Barcode τεχνολογίας

1.5.1 Ορισμός barcode

Ο γραμμωτός κώδικας είναι ένα μοτίβο ράβδων και διαστημάτων του ποικίλου πλάτους που αντιπροσωπεύουν ψηφία, γράμματα ή άλλα σύμβολα στίξης για την αναγνώριση ενός στοιχείου ή αντικείμενο. Ο ίδιος ο γραμμωτός κώδικας δεν είναι ένα σύστημα, αλλά ένα εργαλείο αναγνώρισης που υποστηρίζει τις απαιτήσεις δεδομένων των προηγμένων συστημάτων διαχείρισης με ακρίβεια. Οι γραμμωτοί κώδικες είναι μια προκαθορισμένη μορφή σκούρων γραμμών και λευκών διαστημάτων. Είναι δομημένος ώστε να περιέχει συγκεκριμένες πληροφορίες.

1.5.2 Λειτουργία Barcode

Η λειτουργία γραμμωτού κώδικα επιτρέπει την ακριβή και ταχεία συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Ο συνδυασμός της τεχνολογίας γραμμωτού κώδικα με υπολογιστή και λογισμικό εφαρμογών μπορεί να αυξήσει την αποδοτικότητα, την παραγωγικότητα και την κερδοφορία. Τα barcode είναι αποθηκευμένα δεδομένα με γραμμωτό κώδικα σε πλάτος και απόσταση των τυπωμένων παράλληλων γραμμών. Με άλλα λόγια μπορούμε να πούμε ότι τα barcode είναι σειρές από μαύρο και λευκές ράβδους διατεταγμένες σε προκαθορισμένη μορφή για να αντιπροσωπεύουν γνωστές κωδικοποιημένες πληροφορίες. Ένα γραμμικό barcode είναι ένας δυαδικός κώδικας (1 και 0). Η γραμμή και το διάστημα είναι διαφορετικού πάχους και τυπώνονται σε διαφορετικούς συνδυασμούς. Μια συσκευή γνωστή ως ο σαρωτής γραμμωτού κώδικα διαβάζει αυτόν τον κωδικό. Ο περισσότερο κοινός είναι ο σαρωτής γραμμωτού κώδικα λείζερ. Οι ράβδοι είναι πιο σκούροι και δεν αντανakλούν τα στοιχεία του γραμμωτού κώδικα. Τα κενά είναι λευκά και γνωστά ως inter character κενά. Ο χώρος είναι γνωστός ως ανακλαστικό στοιχείο του barcode. Κάθε barcode αντιπροσωπεύει έναν αριθμό. Ένα ειδικό μοτίβο γραμμών και χώρων που χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση της αρχής ενός συμβόλου γραμμικού κώδικα είναι γνωστή ως χαρακτήρας έναρξης ενώ ένα ιδιαίτερο μοτίβο από γραμμές και διαστήματα που χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση του τέλους ενός γραμμικού κώδικα είναι γνωστό ως χαρακτήρας παύσης. Με άλλα λόγια μπορούμε να πούμε ότι τα Barcodes είναι αυτοτελές μηχάνημα

αναγνώρισης ετικετών με πληροφορίες κωδικοποιημένες σε μια σειρά από μαύρες ράβδους και λευκά κενά διαφορετικού πλάτους που αντιπροσωπεύουν ψηφία και άλλα σημεία στίξης σύμβολα. Αυτά διαβάζονται μόνο από σαρωτή. (Singh G. & Sharma M., 2015)

1.5.3 Σύγκριση RFID και Barcode τεχνολογίας

Τόσο οι τεχνολογίες barcode όσο και οι RFID χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό και την παρακολούθηση προϊόντων. Εκτός από τις δύο αυτές τεχνολογίες, άλλα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό και την παρακολούθηση προϊόντων περιλαμβάνουν εργαλεία EPC και εργαλεία διαδικτυακής πύλης. Τα συστήματα RFID και τα EPC είναι μελλοντικές τεχνολογίες που θα χρησιμοποιούνται παράλληλα. Η τεχνολογία RFID μέσω των συστημάτων της αναπτύσσει την ικανότητα της αναγνώρισης κάθε μεμονωμένου προϊόντος, μιας θήκης ή παλέτας κατά τη διαδικασία της αλυσίδας εφοδιασμού. Κάθε προϊόν θα πρέπει να διαθέτει μια ετικέτα RFID η οποία θα είναι προγραμματισμένη με ένα μοναδικό EPC και θα αποθηκεύεται στη μνήμη. Οι ετικέτες RFID μπορούν να συλλέξουν τα σήματα από τους αναγνώστες και να τα μεταβιβάσουν στο κέντρο συλλογής των πληροφοριών.

Οι γραμμικοί κώδικες μπορούν κι αυτοί να χρησιμοποιηθούν για την αναγνώριση μεμονωμένων προϊόντων ή παλετών. Τα συστήματα γραμμωτού κώδικα, αν και χρησιμοποιούνται για την παροχή πληροφοριών των προϊόντων και τον έλεγχο του αποθέματος, σε κάποια πράγματα υστερούν σε σύγκριση με τα RFID συστήματα. Οι ετικέτες RFID διαθέτουν κάποιες χρήσεις που δεν είναι εφικτές με τον γραμμωτό κώδικα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή με σκοπό την αναγνώριση του κωδικού προϊόντος, την ταυτοποίηση του κατασκευαστή, την ημερομηνία κατασκευής, τον αριθμό παλέτας και την περίοδο εγγύησης. Ένα σημαντικό παράδειγμα για την χρησιμότητα της ετικέτας RFID είναι κατά τη μεταφορά ενός προϊόντος με ειδικές συνθήκες, όπως είναι η θερμοκρασία κατάψυξης, όπου οι αισθητήρες θερμοκρασίας που υπάρχουν στην ετικέτα RFID μπορούν να αποθηκεύσουν την πληροφορία αυτή κατά την μεταφορά του προϊόντος, κάτι που το barcode δεν είναι ικανό να καταφέρει. Οι βασικές διαφορές των δύο αυτών τεχνολογιών αναλύονται στον παρακάτω πίνακα.

Παράμετροι	RFID τεχνολογία	Barcode τεχνολογία
Αρχή της λειτουργίας	Η χρήση ραδιοσήματος και ηλεκτρομαγνητικού πεδίου για τη συλλογή δεδομένων	Οπτική ανάγνωση έντυπων κωδικών που χρησιμοποιώντας λέιζερ για τη συλλογή δεδομένων
Υλικά	Μέταλλο και ημιαγωγοί	Χαρτί
Ποσότητα πληροφοριών	Μέχρι μερικά megabyte (ανάλογα με τον τύπο)	Ισοδυναμεί με 100 byte
Φάσμα λειτουργίας	Αρκετά μέτρα έως χιλιόμετρα (εξαρτάται από το σύστημα)	Αρκετά εκατοστά ή γραμμή της όρασης
Ρυθμός ανάγνωσης	Έως 1000 ετικέτες ταυτόχρονα	Μόνο μια κάθε φορά
Τεχνολογία	Ανέπαφη και αυτόματη ανάγνωση από τον αναγνώστη	Εγχειρίδιο και πρέπει να παρουσιάζεται στον σαρωτή
Τοποθεσία αναγνώστη	Σε οποιοδήποτε σημείο	Εντός της περιοχής όρασης
Επαναχρησιμοποίηση	Είναι επαναχρησιμοποιούμενη	Δεν είναι επαναχρησιμοποιούμενη
Read/Write	Μπορεί να είναι ή τύπος read/write ή να είναι μόνο read only	Είναι τύπος μόνο read only
Αυτόματη λειτουργία	Μπορεί να λειτουργήσει αυτόματα χωρίς ανθρώπινη αλληλεπίδραση	Χρειάζεται ανθρώπινη αλληλεπίδραση για ανάγνωση
Ασφάλεια	Υψηλή	Χαμηλή
Κόστος	Υψηλό	Χαμηλό
Ταυτοποίηση	Μοναδική αναγνώριση κάθε αντικειμένου	Μπορεί να αναγνωρίσει τον τύπο του προϊόντος, αλλά όχι μοναδικά

Παρεμπόδιση σήματος	Μπορεί να υπάρξει παρεμπόδιση με μέταλλα και στερεά, που οδηγεί σε λάθος πληροφορίες	Κατεστραμμένος, καλυμμένος με χώμα, ή σβησμένος γραμμωτός κώδικας δεν μπορεί να διαβαστεί
----------------------------	--	---

Πίνακας 2. Σύγκριση RFID και Barcode τεχνολογίας

(Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

1.6 Κίνδυνοι της τεχνολογίας RFID

Η Τεχνολογία RFID πέρα από την διευκόλυνση που μπορεί να προσφέρει σε ατομικό επίπεδο αλλά και στις επιχειρήσεις καθώς είναι μια πολύ σημαντική εξέλιξη στην τεχνολογία υπάρχουν και κάποιοι κίνδυνοι που επικρατούν γύρω από αυτή. Οι εταιρείες που επιθυμούν την εφαρμογή συστημάτων RFID θα πρέπει να εφαρμόσουν επίσης μια τακτική αξιολόγησης κινδύνου για να μπορούν να πραγματοποιούν τον κατάλληλο εσωτερικό έλεγχο στη νέα αυτή τεχνολογία. Το πρώτο βήμα είναι να εντοπιστούν αυτοί οι κίνδυνοι προκειμένου να βρεθούν οι λύσεις για την αντιμετώπισή τους. Τους κινδύνους αυτούς θα τους δούμε παρακάτω.

- **Ιδιωτικοποίηση των καταναλωτών**

Μεγάλη ομάδα καταναλωτών φαίνεται να έχει δείξει τους δισταγμούς της για το κατά πόσο διατηρείται το απόρρητό τους μετά την εφαρμογή της RFID τεχνολογίας. Οι συγκεκριμένοι καταναλωτές έχουν την άποψη πως οι ετικέτες RFID μπορεί να είναι τόσο μικρές σε μέγεθος που θα μπορούσαν να περάσουν απαρατήρητες από τους καταναλωτές, με αποτέλεσμα να καταργείται το απόρρητό τους και να υπάρχει η πιθανότητα χρησιμοποιηθούν οι πληροφορίες αυτές για τη δημιουργία προφίλ πελατών, εν αγνοία τους. Στις αρχές Μαρτίου του 2005, η απάντηση της Ομοσπονδιακής Επιτροπής Εμπορίου των ΗΠΑ (FTC) σε αυτούς τους ισχυρισμούς ήταν ότι, «προς το παρόν, θα επιτρέψει στις εταιρείες που κατασκευάζουν και χρησιμοποιούν τεχνολογία RFID να ρυθμίζουν τον εαυτό τους σχετικά με το απόρρητο των καταναλωτών. Ωστόσο, η FTC δεν απέκλεισε την πιθανότητα έκδοσης κατευθυντήριων γραμμών στο μέλλον. Η FTC ενθαρρύνει τους λιανοπωλητές και τους κατασκευαστές να παρέχουν ειδοποίηση στους καταναλωτές όποτε

χρησιμοποιούνται ετικέτες RFID, περιγράφοντας ποια δεδομένα θα συλλεχθούν και τις χρήσεις τους. Ο οργανισμός πιστεύει ότι πολλά πιθανά ζητήματα απορρήτου συνδέονται με την ασφάλεια της βάσης δεδομένων. Ως εκ τούτου, θα πρέπει να εφαρμοστούν έλεγχοι που παρέχουν εύλογη διασφάλιση της προστασίας δεδομένων. Μια ειδική ομάδα γερουσιαστών των ΗΠΑ εργάζεται επίσης για την προώθηση της RFID, χωρίς να επιβαρύνει την τεχνολογία με πρόωρη ρύθμιση και νομοθεσία κατά τα στάδια ανάπτυξης και πρώιμης εφαρμογής της. (Higgins L.N. & Cairney T., 2006)

- **Επιλογή ακατάλληλης τεχνολογίας**

Η κάθε επιχείρηση θα πρέπει να είναι πολύ προσεκτική όσο αφορά την ετοιμότητα των πελατών και των προμηθευτών να μεταβούν στο RFID καθώς και την ύπαρξη συμφωνίας για τους τύπους των αναγνωριστικών και τους τύπους ετικετών που θα χρησιμοποιηθούν. (Higgins L.N. & Cairney T., 2006)

- **Μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στο σύστημα**

Οι χάκερ θα μπορούσαν ενδεχομένως να υπονομεύσουν το σύστημα και να υποκλέψουν δεδομένα ή να παραποιήσουν πληροφορίες όπως για παράδειγμα η μετάδοση, παραμόρφωση ή αποτροπή της άφιξης στον προορισμό του. (Higgins L.N. & Cairney T., 2006)

- **Απώλεια ακεραιότητας δεδομένων**

Υπάρχει η περίπτωση να προκύψουν σφάλματα στα δεδομένα λόγω του περιβάλλοντος ή του λογισμικού που εμποδίζουν τη μετάδοση ραδιοσυχνοτήτων. (Higgins L.N. & Cairney T., 2006)

- **Ελλιπείς συναλλαγές**

Ο αναγνώστης ενδέχεται να μην λάβει τα δεδομένα από την ετικέτα RFID ή ο υπολογιστής ενδέχεται να μην λάβει τα δεδομένα από τη συσκευή ανάγνωσης. (Higgins L.N. & Cairney T., 2006)

- **Αστοχίες συστήματος**

Με τον όρο αστοχίες αναφέρονται προβλήματα υλικού και λογισμικού, διακοπές ρεύματος καθώς και σφάλματα εργαζομένων που κάνουν πολλές φορές το σύστημα RFID να αποτυγχάνει ή να μην είναι υπάρχει πρόσβαση σε αυτό για κάποιο χρονικό διάστημα. (Higgins L.N. & Cairney T., 2006)

- **Σύγκρουση ετικετών**

Η σύγκρουση ετικετών συμβαίνει όταν περισσότερες από μία ετικέτες στέλνουν ένα σήμα στον αναγνώστη ταυτόχρονα και τα σήματα παρεμβάλλονται το ένα στο άλλο. (Higgins L.N. & Cairney T., 2006)

2. Εφαρμογές RFID

2.1 Εφαρμογές στην υγεία

Οι εφαρμογές RFID στην υγειονομική περίθαλψη θα μπορούσαν με το λιγότερο δυνατό κόστος να αντλούνται δεδομένα με τα οποία μπορεί βελτιωθεί η καλύτερη φροντίδα των ασθενών. Με την τεχνολογία αυτή θα μπορούσε να μειωθεί σημαντικά ο αριθμός των σφαλμάτων κατά την διαδικασία της επισήμανσης ιατρικών αντικειμένων όπως οι φάκελοι ασθενών και ο ιατρικός εξοπλισμός, προκειμένου να επιτευχθεί η έγκαιρη παρακολούθησή τους. Το RFID βελτιώνει τη φροντίδα των ασθενών μέσω της ενσωμάτωσης ιατρικών αντικειμένων με την παραπάνω τεχνολογία, ώστε να εμπλέκονται σε όλη τη φροντίδα των ασθενών. Βασισμένη σε RFID η έγκαιρη ενημέρωση σχετικά με τη θέση των αντικειμένων θα αυξήσει την αποτελεσματικότητα ακόμα και του παραϊατρικού προσωπικού που οδηγεί σε βελτιωμένη εμπειρία των ασθενών.



2.2 Εφαρμογές ασφάλειας και ελέγχου

Οι ετικέτες RFID μπορούν να τοποθετηθούν στον εξοπλισμό/χρήστη, προσωπικά/επίσημα αντικείμενα, όπως αναγνωριστικό οργανισμού, κάρτες και οχήματα. Με την εφαρμογή RFID σε ασφαλείς ζώνες, όχι μόνο μπορεί να χορηγηθεί άδεια και ανάκληση για τους χρήστες/άτομα σε συγκεκριμένη ζώνη, αλλά καταγράφουν την ατομική πρόσβαση και τη διάρκεια της παραμονής τους. Είναι επίσης καλό για τον δοκιμαστικό έλεγχο. Αυτοί οι τύποι εφαρμογών εξετάζουν τον χρόνο και τη ροή πολύ προσεκτικά.

2.3 Εφαρμογές καταγραφής περιπολίας

Το RFID χρησιμοποιείται επίσης για τον έλεγχο της ασφάλειας των ίδιων προσώπων ασφαλείας. Η εφαρμογή έχει συγκεκριμένα σημεία ελέγχου που εντοπίζουν την περιπολία των φρουρών ασφαλείας. Αναφέροντας σημεία ελέγχου, είναι ουσιαστικά μια κάρτα με ενσωματωμένη ετικέτα RFID την οποία ο φύλακας πρέπει να σαρώσει κατά τη διαδοχική περιπολία του μέσω του αναγνώστη. Ο αναγνώστης διατηρεί το αρχείο της ώρας και του σημείου που ο φύλακας άλλαξε την κάρτα του, δηλαδή άλλα βάρδια ο φύλακας και ήρθε ένας άλλος. Αυτό μπορεί να βοηθήσει τόσο στη σωστή διοίκηση και τον συντονισμό των εταιρειών ασφαλείας και να ελέγξει την απόδοση των φρουρών του αλλά χρησιμοποιείται κίολας και ως αναφορά σε γεγονότα διαδρομής. Αυτή η εφαρμογή μπορεί επίσης να βοηθήσει για τη βελτίωση της διαδικασίας περιπολίας, π.χ. μέσω αυτής μπορεί να προσδιοριστεί η ανάγκη να αυξηθούν οι περιπολίες ή τα σημεία ελέγχου στην περιοχή περιπολίας.

2.4 Εφαρμογές αποσκευών

Οι αεροπορικές βιομηχανίες, που ασχολούνται με τις υπηρεσίες μεταφοράς πακέτων αλλά και αποσκευών χάνουν σημαντικό χρόνο και πολλά χρήματα στην περίπτωση της απώλειας ενός αντικειμένου ή την καθυστερημένη παράδοση αυτού. Η διαδικασία μεταφοράς μεγάλου όγκου δεμάτων από πολλά διαφορετικά μέρη, σε διάφορα άλλα μέσω ξεχωριστών διαδρομών, πολλές φορές είναι αρκετά πολύπλοκη διαδικασία. Μέσα σε αυτή την πολύπλοκη διαδικασία η εφαρμογή RFID παρέχει την βέλτιστη διαχείριση πόρων, αποτελεσματική λειτουργία και αποδοτική μεταφορά πακέτων. Το RFID βοηθά στην αναγνώριση του πακέτου και παρέχει δεδομένα που μπορούν να βοηθήσουν τη βιομηχανία σε τομείς που μπορεί να απαιτήσουν κάποιες βελτιώσεις. Επίσης, κρατά ενημερους τους πελάτες για τα πακέτα τους.

2.5 Εφαρμογές Διοδίων

Οι εφαρμογές RFID έχουν την προσφέρουν την δυνατότητα της είσπραξης διοδίων βελτιώνοντας τη ροή της κυκλοφορίας, μετατρέποντας την πληρωμή των διοδίων αυτοματοποιημένη χωρίς να χρειάζεται τα αυτοκίνητα να σταματήσουν για πληρωμή. Το RFID χρησιμοποιείται ακόμη για την αυτόματη αναγνώριση του

κατόχου του λογαριασμού και να πραγματοποιεί γρήγορα τις συναλλαγές. Η εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας βοηθά ώστε να διατηρείται καλή ροή κυκλοφορίας και να διακρίνονται μοτίβα κυκλοφορίας χρησιμοποιώντας τεχνικές λήψης δεδομένων τα οποία ενημερώνουν τα συστήματα διαχείρισης. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν για παράδειγμα να χρησιμοποιηθούν για την αναφορά της κατάστασης της κίνησης καθώς επίσης συμβάλλει στην επέκταση και την ανάπτυξη νέων μελλοντικών πολιτικών.

(Ahsan K. & Shah H. & Kingston P., 2010)



2.6 Βιβλιοθήκες

Στον τομέα της βιβλιοθήκης οι ετικέτες RFID μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα βιβλία προκρίμενου να παρακολουθείται η κυκλοφορία του κάθε βιβλίου καθώς και να εντοπίζεται το πραγματικό απόθεμα. Ακόμα συμβάλλουν στην αποθήκευση πληροφοριών προϊόντων (όπως τίτλους και συγγραφείς) και στην ασφάλεια από οποιαδήποτε απόπειρα κλοπής. Επειδή οι ετικέτες RFID μπορούν να σαρωθούν χωρίς να αγγιχθεί φυσικά το αντικείμενο, ο έλεγχος των βιβλίων μέσα και έξω, καθώς και η εκτέλεση επίπονων εργασιών όπως το απόθεμα στο ράφι, μπορεί να ολοκληρωθεί γρήγορα και αποτελεσματικά χρησιμοποιώντας την τεχνολογία RFID.

2.7 Αποστολή

Όταν πρόκειται για μεγάλες αποστολές υλικών, όπως εμπορεύματα λιανικής, συχνά είναι απαραίτητες οι ετικέτες RFID προκειμένου να γίνει πιο εύκολος ο

εντοπισμός της θέσης τους του περιεχομένου καθώς και η κίνηση των αγαθών. Η Wal-mart είναι ένας από τους μεγαλύτερους καταναλωτές αυτής της τεχνολογίας που βοηθά στην παρακολούθηση των αποστολών εμπορευμάτων.

<http://www.u.arizona.edu/~obaca/rfid/uses.html>

2.8 RFID σε Logistics, Μεταφορές και Αποθήκευση

Τα οφέλη της RFID στην εφοδιαστική, τη μεταφορά και την αποθήκευση μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ευρέως σε (1) εργατικό δυναμικό και εξοικονόμηση χρόνου και (2) οφέλη από την αυξημένη ορατότητα. Η πρώτη κατηγορία οφελών έχει περιέχει την φαινόμενο της συνεχούς εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτή η ιδέα προέκυψε από το γεγονός ότι δαπανάται πολύς χρόνος κατά την ροή ενός προϊόντος μέσα την αλυσίδα λόγω της αναμονής που προκύπτει για την αναγνώριση των εμπορευμάτων μέσω χειροκίνητων διαδικασιών καθώς και η καταμέτρηση αυτών. Λόγω αυτού, η ροή των εμπορευμάτων διακόπτεται από σημεία στάσης. Η εφαρμογή του RFID σε ένα σύστημα που η χρήση του είναι η αυτοματοποιημένη αναγνώριση μπορεί μελλοντικά να παρακάμψει αρκετές από αυτές τις στάσεις, δίνοντας την δυνατότητα στο προϊόν να μετακινηθεί μέσω του συστήματος ταχύτερα και με λιγότερο κόστος. Αυτές οι εξοικονομήσεις του λειτουργικού κόστους μελλοντικά φαίνεται να είναι ιδιαίτερα μεγάλες εάν το προϊόν στην αλυσίδα εφοδιασμού έχει πάνω του ένα μοναδικό σειριακό αριθμό, δηλαδή θα γίνεται προσδιορισμός κάθε ξεχωριστού προϊόντος αντί για μαζική αναγνώριση ανά παλέτα. Τα σειριακά προϊόντα περιλαμβάνουν υπολογιστές, εκτυπωτές υπολογιστών, ηλεκτρονικό εξοπλισμό, κλιματιστικά κ.λπ. Αυτά είναι σειριακά προϊόντα επειδή, για παράδειγμα, κάθε υπολογιστής μπορεί να έχει διαφορετική διαμόρφωση. Αυτό διαφέρει από το να ασχολείσαι με ένα γενικό, μη προσαρμόσιμο προϊόν, όπως το απορρυπαντικό πλυντηρίου πιάτων για παράδειγμα.

(Gaukler, G. M. & Seifert R. W., 2007)

Μια προφανής ευκαιρία για το RFID σχετικά με τον κλαδο των Logistics περιλαμβάνει την παρακολούθηση του αποθέματος. Πιο παλιά κατά την παρακολούθηση του αποθέματος ήταν αρκετά πιθανό να υπάρξει κάποιο λάθος από το εργατικό δυναμικό. Σε αντίθεση με το σήμερα όπου το RFID μπορεί να προσφέρει

σημαντικά οφέλη σε εταιρείες με μεγάλα αποθέματα, επειδή έχει την ικανότητα να εξαλείφει την απαίτηση του αποθέματος για την απευθείας μέτρηση του.

Οι RFID ετικέτες μπορούν να ενσωματώνονται σε μεμονωμένα κουτιά ή ολόκληρες παλέτες, τα οποία στοιβάζονται το ένα πάνω από το άλλο για να γίνεται η χρήση αυτών πιο εύκολη. Έτσι μπορούν να σαρωθούν από έναν αναγνώστη χωρίς να χρειαστεί να μετακινηθούν τα προϊόντα. Ακόμη και η τεχνολογία γραμμωτού κώδικα απαιτεί οπτική επαφή και ακόμη χειρότερα ο γραμμωτός κώδικας μπορεί να μην είναι αναγνώσιμος εάν ο σκιστεί ή λυγίσει. Όταν το απόθεμα βρίσκεται σε περιβάλλον που είναι δύσκολο να εντοπιστεί το επίπεδό του από ανθρώπινο δυναμικό (για παράδειγμα, ψυχή αποθήκευση ή εξαιρετικά καθαρά περιβάλλοντα), η τεχνολογία RFID έρχεται πάλι να δώσει την λύση καθώς μπορεί να παρέχει πολύ καλύτερη παρακολούθηση. Σε τέτοια περιβάλλοντα, η καταμέτρηση μπορεί να είναι υπερβολικά αργή καθώς κάθε μονάδα αφαιρείται από το λιγότερο φιλόξενο περιβάλλον, έτσι ώστε η επίδραση του περιβάλλοντος στην καταμέτρηση που πραγματοποιούν οι άνθρωποι μειώνει την ποιότητα της επαλήθευσης.

Στη Σουηδία, οι κάδη απορριμμάτων έχουν ενσωματωμένα τσιπ που μεταδίδουν πληροφορίες σχετικά με το κοντέινερ, όπως σε ποιον ανήκει και τον τύπο περιεχομένου, π.χ. μπουκάλια, χαρτί κ.λπ., για σκοπούς τιμολόγησης. Μπορεί κανείς να φανταστεί παρόμοια τεχνολογία σε ένα φορτηγό παράδοσης που διαβάζεται για έλεγχο του φορτηγού στο Τμήμα Μεταφορών (DOT) κατά μήκος ενός διακρατικού δρομολογίου. Η ετικέτα barcode δεν έχει τη δυνατότητα να ενημερώνεται αυτόματα καθώς το φορτηγό προχωρά στη διαδρομή του. Στην περίπτωση του RFID ακόμη και με ένα απλό τσιπ μόνο για ανάγνωση, το DOT system μπορεί να επικοινωνήσει αυτόματα με τα αρχεία της μεταφορικής εταιρείας και να ενημερώσει φορτηγά σχετικά με στοιχεία φόρτωσης με αποτέλεσμα και η βάση δεδομένων της εταιρείας να ενημερώνεται αυτόματα. Μέσω της παραπάνω σύνδεσης δημιουργείται ένας τύπος επαλήθευσης μέσω του οποίου τόσο το εμπόριο όσο και οι συναλλαγές μπορούν να βελτιωθούν. Έχει ήδη πραγματοποιηθεί εξοικονόμηση κόστους σε αγαθά που εισέρχονται στο λιμάνι Σιάτλ-Τάκομα λόγω μειωμένων καθυστερήσεων αποθέματος.

Άμεσες και ενημερωμένες πληροφορίες από την ετικέτα είναι μια σημαντική πρόοδος σε τεχνολογίες keyrunch και bar-code. Η συγκεκριμένη τεχνολογία επιτρέπει την παρακολούθηση της κίνησης των υλικών ακόμα και όταν αυτά

αποτελούν μέρος του κατασκευασμένου εμπορεύματος. Η ηλεκτρονική ετικέτα μπορεί να διαβαστεί από σταθερό σαρωτή σε ένα κύριο σημείο της γραμμής παραγωγής. Στη συνέχεια, ο σαρωτής τροφοδοτεί τις πληροφορίες στη βάση δεδομένων που επιτρέπει την απελευθέρωση πρόσθετων υλικών από την αποθήκη πρώτων υλών. (Higgins L.N. & Cairney T., 2006)

2.9 Ενσωμάτωση του RFID με άλλες τεχνολογίες στην κατασκευή

Υπάρχουν πολλές προτάσεις πραγματικών και πιθανών εφαρμογών που χρησιμοποιούν την τεχνολογία RFID στον τομέα των κατασκευών. Πολλές από αυτές τις προσεγγίσεις αποσκοπούν στον έλεγχο μιας σειράς διαδικασιών, όπως η διακίνηση οικοδομικών υλικών, η κωδικοποίηση του κόστους των εργασιών και η παρακολούθηση του εξοπλισμού και των υλικών. Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι να παρουσιάσει μια νέα ματιά σχετικά με την ένωση της τεχνολογίας RFID με άλλες τεχνολογίες με άξονα τον κατασκευαστικό τομέα.. Σήμερα, ο συνδυασμός αισθητήρων RFID με άλλα είδη τεχνολογιών εφαρμόζεται στην πράξη από το σχεδιασμό ενός κτιρίου μέχρι τη θέση των χρηστών και τη χαρτογράφηση του περιβάλλοντος μετά την ολοκλήρωση των εργασιών.

2.9.1 Δυνατότητες και περιορισμοί της RFID στον κατασκευαστικό τομέα

Παρακάτω θα αναλυθούν τα πλεονεκτήματα και οι περιορισμοί της RFID στον κατασκευαστικό κλάδο καθώς και ο συνδυασμός της με άλλες τεχνολογίες σε όλη την διαδικασία κατασκευής των κτιρίων, οι οποίες βελτιώνουν τη διαχείριση των πληροφοριών πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την κατασκευή ενός κτιρίου.

Πριν ξεκινήσει η κατασκευή, ορισμένες εργασίες που σχετίζονται με την παραγωγή υλικών και εξαρτημάτων καταχωρούνται αυτόματα και ελέγχονται μέσω ετικετών RFID. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας κατασκευής, χιλιάδες υλικά και εργαζόμενοι εξοπλισμένοι με εργαλεία και οχήματα, αλλάζουν μόνιμα τη θέση τους στο εργοτάξιο. Ο έλεγχος της τοποθεσίας των πόρων και των υλικών, ιδίως στην διαχείριση του χώρου αποθήκευσης και στον έλεγχο των παραδόσεων, είναι πολύ

σημαντικός παράγοντας στην αύξηση της παραγωγικότητας της ανέγερσης του κτιρίου και στην εξασφάλιση της ασφάλειας των εργαζομένων.

Επιπλέον ένας σημαντικός όγκος εργασιών συντήρησης και αξιολόγησης πραγματοποιείται ενώ το κτήριο είναι σε χρήση. Διάφορα αντικείμενα επιθεώρησης μπορούν να επισημανθούν με ετικέτες την παρακολούθηση της κατάστασης και της απόδοσής τους. Ωστόσο, η παρουσία ετικετών RFID στην επιφάνεια των δομικών στοιχείων ή των επίπλων είναι ανεπιθύμητη λόγω του ότι δεν μπορούν να κρυφτούν και φαίνονται εξωτερικά. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της RFID είναι ότι ο χρήστης δεν είναι απαραίτητο να έχει οπτική επαφή με την ετικέτα για την αναγνώριση του αντικειμένου και τη λήψη των αποθηκευμένων πληροφοριών. Οι ετικέτες μπορούν ακόμη και να τοποθετηθούν σε υλικά ή δομικά στοιχεία. Ακόμη, το περιεχόμενο των ετικετών είναι εύκολα διαχειρίσιμο λόγω του μικρού τους μεγέθους, και το γεγονός ότι είναι ελαφριές.

Πέρα από τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η RFID τεχνολογία υπάρχουν και αρκετοί περιορισμοί που οδήγησαν τους ερευνητές να διερευνήσουν νέες λύσεις που βασίζονται στο συνδυασμό RFID και άλλων τεχνολογιών. Μερικοί από αυτούς τους περιορισμούς παρουσιάζονται παρακάτω.

- Όπως είναι γνωστό, η ακρίβεια είναι ένας σημαντικός παράγοντας όταν πρόκειται για την τοποθέτηση ενός χρήστη σε μια σκηνή, αλλά η εκτίμηση πόζας μέσω συστημάτων RFID δεν είναι πραγματικά πολύ ακριβής. Για την δυσκολία αυτή έχει προταθεί μια προσέγγιση για τον εντοπισμό ρομπότ με βάση την ανίχνευση ετικετών RFID και το RSSI, παρέχοντας σφάλματα άνω των 0,3 m για τη θέση και 0,2 rad για τον προσανατολισμό. Επομένως, εάν είναι απαραίτητος ο ακριβής εντοπισμός της τοποθεσίας, το RFID πρέπει να «συνεργαστεί» με άλλες τεχνολογίες.
- Προβλήματα αναγνώρισης προκύπτουν επίσης εάν πρέπει να εντοπιστούν πολλές ετικέτες ταυτόχρονα. Στη συνέχεια, η RFID δεν είναι σε θέση να εντοπίσει με ακρίβεια και να παρέχει τη θέση των ετικετών, καθώς δεν είναι εφικτό να είναι γνωστό το συγκεκριμένο αντικείμενο από το οποίο προέρχονται οι πληροφορίες.

- Ένα άλλο μειονέκτημα της χρήσης της τεχνολογίας RFID στην κατασκευή αφορά τις παρεμβολές που δημιουργούν ορισμένα υλικά στο σήμα της τεχνολογίας RFID. Τα μέταλλα και το σκυρόδεμα μπορεί να προκαλέσουν κάποια προβλήματα κατά τη διαδικασία ανταλλαγής πληροφοριών. Για να αποφευχθούν τα προβλήματα αυτά αρκεί μια πρόσθετη επιφάνεια πρ μεταξύ της ετικέτας και του αντικειμένου. Με τον ίδιο τρόπο, μπορεί να επέλθουν προβλήματα κατά την ανάγνωση όταν οι ετικέτες περιβάλλονται από μέταλλο, όχι μόνο αν είναι κολλημένες σε μια μεταλλική επιφάνεια.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι περιορισμοί αυτοί μπορούν να βελτιωθούν ή να ξεπεραστούν με την ενσωμάτωση άλλων αισθητήρων και τεχνολογιών στη διαδικασία ελέγχου. Θα μπορούσαν επίσης να εξεταστούν αμοιβαίες ιδέες για τη χρήση της RFID ως βοηθητικής τεχνολογίας. Έτσι, η απόδοση άλλων αισθητήρων μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με τη βοήθεια αισθητήρων RFID. Τέτοιες άμεσες και αντίστροφες ιδέες θα αναφερθούν παρακάτω. Η εύκολη επικοινωνία μεταξύ διαφόρων συσκευών κάνει πιο εύκολη την πραγματοποίηση συνεργατικών εργασιών και επιτρέπει τη συλλογή περισσότερων πληροφοριών από τον χειριστή που αφορούν τις εργασίες που βρίσκονται σε εξέλιξη ή τη συντήρηση ορισμένων εξαρτημάτων. (Valero E. & Adan A., 2016)

Πλεονεκτήματα	Περιορισμοί
➤ Οι ετικέτες είναι ελαφριές και κολλάνε εύκολα	➤ Έλλειψη ακρίβειας στην τοποθέτηση
➤ Μικρές και φορετές ετικέτες	
➤ Δεν απαιτείται άμεση προβολή ετικετών	➤ Παρεμβολές με υλικά
➤ Διευκολύνει εργασίες συντήρησης και αξιολόγησης	

Πίνακας 3. Δυνατότητες και περιορισμοί της RFID στον κατασκευαστικό τομέα

2.9.2 RFID και συστήματα όρασης

Κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής μιας εγκατάστασης, πραγματοποιούνται πολλές λειτουργίες αναγνώρισης ή συντήρησης σε διαφορετικά σενάρια με διαφορετικό βαθμό δυσκολίας. Τα συστήματα όρασης μπορούν να είναι πολύ χρήσιμα σε τέτοιες περιπτώσεις. Ωστόσο, ορισμένες εργασίες ταυτοποίησης αντικειμένων μπορεί να γίνουν πολύ περίπλοκες εάν το αντικείμενο που ανιχνεύεται δεν είναι καλά ορατό λόγω των συνθηκών φωτισμού ή της απόκρυψης. Τέτοιου είδους προβλήματα μπορεί να λύσει, ο συνδυασμός αισθητήρων όρασης με την τεχνολογία RFID.

Τους τελευταίους δύο αιώνες οι κάμερες έχουν χρησιμοποιηθεί για σκοπούς καταγραφής της πραγματικότητας. Η συνεχής ανάπτυξη αυτών των συσκευών μαζί με πρόσφατους αλγόριθμους επεξεργασίας εικόνας έχουν διευκολύνει τη χρήση καμερών για εργασίες ελέγχου και επιτήρησης.

Στον τομέα των κατασκευών, εργάτες, υλικά και εργαλεία, εισέρχονται συνεχώς στα εργοτάξια, αλλά και σημαντική ποσότητα υπολειμματικών εδαφών πρέπει να αφαιρεθεί από αυτήν την περιοχή. Μερικές συσκευές ανάγνωσης RFID που έχουν πάνω τους τοποθετημένες κάμερες, είναι εγκατεστημένες στις τοποθεσίες απόρριψης και ετικέτες RFID είναι κολλημένες στο παρμπρίζ των φορτηγών προκειμένου να ελεγχθεί η σωστή κίνηση των απορριμμάτων.

Στην παραπάνω διαδικασία, οι πληροφορίες RFID καθώς και οι πληροφορίες της εικόνας υποβάλλονται σε χωριστή επεξεργασία. Ωστόσο, συνδυάζοντας τη φωτογραφία του εντοπισμένου αντικειμένου με τις πληροφορίες RFID, είναι δυνατόν να δημιουργηθεί ένα αρχείο γραφικών με ενσωματωμένα δεδομένα RFID. Έτσι, το σύστημα αποθηκεύει την αυθεντική εικόνα κάθε στοιχείου. Πιο πρόσφατα, η χρήση καμερών για τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων μέσω φωτογραμμετρικών τεχνικών ή των ακριβών clouds τρισδιάστατων σημείων που παρέχονται από συσκευές σάρωσης λέιζερ έχουν φέρει επανάσταση στην καταγραφή και την αποτύπωση κτιρίων.

Εκτός από τη φωτογραμμετρία και την τεχνολογία σάρωσης με λέιζερ, χρησιμοποιούνται συστήματα RFID, τα οποία ελέγχουν την ποσότητα και τη θέση της των εργατών, των υλικών και των εργαλείων. Δημιουργούνται μοντέλα σχεδιασμού και προϋπολογισμού για την καταγραφή της προόδου των κατασκευαστικών έργων.

Ένας σαρωτής λέιζερ χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μιας τρισδιάστατης αναπαράστασης του χώρου.

Μια πλήρης αναπαράσταση της τοποθεσίας του υπό κατασκευή κτηρίου έχει επίσης πραγματοποιηθεί μέσω σαρωτών λέιζερ και φωτογραμμετρίας. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούν να εντοπιστούν πιθανά ελαττώματα σε κατασκευαστικά εξαρτήματα. Ο σαρωτής δημιουργεί τρισδιάστατα μοντέλα τα οποία χρησιμοποιούνται για την ενημέρωση των πληροφοριών που είναι αποθηκευμένες στα σχέδια και για τη σύγκριση των μοντέλων που σχεδιάστηκαν και δημιουργήθηκαν. Για να απεικονίσουν την πρόοδο της κατασκευής σε πραγματικό χρόνο, άλλες προτάσεις αφορούν την ενσωμάτωση μοντέλων BIM και επαυξημένης πραγματικότητας. Προτείνεται τη χρήση ενός συστήματος RFID για την παρακολούθηση διαφορετικών στοιχείων. Όσον αφορά τα κτίρια στο στάδιο λειτουργίας και ανάθεσης τους, χρησιμοποιούνται τρισδιάστατοι αισθητήρες λέιζερ και RFID σε κατοικημένα σενάρια για να αποκτήσουν ένα απλό τρισδιάστατο μοντέλο της σκηνής. Ο συνδυασμός τεχνολογιών RFID και υπολογιστικής όρασης διευκολύνει σημαντικά τη δημιουργία σημασιολογικών τρισδιάστατων μοντέλων του κατοικημένου εσωτερικού χώρου. Σε αυτή την περίπτωση, διαφορετικά αντικείμενα αποτελούν μέρος του σεναρίου. Έτσι γίνεται εφικτή η τμηματοποίηση και η αναγνώριση δομικών στοιχείων του κτιρίου (τοίχοι, οροφή, δάπεδο κ.λπ.) και κομμάτια επίπλων. Τέλος, το σύστημα δημιουργεί ένα καθόλου σύνθετο τρισδιάστατο σημασιολογικό μοντέλο του εσωτερικού. (Valero E. & Adan A., 2016)

Τεχνολογία	Εφαρμογές
RGB/mono camera	Έλεγχος υπολειμμάτων εδάφους
Βίντεο/επαυξημένη πραγματικότητα	Οπτικοποίηση σε πραγματικό χρόνο
Φωτογραμμετρία	Παρακολούθηση υλικών και εργαλείων στην κατασκευή
Αισθητήρες εμβέλειας 3D	Εντοπίζει ελαττώματα στην κατασκευή BIM

2.9.3 RFID και συστήματα εντοπισμού θέσης

Στο αλλαγή της χιλιετίας, αναπτύχθηκε υλικό και λογισμικό RFID με στόχο την εκτίμηση της θέσης των ανθρώπων και των αντικειμένων μέσα στα κτίρια. Αυτές οι τεχνολογίες που βασίζονται σε συστήματα RFID έχουν αναπτυχθεί και αναβαθμιστεί με το πέρασμα των ετών με στόχο την παροχή ακριβέστερων τιμών τοποθεσίας.

Οι αρχικές λύσεις βασίζονται στην ανάλυση της ένδειξης δύναμης του σήματος (RSSI) που λαμβάνεται σε ορισμένα σημεία ελέγχου που καλύπτουν μια περιοχή ενδιαφέροντος. Έτσι, οι αναγνώστες ετικετών, που λαμβάνουν το σήμα, μπορούν να τριγωνοποιήσουν και να υπολογίσουν τη θέση των χρηστών που φορούν ετικέτες. Η εμπέλεια αυτών των συστημάτων είναι μερικές δεκάδες μέτρα.

Με στόχο τη βελτίωση της ακρίβειας των υπαρχόντων συστημάτων και την αποφυγή της προσθήκης περισσότερων αναγνωστών ετικετών, η λύση LANDMARC προτείνει την εγκατάσταση ενεργών ετικετών οργανωμένων σε μια διάταξη πλέγματος για τον εντοπισμό ενός συνόλου αντικειμένων μέσα σε μια εγκατάσταση. Με την πάροδο των ετών, έχει διεξαχθεί έρευνα για τη βελτίωση αυτού του δισδιάστατου συστήματος εντοπισμού θέσης. Έτσι, η συγχώνευση του αλγορίθμου LANDMARC με κοινούς αλγορίθμους βασισμένους στον Bayesian μπορεί να προσφέρει νέες μεθόδους με καλές επιδόσεις. Οι De Amorim Silva και Da S. Goncalves βελτίωσαν τον αλγόριθμο LANDMARC ώστε να παρέχει μια εκτίμηση δεύτερης τάξης της περιοχής όπου μπορεί να υπάρχουν αντικείμενα, χρησιμοποιώντας έναν διαφορετικό αλγόριθμο, ο οποίος βασίζεται στον αλγόριθμο LANDMARC. Τέλος, οι Khan και Antiwal επεκτείνουν την προηγούμενη πρόταση LANDMARC για την αξιολόγηση του προβλήματος τρισδιάστατης τοποθέτησης.

Όλα τα συστήματα που αναφέρθηκαν έχουν κεντρική λειτουργία. Αυτό σημαίνει ότι, για να εντοπιστεί η θέση του εκάστοτε χρήστη, είναι απαραίτητος ένας κεντρικός διακομιστής και επίσης η παροχή ενέργειας. Προκειμένου η διαδικασία αυτή να απλοποιηθεί είναι δυνατή η εγκατάσταση πολλών κόμβων beacon. Οι κόμβοι αυτοί

είναι ασύρματες συσκευές που σχετίζονται με το προγραμματισμό και αντιγράφουν μια υπογραφή που συνδέεται με το RSSI και εντοπίζουν τη θέση των μετακινούμενων αντικειμένων.

Οι πληροφορίες σχετικά με τη θέση ή ακόμα και τη στάση των ασύρματων αισθητήρων σε ένα εργοτάξιο μπορεί να είναι πολύ χρήσιμες στην πράξη. Αυτές οι πληροφορίες διευκολύνουν την αναγνώριση των υλικών που βρίσκονται στη σκηνή και την εκτίμηση της θέσης τους σε αυτήν. Ωστόσο, με στόχο τη λήψη ακριβέστερων μετρήσεων θέσης, η τεχνολογία RFID θα πρέπει να συνδυαστεί με άλλες συσκευές.

Τα τελευταία χρόνια διάφορες στρατηγικές έχουν στραφεί προς αυτόν τον στόχο. Μία από αυτές τις προσεγγίσεις συνίσταται στην ενσωμάτωση ενός συστήματος GPS με ένα σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS). Ένας χρήστης αναζητά χειροκίνητα τα αντικείμενα με ετικέτα και καταγράφει τις συντεταγμένες τους. Άλλες τεχνικές στοχεύουν στην εκτίμηση της θέσης των υλικών στο εργοτάξιο από την εγγύτητα ενός αντικειμένου σε σχέση με άλλες γνωστές τοποθεσίες ή ένα σύνολο σημείων αναφοράς. Ωστόσο, οι λύσεις GPS παρουσιάζουν ορισμένους περιορισμούς σε ορισμένα περιβάλλοντα, ειδικά όταν πρόκειται για το εσωτερικό των κτιρίων. Προκειμένου να αποφευχθούν οι περιορισμοί των συστημάτων RFID και GPS, ο συνδυασμός τεχνολογιών υπερήχων και RFID μπορεί να βελτιώσει το σύστημα εντοπισμού θέσης. Μία από τις πιο πρόσφατες δημοσιεύσεις σε αυτόν τον τομέα είναι παρουσιάζει έναν συνδυασμό τεχνολογιών RFID, GPS, PDA και GPRS. Οι συγγραφείς παρακολουθούν τις εργασίες ποτίσματος κατά την κατασκευή φραγμάτων από πετρώματα. Στα φορτηγά οχήματα που χρησιμοποιούνται στον κατασκευαστικό τομέα τοποθετούνται ετικέτες RFID με τις οποίες ανιχνεύεται η τοποθεσία τους. Κάποιοι ερευνητές προσπαθούν να δημιουργήσουν ένα καινούριο σύστημα, το οποίο θα αποτελείται από έναν αναγνώστη RFID και έναν GPS σε ένα όχημα. Με το σύστημα αυτό θα είναι δυνατή η αναγνώριση και ο εντοπισμός της τοποθεσίας διαφορετικών αντικειμένων με ενσωματωμένη ετικέτα, σε ένα μεγάλο εργοτάξιο. Στη συνέχεια εισάγεται η οριακή συνθήκη και η έννοια της τριμερούς στροφής ως περιορισμός και ενσωματώνει το GPS με συσκευές RFID με στόχο την αναζήτηση αντικειμένων με ετικέτα σε ένα πραγματικό τρισδιάστατο σενάριο. Η μέθοδος αυτή θα μπορούσε μελλοντικά να κάνει πιο ακριβές τον εντοπισμό των RFID σε εξωτερικούς χώρους.

Ο εντοπισμός ανθρώπων και αντικειμένων σε κατοικημένους εσωτερικούς χώρους καθώς και η δημιουργία ενός χάρτη περιβάλλοντος είναι δύο από τις προαναφερθείσες χρήσεις. Με τη βοήθεια της τεχνολογίας αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας, αρκετοί ακαδημαϊκοί εργάζονται για την επίλυση ζητημάτων με την ανίχνευση τοποθεσίας εσωτερικού χώρου (ILS) τα τελευταία χρόνια.

Το στοιχείο του οποίου η θέση υπολογίζεται περιστασιακά μοιάζει με κινητό ρομπότ. Αυτόνομα κινητά ρομπότ χρησιμοποιούνται τώρα στην κατασκευή. Τα αυτόνομα ρομπότ συνήθως μεταφέρουν υλικά από τη μια τοποθεσία στην άλλη, επομένως πρέπει να είναι γνωστή η θέση τους μέσα στη σκηνή. Η σχετική θέση μιας κινητής συσκευής μπορεί να προσδιοριστεί τοποθετώντας διάφορες ετικέτες σε μια κατοικημένη περιοχή και εξοπλίζοντας το ρομπότ με μια κεραία RFID. Επιπλέον, εάν το ρομπότ διαθέτει σαρωτή λέιζερ, μπορεί να γίνει μια διαδικασία χαρτογράφησης 2D/3D. Ένα πρόσφατο άρθρο σε αυτό το πεδίο μελέτης αναφέρει πως ο αγωγός που περιγράφεται σε αυτήν χρησιμοποιεί δεδομένα επίγεια σάρωσης λέιζερ (TLS) για τη δημιουργία σημασιολογικών τρισδιάστατων μοντέλων, εξοπλισμένων εσωτερικών χώρων, γραφείων και κατοικιών. Τα μοντέλα Boundary Representation (B-Rep) χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία της φυσικής δομής των δωματίων, συμπεριλαμβανομένων του δαπέδου, της οροφής και των τοίχων με ανοίγματα παραθύρων και θυρών. Η στρατηγική συνδυάζει την τεχνολογία RFID για τα έπιπλα. Ενώ εκτελείται η σάρωση με λέιζερ, εντοπίζονται οι ετικέτες που είναι τοποθετημένες στα έπιπλα. (Valero E. & Adan A., 2016)

2.9.4 RFID και μικροϋπολογιστές

Οι άνθρωποι συχνά απαιτούν διασύνδεση με συστήματα RFID, κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την απαίτηση της χρήσης ορισμένων gadget για την επικοινωνία, που λειτουργούν με RFID με μεγάλη εμβέλεια. Αυτή η ανάγκη έχει προκύψει προκειμένου ο κόσμος να κάνει μελλοντικά πιο εύκολες τις καθημερινές του διαδικασίες κυρίως της εργασίας του. Σε αρκετά μεγάλο βαθμό, χρησιμοποιούνται ασύρματες συσκευές όπως οι Personal Digital Assistants (PDAs). Αυτός ο συνδυασμός

διαφορετικών τεχνολογιών χρησιμοποιείται ανά τον κόσμο σε όλη τη διαδικασία που ένα κτήριο είναι κτισμένο, χρησιμοποιείται και συντηρείται.

Πριν από την έναρξη της διαδικασίας κατασκευής, ιδιαίτερα κατά την κατασκευή προκατασκευασμένων εξαρτημάτων από σκυρόδεμα, οι τεχνολογίες RFID και PDA εφαρμόζονται με επιτυχία κάνοντας την κατασκευή των κτηρίων να μοιάζει ολοένα και πιο εύκολη. Οι εργάτες παρακολουθούν τις εργασίες εξέτασης στα εργαστήρια δοκιμών και δημιουργούν μια συμπαγή συλλογή δεδομένων. Όταν κατασκευάζονται τα στοιχεία, ελέγχεται παράλληλα και η διαχείρισή τους. Ως εκ τούτου, οι πληροφορίες που σχετίζονται με την απογραφή ή τη διαδικασία μεταφοράς μπορούν να μεταδοθούν και να κοινοποιηθούν στο κεντρικό γραφείο διαχείρισης ή στη ζώνη κατασκευής με σκοπό να υπάρχει η κατάλληλη ενημέρωση σε όλους τους υπαλλήλους του κάθε τομέα της εργασίας κατασκευής. Αφού κατοικηθεί το κτίριο, υπάρχουν πολλά εξαρτήματα που απαιτούν δραστηριότητες συντήρησης.

Αυτά τα στοιχεία μπορεί να αποτελούν μέρος της αρχιτεκτονικής του κτιρίου ή της συσκευής. Με την τοποθέτηση ετικετών RFID σε αυτά τα μέρη, το προσωπικό μπορεί να τροποποιήσει τα δεδομένα που συνδέονται με τα στοιχεία που απαιτούν επισκευή ή επιθεώρηση στην κατασκευή και να ενημερώσουν τους αρμόδιους. Έτσι, μπορεί να δημιουργηθεί ένα σχέδιο προγραμματισμού για τον συντονισμό των διαφόρων δραστηριοτήτων συντήρησης. Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια, η κατασκευή νέων κτιρίων έχει μειωθεί προς όφελος της αναμόρφωσης των υφιστάμενων εγκαταστάσεων. Δίνεται έμφαση στην συντήρηση των ήδη υπαρχόντων κτιρίων παλαιών αλλά και νεότερων, παρά στην κατασκευή νέων οικοδομημάτων. Αυτά είναι γνωστά ως Open Buildings. Αυτό το εργαλείο είναι ικανό να βοηθήσει τους σχεδιαστές και τους μηχανικούς να επανεξετάσουν και να ανακατασκευάσουν τα εξαρτήματα του κτιρίου. Είναι σημαντικό να μπορεί να παρακολουθείται συνεχώς το εκάστοτε κτήριο μέσω του RFID και να αποφευχθούν τυχόν καταστροφές σε κτίρια. Οι Shiau et al. προτείνουν ένα PDA για τη μετάδοση κρίσιμων πληροφοριών του κτιρίου στο υπεύθυνο προσωπικό του αρμόδιου τμήματος.

Σύμφωνα με το άρθρο που παρέθεσαν οι Shiau et al., ένα PDA χρησιμοποιείται για τη μετάδοση βασικών λεπτομερειών μιας κατάστασης έκτακτης ανάγκης πυρκαγιάς, επιτρέποντας ενδεχομένως πιο έγκαιρες επιχειρήσεις διάσωσης. Η χρήση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική, ειδικά σε χώρες που είναι πιο ευάλωτες στις πυρκαγιές,

καθώς με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η αποφυγή μεγάλων καταστροφών. (Valero E. & Adan A., 2016)

2.9.5 RFID και ενσωμάτωση λογισμικού

Στον τομέα των κατασκευών τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο χρησιμοποιείται ειδικό λογισμικό σχεδιασμού με την βοήθεια υπολογιστή (CAD), πράγμα το οποίο έχει κάνει πολύ πιο εύκολη και πιο αντιληπτή την αναπαράσταση της πραγματικότητας. Τις τελευταίες δεκαετίες, τα παραδοσιακά σχεδιαγράμματα έχουν αντικατασταθεί από πιο οπτικές και πολύχρωμες αναπαραστάσεις. Αυτά τα νέα τρισδιάστατα σχέδια περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με την εξέλιξη των έργων κατά τη διαδικασία κατασκευής, με αποτέλεσμα τα 4D μοντέλα (3D με την πάροδο του χρόνου). Στις επόμενες παραγράφους αναλύεται η συμβολή των συστημάτων RFID στην εξέλιξη αυτή.

Σε γενικές γραμμές, το RFID μπορεί να αποθηκεύει μικρή ποσότητα δεδομένων. Αυτές οι πληροφορίες είναι δυνατόν να κυμαίνονται από μερικά byte έως και αρκετές εκατοντάδες kbyte όταν αναφερόμαστε σε πιο εξελιγμένες συσκευές. Προκειμένου να αξιοποιηθεί κατάλληλα ο χώρος αυτός αρκετά εργαλεία λογισμικού και συγκεκριμένες εξελίξεις διάφορων τεχνολογιών ενσωματώνονται στα συστήματα RFID. Σε αυτή την ενότητα, παρουσιάζονται μερικά παραδείγματα συνδυασμού RFID και λογισμικού.

Συνήθως, οι πληροφορίες RFID συνδυάζονται με πληροφορίες διαφορετικού κλάδου προκειμένου να επεκταθούν και να γίνει εφικτή η διαχείριση των εργοταξίων σε πραγματικό χρόνο. Ένα παράδειγμα του συνδυασμού αυτού είναι η δημιουργία βάσεων δεδομένων στις οποίες τα δεδομένα που παράγονται από την RFID τεχνολογία συνδυάζονται με πληροφορίες CAD και φτιάχνεται ένα σύστημα εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο. Στην κάθε εργασία, πληροφορίες που σχετίζονται με υλικά, αποθηκεύονται σε ετικέτες RFID και προστίθενται σε μοντέλα 3D CAD. Γνωστά λογισμικά όπως το AutoCAD, το Microstation και το PHIDIAS, χρησιμοποιούνται επίσης για την ενημέρωση των πληροφοριών και των σχεδίων της εργασίας.

Το σύστημα RFID μπορεί να διαβάζει και να μεταδίδει πληροφορίες σχετικά με το υλικό, καθώς και να παρέχει τη θέση του επόπτη ο οποίος παράλληλα κάνει

παρατηρήσεις σχετικά με τις εποικοδομητικές δραστηριότητες του σεναρίου. Οι χρήστες μπορούν επίσης να στέλνουν φωτογραφίες του χώρου. Όλες οι πληροφορίες αποτυπώνονται στο μοντέλο CAD. Οι απαιτήσεις άριστης ποιότητας όσο αφορά τα κατασκευαστικά έργα είναι πολύ σημαντικός παράγοντας που λαμβάνεται υπόψιν. Είναι πολύ σημαντικό να σημειωθεί ότι ο εντοπισμός ελαττωματικών υλικών ή κάποιων αστοχιών στα υλικά που συμβάλλουν στην κατασκευή ενός κτηρίου είναι ένα ουσιαστικό ζήτημα, διότι έχει ως αποτέλεσμα σημαντικό οικονομικό αντίκτυπο. Τα περισσότερα ελαττώματα που αφορούν τα υλικά σχετίζονται με το εργατικό δυναμικό αλλά και την αναποτελεσματική εποπτεία αυτών όσο αφορά την εποικοδομητική διαδικασία. Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων μπορούν να συνδυαστούν διαφορετικές σύγχρονες τεχνολογίες.

Τέλος, αδιαμφισβήτητα ο κατασκευαστικός τομέας μπορεί να αναπτυχθεί σημαντικά, καθώς και να ξεπεράσει προβλήματα που προκύπτουν σε αυτόν με το συνδυασμό του RFID με διαφορετικές τεχνολογίες. Μερικοί από αυτούς θα αναλυθούν παρακάτω.

- **Ασύρματες συσκευές**

Ένας από τους πιο ενεργούς και εν εξελίξει τομείς έρευνας είναι η ενοποίηση RFID με προσωπικούς ψηφιακούς βοηθούς και άλλες ασύρματες συσκευές, όπως για παράδειγμα τα PDA που αναφέρθηκαν παραπάνω. Λόγω της αυξανόμενης αγοράς και των μειωμένων τιμών αυτών των συσκευών, τέτοια ολοκληρωμένα συστήματα προβλέπεται να χρησιμοποιούνται ευρέως στον κατασκευαστικό κλάδο στο μέλλον και διευκολύνοντας το εργατικό δυναμικό και δημιουργώντας αυξημένη παραγωγικότητα.

- **Ανακαίνιση κτιρίου**

Τα τελευταία αποτελέσματα που επέφερε η «φούσκα» των ακινήτων σε ορισμένες χώρες ώθησε πολλούς κατασκευαστές να δώσουν την προσοχή τους στην καλή συντήρηση των κτιρίων παρά στην κατασκευή νέων. Προκειμένου να έχει επιτυχία το σχέδιο αυτό θα πρέπει να γίνεται συστηματικός έλεγχος κάποιων ιδιοτήτων που συνδέονται με απαραίτητα κατασκευαστικά στοιχεία, όπως είναι δοκοί ή

συστήματα σωληνώσεων. Προκειμένου να υπάρξει μελλοντική ανάπτυξη στον κατασκευαστικό τομέα, θα πρέπει οι ειδικοί να λάβουν σοβαρά υπόψιν τους την ιδέα των Ανοιχτών Κτιρίων. Αυτή η φιλοσοφία αρχιτεκτονικής περιλαμβάνει τη χρησιμοποίηση δομικών στοιχείων τα οποία είναι μεταβαλλόμενα και είναι εφικτό με τη βοήθεια των στοιχείων αυτών να ενισχυθεί η ευελιξία των κτιρίων και να μειωθούν οι πόροι που δαπανούνται για την συντήρηση αυτών. Το σενάριο της συντήρησης των ήδη υπάρχοντων κτιρίων και όχι η δημιουργία νέων απασχολεί όλο και περισσότερο τους ειδικούς με αποτέλεσμα να βρίσκουν μεγάλο ενδιαφέρον στην ένωση συστημάτων όρασης και χημικών αισθητήρων.

ο **Μοντέλα Πληροφοριών Κτιρίου (BIM)**

Η ενσωμάτωση φυσικών και λειτουργικών παραμέτρων στα τρισδιάστατα μοντέλα εγκαταστάσεων έχει βελτιώσει σημαντικά την προοδευτική αξιολόγηση των κτιρίων, από τη σύλληψη της κατασκευής τους έως τη λειτουργία και τη συντήρηση. Η τεχνολογία RFID έχει πρόσφατα χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία πιο ακριβών και ολοκληρωμένων μοντέλων BIM, με αποτέλεσμα οι πληροφορίες που εξάγονται για το κάθε κτίριο να είναι πιο λεπτομερές ώστε να προσδίδουν αποτελεσματικότητα και παραγωγικότητα στις διαδικασίες που προαναφέρθηκαν. Ειδικά, έχει χρησιμοποιηθεί για εργασίες εντοπισμού θέσης, όπως η τοποθεσία σε πραγματικό χρόνο και η παρακολούθηση των χρηστών σε μοντέλα BIM.

ο **Ασφάλεια**

Ένας άλλος καθοριστικός παράγοντας που πρέπει να βελτιωθεί στην κατασκευή είναι η ασφάλεια. Αν και υπάρχουν κάποιες εργασίες που σχετίζονται με τη βοήθεια σε πυρκαγιές, αυτό το πρόβλημα δεν έχει ακόμη αντιμετωπιστεί επαρκώς. Ιδιαίτερα σημαντικό είναι να γίνει γνωστό και να εκμεταλλευτεί από τους κατάλληλους ανθρώπους το γεγονός ότι οι υπέρυθρες κάμερες συνδυαζόμενες με τις ετικέτες RFID μπορούν να εντοπίσουν άμεσα τον λόγο από τον οποίο προήλθε η πυρκαγιά σε ένα κτίριο καθώς και το σημείο από όπου ξεκίνησε.

ο Πρόληψη

Όσο αφορά την πρόληψη είναι σημαντικό να περιλαμβάνει των έλεγχο των εύθραυστων δομικών στοιχείων καθώς και αυτών που αποτελούν ένα κτίριο και δεν είναι ορατά. Αρκετά συστατικά μιας εγκατάστασης είναι θαμμένα ή ενσωματωμένα σε τοίχους, όπως για παράδειγμα οι σωλήνες ή τα ηλεκτρικά κυκλώματα. Αυτά τα αντικείμενα είναι σημαντικό να ελέγχονται σε τακτικά χρονικά διαστήματα από το προσωπικό συντήρησης. Προκειμένου η διαδικασία αυτή να γίνει πιο εύκολη και λιγότερο χρονοβόρα για τον εκάστοτε χειριστή είναι σημαντικό να εισαχθούν ετικέτες RFID στα στοιχεία αυτά. Μια περιοδική αναθεώρηση θα μπορούσε να αποτρέψει και να αποφύγει μεγάλο μέρος των ατυχημάτων που συμβαίνουν στις μέρες μας στα κτίριά μας. (Valero E. & Adan A., 2016)

3.RFID και Εφοδιαστική αλυσίδα της μόδας

Απο τα πιο παλιά χρόνια έως και την σημερινή εποχή, πολλές από τις μάρκες που ασχολούνται με τη μόδα εκτελούν όλες της διαδικασίες των καθημερινών εργασιών τους στην εφοδιαστική αλυσίδα χειροκίνητα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι απαραίτητες πληροφορίες που μεταδίδονται πολλές φορές δεν είναι ακριβής και μεταδίδονται με αρκετή καθυστέρηση, κάτι το οποίο δεν βοηθάει ιδιαίτερα των έλεγχο των καθημερινών διαδικασιών. Με την ένταξη της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα της μόδας θα είναι δυνατόν να παρέχονται ενημερωμένες και ακριβείς πληροφορίες κατα την διάρκεια όλων των εργασιών, πράγμα το οποίο φαίνεται να είναι η λύση για την αποτελεσματική διαχείριση ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η αλυσίδα εφοδιασμού μόδας έχει κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που χρήζουν μεγάλης προσοχής προκειμένου να επιτευχθεί η σωστή λειτουργία της. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι είναι η μεγάλη διαφοροποίηση των προϊόντων, ο σύντομο κύκλος ζωής αυτών, καταναλωτική ζήτηση η οποία ποτέ δεν είναι σταθερή, το χαμηλό κόστος προϊόντος, το υψηλό επίπεδο αντίκτυπου αγοράς, το γεγονός ότι δεν μπορεί να υπάρχει εύκολα πρόβλεψη στον κλάδο αυτό και η υψηλή

ζήτηση για ποιότητα. Για να γίνει μια επωνυμία μόδας ανταγωνιστική στην παγκόσμια αγορά, θα πρέπει τόσο οι κατασκευαστές μόδας όσο και οι έμποροι λιανικής να επικεντρωθούν στο να δημιουργήσουν πρωτότυπα προϊόντα και καινούριες αποτελεσματικές διαδικασίες σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού. Το κέντρο ενδιαφέροντος πολλών επωνυμιών μόδας βρίσκεται στις ακόλουθες τακτικές : (1) υιοθέτηση βιώσιμων ακατέργαστων υλικών προϊόντων, τα οποία προέρχονται από φυσικούς πόρους και είναι βιοαποδομήσιμα, (2) ανακύκλωση πλαστικών σε υφάσματα και (3) η υιοθεσία του αυτοματισμού και της εφαρμογής της τεχνολογίας όπως το RFID.

Η υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID από την εφοδιαστική αλυσίδα της μόδας ή σε οποιαδήποτε άλλη αλυσίδα εφοδιασμού μπορεί να επιφέρει πολλά πλεονεκτήματα στην επιχείρηση όπως είναι, η εύκολη διαχείριση υλικών, αποτελεσματικός έλεγχος του αποθέματος, η του αναπλήρωση αποθέματος, η αποτροπή κλοπής, η ιχνηλάτηση των προϊόντων και η αποτελεσματική διαχείριση του merchandising στα καταστήματα λιανικής. Η RFID είναι σημαντικό να επισημανθεί πως είναι μια τεχνολογία ανέπαφη. Μπορεί να εντοπίσει την τοποθεσία του προϊόντος και να δημιουργήσει δεδομένα χωρίς να είναι απαραίτητη η ανθρώπινη παρέμβαση. Το χαρακτηριστικό αυτό έχει επιτρέψει την ευρεία υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID στην αλυσίδα εφοδιασμού πολλών κλάδων συμπεριλαμβανομένης της μόδας.

3.1 Χρήση RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα της μόδας

Τα ρούχα που πουλάει κάθε επιχείρηση, κατασκευάζονται σε διάφορα μικρές, μεσαίες και μεγάλες επιχειρήσεις στις αναπτυσσόμενες χώρες. Αφού τοποθετηθούν σε κούτες στα λιμάνια προέλευσης μεταφέρονται στο λιμάνι προορισμού μέσω πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Τα ενδύματα μεταφέρονται πρώτα από το φορτηγό στο λιμάνι, ξεφορτώνονται από τα φορτηγά και φυλάσσονται δίπλα στο πλοίο. Στη συνέχεια, οι κούτες με τα ρούχα φορτώνονται στα container. Τα container στη συνέχεια φορτώνονται στο πλοίο και μεταφέρονται στο λιμάνι του προορισμού. Μετά την άφιξη του πλοίου στο λιμάνι προορισμού, τα ενδύματα μεταφέρονται το κέντρο διανομής (distribution center) της μάρκας μόδας. Το κέντρο διανομής

λειτουργεί ως αποθήκη για πολλά καταστήματα λιανικής μετά από απαίτηση των ίδιων και απο εκεί οι κούτες με τα ρούχα παραδίδονται στο εκάστοτε κατάστημα. Σε αρκετές χώρες, η διαχείριση της διαδικασίας Logistics όσο αφορά την τήρηση των αρχείων γίνεται με χειροκίνητες μεθόδους. Οι παρακάτω όροι και προϋποθέσεις των εξαγωγών διεκπεραιώνονται επίσης χειροκίνητα πράγμα το οποίο επιφέρει μεγάλη απώλεια χρόνου, το Ex-Works (EXW), free-on-board (FOB) ή κόστος, ασφάλιση και ναύλο (CIF). Με την τεχνολογία RFID είναι δυνατή η μείωση του χρόνου που δαπανάται και η αύξηση της ακρίβειας.

Η τεχνολογία RFID μπορεί να αυξήσει την ακρίβεια των διαθέσιμων πληροφοριών που παρέχονται κατά τη διάρκεια των ενεργειών της εφοδιαστικής αλυσίδας σε οποιοδήποτε στάδιο. Παρακάτω θα αναλυθούν ορισμένα σημεία στα οποία η RFID μπορεί να συμβάλει δραστικά για την βελτίωσή τους.

- **Μεγάλη ποικιλία προϊόντων**

Στα προϊόντα στον τομέα της μόδας υπάρχει τόσο μεγάλη ποικιλία σε αυτά, που είναι αρκετά δύσκολο να υπάρξουν προϊόντα μοναδικά ώστε να ξεχωρίζουν από το σύνολο. Οι ποικιλίες περιλαμβάνουν παραλλαγές μεγέθους, παραλλαγές στυλ, παραλλαγές χρώματος και υλικού. Με την βοήθεια του RFID μπορεί να προσδιοριστεί η μοναδικότητα κάθε ρούχου.

- **Σύντομος κύκλος μόδας**

Καθώς η πρόσφατη τάση οδηγεί προς τη γρήγορη μόδα, ο κύκλος του κάθε προϊόντος γίνεται μικρότερος. Ως εκ τούτου, η διατήρηση της ακρίβειας για τα στοιχεία πωλήσεων ή αποθεμάτων είναι απαραίτητα. Οι ετικέτες RFID μπορούν να παρέχουν δεδομένα είτε για προϊόντα των οποίων οι ποσότητες κυλούν γρήγορα έχουν αρκετή ζήτηση δηλαδή, είτε για κωδικούς που κινούνται πιο αργά. Αυτό θα δώσει τη δυνατότητα στους διαχειριστές του τομέα της εμπορευματοποίησης να αποφασίσουν ποια προϊόντα θα ανανεώσουν και σε ποια θα μειώσουν την τιμή.

- **Έγκαιρη άφιξη στο λιανικό εμπόριο**

Ένα πολύ σημαντικό σημείο από την πλευρά του λιανοπωλητή είναι η άμεση άφιξη των ενδυμάτων καθώς όπως είπαμε ο κύκλος της μόδας είναι πολύ σύντομος και μια αργοπορημένη άφιξη των προϊόντων για την επιχείρηση θα μπορούσε να έχει πολύ αρνητικά αποτελέσματα. Οι RFID ετικέτες έχουν την ικανότητα να παρακολουθούν και να εντοπίζουν εμπορεύματα της μόδας προκειμένου να συντονίσουν πολλές δραστηριότητες κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού για την έγκαιρη άφιξη.

- **Αυξημένη ορατότητα**

Η τεχνολογία RFID μπορεί να λάβει από τους προμηθευτές ακριβείς πληροφορίες. Εάν οι ετικέτες έχουν ενσωματωθεί στην αρχή του σταδίου της παραγωγής, άλλα μέλη της αλυσίδας εφοδιασμού μπορούν επίσης να χρησιμοποιήσουν τις πληροφορίες που λαμβάνουν από τις ετικέτες αυτές για να ενημερώσουν τους καταλόγους προϊόντων και τα φυλλάδια τους εκ των προτέρων. Οι πληροφορίες μπορούν χρησιμοποιηθούν επίσης για να αποφευχθεί οποιαδήποτε σφάλμα στις διαδικασίες της αλυσίδας εφοδιασμού.

- **Βελτίωση της απόδοσης και ακρίβειας**

Η εφαρμογή του RFID καταργεί τη χειροκίνητη διαδικασία σάρωσης και την κάνει περισσότερο αυτοματοποιημένη πράγμα που αυξάνει την αποτελεσματικότητα. Ομοίως, η τεχνολογία RFID μειώνει σημαντικά τις πιθανότητες συρρίκνωσης, δηλαδή της μείωσης τζίρου και παραγωγικότητας στις διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας, αντίθετα όμως αυξάνει την ακρίβεια της απογραφής. (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

3.2 Εφαρμογές της RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα της μόδας

3.2.1 Διαχείριση αποθήκης

Μια αποθήκη σε μια αλυσίδα εφοδιασμού μόδας λαμβάνει αγαθά, επαληθεύει τη φυσική ποσότητα, αποθηκεύει αγαθά ή εκτελεί cross-docking, εκτελεί δραστηριότητες πρόσθετης αξίας και εκδίδει αγαθά για μεταφορά στους πελάτες.

Κατά την αλυσίδα εφοδιασμού της μόδας, οι λειτουργίες που παρέχει μια αποθήκη τις χρησιμοποιούν κυρίως οι παραγωγοί, εταιρείες που παρέχουν υπηρεσίες Logistics σε άλλες επιχειρήσεις που δεν έχουν την δυνατότητα να διαχειριστούν τον τομέα αυτό μόνοι τους και είναι γνωστοί ως Logistics service providers-LSP και οι λιανοπωλητές. Οι παραγωγοί αξιοποιούν τον χώρο της αποθήκης για να φυλάξουν τις πρώτες ύλες και τα τελικά προϊόντα. Οι LSP παραλαμβάνουν τα αγαθά από το λιμάνι και χρησιμοποιούν τις αποθήκες τους ή τις υπηρεσίες αποθήκευσης που βρίσκονται κοντά στο λιμάνι για προσωρινή αποθήκευση για χάρη των κατόχων της εταιρείας. Τέλος, οι έμποροι λιανικής χρησιμοποιούν τις αποθήκες ή τα κέντρα διανομής για τη συλλογή των προϊόντων μόδας. Σε κάθε περίπτωση αποθήκευσης, η τεχνολογία RFID εφαρμόζεται όλο και πιο πολύ για την αυτοματοποίηση των εργασιών της αποθήκης αντικαθιστώντας σταδιακά τις χειρωνακτικές εργασίες, με αποτέλεσμα να γίνονται πιο γρήγορα. Οι στόχοι της χρήσης RFID στις αποθήκες είναι:

- Η ελαχιστοποίηση του κόστους αποθήκευσης του αποθέματος της μόδας.
- Να μειωθεί ο χρόνος που απαιτείται για την επιθεώρηση, αποθήκευση και έκδοση εμπορευμάτων από την αποθήκη.
- Να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα της χρήσης του χώρου αποθήκης.
- Να βελτιώσει την εξυπηρέτηση πελατών αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα και την ακρίβεια.

Καθώς το κόστος των ετικετών RFID όλο και μειώνεται λόγω της αύξησης της εφαρμογής τους, η τεχνολογία RFID θα γίνει βασικός άξονας στην αποθήκευση των προϊόντων μόδας. Όσες χειροκίνητες λειτουργίες αντικαθίστανται με την αυτοματοποίηση που επιτυγχάνεται στην αποθήκευση, το κόστος εργασίας θα μειωθεί περαιτέρω. Σε μια οικονομία αυξανόμενου κόστους εργασίας, η RFID μπορεί να μειώσει το κόστος λειτουργίας. Επιπλέον, η ακρίβεια του φυσικού όγκου και της αναγνώρισης τοποθεσίας αυξάνεται με το RFID, γεγονός που μπορεί να μειώσει το χρόνο της επιπλέον επεξεργασίας ή τον εντοπισμό των εμπορευμάτων στην αποθήκη. Παλιά το εργατικό δυναμικό κάθε αποθήκης έπρεπε να βρει τα δεδομένα που υπάρχουν σε αυτή και να τα αναλύσει για να μπορέσουν να εκτελεστούν οι κατάλληλες εργασίες. Πλέον με την τεχνολογία RFID τα δεδομένα επεξεργάζονται αυτόματα σε λίγα μόνο λεπτά, πράγμα το οποίο μειώνει σημαντικά τον συνολικό χρόνο εκτέλεσης των διαδικασιών. Οι πληροφορίες που περιέχονται στις RFID

ετικέτες μπορούν να «διαβαστούν» σε οποιοδήποτε σημείο της αποθήκης και αν υπάρχουν με αποτέλεσμα η λήψη αποφάσεων στη διαδικασία της αλυσίδας εφοδιασμού μόδας γίνεται όλο και πιο απλή. Με το RFID ακόμα αυξάνεται η ακρίβεια εντοπισμού των φυσικών πόρων δηλαδή τα αγαθά και τα περιουσιακά στοιχεία της επιχείρησης, όπως τα ρούχα, τα περονοφόρα, τα ανυψωτικά και κοντέινερ). Τα δεδομένα που παρέχονται από τις ετικέτες RFID μπορούν να ενωθούν με ένα λογισμικό προγραμματισμού, προκειμένου να βελτιωθεί ο σχεδιασμός των αποθεμάτων και η χρήση περιουσιακών στοιχείων εταιρείας. (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

3.2.2 Παραλαβή και ταξινόμηση παραγγελιών

Η διαδικασία παραλαβής περιλαμβάνει την άφιξη των εμπορευμάτων στην αποθήκη. Μια αποθήκη που αλυσίδας ρούχων ασχολείται με προϊόντα όπως υφάσματα και αξεσουάρ. Μόλις τα εμπορεύματα φτάσουν στην αποθήκη, ελέγχονται ως προς το είδος και την ποσότητά τους προκειμένου να επαληθευτούν μέσω της φορτωτικής. Με τον έλεγχο αυτό μπορούν να βρεθούν διαφορές στις ποσότητες καθώς και ελαττωματικά προϊόντα, τα οποία γίνονται γνωστά κατευθείαν στον προμηθευτή και τα αντίστοιχα στοιχεία εισάγονται σύστημα διαχείρισης αποθήκης (WMS). Σύμφωνα με τις οδηγίες που έχει η κάθε αποθήκη, τα εμπορεύματα πρέπει να ταξινομηθούν με βάση με το είδος και τον προορισμό τους. Για πιο εύκολο διαχωρισμό των εμπορευμάτων τοποθετείται στο κάθε ένα μια μονάδα διατήρησης αποθεμάτων (SKU), που είναι ουσιαστικά μια ετικέτα με γραμμωτό κώδικα. Έπειτα τα εμπορεύματα τοποθετούνται σε συγκεκριμένους χώρους στην αποθήκη και φυλάσσονται. Η παραδοσιακή διαδικασία εκτέλεσης των παραπάνω δραστηριοτήτων περιλαμβάνει χειρωνακτική εργασία, η οποία είναι εντατική και χρονοβόρα. Από την άλλη μεριά με τη βοήθεια της τεχνολογίας RFID η παραπάνω διαδικασία γίνεται ιδιαίτερα απλή. Η πραγματική ποσότητα των εμπορευμάτων που παραλήφθηκαν στην αποθήκη καθώς και τα στοιχεία του κάθε προϊόντος ενημερώνονται αυτόματα από τις ετικέτες RFID με αποτέλεσμα η διαδικασία σάρωσης του κάθε barcode να καταργείται και να εξοικονομείται χρόνος και επίτευξη της ακρίβειας και της αποτελεσματικότητας. Μια ακόμη εργασία που γινόταν χειρωνακτικά καταργείται,

αυτή της τοποθέτησης διαφορετικού barcode σε κάθε είδος για την αναγνώρισή τους μέσα στην αποθήκη καθώς και η κατανομή αριθμού SKU. Οι πληροφορίες των εμπορευμάτων μπορούν πλέον να επεξεργαστούν στις ετικέτες RFID. Ακόμη σημαντικό είναι ότι με τις ετικέτες αυτές μπορούν εύκολα να εντοπιστούν οι παρτίδες που περιλαμβάνουν κατεστραμμένα ή ελαττωματικά εμπορεύματα. Κατά την διάρκεια του ελέγχου των αγαθών, οι πληροφορίες της παρτίδας που έχουν υποστεί ζημιά ενημερώνονται αυτόματα στις ετικέτες RFID. Η πληροφορία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανά πάσα στιγμή που είναι αναγκαίο κατά τη διαδικασία οποιουδήποτε σταδίου της εφοδιαστικής αλυσίδας. (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

3.2.3 Αποθήκευση

Κατά την διαδικασία της αποθήκευσης μοιράζονται τα SKU στα αγαθά και μεταφέρονται σε συγκεκριμένους χώρους αποθήκευσης είτε με αυτόματο σύστημα μεταφοράς υλικών είτε χειροκίνητα. Στον κλάδο της μόδας η αποθήκευση είναι λίγο ιδιαίτερη καθώς τα είδη μόδας όπως τα παλτά και τα μπουφάν πρέπει να μεταφέρονται σε κρεμάστρες. Για των λόγω αυτό πολλές από τις αποθήκες που ασχολούνται με τα ρούχα έχουν εγκαταστήσει συστήματα μεταφοράς κρεμάστρας, τα οποία μπορούν να μεταφέρουν τα εμπορεύματα στους ειδικούς χώρους που φυλάσσονται τα κρεμαστά ρούχα. Τα περισσότερα ρούχα όμως αποθηκεύονται στα κουτιά όπως μεταφέρονται από το εργοστάσιο, τα οποία διαχειρίζονται από αυτόματα συστήματα μεταφοράς. Η χρήση της τεχνολογίας RFID μπορεί να συντονίσει καλύτερα τη διαδικασία αποθήκευσης, δηλαδή να κάνει πιο εύκολο τον εντοπισμό της τοποθεσίας κάθε είδους καθώς και τις συνθήκες αποθήκευσης. Οι RFID ετικέτες βοηθούν το άτομο που ασχολείται με τον χώρο αποθήκευσης ή τον χειριστή του περνοφόρου οχήματος προκειμένου να λάβουν τις απαραίτητες πληροφορίες ώστε να αποθηκεύσουν με ακρίβεια τα προϊόντα. Τέλος, σημαντικό να αναφερθεί είναι ότι οι ετικέτες RFID αυτόματα διαβάζουν τα προϊόντα όταν εισέρχονται στην αποθήκη και το απόθεμα ενημερώνεται άμεσα. (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

3.2.4 Cross-docking

«Στον κλάδο των *logistics*, το *cross-docking* είναι η πρακτική εκφόρτωσης εισερχόμενων αποστολών από εισερχόμενο ρυμουλκούμενο, φορτηγό ή σιδηροδρομικό εμπορευματοκιβώτιο και επαναφόρτωσή τους απευθείας στα εξερχόμενα ρυμουλκούμενα, φορτηγά ή σιδηροδρομικά βαγόνια, με μικρή ή καθόλου αποθήκευση ενδιάμεσα» (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019). Η διαδικασία αυτή συμβαίνει για τους παρακάτω λόγους.

- Όταν πρόκειται για συνδυασμένη μεταφορά και χρειάζεται να γίνει αλλαγή του μεταφορικού μέσου.
- Για να διαμορφωθούν κατάλληλα τα αγαθά που έχουν διαφορετικούς προορισμούς.
- Τέλος, για να μπορούν να συνδυάζονται υλικά από διαφορετική προέλευση στα μεταφορικά οχήματα (ή εμπορευματοκιβώτια) που έχουν ίδιους ή κοντινούς προορισμούς.

Το *cross-docking* είναι ένα σημαντικό κομμάτι στα *logistics* της μόδας, καθώς εξοικονομεί χρόνο, μειώνει τον όγκο του χειρισμού των υλικών και οι καταναλωτές παραλαμβάνουν το προϊόν στην ώρα του. Ακόμα και σε αυτή τη διαδικασία η χρήση της τεχνολογίας RFID είναι ιδιαίτερα πολύτιμη, αφού τα εμπορεύματα μόδας μόλις γίνουν εισαγωγή στην αποθήκη ενημερώνονται αυτόματα και έτσι ο τελικός τους προορισμός μπορεί εύκολα να ανιχνευτεί από τις ετικέτες, με αποτέλεσμα η διαδικασία μεταφορά να γίνεται γρηγορότερα και με μεγαλύτερη ακρίβεια. Ως εκ τούτου, αυτά τα αγαθά ετοιμάζονται να μεταφερθούν στον προορισμό τους με κατάλληλο μέσο μεταφοράς μέσω του συστήματος χωρίς καμία αποθήκευση στην αποθήκη. Πριν από το σύστημα RFID, τα εισαγόμενα αγαθά απαιτούσαν χειροκίνητο έλεγχο και εξακρίβωση του προορισμού τους, κάτι το οποίο απαιτεί ιδιαίτερα πολύ χρόνο. Για τα εμπορεύματα που λαμβάνονται και αποστέλλονται απευθείας, χωρίς αποθήκευση, μέσω *cross-docking* ενημερώνονται αυτόματα στο σύστημα διαχείρισης της αποθήκης(WMS). (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

3.2.5 Επιλογή παραγγελίας

Η επιλογή παραγγελίας είναι οι ενέργειες που εκτελούνται προκειμένου να εξασφαλιστεί το σωστό προϊόν στη σωστή ποσότητα για παράδοση στον πελάτη. Το στάδιο αυτό είναι πολύ σημαντικό για την διαχείριση μιας αποθήκης που ασχολείται με την μόδα, καθώς το απόθεμα που έχει να διαχειριστεί έχει μεγάλη ποικιλία. Για πολλούς λιανοπωλητές η παράδοση σε πλήρη παλέτα με το ίδιο είδος έχει αντικατασταθεί με μικτά SKU στην ίδια παλέτα. Ως εκ τούτου, ο προσδιορισμός κάθε SKU και η παράδοσή του είναι χρονοβόρα επεξεργαζόμενη διαδικασία. Το όποιο λάθος μπορεί να προκύψει κατά την επιλογή του σωστού ρούχου για τον πελάτη μπορεί να οδηγήσει στην δυσαρέσκεια αυτών, επιστροφή της παραγγελίας έως και οικονομική ζημία. Με την τεχνολογία RFID μπορεί να επιτευχθεί η γρήγορη και σωστή και η συσκευασία της παραγγελίας του εκάστοτε πελάτη. Επιπλέον, με τα συστήματα RFID είναι εύκολο να επεξεργάζονται πολλές πληροφορίες ταυτόχρονα σε αντίθεση με το σύστημα γραμμωτού κώδικα. Τέλος, τα συστήματα barcode μπορούν να επεξεργαστούν μόνο έναν γραμμωτό κώδικα κάθε φορά σε μια διαδικασία stop-go. (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

3.2.6 Διαχείριση περιουσιακών στοιχείων αποθήκης

Οι σημερινές αποθήκες έχουν στην κατοχή τους πλούσιο εξοπλισμό όπως για παράδειγμα παλέτες, πακέτα, ανυψωτικά, χειροκίνητα φορτηγά, ρυμουλκούμενα φορτηγά και περονοφόρα ανυψωτικά. Η διαχείριση μεγάλης ποσότητας εξοπλισμού στις αποθήκες είναι μια αρκετά δύσκολη διαδικασία. Πολλές φορές, μερικός εξοπλισμός φυλάσσεται σε τοποθεσίες που είναι δύσκολο να βρεθούν. Μια κακή διαχείριση του εξοπλισμού αυτού μπορεί πολλές φορές να οδηγήσει είτε σε ελλείψεις εξοπλισμού σε ορισμένες χρονικές στιγμές που είναι απαραίτητος, είτε η ύπαρξη υπερβολικής ποσότητας εξοπλισμού σε καταστάσεις που αυτός δεν χρειάζεται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η διαδικασία μεταφοράς και αποθήκευσης να καθυστερεί όταν χρειάζεται παραπάνω χρόνος από τον απαιτούμενο για τον εντοπισμό του εξοπλισμού. Το RFID μπορεί για ακόμη μια φορά να κάνει τον εντοπισμό του εξοπλισμού στην αποθήκη πιο σύντομο και εύκολο καθώς όταν ο εξοπλισμός μετακινείται από ένα μέρος σε άλλο, το σύστημα ενημερώνεται μέσω των ετικετών

RFID. Με τον τρόπο αυτό μέρη του εξοπλισμού που δεν χρησιμοποιούνται κάποια δεδομένα στιγμή σε οποιαδήποτε θέση της αποθήκης και να βρίσκονται, μπορούν να υπολογιστούν. Αυτό μπορεί να βοηθήσει τον διαχειριστή των εργασιών της αποθήκης να λαμβάνει πάντα ακριβή δεδομένα που αφορούν την χρήση του κάθε εξοπλισμού. Από την άντληση των δεδομένων αυτών είναι εφικτός ο υπολογισμός των ωρών λειτουργίας του κάθε εξοπλισμού. Ο υπολογισμός αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη συντήρηση του εξοπλισμού και για τον προγραμματισμό των μελλοντικών απαιτήσεων συγκεκριμένων τύπων εξοπλισμού. (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

3.2.7 Φόρτωση και εκφόρτωση φορτίου

Οι επιχειρήσεις που έχουν ως αντικείμενο τη μόδα κάνουν outsourcing των δραστηριοτήτων logistics τους, δηλαδή αναθέτουν σε τρίτους να διαχειριστούν ότι αφορά το logistics και εξαρτώνται κατά κάποιο τρόπο από αυτούς. Οι τρίτοι αυτοί ονομάζονται Third Party Logistics-TPL και είναι για παράδειγμα, η DHL, η UPS, η Ryder και η FedEx. Οι TPL αναλαμβάνουν κυρίως να συντονίσουν τη συλλογή, αποθήκευση, μεταφορά, προστιθέμενη αξία και διανομή των προϊόντων μόδας. Οι βασικοί στόχοι για μια εταιρεία Third Party Logistics είναι να παραδώσουν το σωστό προϊόν, στον σωστό πελάτη, τη σωστή στιγμή, στη σωστή τιμή και σωστή ποιότητα. Από την παραπάνω ανάγκη προκύπτει η ζήτηση για την ακριβή ανταλλαγή πληροφοριών, προκειμένου να υπάρχει η σωστή ροή υλικών. Γενικά, οι πληροφορίες για τα υλικά που φορτώνονται στα πλοία, επαληθεύονται προκειμένου να μειωθούν οι ανακρίβειες. Οι παραπάνω εργασίες είναι πρόσθετες δραστηριότητες που απαιτούν χρόνο, ανθρώπινο δυναμικό και χώρο. Ως αποτέλεσμα, η διαδικασία αυτή αυξάνει σημαντικά το κόστος εφοδιαστικής. Με την τεχνολογία RFID, οι παραπάνω διαδικασίες γίνονται πολύ πιο εύκολες. Για παράδειγμα, τα είδη μόδας με ενσωματωμένες ετικέτες RFID σαρώνονται αυτόματα κατά την εισαγωγή ή εξαγωγή τους από ένα πλοίο. Με τον τρόπο αυτό η ενέργεια της επαλήθευσης των πληροφοριών αυτοματοποιείται πλήρως. Η κίνηση των εμπορευμάτων και η ποσότητά τους όσο βρίσκονται πάνω στο πλοίο καθώς και όταν εκφορτώνονται

μπορούν αυτόματα να ενημερώνονται με τη βοήθεια του RFID, με αποτέλεσμα να εξοικονομείται σημαντικός χρόνος και οι πληροφορίες που παρέχονται να είναι πιο ακριβής. Αντίθετα η τεχνολογία barcode δεν έχει τη δυνατότητα αυτής της αυτοματοποίησης. Ο παραπάνω συνδυασμός μπορεί να οδηγήσει στην πιο αποτελεσματική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

3.3 Διαχείριση αποθέματος εφοδιαστικής αλυσίδας μόδας και RFID

3.3.1 Διαχείριση αποθέματος

Το απόθεμα, είναι το απόθεμα υλικών που χρειάζεται ένας οργανισμός για να πετύχει τους επαγγελματικούς τους στόχους. Το απόθεμα σε μια επιχείρηση μόδας περιλαμβάνει τις πρώτες ύλες, προϊόντα υπό επεξεργασία και τελειωμένα ενδύματα έτοιμα για αποστολή. Για τις βιομηχανίες παραγωγής ενδυμάτων, τα κύρια αποθέματα είναι τα υφάσματα, διακοσμητικά και αξεσουάρ. Πολλές από τις βιομηχανίες μόδας καλούνται να ασχοληθούν με μια ευρεία γκάμα υφασμάτων με διαφορετικό σχεδιασμό, βάρος και χρώμα. Ακόμα τα εμπορεύματα αυτά ποικίλουν σε λεπτομέρειες, όπως τα κουμπιά, τα φερμουάρ, οι κλωστές και διάφορα αξεσουάρ τα οποία είναι απαραίτητα για την διαμόρφωση του τελικού προϊόντος και ποικίλλουν ως προς το χρώμα, το μέγεθος και τις ιδιότητες τους. Η διαχείριση ενός τόσο μεγάλου εύρους αποθεμάτων είναι μάλλον δύσκολη υπόθεση. Με την χρήση ετικετών RFID η διαδικασία διαχείρισης αποθεμάτων μπορεί να γίνει ιδιαίτερα απλή για τις μεταποιητικές βιομηχανίες. Κάθε ύφασμα στην εκάστοτε παρτίδα μπορεί να διαφέρει ελαφρώς στο χρώμα από τις άλλες. Για τον λόγο αυτό η χρήση RFID ετικετών συμβάλλουν στην ενημέρωση των πληροφοριών ανάλογα με την παρτίδα τους. Ακόμη όπως ήδη έχει αναφερθεί με το RFID μπορούν εύκολα να εντοπιστούν οι θέσεις των εμπορευμάτων μέσα σε μια αποθήκη. Κάποιες επιχειρήσεις ακόμα και σήμερα επιμένουν να πραγματοποιούν τις παραπάνω διαδικασίες χειροκίνητα, ίσως λόγω κόστους που μπορεί να έχει η υιοθέτηση ενός τέτοιου συστήματος όπως είναι το RFID. Το απόθεμα μιας επιχείρησης και ιδιαίτερα μιας που ασχολείται με τον κλάδο της μόδας, είναι πολύ σημαντικό στοιχείο μιας επιχείρησης καθώς μπορεί ανά πάσα

στιγμή να καλύψει τη ζήτηση του πελάτη. Η διαχείριση αποθέματος είναι ένας κλάδος που ασχολείται κυρίως με τον προσδιορισμό του σχήματος και την τοποθέτηση των αποθηκευμένων εμπορευμάτων. (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

3.3.2 Αναπλήρωση ραφιού

Σε αρκετά μαγαζιά με ρούχα μερικές φορές έχει τύχει να μην υπάρχουν κάποια ρούχα διαθέσιμα στο ράφι που θα έπρεπε να είναι τοποθετημένα, αλλά στο σύστημα να φαίνεται ότι υπάρχει απόθεμα από τον συγκεκριμένο κωδικό, αυτό έχει ως αποτέλεσμα όταν σε έναν πελάτη ο υπάλληλος του μαγαζιού του πει ότι υπάρχει το ρούχο που ζητάει στο μαγαζί γιατί αυτό βλέπει στο σύστημα και μετά τον ενημερώσει πως αυτή η πληροφορία ήταν ψευδής, ο πελάτης να φύγει από το μαγαζί αρκετά δυσαρεστημένος. Με τη βοήθεια της RFID είναι δυνατόν να αντιμετωπιστούν ζητήματα σαν κι αυτό. Το RFID μπορεί ανά πάσα στιγμή να «διαβάζει» πόσα τεμάχια από ένα ρούχο υπάρχουν στο ράφι και πόσα στην αποθήκη. Με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η άμεση αναπλήρωση των ραφιών όταν αυτή είναι απαραίτητη. (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

3.3.3 Out-of-stock αναπλήρωση

Ένα ακόμα πλεονέκτημα της RFID είναι η βοήθεια που προσφέρει για την αναπλήρωση του αποθέματος στην κάθε αποθήκη καθώς και για την εκ νέου παραγγελία εμπορευμάτων κωδικών που έχουν χαμηλό ή καθόλου απόθεμα. Με συσκευές και συστήματα που χρησιμοποιούν RFID είναι εφικτό να υπάρχει εικόνα για το ποιοι κωδικοί ρούχων τελείωσαν από την αποθήκη και ποιοι υπάρχουν σε πολύ μικρή ποσότητα. Έτσι μπορεί να προγραμματιστεί η επόμενη παραγγελία και παραλαβή ρούχων ώστε να μπορεί να διατηρείται το απόθεμα ενός καταστήματος, για να μπορεί ανά πάσα στιγμή να ικανοποιήσει τις ανάγκες των πελατών. (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

3.3.4 Έλεγχος αποθέματος επιστροφών/ανταλλαγμένων αγαθών

Στη συνέχεια με το RFID γίνεται πιο εύκολη η διαδικασία επιστροφής ενός ρούχου από τον εκάστοτε πελάτη, καθώς ενημερώνεται απευθείας κατά την επιστροφή και το απόθεμα της αποθήκης, το κατάστημα αλλά και τα ράφια στα οποία θα ξανά τοποθετηθούν τα επιστρεφόμενα ρούχα. Σε γενικές γραμμές τα εμπορεύματα που επιστρέφονται από τον πελάτη μπορεί να περιπλέξουν λίγο την κίνηση της εφοδιαστικής αλυσίδας καθώς με την επιστροφή του είδους πραγματοποιείται μια αντίθετη κίνηση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τα επιστρεφόμενα αγαθά θεωρούνται συχνά επιβάρυνση για την επιχείρηση καθώς δεν είναι ανάλογη η οικονομική αξία του προϊόντος με τον χρόνο που δαπανάται για να ετοιμαστεί ένα είδος και η παραγγελία αυτού. (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

3.3.5 Ταυτοποίηση εμπορευμάτων

Στα καταστήματα ρούχων πριν γίνει τόσο γνωστή η τεχνολογία RFID κάθε φορά που είχαν μια παραλαβή με εμπορεύματα στην αποθήκη έπρεπε με ειδικές συσκευές σκαναρίσματος να σκανάρει το εργατικό δυναμικό ξεχωριστά το barcode της κάθε κούτας προκειμένου να ελέγξουν ότι έχουν παραλάβει τον σωστό αριθμό κουτιών και να ενημερώσουν το σύστημα. Ακόμα σκάναραν χειροκίνητα και τα barcode στα ρούχα προκειμένου να ενημερωθούν πληροφορίες όπως το στυλ, το χρώμα και το μέγεθος του κάθε ρούχου. Με την βοήθεια των ετικετών RFID που ενσωματώνονται στα ρούχα αλλά και στις κούτες ο έλεγχος που αναφέραμε προηγουμένως μπορεί να επιτευχθεί με συσκευές RFID σε υπερβολικά λιγότερο χρόνο, καθώς με τις συσκευές αυτές είναι δυνατόν το εργατικό δυναμικό να ελέγχει ανέπαφα και τον αριθμό των κουτιών και τις ιδιότητες των ρούχων. (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

3.3.6 Αυτοαναπλήρωση αποθέματος

Ένα επιπλέον σημαντικό πλεονέκτημα της τεχνολογίας RFID είναι το γεγονός ότι μέσω του συστήματος αποθήκης είναι ικανή να παρακολουθείτο απόθεμα κάθε είδους σε οποιαδήποτε μορφή αποθήκης, έτσι ώστε όταν φτάσει το απόθεμα στα

κατώτατα όρια να ειδοποιεί τον υπεύθυνο της αποθήκης μέσω του συστήματος. Με την ενημέρωση αυτή δίνεται η ευκαιρία στον εργαζόμενο να προγραμματίσει την επόμενη παραγγελία εμπορευμάτων για την αποθήκη του κάθε καταστήματος. (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

3.3.7 Μείωση συρρίκνωσης

Ένα θέμα που αντιμετωπίζουν πολλές επωνυμίες μόδας σε καταστήματα λιανικής και αποθήκες είναι η συρρίκνωση (Tajima, 2007). Τα είδη μόδας είναι ευάλωτα επειδή υπάρχουν έτοιμα ρούχα διαθέσιμα στις αποθήκες. Η συρρίκνωση, μερικές φορές είναι γνωστή ως κλοπή. Για τη λήψη δεδομένων, το σύστημα γραμμωτού κώδικα πρέπει να σαρώσει φυσικά ετικέτες. Ως αποτέλεσμα, τα αντικείμενα που περιέχουν γραμμωτούς κώδικες είναι ευάλωτα σε κλοπή ανά πάσα στιγμή, αλλά ειδικά τη νύχτα όταν εργάζονται λιγότεροι άνθρωποι. Δεδομένου ότι οι ετικέτες RFID είναι συνεχώς ενεργές, μπορούν να προσφέρουν ασφάλεια όλο το εικοσιτετράωρο. Οι αξιωματικοί ασφαλείας ή οι υπεύθυνοι αποθήκης μπορούν να ενημερωθούν για οποιαδήποτε παράνομη μετακίνηση προϊόντος μέσω συναγερμού συνδεδεμένου σε σύστημα RFID. Ακόμα η χρήση ετικετών RFID κατά τη μεταφορά με φορτηγό καθώς και τη διαδικασία αποστολής μπορεί να βοηθήσει στην ελαχιστοποίηση της συρρίκνωσης. Τα ραδιοσήματα από τις ετικέτες RFID που ελήφθησαν όταν αφαιρέθηκαν από την αποθήκευση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εύκολη αναγνώριση τυχόν κλοπής που συμβαίνει κατά τη μεταφορά. Καθώς η ακρίβεια και η ορατότητα των προϊόντων κατά την αποθήκευση και τη μεταφορά αυξάνονται από ετικέτες RFID, η πιθανότητα κλοπής ή συρρίκνωσης μπορεί να μειωθεί. (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

3.4 Οφέλη της RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα μόδας

Η συμμετοχή της τεχνολογίας RFID στα logistics του κλάδου της μόδας παρέχει διάφορα οφέλη που επιτρέπουν την σωστή, γρήγορη και ακριβή ενημέρωση και ροή προϊόντων από τον κατασκευαστή στον λιανοπωλητή. Κάποια από τα οποία θα δούμε παρακάτω:

❖ Υψηλή αποθήκευση δεδομένων

Ξεκινώντας είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η RFID είναι μια πιο εξελιγμένη τεχνολογία από το barcode σε σχέση με την αποθήκευση δεδομένων. Μια ετικέτα RFID σε ένα ρούχο στο κατάστημα μπορεί να αποθηκεύσει έως και 2000 byte περίπου σε δεδομένα. Για παράδειγμα, ένα byte ισούται με έναν πληκτρολογημένο χαρακτήρα και 2000 byte ισοδυναμεί με ένα σύντομο κείμενο email. Έτσι, μια ετικέτα είναι αρκετή για να αποθηκευτούν όλες οι σχετικές πληροφορίες ενός προϊόντος. (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

❖ Αυξημένη ταχύτητα απόδοσης

Σε σύγκριση με την τεχνολογία barcode, το RFID είναι πολύ πιο γρήγορο στη συλλογή δεδομένων και δεν απαιτείται να βρίσκονται εντός της οπτικής γωνίας του αναγνώστη, μπορεί να αναγνωρίσει την ετικέτα ακόμα και από μεγάλη απόσταση. (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

❖ Χρήση πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο

Στον κλάδο της μόδας υπάρχει μεγάλη ποικιλία στις κατηγορίες προϊόντων όπως είναι τα υφάσματα, τα κουμπιά, τα φερμουάρ καθώς και τα ολοκληρωμένα ενδύματα. Ως εκ τούτου, η διαχείριση όλων αυτών των στοιχείων είναι πολύ περίπλοκη. Το RFID μπορεί να το διαχειριστεί αυτές πληροφορίες εύκολα λαμβάνοντας ενημερωμένες πληροφορίες μεγάλων όγκου των αντικειμένων ταυτόχρονα. (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

❖ Μείωση επαναλαμβανόμενων χειροκίνητων εργασιών

Το RFID παρουσιάζει εξαιρετική εφαρμογή στη διαδικασία cross-docking και εντοπισμού αντικειμένων. Παραδοσιακά, παρόλο που αυτές οι διεργασίες είχαν ήδη ολοκληρωθεί πολλές φορές κατά τα στάδια παραγωγής, συσκευασίας και παράδοσης,

οι παλέτες ή οι κρεμάστρες έπρεπε να μετρηθούν χειροκίνητα και να ελεγχθούν για να εξασφαλιστεί η σωστή ποσότητα και το σωστό προϊόν. Το RFID αποφεύγει αυτά τα στάδια σαρώνοντας γρήγορα όλα τα προϊόντα χρησιμοποιώντας ετικέτες και αναγνώστες, κάτι που διαρκεί μόνο λίγα δευτερόλεπτα. Αυτό γίνεται έτσι ώστε όλες οι ετικέτες να μπορούν να διαβαστούν και να καταγραφούν ταυτόχρονα από σαρωτές RFID, ακόμα κι αν δεν βρίσκονται απευθείας στο οπτικό τους πεδίο. Μειώνοντας έτσι το ανθρώπινο λάθος και τις επαναλαμβανόμενες χειρωνακτικές δραστηριότητες, που μπορεί να οδηγήσουν σε ανακρίβειες και αυξημένο λειτουργικό κόστος, η RFID βοηθά τις επιχειρήσεις να εξοικονομήσουν χρόνο και χρήμα. (Rajkishore N. & Saminathan R., 2019)

4. Case studies

4.1 Inditex-Zara

Η ισπανική εταιρεία λιανικής γρήγορης μόδας Inditex-Zara έσπασε το παράδειγμα των 2 εποχών, δηλαδή σχεδίαζε εποχιακό προϊόν και ξεκίνησε τη δημιουργία μικρότερων συλλογών συχνότερα με αποτέλεσμα έως και 20 «εποχές» το χρόνο. Αυτό έχει ιδιαίτερα εφικτό μέσω της ανάπτυξης και της εδραίωσης μιας αλυσίδας εφοδιασμού που ανταποκρίνεται σχεδόν αμέσως στις ανάγκες της επιχείρησης, γνωστή ως «Rapid-Fire Fulfillment». Μια τέτοια αλυσίδα εφοδιασμού έχει τη δυνατότητα να μειώσει σε 15 μέρες τον κύκλο σχεδιασμού του προϊόντος, την παραγωγή και την παράδοση.. Η Zara είναι σε θέση να αναπληρώνει τα προϊόντα που οδηγούνται γρήγορα στη ζήτηση του πελάτη και προσφέρει επίσης συχνή εναλλαγή γκάμας προϊόντων στα καταστήματα.

Ο σκοπός του case study είναι να απαριθμήσει τις αιτίες και να χτίσει μια ολοκληρωμένη άποψη για το μοντέλο πρότυπο που έχει δημιουργήσει η Inditex-Zara και να αναλύσει μερικές από τις καλύτερες πρακτικές που χρησιμοποιούν στις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι πρακτικές αυτές καλύπτουν διαδικασίες όπως αυτή της ανάπτυξης σχεδιασμού νέου προϊόντος, διαδικασίες που μέσα από ένα καλά δομημένο πληροφοριακό σύστημα διευκολύνει την εισαγωγή και την εξαγωγή δεδομένων από τα καταστήματα λιανικής σε κάθε επιχειρησιακή τους μονάδα, διαδικασία παραγγελίας/προσφοράς, διαδικασίες εσωτερικών αποφάσεων κατασκευής και ανάθεσης σε εξωτερικούς συνεργάτες, διανομής και λιανικής πώλησης. Η συγκεντρωμένη προσέγγιση του Zara για την άριστη λειτουργία της εφοδιαστικής τους αλυσίδας έχει ενισχύσει σημαντικά την ανταγωνιστικότητά της καθώς η εταιρεία αυτή είναι ικανή να ανταποκριθεί στη γρήγορα μεταβαλλόμενη φύση της βιομηχανίας της μόδας και να ικανοποιήσει τις ανάγκες των πελατών μέσω της γρήγορης ανταπόκρισης στον χρόνο που ο πελάτης επιθυμεί, ενώ ταυτόχρονα επιτυγχάνονται οι στόχοι που τίθενται για την απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η Inditex-Zara που θα αναλυθεί στο case study αυτό έχει χαρακτηριστεί ως πρωτοπόρος και παγκόσμιος ηγέτης του λιανικού εμπορίου γρήγορης μόδας και έχει κατηγοριοποιηθεί ως επώνυμος κατασκευαστής στην αλυσίδα των ενδυμάτων που έχει ως γνώμονα της τον αγοραστή.

Η Zara, μια από τις κορυφαίες εταιρείες στο λιανικό εμπόριο fast-fashion, ιδρύθηκε από τον Ignacio Amancio Ortega στη Galicia της Ισπανίας το 1975. Η Zara είναι μια επιχειρηματική μονάδα που διαθέτει 8 συνολικά αλυσίδες που ελέγχονται από την εταιρεία χαρτοφυλακίου που ονομάζεται Inditex. Η Inditex (Industria de DisenoTextil, S.A.) είναι Ισπανική πολυεθνική εταιρεία ένδυσης με έδρα στο Arteixo της Galicia της Ισπανίας και εκτός από τη Zara κατέχει επιπλέον αλυσίδες, πιο συγκεκριμένα το Zara Home, Massimo Dutti, Bershka, Oysho, Pull and Bear, Stradivarius και Uterqüe. Κατά τη διάρκεια του πρώτου εξαμήνου του 2017, η Inditex είχε 7.405 καταστήματα, ενώ η διαδικτυακή της πλατφόρμα λειτουργούσε σε 45 χώρες καλύπτοντας συνολικά 94 αγορές. Η Inditex παραδίδει περίπου 50.000 διαφορετικά νέα προϊόντα ανά έτος σε χιλιάδες καταστήματα παγκοσμίως σε σύγκριση με 2.000 - 4.000 είδη στα καταστήματα για τους βασικούς ανταγωνιστές της. Κατά το τέλος του 2016, οι καθαρές πωλήσεις της Inditex ανήλθαν σε 23,311 δισεκατομμύρια ευρώ και η χρηματιστηριακή κεφαλαιοποίηση αξίας 95,167 δισ. ευρώ. Ο λιανοπωλητής γρήγορης μόδας Zara που αποτελεί πάνω από το 66% των δραστηριοτήτων της Inditex έχει παγκόσμια εμβέλεια σε συνολικά 94 αγορές που περιλαμβάνουν 2.236 φυσικά καταστήματα κατά το πρώτο εξάμηνο του 2017, ενώ στο ηλεκτρονικό εμπόριο, τα καταστήματα λειτουργούσαν σε 45 χώρες. Στο τέλος του 2016, οι καθαρές πωλήσεις της Zara έφθασαν 15,394 δισ. ευρώ.

Η Zara στοχεύει σε μια γενική μαζική αγορά σε ολόκληρη τη βιομηχανία και όχι σε ένα πολυτελές τμήμα του κλάδου. Το «γρήγορο» της «Zara fashion» δίνει έμφαση στην παροχή προϊόντων που περιέχουν τον πιο πρόσφατο και πιο μοντέρνο σχεδιασμό, έννοιες που κατασκευάζονται με διακριτικούς τύπους στυλ, υλικών, χρωμάτων και σιλουέτες με γρήγορα λογική φυσική ποιότητα και σε πολύ ελκυστικές τιμές. Νέα στυλ μπορεί να προκύψουν ξαφνικά (με βάση για παράδειγμα, τι φορούσε μια διασημότητα κατά τη διάρκεια ενός τηλεοπτικού προγράμματος), η ζήτηση του αυξάνεται σε δημοτικότητα και στη συνέχεια εξαφανίζεται γρήγορα πριν από το τέλος της συγκεκριμένης εποχής που προφανώς κάνει το «fashion misses» συνηθισμένο φαινόμενο. Η Zara συγκρίνει την επιχείρηση ενδυμάτων μόδας με την πώληση ψαριών. Όσο πιο φρέσκο είναι ένα ψάρι θα έχει μεγαλύτερη ζήτηση και θα μπορεί να υποστηρίξει και μια πιο υψηλή. Ενώ από την άλλη όσο περνάει ο καιρός και ένα ψάρι δεν πωλείται χάνει την αξία του γίνεται όλο και πιο δύσκολο να πουληθεί και ο επιχειρηματίας αναγκάζεται να επιβάλει μια έκπτωση στην τιμή του.

Με την ίδια λογική ακριβώς λειτουργούν και τα ρούχα. Ο γίγαντας λιανικής Zara εκμεταλλεύεται αυτό το πρόβλημα με την ταχεία ανταπόκριση στα αναδυόμενα νέα στυλ. Ενώ ο κύκλος από το σχεδιασμό μέχρι τη λιανική πώληση για τις πολυτελείς μάρκες λέγεται ότι διαρκεί πέντε έως έξι μήνες, η Zara περνάει από την ιδέα στο σχεδιασμό, την παραγωγή και τα καταστήματα σε μόλις τρεις εβδομάδες. Η Zara παρουσιάζει μια μεγάλη ποικιλία νέων προϊόντων και ανανεώνει τις υπάρχουσες επιτυχίες σε μικρές ποσότητες με κάθε αποστολή δύο φορές την εβδομάδα.

Στην αρχή κάθε σεζόν, οι υπεύθυνοι προώθησης διαβιβάζουν πληροφορίες για την παραγγελία στο εργοστάσιο παραγωγής με τη μορφή της πρώτης παραγγελίας παραγωγής και οι νέες συλλογές που παράγονται αποστέλλονται στα καταστήματα. Σε κάθε κατάστημα αποστέλλονται περίπου 25.000 μονάδες μέσα σε διάστημα 2 εβδομάδων. Όλα τα καταστήματα Zara έχουν τεχνολογικά παρόμοιους φορητούς υπολογιστές γνωστούς ως προσωπικοί ψηφιακοί βοηθοί (personal digital assistant - PDA) που χρησιμοποιούνται για μεταφορά πληροφοριών παραγγελίας και προσφοράς που αποτελούνται σε μεγάλο αριθμό ανά λεπτό, επιπέδου μονάδας τήρησης αποθεμάτων (stock-keeping unit - SKU) δεδομένα από και προς τα κεντρικά γραφεία σε όλα τα καταστήματα λιανικής σε όλο τον κόσμο και επίσης για λειτουργίες όπως η διαχείριση επιστροφής του προϊόντος στα κέντρα διανομής. Το τμήμα I.T της Zara ανέπτυξε εφαρμογές για την προετοιμασία της διανομής της «προσφοράς» από τα κεντρικά γραφεία σε καταστήματα παγκοσμίως και η παραλαβή και η συγκέντρωση της «παραγγελίας» από καταστήματα στα κεντρικά γραφεία μέσω διαδικτύου. Χρησιμοποιώντας PDA αντί για φαξ για κρίσιμες εργασίες παραγγελίας δύο φορές την εβδομάδα, η Zara μπόρεσε να μειώσει τόσο το κόστος όσο και τις καθυστερήσεις. Δύο φορές την εβδομάδα, περίπου 1 μέρα πριν από τη λήξη της προθεσμίας για την υποβολή κάθε παραγγελίας, ο υπεύθυνος κάθε καταστήματος λαμβάνει μια πρωινή αναφορά σε μια φορητή συσκευή (PDA). Η αναφορά αναφέρει τα προϊόντα που διαθέτει το κέντρο logistics με περιγραφές, φωτογραφίες των πρόσφατα διαθέσιμων ειδών και το ιστορικό πώσεων από αυτό το προϊόν έχει ήδη λάβει και πουλήσει το κατάστημα.

Μια άλλη εφαρμογή συγκεντρώνει «την παραγγελία» που αποστέλλεται από κάθε κατάστημα σε επίπεδο SKU και συγκρίνεται με τη διαθέσιμη συνολική προμήθεια αποθέματος για κάθε SKU στο κέντρο διανομής. Εάν η προσφορά και η ζήτηση για ένα συγκεκριμένο προϊόν ταιριάζουν, η εφαρμογή απλώς μοιράζει το

απόθεμα σύμφωνα με τις συγκεκριμένες απαιτήσεις της παραγγελίας του καταστήματος. Σε περιπτώσεις όταν η προσφορά και η ζήτηση είναι μη ισορροπημένες, η εφαρμογή αναφέρει την ανισορροπία αυτή και εκτελεί εμπορικές αποφάσεις σχετικά με τον βέλτιστο τρόπο κατανομής των προϊόντων. Αυτές οι εμπορικές αποφάσεις στα κεντρικά γραφεία είναι επίσης γνωστές ως "country manager" είναι υπεύθυνες για την εκπλήρωση των παραγγελιών ελέγχοντας τη ροή του προϊόντος στα καταστήματα. Είναι ακόμα ευθύνη τους είναι να στέλνουν τα ρούχα που έρχονται από το εργοστάσιο στα κέντρα διανομής με το κάθε κατάστημα ανάλογα τι ζήτηση έχει το καθένα σε ποσότητες και σε ποιους κωδικούς.

Στον τομέα των Logistics, η Inditex διαθέτει συνολικά 10 κέντρα Logistics που βρίσκονται κοντά στα κεντρικά γραφεία καθεμίας από τις οκτώ επωνυμίες της στην Ισπανία. Το κέντρο διανομής (DC) της Inditex-Zara που ονομάζεται «The Cube» είναι τεράστιο, στα 464.500 τετραγωνικά μέτρα και εξαιρετικά αυτοματοποιημένο βρίσκεται στη βορειοδυτική Ισπανία, μαζί με την έδρα της εταιρείας και 11 εγκαταστάσεις παραγωγής. Αυτά τα 11 εργοστάσια που ανήκουν στη Zara βρίσκονται σε ακτίνα 16 km και επιπλέον συνδέεται με το κέντρο διανομής με υπόγειες μονοσιδηροδρομικές συνδέσεις. Αυτές οι υπόγειες σήραγγες με σιδηροτροχιές υψηλής ταχύτητας χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά κομμένου υφάσματος σε αυτά τα φυτά για βαφή και συναρμολόγηση σε είδη ένδυσης. Τα εργοστάσια παραγωγής χρησιμοποιούν επίσης το σύστημα monorail για να επιστρέψουν τελειωμένα τα προϊόντα στο κέντρο διανομής για αποστολή σε καταστήματα.

Η Inditex έχει αναλάβει μια σειρά από σημαντικές πρωτοβουλίες για τον εξορθολογισμό της διαδικασίας αγοράς των πελατών, μειώνοντας τη διαδικασία αγοράς, τους χρόνους αναμονής και προσφέρουν νέες επιλογές για την αγορά, την ανταλλαγή ή την επιστροφή προϊόντων διαδικασίες οι οποίες όλες στοχεύουν στο να προσφέρουν μια ικανοποιητική εμπειρία αγορών στους καταναλωτές. Η Inditex αρχικά ολοκλήρωσε την εφαρμογή της τεχνολογίας αναγνώρισης μέσω RFID σε όλα τα καταστήματά της αλυσίδας Zara το 2016, που είναι και η βασική πηγή εσόδων του ομίλου και στόχευε στη συνέχεια να εγκαταστήσει την παραπάνω τεχνολογία σε όλα τα καταστήματα κάθε άλλης αλυσίδας καταστημάτων του ομίλου έως το 2020. Η τεχνολογία RFID επιτρέπει την εξατομικευμένη αναγνώριση των ενδυμάτων, τα εντοπίζει γρήγορα και με ακρίβεια και αυξάνει την ασφάλεια των προϊόντων από τη

στιγμή που τοποθετούνται ετικέτες ασφαλείας που βασίζονται σε μικροεπεξεργαστή σε πλατφόρμες εφοδιαστικής μέχρι το σημείο πώλησης. Έτσι τα είδη ή τα μεγέθη που έχουν εξαντληθεί στον όροφο του καταστήματος, αλλά υπάρχει διαθέσιμο απόθεμα στην αποθήκη του καταστήματος, μπορεί να εντοπιστεί γρήγορα και να αναπληρωθούν τα ράφια με τον κωδικό που είναι σε έλλειψη αποφεύγοντας έτσι τις χαμένες πωλήσεις και μεγιστοποιώντας τα κέρδη. Το RFID αποτελεί επίσης τον κεντρικό άξονα πολλών άλλων έργων που διεξάγονται για τη συνεχή βελτίωση της ποιότητας της εμπειρίας των αγορών από τους πελάτες. Η Inditex ξεκίνησε την εφαρμογή των ψηφιακών ετικετών καθώς και το έργο των διαδραστικών αιθουσών εξοπλισμού που βασίζονται στην τεχνολογία RFID. Οι ψηφιακές ετικέτες βοηθούν το προσωπικό που ασχολείται με τις πωλήσεις στα καταστήματα ώστε να μπορούν να ταιριάζουν διαφορετικά ρούχα μεταξύ τους και να προτείνουν ολοκληρωμένα σετ ρούχων στους πελάτες, προκειμένου να τους διευκολύνουν και να κάνουν την παραμονή τους στο κατάστημα πιο ευχάριστη. Με την ενέργεια αυτή ο καταναλωτής μπορεί να δει πιο εύκολα το διαθέσιμο απόθεμα στο κατάστημα και να του «τραβήξει» πολύ πιο εύκολα την προσοχή ένα σετ ρούχων παρά πολλά διάσπαρτα. Ακόμα ο πασίγνωστος όμιλος έχει εφεύρει ακόμα μια ιδέα προκειμένου να διατηρηθεί η ευχαρίστηση του πελάτη και είναι τα διαδραστικά δοκιμαστήρια τα οποία αποτελούνται από οθόνες αφής. Με τον τρόπο αυτό οι καταναλωτές απολαμβάνουν μια πολύ πιο ποιοτική εμπειρία αγορών καθώς έχουν τη δυνατότητα μέσα από τις οθόνες αυτές να αναζητήσουν πληροφορίες για τα ρούχα που τους ενδιαφέρουν, ως προς το μέγεθος, το χρώμα καθώς και το στυλ. Μπορούν να κάνουν μέχρι και ηλεκτρονική αγορά μέσω των διαδραστικών δοκιμαστηρίων. Στόχος της ενέργειας αυτής είναι να μειωθεί ο χρόνος αναμονής των πελατών και να επιτευχθεί η γρηγορότερη εξυπηρέτησή τους αφού δεν θα χρειάζεται πλέον να φεύγουν από τα δοκιμαστήρια αλλά μέσω της τεχνολογίας RFID το εργατικό δυναμικό θα μπορεί να λαμβάνει την πληροφορία της ζήτησης του πελάτη μέσα από το διαδραστικό δοκιμαστήριο.

Στη συνέχεια, προκειμένου η Inditex να παρέχει γρήγορη και εύκολη πρόσβαση των ενδιαφερόμενων στα εμπορεύματά της, ενσωματώνει στην εφοδιαστική της αλυσίδα τα κανάλια πωλήσεων. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, οι πελάτες έχουν την επιλογή να ζητήσουν την παραλαβή των αγορών τους στο κατάστημα της επιλογής τους δωρεάν ή παράδοση κατ' οίκον έναντι κάποιας

χρέωσης. Σε περιπτώσεις που οι πελάτες δεν διαθέτουν πιστωτική κάρτα, εξακολουθούν να μπορούν να αγοράζουν ηλεκτρονικά, να πληρώνουν σε μετρητά και να παραλαμβάνουν τα εμπορεύματα τους από το δικό τους προεπιλεγμένο κατάστημα κατά την ηλεκτρονική αγορά. Τέλος, με στόχο την ένωση όλων των καναλιών πωλήσεων, όπως για παράδειγμα των διαδικτυακών αγορών και των αγορών εντός καταστήματος, η Inditex εργάστηκε για την ανάπτυξη πολλών τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένων των πληρωμών μέσω κινητού τηλεφώνου, της γρήγορης εγγραφής και τα συστήματα κινητών ταμείων. Το έτος 2016, όλες οι επωνυμίες του Ομίλου Inditex εφάρμοσαν το κινητό σύστημα πληρωμών που είναι διαθέσιμο από καθμία από τις διαδικτυακές εφαρμογές για κινητά των οκτώ επωνυμιών Inditex, καθώς και από εφαρμογή για όλο τον όμιλο με την ονομασία "In Wallet", η οποία ενοποιεί τις αγορές των πελατών που πραγματοποιούνται σε όλες τις επωνυμίες της Inditex.

Αυτή η πρωτοβουλία σχεδιάστηκε για να βελτιώσει την εμπειρία αγορών των πελατών, απλοποιώντας επίσης τη διαδικασία ενεργοποίησης ως αποτελεσματικός χειρισμός αγορών ή επιστροφών. Με το παραπάνω σύστημα, οι πελάτες το μόνο που χρειάζεται να κάνουν είναι να συνδέσουν τις τραπεζικές τους κάρτες σε έναν λογαριασμό της εκάστοτε αλυσίδας για να πραγματοποιήσουν πληρωμές μέσω κινητού τηλεφώνου χρησιμοποιώντας έναν ασφαλή μοναδικό κωδικό QR. Ένα από τα πολλά πλεονεκτήματα της πληρωμής με το κινητό είναι ότι έχοντας την εφαρμογή της επωνυμίας, τη στιγμή που θα γίνει μια πληρωμή θα αποθηκευτεί εκεί η απόδειξη πληρωμής. Στην απόδειξη αυτή ο πελάτης έχει πρόσβαση online και off-line, πράγμα το οποίο θα του φανεί ιδιαίτερα χρήσιμο αν χρειαστεί να επιστρέψει για κάποιον το συγκεκριμένο προϊόν. Με το σύστημα αυτό οι χάρτινες αποδείξεις σιγά σιγά καταργούνται και δεν υπάρχει ο φόβος του να χάσεις ο καταναλωτής την απόδειξή του.

Η Inditex εισήγαγε επίσης μητρώα γρήγορης ολοκλήρωσης αγοράς που βοηθά τους πελάτες να εκτελούν γρήγορα τις δικές τους αγορές από μόνοι τους μέσω του εξορθολογισμού της όλης διαδικασίας αγοράς. Το εργατικό δυναμικό θα πρέπει αρχικά να σκανάρει τα στοιχεία του πελάτη τα οποία θα εμφανιστούν σε μια οθόνη για να επιβεβαιωθούν και από τον ίδιο. Οι πελάτες έπειτα έχουν την δυνατότητα να πληρώσουν με την τραπεζική τους ή και με την κινητό τους τηλέφωνο. Μέσω του συστήματος μπορούν να εκδοθούν κουπόνια ή και η αρχική απόδειξη αγοράς, τα

οποία μπορούν επίσης να αποθηκευτούν στο τηλέφωνο του καταναλωτή μέσω της εφαρμογής της επωνυμίας. (Aftab Md A. & Yuanjian Q. & Kabir N. & Barua Z., 2018)

4.2 H&M

Σε αυτό το άρθρο, αξιολογούμε τον αντίκτυπο των στρατηγικών ολοκλήρωσης της ψηφιακής αλυσίδας εφοδιασμού των λιανοπωλητών γρήγορης μόδας στις διαδικασίες και συνθήκες εργασίας. Μέχρι στιγμής, η σύνδεση μεταξύ της ψηφιοποίησης και των μετασχηματισμών της εργασιακής διαδικασίας έχει μελετηθεί κυρίως σε επίπεδο εργασιακού χώρου. Βασιζόμενοι σε μια μελέτη περίπτωσης ενός μεγάλου έμπορου λιανικής fast-fashion, της H&M, δείχνουμε πώς οι ψηφιακές στρατηγικές SCM αυτών των λιανοπωλητών διαμορφώνουν τους ψηφιακούς μετασχηματισμούς της διαδικασίας εργασίας στην παραγωγή, την εφοδιαστική και στάδιο λιανεμπορίου της αξιακής αλυσίδας. *Ο όρος «αξιακή αλυσίδα» έχει τη σημασία της αφηρημένης, αναλυτικής έννοιας των συνδεδεμένων σταδίων που συμπεριλαμβάνονται στις δραστηριότητες δημιουργίας αξίας οι οποίες εκτελούνται και συντονίζονται από κορυφαίες εταιρείες στην προσπάθεια δημιουργίας ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος* (López T. & Riedler T. & Köhnen H. & Fütterer M., 2021). Αντίθετα, χρησιμοποιούμε τον όρο «αλυσίδα εφοδιασμού» για να γίνουν κατανοητές οι, διαμορφώσεις των διαφορετικών εσωτερικών και εξωτερικών υπηρεσιών που συντονίζονται από λιανοπωλητές fast-fashion για τη δημιουργία, τη μεταφορά, την αγορά και πώληση προϊόντων στους πελάτες. Οι διάφορες αυτές ενέργειες γίνονται και εξελίσσονται εμπειρικά κατά κύριο λόγο από τους λιανοπωλητές.

Κατά τα τελευταία 10 χρόνια ο τομέας της «γρήγορης μόδας» έχει ενταχθεί σε έναν ακόμη κύκλο τεχνολογικών και γραφικών ανακατανομών που ενώνονται με νέες ψηφιακές τεχνολογίες όπως το RFID, το cloud-computing και ο αυτοματισμός μέσω ρομπότ. Αυτές οι διαδικασίες αναδιάρθρωσης προκλήθηκαν από δύο ευρύτερους μετασχηματισμούς της αγοράς fast-fashion στο ψηφιακό καπιταλισμός. Ο πρώτος είναι η προτίμηση των πελατών προς τα διαδικτυακά κανάλια, κάτι το οποίο έχουν προσπαθήσει πολύ να αναπτύξουν οι λιανοπωλητές καθώς έτσι προσελκύουν νέες ομάδες πελατών, που ίσως είναι διαφορετικής ηλικιακής κλάσης και αντίστοιχα

μειώνουν το καθημερινό κόστος που τους επιφέρουν τα φυσικά καταστήματα. Σε αυτό το νέο τρόπο αγοράς, οι παραδοσιακοί έμποροι γρήγορης μόδας έχουν, προσθέσει αποκλειστικές διαδικτυακές συλλογές και υπηρεσίες όπως είναι παράδοση την επόμενη ημέρα για ηλεκτρονικές παραγγελίες, προκειμένου να εντάξουν όλο και περισσότερο κόσμο στις αγορές μέσω ίντερνετ. Ως αποτέλεσμα, στη Γερμανία, τον μεγαλύτερο εισαγωγέα ενδυμάτων και παπουτσιών της ΕΕ, τα έσοδα από τις διαδικτυακές πωλήσεις μόδας αυξήθηκαν από 2,81 δισεκατομμύρια ευρώ το 2006 σε 21,18 δισεκατομμύρια ευρώ το 2020, το οποίο υπολογίζεται ως το 30 τοις εκατό των συνολικών πωλήσεων του 2019.

Πιο πρόσφατα, η τάση προς τις ηλεκτρονικές αγορές έχει γίνει πιο συστηματική λόγω του προσωρινού κλεισίματος των φυσικών καταστημάτων στις περισσότερες καταναλωτικές αγορές κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19. Δεύτερον, μια νέα γενιά γρήγορων διαδικτυακών εμπόρων λιανικής έχει εισέλθει στην αγορά της γρήγορης μόδας, θέτοντας νέα πρότυπα όσον αφορά την ανταπόκριση και την ευελιξία της αλυσίδας αξίας. Οι παραδοσιακοί λιανοπωλητές που συνεχίζουν να προωθούν τα φυσικά καταστήματα χρειάζονται μεταξύ 5 εβδομάδες και 6 μήνες για ολόκληρο τον κύκλο των προϊόντων. Αντιθέτως οι διαδικτυακοί λιανοπωλητές σχεδιάζουν και παραδίδουν ένα νέο προϊόν σε λιγότερο από μια εβδομάδα. Για το σκοπό αυτό, οι νέοι λιανοπωλητές μόδας βασίζονται συνήθως στο κοντινά δίκτυα προμηθευτών κατά παραγγελία, που παράγουν ευρύτερο φάσμα προϊόντων σε μικρότερους αριθμούς. Σαν αποτέλεσμα, οι γρήγοροι αυτοί λιανοπωλητές μόδας μειώνουν το κόστος, καθώς δουλεύουν με ελάχιστα αποθέματα.

Η H&M εισήγαγε ένα τμήμα «Ενισχυμένης Νοημοσύνης», το οποίο χρησιμοποιεί προηγμένα αναλυτικά στοιχεία και τεχνητή νοημοσύνη για να δημιουργεί προβλέψεις για τις τάσεις των καταναλωτών βασιζόμενη στα δεδομένα από διαδικτυακές πωλήσεις και καταστήματα, πράγμα το οποίο είναι σημαντικό πλεονέκτημα για την συνεχή ευχαρίστηση του πελάτη. Ως δεύτερο μέτρο, οι λιανοπωλητές fast-fashion έχουν αναδιαρθρώσει τις δραστηριότητες λιανικής και εφοδιαστικής τους με δύο τρόπους: ο πρώτος τρόπος είναι ότι έχουν εισαγάγει ψηφιακά συστήματα διαχείρισης καταστημάτων και αποθήκης χρησιμοποιώντας RFID τεχνολογίες σε συνδυασμό με το cloud computing για τον εντοπισμό των αποθεμάτων και τη βελτιστοποίηση των εργασιών. Με το συγχρονισμό των καταστημάτων και του αποθέματος των αποθηκών σε πραγματικό χρόνο, τα ψηφιακά

συστήματα διαχείρισης επιτρέπουν επιπλέον την ενοποίηση των διαδικτυακών και μη διαδικτυακών πωλήσεων και, ως εκ τούτου, την εισαγωγή του πλάνου πωλήσεων «omni-channel».

Η H&M έχει ακόμα εντάξει στην καθημερινότητά τους τεχνολογίες αυτοματισμού σε επιλεγμένα κέντρα Logistics. Επιπλέον άνοιξε 6 νέα τεχνολογικά ανεπτυγμένα κέντρα Logistics στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ μεταξύ 2018 και 2020, ένα βήμα το οποίο είναι πολύ σημαντικό για την βελτίωση της εφοδιαστικής αλυσίδας της επωνυμίας. Μια περαιτέρω πρακτική που ακολουθούν οι λιανοπωλητές fast-fashion, είναι το γεγονός ότι έχουν διαμορφώσει με διαφορετικό τρόπο τα δίκτυα των προμηθευτών τους επιδιώκοντας έτσι πιο στενές και μακράς διάρκειας σχέσεις με στρατηγικούς προμηθευτές καθώς και την ενίσχυση της περιφερειακής προμήθειας. Η οικοδόμηση στενότερων και πιο μακροπρόθεσμων σχέσεων με τους προμηθευτές αποτελεί προϋπόθεση για την ψηφιοποίηση διαδικασιών προμήθειας μέσω τεχνολογιών, όπως η τρισδιάστατη δειγματοληψία ή η αυτοματοποιημένη τοποθέτηση παραγγελιών παραγωγής, που απαιτούν το συγχρονισμό των αρχιτεκτονικών πληροφορικής των κορυφαίων εταιρειών και των προμηθευτών. Η 3D δειγματοληψία και η αυτοματοποιημένη τοποθέτηση παραγγελιών επιτρέπει στους λιανοπωλητές να μειώσουν το χρόνο διάθεσης στην αγορά αποφεύγοντας την αποστολή φυσικών δειγμάτων και ελαχιστοποιώντας την επικοινωνία και τα ανθρώπινα λάθη στη διαδικασία παραγγελίας.

Τα άμεσα αποτελέσματα των τεχνολογιών ψηφιοποίησης και αυτοματισμού στους εργαζόμενους μπορούν επίσης να παρατηρηθούν σε όλα τα δίκτυα Logistics της H&M. Μέχρι στιγμής, οι τεχνολογίες αυτοματισμού έχουν εισαχθεί μόνο σε επιλεγμένα κέντρα Logistics, για παράδειγμα, σε κέντρο H&M's Logistics στο Πόζναν της Πολωνίας ή το κέντρο εφοδιαστικής «υψηλής τεχνολογίας» της H&M που άνοιξε πρόσφατα στο Milton Keynes, στην Αγγλία, όπου οι τεχνολογικές λύσεις μειώνουν την ανάγκη των εργαζομένων να συμμετέχουν σε επαναλαμβανόμενες εργασίες. Αντίθετα, στο κεντρικό και μεγαλύτερο κέντρο διανομής της H&M στο Αμβούργο της Γερμανίας και στα περισσότερα περιφερειακά κέντρα επιμελητείας διαδικτυακών πωλήσεων, οι διαδικασίες συλλογής και συσκευασίας εξακολουθούν να εκτελούνται χειροκίνητα. Παρ' όλα αυτά, οι διαδικασίες χειροκίνητης συλλογής και συσκευασίας στα κέντρα Logistics της H&M έχουν υποστεί σημαντικές αλλαγές με εισαγωγή ψηφιακών συστημάτων διαχείρισης αποθήκης βασισμένων σε RFID και

τεχνολογίας «φωνητική επιλογή». Με την εφαρμογή του συστήματος διαχείρισης της αποθήκης μπορεί να καθοριστεί εύκολα και γρήγορα ποιοι εργαζόμενοι θα πρέπει να επιλέξουν ποια είδη και με ποια σειρά, εντοπίζοντας την βέλτιστη χρονικά διαδρομή εντός της αποθήκης. Οι εργαζόμενοι λαμβάνουν λεπτομερείς εντολές μέσω συσκευών σάρωσης RFID και ακουστικά και πρέπει να επιβεβαιώνουν κάθε βήμα εργασίας τους λέγοντας έναν ορισμένο αριθμό ελέγχου ή τη λέξη «εντάξει» στο μικρόφωνο. Οι εργαζόμενοι αντιμετωπίζουν κατά κύριο λόγο τη διαχείριση αποθήκης, που βασίζεται σε RFID και τα συστήματα επιλογής με φωνή, ως αλλοίωση της ποιότητας της εργασίας.

Η H&M έχει παρουσιάσει τα τελευταία 5 έως 7 χρόνια συστήματα διαχείρισης καταστημάτων που βασίζονται σε RFID. Τα συστήματα RFID είναι ικανά να εντοπίζουν την διαθεσιμότητα των ειδών που υπάρχουν σε απόθεμα καθώς και στα ράφια των καταστημάτων. Μπορούν δηλαδή να εντοπίσουν την ακριβή θέση ενός ρούχου. Στα ταμεία όπου οι εργαζόμενοι περνάνε τα ρούχα των πελατών πριν εκείνοι τα πληρώσουν, υπάρχουν ορισμένα «έξυπνα σημεία» τα οποία μπορούν να καταγράψουν αυτόματα ποιοι κωδικοί έχουν πουληθεί και την πληροφορία αυτή την μεταφέρει και στο κεντρικό σύστημα. Οι εργαζόμενοι και οι προϊστάμενοι μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτές τις πληροφορίες ανά πάσα στιγμή μέσω των PDA. Μαζί με συστήματα διαχείρισης καταστημάτων που βασίζονται σε RFID, η H&M εισήγαγε επίσης υπηρεσίες «omni channel» για πελάτες, όπως «Click & Collect» ή «Scan & Buy». (López T. & Riedler T. & Köhnen H. & Fütterer M., 2021)

4.3 Συμπεράσματα

Μετά την ανάλυση των δύο case καταλήγουμε στα παρακάτω συμπεράσματα. Η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID από το Zara έχει κάνει τη διαδικασία διανομής των ρούχων πιο αποτελεσματική, παρέχοντας το ακριβές απόθεμα που έχει η κάθε αποθήκη λιανικής το οποίο επιφέρει την άριστη εξυπηρέτηση των καταναλωτών. Το Zara λαμβάνει αρκετά πλεονεκτήματα λόγω της εισαγωγής του RFID στην αλυσίδα εφοδιασμού της.

- Πιο συγκεκριμένα, μεγάλο όφελος είναι το γεγονός ότι μόλις ένα προϊόν πουληθεί από ένα κατάστημα η πληροφορία αυτή μεταφέρεται μέσω του τσιπ στο σύστημα στο stockroom και ενημερώνεται το επίπεδο του αποθέματος αυτόματα. Αυτό συμβάλλει σημαντικά στο να υπάρχει μια πραγματική εικόνα της ροής των αποθεμάτων από το εργοστάσιο στο κατάστημα.
- Οι παραλαβές εμπορευμάτων στα Zara πραγματοποιούνται 2 φορές την εβδομάδα. Μόλις φτάσουν τα ρούχα στο κάθε κατάστημα, το εργατικό δυναμικό μέσω του συστήματος ξέρει ήδη ποιοι κωδικοί θα πρέπει να αναπληρωθούν στα ράφια.
- Με τη βοήθεια της RFID τεχνολογίας μέσω συσκευών PDA, το προσωπικό μπορεί εύκολα να βοηθήσει τους πελάτες να βρουν το προϊόν, το μέγεθος ή και το χρώμα της προτίμησης του πελάτη σύμφωνα με τις πληροφορίες που περιέχονται στα τσιπ RFID.
- Οι εργαζόμενοι έχουν την δυνατότητα μέσω του συστήματος που έχουν πρόσβαση για να προσδιορίσουν εάν τα απαιτούμενα προϊόντα εξακολουθούν να είναι διαθέσιμα σε απόθεμα ή σε άλλα καταστήματα, με στόχο την καλύτερη εξυπηρέτηση του πελάτη και την αυξημένη ικανοποίηση αυτών.

Πριν από την υιοθέτηση του RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα και στα καταστήματα, υπήρχε ένας υπεύθυνος απογραφής και μια ομάδα 40 ατόμων που έπρεπε να ελέγχουν μέσω της σάρωσης του γραμμωτού κώδικα ένα προϊόν τη φορά. Η συνολική εργασία έπαιρνε γύρω στις πέντε ώρες για να ολοκληρωθεί. Η διαδικασία αυτή στη σημερινή εποχή είναι πολύ πιο γρήγορη.

Η H&M από την άλλη μεριά προσπαθεί επίσης να υιοθετήσει τις αρχές της εφοδιαστικής αλυσίδας του Zara προκειμένου να γίνει επιτυχημένη στον τομέα αυτό

και ανταγωνιστική. Η H&M έχει εισάγει την τεχνολογία RFID για να αυτοματοποιήσει της διαχείριση της αποθήκης με τις προσδοκίες ότι θα βοηθήσει στην επίλυση προβλημάτων ελλείψεων αλλά και υπερβολικών αποθεμάτων. Η H&M επίσης έχει σαν πλάνο να τοποθετήσει ετικέτες ρούχων RFID, ώστε να είναι ευκολότερη η διαχείριση και παρακολούθηση της κίνησης των ρούχων, προκειμένου να αποφευχθούν τυχών απώλειες ή κλοπές. Πρόσφατα, έγινε γνωστή η ανανέωση της συμφωνίας για την παροχή RFID από την H&M με τη Nedap, γεγονός το οποίο κάνει εμφανή την προσπάθεια της H&M για ταχεία ανάπτυξη της τεχνολογίας και κατά συνέπεια την αποτελεσματική διαχείριση του αποθέματος. Η Nedap θα επικεντρωθεί στην παρακολούθηση σε επίπεδο στοιχείων πληροφοριών, εγκαταστάσεις RFID στα νέα καταστήματα και ανακαίνιση. Αυτό θα συμβάλει σημαντικά στο να καταφέρει η H&M να διαχειριστεί αποτελεσματικά το απόθεμα της και έτσι να παρέχει ανά πάσα στιγμή τα εμπορεύματα της ζήτησης του πελάτη και να μεταδίδει έγκαιρες πληροφορίες στα κεντρικά γραφεία της αλυσίδας.

Βιβλιογραφία

Ahsan K. & Shah H. & Kingston P. (2010), *RFID Applications: An Introductory and Exploratory Study*

Aftab Md A. & Yuanjian Q. & Kabir N. & Barua Z. (2018), *International Journal of Business and Management: Super Responsive Supply Chain: The Case of Spanish Fast Fashion Retailer Inditex-Zara*

Badri N. & Franklin R. & Roy W. (2006), *RFID Technology and Applications*,
Published by the IEEE CS and IEEE ComSoc

Domdouzis K. & Kumar B. & Anumba, C. (2007), *Advanced Engineering Informatics: Radio-Frequency Identification (RFID) applications: A brief introduction*

Gaukler, G. M. & Seifert R. W. (2007), *Trends in Supply Chain Design and Management: Applications of RFID in Supply Chains*

Higgins L.N. & Cairney T. (2006), *RFID opportunities and risks*, John Wiley & Sons, Ltd

López T. & Riedler T. & Köhnen H. & Fütterer M. (2021), *Global Network: Digital value chain restructuring and labour process transformations in the fast-fashion sector: Evidence from the value chains of Zara & H&M*, Global Networks Partnership and John Wiley & Sons Ltd.

Rajkishore N. & Saminathan R. (2019), *Radio Frequency Identification (RFID) Technology and Application in Fashion and Textile Supply Chain*, Textile Institute Professional Publications

Singh G. & Sharma M. (2015), *Barcode technology and its application in libraries and Information centers*,

Valero E. & Adan A. (2016), *Integration of RFID with other technologies in construction*, Elsevier Ltd.

Links

<http://www.u.arizona.edu/~obaca/rfid/uses.html>

<https://www.turck.de/en/rfid-36706.php>

<https://www.dhs.gov/radio-frequency-identification-rfid-what-it>

<https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/electromagnetic-compatibility-emc/radio-frequency-identification-rfid>