



**«Η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID σε εταιρείες Third Party
Logistics»**

Η εργασία υποβάλλεται για την μερική κάλυψη των απαιτήσεων με στόχο την
απόκτηση του διπλώματος

**ΜΠΣ στην Οργάνωση & Διοίκηση Βιομηχανικών Συστημάτων
Ειδικευση: LOGISTICS**

Από

**ΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΚΑΙ ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

ΚΑΤΣΙΚΑ ΝΑΥΣΙΚΑ

Επιβλέπων Καθηγητής : ΧΟΝΔΡΟΚΟΥΚΗΣ ΓΡΗΓΟΡΗΣ

Πειραιάς – Ιούνιος 2009

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	Σελ. 5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID	Σελ. 6
1.1 Η εξέλιξη της τεχνολογίας RFID με λίγα λόγια	Σελ. 6
1.2 Η ιστορική διαδρομή του RFID	Σελ. 6
1.3 Τα πρώτα διπλώματα ευρεσιτεχνίας RFID	Σελ. 11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ RFID	Σελ. 13
2.1 Η δομή του συστήματος RFID	Σελ. 13
2.2 Βασικά συστατικά του συστήματος RFID	Σελ. 14
2.2.1 Η Ετικέτα (RFID tag)	Σελ. 14
2.2.1.1 Παθητικές, ημιπαθητικές-ημιενεργητικές και ενεργητικές ετικέτες	Σελ. 16
2.2.1.2 Αναγνώσιμες, μίας εγγραφής-πολλών αναγνώσεων και επανεγγράψιμες ετικέτες	Σελ. 18
2.2.2 Ο Αναγνώστης (RFID Reader)	Σελ. 23
2.2.2.1 Οι υπομονάδες ενός αναγνώστη	Σελ. 23
2.2.2.2 Τα είδη των αναγνωστών	Σελ. 24
2.2.3 Το Ενδιάμεσο λογισμικό (MIDDLEWARE)	Σελ. 26
2.3 Μέθοδοι εκτύπωσης και επικόλλησης ετικετών RFID	Σελ. 27
2.4 Συχνότητα RFID	Σελ. 30
2.4.1 Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά Συχνοτήτων	Σελ. 30
2.5 Ασφάλεια συστημάτων RFID	Σελ. 33
2.5.1 Απειλές που αντιμετωπίζει ένα σύστημα RFID	Σελ. 34
2.5.2 Μέτρα κατά των απειλών	Σελ. 35
2.6 Περιοχή και απόσταση ανάγνωσης	Σελ. 37
2.7 Πρότυπα και Πρωτόκολλα	Σελ. 38
2.7.1 Πρότυπα ISO	Σελ. 38
2.7.2 EPC και EPCglobal Network	Σελ. 39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο Χρήση RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα	Σελ. 42
3.1 Εφαρμογή της τεχνολογίας RFID	Σελ. 42
3.2 Πλεονεκτήματα εφαρμογής RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα	Σελ. 45
3.2.1 Ανάλυση πλεονεκτημάτων σε συγκεκριμένες διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας	Σελ. 47
3.3 Μειονεκτήματα εφαρμογής τεχνολογίας RFID	Σελ. 50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο Σύγκριση Τεχνολογίας Barcode και RFID	Σελ. 55
4.1 Barcodes	Σελ. 55
4.2 Διαφορές τεχνολογίας Barcodes - RFID	Σελ. 55
4.3 Οι δύο τεχνολογίες μαζί	Σελ. 58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο Η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID από 3PL	Σελ. 61
5.1 Ανάλυση υφισταμένων συστημάτων	Σελ. 62
5.2 Σχεδιασμός και δοκιμή RFID	Σελ. 65
5.3 Το RFID σύστημα στην πράξη	Σελ. 67
5.4 Εγκατάσταση του RFID Συστήματος	Σελ. 69
5.5 Αξιολόγηση του RFID Συστήματος	Σελ. 70
5.6 Πρακτική αποτύπωση της τεχνολογίας RFID σε κέντρο Logistics	Σελ. 71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο Προμηθευτής RFID συστήματος	Σελ. 76

6.1 Επιλογή προμηθευτή	Σελ. 76
6.2 Κριτήρια Επιλογής	Σελ. 77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο Κόστος και απόδοση της επένδυσης RFID για έναν 3PL	Σελ. 79
7.1 Κόστος RFID	Σελ. 79
7.2 Απόδοση RFID	Σελ. 82
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο Τρόποι εφαρμογής τεχνολογίας RFID	Σελ. 84
8.1 Slap & Ship	Σελ. 84
8.2 Print & Apply	Σελ. 87
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο Το RFID στις Ελληνικές επιχειρήσεις	Σελ. 89
9.1 Προτάσεις προς την πολιτεία για προώθηση της εφαρμογής της τεχνολογίας RFID στις Ελληνικές επιχειρήσεις	Σελ. 89
9.2 Τεχνικά Θέματα	Σελ. 93
9.3 Επιχειρηματικά Θέματα	Σελ. 97
9.4 Η σημασία της τεχνολογίας RFID	Σελ. 98
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ - ΕΠΙΛΟΓΟΣ	Σελ. 100
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	Σελ. 101

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1 : Παθητικές και Ενεργητικές Ετικέτες	Σελ. 18
Πίνακας 2.2 : Αναγνώσιμες, μίας εγγραφής- πολλών αναγνώσεων και επανεγράψιμες ετικέτες	Σελ. 19
Πίνακας 2.4.1 : Ιδιότητες και Χαρακτηριστικά Συχνοτήτων	Σελ. 33
Πίνακας 2.5.1 : Απειλές Συστήματος RFID	Σελ. 35
Πίνακας 3.2 : Οφέλη RFID	Σελ. 47
Πίνακας 4.2 : Διαφορές τεχνολογίας Barcode και RFID	Σελ. 58
Πίνακας 8.1 : Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της προσέγγισης Slap&Ship	Σελ. 86
Πίνακας 9.2.A : Προτεραιότητα στις εφαρμογές που αναφέρονται στο downstream επίπεδο	Σελ. 93
Πίνακας 9.2.B : Προτεραιότητα στις εφαρμογές που αναφέρονται στο upstream επίπεδο	Σελ. 95
Πίνακας 9.2.Γ : Κρίσιμοι παράγοντες αναφορικά με την προοπτική χρήσης της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα	Σελ. 96

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όταν αναφερόμαστε σε υψηλές προσδοκίες στην εφοδιαστική αλυσίδα, πλέον είναι δύσκολο να αποφύγουμε την αναφορά στην τεχνολογία «Ραδιοσυχνικής Αναγνώρισης», η οποία από εδώ και στο εξής θα αναφέρεται ως τεχνολογία RFID. Μάλιστα η πλειοψηφία των ελληνικών επιχειρήσεων έχει συνειδητοποιήσει ότι η αξιοποίηση της εν λόγω τεχνολογίας αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα εξέλιξης καθώς συμβάλει στη βελτιστοποίηση των δύο κεντρικών αξόνων λειτουργίας τους: την αύξηση των πωλήσεων και την εξασφάλιση του οικονομικού αποτελέσματος, δηλαδή τη μείωση των εξόδων και την αύξηση των κερδών.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να αποτυπώσει τις πτυχές της τεχνολογίας RFID από την εμφάνισή της μέχρι και σήμερα και να αποτελέσει έναν οδηγό εφαρμογής της στις ελληνικές επιχειρήσεις και ιδιαίτερα στις εταιρίες που δραστηριοποιούνται στον τομέα των Third Party Logistics.

Μέσα από την αναφορά της ιστορικής εξέλιξης και των ανακαλύψεων που συνέβαλλαν στην ισχυροποίηση και την κατανόηση της σπουδαιότητας της ραδιοσυχνικής αναγνώρισης, την παρουσίαση της βασικής δομής και της αρχιτεκτονικής ανάπτυξης ενός συστήματος RFID καθώς και των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων που τη συνοδεύουν αφήνεται στον αναγνώστη να αντιληφθεί τη χρησιμότητα ή όχι της εφαρμογής της στη δική του, ξεχωριστή περίπτωση.

Εν συνέχεια παρουσιάζονται τα βασικά βήματα εφαρμογής και σχεδιασμού καθώς και μία ενδεικτική ανάλυση κόστους που αποσκοπούν να αποτελέσουν έναν οδηγό για κάθε δυνητική επιχείρηση που επιθυμεί την υιοθέτηση της τεχνολογίας αυτής.

Τέλος, αναφέρονται κάποιες προτάσεις προς την πολιτεία και την ευρύτερη επιχειρηματική και ακαδημαϊκή κοινότητα, με βάση τις υποδείξεις έμπειρων αναλυτών, που θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην προώθηση της τεχνολογίας RFID και στη δημιουργία εύφορου κλίματος για την περαιτέρω ανάπτυξή της στην ελληνική πραγματικότητα.

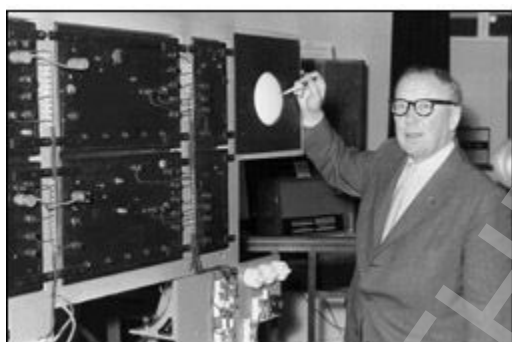
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Ιστορία της τεχνολογίας RFID

1.1 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID ΜΕ ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ

Λέγεται ότι οι ρίζες της τεχνολογίας «Αναγνώρισης μέσω Ραδιοσυχνοτήτων» (Radio Frequency Identification) ξεκινούν από τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο. Οι Γερμανοί, οι Ιάπωνες, οι Αμερικανοί και οι Βρετανοί χρησιμοποιούσαν το ραντάρ (το οποίο ανακαλύφθηκε το 1935 από τον Σκωτσέζο φυσικό Sir Robert Alexander Watson-Watt) ως μέσο προειδοποίησης κατά την προσέγγιση των αεροπλάνων ενώ βρίσκονταν ακόμα σε μεγάλη απόσταση. Το πρόβλημα ήταν ότι δεν υπήρχε κάποιος τρόπος που να προσδιορίζει ποια αεροπλάνα ήταν τα εχθρικά και ποια όχι.

Οι Γερμανοί ανακάλυψαν ότι εάν οι πιλότοι έκαναν έναν συγκεκριμένο ελιγμό, κατά την επιστροφή τους στην βάση, η απεικόνιση του σήματός τους στο ραντάρ θα άλλαζε. Αυτή η ακατέργαστη μέθοδος προειδοποιούσε το προσωπικό ελέγχου ότι επρόκειτο για γερμανικά και όχι συμμαχικά αεροσκάφη χρησιμοποιώντας ουσιαστικά, το πρώτο παθητικό σύστημα RFID.



Υπό την καθοδήγηση του Watson-Watt, που διηύθυνε ένα μυστικό πρόγραμμα, οι Βρετανοί ανέπτυξαν το πρώτο ενεργό σύστημα ανίχνευσης εχθρικών ή συμμαχικών αεροσκαφών (identify friend or foe). Τοποθέτησαν έναν πομπό σε κάθε βρετανικό αεροπλάνο, ο οποίος όταν λάμβανε σήματα από τους σταθμούς ραντάρ στο έδαφος, εξέπεμπε ένα σήμα που το προσδιόριζε ως φιλικό

αεροσκάφος.

Εικόνα 1: Ο Watson-Watt

Το RFID λειτουργεί στην ίδια βάση. Ένα σήμα στέλνεται σε έναν πομποδέκτη ο οποίος ενεργοποιείται και είτε "αντανακλά" ένα σήμα (παθητικό σύστημα) είτε εκπέμπει ένα σήμα (ενεργητικό σύστημα).

Οι πρόοδοι στην έρευνα των ραντάρ και στα συστήματα επικοινωνιών RF συνεχίστηκαν και στα μέσα της δεκαετίας του '50 και του '60. Επιστήμονες και ακαδημαϊκοί στις Ηνωμένες Πολιτείες, την Ευρώπη και την Ιαπωνία έκαναν έρευνες και παρουσιάσεις εξηγώντας πώς η τεχνολογία RF θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση απομακρυσμένων αντικειμένων.

1.2 Η ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΤΟΥ RFID

Είτε το έχουμε συνειδητοποιήσει είτε όχι η τεχνολογία RFID είναι πλέον ένα αναπόσπαστο τμήμα της ζωής μας. Το RFID αυξάνει την παραγωγικότητα και χρησιμοποιείται σε εκατοντάδες, εάν όχι χιλιάδες, εφαρμογές όπως η παρεμπόδιση της κλοπής των αυτοκινήτων, η πληρωμή των διοδίων, η διαχείριση της κυκλοφορίας, η αυτοματοποίηση των χώρων στάθμευσης, ο έλεγχος εισόδου των οχημάτων στους αερολιμένες, η οργάνωση και ο εντοπισμός των βιβλίων, στα αγαθά και τέλος δεν γίνεται να μην αναφέρουμε τις συνεχώς αυξανόμενες εφαρμογές του στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Κάποιος μπορεί να εντοπίσει την καταγωγή του RFID στα πολύ παλιά χρόνια. Τόσο η επιστήμη όσο και η θρησκεία συμφωνούν ότι στις πρώτες στιγμές της δημιουργίας υπήρξε ηλεκτρομαγνητική ενέργεια. Η επιστημονική σκέψη υποστηρίζει ότι ο κόσμος δημιουργήθηκε σε μια στιγμή με ένα μεγάλο κτύπημα (Big Bang). Οι επιστήμονες συνάγουν ότι και οι τέσσερις θεμελιώδεις δυνάμεις - βαρύτητα, ηλεκτρομαγνητισμός, και οι ισχυρές και αδύναμες πυρηνικές δυνάμεις - ήταν ενοποιημένες. Η πρώτη μορφή ενέργειας στον κόσμο ήταν η ηλεκτρομαγνητική. Κατά τη διάρκεια των πρώτων δευτερολέπτων του κόσμου, τα πρωτόνια, τα νετρόνια και τα ηλεκτρόνια είχαν αρχίσει το σχηματισμό όταν τα φωτόνια (το κβαντικό στοιχείο της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας) συγκρούστηκαν, μετατρέποντας την ενέργεια σε μάζα. Το ηλεκτρομαγνητικό υπόλοιπο του μεγάλου κτυπήματος επιζεί μέχρι σήμερα ως συριγμός μικροκυμάτων στο υπόβαθρο. Η σπουδαιότητα του γεγονότος αυτού έγκειται στο ότι η ενέργεια αυτή είναι η πηγή του RFID. Βέβαια χρειάστηκαν περισσότερα από 14 δισεκατομμύρια έτη προτού ανακαλυφθεί ο τρόπος που η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια στη ράδιο περιοχή, μπορεί να εκμεταλλευτεί και να εφαρμοστεί στην ανάπτυξη της τεχνολογίας RFID.

Οι Κινέζοι ήταν πιθανώς οι πρώτοι που παρατήρησαν και χρησιμοποίησαν τα μαγνητικά πεδία τον πρώτο αιώνα Π.Χ. Μετά από αυτό όμως, η επιστημονική κατανόηση προχώρησε πολύ αργά μέχρι περίπου το 1600. Από το 1600 μέχρι το 1800 ήταν μία περίοδος έκρηξης της παρατηρητικής γνώσης της ηλεκτρικής ενέργειας, του μαγνητισμού και της οπτικής που συνοδεύθηκαν από μια συνεχώς αυξανόμενη βάση από μαθηματικές παρατηρήσεις. Και, ένας από τους πρώτους και γνωστούς πρωτοπόρους της ηλεκτρικής ενέργειας το 18^ο αιώνα ήταν ο Benjamin Franklin.

Το έτος 1800 χαρακτηρίζεται ως η αρχή της θεμελιώδους κατανόησης της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας. Ο Michael Faraday, ένας γνωστός Άγγλος εφευρέτης, υποστήριξε το 1846 ότι και τα φωτεινά και τα ράδιο κύματα είναι μέρος της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας. Το 1864, ο James Clerk Maxwell, ένας Σκωτσέζος φυσικός, δημοσίευσε τη θεωρία του στους ηλεκτρομαγνητικούς τομείς και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ηλεκτρική και η μαγνητική ενέργεια «ταξιδεύουν» στα εγκάρσια κύματα με μια ταχύτητα ίση με αυτή του φωτός. Λίγο μετά το 1887, ο Heinrich Rudolf Hertz, ένας Γερμανός φυσικός, επιβεβαίωσε την ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell και παρήγαγε και μελέτησε τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα (ράδιο κύματα). Απέδειξε ότι πρόκειται για εγκάρσια κύματα που ταξιδεύουν με την ταχύτητα του φωτός και μπορούν να απεικονιστούν, να διαθλαστούν, και να πολωθούν ακριβώς όπως το φως. Ο Hertz, θεωρείται ως ο πρώτος που κατάφερε να μεταδώσει και να λάβει ράδιο κύματα, και οι επιδείξεις του ακολουθήθηκαν γρήγορα από τον Aleksandr Popov στη Ρωσία.

Το 1896, ο Guglielmo Marconi ,κατάφερε την επιτυχή μετάδοση της ραδιοτηλεγραφίας πέρα από τον Ατλαντικό, και μετά από αυτό ο κόσμος δεν θα ήταν ποτέ ξανά ο ίδιος.

Ο 20ός αιώνας

Το 1906, ο Ernst F.W. Alexanderson, δημιούργησε την πρώτη συνεχή παραγωγή ράδιο κυμάτων και τη μετάδοση των ράδιο σημάτων. Αυτό το επίτευγμα επισημαίνει την αρχή της σύγχρονης ραδιοεπικοινωνίας, όπου όλες οι πτυχές των ράδιο κυμάτων είναι ελεγχόμενες.

Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, περίπου το 1922, θεωρείται ότι επιτεύχθηκε η γέννηση του ραντάρ. Η εργασία στο ραντάρ κατά τη διάρκεια του Δεύτερου Παγκόσμιου Πολέμου ήταν τόσο σημαντική ως τεχνική ανάπτυξη όπως το

πρόγραμμα του Μανχάταν στο επιστημονικό εργαστήριο Los Alamos, και ήταν κρίσιμο για την επιτυχία των συμμάχων.

Το ραντάρ στέλνει τα ράδιο κύματα για την ανίχνευση και τον εντοπισμό ενός αντικειμένου μέσω της αντανάκλασης των ράδιο κυμάτων. Αυτή η αντανάκλαση μπορεί να καθορίσει τη θέση και την ταχύτητα ενός αντικειμένου.

Δεδομένου ότι η τεχνολογία RFID είναι ο συνδυασμός της ράδιο τεχνολογίας και των ραντάρ, δεν είναι απροσδόκητο ότι η σύγκλιση αυτών των δύο αρχών και οι σκέψεις για το RFID βασίστηκαν στις αρχές της ανάπτυξης του ραντάρ.

Γέννηση μιας ιδέας

Ο τρόπος που η τεχνολογία αναπτύσσεται γενικά, είναι «περίπλοκος». Η δυνατότητα για έναν άπειρο αριθμό πραγμάτων είναι παρούσα, όμως οι ευρύτερες ανθρώπινες επιλογές καθορίζουν πώς εξελίσσεται η τεχνολογία. Δεν υπάρχει κανένα σαφές κείμενο, βιβλίο ή λογική πρόοδος, και συχνά οι εξελίξεις που πραγματοποιούνται πριν από την ώρα τους δεν αναγνωρίζονται μέχρι αργότερα, ή ακόμα και ποτέ. Έτσι ήταν και με την ανάπτυξη του RFID.

Μία από τις πρώτες, εάν όχι η πρώτη, εργασία που εξερεύνησε το RFID είναι αυτή του Harry Stockman, με τίτλο « Η επικοινωνία μέσω της Αντανακλώμενης Δύναμης», τον Οκτώβριο του 1948. Ο Stockman δήλωσε έπειτα ότι «προφανώς, η έρευνα και το έργο ανάπτυξης πρέπει να γίνουν προτού να λυθούν τα υπόλοιπα βασικά προβλήματα στην επικοινωνία αντανάκλασης, και προτού να εξερευνηθεί ο τομέας των χρήσιμων εφαρμογών.»

Τριάντα έτη θα περνούσαν προτού να αρχίσει να πραγματοποιείται το όραμα του Stockman καθώς απαιτούνταν και άλλες τεχνολογικές ανακαλύψεις και εξελίξεις όπως: η κρυσταλλολυχνία, το ολοκληρωμένο κύκλωμα, ο μικροεπεξεργαστής, η ανάπτυξη των δικτύων επικοινωνίας, οι αλλαγές στις επιχειρήσεις. Όπως στα περισσότερα πράγματα, ο συγχρονισμός παίζει τεράστιο ρόλο, έτσι και η επιτυχία του RFID θα έπρεπε να περιμένει.

Πολλά συνέβησαν μέσα στα 53 έτη που ακολούθησαν από την εργασία του Harry Stockman. Η δεκαετία του '50 ήταν μια εποχή εξερεύνησης των τεχνικών RFID υποκινούμενη από τις τεχνικές εξελίξεις στο ραδιόφωνο και στα ραντάρ που είχαν λάβει χώρα τη δεκαετία του '30 και τη δεκαετία του '40 αντίστοιχα. Διάφορες τεχνολογίες σχετικές με το RFID, όπως τα μεγάλης ακτίνας συστήματα αναμεταδοτών «του προσδιορισμού, του φίλου ή του εχθρού» (IFF) για τα αεροσκάφη ερευνούνταν εκείνη την εποχή.

Από τη δεκαετία του '60 μέχρι τη δεκαετία του '80: Το RFID γίνεται πραγματικότητα

Η δεκαετία του '60 ήταν το προοίμιο στην έκρηξη του RFID κατά την επόμενη δεκαετία. Ο R. F. Harrington μελέτησε την ηλεκτρομαγνητική θεωρία σχετικά με το RFID το 1963-1964. Οι εφευρέτες ήταν πολυάσχολοι με εφευρέσεις σχετικές με το RFID όπως «Οι συσκευές ραδιοσυχνότητας που ενεργοποιούνται με τηλεχειριστήριο» του Robert Richardson το 1963, «Η επικοινωνία με ακτίνες radar» του Otto Rittenback το 1969, « Οι παθητικές τεχνικές μετάδοσης στοιχείων με τη χρήση ακτινών radar» του J. H. Vogelmann το 1968 και τέλος «Το σύστημα ανάκρισης-απόκρισης» του J. P. Vinding το 1967.

Οι εμπορικές δραστηριότητες είχαν αρχίσει τη δεκαετία του '60. Τα Sensormatic και τα Checkpoint ιδρύθηκαν προς το τέλος της δεκαετίας του '60. Αυτές

οι επιχειρήσεις, με άλλες όπως η Knogo, ανέπτυξαν τον ηλεκτρονικό εξοπλισμό επιτήρησης (EAS) για να αντιμετωπίσουν τις κλοπές. Αυτά τα συστήματα ήταν ετικέτες μίας μόνο χρήσης, δηλαδή μπορούσε να ανιχνευτεί μόνο η παρουσία ή η απουσία μιας ετικέτας. Οι ετικέτες αυτές μπόρεσαν να γίνουν σχεδόν ανέξοδα και αποτέλεσαν αποτελεσματικά αντικλεπτικά μέτρα. Αυτοί οι τύποι συστημάτων χρησιμοποίησαν είτε το μικρόκυμα είτε την επαγωγική τεχνολογία. Τα EAS είναι αναμφισβήτητα η πρώτη και πιο διαδεδομένη εμπορική χρήση του RFID.

Το 1970 οι εφευρέτες, οι επιχειρήσεις, τα ακαδημαϊκά ιδρύματα και τα κυβερνητικά εργαστήρια λειτουργούσαν ενεργά πάνω στην τεχνολογία RFID, με αποτέλεσμα να πραγματοποιούνται ξεχωριστές προόδους στα ερευνητικά εργαστήρια και τα ακαδημαϊκά ιδρύματα όπως το Επιστημονικό Εργαστήριο Los Alamos, το Πανεπιστήμιο Northwestern, και το Ίδρυμα Microwave στη Σουηδία μεταξύ άλλων. Μια σημαντική πρόοδος ήταν η εργασία του εργαστηρίου Los Alamos που παρουσιάστηκε από τον Alfred Koelle, τον Steven Depp και τον Robert Freyman το 1975, με τίτλο «Περιορισμένου φάσματος ράδιο-τηλεμετρία για τον ηλεκτρονικό προσδιορισμό χρησιμοποιώντας διαμορφωμένη οπισθοδιασπορά».

Παράλληλα και οι μεγάλες επιχειρήσεις ανέπτυσαν επίσης την τεχνολογία RFID, όπως η Raytag το 1973. Οι εταιρίες RCA και Fairchild δραστηριοποιήθηκαν στις αναζητήσεις τους με τον Richard Klensch της RCA να αναπτύσσει ένα «ηλεκτρονικό σύστημα προσδιορισμού» το 1975 και τον F. Sterzer της RCA μια «ηλεκτρονική πινακίδα κυκλοφορίας για τα μηχανοκίνητα οχήματα» το 1977. Ο Thomas Meyers και η Ashley Leigh της Fairchild ανέπτυξαν επίσης έναν «Παθητικό αναμεταδότη- κωδικοποιητή μικροκυμάτων» το 1978.

Οι Λιμενικές Αρχές της Νέας Υόρκης και του Νιου Τζέρσεϋ εξέταζαν επίσης τα συστήματα που χτίστηκαν από τη General Electric, τη Westinghouse, τη Philips και τη Glenayre. Τα αποτελέσματα ήταν ευνοϊκά, αλλά η πρώτη εμπορικά επιτυχής εφαρμογή RFID, δεν ήταν ακόμα έτοιμη.

Η δεκαετία του '70 χαρακτηρίστηκε πρώτιστα από την αναπτυξιακή εργασία. Οι προοριζόμενες εφαρμογές ήταν για τον εντοπισμό ζώων και οχημάτων καθώς και την αυτοματοποίηση των εργοστασίων. Παράδειγμα για την αναγνώριση των ζώων ήταν τα συστήματα μικροκυμάτων στο Los Alamos και τα επαγωγικά συστήματα στην Ευρώπη. Το ενδιαφέρον σε αυτόν τον τομέα ήταν υψηλό στην Ευρώπη γι' αυτό και επιχειρήσεις όπως η Alfa Laval και η Nedap ανέπτυσαν συστήματα RFID.

Οι προσπάθειες στο τομέα των μεταφορών περιλάμβαναν την εργασία στο Εργαστήριο του Los Alamos και στη Διεθνή Ένωση Γεφυρών, Φραγμάτων και Γεφυρών (International Bridge Turnpike and Tunnel Association : IBTTA) καθώς και στην Ομοσπονδιακή Διοίκηση Εθνικών Οδών των Ηνωμένων Πολιτειών (United States Federal Highway Administration). Οι τελευταίοι δύο οργανισμοί χρηματοδότησαν μια διάσκεψη το 1973 κατά την οποία αποδείχθηκε ότι δεν υπήρχε κανένα εθνικό ενδιαφέρον για την ανάπτυξη προτύπων για τον ηλεκτρονικό προσδιορισμό οχημάτων. Αυτή ήταν μια σημαντική απόφαση δεδομένου η τεχνολογία RFID ήταν ακόμα σε πολύ πρόωρο επίπεδο.

Την ίδια εποχή ο αριθμός των επιχειρήσεων, των ατόμων και των οργανισμών που εργάζονται πάνω στο RFID άρχισε να πολλαπλασιάζεται. Η δυνατότητα για το RFID γινόταν προφανής.

Η δεκαετία του '80 έγινε η δεκαετία για την πλήρη εφαρμογή της τεχνολογίας RFID, αν και το πεδίο και ο βαθμός εφαρμογής της διέφερε στα διάφορα μέρη του κόσμου. Τα πεδία που ενδιέφεραν περισσότερο τις Ηνωμένες Πολιτείες ήταν οι μεταφορές, η πρόσβαση του προσωπικού, και σε μικρότερη έκταση, τα ζώα. Στην Ευρώπη, αντίστοιχα το ενδιαφέρον επικεντρωνόταν στις βιομηχανικές και

επιχειρησιακές εφαρμογές, στα ζώα και στα διόδια για χώρες όπως η Ιταλία, η Γαλλία, η Ισπανία, η Πορτογαλία και η Νορβηγία, οι οποίες μάλιστα εξοπλίστηκαν με συστήματα RFID για την αυτόματη πληρωμή των διοδίων.

Στην Αμερική, η Ένωση Αμερικανικών Σιδηροδρόμων καθώς και το Πρόγραμμα Διαχείρισης Εμπορευματοκιβωτίων χρησιμοποιούσαν τεχνολογία RFID. Οι δοκιμές RFID για τη συλλογή των διοδίων συνεχίστηκαν για πολλά έτη, και η πρώτη εμπορική εφαρμογή έγινε στην Ευρώπη το 1987, και συγκεκριμένα στη Νορβηγία, αλλά επεκτάθηκε γρήγορα και στις Ηνωμένες Πολιτείες (1989). Επίσης κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, η Λιμενική Αρχή της Νέας Υόρκης και του Νιου Τζέρσεϋ άρχισε την εμπορική λειτουργία του RFID για τα λεωφορεία που περνούσαν από τη σήραγγα του Λίνκολν.

Η δεκαετία του '90

Η δεκαετία του '90 ήταν μια σημαντική δεκαετία για το RFID δεδομένου ότι η ηλεκτρονική πληρωμή διοδίων επεκτάθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες με διάφορες καινοτομίες στα ηλεκτρονικά διόδια. Το πρώτο παγκόσμιο σύστημα αυτόματης πληρωμής διοδίων στις εθνικές οδούς άνοιξε στην Οκλαχόμα το 1991, όπου τα οχήματα μπόρεσαν να περάσουν τα σημεία πληρωμής με ταχύτητες εθνικών οδών, ανεμπόδιστα. Το πρώτο σύστημα που συνδύαζε την πληρωμή των διοδίων και τη διαχείριση της κυκλοφορίας ,παγκοσμίως, εγκαταστάθηκε στην περιοχή του Χιούστον το 1992. Επίσης πρωτοποριακό ήταν και το σύστημα που εγκαταστάθηκε στο φράγμα του Κάνσας το οποίο χρησιμοποιούσε αναγνώστες που μπορούσαν επίσης να λειτουργήσουν και με τις ετικέτες της γειτονικής Οκλαχόμα. Η Γεωργία των Ηνωμένων Πολιτειών, στη συνέχεια βελτίωσε τον εξοπλισμό της ώστε οι αναγνώστες μπορούσαν να διαβάζουν και τις νέες ετικέτες καθώς επίσης και τις υπάρχουσες. Στην πραγματικότητα, αυτές οι δύο εγκαταστάσεις ήταν οι πρώτες που εφάρμοσαν τα πολύ-πρωτόκολλα στις ηλεκτρονικές εφαρμογές συλλογής διοδίων.

Το 1990, στις Βορειοανατολικές πολιτείες, επτά περιφερειακές εταιρίες συλλογής διοδίων, δημιούργησαν έναν οργανισμό διαμεσολάβησης περασμάτων (E-Z Pass Interagency Group: IAG) με σκοπό την ανάπτυξη ενός συμβατού, περιφερειακού ηλεκτρονικού συστήματος συλλογής διοδίων. Αυτό το σύστημα αποτελεί το πρότυπο για τη χρήση μιας ενιαίας ετικέτας και μίας ενιαίας τιμολόγησης ανά όχημα στις εθνικές οδούς.

Το ενδιαφέρον ήταν επίσης έντονο για τις εφαρμογές RFID και στην Ευρώπη κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '90. Και τα μικροκύματα και οι επαγωγικές τεχνολογίες έβρισκαν εφαρμογή στην πληρωμή των διοδίων, τον έλεγχο πρόσβασης καθώς και σε ένα μεγάλο πλήθος εμπορικών δραστηριοτήτων.

Μια νέα προσπάθεια, που εξελισσόταν εκείνη την εποχή, ήταν και η ανάπτυξη του συστήματος TIRIS της Texas Instruments (TI), που χρησιμοποιήθηκε σε πολλά αυτοκίνητα για τον έλεγχο της έναρξης της μηχανής τους. Το σύστημα Tiris (και άλλα όπως αυτό της Mikron που τώρα ανήκει στη Philips) ανέπτυξαν νέες εφαρμογές για τη διανομή των καυσίμων, την τοποθέτηση μικροτσίπ στα τυχερά παιχνίδια, την πρόσβαση των οχημάτων κ.α..

Πολλές επιχειρήσεις στην Ευρώπη άρχισαν να ακολουθούν τις εξελίξεις στον τομέα της τεχνολογίας RFID όπως η Microdesign, η CGA, η Alcatel, η Bosch και η Philips. Όταν απαιτήθηκαν πανευρωπαϊκά πρότυπα για τις εφαρμογές διοδίων στην Ευρώπη, πολλές από αυτές τις επιχειρήσεις (και άλλες) εργάστηκαν γι' αυτό.

Οι εφαρμογές διοδίων εμφανίστηκαν επίσης σε πολλές χώρες συμπεριλαμβανομένης της Αυστραλίας, της Κίνας, του Χονγκ Κονγκ, των

Φιλιππίνων, της Αργεντινής, της Βραζιλίας, του Μεξικού, του Καναδά, της Ιαπωνίας, της Μαλαισίας, της Σιγκαπούρης, της Ταϊλάνδης, της Νότιας Κορέας και της Νότιας Αφρικής.

Παράλληλα με την επιτυχία της ηλεκτρονικής συλλογής διοδίων, ακολούθησαν και άλλες πρόοδοι όπως η πολλαπλή χρήση των ετικετών στα διαφορετικά επιχειρησιακά τμήματα. Μια ενιαία ετικέτα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την ηλεκτρονική συλλογή διοδίων, την πληρωμή των χώρων στάθμευσης κ.α.. Η έρευνα και η ανάπτυξη δεν επιβράδυναν κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '90 δεδομένου ότι οι νέες τεχνολογικές εξελίξεις επέκτειναν τη λειτουργία του RFID.

Η Τεχνολογία RFID Σήμερα

Στις μέρες μας, το αυξανόμενο ενδιαφέρον για την τηλεπληροφορική και το κινητό εμπόριο θα φέρει την τεχνολογία αυτή ακόμα πιο κοντά στον καταναλωτή. Μία σημαντική λεπτομέρεια όμως είναι ότι η τεχνολογία RFID δεν πρόκειται, τουλάχιστον στο άμεσο μέλλον, να αντικαταστήσει την τεχνολογία των barcodes, αλλά να λειτουργήσει συμπληρωματικά με αυτή δίνοντας μεγαλύτερες δυνατότητες στη συλλογή και διαχείριση δεδομένων.

Στο σημείο αυτό εισέρχεται η ικανότητα αλλά και η εμπειρία της εταιρίας που θα σχεδιάσει και θα προτείνει κάποιο σύστημα που βασίζεται είτε μόνο στα barcodes ή/και στο RFID ούτως ώστε η αποδοχή του από το σύστημα λειτουργίας της επιχείρησης να είναι όσο το δυνατόν γρηγορότερη και η εταιρία να ωφεληθεί τελικά από την επένδυση.

1.3 ΤΑ ΠΡΩΤΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΑ ΕΥΡΕΣΙΤΕΧΝΙΑΣ RFID

1. Στις 23 Ιανουαρίου 1973 ο Mario W. Cardullo υποστηρίζει ότι έχει λάβει το πρώτο αμερικανικό δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για μια ενεργό ετικέτα RFID με επανεγγράψιμη μνήμη. Το ίδιο έτος, ο Charles Walton, ένας επιχειρηματίας από την Καλιφόρνια, έλαβε ένα δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για έναν παθητικό αναμεταδότη που χρησιμοποιήθηκε για να ξεκλειδώσει μια πόρτα χωρίς κλειδί. Μια κάρτα με έναν ενσωματωμένο αναμεταδότη διαβίβαζε ένα σήμα σε έναν αναγνώστη κοντά στην πόρτα. Όταν ο αναγνώστης ανίχνευε τον έγκυρο αριθμό ταυτότητας που είχε αποθηκευτεί μέσα στην ετικέτα RFID, ο αναγνώστης ξεκλειδώνει την πόρτα.
2. Στη δεκαετία του '70, το εθνικό εργαστήριο Los Alamos στις ΗΠΑ κλήθηκε από το ενεργειακό τμήμα να αναπτύξει ένα σύστημα για τα πυρηνικά υλικά. Μια ομάδα επιστημόνων τοποθέτησαν έναν αναμεταδότη σε ένα φορτηγό και αναγνώστες στις πύλες των εγκαταστάσεων. Η κεραία της πύλης θα ενεργοποιούσε τον αναμεταδότη στο φορτηγό, που θα αποκρινόταν με μια ταυτότητα, ενδεχομένως και με άλλα στοιχεία (όπως η ταυτότητα του οδηγού).
3. Στα μέσα της δεκαετίας του '80 οι επιστήμονες του εργαστηρίου Los Alamos που εργάστηκαν στο πρόγραμμα αυτό, ίδρυσαν μια επιχείρηση στην οποία θα αναπτυσσόταν το σύστημα πληρωμής διοδίων. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται σε δρόμους, γέφυρες και σήραγγες σε όλο τον κόσμο.
4. Το Los Alamos ανέπτυξε επίσης μια παθητική ετικέτα RFID για αγελάδες. Αυτό το σύστημα χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα σε όλο τον κόσμο.

5. Στις αρχές της δεκαετίας του '90 οι μηχανικοί της IBM ανέπτυξαν ένα υψηλό σύστημα RFID συχνότητας (UHF). Το UHF μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε πιο μακρινές ακτίνες και με γρηγορότερη μεταφορά στοιχείων. Η IBM έκανε κάποια πιλοτικά προγράμματα με την Wal - Mart, αλλά δεν εμπορευματοποίησε ποτέ αυτήν την τεχνολογία.
6. Το UHF RFID αναπτύχθηκε περισσότερο το 1999, όταν το Uniform Code Council, η EAN International, η Procter & Gamble και η Gillette ίδρυσαν το κέντρο Auto-ID Center στο ίδρυμα τεχνολογίας της Μασαχουσέτης. Δύο καθηγητές, ο David Brock και ο Sanjay Sarma, ερεύνησαν την πιθανότητα χαμηλού κόστους στις ετικέτες RFID σε όλα τα προϊόντα μέσω της αλυσίδας ανεφοδιασμού. Η ιδέα τους ήταν να βάλουν μόνο έναν αύξοντα αριθμό στην ετικέτα για να μην αυξηθεί η τιμή του μικροτσιπ (ένα απλό μικροτσιπ που αποθηκεύει λίγες πληροφορίες μπορεί να είναι πιο φτηνό από ένα σύνθετο με περισσότερη μνήμη). Οι Sarma και Brock άλλαξαν ουσιαστικά την γνώμη των ανθρώπων για το RFID στην αλυσίδα ανεφοδιασμού.
7. Μεταξύ 1999 και 2003, το Auto-ID Center ανέπτυξε δύο πρωτόκολλα. Το σχέδιο ηλεκτρονικού κωδικού προϊόντος (Electronic Product Code), και μια δικτυακή αρχιτεκτονική για την ανάγνωση των στοιχείων που συνδέονται σε μια ετικέτα RFID στο διαδίκτυο. Το 2003 η Auto-ID Center έκλεισε τις πόρτες της και οι ερευνητικές ευθύνες της μεταφέρθηκαν στο Auto-ID Labs.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

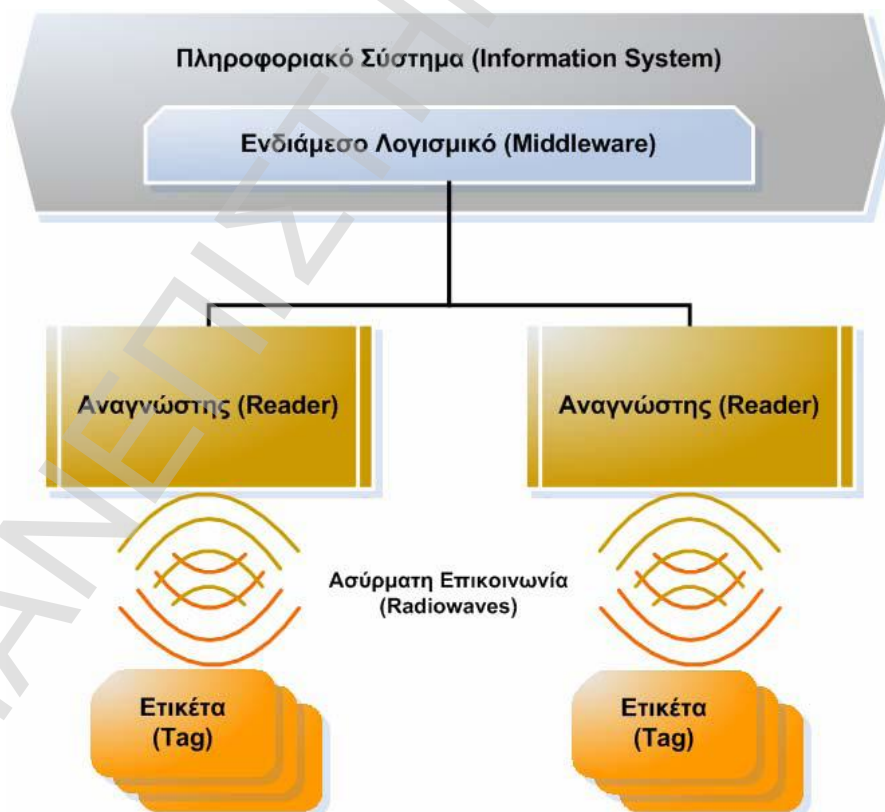
Το Σύστημα RFID

2.1 Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ RFID

Η τεχνολογία RFID βρίσκεται στα άκρα ενός πληροφοριακού συστήματος. Είναι στην ουσία ένας διαφορετικός τρόπος διασύνδεσης με αντικείμενα που επιθυμούμε να αναγνωρίζουμε, να εντοπίζουμε και να συλλέγουμε πληροφορίες για αυτά. Η διασύνδεση είναι ασύρματη και βασίζεται στα ραδιοκύματα τα οποία μεταδίδονται στον αέρα. Παράλληλα η αναγνώριση αντικειμένων δεν απαιτεί οπτική επαφή (σε αντίθεση με τον γραμμωτό κώδικα που έχει μέσο διασύνδεσης τις υπέρυθρες και απαιτεί οπτική επαφή).

Ένα σύστημα RFID περιλαμβάνει τρία βασικά στοιχεία:

1. την Ετικέτα (*tag*), η οποία αναφέρεται στην βιβλιογραφία και ως πομποδέκτης (*transponder*)
2. τον Αναγνώστη (*reader*), ο οποίος αποτελείται από την κεραία (*antenna*) και την μονάδα ελέγχου (*control unit*)
3. και το Ενδιάμεσο Λογισμικό (*Middleware*), το οποίο λειτουργεί ως «γέφυρα» επικοινωνίας μεταξύ του αναγνώστη και του πληροφοριακού συστήματος



Εικόνα 2: Το Σύστημα RFID

Η δομή του συστήματος RFID απεικονίζεται στην ανωτέρω εικόνα και αφορά τις τρεις οντότητες που αναφέραμε δηλαδή τις ετικέτες, τους αναγνώστες και το ενδιάμεσο λογισμικό. Η λειτουργία ενός RFID συστήματος βασίζεται στην δυναμική και αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ των μερών που το απαρτίζουν. Ας δούμε όμως μέσω ενός παραδείγματος έναν τρόπο χρήσης ενός RFID συστήματος σε μια ξενοδοχειακή μονάδα.

Η RFID ετικέτα βρίσκεται προσκολλημένη πάνω σε κάποιο αντικείμενο (π.χ. μια κάρτα εισόδου σε δωμάτιο ξενοδοχείου) και περιέχει συγκεκριμένες πληροφορίες οι οποίες ποικίλουν ανάλογα με τον σκοπό της χρήσης του συστήματος RFID (π.χ. ένα μοναδικό κωδικό για τον προσδιορισμό του δωματίου και ένα μοναδικό κωδικό για τον προσδιορισμό του πελάτη). Ο πελάτης του ξενοδοχείου κρατώντας την κάρτα πλησιάζει στην πόρτα του δωματίου του όπου είναι εγκατεστημένος ένας RFID αναγνώστης. Όταν η κάρτα βρεθεί εντός της εμβέλειας της κεραίας του αναγνώστη αυτόματα η μονάδα ελέγχου επικοινωνεί, με ραδιοκύματα, με την ετικέτα και παίρνει τις πληροφορίες που χρειάζεται. Εδώ διευκρινίζεται ότι η ετικέτα έχει και αυτή ενσωματωμένη μια κεραία (περισσότερες πληροφορίες για τις ετικέτες θα ειπωθούν στην ενότητα 2.2.1). Στην συνέχεια το ενδιάμεσο λογισμικό, που κατανοεί τα δεδομένα που στέλνει η μονάδα ελέγχου του αναγνώστη, περνάει τις πληροφορίες στη σωστή μορφή στο πληροφοριακό σύστημα του ξενοδοχείου και ελέγχεται αν ο πελάτης μένει στο δωμάτιο με τον συγκεκριμένο αναγνώστη. Τελικά και εφόσον διαπιστωθεί ότι ο συγκεκριμένος πελάτης μένει στο συγκεκριμένο δωμάτιο η πόρτα του δωματίου ξεκλειδώνει.

Απόρροια των ανωτέρω είναι ότι η χρήση του RFID αφορά την επικοινωνία αναγνώστη – ετικέτας και στην συνέχεια τη μεταφορά των δεδομένων από το ενδιάμεσο λογισμικό στο πληροφοριακό σύστημα και αντίστροφα. Το παράδειγμα που αναπτύχθηκε είναι αρκετά απλοϊκό καθώς σε πραγματικές εφαρμογές επιτελούνται εργασίες εκατέρωθεν μεταξύ του πληροφοριακού συστήματος και του αναγνώστη – ετικέτας. Για παράδειγμα θα μπορούσε να γίνει μια εγγραφή στην ετικέτα με τη χρέωση του πελάτη. Στην περίπτωση αυτή το πληροφοριακό σύστημα δίνει την εντολή στο ενδιάμεσο λογισμικό να γίνει η εγγραφή της ετικέτας, το ενδιάμεσο λογισμικό μεταφέρει σε κατάλληλη μορφή την εντολή αυτή στη μονάδα ελέγχου του αναγνώστη ο οποίος επικοινωνεί με την ετικέτα και γράφει τα δεδομένα που του ζητήθηκαν στην ετικέτα ανανεώνοντας έτσι τα δεδομένα της.

Η αρχιτεκτονική του συστήματος RFID είναι σταθερή ως προς την ροή των δεδομένων (ετικέτα ↔ αναγνώστης ↔ ενδιάμεσο λογισμικό ↔ πληροφοριακό σύστημα) αλλά όχι και ως προς την διακριτότητα των επιμέρους στοιχείων. Συγκεκριμένα παρατηρείται μια τάση για ολοκλήρωση της κεραίας, της μονάδας ελέγχου και του ενδιάμεσου λογισμικού σε μια συσκευή που ονομάζεται αναγνώστης. Σε κάθε περίπτωση η ετικέτα είναι αυτόνομη οντότητα.

2.2 ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ RFID

2.2.1 Η Ετικέτα (RFID TAG)

Οι τεχνολογίες ενεργών και παθητικών ετικετών RFID θα αλλάξουν ριζικά στο άμεσο μέλλον τον τρόπο λειτουργίας των επιχειρήσεων επιφέροντας σημαντικά και πολύπλευρα οφέλη, όπως ενισχυμένη αποτελεσματικότητα στην εφοδιαστική αλυσίδα και βελτιώσεις στον τομέα της υγιεινής και ασφάλειας για κάθε επιχείρηση. Λίγες είναι οι τεχνολογίες που στο μέλλον θα έχουν τόσο σημαντική επίδραση στον τρόπο λειτουργίας των επιχειρήσεων και την εμπειρία που βιώνει ο καταναλωτής.

Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια, το κόστος των ετικετών RFID έχει μειωθεί ενώ η απόδοσή τους έχει βελτιωθεί δραματικά, δίνοντας έτσι νέα δυναμική σε αυτή την τεχνολογία αισθητήρων.

Μακροπρόθεσμα, η τεχνολογία RFID θα επιφέρει ακόμη περισσότερα οφέλη στην καρδιά της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς οι ετικέτες RFID μπορούν να αποθηκεύσουν πολύ περισσότερες πληροφορίες από ότι οι ετικέτες απλού γραμμωτού κώδικα. Επιπλέον, οι ετικέτες RFID λειτουργούν σαν παθητικές συσκευές ανίχνευσης, στέλνοντας σήματα για το πού βρίσκονται μέσω ραδιοσυχνότητας, γεγονός που αναδεικνύει την αξία της τεχνολογίας RFID και για άλλους τομείς, όπως είναι αυτός της ασφάλειας, των μεταφορών, της βιομηχανίας, κλπ.

Η ετικέτα RFID περιλαμβάνει μια κεραία (*antenna*) και ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα (*IC*). Η κεραία χρησιμοποιείται για την αμφίδρομη αποστολή σημάτων μέσω των ραδιοκυμάτων με τον αναγνώστη. Το ολοκληρωμένο κύκλωμα είναι αυτό που καθορίζει κάθε φορά αν θα γίνει εκπομπή ή λήψη δεδομένων και έχει την δυνατότητα να τα αποθηκεύει στην μνήμη του. Η μνήμη κυμαίνεται από 4 μέχρι 128KB.



Εικόνα 3: Η Ετικέτα RFID

Οι ετικέτες κατηγοριοποιούνται:

Ανάλογα με την πηγή της ενέργειάς τους σε :

παθητικές (*passive*)

ημιπαθητικές-ημιενεργητικές (*semi-passive or semi active*)

ενεργητικές (*active*)

Ανάλογα με τη δυνατότητα επανεγγραφής σε:

αναγνώσιμες (*Read only*),

μίας εγγραφής-πολλών αναγνώσεων (*Write Once Read Many*)

επανεγγράψιμες (*Read - Write*).

Εν γένει θα μπορούσαν να κατηγοριοποιηθούν ακόμα ως προς τις φυσικές τους διαστάσεις, την κατασκευή τους και ως προς την εφαρμογή τους.

2.2.1.1 Παθητικές, ημιπαθητικές-ημιενεργητικές και ενεργητικές ετικέτες

Παθητικές Ετικέτες

Οι παθητικές ετικέτες δεν έχουν εσωτερική πηγή ενέργειας (μπαταρία), αλλά αντίθετα λαμβάνουν όλη την απαιτούμενη ενέργεια για τη λειτουργία τους και για τη μετάδοση των δεδομένων τους από τα ραδιοσήματα που τους στέλνει ο αναγνώστης μέσω της μονάδας σύζευξής τους. Με άλλα λόγια, ένας παθητικός πομποδέκτης που δε διαθέτει δική του παροχή ισχύος, όταν βρίσκεται εκτός της ζώνης ανάγνωσης του αναγνώστη του συστήματος είναι τελείως αδρανής και ενεργοποιείται μονάχα όταν βρεθεί εντός αυτής. Για όσο χρονικό διάστημα ο πομποδέκτης παραμένει μέσα στη ζώνη ανάγνωσης συνεχίζει να λειτουργεί.

Το βασικό πλεονέκτημα των παθητικών ετικετών είναι το μικρό τους μέγεθος και κόστος ενώ αναμένεται να επικρατήσουν στις ανοιχτές εφαρμογές. Σήμερα κατασκευάζονται τσιπ με διαστάσεις μικρότερες του ενός mm, οπότε το τελικό μέγεθος των παθητικών πομποδεκτών εξαρτάται κυρίως από τις διαστάσεις της κεραίας. Επίσης, οι παθητικοί πομποδέκτες θεωρούνται γενικά πιο αξιόπιστοι, διότι αποτελούνται από λιγότερα τμήματα κι έχουν απλούστερο σχεδιασμό. Ακόμη, έχουν πρακτικά απεριόριστο χρόνο ζωής.

Ένα μειονέκτημά τους είναι ότι προκειμένου να διατηρηθούν χαμηλά τα κόστη, δε διαθέτουν μεγάλη μνήμη (περίπου 96 bits).

Τέλος, μπορούμε να πούμε ότι γενικά τα συστήματα με παθητικούς πομποδέκτες χαρακτηρίζονται από μικρότερη απόσταση ανάγνωσης από τον αναγνώστη, λόγω της μικρότερης διαθέσιμης σε αυτούς ισχύος. Ένα άλλο χαρακτηριστικό τους είναι η μικρότερη ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων, διότι οι παθητικές ετικέτες μεταδίδουν δεδομένα, περιμένοντας να λάβουν πρώτα την απαραίτητη ισχύ από τον αναγνώστη.

Ενεργητικές Ετικέτες

Οι ενεργητικές ετικέτες διαθέτουν δική τους πηγή ενέργειας (συνήθως μία μπαταρία), η οποία είναι ενσωματωμένη στην ετικέτα και χρησιμοποιούν τόσο την ενέργεια που τους παρέχει ο αναγνώστης, όσο και την ενέργεια από τη μπαταρία τους, προκειμένου να μεταδώσουν τα δεδομένα στον αναγνώστη. Η λειτουργία του εσωτερικού τους κυκλώματος τροφοδοτείται αποκλειστικά από την ενέργεια που παρέχει η ενσωματωμένη μπαταρία. Ουσιαστικά, η ενέργεια που λαμβάνει ένας ενεργητικός πομποδέκτης από τον αναγνώστη, χρησιμοποιείται κυρίως για την ενεργοποίηση του εσωτερικού του κυκλώματος, ώστε να αρχίσει να μεταδίδει δεδομένα.

Λόγω της μεγαλύτερης ποσότητας διαθέσιμης ισχύος, τα RFID συστήματα με ενεργητικούς πομποδέκτες, χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερο εύρος ανάγνωσης, που μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 30 μέτρα καθώς και από μεγαλύτερες ταχύτητες ανάγνωσης και εγγραφής.

Οι ενεργητικές ετικέτες, εξαιτίας της πολυπλοκότητας τους, είναι μεγαλύτερες σε μέγεθος από τις παθητικές, ενώ λόγω του μεγάλου κόστους κατασκευής τους, είναι πολύ ακριβότερες. Επίσης, έχουν ανάγκη από συντήρηση. Όταν η μπαταρία τους αποφορτιστεί, τότε θα πρέπει να φορτιστεί ή να αντικατασταθεί ή ακόμη σε μερικές περιπτώσεις να αντικατασταθεί και ο ίδιος ο πομποδέκτης.

Προκειμένου να αποφευχθεί η συχνή ανάγκη για επαναφόρτιση της μπαταρίας, όταν ο πομποδέκτης βρεθεί εκτός του εύρους ανάγνωσης του αναγνώστη, το ολοκληρωμένο κύκλωμά του περνά αυτόματα σε ημιανενεργή κατάσταση (stand-by), Με τον τρόπο αυτό η ισχύς που καταναλώνεται αντιστοιχεί σε λίγα μόνο μA . Το

ολοκληρωμένο κύκλωμα επανεργοποιείται μόνο όταν λάβει ένα αρκετά ισχυρό σήμα από τον αναγνώστη, οπότε επανέρχεται στην κανονική λειτουργία.

Οι ενεργητικές ετικέτες έχουν αυξημένη λειτουργικότητα σε σχέση με τις παθητικές, με την έννοια ότι μπορούν να εκτελέσουν κάποιες «έξυπνες» λειτουργίες χωρίς την παρουσία του αναγνώστη, διαθέτοντας «έξυπνους» εσωτερικούς μηχανισμούς (internal intelligence).

Ημιπαθητικές- Ημιενεργητικές Ετικέτες

Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν οι ετικέτες που διαθέτουν μπαταρία, αλλά δε χρησιμοποιούν την ισχύ της μπαταρίας τους για τη μετάδοση ραδιοσημάτων στον αναγνώστη παρά μόνο για τη λειτουργία του ολοκληρωμένου κυκλώματός τους και της διατήρησης των δεδομένων τους. Είναι γνωστά ως ημιενεργητικά ή ημιπαθητικά tags. Οι δύο όροι είναι συνώνυμοι και ο όρος που κάθε φορά χρησιμοποιείται εξαρτάται από την επιλογή του κατασκευαστή. Τα ημιενεργητικά tags είναι πολύ πιο συνηθισμένα από τα αμιγώς ενεργητικά tags, τόσο ώστε πολλές φορές στη βιβλιογραφία τα ημιενεργητικά tags να αναφέρονται ως ενεργητικά.

Σε αντίθεση με τα αμιγώς παθητικά tags, τα οποία δεν μπορούν να εκτελέσουν καμιά λειτουργία παρά μόνο υπό την παρουσία του αναγνώστη, τα ημιπαθητικά tags έχουν τη δυνατότητα να εκτελέσουν κάποιες τοπικές λειτουργίες, όταν δε βρίσκονται μέσα στην περιοχή ανάγνωσης. Για παράδειγμα, ένα ημιπαθητικό tag μπορεί να κατασκευαστεί με ένα αισθητήρα θερμοκρασίας στο εσωτερικό του, έτσι ώστε να είναι προγραμματισμένο να απομνημονεύει την υψηλότερη και τη χαμηλότερη παρατηρούμενη θερμοκρασία. Όταν το tag διαβάζεται από τον αναγνώστη, τότε αυτό αναφέρει το σειριακό του αριθμό, ό,τι άλλα δεδομένα που έχει τυχόν αποθηκευμένα, τις δύο αυτές ακραίες θερμοκρασίες και την τρέχουσα θερμοκρασία. Ένα τέτοιο tag πάνω σε μία παλέτα κατεψυγμένων ειδών έχει τη δυνατότητα να πιστοποιεί συνεχώς το αν τα προϊόντα μέσα στην παλέτα βρίσκονται συνεχώς μέσα στο εύρος των σωστών θερμοκρασιών κατά τη μεταφορά τους.

Η μπαταρία ενός ημιπαθητικού tag είναι πολύ μικρότερη (και φθηνότερη) απ' ό,τι αυτή ενός ενεργητικού tag, οπότε και τα ίδια τα tags είναι μικρότερα και φθηνότερα.

Η απόσταση ανάγνωσης των ημιπαθητικών ετικετών είναι γενικά αρκετά μεγαλύτερη από αυτή ενός παθητικού πομποδέκτη και μικρότερη ενός ενεργητικού.

Σε αντίθεση με τα ενεργητικά tags, τα ημιπαθητικά δεν έχουν ανάγκη συντήρησης, με την έννοια ότι όταν η μπαταρία τους αποφορτιστεί, τότε το tag αχρηστεύεται.

Οι ενεργές και ημι-παθητικές ετικέτες χρησιμοποιούνται κυρίως για την ανίχνευση αγαθών υψηλής αξίας που πρέπει να παρακολουθούνται σε μεγάλες κλίμακες (π.χ. αυτοκίνητα που μεταφέρονται από φορητό) ενώ οι παθητικές, οι οποίες είναι και οι συνηθέστερες, χρησιμοποιούνται συχνότερα σε προϊόντα χαμηλής αξίας. Επίσης, από τις πιο συχνές χρήσεις των παθητικών ετικετών αποτελεί η αναγνώριση ζώων, η διαχείριση αποβλήτων, η ασφάλεια, ο έλεγχος εισόδου (access control & asset tracking) καθώς και το ηλεκτρονικό εμπόριο.

Στον πίνακα 2.1 παρουσιάζονται συνολικά οι διαφορές μεταξύ παθητικών και ενεργητικών ετικετών.

Ετικέτες	Παθητικές (Passive)	Ενεργητικές (Active)
Πηγή Ενέργειας	Λειτουργούν χωρίς μπαταρία. Κατά την είσοδο τους στο πεδίο εκπομπής του αναγνώστη ενεργοποιούνται λαμβάνοντας ενέργεια από τα σήματα του αναγνώστη.	Απαιτούν μπαταρία για τη λειτουργία τους. Όταν εισέρχονται στο πεδίο του αναγνώστη αυτοενεργοποιούνται.
Χρόνος Ζωής	Απεριόριστος	Περιορισμένος (battery-dependent)
Μέγεθος	Μικρό (προσαρμοζόμενο)	Μεγάλο (απουσία ευελιξίας)
Κόστος	Χαμηλό (20 λεπτά - 3€)	Υψηλό (20€ και άνω)
Ισχύς Εκπομπής Αναγνώστών	Ισχυρή εκπομπή	Όχι ιδιαίτερες απαιτήσεις εκπομπής
Απόσταση Ανάγνωσης	Μικρή (20cm – 6m)	Μεγάλη (30m – 40m)
Φωτογραφία		

Πίνακας 2. 1 Παθητικές και ενεργητικές ετικέτες

2.2.1.2 Αναγνώσιμες, μίας εγγραφής-πολλών αναγνώσεων και επανεγγράψιμες Ετικέτες

Οι ετικέτες λόγω του ολοκληρωμένου κυκλώματος που περιέχουν, έχουν μνήμη. Επομένως οι ετικέτες κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τη δυνατότητα επανεγγραφής τους σε αναγνώσιμες, μίας εγγραφής-πολλών αναγνώσεων και επανεγγράψιμες.

Στον πίνακα 2.2 παρουσιάζονται συνολικά οι διαφορές μεταξύ αναγνώσιμων, μίας εγγραφής- πολλών αναγνώσεων και επανεγγράψιμων ετικετών.

Ετικέτες	Αναγνώσιμες (Read Only)	Μίας Πολλών Εγγραφής-Αναγνώσεων (WORM)	Επανεγγράψιμες (Read - Write)
Ανάγνωση	Απεριόριστα	Απεριόριστα	Απεριόριστα
Εγγραφή κατά την κατασκευή	Ναι	Ναι	Ναι
Εγγραφή κατά τη χρήση	Όχι	Μία φορά μόνο	Απεριόριστα
Ευελιξία	Μικρή	↔	Μεγάλη
Ασφάλεια	Μεγάλη	↔	Μικρή
Κόστος	Μικρό	↔	Μεγάλο
Εφαρμογές	Έλεγχος Πρόσβασης	Διαχείριση εφοδιαστικής Αλυσίδας	Αυτόματη συλλογή διοδίων, Έλεγχος Βιομηχανικής παραγωγής

Πίνακας 2. 2 Αναγνώσιμες, μίας εγγραφής-πολλών αναγνώσεων και επανεγγράψιμες ετικέτες.

Οι αναγνώσιμες ετικέτες όπως υπονοεί και το όνομά τους, εγγράφονται μία φορά με τα κατάλληλα δεδομένα και δεν υποστηρίζουν λειτουργίες εγγραφής. Τα δεδομένα που περιέχουν, συνήθως ένας μοναδικός σειριακός αριθμός αναγνώρισης και ένα ψηφίο ελέγχου, εγγράφονται στη μνήμη τους με χρήση ακτινών laser κατά το κατασκευαστικό στάδιο του ολοκληρωμένου κυκλώματος (τσιπ). Κατά συνέπεια οι αναγνώστες μπορούν μόνο να διαβάσουν τα δεδομένα και όχι να τα τροποποιήσουν. Το RFID σύστημα διαθέτει συνήθως βάσεις δεδομένων, όπου συσχετίζεται ο σειριακός αριθμός της ετικέτας με το υπό αναγνώριση αντικείμενο. Όταν μία αναγνώσιμη ετικέτα βρεθεί στην περιοχή ανάγνωσης του αναγνώστη, αρχίζει να μεταδίδει συνεχώς το σειριακό του αριθμό.

Οι ετικέτες μίας εγγραφής-πολλών αναγνώσεων εγγράφονται κατά την κατασκευή τους, μπορούν όμως να εγγραφούν και από τον χρήστη μόνο μια φορά ακόμα. Έπειτα μετατρέπονται σε αναγνώσιμες ετικέτες. Αυτό επιτρέπει στο χρήστη να εγγράψει στην ετικέτα το σειριακό αριθμό που ο ίδιος επιθυμεί, συνήθως όταν η ετικέτα ενσωματώνεται στο προϊόν που πρέπει να αναγνωρισθεί.

Οι ετικέτες αυτής της κατηγορίας προτιμούνται σε πολλές εφαρμογές, επειδή τους δίνεται η επιλογή ορισμού των σειριακών αριθμών αναγνώρισης αντί των αριθμών που προγραμματίστηκαν από την κατασκευάστρια εταιρεία. Από τη στιγμή που προγραμματίζεται ένας WORM πομποδέκτης, χάνεται βέβαια η δυνατότητα επανεγγραφής του.

Οι επανεγγράψιμες ετικέτες εγγράφονται κατά την κατασκευή τους, όμως οι αναγνώστες έχουν την δυνατότητα εκτός από το να διαβάζουν τα δεδομένα τους, να τα τροποποιούν (εισαγωγή, διαγραφή) απεριόριστα. Τα συγκεκριμένα tags είναι τα πιο ακριβά, αλλά παράλληλα



προσφέρουν τη μεγαλύτερη λειτουργικότητα. Επίσης, τυπικά διαθέτουν μεγαλύτερη χωρητικότητα μνήμης από τους άλλους τύπους ετικετών.

Τα πιο διαδεδομένα είδη ετικετών είναι:

1. Ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο είδος ετικέτας είναι οι **έξυπνες ετικέτες** (*Smart Labels*) που είναι μία επίπεδη ηλεκτρονική συσκευή, το πάχος της οποίας δεν ξεπερνά τα

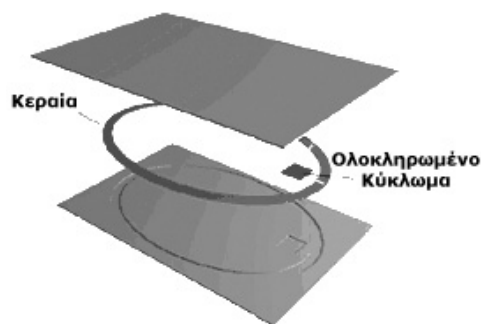
0,3 χιλιοστά. Πρόκειται για κοινές χάρτινες ή πλαστικές ετικέτες στις οποίες εκτυπώνεται ο γραμμωτός κώδικας (*bar code*) και ενσωματώνεται μια ετικέτα RFID τύπου επιφανειακής τοποθέτησης (*inlay*). Η ετικέτα RFID τύπου επιφανειακής τοποθέτησης έχει την μορφή ενός πλαστικού αυτοκόλλητου φιλμ στο οποίο τυπώνεται το ολοκληρωμένο κύκλωμα και η κεραία με μεταξοτυπία ή χάραξη. Για την δουλειά αυτή υπάρχουν ειδικοί εκτυπωτές εμπορίου που αναλαμβάνουν τόσο την εκτύπωση της έξυπνης ετικέτας όσο και τον προγραμματισμό της ετικέτας RFID που ενσωματώνεται. Στην αγορά διατίθενται ειδικοί off-line και on-line (print & apply) εκτυπωτές θερμικής μεταφοράς, οι οποίοι τυπώνουν στο χάρτινο ή πλαστικό μέρος της έξυπνης ετικέτας τα barcodes και τις υπόλοιπες πληροφορίες, ενώ παράλληλα προγραμματίζουν τον πομποδέκτη. Οι on-line εκτυπωτές βρίσκουν προς το παρόν περιορισμένη εφαρμογή, κυρίως λόγω αυξημένου κόστους ανά ετικέτα. Στις Η.Π.Α., μάλιστα, το 95% των ετικετών RFID εκτυπώνονται off-line και επικολλούνται με το χέρι. Οι έξυπνες ετικέτες παρακάμπτουν το σοβαρό περιορισμό των RFID της μη διαθεσιμότητας πληροφοριών που μπορούν να διαβαστούν από τον άνθρωπο κι αναμένεται να επικρατήσουν σε εφαρμογές διακίνησης και αποθήκευσης των ομαδικών συσκευασιών των προϊόντων στην εφοδιαστική αλυσίδα. Λειτουργούν στα 13,56 MHz, στη ζώνη 860-930 MHz και στα 2,45GHz.



2. Μία παραλλαγή των έξυπνων ετικετών είναι οι **έξυπνες κάρτες μη επαφής** (*contactless smart cards*) στις οποίες ενσωματώνονται ετικέτες RFID τύπου επιφανειακής τοποθέτησης σε κάρτες.

Πρόκειται για ετικέτες σε μορφή και μέγεθος πιστωτικής κάρτας. Ένα πλεονέκτημα αυτή της μορφής είναι η μεγάλη επιφάνεια του tag, στην οποία μπορεί να τοποθετηθεί πηνίο περισσότερων σπειρών και έτσι να αυξηθεί η απόσταση λειτουργίας. Το πηνίο και το ολοκληρωμένο κύκλωμα τοποθετούνται μέσα στην κάρτα με μόνιμη πλαστικοποίηση. Μπορούν να τοποθετηθούν σε κάρτες που ήδη έχουν μαγνητική λωρίδα και να χρησιμοποιηθούν σαν επιπλέον επίπεδο ασφάλειας.

Η ταχεία ανάπτυξη στην τεχνολογία ημιαγωγών κατέστησε δυνατή την ενοποίηση του χώρου αποθήκευσης δεδομένων και των μικροηλεκτρονικών κυκλωμάτων λογικής σε ένα chip πυριτίου από το 1970. Η πατέντα της χρήσης αυτού του μέσου σε μία κάρτα «αναγνώρισης» ανήκει από το 1968 στους Γερμανούς Jurgen Dethloff και Helmut Grotrupp. Περίπου 15 χρόνια αργότερα η Γαλλική εταιρία PPT εισήγαγε τις «έξυπνες κάρτες» για χρήση σε δημόσιους τηλεφωνικούς σταθμούς. Ένα



πολύ σημαντικό άλμα έγινε όταν κατάφεραν να εισαχθούν ολόκληροι μικροεπεξεργαστές σε ένα chip πυριτίου και αυτό σε μία κάρτα. Το σημαντικό σημείο σε αυτή την εφαρμογή ήταν ότι πλέον μπορούσε να «τρέξει» κάποιο πρόγραμμα μέσα στις κάρτες αυτές, και έτσι να υπάρξει πολύ μεγαλύτερη ασφάλεια στις συναλλαγές. Έτσι, οι «έξυπνες κάρτες» για κινητά τηλέφωνα και οι νέες κάρτες των τραπεζικών συναλλαγών κατασκευάζονται αποκλειστικά με μικροεπεξεργαστές.

Από τα μέσα της δεκαετίας του 80, υπήρξαν επανειλημμένες προσπάθειες για την προώθηση των «έξυπνων καρτών» χωρίς ανάγκη επαφής, στην αγορά. Η συχνότητα λειτουργίας των 135 kHz, που ήταν η πλέον διαδεδομένη εκείνη την περίοδο, και η υψηλή κατανάλωση ενέργειας των chip πυριτίου της εποχής, καθιστούσαν αναγκαία πηνία με μερικές εκατοντάδες περιελίξεις. Το αποτέλεσμα ήταν μεγάλα πηνία και σε συνδυασμό με τους απαραίτητους πυκνωτές, εμποδίστηκε η δημιουργία ετικετών (Tags) σε μορφή κάρτας, αλλά ήταν δυνατή μόνο η κατασκευή μεγάλων πλαστικών «κελυφών». Στο πρώτο μισό του 1990, δημιουργήθηκαν Tags με συχνότητα λειτουργίας τα 13.56 MHz (τη συχνότητα που χρησιμοποιεί και η εφαρμογή μας). Οι ετικέτες που χρησιμοποιούσαν αυτά τα συστήματα απαιτούσαν μόνο 5 περιελίξεις στο πηνίο τους, κάτι που οδήγησε, για πρώτη φορά, στην δημιουργία ετικετών πάχους 0.76mm και συνεπώς και «έξυπνων καρτών».

Η πρώτη αιφνίδια κίνηση στην αγορά έγινε στη Γερμανία, με την δημιουργία της κάρτας Πολλαπλών Διαδρομών (Frequent Traveller) της Lufthansa το 1995. Οι κάρτες αυτές διατηρούσαν την μαγνητική λωρίδα, ένα ολόγραμμα και ανάγλυφη αποτύπωση του ονόματος και του αριθμού του κατόχου.

Σήμερα, οι «έξυπνες κάρτες» χωρίζονται σε τρεις ομάδες, ανάλογα με τις εφαρμογές τους: κάρτες κοντινής σύζευξης, απομακρυσμένης σύζευξης (επαγωγικής σύζευξης) και σύζευξης «περιοχής» (επίσης, επαγωγικής σύζευξης).

Οι κάρτες σύζευξης «περιοχής» υπάρχουν μόνο στη μορφή καρτών μνήμης (αποθήκευσης δεδομένων), κάρτες επαγωγικής σύζευξης με μικροεπεξεργαστές υπήρχαν σε μικρά πιλοτικά προγράμματα από το 1997. Τα κύρια πεδία εφαρμογών των «έξυπνων καρτών» σήμερα είναι τα συστήματα πληρωμών (δημόσια μέσα μεταφοράς, εισιτήρια) και οι κάρτες εισόδου (κάρτες αναγνώρισης εταιριών, κάρτες «κλειδιά» ξενοδοχείων).

Είναι αναμενόμενο ότι στο άμεσο μέλλον, οι «έξυπνες κάρτες» χωρίς ανάγκη επαφής, θα αντικαταστήσουν τις αντίστοιχες κάρτες επαφής, στις συνηθισμένες εφαρμογές τους. Επιπλέον, η τεχνολογία της «μη επαφής» θα επιτρέψει την χρήση αυτών των καρτών σε εντελώς νέους τομείς, κάποιους που ίσως ακόμα δεν φανταζόμαστε.

3. Ένα ακόμα συχνά χρησιμοποιούμενο είδος ετικέτας είναι ο **δίσκος** (*disk*). Πρόκειται για μια στρογγυλή θερμοπλαστικά διαμορφωμένη κατασκευή, με διάμετρο που κυμαίνεται από λίγα χιλιοστά μέχρι 10 cm, προκειμένου να λειτουργεί κάτω από ένα εύρος θερμοκρασιών. Αντί της θερμοπλαστικής διαμόρφωσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί εποξειδική ρητίνη, ώστε να επιτευχθεί ευρύτερο εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας. Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η μεγάλη τους αντοχή σε ακραίες θερμοκρασίες και χτυπήματα και για το λόγο αυτό τοποθετούνται κυρίως σε παλέτες τοποθετώντας μια βίδα στερέωσης στην οπή στο κέντρο της ετικέτας.



Ορισμένες ετικέτες σχήματος δίσκου έχουν το μέγεθος ενός κουμπιού πουκαμίσου, και σχεδιάζονται, για να ραφτούν πάνω σε ένα ένδυμα ή πάνω σε ετικέτα ρούχου και συνήθως αφαιρούνται μετά την αγορά του ενδύματος.

4. Ένα επόμενο είδος ετικέτας είναι αυτό για τον εντοπισμό ζώων και ανθρώπων. Ονομάζονται **γυάλινοι σωλήνες** (*glass tubes*) και πρόκειται για συσκευές πολύ μικρές, 30mm μήκος περίπου, που προορίζονται να τοποθετηθούν κάτω από το δέρμα του ζώου ή του ανθρώπου με ένεση. Σκοπός της χρήσης τους είναι ο εντοπισμός (κυρίως στην περίπτωση των ζώων) και η ταυτοποίηση.



5. Παρόμοιο με το παραπάνω είδος είναι και η **ετικέτα ενωτίου** (*ear tag*) που προορίζεται για τον εντοπισμό ζώων κυρίως εκτροφείων, όπως βοοειδών και χοιρινών. Οι ετικέτες αυτές, όπως δηλώνει και το όνομα τους, τοποθετούνται στο αυτί του ζώου. Άλλες ετικέτες παρόμοιας χρήσης είναι οι **κεραμικές ετικέτες** (*ceramic tags*) τις οποίες καταπίνουν τα ζώα και παραμένουν μόνιμα στον προστόμαχο τους καθώς και οι **ετικέτες περιλαίμιου** (*collar tags*). Τέλος, άλλες ετικέτες έρχονται σε μορφή πολύ μικρών δαχτυλιδιών που τοποθετούνται στα πόδια περιστεριών σε αγώνες, ώστε να μπορεί να αναγνωριστεί ο ακριβής χρόνος που φθάνει το περιστέρι στη γραμμή τερματισμού.



Καθώς αναπτύσσονται νέες εφαρμογές των συστημάτων RFID, αναπτύσσονται παράλληλα τεχνολογίες κατασκευής εξειδικευμένων ετικετών που καλύπτουν τις αντίστοιχες ανάγκες (π.χ. υψηλές μηχανικές καταπονήσεις, ακραίες κλιματικές συνθήκες κ.τ.λ).

Ένα βήμα για τη σμίκρυνση των ετικετών είναι η ενσωμάτωση του πηνίου μέσα στο ολοκληρωμένο (**coil-on-chip**), η οποία επιτυγχάνεται με μία ειδική μικρογαλβανική διαδικασία που λαμβάνει χώρα σε μία φέτα CMOS διαστάσεων 3mm x 3mm περίπου. Τέλος, υπάρχουν πομποδέκτες που μπορούν να τοποθετηθούν πάνω στο αντικείμενο με τέτοιο τρόπο, ώστε να υπάρχει κάποιο κενό διάστημα ανάμεσα στην κεραία του πομποδέκτη και στο αντικείμενο. Αυτός ο τρόπος τοποθέτησης προτιμάται στις εφαρμογές αναγνώρισης μεταλλικών αντικειμένων (που ανακλούν τα ραδιοκύματα) κι αντικειμένων με υγρό περιεχόμενο (που απορροφούν τα ραδιοκύματα).

Τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα των RFID (active ή passive) ετικετών είναι:

1. Οι ετικέτες μπορούν να αναγνωστούν από απόσταση και οποιαδήποτε κατεύθυνση, δε χρειάζεται οπτική επαφή για την ανάγνωση τους.
2. Οι ετικέτες έχουν δυνατότητες εγγραφής και επιτρέπουν έτσι τη δυναμική προσαρμογή των δεδομένων ανά πάσα χρονική στιγμή.
3. Εκατοντάδες ετικέτες μπορούν να αναγνωστούν ταυτόχρονα και γρήγορα.
4. Οι ετικέτες μπορούν να ενσωματωθούν σε κάθε μη μεταλλική επιφάνεια. Με αυτόν τον τρόπο οι ετικέτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε δύσκολα περιβάλλοντα παρέχοντας μόνιμη αναγνώριση για τον κύκλο ζωής του προϊόντος.

2.2.2 Ο Αναγνώστης (RFID READER)

Οι αναγνώστες παρεμβάλλονται ανάμεσα στους πομποδέκτες και το σύστημα διαχείρισης της πληροφορίας.

Ο αναγνώστης είναι μια συσκευή που αναλαμβάνει να επικοινωνήσει με την ετικέτα μέσω των ραδιοκυμάτων και για το λόγο αυτό ενσωματώνει κεραία. Συνοπτικά, οι κύριες λειτουργίες του αναγνώστη είναι η ενεργοποίηση των πομποδεκτών, ο έλεγχος της επικοινωνίας μαζί τους, καθώς και η ανταλλαγή δεδομένων ανάμεσα στην εφαρμογή λογισμικού και τον πομποδέκτη.

Σε γενικές γραμμές, μπορούμε να πούμε ότι οι πομποδέκτες ενεργοποιούνται, λαμβάνοντας ενέργεια από το μαγνητικό, ηλεκτρικό ή ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που αναπτύσσεται γύρω από την κεραία του αναγνώστη, οπότε έχουμε επαγωγική, χωρητική ή ηλεκτρομαγνητική σύζευξη αναγνώστη και πομποδέκτη αντίστοιχα. Το είδος του πεδίου που αναπτύσσεται εξαρτάται από τα κυκλωματικά στοιχεία της κεραίας του αναγνώστη και από τη συχνότητα λειτουργίας του συστήματος.

Από τη στιγμή που ο πομποδέκτης βρεθεί μέσα στο πεδίο του αναγνώστη, μια εντολή από την εφαρμογή λογισμικού προς τον αναγνώστη αρχικοποιεί μια σειρά διαδοχικών βημάτων επικοινωνίας ανάμεσα στον πομποδέκτη και τον αναγνώστη. Η επικοινωνία πομποδέκτη-αναγνώστη βασίζεται σε συγκεκριμένα πρωτόκολλα επικοινωνίας που καθορίζουν τις εντολές επικοινωνίας μεταξύ τους.

2.2.2.1 Οι υπομονάδες ενός αναγνώστη

Σε όλα τα RFID συστήματα, οι αναγνώστες έχουν κοινή βασική αρχή λειτουργίας και επομένως παρόμοιο σχεδιασμό. Αποτελούνται από μία κεραία που λειτουργεί ως πομπός και δέκτης και τον controller, ο οποίος περιλαμβάνει μία μονάδα ελέγχου (control system) και μία μονάδα υψηλών συχνοτήτων (HF interface). Η μεταφορά των δεδομένων από τον αναγνώστη στο σύστημα διαχείρισης της πληροφορίας γίνεται μέσω μιας θύρας (π.χ.USB ή RS 232 ή RS485), ενώ η κεραία μπορεί να είναι ενσωματωμένη ή όχι στο υπόλοιπο σύστημα.

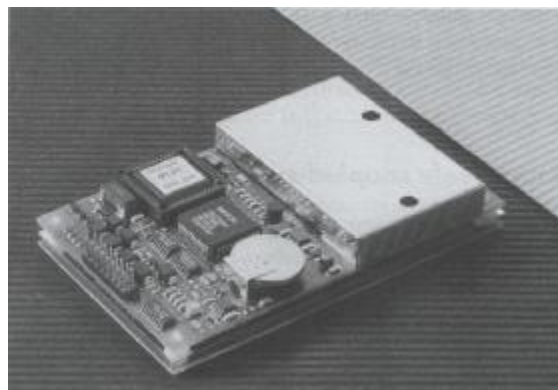
Στη φωτογραφία φαίνεται ένα παράδειγμα ενός αναγνώστη. Στο δεξιό του μέρος διακρίνεται η μονάδα υψηλών συχνοτήτων και στο αριστερό η μονάδα ελέγχου.

Μονάδα Υψηλών Συχνοτήτων

Η μονάδα υψηλών συχνοτήτων του αναγνώστη παράγει την ισχύ υψηλής συχνότητας μετάδοσης που είναι απαραίτητη για την ενεργοποίηση και τη μετάδοση ισχύος στον πομποδέκτη. Κατά τη λειτουργία της εγγραφής, είναι υπεύθυνη για τη διαμόρφωση του σήματος μετάδοσης δεδομένων προς τον πομποδέκτη. Επιπλέον, λαμβάνει και αποδιαμορφώνει τα σήματα υψηλών συχνοτήτων από τον πομποδέκτη.

Μονάδα Ελέγχου

Η μονάδα ελέγχου του αναγνώστη είναι υπεύθυνη για την επικοινωνία του αναγνώστη με το σύστημα διαχείρισης της πληροφορίας και για την εκτέλεση των εντολών που δίνονται από το τελευταίο, οπότε περιέχει μια θύρα USB ήRS232 ή



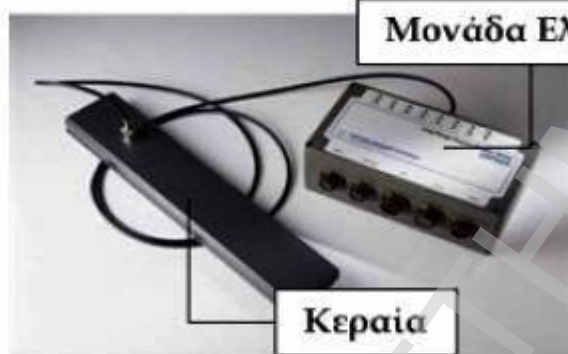
Εικόνα 4: Ο Αναγνώστης

RS485. Επίσης, ελέγχει την επικοινωνία με τον πομποδέκτη (αρχή αφέντη-δούλου) μέσω συγκεκριμένων πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Τέλος, κωδικοποιεί κι αποκωδικοποιεί τα σήματα δεδομένων. Η κωδικοποίηση των δεδομένων που στέλνονται από τον αναγνώστη στον πομποδέκτη γίνεται με κωδικοποίηση NRZ, σε αντίθεση με την αποστολή δεδομένων από τον πομποδέκτη στον αναγνώστη που γίνεται με κωδικοποίηση Manchester.

2.2.2.2 Τα είδη των αναγνώστων

Ανάλογα με την εφαρμογή, τις τεχνικές ιδιότητες και τις φυσικές διαστάσεις τους, οι αναγνώστες κατηγοριοποιούνται σε:

- Σταθερούς Αναγνώστες
- Ολοκληρωμένους Αναγνώστες
- Φορητούς Αναγνώστες
- Ενσωματωμένους Αναγνώστες



Υπάρχουν και διάφοροι άλλοι τύποι αναγνώστων που χρησιμοποιούνται σε ειδικές εφαρμογές. Για παράδειγμα στις βιομηχανικές εφαρμογές χρησιμοποιούνται αναγνώστες που μπορούν να λειτουργήσουν σε «δύσκολο» περιβάλλον με ειδική προστασία από εκρήξεις, πτώσεις, επαφή με υγρά κ.τ.λ.

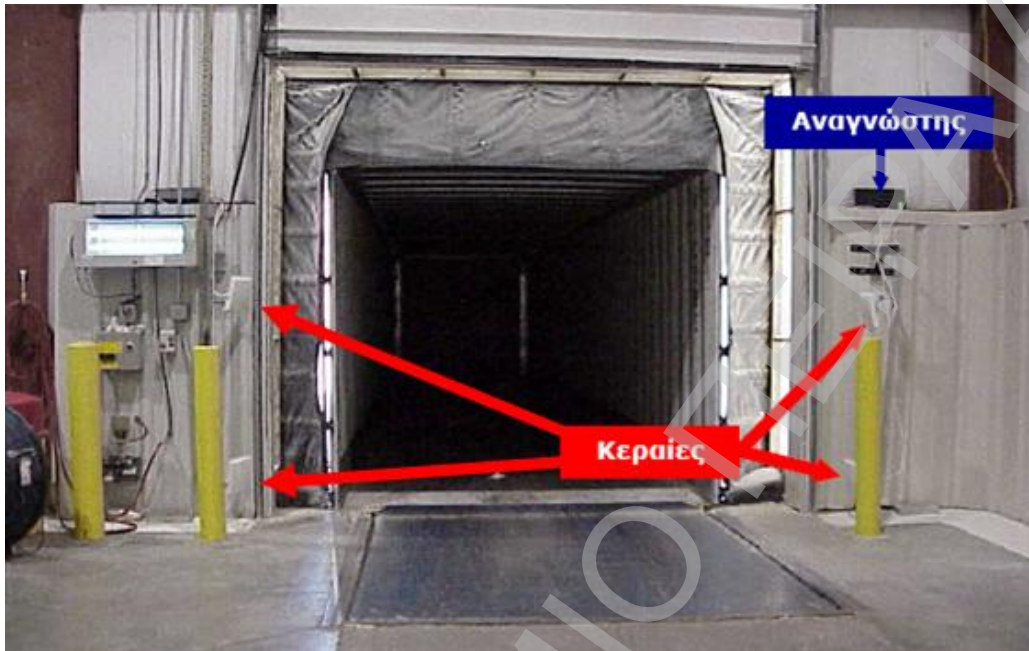


Σταθεροί Αναγνώστες

Οι σταθεροί αναγνώστες περιέχουν από μία έως 8 κεραίες. Χρησιμοποιούνται κυρίως στην εφοδιαστική αλυσίδα σε εισόδους αποβάθρων φόρτωσης και εκφόρτωσης καθώς και σε ταινίες μεταφοράς προϊόντων. Όσον αφορά τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους διαθέτουν επεξεργαστές 16-bit / 32-bit, περιέχουν λειτουργικό σύστημα ενώ έχουν και δυνατότητα επεξεργασίας του σήματος που λαμβάνουν. Χρησιμοποιούν μια σειρά από πρωτόκολλα (DHCP, HTTP, Telenet or SSH, NTP, SNMP), κατέχουν δικό τους API και χρησιμοποιούν TCP/IP με ανεξάρτητους κόμβους.

Σταθεροί αναγνώστες RFID μπορούν να τοποθετηθούν επάνω στους περνοφόρους ανυψωτές ή σε κομβικά σημεία εισόδου - εξόδου με σκοπό την παρακολούθηση της κίνησης των προϊόντων. Η συνεχής, χωρίς ανθρώπινη επίβλεψη παρακολούθηση της

διαθεσιμότητας προϊόντων στην αποθήκη μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ακρίβεια καταγραφής των διαθέσιμων προϊόντων και να εξαλείψει την ανάγκη για περιοδική καταμέτρηση. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται σημαντικά η πιθανότητα να παρατηρηθεί έλλειψη προϊόντων από το στοκ. Ένα παράδειγμα σταθερού αναγνώστη RFID, με τέσσερις κεραίες, σε μια αποβάθρα φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία.



Εικόνα 5: Σταθερός Αναγνώστης

Ολοκληρωμένοι Αναγνώστες

Οι ολοκληρωμένοι αναγνώστες περιέχουν μία κεραία. Τους συναντάμε σε εφαρμογές ελέγχου πρόσβασης σε εισόδους και εξόδους κρίσιμων υποδομών. Όσον αφορά τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους διαθέτουν επεξεργαστές 16-bit, περιέχουν λειτουργικό σύστημα και έχουν αυξημένες δυνατότητες ανάγνωσης και εγγραφής.

Συνήθως συνδέονται σειριακά (RS-232) ή μέσω USB ενώ σπάνια χρησιμοποιούν TCP / IP με ανεξάρτητους κόμβους.



Φορητοί Αναγνώστες

Διαθέτουν επεξεργαστές 16-bit ή 32-bit.

Περιέχουν λειτουργικό σύστημα και δυνατότητα επεξεργασίας σήματος. Συνδέονται απευθείας με εξυπηρετητές (συνήθως περιοδικά) χρησιμοποιώντας εφαρμογές μεταφοράς δεδομένων και χρησιμοποιούν ασύρματους TCP / IP κόμβους.



Στους φορητούς αναγνώστες η κεραία είναι ενσωματωμένη στον αναγνώστη. Διαθέτουν μια LCD οθόνη, προκειμένου ο χρήστης να μπορεί να διαβάσει τα δεδομένα του πομποδέκτη κι ένα πληκτρολόγιο μέσω του οποίου ο χρήστης μπορεί να εισάγει δεδομένα και να λειτουργήσει τον αναγνώστη. Οι φορητοί αναγνώστες χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές, όπου τα αντικείμενα θα πρέπει να αναγνωριστούν

ξεχωριστά και οι χρήστες θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα άμεσης ανάγνωσης των δεδομένων των πομποδεκτών. Οι φορητοί αναγνώστες χρησιμοποιούνται σχεδόν με τον ίδιο τρόπο, όπως οι φορητοί αναγνώστες γραμμωτών κωδικών (barcode scanners), ενώ υπάρχουν αναγνώστες dual function που μπορούν να διαβάσουν τόσο γραμμωτούς κωδικούς, όσο και RFID πομποδέκτες. Οι φορητοί αναγνώστες είναι οι πλέον γνωστοί αναγνώστες που χρησιμοποιούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα για τον έλεγχο αποθέματος τους συναντάμε επίσης στην αναγνώριση ζώων, ως συσκευές ελέγχου στις δημόσιες μεταφορές, ως τερματικά στις πληρωμές, στη ενεργοποίηση συστημάτων, κ.τ.λ. Διαθέτουν μνήμη με μεγάλη σχετικά χωρητικότητα για την προσωρινή αποθήκευση των δεδομένων, τα οποία στη συνέχεια μεταφέρονται σε κάποιο σύστημα μέσω μιας θύρας RS232.

Ενσωματωμένοι Αναγνώστες

Οι ενσωματωμένοι αναγνώστες περιέχουν μία κεραία και τους συναντάμε ενσωματωμένους σε συσκευές όπως οι εκτυπωτές ετικετών RFID, οι ταξινομητές κιβωτίων και τα τερματικά POS. Δεν περιέχουν επεξεργαστή και λειτουργικό ενώ δεν έχουν και ικανότητες δικτύωσης. Τέλος όσον αφορά τη σύνδεσή τους χρησιμοποιούν USB ή σειριακή RS-232, PCMCIA.



Γενικά ένας αναγνώστης μπορεί να διαβάσει ή να εγγράψει δεδομένα σε ένα μόνο τύπο πομποδέκτη, συνήθως της ίδιας κατασκευαστικής εταιρείας ή σε πομποδέκτες μίας συγκεκριμένης συχνότητας. Εξάιρεση αποτελούν οι λεγόμενοι ευέλικτοι αναγνώστες, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνήσουν με διάφορους τύπους πομποδεκτών, είτε διαφορετικού κατασκευαστή είτε διαφορετικής συχνότητας, συμβάλλοντας στη συμβατότητα μεταξύ διαφορετικών RFID συστημάτων.

2.2.3 Το ενδιάμεσο Λογισμικό (MIDDLEWARE)

Ο αναγνώστης συνδέεται με έναν τοπικό υπολογιστή με κατάλληλο λογισμικό, δηλαδή το σύστημα διαχείρισης κι επεξεργασίας της πληροφορίας.

Το παραπάνω λογισμικό, που περιλαμβάνει μεταξύ άλλων βάσεις δεδομένων με τους σειριακούς αριθμούς των πομποδεκτών του συστήματος, δίνει εντολές ανάγνωσης κι εγγραφής σε έναν ή περισσότερους αναγνώστες και στη συνέχεια λαμβάνει τα αντίστοιχα δεδομένα.

Επιπλέον, στον τοπικό υπολογιστή γίνεται η πρώτη φάση επεξεργασίας της τεράστιας σε όγκο πληροφορίας που προκύπτει. Για παράδειγμα, μία από τις πιο χρήσιμες λειτουργίες του τοπικού υπολογιστή είναι να απομακρύνει τα πολλαπλά

αντίγραφα ανάγνωσης του ίδιου σειριακού αριθμού, όταν ο συγκεκριμένος σειριακός αριθμός αντιστοιχεί σε ένα αντικείμενο που δεν έχει αλλάξει θέση. Για παράδειγμα, γνωρίζουμε ότι οι πομποδέκτες μόνο ανάγνωσης μόλις βρεθούν στην περιοχή ανάγνωσης του αναγνώστη, μεταδίδουν συνεχώς το σειριακό τους αριθμό το χρονικό διάστημα που λαμβάνουν σήμα από τον αναγνώστη. Το αποτέλεσμα είναι να δημιουργούνται πολλαπλά άχρηστα αντίγραφα ανάγνωσης που θα πρέπει να απομακρυνθούν. Η απομάκρυνση των αντιγράφων ενός σειριακού αριθμού γίνεται με κριτήριο τη χρονική απόσταση μεταξύ τους.

Ακόμη, ο τοπικός υπολογιστής που τοποθετείται συνήθως κοντά στις εγκαταστάσεις του RFID συστήματος, π.χ. σε μια γραμμή παραγωγής, μπορεί να καθορίζει αν θα πρέπει να γίνει κάποια συγκεκριμένη ενέργεια σχετική με ένα αντικείμενο που αναγνωρίστηκε.

Επίσης, μπορεί να έχει την ικανότητα να ξεχωρίζει γενικότερα τη χρήσιμη από την άχρηστη πληροφορία και να μεταφέρει τη χρήσιμη σε κάποιο άλλο υπολογιστή ή σύστημα για να υποστεί περαιτέρω επεξεργασία. Κατ' αυτόν τον τρόπο, η πληροφορία που προκύπτει μέσω της ανάγνωσης, υπόκειται σε πολυεπίπεδη επεξεργασία μέσα σε ένα ευρύτερο δίκτυο υπολογιστών.

Τόσο ο τοπικός υπολογιστής, όσο και οι υπόλοιποι στο προαναφερθέν δίκτυο μπορούν να λειτουργήσουν κι ως ένα είδος «δρομολογητή», στέλνοντας τα δεδομένα που λαμβάνουν σε διαφορετικά τερματικά ανάλογα με το περιεχόμενό τους, ρυθμίζοντας κατ' αυτόν τον τρόπο τη ροή των δεδομένων του συστήματος.

Τα υψηλά επίπεδα επεξεργασίας συνήθως σχετίζονται με τη λήψη σοβαρών αποφάσεων σε θέματα στρατηγικής, και συνδιαλλαγής με άλλους οργανισμούς. Σε πολλές εφαρμογές, περιλαμβάνουν ειδικά συστήματα, όπως τα Συστήματα Διαχείρισης Επιχειρησιακών Πόρων (ERP), τα Συστήματα Διαχείρισης Αποθηκών (WMS) και τα Συστήματα Διαχείρισης Μεταφορών (TMS). Τα παραπάνω συστήματα λειτουργούν κι ανεξάρτητα από την RFID τεχνολογία. Ωστόσο, με τη χρήση των RFID, αυξάνει η χρηστικότητα κι η αποδοτικότητά τους, διότι μπορούν να λάβουν πιο πολλά δεδομένα και μάλιστα σε μεγαλύτερη σε πραγματικό χρόνο και με μικρότερο κόστος.

Παρατηρούμε ότι η πληροφορία που μεταβαίνει από το ένα στάδιο επεξεργασίας στο επόμενο είναι μεγαλύτερη συνήθως σε αξία, αλλά μικρότερη σε όγκο, ενώ συχνά οργανώνεται και με γεωγραφικά κριτήρια.

Οι πιο γνωστοί παροχή λογισμικού για RFID είναι η Oracle, η IBM, η Sun κ.α. Η Oracle Ελλάς υλοποίησε το πρώτο πιλοτικό πρόγραμμα στον ελληνικό χώρο, για την τεχνολογία RFID (Radio Frequency Identification) στις αποθήκες της BIANOΞ Σβάλος ΑΕ, εταιρίας 3rd Party Logistics (3PL) στα τέλη του 2005. Το πιλοτικό αυτό πρόγραμμα βασιζόταν στον Oracle Sensor Edge Server, μέρος του Oracle Application Server 10g, ο οποίος κανονικοποιεί τις πληροφορίες που λαμβάνουν οι RFID συσκευές ανάγνωσης (readers) από τις ενσωματωμένες στα προϊόντα RFID ετικέτες και τις αποστέλλει στο ERP ή WMS (Warehouse Management) σύστημα της εταιρίας για περαιτέρω επεξεργασία.

2.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΛΛΗΣΗΣ ΕΤΙΚΕΤΩΝ RFID

Οι μέθοδοι και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σήμερα για την εκτύπωση και επικόλληση ετικετών, είτε on-line είτε off-line, είναι αρκετές, οι σημαντικότερες από τις οποίες παρουσιάζονται παρακάτω.

1. Θερμικοί εκτυπωτές ετικετών

Είναι οι πιο διαδεδομένοι εκτυπωτές, οι οποίοι λειτουργούν τόσο με τη μέθοδο θερμικής μεταφοράς, όσο και με την άμεση θερμική εκτύπωση. Χρησιμοποιούνται για την off-line εκτύπωση διαφόρων σταθερών ή/ και μεταβλητών πληροφοριών (barcodes, περιγραφές,



ημερομηνίες παραγωγής και λήξης, κωδικούς παραγωγής (Lot No), λογότυπα, κλπ) σε κάθε είδους ετικέτα, με τη βοήθεια του προσωπικού σχεδιαστικού προγράμματος του κάθε εκτυπωτή.

Στην περίπτωση που η εκτύπωση γίνεται με τέτοιου είδους θερμικό εκτυπωτή, η επικόλληση γίνεται είτε με το χέρι είτε με χρήση ετικετέζας και αφού οι εκτυπωμένες ετικέτες έχουν

επανατυλιχθεί σε ρολό, με τη βοήθεια ενός συστήματος ανατύλιξης.



2. Συστήματα Αυτόματης Εκτύπωσης και Επικόλλησης (PRINT & APPLY)

Αποτελούν συνδυασμό θερμικού εκτυπωτή ετικετών και ετικετέζας (Print & Apply). Τόσο το σύστημα εκτύπωσης ετικετών, όσο και το σύστημα επικόλλησης (Applicator) συνδυάζονται άγγογα σε μια ολοκληρωμένη μονάδα, που ελέγχεται από ένα κεντρικό ενσωματωμένο μικροϋπολογιστή. Επιπλέον, σε μια βασική μονάδα εκτύπωσης μπορούν να προσαρμοστούν εύκολα πολλά διαφορετικά applicators που καλύπτουν κάθε ανάγκη επικόλλησης ετικετών σε οποιαδήποτε συσκευασία (χαρτοκιβώτια, παλέτες, ατομικό προϊόν, πολυσυσκευασίες, κλπ).



Ο εκτυπωτής εκτυπώνει on-line την ετικέτα με τις απαραίτητες πληροφορίες (σταθερές και μεταβλητές) και στην συνέχεια την τοποθετεί αυτόματα στο προϊόν. Το βασικό χαρακτηριστικό τέτοιων συστημάτων print & apply είναι η compact κατασκευή τους ενώ υποστηρίζουν ταχύτητες εκτύπωσης και επικόλλησης που φθάνουν έως και τα 120 προϊόντα/ λεπτό.

Χρησιμοποιείται κυρίως σε αυτόματες γραμμές συσκευασίας για κωδικοποίηση τόσο των ίδιων των προϊόντων, όσο και των χαρτοκιβωτίων, shrink-wraps, παλετών, κλπ.

3. Ετικετέζες με προσαρμοσμένο θερμικό εκτυπωτή τύπου SmartDate

Αποτελούνται από δύο ξεχωριστά συστήματα, μία ετικετέζα και ένα θερμικό εκτυπωτή τύπου SmartDate, κατάλληλα συνδυασμένα ώστε να εκτυπώνουν on-line τις απαιτούμενες σταθερές και μεταβλητές πληροφορίες και να επικολλούν ετικέτες κυρίως σε προϊόντα που η μορφή και το σχήμα τους δεν είναι ομοιόμορφα, π.χ. σκαφάκια, εύκαμπτες συσκευασίες τροφίμων, κλπ.

Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός τέτοιου υβριδικού συστήματος είναι οι πολύ υψηλές ταχύτητες επικόλλησης (έως και 220 προϊόντα /λεπτό), η ευελιξία και η εξαιρετική ακρίβεια επικόλλησης. Οι περισσότερες εφαρμογές τέτοιων συστημάτων εμφανίζονται στις βιομηχανίες συσκευασίας αγροτικών προϊόντων, στις βιομηχανίες τροφίμων και στις φαρμακοβιομηχανίες.



Όταν η κωδικοποίηση των προϊόντων και των συσκευασιών τους δεν απαιτεί ή δε μπορεί να καλυφθεί με σήμανση με τη μορφή ετικέτας ή πρέπει να λειτουργήσει

επικουρικά με την ετικέτα του προϊόντος για την κωδικοποίηση των μεταβλητών πληροφοριών, τότε υπάρχουν εναλλακτικές τεχνολογίες εκτύπωσης. Αυτές είναι:

Ø Εκτυπωτές θερμικής μεταφοράς για εύκαμπτα υλικά συσκευασίας

Οι βιομηχανικοί εκτυπωτές θερμικής μεταφοράς τύπου SmartDate προσφέρουν αξιόπιστες λύσεις κωδικοποίησης για κάθε συσκευαστική μηχανή. Χρησιμοποιούν τεχνολογία εκτύπωσης θερμικής μεταφοράς και μπορούν να εκτυπώνουν on-line και απευθείας σε οποιοδήποτε υλικό συσκευασίας ημερομηνίες παραγωγής και λήξης, κωδικούς (Lot, batch, κλπ), barcodes, λογότυπα και διάφορα κείμενα, αντικαθιστώντας την ανάγκη εκτύπωσης και επικόλλησης ετικετών. Είναι, επίσης, ειδικά σχεδιασμένοι για να μπορούν να αντικαθιστούν με απλό τρόπο τους παλαιάς τεχνολογίας μηχανικούς εκτυπωτές επαφής. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματά τους είναι η υψηλή ταχύτητα εκτύπωσης που μπορεί να φθάσει και τα 1.800mm/sec, όπως και το χαμηλό κόστος λειτουργίας, δεδομένου ότι το μοναδικό αναλώσιμο είναι η μελανοταινία. Επιπλέον, οι βιομηχανικοί εκτυπωτές SmartDate μπορούν να προσαρμοστούν εύκολα και σε οποιαδήποτε ετικετέζα. Τέτοια συστήματα βρίσκουν εφαρμογή σε βιομηχανίες συσκευασίας ξηρών καρπών, καφέ, οσπρίων, σταφίδας, σνακ, ζαχαρωδών, ζύμης, ζυμαρικών, πλαστικών, κλπ, καθώς και φαρμακοβιομηχανίες και βιομηχανίες καλλυντικών.



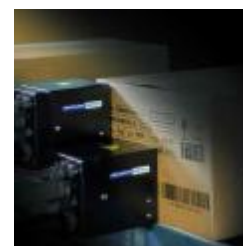
Ø Εκτυπωτές ink-jet



Οι βιομηχανικοί εκτυπωτές εκτόξευσης μελάνης ή κοινώς ink-jets χρησιμοποιούνται σε γραμμές παραγωγής για την on-line εκτύπωση κυρίως μεταβλητών πληροφοριών, όπως ημερομηνίες παραγωγής και λήξεως, κωδικούς παραγωγής, κλπ. Η εκτύπωση αυτή μπορεί να γίνει είτε απευθείας στο προϊόν είτε επάνω στην ετικέτα του προϊόντος που έχει σημάνει με τα σταθερά στοιχεία το προϊόν. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα αυτών των συστημάτων είναι η μεγάλη ευελιξία και ταχύτητα εκτύπωσης, ιδιαίτερα σε γρήγορες γραμμές παραγωγής, σε σχέση με τη περισσότερο χρονοβόρα διαδικασία της εκτύπωσης και επικόλλησης μιας ετικέτας, καθώς και το πολύ χαμηλότερο κόστος ανά εκτύπωση. Τέτοια συστήματα βρίσκουν εφαρμογή σε όλες τις βιομηχανίες τροφίμων, ποτών, φαρμάκων, καλλυντικών, πλαστικών, μετάλλου, κλπ.

Ø Εκτυπωτές ink-jet υψηλής ανάλυσης

Οι βιομηχανικοί εκτυπωτές εκτόξευσης μελάνης υψηλής ανάλυσης χρησιμοποιούνται σε γραμμές παραγωγής για την on-line εκτύπωση είτε σταθερών είτε μεταβλητών πληροφοριών, όπως ημερομηνίες παραγωγής και λήξεως, κωδικούς παραγωγής, περιγραφές, λογότυπα, barcode, κλπ. Η ικανότητα αυτών των συστημάτων να εκτυπώνουν εξαιρετικής ποιότητας πληροφορίες οφείλεται στη χρήση θερμοπλαστικής μελάνης (Touch Dry), η οποία σε κανονικές συνθήκες είναι σε στερεά κατάσταση. Τη στιγμή της εκτύπωσης, ο εκτυπωτής ανεβάζει τη θερμοκρασία της μελάνης, η οποία



μεταπίπτει σε υγρή κατάσταση και στη συνέχεια γίνεται η εκτόξευση από την εκτυπωτική κεφαλή. Όταν η μελάνη φθάσει στην επιφάνεια του χαρτοκιβωτίου στερεοποιείται, προσφέροντας υψηλής ποιότητας εκτυπωμένο μήνυμα. Τέτοια συστήματα βρίσκουν κυρίως εφαρμογή σε χαρτοκιβώτια, συσκευασίες διογκωμένης πολυστερίνης, κλπ, εξαλείφοντας το κόστος των προτυπωμένων υλικών.

2.4 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ RFID

Ένα πολύ βασικό χαρακτηριστικό των συστημάτων RFID είναι η συχνότητα λειτουργίας τους. Όταν λέμε συχνότητα λειτουργίας, εννοούμε τη φέρουσα συχνότητα επικοινωνίας του αναγνώστη προς τον πομποδέκτη, η οποία μπορεί να συμπίπτει, αλλά όχι υποχρεωτικά με τη συχνότητα της επικοινωνίας του πομποδέκτη προς τον αναγνώστη.

Γενικά, μπορούμε να ταξινομήσουμε τις συχνότητες μετάδοσης των συστημάτων αυτών στις εξής ζώνες:

- χαμηλές συχνότητες (LF) 30-300 KHz,
- στις υψηλές συχνότητες (HF) 3-30 MHz,
- στις πολύ υψηλές συχνότητες (UHF) 300 MHz-3 GHz
- και τέλος στις μικροκυματικές συχνότητες (πάνω από 3 GHz).

Τα πιο πολλά συστήματα RFID λειτουργούν στις ζώνες συχνοτήτων που προορίζονται αποκλειστικά για βιομηχανικές, επιστημονικές ή ιατρικές εφαρμογές, γνωστές παγκοσμίως ως συχνότητες ISM (Industrial-Scientific-Medical) και στη χαμηλή ζώνη συχνοτήτων 9KHz-135KHz. Στα συστήματα RFID οι χρησιμοποιούμενες ISM συχνότητες είναι οι 6,78 MHz , 13,56 MHz, 27,125 MHz, 40,68 MHz, 433,92 MHz, 869,0 MHz, 915,0 MHz(όχι στην Ευρώπη), 2,45 GHz, 5,8 GHz και τα 24,125 GHz.

Ωστόσο, οι παραπάνω συχνότητες δε χρησιμοποιούνται από κάθε χώρα. Άλλωστε, δεν υπάρχει κάποιος παγκόσμιος οργανισμός υπεύθυνος για τον καθορισμό των συχνοτήτων λειτουργίας των συστημάτων RFID σε παγκόσμιο επίπεδο. Αντίθετα, σε κάθε χώρα υπάρχουν κρατικοί κυβερνητικοί οργανισμοί που ελέγχουν το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα και αποφασίζουν ποιες συχνότητες θα χρησιμοποιηθούν από τα συστήματα RFID. Παραδείγματα τέτοιων οργανισμών είναι ο FCC στις ΗΠΑ, ο DOC στον Καναδά, οι ERO, CEPT, ETSI και διάφοροι κρατικοί οργανισμοί στην Ευρώπη, ο MPHPT στην Ιαπωνία κ.τ.λ.

Επιπλέον, οι κρατικοί οργανισμοί ορίζουν το επιτρεπόμενο εύρος ζώνης κάθε συχνότητας και το μέγιστο επίπεδο της ακτινοβολίας ισχύος σε διάφορες αποστάσεις (συνήθως 10 και 30 μέτρα) από την κεραία του συστήματος για κάθε συχνότητα λειτουργίας (κανονισμοί EMF).

Σήμερα, γίνονται προσπάθειες για τη χρησιμοποίηση κοινών συχνοτήτων στα συστήματα RFID σε παγκόσμιο επίπεδο, έτσι ώστε μπορούν να γίνουν πραγματικότητα οι ανοιχτές παγκόσμιες εφαρμογές. Ακόμη, οι κατασκευαστές συστημάτων RFID πιέζουν τους εξουσιοδοτημένους κρατικούς οργανισμούς να αυξήσουν τη μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύ ακτινοβολίας, ώστε να κατασκευάσουν συστήματα με μεγαλύτερες μέγιστες αποστάσεις ανάγνωσης. Ήδη στην Ευρώπη έγινε τελευταία αύξηση της επιτρεπόμενης ισχύος στα συστήματα UHF (868 MHz).

2.4.1 Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά Συχνοτήτων

Κάθε ζώνη συχνοτήτων έχει τα δικά της ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, τα οποία θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψη κατά την επιλογή ενός συστήματος RFID. Στην παράγραφο αυτή, συγκρίνουμε τα συστήματα RFID διαφορετικών συχνοτήτων με βάση κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.

Μέγιστη Απόσταση Ανάγνωσης

Η συχνότητα λειτουργίας ενός συστήματος RFID καθορίζει τη μέγιστη απόσταση ανάγνωσης του συστήματος. Συγκεκριμένα:

- Τα συστήματα χαμηλών συχνοτήτων με συχνότητα λειτουργίας περίπου στα 125KHz χαρακτηρίζονται από μέγιστη απόσταση ανάγνωσης μέχρι 50 cm.
- Τα συστήματα υψηλών συχνοτήτων με συχνότητα λειτουργίας περίπου στα 13,56MHz χαρακτηρίζονται από μέγιστη απόσταση ανάγνωσης μέχρι 1 μέτρο.
- Τα συστήματα πολύ υψηλών συχνοτήτων με συχνότητες λειτουργίας, όπως 868MHz (στην Ευρώπη) και 2,45 GHz (μικροκυματική συχνότητα) χαρακτηρίζονται από μέγιστη απόσταση ανάγνωσης γύρω στα 1 με 3 μέτρα, ενώ τα UHF συστήματα που λειτουργούν στη ζώνη με κεντρική συχνότητα τα 915MHz (στις ΗΠΑ) μπορούν να αναγνώσουν δεδομένα σε αποστάσεις των 6 ή περισσότερων μέτρων.

Τα παραπάνω στοιχεία ισχύουν μόνο στα παθητικά συστήματα, διότι με τη χρήση ενεργητικών πομποδεκτών η μέγιστη απόσταση ανάγνωσης των συστημάτων αυξάνει κατά πολύ και μπορεί να φθάσει μέχρι 30 μέτρα.

Ευαισθησία στον Προσανατολισμό

Τα συστήματα RFID χαμηλών συχνοτήτων (τυπικά κάτω των 500 KHz) δεν είναι ευαίσθητα στον προσανατολισμό μεταξύ αναγνώστη-πομποδέκτη, σε αντίθεση με τα συστήματα υψηλότερων συχνοτήτων.

Απορρόφηση και Εξασθένηση

Στα συστήματα χαμηλών συχνοτήτων, τα αντικείμενα που βρίσκονται στο χώρο (π.χ. μεταλλικές επιφάνειες ή υγρά) επηρεάζουν ελάχιστα τη λειτουργία του συστήματος, με δεδομένο ότι η απορρόφηση κι η εξασθένηση θεωρούνται πρακτικά αμελητέες. Ένα ενδεικτικό παράδειγμα είναι το bolus, ένας πομποδέκτης που τοποθετείται στο στομάχι των ζώων και μπορεί να διαβαστεί από RFID συστήματα συχνότητας κάτω των 135 KHz. Καθώς ανεβαίνει η συχνότητα, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η επίδραση των αντικειμένων που βρίσκονται τόσο στην περιοχή ανάγνωσης όσο και στο ευρύτερο χώρο του συστήματος.

Ευαισθησία στο Θόρυβο και στις Ηλεκτρομαγνητικές Παρεμβολές

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό είναι η ευαισθησία των συστημάτων στο θόρυβο και στις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, όπως αυτές που παράγονται από ηλεκτρικές μηχανές. Σε αντίθεση με τους επαγωγικούς πομποδέκτες, τα μικροκυματικά συστήματα πλεονεκτούν σε αυτόν τον τομέα, με αποτέλεσμα να προτιμούνται στους χώρους βιομηχανικής παραγωγής.

Ρυθμός Μετάδοσης Δεδομένων

Τα συστήματα RFID χαμηλών συχνοτήτων (τυπικά κάτω των 500 KHz) χαρακτηρίζονται γενικά από μικρότερες ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων σε σχέση

με τα συστήματα υψηλότερων συχνοτήτων. Συγκεκριμένα, η συχνότητα 13,56 MHz χαρακτηρίζεται από υψηλό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων, γύρω στα 106 kbits/sec, όπως και η συχνότητα 27,125 MHz με ρυθμό μετάδοσης δεδομένων 424 kbits/sec (μεγάλο επιτρεπόμενο εύρος ζώνης).

Αντοχή σε Ακραίες Περιβαλλοντικές Συνθήκες

Γνωρίζουμε ότι τα συστήματα HF μπορούν να λειτουργήσουν σε συνθήκες υψηλής υγρασίας και ότι τα μικροκυματικά συστήματα έχουν μεγάλη αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες.

Στον πίνακα που ακολουθεί περιγράφονται ιδιότητες και χαρακτηριστικά των τεσσάρων ζωνών συχνοτήτων καθώς και σε ποιες εφαρμογές χρησιμοποιούνται.

Ζώνες Συχνοτήτων	LF 125 KHz	HF 13.56 MHz	UHF (EU) 915 MHz (USA) 869 MHz	Microwave 2.45 GHz & 5.8 GHz
Μέγιστη απόσταση ανάγνωσης	Απόσταση ανάγνωσης < 0.5 m	Απόσταση ανάγνωσης 1 μέτρο περίπου	Απόσταση ανάγνωσης 3 μέτρα περίπου	Απόσταση ανάγνωσης 1 μέτρο περίπου
Γενικά Χαρακτηριστικά	Σχετικά ακριβά ακόμα και για μεγάλες παραγγελίες. Οι LF συχνότητες απαιτούν μια μεγαλύτερη και ακριβότερη κεραία. Οι επαγωγικές ετικέτες είναι ακριβότερες από τις χωρητικές.	Λιγότερο ακριβές σε σχέση με τις επαγωγικές LF ετικέτες. Κατάλληλες για εφαρμογές που δεν απαιτούν μεγάλη απόσταση ανάγνωσης πολλαπλών ετικετών.	Σε μεγάλες ποσότητες οι UHF ετικέτες είναι φθηνότερες από LF και HF. Καλή ισορροπία μεταξύ απόσταση ανάγνωσης – επιδόσεων κυρίως για ανάγνωση πολλαπλών ετικετών.	Παρόμοια χαρακτηριστικά με τις UHF ετικέτες αλλά με μεγαλύτερο ρυθμό ανάγνωσης Είναι ευαίσθητες στην απόδοσή τους λόγω της παρουσίας μετάλλων, υγρών και άλλων υλικών.
Πηγή ενέργειας για την ετικέτα	Γενικά παθητικές ετικέτες που χρησιμοποιούν επαγωγική σύζευξη	Γενικά παθητικές ετικέτες που χρησιμοποιούν επαγωγική ή χωρητική σύζευξη	Ενεργές ετικέτες με εσωτερική μπαταρία ή παθητικές ετικέτες που	Ενεργές ετικέτες με εσωτερική μπαταρία ή παθητικές ετικέτες που

			χρησιμοποιούν χωρητική σύζευξη	χρησιμοποιούν χωρητική σύζευξη
Τυπικές Εφαρμογές	Έλεγχος πρόσβασης, εντοπισμός ζώων, immobilizer οχημάτων, εφαρμογές POS	Έξυπνες κάρτες, εντοπισμός σε επίπεδο τεμαχίου, χειρισμός βαλιτσών, βιβλιοθήκες	Εντοπισμός σε επίπεδο παλέτας, αυτόματη είσπραξη διοδίων, διαχείριση βαλιτσών	Αυτόματη είσπραξη διοδίων
Ρυθμός Ανάγνωσης Δεδομένων	Αργός	←→		Γρήγορος
Ανάγνωση σε μεταλλικές και υγρές επιφάνειες	Ικανοποιητική	←→		Μη ικανοποιητική
Μέγεθος ετικέτας	Μεγάλο	←→		Μικρό

Πίνακας 2.4.1: Ιδιότητες & Χαρακτηριστικά Συχνότητων

2.5 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ RFID

Ο σκοπός των συστημάτων RFID είναι να ταυτοποιούν μοναδικά - πραγματικά αντικείμενα και να τα συνδέουν μοναδικά με τα δεδομένα τους. Για το λόγο αυτό είναι αναγκαίο να διασφαλιστεί η ακεραιότητα και η ασφάλεια τριών σχέσεων που υφίστανται:

1. Η σχέση μεταξύ των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα πάνω σε μια ετικέτα RFID και την ίδια την ετικέτα RFID.

Αυτή η σχέση πρέπει να είναι μοναδική καθώς τα δεδομένα, μεταξύ αυτών και ο μοναδικός σειριακός αριθμός της ετικέτας (SN, *Serial Number*), αποτελούν την ταυτότητα της RFID ετικέτας. Είναι επιτακτικό λοιπόν να αποφευχθεί η ύπαρξη δύο ετικετών με την ίδια ταυτότητα δηλαδή τα ίδια δεδομένα.

2. Η σχέση μεταξύ της ετικέτας RFID και του αντικειμένου που πρόκειται να ταυτοποιήσει (μηχανική σχέση).

Αυτή η σχέση πρέπει να είναι μοναδική με την έννοια ότι δεν μπορεί μια ετικέτα RFID να τοποθετηθεί σε ένα άλλο αντικείμενο είτε κατά την αρχική της τοποθέτηση είτε κατά την χρήση της.

3. Η σχέση μεταξύ της ετικέτας RFID και του αναγνώστη (ασύρματη διασύνδεση).

Η σχέση αυτή πρέπει να ικανοποιεί τον περιορισμό ότι μόνο οι εξουσιοδοτημένοι αναγνώστες εντοπίζουν, επικοινωνούν και διαχειρίζονται σωστά τα δεδομένα της ετικέτας RFID ενώ η πρόσβαση από άλλους αναγνώστες απαγορεύεται.

2.5.1 Απειλές που αντιμετωπίζει ένα σύστημα RFID

Οι απειλές που αντιμετωπίζει ένα σύστημα RFID υφίστανται τόσο στα ίδια τα στοιχεία του συστήματος όσο και στις σχέσεις μεταξύ αυτών όπως περιγράφηκαν παραπάνω. Συγκεκριμένα οι απειλές αυτές είναι:

Κακόβουλη Τροποποίηση Δεδομένων

Τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στην ετικέτα RFID, εκτός του σειριακού αριθμού και πιθανών άλλων αναγνωριστικών (π.χ. κλειδιά), τροποποιούνται με σκοπό να εξαπατήσουν. Τέτοιου είδους επιθέσεις παρατηρούνται σε συστήματα ασφάλειας ή/ και πληρωμών όπου σκοπός είναι να αναγνωρίζεται η ετικέτα RFID από το σύστημα με τροποποιημένα όμως τα δεδομένα της.

Πλαστή Ταυτότητα Ετικέτας

Ο επιτιθέμενος αποκτά τον σειριακό αριθμό της ετικέτας RFID και πιθανώς άλλα στοιχεία ασφαλείας συστήματος με σκοπό να εξαπατήσει τον αναγνώστη στο να δεχτεί μια άλλη ετικέτα RFID. Στην ουσία ο επιτιθέμενος κλωνοποιεί u964 την ετικέτα RFID και την εισάγει στο σύστημα εξαπατώντας το. Τέτοιου είδους επιθέσεις εμφανίζονται στην εφοδιαστική αλυσίδα όπου γίνεται εφικτή η κλοπή προϊόντων με την εξαπάτηση του συστήματος ότι τα προϊόντα υφίστανται.

Απενεργοποίηση

Η ετικέτα RFID δεν είναι πλέον αναγνωρίσιμη από τον σύστημα ή δεν εντοπίζεται καθόλου από τους αναγνώστες. Η απενεργοποίηση είναι δυνατή από εντολές σβησίματος δεδομένων (*delete*), νόμιμης απενεργοποίησης (*kill*) και φυσικής καταστροφής. Οι επιθέσεις αυτές έχουν σκοπό την κακή διαχείριση αντικειμένων αλλά και στην κλοπή αυτών.

Αποκόλληση

Η ετικέτα αποκολλάεται φυσικά από το αντικείμενο στο οποίο βρισκόταν ώστε αυτό να μην είναι αναγνωρίσιμο. Σύνηθες φαινόμενο είναι η προσκόλληση διαφορετικής ετικέτας σε αντικείμενο για την εξαπάτηση του συστήματος (π.χ. επικόλληση ετικέτας που προσδίδει μικρότερη αξία στο αντικείμενο που πρόκειται να αγοραστεί).

Παρακολούθηση

Τα δεδομένα που ανταλλάσσονται μεταξύ αναγνώστη και ετικέτας κατά την επικοινωνία τους υποκλέπτονται και αποκωδικοποιούνται.

Μπλοκάρισμα

Μια ειδικά κατασκευασμένη ετικέτα (*blocker tag*) δημιουργεί την εντύπωση στον αναγνώστη ότι πολύ μεγάλος αριθμός ετικετών διαβάζονται ταυτόχρονα οπότε ο αναγνώστης αυτό-μπλοκάρεται λόγω της σύγκρουσης που δημιουργείται (*collision*).

Παρεμβολή

Η παρεμβολή στην ασύρματη διασύνδεση μεταξύ αναγνώστη και ετικέτας είναι σχετικά εύκολη και επιτυγχάνεται με μέσα όπως κάλυψη με κατάλληλα μέσα των ετικετών ή / και των αναγνωστών. Για παράδειγμα στα συστήματα εντοπισμού κλοπών στα καταστήματα ρούχων αν καλυφθεί η ετικέτα που φέρουν τα ρούχα με αλουμίνιο δεν μπορεί να διαβαστεί από τους αναγνώστες οπότε και επιτυγχάνεται η παρεμβολή.

Πλαστή Ταυτότητα Αναγνώστη

Όταν ένας αναγνώστης επιθυμεί να επικοινωνήσει με μια ετικέτα πρέπει να αποδείξει την εξουσιοδότηση του. Αν ένας επιτιθέμενος επιθυμεί να διαβάσει τα δεδομένα μιας ετικέτας αρκεί να προσποιηθεί ο αναγνώστης του ότι είναι ο πραγματικός δηλαδή να «επιδείξει» πλαστή ταυτότητα.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατηρούμε τα διάφορα είδη απειλών και τους σκοπούς τους.

	Υποκλοπή Δεδομένων	Παραπλάνηση	Διαθεσιμότητα (Denial of Service)
Κακόβουλη τροποποίηση Δεδομένων		✓	
Πλαστή Ταυτότητα Ετικέτας		✓	
Απενεργοποίηση		✓	✓
Αποκόλληση		✓	✓
Παρακολούθηση	✓		
Μπλοκάρισμα		✓	✓
Παρεμβολή		✓	✓
Πλαστή Ταυτότητα Αναγνώστη	✓		

Πίνακας 2.5.1: Απειλές Συστήματος RFID

2.5.2 Μέτρα κατά των απειλών

1. Αμοιβαία Πιστοποίηση αναγνώστη και ετικέτας (*Mutual Authentication*)

Κατά την φάση της πιστοποίησης ελέγχεται η ταυτότητα ενός αντικειμένου καθώς και τα δικαιώματά του ως προς την πρόσβαση και χρήση των δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα στα συστήματα RFID είναι απαραίτητο να ελέγχεται η ταυτότητα της ετικέτας από τον αναγνώστη και το αντίστροφο. Όπως διευκρινίζεται και στο πρότυπο της ISO 9798 απαιτείται μια σειρά από βήματα κατά τα οποία γίνεται ο αμοιβαίος έλεγχος πιστότητας μεταξύ αναγνώστη και ετικέτας. Η διαδικασία αποτελείται από πέντε βήματα και έχει ως εξής:

1. Ο αναγνώστης ανιχνεύει την ετικέτα και την «προκαλεί» να απαντήσει (*challenge*)
2. Η ετικέτα δημιουργεί ένα τυχαίο αριθμό A και τον στέλνει στον αναγνώστη (*response*).
3. Με την σειρά του ο αναγνώστης δημιουργεί ένα τυχαίο αριθμό B και μαζί με τον αριθμό A που έλαβε καθώς και ένα κλειδί K, τα κρυπτογραφεί με ένα κοινό και για τα δύο μέρη αλγόριθμο κρυπτογράφησης. Η διαδικασία αυτή δημιουργεί το μήνυμα T το οποίο στέλνεται στην ετικέτα.
4. Η ετικέτα λαμβάνει το μήνυμα T και με την βοήθεια του κλειδιού K που έχει αποθηκευμένη στην μνήμη της αποκρυπτογραφεί το μήνυμα και ελέγχει αν το A ισούται με το A', που προήλθε από το μήνυμα T. Αν είναι το ίδιο τότε πιστοποιείται ο αναγνώστης στην ετικέτα. Προκειμένου να πιστοποιηθεί η ετικέτα στον αναγνώστη

δημιουργεί, παρομοίως, η ίδια ένα νέο κρυπτογραφημένο μήνυμα Σ το οποίο στέλνει στον αναγνώστη.

5. Ο αναγνώστης αποκρυπτογραφεί το μήνυμα Σ και αν το B είναι ίδιο με το B' που προέκυψε από το μήνυμα Σ τότε πιστοποιείται και η ετικέτα στον αναγνώστη.

2. Κωδικοποίηση (*Encryption*)

Η κωδικοποίηση των δεδομένων που μεταφέρονται μεταξύ αναγνώστη και ετικέτας μέσω της ασύρματης σύνδεσης κρίνεται ≈ 954 κάτι παραπάνω από απαραίτητη. Προκειμένου η κωδικοποίηση να είναι εφικτή απαιτούνται ετικέτες που να υποστηρίζουν διαδικασίες κρυπτογράφησης γεγονός που αυξάνει το κόστος τους. Για το λόγο αυτό η EPCGlobal προτείνει οι ετικέτες να μην περιέχουν κρίσιμα δεδομένα αλλά αυτά να βρίσκονται στις βάσεις στο πίσω μέρος των συστημάτων (*back-end*) όπου και είναι απρόσιτα. Επομένως περιορίζει το πρόβλημα μόνο στην πιστοποίηση των ετικετών ως προς τους αναγνώστες και το αντίστροφο, πρόβλημα που λύνεται με την διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω. Μολαταύτα παραμένει ο κίνδυνος να υποκλαπεί ο μοναδικός σειριακός αριθμός της ετικέτας γεγονός που καθιστά εφικτό τον τοπικό προσδιορισμό του αντικειμένου. Μέτρα επίλυσης του προβλήματος είναι τα πρωτόκολλα κατά των συγκρούσεων που είναι ασφαλή στην υποκλοπή (περιγράφονται παρακάτω).

3. Πρωτόκολλα κατά των συγκρούσεων (*anti-collision protocols*)

Τα πρωτόκολλα αυτά έχουν ως στόχο να μην επιτρέψουν στον επιτιθέμενο στο σύστημα να υποκλέψει τις ταυτότητες των ετικετών. Έχουν αναπτυχθεί αρκετά πρωτόκολλα που επιτυγχάνουν να εξασφαλίσουν την εμπιστευτικότητα των ετικετών (κατά την φάση ανάγνωσης τους από τον αναγνώστη και για την απειλή της παρακολούθησης). Μερικά από αυτά είναι:

Silent tree-walking, [S. A. WEIS, SARMA, S.E., RIVEST, R.L. and ENGELS, D.W. Security and Privacy Aspects of Low-Cost Radio Frequency Identification Systems. First International Conference on Security in Pervasive Computing]

Aloha procedure with temporary IDs, [Center/EPCglobal 2004]

Pseudonymization, [S. A. WEIS 2004]

Randomized hash-lock, [S. A. WEIS 2004]

Chained hashes, [OHKUBO 2004]

Procedure by Henrici and Muller, [HENRICI 2004]

4. Πρόληψη κατά του μη εξουσιοδοτημένου διαβάσματος ετικετών

Οι ετικέτες μπορούν να ενεργοποιηθούν ανά πάσα στιγμή από το περιβάλλον τους, γεγονός που τις καθιστά ευάλωτες σε αναγνώσεις που δεν είναι εξουσιοδοτημένες. Έχει προταθεί η χρήση μιας ετικέτας μπλοκαρίσματος (*blocker tag*) [JUELS 2004] που εμποδίζει τους αναγνώστες που δεν έχουν εξουσιοδότηση να διαβάσουν τις ετικέτες. Η ετικέτα μπλοκαρίσματος μπορεί να είναι είτε μια ετικέτα RFID με υψηλή λειτουργικότητα είτε μια συσκευή που παριστάνει ότι είναι ετικέτα RFID και προσομοιώνει στον αναγνώστη όλους τους πιθανούς σειριακούς αριθμούς ετικετών. Ως αποτέλεσμα η ετικέτα μπλοκαρίσματος απαντάει συνέχεια αυτή στην απαίτηση του αναγνώστη για δεδομένα καλύπτοντας έτσι τις υπόλοιπες ετικέτες που βρίσκονται μαζί με αυτή. Προκειμένου να μην προκληθεί μπλοκάρισμα σε όλα τα συστήματα RFID, ακόμα και σε αυτά που έχουν εξουσιοδότηση, έχουν προταθεί ετικέτες που μπλοκάρουν συγκεκριμένα ένα διάστημα σειριακών αριθμών επιτρέποντας έτσι την κατάλληλη ρύθμιση των συστημάτων [JUELS 2004].

5. Μόνιμη απενεργοποίηση ετικετών

Η λύση αυτή προτείνεται για αντικείμενα που έχουν φτάσει στο σημείο όπου η ετικέτα δεν είναι πλέον απαραίτητη (π.χ. αγορά προϊόντος από καταναλωτή). Η απενεργοποίηση μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

A. Εντολή καταστροφής (*Kill Command*)

Η απενεργοποίηση με χρήση της εντολής καταστροφής έχει προταθεί από το 2004 από το AUTO-ID Center [Center/EPCglobal 2004]. Η απενεργοποίηση είναι στην ουσία το σβήσιμο των δεδομένων από την ετικέτα που την καθιστούν επώνυμη. Έτσι η ετικέτα δεν ανταποκρίνεται πλέον σε κανένα αναγνώστη οπότε και δεν μπορεί να εντοπιστεί. Η εντολή καταστροφής προστατεύεται από κωδικό και πρέπει να εφαρμοστεί χειροκίνητα με πέρασμα των αντικειμένων ένα προς ένα από κατάλληλο αναγνώστη. Το γεγονός αυτό την καθιστά χρονοβόρα διαδικασία και ανεπιθύμητη προς τους καταναλωτές. Επίσης δεν εξασφαλίζεται ότι η ετικέτα απενεργοποιήθηκε δια βίου δεδομένου ότι η ετικέτα δεν καταστρέφεται φυσικά άλλα με κατάλληλο λογισμικό καθίσταται μη χρησιμοποιήσιμη. Θεωρητικά λοιπόν με κάποιο άλλο λογισμικό μπορεί να ενεργοποιηθεί και πάλι.

B. Απενεργοποίηση παρακινούμενη από το πεδίο (*Field-Induced deactivation*)

Ο τρόπος αυτός προτείνει την ηλεκτρομαγνητική απενεργοποίηση του υλικού της ετικέτας με την δημιουργία ρήξης σε προκαθορισμένο σημείο στην ετικέτα. Ο τρόπος αυτός χρησιμοποιείται σε μερικά RFID συστήματα κατά των κλοπών σε εμπορικά καταστήματα.

2.6 ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ

Με τον όρο περιοχή ανάγνωσης εννοούμε την περιοχή γύρω από τον αναγνώστη, στην οποία όταν βρεθεί ένας πομποδέκτης, ο αναγνώστης θα μπορέσει να διαβάσει ή τα δεδομένα που εμπεριέχονται σε αυτόν. Ένα χαρακτηριστικό της περιοχής ανάγνωσης είναι η μέγιστη απόσταση ανάγνωσης ανάμεσα στον πομποδέκτη και τον αναγνώστη.

Η απαιτούμενη απόσταση σε μία εφαρμογή εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως:

- Την **ακρίβεια** που πρέπει να έχει η θέση του Tag.
- Την ελάχιστη **απόσταση** που πρέπει να έχουν **δύο διαδοχικά Tags**.
- Την **ταχύτητα** με την οποία θα κινείται το κάθε Tag στην περιοχή εκπομπής του Reader.

Σε πολλές εφαρμογές ο πομποδέκτης δεν έχει σταθερή απόσταση από τον αναγνώστη. Στην περίπτωση αυτή η επιθυμητή περιοχή ανάγνωσης του συστήματος θα πρέπει να καλύπτει τη μέγιστη δυνατή απόσταση αναγνώστη-πομποδέκτη.

Σε ορισμένα συστήματα, η περιοχή ανάγνωσης πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε μόνο ένας πομποδέκτης να βρίσκεται κάθε φορά μέσα σε αυτήν.

Παράδειγμα αποτελούν οι εφαρμογές ασύρματης πληρωμής, όπως με εισιτήρια δημόσιας μεταφοράς, όπου μόνο ένα εισιτήριο πρέπει να διαβάζεται κάθε φορά. Σε αντίθετη περίπτωση, θα διαβάζονταν ταυτόχρονα πάνω από ένα εισιτήριο, με αποτέλεσμα την αδυναμία αντιστοίχισης κάθε εισιτηρίου με τον κάτοχό του. Κατά

συνέπεια, στις εφαρμογές ασύρματης πληρωμής, η επιθυμητή περιοχή ανάγνωσης καθορίζεται από την πιθανή απόσταση ανάμεσα σε δύο επιβάτες.

Ωστόσο, υπάρχουν και εφαρμογές που αποσκοπούν στην ταυτόχρονη ανάγνωση όσο γίνεται περισσότερων πομποδεκτών, με επιθυμητή την όσο το δυνατό μικρότερη απόσταση ανάμεσά τους.

Η σχετική ταχύτητα ενός πομποδέκτη με αυτή ενός αναγνώστη, σε συνδυασμό με το μέγεθος της περιοχής ανάγνωσης/εγγραφής ενός συστήματος, καθορίζουν το χρονικό διάστημα που βρίσκεται ο πομποδέκτης μέσα στην περιοχή ανάγνωσης του αναγνώστη. Με δεδομένη την ταχύτητα ανάγνωσης ή εγγραφής, το απαιτούμενο εύρος του RFID συστήματος σχεδιάζεται έτσι ώστε με μέγιστη ταχύτητα του αντικείμενου που φέρει τον πομποδέκτη, το χρονικό διάστημα που βρίσκεται το αντικείμενο μέσα στη ζώνη ανάγνωσης να είναι αρκετό για τη μετάδοση των απαιτούμενων δεδομένων.

2.7 ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ

Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιεί ραδιοσυχνότητες και για το λόγο αυτό απαιτούνται πρότυπα που θα καθορίζουν ποιο κομμάτι του φάσματος συχνοτήτων θα δεσμεύει, τα επίπεδα εκπομπής και θέματα παρεμβολών με άλλες ράδιο-υπηρεσίες. Επίσης η ύπαρξη πολλών κατασκευαστών - προμηθευτών τεχνολογίας RFID δημιουργεί πρόβλημα στον καταναλωτή (στην συγκεκριμένη περίπτωση ο καταναλωτής είναι η εταιρία που θα εγκαταστήσει ένα σύστημα RFID) που καλείται να επικοινωνήσει με διαφορετικά συστήματα RFID (π.χ. πως θα γνωρίζει μια εταιρία ποιο είναι το κατάλληλο σύστημα RFID για μια εφαρμογή ελέγχου πρόσβασης).

Παράλληλα το όραμα της αγοράς για ένα ανοικτό και παγκόσμιο σύστημα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, με χρήση της τεχνολογίας RFID, απαιτεί πρότυπα προκειμένου αυτό να γίνει πραγματικότητα. Για τους παραπάνω λόγους έχουν αναπτυχθεί μια σειρά από πρότυπα από συγκεκριμένους οργανισμούς που είναι:

- Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Προτυποποίησης (*ISO, International Organization for Standardization*)
- Το Παγκόσμιο Ηλεκτροτεχνικό Συμβούλιο (*IEC, International Electrotechnical Council*)
- Το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Προτύπων Τηλεπικοινωνιών (*ETSI, European Telecommunications Standards Institute*)
- Ο EPC global

Ο κάθε οργανισμός στοχεύει σε μια διαφορετική πτυχή της τεχνολογίας RFID και αναπτύσσει πρότυπα για αυτή.

2.7.1 Πρότυπα ISO

Ο ISO έχει αναπτύξει ένα μεγάλο αριθμό προτύπων για διάφορα συστήματα RFID που προορίζονται για διαφορετικές εφαρμογές. Τα πρότυπα περιγράφουν τα φυσικά χαρακτηριστικά και τις διαστάσεις του εκάστοτε συστήματος, τα πρωτόκολλα επικοινωνίας του, τη συχνότητα λειτουργίας, την παροχή ισχύος, τις μεθόδους αποφυγής σύγκρουσης που τυχόν χρησιμοποιεί, τον τρόπο διαμόρφωσης και κωδικοποίησης των δεδομένων κατά τη μεταφορά τους από τον αναγνώστη στον πομποδέκτη και το αντίθετο, κ.α.

Ανάμεσα στα πρότυπα που έχει αναπτύξει ο ISO για τα συστήματα RFID είναι τα ISO 11784, 11785 και 14223 για τις εφαρμογές αναγνώρισης ζώων, το ISO 10536 για τα συστήματα κοντινής σύζευξης, το ISO 14443 για τα proximity coupling συστήματα, ISO 15693 για τα vicinity coupling συστήματα (έξυπνες ετικέτες) και το ISO18000 για εφαρμογές αναγνώρισης και διαχείρισης αντικειμένων.

2.7.2 EPC ΚΑΙ EPCglobal Network

Η **EPC global** είναι μια ένωση που διοικείται από αντιπρόσωπους από διάφορους χώρους και αναπτύσσει πρότυπα που στοχεύουν στην παροχή κατάλληλης τεχνολογίας για την αύξηση της αποτελεσματικότητας και τη μείωση των λαθών στην λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ενδεικτικά οι μετέχοντες στην EPC global είναι:

Οργανισμοί Εμπορίου: UCC, EAN

Προμηθευτές προϊόντων: Gillette, Johnson & Johnson, Procter & Gamble

Λιανέμποροι: Wal-Mart, Metro AG

Κυβέρνηση: Υπουργείο Αμύνης ΗΠΑ (*US Department of Defence*)

Τεχνολογία: Hewlett-Packard, Cisco Systems

Ακαδημαϊκός χώρος: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Μασαχουσέτης (*MIT*)

Η EPC global πιστεύει ότι θα επιτύχει τους στόχους της με την αυτοματοποίηση του εντοπισμού προϊόντων μέσω της τεχνολογίας RFID και συγκεκριμένα με την χρήση φθηνών RFID ετικετών και τον ορισμό ενός παγκόσμιο πλαισίου ανταλλαγής πληροφοριών. Για το λόγο αυτό έχει αναπτύξει το EPCglobal Network, ένα καταναμημένο δίκτυο υπηρεσιών, και έχει ορίσει έξι κλάσεις RFID ετικετών με αύξουσα λειτουργικότητα.

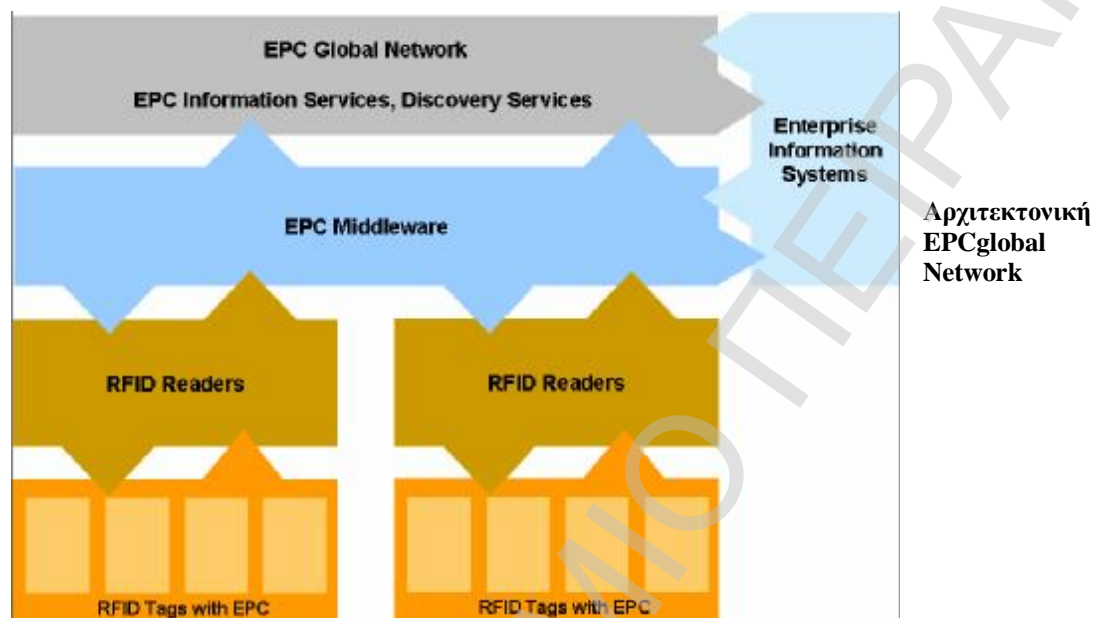
Το **EPCglobal Network** είναι ένα δίκτυο που καθιστά δυνατή την άμεση, μονοσήμαντη και αυτόματη αναγνώριση τεμαχίων στην εφοδιαστική αλυσίδα και τον διαμοιρασμό των δεδομένων τους. Στόχος του είναι η «πραγματική» ορατότητα (*visibility*) της εφοδιαστικής αλυσίδας, με την παροχή αναγνώρισης οποιουδήποτε τεμαχίου (κωδικός και Serial Number), οποιασδήποτε εταιρίας, οποιασδήποτε βιομηχανίας, οπουδήποτε στον κόσμο με σκοπό να κάνει τις εταιρίες περισσότερο αποτελεσματικές.

Το EPCglobal Network αποτελείται από πέντε βασικά στοιχεία:

- 1. Ηλεκτρονικός Κωδικός Προϊόντος (EPC, Electronic Product Code):** Ο EPC είναι ένας μοναδικός αριθμός ταυτοποίησης προϊόντος σε επίπεδο τεμαχίου που αποτελείται από 64 - 256 bits.
- 2. Σύστημα Αναγνώρισης (ID System):** Το Σύστημα Αναγνώρισης (*ID System*) αποτελείται από RFID αναγνώστες και ετικέτες. Οι RFID ετικέτες είναι παθητικές και περιέχουν μόνο τον κωδικό EPC του αντικειμένου στο οποίο επικολλούνται. Οι RFID αναγνώστες διαβάζουν το EPC και το στέλνουν στα τοπικά πληροφοριακά συστήματα της επιχείρησης μέσω του EPC λογισμικού (*EPC Middleware*).
- 3. Λογισμικό EPC (EPC Middleware):** Το Λογισμικό EPC (*EPC Middleware*) διαχειρίζεται γεγονότα ανάγνωσης πραγματικού χρόνου και αναλαμβάνει να επικοινωνήσει τις πληροφορίες που δέχεται στις Υπηρεσίες Πληροφοριών EPC και στα τοπικά πληροφοριακά συστήματα της επιχείρησης. Η EPCglobal αναπτύσσει μια πρότυπη διεπαφή εφαρμογής για υπηρεσίες, επιτρέποντας την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ αναγνωστών EPC και πληροφοριακών συστημάτων.
- 4. Υπηρεσίες Πληροφοριών EPC (EPCIS, EPC Information Services):** Οι Υπηρεσίες Πληροφοριών EPC (*EPCIS, EPC Information Services*) επιτρέπουν σε

χρήστες την ανταλλαγή EPC δεδομένων με εμπορικούς συνεργάτες μέσω του EPCglobal Network.

5. **Υπηρεσίες Ανακάλυψης (Discovery Services):** Οι υπηρεσίες Ανακάλυψης (*Discovery Services*) είναι ένα σύνολο υπηρεσιών που επιτρέπουν στους χρήστες να αναζητήσουν παγκοσμίως, δεδομένα σχετικά με ένα συγκεκριμένο κωδικό EPC και αποκτήσουν πρόσβαση σε αυτά. Μία από τις υπηρεσίες ανακάλυψης είναι η Υπηρεσία Ονοματοδοσίας Αντικειμένων (*ONS, Object Naming Service*).



Εικόνα 6: Ηλεκτρονικός Κωδικός Προϊόντος (EPC, Electronic Product Code)

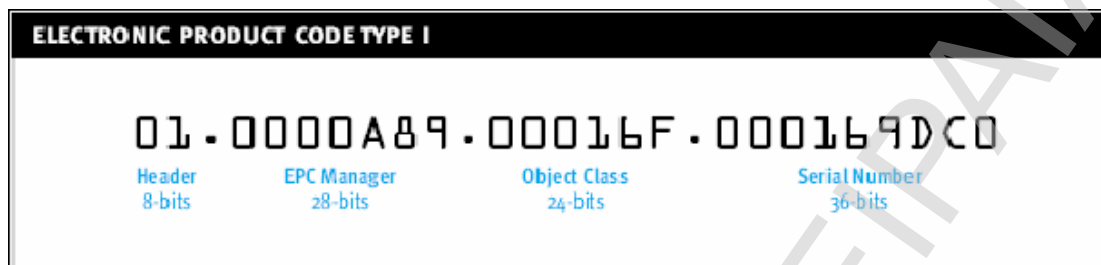
Το σύστημα EPC αναπτύχθηκε από το Auto-id Center στο Πανεπιστήμιο του MIT με τη χορηγία πολλών βιομηχανιών και κατασκευαστών συστημάτων RFID. Ο Ηλεκτρονικός Κωδικός Προϊόντος (ΗΚΠ) χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την τεχνολογία RFID προκειμένου να βελτιώσει κυρίως την αποτελεσματική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και να μειώσει τα λειτουργικά κόστη.

Ο ΗΚΠ είναι αποτέλεσμα ενός παγκόσμιου εγχειρήματος προκειμένου να επιτευχθεί καλύτερη συνεννόηση μεταξύ των μελών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτός ο κωδικός παρέχει γρήγορες και λεπτομερείς πληροφορίες για ένα προϊόν σε οποιοδήποτε σημείο της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Ο ΗΚΠ μπορεί να παρέχει γρήγορες και λεπτομερείς πληροφορίες για ένα προϊόν σε οποιοδήποτε σημείο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Σε κάθε περίπτωση, στόχος δεν είναι η αντικατάσταση του γραμμωτού κώδικα (τουλάχιστον σε πρώτη φάση), αλλά να πραγματοποιηθεί ένα βήμα έτσι ώστε να είναι πιο εύκολο το πέρασμα στην τεχνολογία RFID. Πρακτικά, ακόμα και σε περίπτωση που η τεχνολογία RFID ενσωματωθεί σε επίπεδο μεμονωμένου προϊόντος, τα barcodes και ο ΗΚΠ θα συνυπάρχουν.

Αξίζει να σημειωθεί πως ο ΗΚΠ είναι παρόμοιος του Παγκόσμιου Κώδικα Προϊόντος (UPC - Universal Product Code), ο οποίος χρησιμοποιείται στους γραμμωτούς κώδικες.

Στο παρακάτω σχήμα, αποτυπώνεται η δομή του ΗΚΠ.



Εικόνα 7: Παράδειγμα EPC

Ο EPC είναι ένας μοναδικός αριθμός αποτελούμενος από 64 - 256 bits και περιλαμβάνει τέσσερα διακριτά πεδία:

- 1. Επικεφαλίδα (Header):** Η επικεφαλίδα αποτελείται από 8-bits και προσδιορίζει το μήκος του Ηλεκτρονικού Κωδικού Προϊόντος
- 2. Διαχειριστής Ηλεκτρονικού Κωδικού Προϊόντος (EPC manager):** Προσδιορίζει τον κατασκευαστή του προϊόντος
- 3. Κλάση του αντικειμένου (Object Class):** Αναφέρεται στον ακριβή τύπο του αντικειμένου, με τον ίδιο τρόπο όπως η Μονάδα Διατήρησης Αποθέματος SKU (Stock Keeping Unit)
- 4. Σειριακός Αριθμός (Serial Number):** Πρόκειται για το συγκεκριμένο σειριακό αριθμό που προσδιορίζει το αντικείμενο

Όπως διαφαίνεται, ο ΗΚΠ βασίζεται στην δομή του UPC αναφορικά με την πληροφορία που αποθηκεύεται. Η μεγάλη διαφοροποίηση που προσφέρει έγκειται στο γεγονός ότι παρέχει διακριτή σήμανση κάθε προϊόντος (έως και 236 μεμονωμένα προϊόντα).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Χρήση RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα

Η τεχνολογία RFID μπορεί να εφαρμοστεί δυναμικά σε κάθε τομέα της παραγωγής, των υπηρεσιών και του εμπορίου, όπου συλλέγονται δεδομένα. Χαρακτηριστικές εφαρμογές αποτελούν η διαχείριση προμηθειών, η ηλεκτρονική παρακολούθηση αντικειμένων, η παρακολούθηση των ζώων και η διαχείριση logistics. Στον τομέα της υγείας χρησιμοποιούνται RFID ετικέτες στα φάρμακα, στις οποίες περιέχονται όλες οι χρήσιμες πληροφορίες και οδηγίες χρήσης, ενώ στον τομέα των μεταφορών χρησιμοποιούνται στις αποσκευές για να γίνεται ο έλεγχος και η σωστή διαχείριση τους. Η British Airways με επιτυχία χρησιμοποιεί την τεχνολογία ασύρματης αναγνώρισης, πετυχαίνοντας ταχύτερο και ακριβέστερο έλεγχο (Karkkainen κ.α., 2002).

Παράλληλα, η τελευταία οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναφορικά με την παρακολούθηση των τροφών (178/2002, Άρθρο 18) καθιστούν τα RFID ιδιαίτερα ελκυστικά για χρήση και σε αυτήν την περίπτωση. Το κύριο πεδίο εφαρμογής τους είναι η μοναδική αναγνώριση μεμονωμένων προϊόντων, αφού σε κάθε ετικέτα εκτός από τον κωδικό και την ονομασία περιέχονται πληροφορίες σχετικά με την ημερομηνία λήξης, τον τόπο προέλευσης, τα συστατικά που περιέχει ή οποιαδήποτε άλλη πληροφορία έχει αποθηκεύσει σε αυτή ο κατασκευαστής.

3.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID

Η τεχνολογία RFID στοχεύει να αυτοματοποιήσει την εφοδιαστική αλυσίδα σε όλο το μήκος της και να αλλάξει τον τρόπο λειτουργίας των επιχειρήσεών.

Εργοστάσιο: Στη γραμμή παραγωγής, τα διάφορα εξαρτήματα κατά την συναρμολόγηση περνούν από διάφορες διαδικασίες, όπου δέχονται θερμοκρασίες άνω των 150^ο και κατεργάζονται (π.χ. βάφονται) και συνεπώς είναι δύσκολη η παρακολούθησή τους σε ένα τόσο αντίξοο περιβάλλον. Προσαρτώντας μια RFID ετικέτα στα συστατικά μέρη και εξαρτήματα, παρέχεται η δυνατότητα παρακολούθησής τους κατά τη διαδικασία συναρμολόγησης του τελικού προϊόντος. Η αυτοκινητοβιομηχανία Ford παρακολουθεί τα κομμάτια των εξαρτημάτων στη γραμμή συναρμολόγησης με τη βοήθεια της τεχνολογίας RFID, έτσι ώστε να διασφαλίσει ότι μετακινούνται όποτε και όταν χρειάζεται (Davenport κ.α., 2004). Το σύστημα αυτό ονομάζεται wireless Kanban και ενημερώνει σε πραγματικό χρόνο για τις ακριβείς ανάγκες κάθε κέντρου εργασίας (Karkkainen κ.α., 2002).

Παρομοίως, οι RFID ετικέτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση των εργαλείων. Υπάρχει η δυνατότητα να τοποθετηθούν μικροσκοπικές ετικέτες στα εργαλεία, ούτως ώστε να μπορούν να ανιχνευθούν και να χρησιμοποιηθούν από τα μηχανήματα σε μια αυτοματοποιημένη παραγωγή. Επιπλέον, ελέγχεται η πρόσβαση του προσωπικού σε επικίνδυνες για αυτό περιοχές, με τη χρήση

ειδικών καρτών όπου είναι προσκολλημένες RFID ετικέτες, προστατεύοντας έτσι τους εργαζομένους

Όταν κατασκευασθεί το τελικό προϊόν τοποθετείται μία RFID ετικέτα είτε στο ίδιο το προϊόν είτε στα κιβώτια και τις παλέτες που θα φέρουν το προϊόν. Στην ετικέτα θα είναι αποθηκευμένος ένας μοναδικός αριθμός EPC, που είναι ο Ηλεκτρονικός Κωδικός του Προϊόντος. Τα προϊόντα μπορούν, με τη βοήθεια της συσκευής ανάγνωσης, να προσδιοριστούν αυτόματα, να μετρηθούν και να δρομολογηθούν.

Καθώς οι παλέτες μετακινούνται έξω από το χώρο του κατασκευαστή, μία συσκευή ανάγνωσης RFID, που είναι τοποθετημένη στην έξοδο, διαβάζει τα δεδομένα, που είναι αποθηκευμένα στις ετικέτες. Στη συνέχεια, ο αναγνώστης διαβιβάζει τον EPC σε έναν υπολογιστή, που ονομάζεται Savant και ο οποίος με τη σειρά του μέσω διαδικτύου αποθηκεύει τα στοιχεία σε μία βάση δεδομένων-Object Naming Service (ONS). Η ONS διασταυρώνει τον EPC με τα στοιχεία του προϊόντος σε ένα server- Physical Markup Language (PML), που διατηρεί στοιχεία για τους κατασκευαστές. Επειδή γνωρίζει τον κατασκευαστή κάθε προϊόντος, σε περίπτωση που εμφανιστεί κάποιο πρόβλημα σε προϊόντα που κινούνται στο κανάλι διανομής, υπάρχει η δυνατότητα να ανακαλέσει αυτά τα προϊόντα απευθείας προς τον κατασκευαστή τους (Γιαγλής κ.α., 2004).

Αποθήκη και κέντρο διανομής: Οι εφαρμογές της τεχνολογίας RFID στο κέντρο διανομής και κατά την αποθήκευση έχουν αρκετές ομοιότητες. Κατά την παραλαβή των προϊόντων, με την χρήση RFID αναγνώστων στις εισόδους των αποθηκών, οι επιχειρήσεις μπορούν να παρακολουθούν τις παλέτες και τα κιβώτια που εισέρχονται και εξέρχονται από την αποθήκη και να ενημερώνουν σε πραγματικό χρόνο το πληροφοριακό σύστημα διαχείρισης αποθήκης (WMS). Το WMS επικοινωνεί με το πληροφοριακό σύστημα που διαχειρίζεται τις παραγγελίες (OMS) και αποφασίζει εάν η συγκεκριμένη παλέτα προϊόντων πρέπει να εκπληρώσει μια παραγγελία. Σε αυτή τη περίπτωση, οι παλέτες μπορούν να παρασχεθούν σε Just-in-time χρόνο και να κινηθούν άμεσα πάνω στο φορτηγό. Σε αντίθετη περίπτωση, εάν δεν εκκρεμεί κάποια παραγγελία, η παλέτα αποθηκεύεται.

Η τεχνολογία RFID επιτρέπει να προσδιορίζεται αυτόματα η ακριβής θέση αποθήκευσης της κάθε παλέτας και να διασφαλίζεται ότι δεν έχει τοποθετηθεί σε λάθος μέρος. Η όλη διαδικασία είναι πλήρως αυτοματοποιημένη, χωρίς να χρειάζεται χειρωνακτική διαδικασία ελέγχου. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα στην επιχείρηση να βελτιώσει τον τρόπο αποθήκευσης. Οι παλέτες μπορούν να αποθηκευθούν σε οποιαδήποτε θέση ανάλογα με τις ανάγκες της επιχείρησης, αφού μπορούν να ανιχνευθούν άμεσα από το RFID σύστημα (Carone κ.α., 2004).

Οι ετικέτες RFID στα κιβώτια μπορούν να επιτρέψουν τον ακριβή προσδιορισμό των κιβωτίων στην παλέτα. Με την ανάγνωση των ετικετών ελέγχεται εάν οι παλέτες είναι πλήρεις. Οι πληροφορίες για τα κιβώτια κάθε φυσικής παράδοσης συγκρίνονται αυτόματα με το αντίστοιχο ηλεκτρονικό σημείωμα παράδοσης, ούτως ώστε να επιβεβαιωθεί ότι έχουν παραδοθεί τα σωστά προϊόντα στις σωστές ποσότητες. Συνεπώς, δεν χρειάζεται η χειρωνακτική καταγραφή των προϊόντων (Γιαγλής κ.α., 2004).

Τα ανυψωτικά οχήματα, που είναι υπεύθυνα για τη διαχείριση και παραλαβή των παλετών, μπορούν να εξοπλιστούν με συσκευές ανάγνωσης για να διαβάζουν αυτόματα τις ετικέτες. Έτσι, μπορεί να εντοπιστεί η ακριβής θέση του κάθε προϊόντος και να σταλθούν σε πραγματικό χρόνο οδηγίες για νέες παραγγελίες

και παραλαβή παλετών. Το βασικό πλεονέκτημα αυτής της εφαρμογής είναι ότι οι φορητές συσκευές ανάγνωσης, με τις οποίες είναι εξοπλισμένα τα οχήματα, είναι φθηνότερες σε σύγκριση με τις σταθερές συσκευές που τοποθετούνται στις εισόδους της αποθήκης (FKI Logistex, 2005). Με την τοποθέτηση συσκευών ανάγνωσης στα ανυψωτικά οχήματα είναι δυνατόν να παρακολουθούνται τα προϊόντα όταν μετακινούνται.

Όταν πραγματοποιείται η συγκέντρωση των παλετών για μια παραγγελία, οι παλέτες δεν συγκεντρώνονται στην περιοχή δρομολόγησης πριν από την άφιξη του φορτηγού, όπως γίνεται συνήθως. Αντ' αυτού, το αντίστοιχο αίτημα για συγκέντρωση των παλετών από την περιοχή αποθήκευσης ορίζεται δυναμικά όταν φθάνουν τα φορτηγά. Όταν η παλέτα μετακινείται πάνω στο φορτηγό ανιχνεύεται αυτόματα ο EPC αριθμός της από τις συσκευές ανάγνωσης, που είναι τοποθετημένες στην έξοδο. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει τον επανέλεγχο των προϊόντων που φορτώνονται στο container (Intermec, 2003).

Παρατηρούμε ότι με την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID εξαλείφεται η διαδικασία συγκέντρωσης του φορτίου για τη φόρτωση των φορτηγών και ελευθερώνεται ο χώρος όπου γινόταν η συγκέντρωση των φορτίων. Ο συγκεκριμένος χώρος μπορεί έπειτα να τεθεί σε άλλη χρήση.

Ανίχνευση και παρακολούθηση των εμπορευματικών φορτίων: Η χρήση RFID τεχνολογίας σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες και πληροφοριακά συστήματα μπορεί να προσφέρει υπηρεσίες συνεχούς ανίχνευσης και διαχείρισης των μεταφορών, καταγράφοντας την φυσική κίνηση των οχημάτων.

Ο στόχος του συστήματος είναι η ανάπτυξη μιας ανοικτής υπηρεσίας ανίχνευσης και παρακολούθησης εμπορευματικών φορτίων σε όλο το μήκος της αλυσίδας συνδυασμένων μεταφορών. Η υπηρεσία ανίχνευσης και παρακολούθησης στις συνδυασμένες μεταφορές (OMTS) θα βασίζεται σε μια υποδομή η οποία θα αποτελείται αρχικά από ένα δίκτυο από «κινητούς παρόχους δεδομένων θέσης/κατάστασης (MLS)» οι οποίοι θα τροφοδοτούν το σύστημα με πρωτογενή δεδομένα κάνοντας χρήση τεχνολογιών και συστημάτων, όπως RFID, GPS, GPRS, πάνω σε containers, οχήματα και τερματικούς σταθμούς.

Ένα δίκτυο διακομιστών θα είναι εγκατεστημένο στις εταιρίες μεταφορών, οι οποίοι θα συλλέγουν πληροφορίες για τη θέση/κατάσταση των φορτίων και των μέσων μεταφοράς (containers, οχήματα) με τη χρήση ασύρματων τεχνολογιών (WLAN, GPRS, δορυφόροι) και θα τροφοδοτούν το σύστημα με στοιχεία για τις επικείμενες φάσεις της μεταφοράς. Τέλος, μέσω Internet θα γίνεται η παρακολούθηση των εμπορευματικών φορτίων και των μέσων μεταφοράς από τις εμπλεκόμενες εταιρίες και τους πελάτες τους (Κωστίκογλου, 2004).

Κατάστημα λιανικής πώλησης: Στα καταστήματα λιανικής πώλησης οι περισσότερες εφαρμογές RFID είναι σε επίπεδο κιβωτίου. Σε επίπεδο παλέτας, η διαδικασία είναι μόνο κατά την παραλαβή της παραγγελίας, όπου ο αριθμός EPC της κάθε παλέτας ανιχνεύεται αυτόματα από τη συσκευή ανάγνωσης κατά την εκφόρτωση προκειμένου να αναγνωριστεί η κάθε παλέτα. Μετά την ανίχνευση της παλέτας, ελέγχονται με τη σειρά τους οι EPC αριθμοί των κιβωτίων. Οι πληροφορίες για τα κιβώτια κάθε παραγγελίας συγκρίνονται αυτόματα με το αντίστοιχο ηλεκτρονικό σημείωμα της παραγγελίας, έτσι ώστε να γίνει η επαλήθευση και να ανιχνευθούν πιθανά λάθη που δεν ανιχνεύθηκαν σε προηγούμενα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η εφαρμογή RFID στο κιβώτιο επιτρέπει το διαχωρισμό του αποθέματος στις αποθήκες και του αποθέματος στο χώρο του καταστήματος.

Κατά συνέπεια, υπάρχει ακριβής πληροφόρηση για το απόθεμα που βρίσκεται στην αποθήκη και των αντίστοιχων ποσοτήτων που βρίσκονται στο χώρο του καταστήματος. Αυτό βοηθάει στην επιχείρηση να έχει πλήρη εικόνα για το απόθεμα που δεν είναι άμεσα ορατό και συγχρόνως να γνωρίζει την ακριβή θέση του στην αποθήκη.

Είναι ευκολότερος ο εντοπισμός των προϊόντων σε περίπτωση που πρέπει να επιστραφούν, επειδή το κατάστημα διαπίστωσε ότι τα συγκεκριμένα προϊόντα δεν έχουν παραγγελθεί. Σε περιπτώσεις ανάκλησης προϊόντων, τα οποία παρουσιάζουν κάποιο ελάττωμα, το κατάστημα έχει τη δυνατότητα να εντοπίσει αυτόματα τα συγκεκριμένα προϊόντα βάσει των δεδομένων για την ακριβή αρίθμηση των εμπορευμάτων που βρίσκονται στην αποθήκη και στο χώρο του καταστήματος.

Τα καταστήματα μπορούν να προχωρήσουν σε δυναμικές πολιτικές μάρκετινγκ αφού γνωρίζοντας ακριβώς τον κύκλο ζωής του προϊόντος στο κατάστημα αλλά και πέρα από αυτό, οι επιχειρήσεις είναι σε θέση να πραγματοποιήσουν πιο ακριβείς προωθητικές ενέργειες. Μπορούν να προσαρμόζουν την τιμή ανάλογα με τη ζήτηση ή να πραγματοποιούν προσφορές σε συγκεκριμένους πελάτες.

Αναλυτικότερα η διαδικασία έχει ως εξής: στις εγκαταστάσεις του κατασκευαστή συγκεντρώνονται οι παλέτες, που προέρχονται από τη γραμμή παραγωγής και είτε αποθηκεύονται, είτε προωθούνται προς ένα από τα κέντρα διανομής. Προκειμένου να ετοιμαστεί μία παράδοση εμπορευμάτων για ένα κέντρο διανομής, οι παλέτες μεταφέρονται από την περιοχή αποθήκευσης των εμπορευμάτων και τοποθετούνται στην περιοχή δρομολόγησης όπου φορτώνονται πάνω στα φορτηγά.

Στη συνέχεια, όταν τα φορτηγά φθάνουν στο κέντρο διανομής, τα εμπορεύματα ξεφορτώνονται, ελέγχονται και αποθηκεύονται εκτός των περιπτώσεων όπου δεν αποθηκεύονται αλλά αποστέλλονται απευθείας στο κατάστημα (cross-docking). Μερικές από τις παλέτες στέλνονται από το κατάστημα διανομής ως πλήρεις, δηλαδή περιέχουν προϊόντα του ίδιου είδους, αλλά η πλειοψηφία των παλετών είναι μικτές, που σημαίνει ότι περιέχουν διαφορετικά είδη προϊόντων. Πριν από την αποστολή, οι παλέτες που ανήκουν σε μία παραγγελία συγκεντρώνονται στην περιοχή δρομολόγησης και όταν το φορτηγό φθάνει, αυτές φορτώνονται και αποστέλλονται στο κατάστημα λιανικής. Το κατάστημα παραλαμβάνει εμπορεύματα από περισσότερα του ενός κέντρα διανομής ή ακόμη και άμεσα από τους κατασκευαστές. Οι υπάλληλοι των καταστημάτων ελέγχουν τα κιβώτια που βρίσκονται στις παλέτες και τα τοποθετούν στις αποθήκες του καταστήματος μέχρι να χρειαστεί να μεταφερθούν τα προϊόντα στο χώρο του καταστήματος προς πώληση. Σε μερικές περιπτώσεις, ο λιανοπωλητής εντοπίζει ελλιπή ή πρόσθετα προϊόντα σε μία παράδοση, ενώ κάποιες φορές ελαττωματικά προϊόντα, γεγονός το οποίο δημιουργεί προβλήματα επιστροφών ή επαναποστολής (Γιαγλής κ.α., 2004).

3.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ RFID ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ

Η υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID αναμένεται να δημιουργήσει σημαντικά πλεονεκτήματα για τις εμπλεκόμενες επιχειρήσεις. Τα πλεονεκτήματα αυτά περιλαμβάνουν:

- Τη συντόμευση των διαδικασιών και τη μείωση του συνολικού κόστους προσφοράς και παραγγελίας.
- Την καλύτερη ροή πληροφοριών.
- Τη σημαντική αύξηση στην παραγωγικότητα της αποθήκης.
- Την καλύτερη αξιοποίηση των αποθηκευτικών χώρων.
- Τον πλήρη έλεγχο του αποθηκευτικού κυκλώματος και την τεκμηριωμένη διοίκηση της εφοδιαστικής αλυσίδας.
- Την εξασφάλιση ελέγχου και διαφάνειας στο σύνολο της εφοδιαστικής αλυσίδας, με ταυτόχρονη μείωση των νεκρών χρόνων.
- Τη δραστική μείωση των λαθών στην εκτέλεση των παραγγελιών καθώς και των κλοπών και των πλαστογραφιών.
- Τη μείωση του κόστους συναλλαγών και του κόστους της διαδικασία ανεύρεσης προϊόντων (product recall).
- Την ηλεκτρονική παρακολούθηση αποστολής παραγγελιών και τη διασύνδεση με ERP συστήματα και την ενσωμάτωση πληροφοριών πραγματικής ζήτησης.
- Τη μείωση χρόνου του διεκπεραίωσης παραγγελιών, την επιτάχυνση της ροής πληροφορίας από και προς τους συνεργαζόμενους φορείς (προμηθευτές, πελάτες κ.λπ.).
- Την ολοκλήρωση πληροφοριακών συστημάτων που έχει ως αποτέλεσμα την πραγματοποίηση *Just in Time* παραγγελιών.
- Τη μείωση *stock* εμπορεύματος άρα την οικονομία κλίμακος που σχετίζεται με το προσωπικό της αποθήκης αλλά και με το κόστος της παραγωγικής διαδικασίας.
- Τον έλεγχο και την αυτοματοποίηση της ροής πληροφορίας άρα τη μείωση των λειτουργικών εξόδων.
- Τη μείωση απωλειών λόγω παλαίωσης των ειδών.
- Τη δυνατότητα ανάκλησης και ανίχνευσης συγκεκριμένων παρτίδων.
- Την ακριβή καταμέτρηση του *stock*.
- Τη βελτίωση του customer service.
- Την κατάργηση των χειρόγραφων δελτίων.
- Τη διαχείριση ηλεκτρονικού καταλόγου.
- Η ενημέρωση του προσωπικού σε πραγματικό χρόνο.
- Η αύξηση της αποδοτικότητας και ποιότητας των υπηρεσιών.
- Η μείωση των αποθεμάτων (*just in time supply*).
- Η αποδοτικότητα και ακρίβεια στην αποστολή.
- Η μείωση προϊόντων που δεν διακινούνται (*un-salable*).
- Η μείωση των περιπτώσεων *out-of-stock*.
- Ο περιορισμός των μη διακινήσιμων αποθεμάτων (*slow moving goods*).

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται συνοπτικά τα οφέλη και βελτιώσεις που αναμένεται να επιφέρει η τεχνολογία RFID σε συγκεκριμένα προβλήματα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Λάθη κατά τον έλεγχο και υπολογισμό του επιπέδου αποθέματος στο κατάστημα ή την κεντρική αποθήκη	96,30%
Λάθη κατά τον υπολογισμό των επιστροφών	77,80%
Έλλειψη διαφάνειας στην εφοδιαστική αλυσίδα με αποτέλεσμα την αδυναμία παρακολούθησης του πραγματικού κύκλου ζωής ενός προϊόντος	77,80%

<i>Κλοπές προϊόντων</i>	74,10%
<i>Αχρήστευση / απαρχαίωση ενός προϊόντος (product obsolescence)</i>	70,40%
<i>Λάθη παράδοσης χωρίς πρόθεση</i>	66,70%
<i>Υπέρβαση της ημερομηνίας λήξης ενός προϊόντος</i>	66,70%
<i>Διατήρηση μεγαλύτερου επιπέδου αποθέματος από αυτό που είναι απαραίτητο (excessive inventory)</i>	63%
<i>Αδυναμία υπολογισμού του ακριβούς επιπέδου της ζήτησης για ένα προϊόν</i>	63%
<i>Δέσμευση ανθρωπίνων πόρων για την ανεύρεση, ταξινόμηση και επεξεργασία της πληροφορίας που διακινείται στην εφοδιαστική αλυσίδα</i>	59,30%
<i>Μη ύπαρξη προϊόντων στην αποθήκη ή το ράφι (out-of-stock) με αποτέλεσμα χαμένες πωλήσεις</i>	55,60%
<i>Μη αποτελεσματική αξιοποίηση των εξοπλισμών και των μέσων διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας λόγω έλλειψης πληροφοριών</i>	55,60%
<i>Αδυναμία εναρμόνισης των παραγγελιών για αναπλήρωση ενός προϊόντος με το ακριβές επίπεδο ποσότητας που πραγματικά απαιτείται</i>	44,40%
<i>Αναποτελεσματικότητα των προωθητικών ενεργειών οδηγώντας σε μείωση του επιπέδου των πωλήσεων</i>	22,20%

Πίνακας 3.2: Οφέλη RFID

Αναμενόμενα οφέλη που θα επέφερε η τεχνολογία RFID για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων προβλημάτων της εφοδιαστικής αλυσίδας: Όπως διαφαίνεται, οι συμμετέχοντες στην έρευνα κατέδειξαν την δυναμική της τεχνολογίας και τις προσδοκίες για βελτίωση ή/και αυτοματοποίηση κομβικών επιχειρηματικών διαδικασιών. Η πλειοψηφία συμφώνησε πως η τεχνολογία RFID αναμένεται να επιφέρει σημαντικά οφέλη σχεδόν σε όλα τα προβλήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Σημαντικότερο όφελος αποτελεί η αποφυγή λαθών κατά τον έλεγχο και υπολογισμό του επιπέδου αποθέματος στο κατάστημα ή την κεντρική αποθήκη και κατά τον υπολογισμό των επιστροφών, όπως και η έλλειψη διαφάνειας στην εφοδιαστική αλυσίδα, γεγονός που επιβεβαιώνει ότι το RFID αναμένεται κυρίως να βελτιώσει προβλήματα τα οποία είναι σχετικά με την ιχνηλασιμότητα των προϊόντων. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η παρατήρηση ότι το δείγμα δεν πιστεύει πως το RFID θα βελτιώσει την αποτελεσματικότητα των προωθητικών ενεργειών γεγονός το οποίο αντικρούει τα αποτελέσματα άλλων παλαιότερων αντίστοιχων διεθνών ερευνών. Και σε αυτήν την περίπτωση θέματα ιδιωτικότητας και προστασίας ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων πιθανώς να επηρέασαν την άποψη των συμμετεχόντων αναφορικά με αυτό το θέμα.

3.2.1 Ανάλυση πλεονεκτημάτων σε συγκεκριμένες διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας

Παραλαβή αποστολών

Στην περιοχή παραλαβής του φορτίου από τον κατασκευαστή, οι συσκευασίες ελέγχονται με το χέρι όταν ξεφορτώνεται ένα φορτηγό και τα στοιχεία των προϊόντων προς παράδοση ελέγχονται σε σχέση με τη σημείωση παράδοσης στο δελτίο αποστολής. Οι ετικέτες RFID επιτρέπουν τον αυτόματο προσδιορισμό και με αυτόν τον τρόπο εξοικονομείται χρόνος εργασίας στη διαδικασία παραλαβής των εμπορευμάτων.

Στη περιοχή παραλαβής των προϊόντων στο κέντρο διανομής, ελέγχονται η ποιότητα και η ποσότητα των παραδοθέντων προϊόντων. Οι ετικέτες RFID σε αυτό το στάδιο

μπορούν να εξαλείψουν την ανάγκη να ελεγχθεί ο αριθμός των κιβωτίων σε μια παλέτα. Εάν οι σημειώσεις παράδοσης είναι διαθέσιμες ηλεκτρονικά, οι παραδόσεις μπορούν αυτόματα να επιβεβαιωθούν. Αυτό μειώνει σημαντικά τη χειρωνακτική διαδικασία ελέγχου.

Οργάνωση Αποθηκευτικού Χώρου

Ο αυτόματος προσδιορισμός της θέσης αποθήκευσης μπορεί πάλι να εξοικονομήσει σημαντικό χρόνο εργασίας.

Συγκέντρωση παραγγελίας

Αφότου έχει επιλεγεί ένα προϊόν, πρέπει να εξασφαλιστεί ότι τοποθετείται στη σωστή θέση στην περιοχή δρομολόγησης. Με την παρούσα κατάσταση, οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν συχνά τους γραμμωτούς κώδικες για να προσδιορίσουν συγκεκριμένα τμήματα στην περιοχή δρομολόγησης. Με τη χρήση ετικετών RFID για τον προσδιορισμό εκείνων των τμημάτων, μπορεί να μειωθεί ο χρόνος που απαιτείται για τη χειρωνακτική ανίχνευση του γραμμωτού κώδικα.

Φόρτωση φορτηγών

Όπως για τον κατασκευαστή, όμοια και στο κέντρο διανομής οι γραμμωτοί κώδικες στις ετικέτες των παλετών ανιχνεύονται συνήθως για να ελέγξουν μια παράδοση. Η εξάλειψη της χειρωνακτικής διαδικασίας ανίχνευσης μπορεί να ελευθερώσει χρόνο για το προσωπικό της αποθήκης.

Επιλογή μικτών παλετών

Οι ετικέτες RFID στα κιβώτια μπορούν να επιτρέψουν τον ακριβή προσδιορισμό των κιβωτίων που έχουν επιλεγεί. Αυτό μπορεί να έχει δύο αποτελέσματα. Αρχικά, μειώνει το χρόνο που απαιτείται συνήθως για τη χειρωνακτική επιβεβαίωση του συνολικού αριθμού των επιλεγθέντων κιβωτίων. Αφετέρου, μπορεί να εξαλείψει την ανάγκη για οποιουδήποτε πρόσθετους ελέγχους ακρίβειας στα μεταγενέστερα στάδια. Παραδείγματος χάριν, σε κάποια κέντρα διανομής γίνεται έλεγχος δείγματος παλετών έτσι ώστε να διαπιστωθεί η ακρίβεια των στοιχείων των κιβωτίων που καταγράφηκαν κατά τη διαδικασία επιλογής.

Επιστροφές / επεξεργασία ανάκλησης προϊόντων

Η επεξεργασία των επιστροφών μπορεί να γίνει αποδοτικότερη με τις ετικέτες RFID εφαρμοσμένες στα κιβώτια. Τα κιβώτια που επιστρέφονται μπορούν τώρα να προσδιοριστούν αυτόματα. Έτσι, εξοικονομείται χρόνος έναντι της χειρωνακτικής καταγραφής των προϊόντων που επιστρέφονται και μπορεί να βοηθήσει στο να αυτοματοποιηθεί η δημιουργία ενός δελτίου παραλαβής επιστροφής. Σε περίπτωση ανακλήσεων προϊόντων – υπό τον όρο ότι το κέντρο διανομής έχει τις αναλυτικές πληροφορίες για τους αύξοντες αριθμούς των κιβωτίων που επιστρέφονται και για τα καταστήματα από όπου αυτά τα κιβώτια έχουν σταλεί – το κέντρο διανομής μπορεί να καθορίσει ποια καταστήματα ενδέχεται να επηρεαστούν και να προγραμματίσει να διανείμει περισσότερες πληροφορίες για τα ανακληθέντα προϊόντα στα καταστήματα. Αυτή η πτυχή επιδρά στον τρόπο με τον οποίο το κατάστημα χειρίζεται τις ανακλήσεις και αναφέρεται παρακάτω.

Κατάλογος αποθεμάτων

Ένα μεγάλο μέρος της προσπάθειας για τον υπολογισμό των αποθεμάτων στα κέντρα διανομής αφορά στον έλεγχο του αριθμού κιβωτίων στις παλέτες που τοποθετούνται

στην περιοχή επιλογής. Επειδή με την ανάγνωση των ετικετών RFID στα κιβώτια είναι δυνατό να καθοριστεί ακριβώς πόσα κιβώτια ενός προϊόντος είναι σε μια παλέτα, η χειρωνακτική διαδικασία μέτρησης μπορεί να μειωθεί δραστικά.

Ο ανεφοδιασμός του ραφιού

Η εφαρμογή του RFID στο κιβώτιο επιτρέπει το διαχωρισμό του αποθέματος στις αποθήκες (backroom) και του αποθέματος στο χώρο (store floor) των καταστημάτων. Αυτός ο διαχωρισμός δεν υπάρχει προς το παρόν και μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της εξάντλησης αποθέματος με δύο τρόπους. Αρχικά, η ακριβής πληροφόρηση για το απόθεμα που βρίσκεται στην αποθήκη του καταστήματος μπορεί να βοηθήσει τους υπαλλήλους να έχουν πλήρη εικόνα ακόμα και για το απόθεμα που δεν είναι άμεσα ορατό από αυτούς. Οι υπάλληλοι μπορούν έπειτα να αναζητήσουν συγκεκριμένα προϊόντα. Εάν αυτή η διαδικασία δε λειτουργεί, τα προϊόντα εμφανίζονται να είναι σε έλλειψη στα ράφια ενώ στην πραγματικότητα υπάρχουν διαθέσιμα στην αποθήκη του καταστήματος. Πρόσφατη έρευνα αποδεικνύει ότι το ένα τρίτο των προϊόντων που εμφανίζονται σε έλλειψη, στην πραγματικότητα υπάρχουν στο κατάστημα αλλά όχι στο ράφι (Coca-Cola Retailing Research Council, 1996). Από την άλλη μεριά, ο διαχωρισμός των προϊόντων που βρίσκονται στο κατάστημα και του αποθέματος μπορεί να βοηθήσει στην εκτίμηση κατά προσέγγιση του αριθμού των προϊόντων που βρίσκονται ακόμα στο ράφι. Αυτή η εκτίμηση μπορεί να προκύψει από το συνδυασμό των πληροφοριών που έχουμε για τον αριθμό κιβωτίων που μετακινούνται στο κατάστημα και για τον όγκο των πωλήσεων που υπολογίζεται στο σημείο πώλησης (Point of sales-POS). (Αυτή η εκτίμηση δεν θα είναι ποτέ εξ ολοκλήρου ακριβής γιατί κλοπές, ζημιές, κ.λπ. οδηγούν σε ανακριβή στοιχεία αποθέματος). Εάν η κατάσταση εξάντλησης αποθέματος πλησιάζει και υπάρχει ακόμα απόθεμα στην αποθήκη, μπορεί να δημιουργηθεί αυτόματα ένα αίτημα να ξαναγεμιστούν τα ράφια με τα προϊόντα από την αποθήκη του καταστήματος. Η εξάντληση αποθέματος δεν οδηγεί απαραίτητα σε απολεσθείσες πωλήσεις. Οι εκτιμήσεις ποικίλλουν, αλλά έχει διαπιστωθεί ότι κατά μέσον όρο οι πελάτες τείνουν να αγοράζουν διαφορετικό προϊόν σε δύο από τις τρεις περιπτώσεις (Emmelhainz et al, 1991). Αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τον υπολογισμό του αντίκτυπου που έχει αυτή η κατάσταση στην κερδοφορία των καταστημάτων. Ο κατασκευαστής μπορεί επίσης να ωφεληθεί από την αυξανόμενη διαθεσιμότητα των προϊόντων, δεδομένου ότι όλο και λιγότεροι καταναλωτές μεταπηδούν στα ανταγωνιστικά εμπορικά σήματα όταν ένα προϊόν της προτίμησής τους έχει εξαντληθεί στο ράφι. Για τον κατασκευαστή, δεν είναι τόσο σημαντικό εάν ο καταναλωτής αγοράζει ένα διαφορετικό προϊόν στο κατάστημα. Εντούτοις, είναι σημαντικό να είναι γνωστό εάν τελικά αγοράζει ένα άλλο προϊόν από τον ίδιο κατασκευαστή, το ίδιο προϊόν σε ένα διαφορετικό κατάστημα ή ένα προϊόν ανταγωνιστικού εμπορικού σήματος (ή κανένα προϊόν). Η χαμηλή διαθεσιμότητα προϊόντων έχει αρνητικό αντίκτυπο στην πίστη των πελατών όσον αφορά το εμπορικό σήμα του προϊόντος και τη φήμη των καταστημάτων λιανικής πώλησης, αλλά αυτό είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί. Οι ετικέτες RFID στα κιβώτια (ή ακόμα και στα μεμονωμένα προϊόντα στο μέλλον) δεν μπορούν να εξαλείψουν πλήρως τις καταστάσεις εξάντλησης αποθέματος. Αλλά οι ετικέτες RFID μπορούν να αντιμετωπίσουν μερικές από τις πρωταρχικές αιτίες στις οποίες οφείλεται η ανακρίβεια στα στοιχεία αποθέματος.

Επιστροφές / διαδικασίες ανάκλησης και επιλογής

Υπάρχουν δύο ζητήματα που πρέπει να εξεταστούν. Το πρώτο σχετίζεται με τη χειρωνακτική διαχείριση των προϊόντων. Οι ετικέτες RFID στα κιβώτια μπορούν να

βοηθήσουν στη διαδικασία καταγραφής των κιβωτίων που είναι για επιστροφή, ανεξάρτητα από το εάν τα προϊόντα επιστρέφονται λόγω μιας ανάκλησης είτε επειδή το κατάστημα έχει διαπιστώσει ότι τα προϊόντα που παρέλαβε δεν συμπεριλαμβάνονταν στην παραγγελία του είτε παρουσιάζουν κάποιο ελάττωμα. Το δεύτερο σχετίζεται με τον προσδιορισμό των προϊόντων που πρέπει να επιστραφούν σε περίπτωση ανάκλησης. Εάν το κατάστημα λάβει ένα αίτημα να επιστραφούν ορισμένα προϊόντα, το προσωπικό του καταστήματος ξεκινά την αναζήτηση αυτών των προϊόντων μέσα στο κατάστημα. Με την υπάρχουσα κατάσταση, το κατάστημα δεν μπορεί να καθορίσει εάν τα συγκεκριμένα προϊόντα βρίσκονται στην αποθήκη του καταστήματος ή στα ράφια. Ο διαχωρισμός του καταλόγου αποθεμάτων και των προϊόντων που βρίσκονται στο ράφι μειώνει την προσπάθεια για τον εντοπισμό αυτών των προϊόντων στο κατάστημα. Επιπλέον, βασιζόμενο στους αύξοντες αριθμούς των κιβωτίων, το κέντρο διανομής είναι σε θέση να ενημερώσει μόνο εκείνα τα καταστήματα που έχουν λάβει τα συγκεκριμένα προϊόντα αντί όλων των καταστημάτων. Αυτό σημαίνει ότι τα καταστήματα που δεν έλαβαν κάποιο από αυτά τα προϊόντα δε θα ξοδέψουν χρόνο ψάχνοντας άδικα. Η επίτευξη αυτού του οφέλους εξαρτάται από την πολιτική του λιανοπωλητή όσον αφορά τις ανακλήσεις προϊόντων. Παραδείγματος χάριν, σε περίπτωση πιθανών κινδύνων υγείας από κάποια παρτίδα προϊόντων, οι λιανοπωλητές τείνουν να απομακρύνουν όλα τα προϊόντα από τα ράφια, ακόμα κι αν ξέρουν ότι μόνο ορισμένες παρτίδες έχουν το πρόβλημα. Αυτό γίνεται επειδή οι λιανοπωλητές θέλουν να αποδείξουν στους καταναλωτές ότι έχουν λάβει τα απαραίτητα μέτρα προστασίας της υγείας τους (δεδομένου ότι οι καταναλωτές τείνουν να μην διακρίνουν αν το πρόβλημα εμφανίζεται σε όλα τα προϊόντα ή μόνο σε μια παρτίδα τους).

3.3 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID

Παρ' όλα τα οφέλη που μπορούν να επέλθουν για την επιχείρηση με την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID, στην πράξη υπάρχουν πολλά προβλήματα που λειτουργούν ανασταλτικά στην υιοθέτηση ενός τέτοιου συστήματος. Για αυτό το λόγο πολλές επιχειρήσεις τηρούν στάση αναμονής παρακολουθώντας τις εξελίξεις στην τεχνολογία RFID. Αναλυτικότερα οι παράγοντες που παίζουν ανασταλτικό ρόλο είναι:

Κόστος: Το υψηλό κόστος είναι ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που έχει να αντιμετωπίσει μία επιχείρηση και αφορά το κόστος τόσο του τεχνολογικού εξοπλισμού όσο και της δημιουργίας ενός ολοκληρωμένου συστήματος RFID. Η επένδυση για την εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου συστήματος ανέρχεται σε αρκετά εκατομμύρια ευρώ. Το κόστος του υλικοτεχνικού εξοπλισμού της τεχνολογίας, και ειδικότερα το κόστος που αφορά τις ετικέτες, θα παίξει σημαντικό ρόλο στην εξάπλωση του RFID. Η τιμή των ετικετών είναι πολύ υψηλή για τις επιχειρήσεις που διακινούν μεγάλες ποσότητες προϊόντων ενώ παράλληλα επικρατεί ανησυχία ότι δεν θα υπάρξει απόδοση από μία τόσο μεγάλη επένδυση. Πολλοί αναμένουν απόδοση της επένδυσης (ROI) μετά από τέσσερα με πέντε χρόνια (McCrea, 2004). Η μείωση της τιμής της ετικέτας στα 5 σεντς θεωρείται το κρίσιμο σημείο για την ευρεία διάδοση του RFID. Το κόστος θα πέσει εφόσον αρχίσει μαζική εφαρμογή της τεχνολογίας RFID. Πολλοί ειδικοί πιστεύουν ότι η τιμή της ετικέτας πρέπει να πέσει στο ένα σεντ, έτσι ώστε να διαδοθεί η εφαρμογή του RFID σε επίπεδο προϊόντος (Cooke, 2003). Το

κόστος αγοράς και εφαρμογής ενός ολοκληρωμένου συστήματος θα αναλυθεί εκτενώς σε επόμενο κεφάλαιο.

Προτυποποίηση: Η έλλειψη προτύπων είναι ένα ακόμη σημαντικό πρόβλημα που λειτουργεί αποτρεπτικά στη διάδοση των RFID. Οι κατασκευαστές δημιουργούν διαφορετικά RFID συστήματα, με αποτέλεσμα εφαρμογές που προέρχονται από διαφορετικούς προμηθευτές να λειτουργούν σε διαφορετικές συχνότητες και με διαφορετικά πρωτόκολλα. Η παρούσα κατάσταση που επικρατεί στα πρότυπα δημιουργεί σοβαρή σύγχυση, δημιουργώντας συστήματα μη συμβατά μεταξύ τους. Για παράδειγμα, μία συσκευή ανάγνωσης δεν μπορεί να διαβάσει ετικέτες που προέρχονται από διαφορετικό κατασκευαστή. Η προτυποποίηση θα επιτρέψει την επικοινωνία ετικετών και συσκευών ανάγνωσης που προέρχονται από διαφορετικούς προμηθευτές. Η ύπαρξη κοινών προτύπων θα παίξει σημαντικό ρόλο στην ευρεία αποδοχή της τεχνολογίας από τις επιχειρήσεις και θα συντελέσει στην πτώση του συνολικού κόστους της (<http://www.aimglobal.org/technologies/rfid>). Η τεχνολογία δεύτερης γενιάς (Gen2), που ήδη αναλύσαμε, αναμένεται να επιλύσει αρκετά από τα προβλήματα που οφείλονται στην έλλειψη προτύπων. Η συγκεκριμένη τεχνολογία βασίζεται σε ένα πρωτόκολλο που μπορεί να εφαρμοστεί παγκοσμίως, κάνοντας τα RFID συστήματα των κατασκευαστών συμβατά μεταξύ τους.

Τεχνολογικά Προβλήματα: Ανασταλτικά στην ανάπτυξη και διάδοση του RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα λειτουργούν και τα τεχνολογικά προβλήματα. Η τεχνολογία είναι ακόμα ημιτελής και δεν είναι αξιόπιστη. Ένα από τα προβλήματα που εντοπίζονται είναι η αδυναμία επικοινωνίας μεταξύ ετικέτας και συσκευής ανάγνωσης. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο περιορισμένο πεδίο ανάγνωσης, σε παρεμβολές από ράδιο-κύματα, σε αντανάκλαση, σε εξασθένηση του σήματος, σε αποσυντονισμό ή σε λάθος τοποθέτηση της κεραίας. Πρόβλημα ανάγνωσης αντιμετωπίζουν και τα προϊόντα με μεταλλική συσκευασία ή εκείνα που περιέχουν υγρό (Hotchkiss, 2005)

Αναλυτικότερα τα προβλήματα:

- Τα υγρά ή τα προϊόντα που περιέχει υγρό τείνουν να απορροφούν και να εξασθενούν τα ραδιοκύματα, τα οποία δεν μπορούν να καλύψουν όλο το πεδίο. Κατά την εξασθένηση του σήματος, το σήμα χάνει την ισχύ του.
- Τα αντικείμενα από μέταλλο εμποδίζουν τα ραδιοκύματα να τα διαπεράσουν.
- Οι κεραίες που είναι τοποθετημένες στις ετικέτες επηρεάζονται από το γύρω περιβάλλον. Εάν υπάρχουν αντικείμενα που απορροφούν ή αντανάκλουν τα κύματα, θα μειώσουν την ενέργεια που φθάνει στην ετικέτα και θα εξασθενίσουν το σήμα.
- Στις ετικέτες που είναι τοποθετημένες πολύ κοντά μεταξύ τους, οι κεραίες τους πιθανώς να αποσυντονιστούν.
- Η αντανάκλαση του σήματος είναι ίσως το μεγαλύτερο τεχνολογικό πρόβλημα των RFID. Κατά την αντανάκλαση, το σήμα της συσκευής ανάγνωσης δεν διαπερνά το κιβώτιο ή την παλέτα, με αποτέλεσμα να μην ενεργοποιείται η ετικέτα.
- Οι παρεμβολές στο σήμα συνήθως προέρχονται από άλλα συστήματα, από κινητά τηλέφωνα, από ασύρματους υπολογιστές ή ραδιόφωνα και δημιουργούν «νεκρές ζώνες», δηλαδή σημεία όπου δεν φθάνει το σήμα από τους αναγνώστες. Παρεμβολές μπορεί να προέρχονται και από γειτονικές συσκευές ανάγνωσης, που δημιουργούν σύγχυση στην επικοινωνία με τις ετικέτες.

Πολλά από τα παραπάνω προβλήματα μπορούν να λυθούν με την τοποθέτηση των αντικειμένων με συγκεκριμένο τρόπο, έτσι ώστε να λειτουργεί αποτελεσματικά το σύστημα. Π.χ. το πρόβλημα ανάγνωσης σε κιβώτιο που περιέχει μπουκάλια με υγρό περιεχόμενο μπορεί να λυθεί με τη τοποθέτηση της ετικέτας στο επάνω μέρος του κιβωτίου (Morton, 2004). Άλλωστε τα περισσότερα προβλήματα που παρουσιάζονται κατά την εφαρμογή ενός συστήματος RFID δεν οφείλονται στην τεχνολογία αλλά στον τρόπο που χρησιμοποιείται (Roberti, 2005).

Με τη τεχνολογία δεύτερης γενιάς προβλέπεται οι ετικέτες να επικοινωνούν με την πλησιέστερη συσκευή ανάγνωσης, με συνέπεια να μειωθεί το πρόβλημα των παρεμβολών.

Πολλές φορές όμως τα προβλήματα προέρχονται από ατέλειες της τεχνολογίας. Σε περίπτωση που πάθει βλάβη μία ετικέτα, δεν θα μπορεί να ανιχνευθεί από τη συσκευή ανάγνωσης και αφού η διαδικασία της ανάγνωσης γίνεται αυτόματα, χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση, είναι δύσκολο να εντοπιστεί ακριβώς ποια ετικέτα δεν διαβάστηκε. Αυτό αποτελεί σημαντικό ζήτημα για εφαρμογές που απαιτείται αξιοπιστία ανάγνωσης 100%.

Οι συνεχείς αλλαγές στην τεχνολογία RFID λειτουργούν ανασταλτικά στην υιοθέτηση της από τις επιχειρήσεις. Λόγω των συχνών αλλαγών και αναμένοντας την τεχνολογία δεύτερης γενιάς, οι επιχειρήσεις φοβούμενες ότι θα απαρχαιωθεί και θα αχρηστευθεί ο τεχνολογικός εξοπλισμός που θα αγοράσουν δεν εφαρμόζουν συστήματα RFID. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να λυθεί εάν οι επιχειρήσεις εξοπλιστούν με ετικέτες και συσκευές ανάγνωσης που μπορούν να αναβαθμιστούν, έτσι ώστε να μπορούν να λειτουργούν και στο μέλλον (Rock-Tenn, 2004).

Προβλήματα εντοπίζονται και στο συγχρονισμό των δεδομένων μεταξύ των επιχειρήσεων, έχοντας ως αποτέλεσμα προμηθευτές και πελάτες να ανταλλάσσουν ανακριβή δεδομένα. Το πρόβλημα επιδεινώνεται καθώς πολλές επιχειρήσεις χρησιμοποιούν ξεπερασμένα πληροφοριακά συστήματα και πολλαπλές βάσεις δεδομένων. Συνέπεια αυτών είναι να γίνονται λάθη και οι επιχειρήσεις να μην μπορούν να επεξεργαστούν αποτελεσματικά τις πληροφορίες που συλλέγουν.

Κουλτούρα: Σύμφωνα με μία μελέτη, ο δεύτερος σημαντικότερος παράγοντας που συμβάλει στην καθυστέρηση διάδοσης της τεχνολογίας RFID, μετά τα τεχνολογικά προβλήματα, είναι τα προβλήματα κουλτούρας. Το 30% των ερωτηθέντων της έρευνας φοβάται τις αλλαγές που θα επέλθουν στο εσωτερικό της επιχείρησης. Πολλές επιχειρήσεις αδυνατούν να προσαρμόσουν την οργανωσιακή τους κουλτούρα στις ανάγκες ενός συστήματος RFID (Morton, 2004).

Η εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος θα φέρει αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας της επιχείρησης, που μέχρι σήμερα μπορεί να λειτουργούσε αποδοτικά. Η επιχείρηση θα πρέπει να εφαρμόσει νέες διαδικασίες στις οποίες δεν είναι εξοικειωμένη. Οι καθημερινές εργασίες θα τροποποιηθούν για να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις ενός περισσότερο αυτοματοποιημένου συστήματος.

Εργαζόμενοι: Προβλήματα μπορούν να προκύψουν και από τους εργαζομένους, οι οποίοι μπορεί να αντιστέκονται στην αλλαγή. Όπως ήδη αναφέρθηκε, η τεχνολογία RFID θα επηρεάσει τον τρόπο εργασίας, καθώς αυτοματοποιούνται πολλές διαδικασίες που μέχρι πρότινος ήταν χειρωνακτικές. Πολλοί όμως ανησυχούν ότι η αυτοματοποίηση θα οδηγήσει σε αύξηση της ανεργίας. Άλλωστε ένα από τα οφέλη που συνεπάγεται η εφαρμογή RFID για την επιχείρηση είναι η

μείωση του προσωπικού που απασχολείται για τη συλλογή, τον έλεγχο και την αποθήκευση των εμπορευμάτων. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι κάποιοι εργαζόμενοι θα πληγούν από τις αλλαγές. Παράλληλα όμως θα αυξηθούν οι θέσεις που αφορούν τη συλλογή πληροφοριών αλλά και τη συντήρηση των μηχανημάτων. Οι εργαζόμενοι θα πρέπει να συμμετέχουν στις νέες διαδικασίες για να κατανοήσουν τον τρόπο που η τεχνολογία θα επηρεάσει τις εργασίες τους αλλά και πως θα βελτιώσει την απόδοσή τους. Ταυτόχρονα, το προσωπικό θα εκπαιδευτεί, έτσι ώστε να μπορεί να ανταποκριθεί στα νέα του καθήκοντα (Roberti, 2004).

Είναι πολύ σημαντικό οι εργαζόμενοι να κατανοήσουν την αξία που έχει το RFID για την επιχείρηση. Όπως συμβαίνει σε όλες τις αλλαγές, ο ανθρώπινος παράγοντας παίζει το σημαντικότερο ρόλο στην επιτυχία ή αποτυχία ενός συστήματος. Συνεπώς, η εκπαίδευση και η αποδοχή από το προσωπικό έχει ζωτική σημασία για την επιτυχή εφαρμογή ενός RFID συστήματος (Kopalchick κ.α., 2005). Το RFID θα φέρει αλλαγές και σίγουρα κάποιες θέσεις θα πληγούν. Δεν μπορεί όμως να σταματήσει η εξέλιξη της τεχνολογίας προς την αυτοματοποίηση, για αυτό είναι προτιμότερο να βοηθήσουν οι επιχειρήσεις τους εργαζόμενους να συμβαδίσουν με τις αλλαγές.

Διαχείριση δεδομένων: Ένας από τους παράγοντες που ανησυχεί τις επιχειρήσεις είναι και η διαχείριση των δεδομένων από κάθε ετικέτα. Ο όγκος των δεδομένων, από τις ετικέτες που είναι τοποθετημένες σε παλέτες ή σε κιβώτια που κινούνται εντός της επιχείρησης, είναι τόσο μεγάλος που μπορεί να υπερφορτώσει και το πιο ισχυρό πληροφοριακό σύστημα. Για παράδειγμα, αν αναλογιστεί κάποιος τον αριθμό των ξεχωριστών αντικειμένων που διακινούνται από ένα μεγάλο κατάστημα λιανικής. Με τους σημερινούς EPC κωδικούς των 96 bits, που είναι αποθηκευμένοι σε κάθε ετικέτα, και εκτιμώντας ότι αναγνωρίζονται καθημερινά εκατομμύρια προϊόντα, υπολογίζεται ότι μεταδίδονται terabytes δεδομένων καθημερινά (Kopalchick κ.α., 2005).

Όπως γίνεται αντιληπτό είναι δύσκολο να διαχειριστεί μία επιχείρηση τον τεράστιο αυτό όγκο δεδομένων. Θα πρέπει να αναλύονται τα δεδομένα κάθε ετικέτας και να αποφασίζεται ποιες πληροφορίες θα αποθηκεύονται και ποιες θα επεξεργάζονται ομαδικά. Χωρίς τη χρήση data mining και χωρίς την απαιτούμενη ανάλυση, οι πληροφορίες θα παραμένουν απλά δεδομένα που η επιχείρηση δεν θα μπορεί να διαχειριστεί προς όφελος της. Τα υπάρχοντα πληροφοριακά συστήματα της επιχείρησης μπορεί να μην είναι συμβατά με την τεχνολογία RFID και να μην μπορούν να διαχειριστούν την πληθώρα δεδομένων. Είναι απαραίτητη η προσαρμογή και η ενοποίηση των προηγούμενων συστημάτων με το RFID σύστημα. Το πληροφοριακό σύστημα θα πρέπει να είναι ικανό να διαχειριστεί τον μεγάλο όγκο πληροφοριών που παρέχουν τα προϊόντα που διακινούνται με ταχύ ρυθμό μέσα στην επιχείρηση και να αποθηκεύει όσα δεδομένα πραγματικά χρειάζεται η επιχείρηση (Carone κ.α., 2004).

Μεγάλες εταιρίες από το χώρο της υψηλής τεχνολογίας ασχολούνται με την επίλυση του προβλήματος της διαχείρισης των δεδομένων. Η Oracle και η Intel ένωσαν τις δυνάμεις τους, ούτως ώστε να παρέχουν λύσεις για την καλύτερη διαχείριση του μεγάλου όγκου δεδομένων που προέρχονται από τις RFID ετικέτες.

Αντίρρηση από τους Κατασκευαστές: Παρ' όλο που κατασκευαστές και λιανοπωλητές θα έχουν παρόμοιες δαπάνες για να εγκαταστήσουν τη σχετική υποδομή για την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID, οι κατασκευαστές

αντιμετωπίζουν το πρόσθετο κόστος της τοποθέτησης ετικετών. Μάλιστα το κόστος αυτό είναι επαναλαμβανόμενο, καθώς θα πρέπει να επισυνάπτουν συνεχώς νέες ετικέτες στα προϊόντα. Επίσης, τα οφέλη που αποκομίζουν οι κατασκευαστές περιορίζονται σε επίπεδο παλέτας ενώ μόλις η ενσωμάτωση των ετικετών προχωρήσει σε επίπεδο κιβωτίου ή προϊόντος, το όφελος για τους κατασκευαστές μειώνεται σημαντικά (Γιαγλής κ.α., 2004). Για αυτό τους λόγους οι κατασκευαστές αντιδρούν στην εφαρμογή συστήματος RFID, αφού θεωρούν ότι θα επιβαρύνονται με επιπλέον κόστος ενώ παράλληλα θα αποκομίζουν λιγότερα οφέλη σε σχέση με τους λιανοπωλητές.

Έλλειψη εμπειρίας: Μόλις τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί η εμπορική χρήση της τεχνολογίας RFID. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχει έλλειψη εμπειρίας στις εταιρίες που παρέχουν συμβουλευτικές υπηρεσίες αλλά και σε εκείνες που αναλαμβάνουν την υλοποίηση ενός συστήματος RFID. Το γεγονός αυτό κάνει διστακτικές τις επιχειρήσεις ως προς την επιλογή του κατάλληλου προμηθευτή, που θα αναλάβει ένα τόσο δαπανηρό και χρονοβόρο έργο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Σύγκριση τεχνολογίας Barcode και RFID

4.1 BARCODES

Ο γραμμωτός κώδικας ή barcode αποτελεί ένα από τα πλέον διαδεδομένα συστήματα αυτόματης αναγνώρισης μέσω της κωδικοποίησης των πληροφοριών σε μορφή που μπορεί να αναγνωριστεί από την, ανάλογης τεχνολογίας, συσκευή ανάγνωσης. Πρόκειται για ένα σύμβολο αποτελούμενο από σκοτεινές και φωτεινές γραμμές διαφορετικού πλάτους το οποίο διαβάζεται από ειδικά μηχανήματα ηλεκτρονικής οπτικής ανάγνωσης (scanners) και αντιπροσωπεύει κάποια δεδομένα όπως μέγεθος, τιμή, εταιρία παραγωγής προϊόντος κ.α. (Βλαχοπούλου,2003).

Τα δεδομένα αυτά μέχρι πρότινος εισάγονταν στον Η/Υ μέσω του πληκτρολογίου υπό την μορφή αριθμών ή και γραμμάτων. Το barcode σύστημα εισάγει αυτόματα τα ίδια δεδομένα με το στιγμιαίο πέρασμα της συσκευής αναγνώστη (scanner) πάνω από το σύμβολο του γραμμωτού κώδικα. Αυτός ακριβώς ο διαφορετικός τρόπος εισαγωγής τους προσδιορίζει και την υπεροχή του συστήματος γραμμωτού κώδικα σε ταχύτητα και αξιοπιστία.

Τα δεδομένα είναι απλά ένας αναφορικός αριθμός, τον οποίο ο υπολογιστής χρησιμοποιεί για να βλέπει συσχετιζόμενες εγγραφές στη μνήμη ή σε δίσκο. Αυτές οι εγγραφές περιέχουν περιγραφικά στοιχεία αλλά και επιπλέον πληροφορίες.

Τα barcodes, όπως όλες οι τεχνολογίες αυτόματης αναγνώρισης, είναι μία περιφερειακή τεχνολογία των Η/Υ. Προϋποθέτει την ύπαρξη ενός Η/Υ, καθώς επίσης και ενός καλοσχεδιασμένου προγράμματος συλλογής πληροφοριών για τη μέγιστη αξιοποίηση του γραμμωτού κώδικα.

Η επιτυχία του γραμμωτού κώδικα οφείλεται ακριβώς στο γεγονός ότι πρόκειται για ένα ευέλικτο και λειτουργικό σύστημα ηλεκτρονικής αναγνώρισης προϊόντων, που μπορεί να λύσει πολλά από τα προβλήματα, όσον αφορά την πληροφόρηση μιας σύγχρονης επιχείρησης.

Από τις αρχές του 2005 αναμένεται να προστεθεί ένα επιπλέον ψηφίο στον γραμμωτό κώδικα, ο οποίος θα αποτελείται από 14 ψηφία. Το επιπλέον αυτό νούμερο, που θα είναι στην αρχή της σειράς, θα προσδιορίζει πως έχουν πακεταριστεί τα προϊόντα, δηλαδή εάν το προϊόν βρίσκεται σε κιβώτιο ή παλέτα. Παράλληλα, θα πραγματοποιηθεί η ενοποίηση των barcode προτύπων μεταξύ Ευρώπης, Νοτίου Αμερικής και Ιαπωνίας λύνοντας το πρόβλημα της ασυμβατότητας. Το γεγονός αυτό θα έχει τεράστιο αντίκτυπο στην εφοδιαστική αλυσίδα. Ο γραμμωτός κωδικός θα είναι δυνατόν να αναγνωριστεί παγκοσμίως και έτσι θα γίνεται καλύτερη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Το μεγαλύτερο όφελος για τις επιχειρήσεις είναι ότι θα μπορούν ευκολότερα να κάνουν εμπορικές συναλλαγές με επιχειρήσεις του εξωτερικού (Spiegel, 2003).

4.2 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID – BARCODES

Τόσο η RFID όσο και τα barcodes είναι τεχνολογίες αυτόματης ανίχνευσης προϊόντος. Παρ' όλα αυτά διαφέρουν σε πολλά σημεία.

1. Η τεχνολογία γραμμωτού κώδικα ή barcodes χρησιμοποιείται περισσότερο από 50 χρόνια και συγκεκριμένα η πρώτη εφαρμογή της πραγματοποιήθηκε το 1952. Όμως, η χρήση των barcodes διαδόθηκε εκτενώς τα τελευταία 30 χρόνια. Η τεχνολογία των barcodes ήταν το κύριο μέσο αναγνώρισης προϊόντων στην εφοδιαστική αλυσίδα. Η

μαζική υιοθέτηση της οφείλεται σε τρεις παράγοντες: στην απαίτηση των βιομηχανιών για χρήση τους, στη δημιουργία προτύπων και standards και στη βελτίωση της τεχνολογίας σε επίπεδο ετικετών και ανάγνωσης των barcodes.

Εν αντιθέσει με τα barcodes που είναι μία ώριμη τεχνολογία σήμερα, η τεχνολογία RFID δεν μπορεί ακόμα να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις των επιχειρήσεων που θέλουν να την εφαρμόσουν. Όπως ήταν η τεχνολογία των barcodes πριν 30 χρόνια, στο ίδιο στάδιο βρίσκεται σήμερα η τεχνολογία RFID, δηλαδή στο στάδιο της αρχικής υιοθέτησης και αποδοχής. Ωστόσο, η τεχνολογία RFID προσφέρει νέες δυνατότητες που αδυνατούν να προσφέρουν τα barcodes.

2. Οι ετικέτες γραμμωτού κώδικα απαιτούν οπτική επαφή από απόσταση λίγων εκατοστών, έτσι ώστε να μπορέσουν να διαβαστούν. Αντίθετα, οι RFID ετικέτες μπορούν να διαβαστούν από απόσταση μέχρι και αρκετών μέτρων, δίχως να χρειάζεται οπτική επαφή, αρκεί η ετικέτα να βρίσκεται εντός του πεδίου της συσκευής ανάγνωσης.

3. Λόγω της δυνατότητας ανάγνωσης ετικετών χωρίς να απαιτείται οπτική επαφή, πολλαπλές ετικέτες μπορούν να διαβαστούν αυτόματα και ταυτόχρονα, με μεγάλη ταχύτητα. Η ικανότητα αυτή ξεπερνά κατά πολύ τις δυνατότητες των barcodes που διαβάζουν μόνο μία ετικέτα κάθε φορά, ενώ είναι απαραίτητη η χειρωνακτική εργασία για την ανάγνωση τους. Η μεγάλη ταχύτητα ανάγνωσης των RFID είναι πολύ σημαντική σε εφαρμογές όπου μεταφέρονται και παραλαμβάνονται μεγάλες ποσότητες προϊόντων, τα οποία πρέπει να καταμετρηθούν γρήγορα.

4. Τα barcodes χρησιμοποιούν τον Παγκόσμιο Κωδικό Προϊόντος (UPC- Universal Product Code) και τα δεδομένα τους περιορίζονται σε επίπεδο προϊόντος, στα οποία περιέχονται, συνήθως, τα στοιχεία του κατασκευαστή και του προϊόντος. Από την άλλη μεριά, τα RFID χρησιμοποιούν τον Ηλεκτρονικό Κωδικό Προϊόντος (EPC- Electronic Product Code), όπου κάθε προϊόν περιέχει ένα μοναδικό κωδικό. Για παράδειγμα, με τα barcodes ένα μπουκάλι κόκα-κόλα έχει τον ίδιο UPC αριθμό με ένα άλλο μπουκάλι σε οποιοδήποτε κατάστημα, σε οποιοδήποτε μέρος του κόσμου, ενώ με το RFID κάθε μπουκάλι ξεχωριστά έχει ένα μοναδικό EPC αριθμό. Επίσης, στην RFID ετικέτα περιλαμβάνονται επιπλέον δεδομένα όπως, τόπος και χρόνος παραγωγής, ημερομηνία λήξης του κάθε προϊόντος αλλά και οποιαδήποτε άλλα στοιχεία θέλει να προσθέσει ο κατασκευαστής. (Kopalchick κ.α., 2005)

5. Τα δεδομένα των ετικετών barcodes είναι στατικά και δεν μπορούν να μεταβληθούν ενώ η μνήμη τους περιορίζεται σε χίλιους χαρακτήρες, περίπου. Αντίθετα, μια RFID ετικέτα είναι δυνατό να περιέχει αρκετά kilobytes μνήμης.

Ειδικότερα, στις ετικέτες «ανάγνωσης-γραφής» μπορούν να προστεθούν, να σβηστούν ή να τροποποιηθούν τα στοιχεία που είναι αποθηκευμένα. Τα δεδομένα μιας ετικέτας μπορούν να μεταβληθούν καθώς το προϊόν κινείται σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ουσιαστικά αποτελεί μία μικρή, φορητή βάση δεδομένων, τα στοιχεία της οποίας μπορούν να ενημερωθούν δυναμικά. Ο EPC αριθμός του προϊόντος είναι αποθηκευμένος σε ξεχωριστή, εξωτερική βάση δεδομένων στην ετικέτα. Αυτές οι βάσεις δεδομένων περιέχουν όλη την «ιστορία» του προϊόντος και το ακολουθούν σε όλο τον κύκλο ζωής του. Επιπλέον οι RFID ετικέτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως αισθητήρες. Τοποθετώντας μια RFID ετικέτα μπορεί να εξασφαλιστεί ότι διατηρείται η θερμοκρασία ενός προϊόντος σε σταθερά επίπεδα, ενώ σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες, όπως το σύστημα GPS (Geographical Position

System), δηλαδή σύστημα δορυφορικού εντοπισμού θέσης, είναι δυνατόν να παρακολουθείται το προϊόν σε οποιοδήποτε σημείο της εφοδιαστικής αλυσίδας (Special supplement, 2004).

6. Η τεχνολογία barcode είναι περισσότερο ευαίσθητη στις κλιματολογικές συνθήκες, όπως σκόνη και υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης, επειδή η ετικέτα είναι συνήθως από χαρτί, είναι επιρρεπής σε εκδορές. Οι RFID ετικέτες περικλείονται από πλαστικό ή σιλικόνη και είναι πιο ανθεκτικές σε δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως κατά τη διαδικασία της παραγωγής. Η αχίλλειος πτέρνα των RFID ετικετών είναι το σημείο συγκόλλησης της κεραίας με το μικροτσίπ. Ένα μικρό κόψιμο στο συγκεκριμένο σημείο είναι αρκετό για να απενεργοποιήσει την ετικέτα (Kleist κ.α., 2004).

7. Από την άλλη πλευρά, η τεχνολογία RFID είναι πολύ ακριβότερη σε σύγκριση με τα barcodes. Απαιτούνται νέα κεφάλαια και επενδύσεις για την αγορά του υλικοτεχνικού εξοπλισμού, αλλά και για την ολοκλήρωση του RFID με τα ήδη υπάρχοντα συστήματα της επιχείρησης.

8. Επιπλέον, οι barcode ετικέτες λειτουργούν αποτελεσματικά σε όλα τα προϊόντα, ενώ οι RFID ετικέτες παρουσιάζουν προβλήματα ανάγνωσης σε προϊόντα που έχουν μεταλλική συσκευασία ή περιέχουν υγρό.

9. Τέλος οι barcode ετικέτες, συνήθως, έχουν και ένα κωδικό που μπορεί να διαβαστεί από ανθρώπινο μάτι. Αυτό επιτρέπει την ανάκτηση των πληροφοριών της ετικέτας σε περίπτωση που αποτύχει η συσκευή ανάγνωσης. Αντίθετα, οι πληροφορίες που περιέχονται σε μία RFID ετικέτα διαβάζονται μόνο από τις συσκευές ανάγνωσης, έτσι σε περίπτωση αποτυχίας ανάγνωσης των δεδομένων από τη συσκευή δεν υπάρχει εναλλακτικός τρόπος ανάκτησης των δεδομένων της ετικέτας.

Όπως αναφέρθηκε στην αρχή, τα barcodes είναι μία ώριμη τεχνολογία που χρησιμοποιείται ευρέως και λειτουργεί σύμφωνα με διεθνή πρότυπα. Στην περίπτωση των RFID ακόμα δεν υπάρχουν συγκεκριμένα πρότυπα και υπάρχει πρόβλημα συμβατότητας ανάμεσα σε διαφορετικά συστήματα. Το πρόβλημα της έλλειψης προτύπων αναμένεται να λυθεί με την ανάπτυξη της τεχνολογίας δεύτερης γενιάς (Gen2) (Richardson, 2004).

Στον επόμενο πίνακα απεικονίζονται συνοπτικά οι διαφορές μεταξύ της τεχνολογίας Barcode και RFID.

BARCODE	RFID
Ευρεία ανάπτυξη	Σε πρώιμο στάδιο
Απαιτείται οπτική επαφή και κοντινή απόσταση για ανάγνωση της ετικέτας	Δεν απαιτείται οπτική επαφή και η ετικέτα μπορεί να διαβαστεί από μεγαλύτερη απόσταση
Μόνο μία ετικέτα διαβάζεται κάθε φορά	Πολλές ετικέτες διαβάζονται ταυτόχρονα

Χρησιμοποιείται κωδικός UPC και περιέχονται λίγα δεδομένα	Χρησιμοποιείται κωδικός EPC, περιέχονται πολλά δεδομένα και αναγνωρίζεται μοναδικά κάθε προϊόν
Τα δεδομένα των ετικετών είναι στατικά	Τα δεδομένα των ετικετών μπορούν να τροποποιηθούν
Είναι ευαίσθητη σε περιβαλλοντικές συνθήκες	Είναι ανθεκτική σε δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες
Χαμηλό κόστος	Υψηλό κόστος
Οι ετικέτες λειτουργούν με όλα τα προϊόντα	Οι ετικέτες παρουσιάζουν προβλήματα σε προϊόντα από μέταλλο και σε υγρά
Ανάγνωση ετικετών από ανθρώπους	Δεν είναι δυνατή η ανάγνωση ετικέτας

Πίνακας 4.2 : Διαφορές τεχνολογίας Barcode και RFID

4.3 ΟΙ ΔΥΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΑΖΙ

Πολύς λόγος γίνεται για το αν η νέα τεχνολογία RFID θα αντικαταστήσει την προγενέστερη τεχνολογία των barcodes ή αν θα συνυπάρχουν για αρκετό καιρό ακόμα. Όταν πρωτοεμφανίστηκε το RFID πολλοί ειδικοί ήταν πεπεισμένοι ότι η νέα τεχνολογία δεν ήταν δυνατόν να αντικαταστήσει τα barcodes. Ειδικότερα, από τη στιγμή που το barcode πρότυπο των 14-ψηφίων θα είναι συμβατό με το συμβολισμό που επικυρώθηκε σε Ευρώπη, Ιαπωνία και Νότιο Αμερική. Με το νέο barcode συμβολισμό ξεπερνιέται το σημαντικό εμπόδιο της έλλειψης συμβατότητας παγκοσμίως και γίνεται αποτελεσματικότερη η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Τους τελευταίους μήνες, οι αναλυτές αρχίζουν να αλλάζουν γνώμη για το RFID, καθώς μειώνεται το κόστος των ετικετών, ενώ παράλληλα μεγάλες επιχειρήσεις όπως η Wal-Mart, Tesco και Metro πρωτοπορούν στην εφαρμογή RFID συστημάτων. Κάποιοι φουτουριστές προβλέπουν ότι σε λίγα χρόνια οι ετικέτες RFID θα κοστίζουν ελάχιστα λεπτά και θα χρησιμοποιούνται παντού (Spiegel, 2004).

Η πραγματικότητα είναι κάπου στη μέση. Πιθανώς, κάποτε τα RFID να αντικαταστήσουν τα barcodes και να αποτελέσουν τη βασική τεχνολογία αναγνώρισης προϊόντων στην εφοδιαστική αλυσίδα, αλλά κάτι τέτοιο δεν προβλέπεται να συμβεί στο εγγύς μέλλον, αλλά τουλάχιστον μετά από μία δεκαετία. Οι δύο τεχνολογίες θα συνυπάρχουν για αρκετό καιρό, αν όχι και για πάντα. Η τεχνολογία RFID μπορεί να χρησιμοποιείται αποτελεσματικά για τη διαχείριση των κιβωτίων και παλετών, ενώ η αντίστοιχη των barcodes για τις συναλλαγές σε επίπεδο αντικειμένου.

Τα barcodes θα αποτελούν ένα είδος backup υποστήριξης ενός συστήματος RFID σε περιπτώσεις που δεν είναι δυνατόν να διαβαστεί μια ετικέτα RFID, επειδή έχει καταστραφεί ή έχει γίνει κάποιο λάθος. Η παρουσία μίας ετικέτας που μπορεί να διαβαστεί από το ανθρώπινο μάτι είναι πάντα απαραίτητη. Οι επιχειρήσεις θα συνεχίσουν να χρησιμοποιούν barcodes ως υποστήριξη σε περίπτωση αποτυχίας του συστήματος RFID. Ο συνδυασμός της τεχνολογίας RFID και barcode δίνει μία σημαντική και χωρίς κόστος ασφάλεια πάνω στην αναγνώριση των προϊόντων (FKI

Logistex, 2005). Αυτό σημαίνει ότι μέχρι να αναπτυχθεί ευρέως η τεχνολογία RFID, οι δύο τεχνολογίες θα συνυπάρχουν και θα συνδυάζονται.

Αλλωστε, αυτή τη στιγμή, οι περισσότερες επιχειρήσεις χρησιμοποιούν τα barcodes, ενώ ελάχιστες είναι εκείνες που διαθέτουν συσκευές ανάγνωσης RFID ετικετών. Οι προμηθευτές θα πρέπει να χρησιμοποιούν ετικέτες και από τις δύο τεχνολογίες, έτσι ώστε να ικανοποιούν τις ανάγκες όλων των πελατών τους, τόσο εκείνων που χρησιμοποιούν barcodes όσο και εκείνων που εφαρμόζουν RFID. Ήδη, αρκετές εταιρίες προσπαθούν να κατασκευάσουν συσκευές ανάγνωσης, οι οποίες θα μπορούν να διαβάσουν παράλληλα barcode και RFID ετικέτες (Special Supplement, 2004).

Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι οι «έξυπνες ετικέτες» ή smart labels. Πρόκειται για μία barcode ετικέτα, η οποία παράλληλα έχει εντοιχισμένη μία RFID ετικέτα. Οι «έξυπνες ετικέτες» επιτρέπουν την διατήρηση των πληροφοριών που περιέχονται σε μία barcode ετικέτα, όπως χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα, ενώ προστίθεται σε αυτή και μία RFID. Με αυτό τον τρόπο οι επιχειρήσεις μπορούν να συμμορφωθούν με τις απαιτήσεις εκείνων των πελατών που εφαρμόζουν RFID συστήματα, αλλά και εκείνων που ακόμα χρησιμοποιούν barcodes. Οι «έξυπνες ετικέτες» συνδυάζουν τις ιδιότητες και των δύο τεχνολογιών αυτόματης αναγνώρισης προϊόντων.

Τα πλεονεκτήματα τους στις εφαρμογές της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι:

Αποτελεί ένα εύρηστο και οικονομικό τρόπο συσκευασίας ετικετών RFID

Περιέχει περισσότερα δεδομένα από ότι μία barcode ή μία RFID ετικέτα ξεχωριστά

Χρησιμοποιώντας στις «έξυπνες ετικέτες», συνδυάζονται τα barcode με τα ηλεκτρονικά δεδομένα των RFID και επιτυγχάνεται επανέλεγχος σε περίπτωση σφάλματος ή αποτυχίας αναγνώρισης του προϊόντος.

Ικανοποιεί το αίτημα των καταναλωτών και των παραγωγών για ορατή ένδειξη ότι η συσκευασία περιέχει και RFID ετικέτα.

Οι ετικέτες παρέχουν επιπλέον προστασία από θερμότητα, σκόνη και υγρασία.

Οι «έξυπνες ετικέτες» ίσως είναι ο ευκολότερος και φθηνότερος τρόπος εφαρμογής της τεχνολογίας RFID, καθώς δε χρειάζονται σημαντικές αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας της επιχείρησης. Ταυτόχρονα, οι ετικέτες δεν είναι μόνο κατάλληλες για εφαρμογές της εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως αναγνώριση παλετών και κιβωτίων, αλλά και για εφαρμογές εντός των ορίων της επιχείρησης, όπως παραλαβές, αποθήκευση, διαχείριση αποθεμάτων κ.α. Οι «έξυπνες ετικέτες» αποτελούν την ιδανική μετάβαση από την τεχνολογία barcode σε εκείνη των RFID (Kleist κ.α., 2004).

Η επιφάνεια της «έξυπνης ετικέτας» περιέχει τόσο την barcode ετικέτα όσο και κείμενο που μπορεί να διαβαστεί από ανθρώπινο μάτι. Η RFID ετικέτα παρεμβάλλεται ανάμεσα στην ετικέτα και στο προϊόν. Η ετικέτα αποτελείται από στρώματα: την επένδυση επικάλυψης, την πρόσοψη της ετικέτα, ένα αυτοκόλλητο και το υλικό της ετικέτας. Οι «έξυπνες ετικέτες» διατίθεται σε διάφορα σχέδια και μεγέθη, έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των επιχειρήσεων και στα πρότυπα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η τοποθέτηση μίας «έξυπνης ετικέτας» σε ένα προϊόν δεν είναι εξίσου εύκολη, όπως η τοποθέτηση μιας barcode ετικέτας. Η ακριβής θέση της ετικέτας παίζει σημαντικό ρόλο στη μετέπειτα λειτουργία της. Απαιτούνται δοκιμές για τον εντοπισμό της καλύτερης θέσης επάνω στο προϊόν, ώστε να μπορεί να διαβαστεί τόσο από συστήματα barcode όσο και RFID. Οι ετικέτες

κατασκευάζονται από ειδικές συσκευές εκτύπωσης/ κωδικοποίησης (printers/encoders), οι οποίες εισάγουν τα κωδικοποιημένα δεδομένα (Kleist κ.α., 2004).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

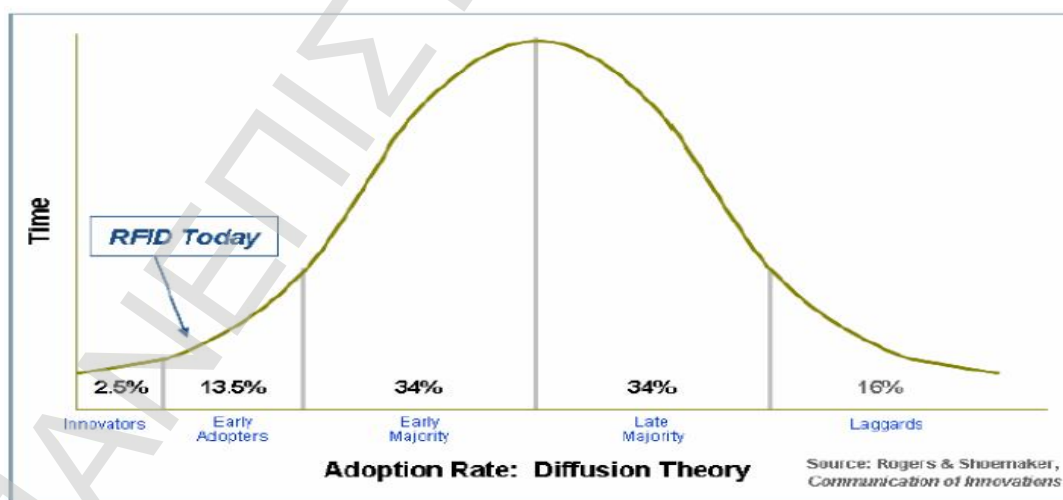
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Εφαρμογή της τεχνολογίας RFID από εταιρίες Third Party Logistics (3PL)

Το RFID είναι προ των πυλών. Μεγάλες επιχειρήσεις και οργανισμοί, κυρίως στην Αμερική, ήδη εφαρμόζουν συστήματα RFID ενώ παράλληλα απαιτούν να τα εφαρμόσουν και οι συνεργάτες τους. Μπορεί ανάλογα συστήματα να μην είναι ακόμα ιδιαίτερα διαδομένα, λόγω του υψηλού τους κόστους και της πολύπλοκης τεχνολογίας τους, αλλά αναμένεται τα επόμενά χρόνια να τροποποιήσουν σημαντικά τον τρόπο διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι επιχειρήσεις αναμένουν ότι θα αποκομίσουν μελλοντικά πολλαπλά οφέλη με την εφαρμογή RFID.

Η απόφαση για εφαρμογή ενός RFID συστήματος απαιτεί επιχειρηματικό σχεδιασμό, καθώς προϋποθέτει σημαντικό μετασχηματισμό του τρόπου λειτουργίας της επιχείρησης. Οι επιχειρήσεις πρέπει να μελετήσουν για μεγάλο χρονικό διάστημα όλες τις παραμέτρους ενός RFID συστήματος, προτού το υιοθετήσουν. Πολλές επιχειρήσεις τηρούν στάση αναμονής περιμένοντας τα αποτελέσματα από εκείνες που πρωτοπόρησαν στην εφαρμογή RFID και στη συνέχεια να αποφασίσουν εάν θα πραγματοποιήσουν μια τέτοια επένδυση. Όμως, περιμένοντας την τεχνολογία να γίνει 100% αξιόπιστη χάνεται πολύτιμος χρόνος. Η εφαρμογή ενός συστήματος RFID είναι χρονοβόρα διαδικασία και είναι προτιμότερο να επενδυθούν από σήμερα κεφάλαια σε εκπαιδευτικά και ερευνητικά προγράμματα. Μέσω της έρευνας θα γίνει πληρέστερα κατανοητός ο τρόπος λειτουργίας της τεχνολογίας RFID.

Άλλωστε, η πλήρης εφαρμογή ενός συστήματος RFID απαιτεί πολύ χρόνο και θα πρέπει να γίνει αργά και σταθερά. Εάν η επιχείρηση δεν ξεκινήσει άμεσα τις διαδικασίες για εξοικείωση με την τεχνολογία RFID και σταδιακά με την εφαρμογή της, πιθανώς μελλοντικά να χάσει το πλεονέκτημα της έναντι των ανταγωνιστικών επιχειρήσεων. Κάθε επιχείρηση θα πρέπει να αποφασίσει εκείνη πως και πότε θα εφαρμόσει RFID. Πριν προχωρήσει σε μία τέτοια επένδυση, η επιχείρηση πρέπει να αναλογιστεί αν διαθέτει τους ανάλογους πόρους και εάν η τεχνολογία θα της προσφέρει μακροπρόθεσμα οφέλη (Roberti,2005).



Πηγή: Rock-Tenn Company, 2004

Εικόνα 8: Διάδοση της τεχνολογίας RFID στην πράξη

Όπως φαίνεται και στο σχήμα, σήμερα η τεχνολογία RFID βρίσκεται στο στάδιο υιοθέτησης της από πρώιμους αποδέκτες (early adopters). Πιστεύεται ότι η κατάλληλη στιγμή για να υιοθετηθεί είναι όταν θα βρίσκεται στο στάδιο αποδοχής της από την πρώιμη πλειοψηφία (early majority). Σε αυτή την περίπτωση η τεχνολογία θα είναι πιο ώριμη και οι επιχειρήσεις θα έχουν τη δυνατότητα να αποφύγουν λάθη που έκαναν οι πρωτοπόρες επιχειρήσεις. Παράλληλα, θα χρειαστεί να επενδυθούν λιγότεροι πόροι, ενώ μειώνεται ο κίνδυνος αποτυχίας (Rock-Tenn, 2004).

Δεν θα επωφεληθούν όλες οι επιχειρήσεις εξίσου από την εφαρμογή RFID. Οι επιχειρήσεις που ασχολούνται με προϊόντα υψηλής αξίας εφαρμόζοντας RFID θα έχουν άμεσα οφέλη. Το κόστος της ετικέτας θα επηρεάσει ελάχιστα την τιμή του προϊόντος, ενώ θα είναι σημαντική η μείωση του κόστους που οφείλεται σε Out-of-stock προϊόντα. Αντίθετα, δεν θα επωφεληθούν ανάλογα επιχειρήσεις που ασχολούνται με προϊόντα με χαμηλό περιθώριο κέρδους. Το υψηλό κόστος της ετικέτας σήμερα, θα επιβαρύνει σημαντικά την τιμή του προϊόντος, με αποτέλεσμα οι περισσότερες επιχειρήσεις να είναι διστακτικές στην εφαρμογή RFID (Kleist κ.α., 2004).

Στις επόμενες σελίδες θα αναλυθεί η διαδικασία για την πλήρη εφαρμογή ενός RFID συστήματος. Δίνονται οι κατευθυντήριες γραμμές για μία επιτυχημένη εφαρμογή RFID και ένας σκελετός, που αποτελείται από 5 φάσεις: Ανάλυση, σχεδιασμός και δοκιμές, πιλοτική εφαρμογή, εγκατάσταση του συστήματος και τέλος αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Η ολοκλήρωση της κάθε φάσης αποτελεί το θεμέλιο για την επόμενη.

5.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ 3PL

Το πλάνο για την ανάπτυξη ενός RFID συστήματος θα πρέπει να χωρίζεται σε καθορισμένες φάσεις. Η πρώτη φάση περιλαμβάνει αρχικά την ανάλυση των υφισταμένων συστημάτων και διαδικασιών της επιχείρησης και στη συνέχεια, την αναγνώριση των απαιτήσεων του νέου συστήματος. Σχεδόν πάντοτε, πριν από την προσπάθεια για τον σχεδιασμό ενός νέου συστήματος, είναι αναγκαίο να συντελεσθεί η πλήρης αξιολόγηση των ήδη υπάρχουσων διαδικασιών (Χαραμής, 1998). Η εφαρμογή RFID δεν είναι καθαρά ένα τεχνολογικό σχέδιο. Είναι περισσότερο μία επιχειρηματική απόφαση που θα επηρεάσει πολλούς τομείς και λειτουργίες της επιχείρησης. Με την τεχνολογία RFID οι επιχειρηματικές διαδικασίες θα αυτοματοποιηθούν και θα μετασχηματιστούν.

Οι κυριότεροι κινήσεις που πρέπει να γίνουν είναι:

- Ανάλυση επιχειρησιακού περιβάλλοντος: Πρώτα, θα πρέπει να αναλυθεί τόσο το εξωτερικό όσο το εσωτερικό περιβάλλον της επιχείρησης. Η μελέτη του εσωτερικού περιβάλλοντος μιας επιχείρησης μπορεί να φανερώσει μια σειρά από δυνάμεις και αδυναμίες. Ομοίως, μέσα από τη μελέτη του εξωτερικού περιβάλλοντος συνήθως ανακλύπουν πιθανές ευκαιρίες και απειλές. Μέσω της SWOT ανάλυσης εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα για τη θέση και το ρόλο που κατέχει η επιχείρηση στην εφοδιαστική αλυσίδα, γεγονός που βοηθά τα στελέχη να διαμορφώσουν την στρατηγική της επιχείρησης.

Παράλληλα, με την εσωτερική ανάλυση της επιχείρησης θα πρέπει να γίνει και εκτίμηση των ανταγωνιστικών επιχειρήσεων. Είναι σημαντικό η επιχείρηση να γνωρίζει στοιχεία για τους ανταγωνιστές της, ειδικότερα εάν ένας ανταγωνιστής εφαρμόζει ήδη RFID σύστημα. Γενικότερα, είναι χρήσιμο η

επιχείρηση να αναλύσει τα στοιχεία του ευρύτερου μακροοικονομικού περιβάλλοντος της (Παπαδάκης,2002).

- Μελέτη υφιστάμενου συστήματος: Πριν προσδιοριστούν οι απαιτήσεις του νέου συστήματος, πρέπει να μελετηθεί το υφιστάμενο σύστημα. Η μελέτη του υπάρχοντος συστήματος αποσκοπεί στην βελτίωση ή στην αντικατάσταση του. Σε πολλές περιπτώσεις, η τροποποίηση του υπάρχοντος συστήματος είναι η οικονομικότερη λύση σε σχέση με την αντικατάσταση του. Για παράδειγμα, η παρούσα υποδομή που διαχειρίζεται τα δεδομένα από τα barcodes, μπορεί να αναβαθμιστεί έτσι ώστε να διαχειρίζεται τον επιπλέον όγκο δεδομένων που προέρχεται από τις RFID ετικέτες. Επίσης, πρέπει να εξετασθούν οι απαιτήσεις για την ολοκλήρωση και διασύνδεση του RFID συστήματος με τα υπάρχοντα πληροφοριακά συστήματα (WMS/ ERP). Πιθανώς, οι επιχειρήσεις να προβούν σε επενδύσεις αναβάθμισης των πληροφοριακών τους συστημάτων ή αλλιώς προμήθειας νέων πληροφοριακών συστημάτων για να αντεπεξέλθουν στις αυξημένες απαιτήσεις της τεχνολογίας. Ήδη, οι μεγαλύτεροι προμηθευτές ERP υλοποιούν εξειδικευμένα modules, τα οποία είναι σε θέση να διαχειριστούν πληροφορία που προέρχεται από RFID ετικέτες. Άλλωστε, όλες οι προσπάθειες που γίνονται σε διεθνές επίπεδο, επικεντρώνονται στην ομαλή αναβάθμιση των συστημάτων διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, ούτως ώστε να υποστηρίζουν και το RFID πέρα από το barcode (Γιαγλής κ.α., 2004).

- Προσδιορισμός του νέου RFID συστήματος: Στη συνέχεια πρέπει να αναλυθεί ο σκοπός για τον οποίο θα υιοθετηθεί ένα σύστημα RFID, να προσδιοριστούν οι απαιτήσεις του, τι προβλήματα αναμένεται να λύσει και τι αποτελέσματα και οφέλη προβλέπεται να έχει για την επιχείρηση. Είναι σημαντικό να καθοριστεί η σκοπιμότητα ενός τέτοιου εγχειρήματος και όχι να πραγματοποιείται μόνο για λόγους «μόδας». Επιπλέον, πρέπει να καθοριστούν οι διαδικασίες που θα μπορούσαν να αυτοματοποιηθούν μέσω της τεχνολογίας RFID. Οι επιχειρήσεις πρέπει να αποφασίσουν σε ποιο επίπεδο θα εφαρμόσουν RFID, έτσι ώστε να γνωρίζουν τις απαιτήσεις του νέου συστήματος. Λόγω του υψηλού κόστους των ετικετών αλλά και των τεχνικών προβλημάτων, οι περισσότερες επιχειρήσεις σήμερα εφαρμόζουν RFID σε επίπεδο παλέτας και κιβωτίου.

Συνεπώς, οι εφαρμογές τους επικεντρώνονται περισσότερο στη σήμανση και παρακολούθηση παλετών και κιβωτίων και γενικότερα για τη διαχείριση των αποθεμάτων. Λόγω των θεμάτων που έχουν προκύψει σχετικά με την προστασία προσωπικών δεδομένων, ελάχιστες επιχειρήσεις προσανατολίζονται για λύσεις που αφορούν τον τελικό καταναλωτή.

- Σκοπός του συστήματος: Οι αντικειμενικοί σκοποί περιγράφουν το λόγο που πραγματοποιήθηκε το σύστημα και τα αποτελέσματα που αναμένονται. Η επένδυση σε RFID πρέπει να είναι σύμφωνα με τους στόχους που έχει θέσει η επιχείρηση.

Μερικές επιχειρήσεις εφήρμοσαν RFID επειδή το επιτάσσει ένας σημαντικός πελάτης, όπως συμβαίνει με τη Wal-Mart και τους προμηθευτές της. Σε αυτή την περίπτωση δίνονται οι κατευθυντήριες γραμμές από τον πελάτη για τις ελάχιστες απαιτήσεις του RFID συστήματος. Το πλάνο καθορίζει ποια προϊόντα πρέπει να φέρουν ετικέτες RFID, εάν θα είναι σε επίπεδο παλέτας ή κιβωτίου, καθώς και τι είδους τεχνολογία είναι αποδεκτή. Για παράδειγμα, η Wal-Mart ζήτησε από τους 100 μεγαλύτερους προμηθευτές της να εγκαταστήσουν RFID ετικέτες με ηλεκτρονικό κωδικό προϊόντος (EPC) σε κιβώτια και παλέτες από τον Ιανουάριο 2005 (Checkpoint,2004).

Οι επιχειρήσεις που δεν πιέζονται από συνεργάτες να εφαρμόσουν άμεσα συστήματα RFID, έχουν περισσότερο χρόνο να εκτιμήσουν και να προσδιορίσουν τις ανάγκες τους. Ταυτόχρονα, μπορούν να μάθουν και να εξοικειωθούν περισσότερο με την τεχνολογία. Ο λόγος που ορισμένες επιχειρήσεις επενδύουν σε RFID συστήματα είναι για να βελτιώσουν την εσωτερική απόδοση τους. Έτσι εφαρμόζουν «κλειστά» συστήματα, που πραγματοποιούνται ευκολότερα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι δεν απαιτείται συμβατότητα με συστήματα άλλων επιχειρήσεων αλλά ούτε συνεργασία για ανταλλαγή δεδομένων. Με αυτό τον τρόπο οι επιχειρήσεις αυτοματοποιούν τις διαδικασίες τους και διαχειρίζονται τα προϊόντα εντός του χώρου τους, ελέγχοντας το ύψος και την κατάσταση των αποθεμάτων τους.

Κάποιες άλλες επιχειρήσεις προχωρούν σε συνεργασίες και σε εφαρμογή πιο πολύπλοκων συστημάτων, με τα οποία μοιράζονται κοινά δεδομένα για να παρακολουθούν το προϊόν σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Με τις συνεργασίες αυτές στοχεύουν στην καλύτερη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, γεγονός που θα τους προσδώσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Μέσω των συνεργασιών επιτυγχάνουν ιχνηλασιμότητα και αυξημένη διαθεσιμότητα των προϊόντων τους, καθώς μπορούν να κάνουν ακριβείς προβλέψεις (Rock-Tenn, 2004).

- **Επιλογή Προμηθευτή:** Αν η επιχείρηση δε διαθέτει την απαραίτητη τεχνογνωσία μπορεί να την αποκτήσει με τη βοήθεια εξειδικευμένων συμβούλων και τεχνολογικών προμηθευτών. Είναι πολύ σημαντική η επιλογή προμηθευτή, γιατί καθορίζει την πορεία και το κόστος του όλου έργου. Ο προμηθευτής είναι ουσιαστικά ένας μακροχρόνιος συνεργάτης. Κάποιες φορές οι επιχειρήσεις επιλέγουν ως λύση την συνεργασία με ένα εξειδικευμένο σύμβουλο, που αναλαμβάνει τη διαχείριση του σχεδίου και την πραγματοποίηση του έργου σε συνεργασία με την επιχείρηση. Ο τρόπος και τα κριτήρια επιλογής προμηθευτή αναλύονται λεπτομερώς σε επόμενο κεφάλαιο.
- **Οικονομική ανάλυση:** Όπως συμβαίνει σε κάθε πλάνο, έτσι και για την ανάπτυξη ενός συστήματος RFID, χρειάζεται να καταρτιστεί μια ολοκληρωμένη οικονομοτεχνική μελέτη, που θα περιλαμβάνει τον προϋπολογισμό εκπόνησης του έργου αλλά και το χρονοδιάγραμμα ολοκλήρωσης του. Στόχος της μελέτης είναι να αναλυθεί το κόστος και η απόδοση της επένδυσης. Το κόστος περιλαμβάνει την προμήθεια του υλικοτεχνικού εξοπλισμού, καθώς και την υλοποίηση και εγκατάσταση του όλου συστήματος. Η ανάλυση του κόστους/ απόδοσης θα καθορίσει εάν θα πραγματοποιηθεί τελικά η επένδυση. Μέσω της ανάλυσης θα προσδιοριστούν τα οφέλη που αναμένεται να αποκομίσει η επιχείρηση αλλά και οι πόροι που απαιτούνται. Τα στελέχη πρέπει να λάβουν υπ' όψιν τους ότι η υιοθέτηση RFID είναι μια μακροπρόθεσμη επένδυση, που τα αποτελέσματα της θα φανούν σε βάθος χρόνου.

Πέρα από το κόστος και την απόδοση σε περίπτωση εφαρμογής συστήματος RFID, θα πρέπει να εκτιμηθεί και το κόστος μη πραγματοποίησης του. Δηλαδή τον αντίκτυπο που θα έχει στην επιχείρηση η μη εφαρμογή του, που μπορεί να είναι μείωση της κερδοφορίας, απώλεια ενός σημαντικού πελάτη ή η περίπτωση να χάσει η επιχείρηση το ανταγωνιστικό της πλεονέκτημα στην αγορά επειδή μια επιχείρηση του κλάδου της εφήρμοσε πρώτη RFID σύστημα. Το κόστος και η απόδοση του RFID αναλύονται εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο.

- **Εναλλακτικές λύσεις:** Εκτός από τον αρχικό σχεδιασμό του συστήματος είναι καλό να σχεδιάζονται και εναλλακτικές λύσεις, σε περίπτωση αποτυχίας. Οι λύσεις αυτές θα λειτουργούν ως backup υποστήριξη ενός συστήματος RFID, όταν για

οποιοδήποτε λόγο τεθεί το σύστημα εκτός λειτουργίας. Πολλοί θεωρούν ότι σε μερικά χρόνια, όταν καθιερωθεί το RFID, τα barcodes μπορούν να λειτουργούν υποστηρικτικά στο νέο σύστημα (FKI Logistex, 2005).

5.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ RFID

Πολλές σημαντικές λειτουργίες του RFID συστήματος πρέπει να σχεδιαστούν και να ελεγχθούν προτού πραγματοποιηθεί η πιλοτική εφαρμογή του. Οι δοκιμές θα επιτρέψουν στην επιχείρηση να αποκτήσει μία πρώτη εμπειρία πάνω στη νέα τεχνολογία. Σε αυτό το στάδιο ελέγχεται ο τρόπος λειτουργίας των μεταβλητών που απαρτίζουν την RFID τεχνολογία, δηλαδή ετικέτες, συσκευές ανάγνωσης κ.λ.π., αλλά και ο αντίκτυπος τους στο υπάρχον σύστημα. Οι δοκιμές και η μέτρηση γίνονται σε ειδικά εργαστήρια, όπου εξετάζεται μία μεταβλητή κάθε φορά, ούτως ώστε να αντιμετωπίζονται ξεχωριστά τα τυχόν προβλήματα που θα προκύψουν. Με αυτό τον τρόπο εξοικονομείται χρόνος και κόστος, αφού αντιμετωπίζονται τα προβλήματα πριν εφαρμοστεί η RFID τεχνολογία στην πράξη και σε κανονικές συνθήκες.

- **Καθορισμός της RFID τεχνολογίας:** Αρχικά, η επιχείρηση πρέπει να πειραματιστεί με διάφορους τύπους ετικετών και συσκευών ανάγνωσης για να μελετήσει πως λειτουργεί η διαδικασία ανάγνωσης των δεδομένων από τις RFID ετικέτες, που είναι τοποθετημένες στα προϊόντα της. Με αυτό τον τρόπο θα τσεκάρει τη λειτουργικότητα των αναγνώστων και ετικετών και θα επιλέξει τον καλύτερο συνδυασμό. Προτού προμηθευτεί τις ετικέτες και τις συσκευές ανάγνωσης, θα πρέπει να σιγουρευτεί ότι δεν υπάρχει πρόβλημα ασυμβατότητας μεταξύ τους, ιδιαίτερα αν προέρχονται από διαφορετικούς προμηθευτές. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν οι διαδικασίες παραγωγής, το είδος των προϊόντων ενώ παράλληλα θα πρέπει να αναλυθεί η χωροταξία του τόπου, στον οποίο θα εγκατασταθεί το RFID σύστημα.

Υπάρχουν πολλών ειδών ετικέτες, συσκευές ανάγνωσης και κεραίες. Η επιχείρηση αφού αναλύσει το κόστος και την απόδοση τους, θα προχωρήσει στην καλύτερη επιλογή. Μεγάλη σημασία για τη σωστή λειτουργία του συστήματος έχει ο τρόπος που θα τοποθετηθούν τα συστατικά μέρη της τεχνολογίας RFID. Απαιτείται χρόνος και πολλές δοκιμές μέχρι να βρεθεί το κατάλληλο μέρος που πρέπει να τοποθετηθούν τόσο οι ετικέτες όσο και οι συσκευές ανάγνωσης (Dorringhaus, 2005).

Συνήθως, χρησιμοποιούνται παθητικές ετικέτες που κοστίζουν λιγότερο και ανιχνεύονται από τους αναγνώστες από απόσταση λίγων μέτρων. Η ετικέτα για να μπορεί να διαβαστεί πρέπει να βρίσκεται εντός του πεδίου εκπομπής, ενώ πρέπει να είναι τοποθετημένη έτσι ώστε να βρίσκεται παράλληλα και στο ίδιο επίπεδο με την κεραία.

Οι συσκευές ανάγνωσης μπορεί να είναι φορητές ή εγκατεστημένες σε σταθερό σημείο. Οι συσκευές ανάγνωσης τοποθετούνται συνήθως στις εισόδους και εξόδους, δηλαδή στα σημεία που γίνονται οι παραλαβές και αποστολές των προϊόντων. Επίσης, τα ανυψωτικά οχήματα, που είναι υπεύθυνα για τη διαχείριση και παραλαβή των παλετών, μπορούν να εξοπλιστούν με φορητές συσκευές ανάγνωσης για να διαβάζουν αυτόματα τις ετικέτες. Οι συσκευές ανάγνωσης συνήθως αποτελούνται από μία κεραία και ένα επεξεργαστή που αποκωδικοποιεί τα δεδομένα και τα στέλνει στο πληροφοριακό σύστημα. Ανάλογα με την εφαρμογή που σκοπεύει να πραγματοποιήσει η επιχείρηση, θα χρησιμοποιηθεί και ο κατάλληλος τύπος συσκευής.

Η τοποθέτηση της κεραίας είναι πολύ σημαντική για τη ρύθμιση του σήματος στο χώρο. Οι κεραίες μπορεί να είναι γραμμικές ή κυκλικές. Η γραμμική κεραία παρέχει μεγάλη εμβέλεια ανάγνωσης αλλά τα προϊόντα πρέπει να βρίσκονται σε συγκεκριμένο χώρο, ενώ η κυκλική κεραία εκπέμπει προς διάφορες κατευθύνσεις αλλά έχει μικρότερη εμβέλεια. Ένας χρήσιμος τρόπος για την επιλογή και τοποθέτηση της κεραίας είναι η καταγραφή της ακτινοβολίας της μέσα στο χώρο. Για να γίνει αυτό, τοποθετείται μία ετικέτα σε διάφορα σημεία στο χώρο και διαπιστώνοντας που μπορεί να διαβαστεί και που όχι, εξακριβώνεται το εύρος εκπομπής της κεραίας (Kleist κ.α.,2004).

Όπως γίνεται αντιληπτό η χωροταξία, δηλαδή η θέση που θα τοποθετηθούν συσκευές και ετικέτες, είναι πολύ σημαντική για την εύρυθμη λειτουργία του συστήματος. Αναγνώστες και ετικέτες θα πρέπει να βρίσκονται σε σημείο που να είναι δυνατή η «επικοινωνία» μεταξύ τους. Αλλιώς, μπορεί να χαθούν πολύτιμα δεδομένα. Συχνά, η λύση σε πολλά προβλήματα εντοπισμού και ανάγνωσης των ετικετών είναι η μετακίνηση των συσκευών ανάγνωσης σε άλλο σημείο εντός του χώρου ή η τοποθέτηση της ετικέτας σε άλλη πλευρά του προϊόντος (Phaneuf, 2005).

- **Συχνότητα εκπομπής:** Η επιχείρηση θα πρέπει να δοκιμάσει και να επιλέξει σε τι συχνότητα θα εκπέμπουν οι συσκευές ανάγνωσης. Όπως όλες οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούν ραδιοσυχνότητες, έτσι και το RFID είναι ευπαθές σε παρεμβολές από άλλες συσκευές αλλά και από προϊόντα με μεταλλική συσκευασία ή από προϊόντα που περιέχουν υγρό. Όσο αυξάνεται η συχνότητα εκπομπής τόσο μεγαλώνει και το πεδίο ανάγνωσης του συστήματος, αλλά συγχρόνως αυξάνεται και ο κίνδυνος παρεμβολών από άλλες συσκευές.

Σε αυτό το στάδιο θα γίνουν προσπάθειες να διευθετηθούν αυτού του είδους τα προβλήματα. Οι παρεμβολές επηρεάζονται από το μέγεθος της κεραίας, το εύρος ραδιοσυχνότητας και τη σύνθεση των προϊόντων. Συσκευές που λειτουργούν με ραδιοκύματα, όπως ασύρματες συσκευές, είναι προτιμότερο να απομακρύνονται από το πεδίο εκπομπής των συσκευών ανάγνωσης. Επιπλέον, θα πρέπει να αποφεύγονται μεταλλικές επιφάνειες στο χώρο, διότι προκαλούν αντανάκλαση των ραδιοκυμάτων (EAI technologies, 2005).

- **Ολοκλήρωση συστήματος:** Η σωστή λειτουργία των RFID ετικετών και συσκευών ανάγνωσης εξασφαλίζει την πρόσβαση στα αποθηκευμένα δεδομένα. Όμως, η απλή συλλογή δεδομένων δεν επιφέρει οφέλη προς την επιχείρηση. Αυτά τα δεδομένα θα πρέπει να επεξεργαστούν και να μετατραπούν σε χρήσιμες πληροφορίες. Για να ελεγχθεί η ροή των δεδομένων πρέπει να σχεδιαστούν τα κατάλληλα πληροφοριακά συστήματα. Τα δεδομένα που προέρχονται από το RFID σύστημα είναι χρήσιμα τόσο για το ERP όσο και για το WMS σύστημα της επιχείρησης. Για να έχει η επιχείρηση ακριβή και σε πραγματικό χρόνο ενημέρωση, απαιτείται η ολοκλήρωση του RFID με τα υπάρχοντα πληροφοριακά συστήματα της επιχείρησης.

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να δημιουργηθούν οι απαραίτητες διεπαφές μεταξύ του τεχνολογικού εξοπλισμού RFID με τα πληροφοριακά συστήματα της επιχείρησης. Το ενδιάμεσο λογισμικό (Middleware) είναι το σημείο επαφής των πληροφοριακών συστημάτων. Το middleware συλλέγει, κωδικοποιεί και αποστέλλει τα δεδομένα από το RFID στο πληροφοριακό σύστημα της επιχείρησης. Η επιχείρηση ενοποιώντας τα πληροφοριακά συστήματα εγκαθιστά μία ολοκληρωμένη λύση, που μπορεί να αυξήσει σημαντικά την απόδοση της (Checkpoint,2004).

Συμπερασματικά, οι δοκιμές σε ειδικά εργαστήρια συντελούν στην επιλογή του καλύτερου συνδυασμού συσκευών ανάγνωσης και ετικετών, που ταιριάζουν στα προϊόντα και στο χώρο λειτουργίας της επιχείρησης. Κατά τη διάρκεια των δοκιμών πρέπει να ελεγχθεί η ανάγνωση των ετικετών και η μετάδοση των δεδομένων στη συσκευή ανάγνωσης και στη συνέχεια η αποκωδικοποίηση τους και η αποστολή τους στο πληροφοριακό σύστημα της επιχείρησης. Συνήθως, αυτά τα τεστ πραγματοποιούνται ξεχωριστά από κάθε μία επιχείρηση. Τον τελευταίο καιρό έχουν δημιουργηθεί ειδικά εργαστήρια που εξετάζουν την απόδοση των μεταβλητών που απαρτίζουν την RFID τεχνολογία. Σε αυτά τα μη-κερδοσκοπικά εργαστήρια ελέγχονται οι ετικέτες και οι συσκευές ανάγνωσης και δίνονται συμβουλές για τις καλύτερες επιλογές ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε επιχείρησης. (Roberti, 2004)

5.3 ΤΟ RFID ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

Το επόμενο στάδιο είναι ο έλεγχος του RFID συστήματος σε πιλοτικό επίπεδο. Κατά τις προηγούμενες δοκιμές εξετάστηκε ο τρόπος λειτουργίας των συστατικών στοιχείων της τεχνολογίας ξεχωριστά, ενώ με τις πιλοτικές δοκιμές εξετάζεται ο τρόπος λειτουργίας του συστήματος συνολικά. Η πιλοτική δοκιμή αποτελεί ένα σημαντικό στάδιο σε κάθε εφαρμογή. Σε αυτή τη φάση γεφυρώνεται το κενό μεταξύ σχεδιασμού και εγκατάστασης της λύσης. Με το πιλοτικό πρόγραμμα δίνεται η δυνατότητα δοκιμής του συστήματος σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον. Κατά την φάση της πιλοτικής εφαρμογής διαχειρίζεται μεγαλύτερος όγκος δεδομένων σε συνθήκες που προσεγγίζουν τις πραγματικές. Αρχικά οι δοκιμές είναι σε μικρή έκταση και σταδιακά επεκτείνονται, καθώς προχωρούν οι έλεγχοι και αποκτά η επιχείρηση μεγαλύτερη εμπειρία.

Πολλά στοιχεία του συστήματος μπορούν να ελεγχθούν στο ειδικό κέντρο που πραγματοποιούνται οι πιλοτικές δοκιμές. Όσο περισσότερη δουλειά γίνει κατά την πιλοτική φάση, τόσο πιο ομαλά θα περάσει η επιχείρηση σε ευρεία εφαρμογή του RFID συστήματος κάτω από πραγματικές συνθήκες. Η πιλοτική εφαρμογή είναι μία από τις σημαντικότερες αλλά και δυσκολότερες δραστηριότητες για την ανάπτυξη ενός συστήματος, αφού είναι αδύνατον να προβλεφθούν όλα τα λάθη κατά τον έλεγχο. Άλλωστε, οι δοκιμές γίνονται σε περιορισμένο περιβάλλον, στο οποίο ελέγχονται οι συνθήκες του.

Ένα επιτυχημένο πιλοτικό πρόγραμμα χαρακτηρίζεται από τέσσερα στοιχεία (Checkpoint, 2004):

1. Υποστήριξη από τις υψηλές βαθμίδες της επιχείρησης. Τα διευθυντικά στελέχη, τα άτομα που διοικούν και παίρνουν τις αποφάσεις, πρέπει να συμμετέχουν στην πραγματοποίηση του συστήματος. Τα επιτυχημένα πιλοτικά προγράμματα υποστηρίζονται ενεργά από τα υψηλόβαθμα στελέχη της επιχείρησης.
2. Σχεδιασμένο ώστε να πετύχει συγκεκριμένους και μετρήσιμους στόχους. Πριν την έναρξη του πιλοτικού προγράμματος πρέπει να τεθούν συγκεκριμένα κριτήρια που θα μετρούν και θα αξιολογούν τις διαδικασίες του συστήματος.
3. Να μην επηρεάζει τη λειτουργία της επιχείρησης. Το επιτυχημένο πιλοτικό πρόγραμμα είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να μειώνει τον αντίκτυπο στην επιχείρηση. Για αυτό το λόγο οι δοκιμές γίνονται σε ξεχωριστό τμήμα από αυτό που λειτουργεί η επιχείρηση.
4. Να είναι κλιμακωτό. Η πιλοτική εφαρμογή πρέπει να είναι χωρισμένη σε φάσεις που αντιγράφουν τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας της

επιχείρησης. Η εφαρμογή στην αρχή πρέπει να είναι σε μικρή έκταση και σταδιακά να επεκτείνεται.

Ένας από τους στόχους της πιλοτικής φάσης είναι η εκτίμηση του τρόπου λειτουργίας του συστήματος κάτω από σχεδόν πραγματικές συνθήκες. Το πιλοτικό πρόγραμμα πρέπει να είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο που να μπορεί να ελέγχει σημαντικές πλευρές του συστήματος. Σε αυτή τη φάση συνήθως αποκαλύπτονται προβλήματα, τόσο σε επίπεδο software όσο και hardware, που πρέπει να διευθετηθούν προτού προχωρήσει η επιχείρηση σε πλήρη εφαρμογή του RFID συστήματος. Τα προβλήματα που προκύπτουν επιλύονται ευκολότερα σε αυτή τη φάση, από ότι εάν προέκυπταν κατά την εγκατάσταση του συστήματος. Το νέο σύστημα πρέπει να είναι ικανό να διαχειριστεί τον μεγάλο όγκο των δεδομένων που προέρχονται από τις RFID ετικέτες. Το RFID σύστημα πρέπει να ενοποιηθεί με τα υπάρχοντα συστήματα, έτσι ώστε να μετατρέπονται τα δεδομένα σε χρήσιμες, για την επιχείρηση, πληροφορίες.

Είναι προτιμότερο αρχικά να εφαρμοστεί «κλειστό» πιλοτικό πρόγραμμα, δηλαδή εντός της επιχείρησης, για να ελέγχονται καλύτερα οι συνθήκες λειτουργίας. Εάν η επιχείρηση σκοπεύει να συνεργαστεί με άλλες επιχειρήσεις, το πιλοτικό πρόγραμμα θα εφαρμοστεί σε φάσεις, όπου κατά την τελευταία θα γίνουν οι δοκιμές για συνεργασία και ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των διαφορετικών συστημάτων.

Κατά τη φάση του πιλοτικού προγράμματος θα πρέπει να ελεγχθεί εάν το σύστημα, που πρόκειται να εφαρμοστεί στην επιχείρηση, πληροί τις προϋποθέσεις και τα κριτήρια που είχαν θέσει τα υψηλόβαθμα στελέχη. Επιπλέον, πρέπει να εκτιμηθεί εάν το σχέδιο είναι σύμφωνο με τον προϋπολογισμό και τα χρονοδιαγράμματα.

Με αυτό τον τρόπο ελέγχεται εάν η επιχείρηση βρίσκεται στη σωστή κατεύθυνση, σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό. Το πιλοτικό πρόγραμμα ολοκληρώνεται όταν επιτευχθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί. Για παράδειγμα, ο στόχος του RFID συστήματος είναι η καλύτερη παρακολούθηση των αποθεμάτων και η μείωση των out-of-stock προϊόντων. Εάν η επιχείρηση απλώς καταγράφει τα δεδομένα που προέρχονται από τις ετικέτες και δεν μετράει εάν με τη χρήση RFID έχει βελτιωθεί η διαχείριση των αποθεμάτων, δεν μπορεί να βγάλει ασφαλή συμπεράσματα για την αποδοτικότητα του RFID συστήματος (Bhuptani κ.α., 2005).

Ένας ακόμη στόχος της πιλοτικής φάσης είναι η προετοιμασία των εργαζομένων για τη χρήση της νέας τεχνολογίας. Οι άνθρωποι αντιδρούν συνήθως στις αλλαγές που επιφέρει οτιδήποτε καινούργιο. Όμως, Ο ανθρώπινος παράγοντας είναι πολύ σημαντικός για την επιτυχία του RFID συστήματος, καθώς αυτό το έργο επηρεάζει όλες τις δραστηριότητες της επιχείρησης. Η εκπαίδευση του προσωπικού αποτελεί ίσως το σημαντικότερο συντελεστή επιτυχίας της εισαγωγής της νέας τεχνολογίας σε μία επιχείρηση.

Οι εργαζόμενοι θα πρέπει να συμμετέχουν σε όλες τις διαδικασίες για να εξοικειωθούν με το RFID. Οι χρήστες πρέπει να προσαρμοστούν στις αλλαγές και στις επιπτώσεις που θα επιφέρει η νέα εφαρμογή στον τρόπο λειτουργίας της επιχείρησης. Το προσωπικό θα εκπαιδευτεί για να μπορεί να ανταποκριθεί στα νέα του καθήκοντα. Με τη βοήθεια εκπαιδευτικών σεμιναρίων σχετικά με τη χρήση και τις εφαρμογές της τεχνολογίας RFID, οι εργαζόμενοι θα αποκτήσουν τις απαραίτητες γνώσεις που θα τους βοηθήσουν να ανταποκριθούν στις νέες απαιτήσεις. Μέσω των σεμιναρίων πρέπει να γίνει αντιληπτό στους εργαζομένους πόσο το RFID θα διευκολύνει τον τρόπο εργασίας τους αλλά και πως θα βελτιώσει την απόδοσή τους. Εξίσου, σημαντικό είναι να τονιστεί η σπουδαιότητα του νέου συστήματος για την

επιχείρηση και ο τρόπος που θα ωφελήσει τόσο εκείνη όσο και το προσωπικό (Carone κ.α., 2004).

5.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ RFID ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Ήδη, κατά τις προηγούμενες φάσεις, η λύση έχει δοκιμαστεί και η επιχείρηση έχει αποκτήσει εμπειρία πάνω στη χρήση του RFID συστήματος. Εφόσον το πιλοτικό πρόγραμμα έχει ολοκληρωθεί με επιτυχία, είναι η στιγμή μετάβασης από την πιλοτική φάση στην πλήρη εφαρμογή του συστήματος. Η φάση της εγκατάστασης είναι εκείνη κατά την οποία το σύστημα παραδίδεται προς ευρεία χρήση. Η πραγματοποίηση του σχεδίου πρέπει να γίνει σύμφωνα με όσα «διδάχθηκε» η επιχείρηση κατά τη διαδικασία των δοκιμών. Το σύστημα πρέπει να εγκατασταθεί κλιμακωτά, ενώ συγχρόνως πρέπει να γίνει η απαραίτητη προετοιμασία στις λειτουργίες της επιχείρησης. Η κλιμακωτή εφαρμογή είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί η ομαλή μετάβαση της επιχείρησης.

Μεγάλη σημασία έχει η χρονική στιγμή που θα μεταβεί η επιχείρηση από την πιλοτική εφαρμογή στην πλήρη εγκατάσταση του συστήματος. Εάν γίνει πολύ γρήγορα, υπάρχει κίνδυνος να αποτύχει το νέο σύστημα, αφού δεν θα έχουν γίνει πλήρως ο σχεδιασμός και ο έλεγχος του. Από την άλλη πλευρά, σε περίπτωση που η εγκατάσταση γίνει πολύ αργά υπάρχει κίνδυνος να εξαλειφθούν τα αναμενόμενα οφέλη και να μειωθεί η ανταγωνιστικότητα της επιχείρησης.

Δυστυχώς, η επιτυχία κατά την πιλοτική δοκιμή του συστήματος δεν εξασφαλίζει ανάλογα αποτελέσματα και κατά την εφαρμογή σε πραγματικές συνθήκες. Από τη στιγμή που το RFID σύστημα εφαρμόζεται κανονικά στην επιχειρηματική διαδικασία βγαίνουν στην επιφάνεια προβλήματα που δεν είχαν προκύψει κατά τις δοκιμές. Άλλωστε πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν ότι η πιλοτική φάση διεξάγεται κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες. Για αυτό συχνά αναδύονται εντελώς διαφορετικά προβλήματα σε σχέση με αυτά που προέκυπταν κατά τις προηγούμενες φάσεις (Lacefield, 2004).

Το παλαιό σύστημα, που συνήθως στηρίζεται στην τεχνολογία barcode, θα λειτουργεί παράλληλα για μία ή περισσότερες περιόδους έως ότου πιστοποιηθεί η αξιοπιστία του RFID συστήματος. Η παράλληλη εκτέλεση αποτελεί μεταβατικό στάδιο από το παλαιό σύστημα στο νέο.

Οι δύο τεχνολογίες προβλέπεται να συνυπάρχουν για αρκετό καιρό, αφού η RFID τεχνολογία δεν είναι ακόμα ώριμη, ώστε να αντικαταστήσει τα barcodes. Άλλωστε, τα barcodes θα αποτελούν πάντα ένα είδος backup υποστήριξης ενός συστήματος RFID. Με τη διατήρηση και των δύο συστημάτων η επιχείρηση είναι περισσότερο ασφαλής.

Η πραγματοποίηση της ολοκληρωμένης λύσης γίνεται σε συνεργασία με τον προμηθευτή. Εκείνος είναι που αναλαμβάνει τον εφοδιασμό της επιχείρησης με όλο τον απαραίτητο υλικοτεχνικό εξοπλισμό. Ειδικότερα τώρα χρειάζονται μεγαλύτερες ποσότητες ετικετών και συσκευών ανάγνωσης, έτσι ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες της επιχείρησης. Καθ' όλη τη διαδικασία ο προμηθευτής πρέπει να υποστηρίζει την επιχείρηση, καθώς το RFID επεκτείνεται σε όλες τις λειτουργίες της επιχείρησης. Η εμπειρία και οι γνώσεις του τεχνολογικού προμηθευτή παίζουν σημαντικό ρόλο σε αυτή τη φάση.

Το γεγονός ότι το σύστημα RFID έχει περάσει στη φάση της εγκατάστασης δεν σημαίνει ότι θα πάψει να ελέγχεται. Αντίθετα, θα πρέπει να ελέγχεται εντατικά για να διασφαλιστεί η αποδοτικότητα του. Ο έλεγχος πρέπει να γίνεται συνολικά αλλά και σε επιμέρους κομμάτια του συστήματος. Καθ' όλη τη διάρκεια εφαρμογής

πρέπει να εξετάζεται η λειτουργία του τεχνολογικού εξοπλισμού αλλά και η διαχείριση των δεδομένων που λαμβάνονται από τις ετικέτες.

Η εκπαίδευση του προσωπικού πάνω στη νέα τεχνολογία πρέπει να ενταθεί, έτσι ώστε να μπορέσουν οι εργαζόμενοι να ανταποκριθούν στις ανάγκες του νέου συστήματος. Σε αυτή τη φάση τα εκπαιδευτικά σεμινάρια πρέπει να είναι περισσότερο εξειδικευμένα, ανάλογα με τα καθήκοντα του κάθε εργαζομένου. Πέρα από τη χρήση του νέου συστήματος, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην εκπαίδευση πάνω σε θέματα ελέγχου ποιότητας και αντιμετώπισης προβλημάτων.

Εάν η εφαρμογή του συστήματος έχει ως στόχο την βελτίωση της ανταγωνιστικότητας της επιχείρησης, τότε τα αποτελέσματα αυτής της προσπάθειας οφείλουν να γίνουν γνωστά στο ευρύ κοινό. Η επιχείρηση πρέπει να οργανώσει μία καμπάνια marketing, ούτως ώστε να γίνουν γνωστά τα αποτελέσματα και τα οφέλη από τη χρήση RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα αλλά παράλληλα να ξεπεραστούν οι δισταγμοί που πιθανώς υπάρχουν ως προς τη χρήση της τεχνολογίας (Bhuptani κ.α., 2005).

5.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ RFID ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Για κάποιους, η επιτυχής εφαρμογή του συστήματος σημαίνει το τέλος του όλου σχεδίου. Αντίθετα, πρόκειται για την αρχή, αφού τώρα αποκαλύπτονται τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του RFID. Μετά την πραγματοποίηση του συστήματος λαμβάνει χώρα ο απολογισμός της όλης εργασίας και εκτιμάται το αποτέλεσμα σε πραγματικές πλέον συνθήκες. Μετά την αξιολόγηση πιθανώς να υπάρξει ανάγκη βελτίωσης του συστήματος σε κάποιους τομείς (Χαραμής, 1998). Κατά την αξιολόγηση θα πρέπει να καλύπτονται θέματα που αφορούν:

Την ποιότητα του συστήματος.

Το πόσο αποτελεσματικά καλύφθηκαν οι απαιτήσεις του συστήματος.

Τα προβλήματα που προέκυψαν και πως αντιμετωπίστηκαν.

Τις γνώσεις που αποκτήθηκαν.

Κατά την αξιολόγηση πρέπει να γίνει εκτίμηση του αποτελέσματος, σε συνάρτηση με το επίπεδο επίτευξης των στόχων που είχε θέσει αρχικά η επιχείρηση. Επιπρόσθετα, πρέπει να εκτιμηθεί κατά πόσο αντιμετωπίστηκαν τα προβλήματα που αντιμετώπιζε η επιχείρηση στο παρελθόν, πριν εφαρμόσει RFID. Οι μετρήσεις για την απόδοση του συστήματος, αλλά και σχόλια και παρατηρήσεις που διατυπώνονται πρέπει να αξιολογούνται. Με την αξιολόγηση τους, θα προσδιορίσει η επιχείρηση ποιες διαδικασίες λειτουργούν αποτελεσματικά και ποιες χρειάζονται βελτίωση. Είναι σημαντικό η αξιολόγηση να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο αντικειμενική.

Το προσωπικό που συνδέεται με τη χρήση του συστήματος πρέπει να ελεγχθεί, για να εξακριβωθεί ότι κατενόησε πλήρως τις λειτουργίες του και ότι χρησιμοποιεί σωστά την τεχνολογία.

Ο τεχνολογικός προμηθευτής οφείλει να στηρίζει την επιχείρηση και μετά την εγκατάσταση του RFID. Ο προμηθευτής είναι υπεύθυνος για την εύρυθμη λειτουργία και συντήρηση του συστήματος. Σε περίπτωση που εντοπιστούν αδυναμίες, ο προμηθευτής πρέπει να βελτιώσει τους προβληματικούς τομείς. Επίσης, μελλοντικά η επιχείρηση πρέπει να αναβαθμίσει το σύστημα, ανάλογα με τις ανάγκες που θα προκύψουν.

5.6 ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID ΣΕ ΚΕΝΤΡΟ LOGISTICS

Για το πρακτικό κομμάτι της εργασίας πραγματοποιήθηκε μια σειρά επισκέψεων στη μοναδική και πλήρως αυτοματοποιημένη αποθήκη στην Ελλάδα (και εκ των λιγιστών στην Ευρώπη) που αξιοποιεί πλήρως την τεχνολογία RFID. Πρόκειται για το νεότερο κέντρο logistics συνολικής επιφάνειας 25.000 τ.μ., στο οποίο αποθηκεύονται και διακινούνται τα προϊόντα πολυεθνικής εταιρείας τροφίμων.

Εφεξής και για λόγους εμπιστευτικότητας που μας ζητήθηκε το εν λόγω κέντρο logistics θα αναφέρεται ως «RFID-ΑΠΟΘΗΚΗ».

Η «RFID-ΑΠΟΘΗΚΗ» εγκατέστησε το σύστημα RFID το 2008. Η λύση που εφαρμόστηκε περιλαμβάνει τη σήμανση των παλετών και των παλετοθέσεων με ειδικές ετικέτες RFID, τον εξοπλισμό των περονοφόρων με φορητά τερματικά και αναγνώστες RFID, καθώς και την εγκατάσταση πυλών RFID (Portals) στις ράμπες φόρτωσης των μεταφορικών μέσων.

Εγκατάσταση τεχνολογίας RFID

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε κατά την αρχική εγκατάσταση της τεχνολογίας RFID στην «RFID-ΑΠΟΘΗΚΗ» συνοψίζεται στα ακόλουθα βήματα:

- Έγινε επικόλληση στις παλετοθέσεις (μεταλλικά ράφια) ετικετών RFID ειδικά σχεδιασμένων και κατασκευασμένων οι οποίες λειτουργούν απρόσκοπτα σε μεταλλικό περιβάλλον και περιέχουν τους αντίστοιχους γεωγραφικούς κωδικούς.
- Τοποθετήθηκαν άλλου τύπου ειδικές ετικέτες RFID 10 εκ. κάτω από το τσιμέντο για τις παλετοθέσεις δαπέδου, ώστε να μην καταστρέφονται κατά την εναπόθεση παλετών από τα περονοφόρα
- Εξοπλίστηκαν τα περονοφόρα με κεραίες, αναγνώστες RFID και φορητά τερματικά οχήματος που επικοινωνούν ασύρματα με το κεντρικό μηχανογραφικό σύστημα (WMS) του κέντρου διανομής
- Εξοπλίστηκαν οι ράμπες φόρτωσης με αδιάβροχες και ειδικά προστατευμένες (για να αντέχουν τις προσκρούσεις) πύλες (RFID Portals)
- Τέλος πλέον σε κάθε εισαγόμενη παλέτα επικολλάται ετικέτα με ενσωματωμένο RFID και εκτυπωμένο barcode η οποία συσχετίζεται με το περιεχόμενο της παλέτας (barcode προμηθευτή), έτσι ώστε να μεταφέρει όλες τις πληροφορίες που αφορούν την ποσότητα, την παρτίδα, την ημερομηνία λήξης, κλπ του εμπορεύματος



RFID Tag στην παλέτα



RFID Tag στην παλετοθέση



Περονοφόρο με εξοπλισμό RFID

Πρακτική εφαρμογή της τεχνολογίας στις κύριες διαδικασίες της αποθήκης

Τα περονοφόρα, οι παλέτες, τα ράφια, οι ράμπες φόρτωσης και τα μεταφορικά μέσα διανομής διαθέτουν την τεχνολογία RFID και έτσι έχουν τη δυνατότητα να αλληλοαναγνωρίζονται χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση και οι επιμέρους διαδικασίες (αποθήκευση, εξαγωγή, φόρτωση, κλπ) να εκτελούνται χωρίς (τυχαία ή μη) σφάλματα και με μεγάλη ταχύτητα.

Έτσι, οι παλέτες αποθηκεύονται πάντα στη σωστή θέση και είναι εύκολα ανευρέσιμες ενώ η παραγωγικότητα του προσωπικού αυξάνεται σημαντικά και επιτυγχάνονται ουσιαστικές μειώσεις στα κόστη λειτουργίας.

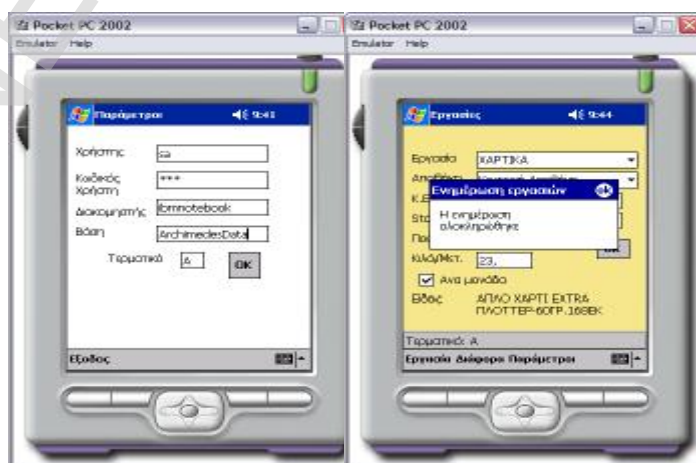
Οι κύριες δραστηριότητες (Αποθήκευση, Εκτέλεση παραγγελίας, Απογραφή) περιγράφονται ακολούθως:

1. Αποτύπωση Διαδικασίας Αποθήκευσης

Κατά την διαδικασία αποθήκευσης παλετών ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

- Κατά την εκφόρτωση των παλετών από το φορτηγό αναγνωρίζονται αυτόματα οι παλέτες που εισάγονται στην αποθήκη μέσω των RFID portals
- Ο οδηγός του περονοφόρου ενεργοποιεί το τερματικό του και προχωρά προς την παραλαβή των παλετών (screenshot1)
- Τα περονοφόρα παραλαμβάνουν τις παλέτες και αναγνωρίζουν άμεσα τις προς αποθήκευση παλέτες μέσω των αναγνώστων RFID που φέρουν
- Με την αναγνώριση κάθε παλέτας, ο αναγνώστης RFID του περονοφόρου επικοινωνεί αυτόματα με το σύστημα WMS, που δίνει οδηγίες σχετικά με τη θέση αποθήκευσης στο τερματικό του χειριστή.
- Με την εναπόθεση της παλέτας στο ράφι, ο αναγνώστης του περονοφόρου διαβάζει τα RFID της παλετοθέσης και της παλέτας. Εάν η εναπόθεση δεν γίνει στη σωστή θέση, ενημερώνεται ο οδηγός του περονοφόρου. Εάν δεν γίνει άμεση διόρθωση, το σύστημα απαγορεύει περαιτέρω χρήση του περονοφόρου. Σε περίπτωση που η τοποθέτηση γίνει επιτυχώς ο οδηγός ενημερώνεται πως η εργασία ολοκληρώθηκε επιτυχώς (screenshot2)

(screenshot1)



(screenshot2)

2. Αποτύπωση Διαδικασίας Εκτέλεσης Παραγγελιών

Κατά την διαδικασία εκτέλεσης παραγγελιών ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

- Το σύστημα WMS δίδει οδηγίες στους χειριστές των περονοφόρων σχετικά με τις παλέτες (και τις αντίστοιχες θέσεις τους) που αφορά η προς εκτέλεση παραγγελία
- Ο οδηγός παραλαμβάνει από τις υποδειγμένες θέσεις τις παλέτες ενώ ο αναγνώστης RFID του περονοφόρου τον ενημερώνει για τη σωστή ή λανθασμένη εκτέλεση των παραγγελιών (screenshot3&4)



(screenshot 3 & 4)

- Οι επιθυμητές παλέτες μεταφέρονται στις θέσεις ετοιμασίας παραγγελιών (picking), όπου και συλλέγονται και συσκευάζονται τα εμπορεύματα (Εδώ η διαδικασία περιλαμβάνει συνδυασμένη χρήση των barcodes των κιβωτίων του κάθε είδους και του RFID των παλετών που συνθέτουν την κάθε παραγγελία που ετοιμάζεται για αποστολή)
- Οι παλέτες που απαρτίζουν τις παραγγελίες φορτώνονται μέσω των πυλών (RFID Portals) στα φορτηγά (εικόνα Α)
- Οι πύλες (RFID Portals) διαβάζουν τις ετικέτες RFID των παλετών που απαρτίζουν την παραγγελία, καθώς επίσης και την ετικέτα RFID του

μεταφορικού μέσου, επιβεβαιώνοντας ηχητικά και οπτικά την ορθότητα της φόρτωσης(εικόνα Β). Σε αντίθετη περίπτωση, η διαδικασία διακόπτεται.



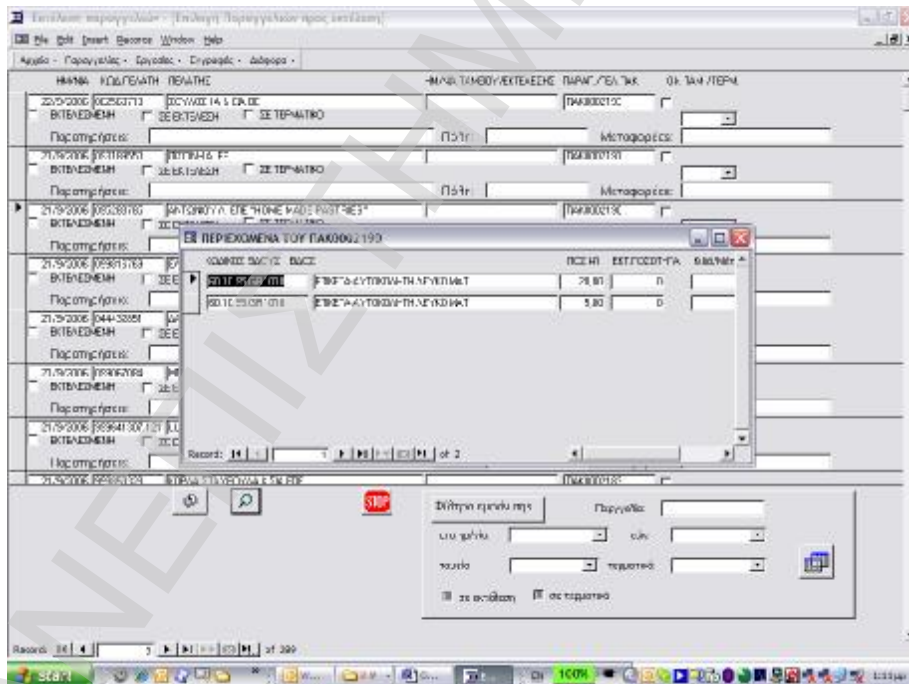
(εικόνα Α)



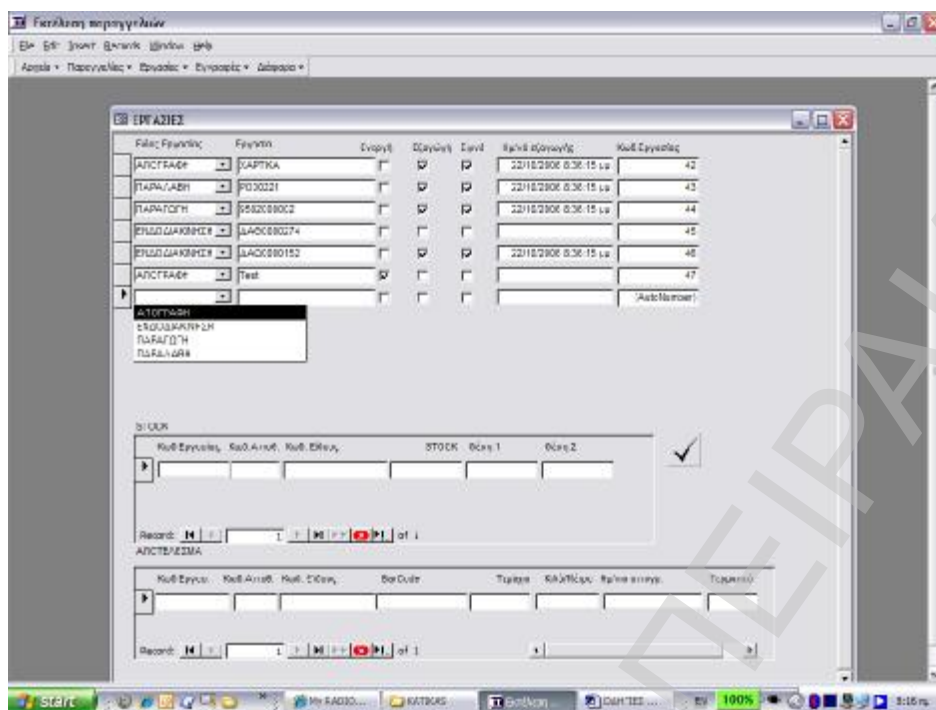
(εικόνα Β)

Αυτόματη αναγνώριση παλετών μέσω RFID Πύλης με ειδική φωτεινή ένδειξη σε περίπτωση λάθους

Παράλληλα μέσω ειδικού λογισμικού παρέχεται η δυνατότητα στη διοίκηση να παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο την κατάσταση των παραγγελιών που βρίσκονται σε εξέλιξη (screenshot 6 &7)



(screenshot 6)



(screenshot 7)

3. Αποτύπωση Διαδικασίας Απογραφής

Ένα από τα μεγαλύτερα οφέλη της αποθήκης από την εγκατάσταση των συστημάτων RFID ήταν η απογραφή. Εκμεταλευόμενη της τεχνολογίας RFID η απογραφή πλέον πραγματοποιείται γρήγορα και αξιόπιστα, με απλή περιφορά των περνοφόρων στους διαδρόμους της αποθήκης, σε αντίθεση με τη συνηθισμένη, χρονοβόρα διαδικασία

Επιχειρηματικά Οφέλη

Από την έναρξη της λειτουργίας του, το σύστημα έχει ήδη επιφέρει πολύ σημαντικές μειώσεις στα λειτουργικά κόστη της «RFID-ΑΠΟΘΗΚΗΣ» :

1. Την απολύτως ορθή τοποθέτηση και την άμεση ανεύρεση των παλετών που η μηχανογραφική εφαρμογή διαχειρίζεται αποθήκης ορίζει.
2. Τη μεγάλη αύξηση της παραγωγικότητας και την κατά πολύ ταχύτερη κίνηση των παλετών λόγω της συνεχούς ροής των διαδικασιών αποθήκευσης.
3. Τη σημαντική μείωση των ελλείψεων λόγω της δυνατότητας διενέργειας συχνών απογραφών σε ελάχιστο χρόνο και με απόλυτη ακρίβεια.
4. Τον αυτόματο έλεγχο της ορθής εκτέλεσης των παραγγελιών των πελατών που συνεπάγεται σημαντική μείωση σφαλμάτων αποστολής και κόστους για διόρθωση αυτών.
5. Την πλήρη ιχνηλασιμότητα των εμπορευμάτων.

6. Υποχρεωτική τήρηση των διαδικασιών από όλους τους εργαζόμενους.
7. Πλήρης και ακριβής τήρηση ιστορικών στοιχείων για περαιτέρω αξιοποίηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°

Προμηθευτής RFID συστήματος

6.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗ

Η επιλογή του τεχνολογικού προμηθευτή συμβάλει σημαντικά στην επιτυχία του εγχειρήματος. Ο σωστός προμηθευτής κάνει πολλές φορές τη διαφορά ανάμεσα σε ένα επιτυχημένο και ένα αποτυχημένο σχέδιο. Ειδικότερα στη περίπτωση του RFID, αφού πρόκειται για μία τεχνολογία που βρίσκεται ακόμα σε αρχικό στάδιο, όσον αφορά την εφαρμογή της στην εφοδιαστική αλυσίδα. Ο τεχνολογικός προμηθευτής έχει πρωτεύον ρόλο στο σχεδιασμό, στην εφαρμογή και διαχείριση του RFID συστήματος (Bhuptani κ.α.,2005).

Υπάρχουν τρεις τρόποι επιλογής του τεχνολογικού προμηθευτή:

Best- of- Breed

Με την προσέγγιση best-of-breed επιλέγεται ο καλύτερος προμηθευτής για κάθε τμήμα του έργου. Η επιλογή εξαρτάται από το κάθε στάδιο εφαρμογής. Για παράδειγμα, επιλέγεται ο καλύτερος προμηθευτής για ετικέτες και συσκευές ανάγνωσης, κάποιος άλλος για την εγκατάσταση και έλεγχο του συστήματος και κάποιος άλλος για την εκπαίδευση του προσωπικού. Με αυτό τον τρόπο η επιχείρηση ελέγχει και διαχειρίζεται το όλο σχέδιο RFID, καθώς εκείνη είναι υπεύθυνη για τις επιλογές.

Τα πλεονεκτήματα της best-of-breed προσέγγισης είναι:

- Γίνονται οι καλύτερες επιλογές ξεχωριστά, ανάλογα με την κάθε ανάγκη του έργου
- Δίνει μεγαλύτερες πιθανότητες επιτυχίας
- Παρέχει μεγαλύτερη ευελιξία σε περίπτωση που αντικατασταθεί ένας προμηθευτής, ο οποίος δεν ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του έργου, από κάποιον άλλο.

Τα μειονεκτήματα είναι:

- Η επιλογή διαφορετικών προμηθευτών μπορεί να αυξήσει το συνολικό κόστος
- Η έλλειψη εμπειρίας, από πλευράς επιχείρησης, μπορεί να οδηγήσει σε λάθος επιλογή προμηθευτή
- Η επιχείρηση πρέπει συνεχώς να αναλώνεται με την επιλογή ξεχωριστού προμηθευτή

One- Stop- Shop

Στην περίπτωση του «One Stop Shop» επιλέγεται μόνο ένας τεχνολογικός προμηθευτής, ο οποίος αναλαμβάνει το σύνολο του έργου. Δηλαδή ένας προμηθευτής αναλαμβάνει όλες τις φάσεις υλοποίησης του συστήματος RFID, από τον αρχικό σχεδιασμό μέχρι την τελική εφαρμογή και συντήρηση του. Ο προμηθευτής είναι υπεύθυνος για όλες τις διαδικασίες και έχει τη δυνατότητα να αναθέσει σε τρίτους κάποια μέρη του σχεδίου.

Τα πλεονεκτήματα της επιλογής μόνο ενός προμηθευτή είναι:

- Η επιχείρηση έχει συνεργασία με μόνο ένα προμηθευτή, που αναλαμβάνει όλη τη μελέτη.
- Από τη στιγμή που αναλαμβάνει εξ ολοκλήρου το έργο ένας προμηθευτής, η επιχείρηση μπορεί να επικεντρωθεί σε άλλες δραστηριότητες.
- Μπορεί να ολοκληρωθεί ταχύτερα το έργο, καθώς δεν εξαρτάται από τους πόρους της επιχείρησης αλλά από τον προμηθευτή.

Από την άλλη πλευρά, τα μειονεκτήματα της προσέγγισης είναι:

- Σε περίπτωση αποτυχίας, η εξάρτηση από μόνο ένα προμηθευτή θα οδηγήσει σε επιπλέον έξοδα.
- Η έλλειψη εμπειρίας του προμηθευτή μπορεί να οδηγήσει σε λειτουργικά προβλήματα του συστήματος.
- Η έλλειψη συμμετοχής της επιχείρησης κατά την υλοποίηση του συστήματος θα κάνει δυσκολότερη τη διαχείριση και λειτουργία του, μετά την εγκατάσταση του.

Εξειδικευμένος Σύμβουλος

Η τρίτη περίπτωση είναι εκείνη του εξειδικευμένου συμβούλου. Πρόκειται για ένα συνδυασμό της best-of-breed και one-stop-shop προσέγγισης. Συγκεκριμένα, η επιχείρηση αναλαμβάνει τη διαχείριση του όλου έργου σε συνεργασία με μια εταιρία που λειτουργεί ως σύμβουλος. Η εταιρία αυτή βοηθάει την επιχείρηση στην επιλογή του κατάλληλου τεχνολογικού προμηθευτή, που θα ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες και απαιτήσεις της επιχείρησης. Ειδικά στην περίπτωση υλοποίησης ενός RFID συστήματος, η μέθοδος του συμβούλου κρίνεται η πιο συνετή. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η τεχνολογία RFID εξελίσσεται ταχύτατα, με αποτέλεσμα η επιχείρηση που θέλει να εφαρμόσει ένα RFID σύστημα, να μη μπορεί να παρακολουθήσει τις τελευταίες εξελίξεις. Μια εταιρία του κλάδου μπορεί να συμβουλευσει καλύτερα, αφού γνωρίζει για τις τρέχουσες εξελίξεις και για τις καλύτερες προσφορές. Ο εξειδικευμένος σύμβουλος διαθέτει μια περισσότερο ξεκάθαρη και αντικειμενική εικόνα του τεχνολογικού χώρου που ασχολείται με RFID.

Η επιχείρηση έχει τον κύριο έλεγχο και διαχείριση του έργου με τη βοήθεια της εταιρίας, που λειτουργεί συμβουλευτικά. Το πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι μεγιστοποιεί τα πλεονεκτήματα και ελαχιστοποιεί τα μειονεκτήματα των δύο προηγούμενων προσεγγίσεων. Αντίθετα, το μειονέκτημα της είναι ότι απαιτούνται επιπλέον χρήματα για την αμοιβή της εταιρίας-συμβούλου. Συγχρόνως, η σωστή επιλογή συμβούλου είναι τόσο δύσκολη, όσο και η επιλογή προμηθευτή (Moradpour,2005).

6.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗ

Τα τελευταία χρόνια, παράλληλα με την ανάπτυξη της τεχνολογίας RFID προέκυψαν πολλές εταιρίες που υπόσχονται ότι διαθέτουν την τεχνογνωσία για την υλοποίηση ενός επιτυχημένου συστήματος RFID. Προτού η επιχείρηση επιλέξει τεχνολογικό προμηθευτή θα πρέπει να εξετάσει εάν πληροί τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- **Στατιστικά στοιχεία:** Τα στοιχεία αυτά δείχνουν την κατάσταση της επιχείρησης. Πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν ο αριθμός των εργαζομένων που απασχολεί, τα έργα που έχει πραγματοποιήσει και τους πελάτες που διαθέτει ο προμηθευτής.

- Διοίκηση: Η διοίκηση αποκαλύπτει την εμπειρία του προμηθευτή. Ειδικότερα στις μικρές τεχνολογικές εταιρίες είναι σημαντικό τα διοικητικά στελέχη να διαθέτουν εμπειρία πάνω στη διαχείριση και εφαρμογή ενός συστήματος RFID
- Συστάσεις από άλλους πελάτες: Είναι πολύ χρήσιμες οι συστάσεις από πελάτες που έχουν πραγματοποιήσει ανάλογα συστήματα με αυτό που προτίθεται να υλοποιήσει η επιχείρηση. Η επιχείρηση μπορεί να συλλέξει πολύτιμες πληροφορίες από πελάτες για το χρόνο, το κόστος και την ποιότητα της κάθε εφαρμογής.
- Εμπειρία πάνω στην τεχνολογία RFID: Η εμπειρία είναι από τα σημαντικότερα κριτήρια για την επιλογή προμηθευτή, ειδικά για την τεχνολογία RFID που αναπτύσσεται ευρέως μόλις τα τελευταία χρόνια. Κάποιες εταιρίες συμμετείχαν σε μεγάλες RFID εφαρμογές, όπως αυτή που πραγματοποίησε η Wal-Mart και διαθέτουν προηγούμενη εμπειρία.
- Εμπειρία στον κλάδο: Ο προμηθευτής, περά από την εμπειρία πάνω στην τεχνολογία, είναι καλό να διαθέτει εμπειρία πάνω στον κλάδο που κινείται η επιχείρηση. Η έλλειψη εμπειρίας μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένες επιλογές.
- Συνεργάτες: Οι συνεργάτες των προμηθευτών πολλές φορές αποκαλύπτουν την εμπειρία και την αξιοπιστία τους. Η επιχείρηση πρέπει να επιλέγει τεχνολογικούς προμηθευτές που διαθέτουν για συνεργάτες αξιόλογες εταιρίες.
- Πρότυπα: Είναι σημαντικό η εφαρμογή RFID να γίνεται σύμφωνα με τα καθορισμένα πρότυπα, έτσι ώστε να μην υπάρχει πρόβλημα συμβατότητας με άλλα συστήματα. Είναι αναγκαίο ο προμηθευτής να είναι μέλος του EPCglobal , του οργανισμού που έχει εισάγει τα πρότυπα για τις EPC ετικέτες.
- Συστήματα Ανοιχτού Λογισμικού: Τα συστήματα που έχουν ανοιχτό λογισμικό αποτρέπουν την εξάρτηση της επιχείρησης από μόνο ένα προμηθευτή, ενώ παράλληλα δίνει τη δυνατότητα ενοποίησης του RFID με τα υπόλοιπα συστήματα.
- Υποστήριξη: Ο σωστός προμηθευτής δεν πρέπει να περιορίζεται μόνο στην προσφορά ενός «προϊόντος». Θα πρέπει να υποστηρίζει την επιχείρηση και μετά την εγκατάσταση του συστήματος. Οφείλει να επιλύει όλα τα προβλήματα που θα προκύψουν πριν και μετά την εγκατάσταση. Το σύστημα πρέπει να έχει τη δυνατότητα αναβάθμισης ανάλογα με τις μελλοντικές ανάγκες της επιχείρησης (Moradpour,2005).

Σύμφωνα με έρευνα που έγινε στην Αμερική από το σύνδεσμο πληροφορικής τεχνολογίας, το 80% των εταιριών που ασχολούνται με RFID δεν διαθέτουν την απαραίτητη γνώση και εμπειρία για να εφαρμόσουν και να υποστηρίξουν ένα RFID σύστημα. Όπως γίνεται αντιληπτό, οι εταιρίες-προμηθευτές διαθέτουν μόνο το θεωρητικό υπόβαθρο. Παρ' όλα αυτά, οι εταιρίες από το χώρο της υψηλής τεχνολογίας έχουν αρχίσει να δραστηριοποιούνται. Εταιρίες όπως οι HP, IBM, SAP, Sun Microsystems, Philips, Intel και Oracle πρωτοπορούν στην προσπάθεια ανάπτυξης της τεχνολογίας RFID (Spiegel, 2005).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

Κόστος και Απόδοση της επένδυσης RFID για έναν 3PL

7.1 ΚΟΣΤΟΣ RFID

Το κόστος της τεχνολογίας RFID παίζει σημαντικό ρόλο στην απόφαση για την εφαρμογή ενός συστήματος. Το κόστος μπορεί να χωριστεί σε τρία μέρη:

- Το hardware κόστος, που περιλαμβάνει την αγορά του τεχνολογικού εξοπλισμού, δηλαδή τις ετικέτες, τις κεραίες, τις συσκευές ανάγνωσης και τους υπολογιστές.
 - Το software κόστος περιέχει το κόστος δημιουργίας του middleware κομματιού και την αγορά ή αναβάθμιση του λογισμικού.
 - Το κόστος που αφορά διάφορες υπηρεσίες, όπως το κόστος εγκατάστασης και ενοποίησης των διαφόρων συστημάτων, καθώς και το κόστος συντήρησης και υποστήριξης του συστήματος RFID.

Αναλυτικότερα:

Ετικέτες

Οι ετικέτες αποτελούν σημαντικό κομμάτι του κόστους, αφού τοποθετούνται σε κάθε παλέτα, κιβώτιο ή προϊόν. Οι ετικέτες διατίθενται σε διάφορα μεγέθη και σχήματα ανάλογα με τις εφαρμογές. Οι δύο αυτοί παράγοντες είναι που επηρεάζουν την τιμή. Επίσης, ρόλο στην τιμή παίζει η μνήμη του μικροτσιπ, ο τύπος της ετικέτας, δηλαδή εάν είναι μόνο ανάγνωσης ή εάν είναι και εγγραφής, και εάν είναι ενεργητικές ή παθητικές. Πολλοί θεωρούν ότι το ύψος της τιμής της ετικέτας θα παίζει τον καθοριστικότερο ρόλο στη διάδοση του RFID. Το κόστος της ετικέτας σήμερα θεωρείται πολλή υψηλό για τις επιχειρήσεις που διακινούν τεράστιο όγκο προϊόντων. Η τελική τιμή της ετικέτας ποικίλει ανάλογα με την ποσότητα που θα αγοραστεί. Όσο μεγαλύτερη η ποσότητα της παραγγελίας τόσο μικρότερη θα είναι και η τιμή τους. Μία EPC παθητική ετικέτα, που χρησιμοποιείται κυρίως σε εφαρμογές της εφοδιαστικής αλυσίδας, κοστίζει περίπου 40 σεντς. Η Gillette αγόρασε μισό δισεκατομμύριο RFID ετικέτες στην τιμή των 10 σεντς. Πρόκειται για την μεγαλύτερη παραγγελία στην ιστορία της βιομηχανίας.

Λόγω του υψηλού κόστους της ετικέτας οι εφαρμογές σήμερα περιορίζονται σε επίπεδο παλέτας και κιβωτίου. Η τιμή των ετικετών αναμένεται να πέσει τα επόμενα χρόνια, στα 5 με 15 σεντς. Η τιμή των 5 με 10 σεντς θα παίζει καταλυτικό ρόλο στην ευρεία εξάπλωση της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα σε επίπεδο προϊόντος. Όταν η τιμή πέσει στο 1 σεντ μετά από αρκετά χρόνια, οι ετικέτες θα χρησιμοποιούνται ακόμα και στα φθηνότερα προϊόντα (Spiegel,2003).

Εκτός από τις παθητικές ετικέτες υπάρχουν και οι ενεργητικές, που δεν συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι ενεργητικές ετικέτες έχουν αυτονομία ενέργειας, καθώς διαθέτουν ενσωματωμένη μπαταρία, και έχουν μεγαλύτερο εύρος ανάγνωσης σε σχέση με τις παθητικές. Η τιμή τους ξεκινά από τα 100\$ και αυξάνεται ανάλογα με την εφαρμογή.

Συσκευές ανάγνωσης

Το κόστος της συσκευής ανάγνωσης εξαρτάται από τον τύπο της συσκευής, το πεδίο εκπομπής και τις δυνατότητες της κεραίας. Το συνολικό κόστος για την αγορά αναγνωστών κυμαίνεται ανάλογα με το μέγεθος της επιχείρησης και την έκταση εφαρμογής RFID. Εάν η επιχείρηση τοποθετήσει μία υψηλής ποιότητας συσκευή ανάγνωσης σε κάθε είσοδο φορτοεκφόρτωσης, μπορεί να ξοδέψει μέχρι και 10.000 δολάρια σε κάθε είσοδο. Με λιγότερα από τα μισά μπορεί να εξοπλίσει τα ανυψωτικά

μηχανήματα με συσκευές ανάγνωσης. Η πιο οικονομική λύση είναι οι φορητές συσκευές, που συνδυάζουν κεραία και συσκευή ανάγνωσης, και κοστίζουν 500 με 1000 δολάρια (Anderson,2004).

Κεραία

Οι κεραίες είναι συνδεδεμένες με τις συσκευές ανάγνωσης και είναι διαθέσιμες σε διάφορα μεγέθη, με διαφορετική εμβέλεια. Πολλές φορές μία συσκευή ανάγνωσης είναι συνδεδεμένη με πολλαπλές κεραίες. Ανάλογα με τις δυνατότητες της κεραίας μεταβάλλεται και η τιμή της, που συνήθως είναι άνω των 500\$.

Software

Το software περιλαμβάνει έναν υπολογιστή που τρέχει το middleware κομμάτι και διαχειρίζεται τις υπόλοιπες διαδικασίες, όπως παρακολούθηση και διαχείριση των αποθεμάτων μέσω ενός WMS. Το κόστος εξαρτάται από την έκταση εφαρμογής ενός RFID συστήματος. Ένας μικρός server που διαχειρίζεται μόνο το middleware κοστίζει τουλάχιστον 2000\$. Εάν πρόκειται για μεγαλύτερο μηχάνημα που διαχειρίζεται και άλλες λειτουργίες μπορεί να κοστίσει δεκάδες χιλιάδες δολάρια. Το κόστος του middleware κυμαίνεται από 25.000 έως 100.000\$.

Εγκατάσταση

Η εγκατάσταση όλου του εξοπλισμού που αποτελεί το RFID σύστημα μπορεί να είναι πολύπλοκη και δαπανηρή. Για παράδειγμα, στο χώρο αποθήκευσης θα πρέπει να τοποθετηθούν οι ετικέτες, οι κεραίες, οι συσκευές ανάγνωσης αλλά και καινούργιες ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις και συνδέσεις. Το συνολικό κόστος εξαρτάται από το μέγεθος της εγκατάστασης, καθώς κάθε περιβάλλον έχει διαφορετικές ανάγκες. Οι εταιρίες που αναλαμβάνουν το σχεδιασμό και την εγκατάσταση του συστήματος παίζουν αποφασιστικό ρόλο. Πολλές φορές το κόστος εγκατάστασης είναι συναρτήσεως των υπηρεσιών που οι εταιρίες προσφέρουν. Για αυτό η επιλογή του κατάλληλου προμηθευτή είναι καθοριστικής σημασίας για την επιτυχία του συστήματος (Bhuptani κ.α.,2005).

Επαγγελματικοί σύμβουλοι

Οι επαγγελματικοί σύμβουλοι παρέχουν οδηγίες και κατευθύνσεις σχετικά με τον τρόπο εφαρμογής της τεχνολογίας. Συμμετέχουν από τις πρώτες πιλοτικές εφαρμογές της τεχνολογίας μέχρι την ολοκλήρωση του συστήματος. Η αμοιβή τους ξεκινά από τα 50.000\$ και αυξάνεται ανάλογα με την έκταση της εφαρμογής του RFID (Rock-Tenn,2004).

Ολοκλήρωση

Για να μπορέσει η επιχείρηση να υλοποιήσει τα αναμενόμενα οφέλη θα πρέπει να ενοποιήσει όλα τα συστήματα, έτσι ώστε να μπορεί να εκμεταλλευθεί τα δεδομένα που συλλέγει και να τα μετατρέψει σε χρήσιμες πληροφορίες. Το RFID σύστημα θα πρέπει να ολοκληρωθεί με τις υπάρχουσες εφαρμογές, όπως το ERP, το CRM και το WMS, για να επιτευχθεί ιχνηλασιμότητα των προϊόντων και διαφάνεια σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα. Το κομμάτι της ενοποίησης είναι από τα δυσκολότερα κατά την εφαρμογή του RFID συστήματος. Πολλές φορές το πλάνο του RFID συστήματος απαιτεί ανασχεδιασμό των επιχειρηματικών διαδικασιών και του δικτύου. Το κόστος ολοκλήρωσης περιλαμβάνει τον αρχικό σχεδιασμό, το κόστος ενοποίησης των διαφορετικών συστημάτων αλλά και το κόστος αναβάθμισης των βάσεων δεδομένων.

Εργατικό δυναμικό

Παρ' όλο που ένα από τα οφέλη που υποτίθεται προσφέρει η τεχνολογία RFID είναι η μείωση του εργατικού δυναμικού, κυρίως για τον έλεγχο και την αποθήκευση των εμπορευμάτων, με τις παρούσες διαδικασίες απαιτείται επιπλέον ανθρώπινο δυναμικό. Κατά συνέπεια, πρόσθετο κόστος για την επιχείρηση. Ειδικότερα, επιπλέον εργαζομένους χρειάζονται οι επιχειρήσεις που εφαρμόζουν την πολιτική *slap & ship*,

κατά την οποία οι ετικέτες τοποθετούνται χειρωνακτικά στα αντικείμενα. Αλλά και γενικότερα επειδή τα σημερινά RFID συστήματα δεν είναι ακόμα πλήρως αυτοματοποιημένα απαιτείται χειρωνακτική εργασία σε πολλούς τομείς (Rock-Tenn, 2004).

Έρευνα και ανάπτυξη

Η έρευνα και ανάπτυξη αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα τμήματα μίας επιχείρησης. Η επένδυση σε αυτό το τμήμα εξαρτάται από το προσωπικό που απασχολεί και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιεί.

Εκτός από την αρχική επένδυση για την εφαρμογή του RFID συστήματος, οι επιχειρήσεις επιβαρύνονται και με επαναλαμβανόμενα έξοδα. Η μεγαλύτερη δαπάνη είναι για τη συνεχή αγορά ετικετών. Το κόστος αυτό εξαρτάται από την ποσότητα παλετών, κιβωτίων ή προϊόντων που διακινούνται και στα οποία έχουν εγκατασταθεί RFID ετικέτες. Εντούτοις, το κόστος αυτό αναμένεται να μειωθεί όσο πέφτει η τιμή των ετικετών.

Η συνεχής υποστήριξη και συντήρηση του συστήματος RFID εντός της επιχείρησης, έτσι ώστε να μεγιστοποιείται η απόδοση του, αυξάνει ακόμα περισσότερο το κόστος. Για παράδειγμα, το κόστος για την αναβάθμιση του λογισμικού, την επισκευή ή αντικατάσταση του εξοπλισμού λόγω βλάβης επιβαρύνει τον προϋπολογισμό της επιχείρησης. Υπολογίζεται ότι το κόστος συντήρησης ισοδυναμεί με το 15 με 20 τοις εκατό του κόστους απόκτησης.

Επίσης, το κόστος απασχόλησης επιπλέον εργαζομένων επιβαρύνει συνεχώς την επιχείρηση και κυμαίνεται ανάλογα με τις ανάγκες του συστήματος σε εφαρμογές που δεν είναι πλήρως αυτοματοποιημένες και απαιτείται χειρωνακτική εργασία (Rock-Tenn, 2004).

Κάποιες μελέτες που εξετάζουν το κόστος ενός RFID συστήματος συμπέραναν ότι το αρχικό κόστος των ετικετών αντιπροσωπεύει το 2 με 8% του συνολικού κόστους. Το κόστος του εξοπλισμού, δηλαδή των συσκευών ανάγνωσης, κεραιών κ.α., αποτελεί το 7-10% του συνολικού κόστους. Τη μερίδα του λέοντος στο κόστος κατέχει το software για τη διαχείριση δεδομένων και η ενοποίηση των συστημάτων και αντιπροσωπεύει το 52-80% του συνολικού κόστους (Trunick, 2005). Κάποιοι θεωρούν ότι το μεγαλύτερο κομμάτι της επένδυσης αποσπά η υποδομή του συστήματος, που αντιπροσωπεύει τα 32 με 43 του συνολικού κόστους (Lacefield, 2004).

Το συνολικό κόστος εξαρτάται από το μέγεθος της επιχείρησης και το εύρος εφαρμογής του συστήματος RFID. Μια έρευνα της εταιρίας συμβούλων A.T. Kearny που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό *Logistics Management* Απριλίου 2004 προβλέπει ότι η τεχνολογία και το ολοκληρωμένο σύστημα RFID θα κοστίζει 400.000\$ για κάθε κέντρο διανομής, συν 100.000\$ για κάθε κατάστημα. Επίσης, προβλέπεται ότι κάθε προμηθευτής θα ξοδέψει 9 εκατομμύρια δολάρια για να προσαρμοστεί στις απαιτήσεις της Wal-Mart, για εγκατάσταση ετικετών RFID στις παλέτες και στα κιβώτια.

Οι επιχειρήσεις που σκοπεύουν να επενδύσουν στη τεχνολογία RFID δεν πρέπει να υποτιμήσουν τον παράγοντα κόστος. Η τεχνολογία, όσον αφορά σε εφαρμογές της εφοδιαστικής αλυσίδας, είναι ευμετάβλητη. Το RFID σήμερα είναι υπερβολικά ακριβό και είναι παρακινδυνευμένη μία τόσο μεγάλη επένδυση. Η γρήγορη απαξίωση της τεχνολογίας λόγω των συνεχών αλλαγών αυξάνει ακόμη περισσότερο το κόστος και το ρίσκο. Ειδικότερα, οι επιχειρήσεις που σπεύδουν πρώτες να εφαρμόσουν ένα σύστημα RFID εκτός του ότι θα αντιμετωπίσουν αυξημένες τιμές, αφού η τεχνολογία είναι σε αρχικό στάδιο, θα είναι πιο επιρρεπείς σε λάθη. Οι επιχειρήσεις είναι σοφότερο να τηρήσουν μία στάση αναμονής

μελετώντας όλες τις πτυχές της νέας τεχνολογίας. Το κόστος και τα προβλήματα θα μειώνονται με την πάροδο του χρόνου. Είναι προτιμότερο αρχικά να επενδύσουν σε πιλοτικά προγράμματα, έτσι ώστε να εκπαιδευθούν πάνω στη λειτουργία του RFID και να προσαρμόσουν ευκολότερα τις διεργασίες της επιχείρησης στην τεχνολογία RFID. Άλλωστε η πλήρης υλοποίηση ενός συστήματος RFID απαιτεί χρόνο. Μετέπειτα οι επιχειρήσεις μπορούν να επενδύσουν σε μία ολοκληρωμένη εφαρμογή του συστήματος.

Κατά τη λήψη της απόφασης για το εάν η επιχείρηση θα προχωρήσει στην υιοθέτηση συστήματος RFID, εκτός από τον υπολογισμό του κόστους εφαρμογής, θα πρέπει να υπολογιστεί και το κόστος σε περίπτωση μη εφαρμογής του. Αυτό σημαίνει το κόστος σε περίπτωση που χαθεί ένας μεγάλος πελάτης από έναν ανταγωνιστή που πιθανώς θα προσφέρει καλύτερες υπηρεσίες. Επίσης, πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν η πιθανή ζημία από την απώλεια ενός σημαντικού πελάτη επειδή η επιχείρηση δεν προσαρμόζεται στις απαιτήσεις του για εφαρμογή RFID. Ακόμη η επιχείρηση μπορεί να χάσει το ανταγωνιστικό της πλεονέκτημα επειδή μια άλλη επιχείρηση του ίδιου κλάδου εφήρμοσε πρώτη RFID σύστημα.

Συνεπώς, η επιχείρηση προτού λάβει την απόφαση για την εφαρμογή ή μη ενός RFID συστήματος θα πρέπει να υπολογίσει, εκτός από το κόστος υλοποίησης, και την ενδεχόμενη ζημία που θα υποστεί σε περίπτωση που τελικά δεν προχωρήσει στην εφαρμογή του συστήματος. Η τελική απόφαση θα πρέπει να παρθεί εκτιμώντας και τους δύο παράγοντες.

7.2 ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Καθοριστικός παράγοντας για την εφαρμογή ενός RFID συστήματος δεν είναι μόνο το κόστος αλλά και η απόδοση αυτής της επένδυσης (Return On Investment). Η απόδοση είναι από τα σημαντικότερα κριτήρια για την πραγματοποίηση κάθε είδους επένδυσης. Το RFID είναι μια μακροχρόνια επένδυση και η απόδοση της φαίνεται σε βάθος χρόνου. Για να έχει θετική απόδοση μία τέτοια επένδυση θα πρέπει η τεχνολογία RFID να εφαρμοστεί σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι επιχειρήσεις είναι διστακτικές, καθώς δεν βλέπουν βραχυχρόνια οφέλη από μία τόσο μεγάλη επένδυση με σημαντικό ρίσκο. Πράγματι, είναι δύσκολο να εντοπίσει κανείς απόδοση σε σύντομο χρονικό διάστημα, λόγω του υψηλού κόστους της τεχνολογίας RFID.

Οι επιχειρήσεις που πρωτοπόρησαν στην εφαρμογή της, αρχικά θα λαμβάνουν μόνο κόστος και ελάχιστα οφέλη. Κάποιες επιχειρήσεις επένδυσαν σε RFID, με μοναδικό λόγο να μη χάσουν ένα σημαντικό πελάτη, όπως στην περίπτωση της Wal-Mart, όπου οι προμηθευτές της αναγκάστηκαν να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις της. Οι περισσότερες από αυτές τις επιχειρήσεις εφάρμοσαν τη μεθοδολογία «slap & ship», δηλαδή απλά τοποθετούσαν χειρωνακτικά τις ετικέτες στις παλέτες και τα κιβώτια, προτού φορτωθούν, πρακτική που δεν προσφέρει καθόλου ROI, παρά μόνο κόστος. Σύμφωνα με έρευνα που έγινε σε εταιρίες που συμμετείχαν στο πιλοτικό πρόγραμμα της Wal-Mart, το 42,3% από αυτές πιστεύει ότι δεν θα έχει απόδοση η επένδυση τους εξαιτίας του υψηλού κόστους των ετικετών (Cooke,2005).

Πολλές επιχειρήσεις όμως πέρα από τη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις ενός μεγάλου πελάτη, προσπάθησαν να βελτιώσουν την απόδοση στο εσωτερικό τους, με την εφαρμογή ενός RFID συστήματος. Βραχυχρόνια, ένα από τα οφέλη είναι η καλύτερη διαχείριση των αποθεμάτων και η μείωση των λειτουργικών εξόδων λόγω της αυτοματοποίησης των διαδικασιών. Αρχικά, προβλέπεται να μειωθεί το επίπεδο των αποθεμάτων κατά 5% και τα λειτουργικά έξοδα κατά 7,5% (Carone κ.α.,2004).

Οι ετικέτες πρώτης γενιάς, Class 0 και Class1, προσφέρανε ελάχιστα οφέλη, λόγω της χαμηλής τους απόδοσης και των περιορισμένων δεδομένων που αποθηκεύανε. Με την ανάπτυξη των νέων ετικετών δεύτερης γενιάς (Gen2) αναμένεται να βελτιωθεί η απόδοση τους και να είναι παγκοσμίως συμβατές. Η νέα τεχνολογία αυξάνει τις προσδοκίες για θετικό ROI, κάτι όμως που δεν αναμένεται άμεσα να συμβεί.

Μέχρι σήμερα οι επιχειρήσεις έχαναν δισεκατομμύρια ετησίως λόγω της χαμηλής διαθεσιμότητας των προϊόντων τους στα ράφια των καταστημάτων. Υπολογίζεται ότι οι λιανικές επιχειρήσεις χάνουν ποσοστό 4% από τις πωλήσεις τους λόγω των out-of-stock προϊόντων. Με τη χρήση RFID, η επιχείρηση μπορεί να διαχειρίζεται καλύτερα την αποθήκη της και να προγραμματίζει τον ανεφοδιασμό της, εξασφαλίζοντας επάρκεια των προϊόντων, τόσο στην αποθήκη όσο και στα ράφια της. Η Woolworths, ένα κατάστημα λιανικής πώλησης στην Αγγλία, βελτίωσε τη διαθεσιμότητα των προϊόντων της κατά 6%, με την εφαρμογή RFID. Η Wal-Mart προβλέπει ότι λόγω της υψηλής διαθεσιμότητας των προϊόντων της θα επανακτήσει 1% των εσόδων της, που μεταφράζεται σε 2,5 δισεκατομμύρια δολάρια (Barlas,2004).

Μακροχρόνια, η συγκεκριμένη επένδυση θα αυξήσει τις πωλήσεις και θα περιορίσει τα σφάλματα. Η ακριβής πληροφόρηση που παρέχει η τεχνολογία RFID, θα βοηθήσει τις επιχειρήσεις να προβλέψουν καλύτερα τη ζήτηση των προϊόντων και να αυξήσουν τις πωλήσεις τους. Με την αυξημένη ορατότητα των αποθεμάτων, οι επιχειρήσεις μπορούν να στείλουν το σωστό προϊόν, στο σωστό μέρος την κατάλληλη στιγμή χωρίς λάθη.

Παράλληλα, με την αυτοματοποίηση, κυρίως, της διαδικασίας παραλαβής των προϊόντων, αναμένεται να μειωθεί το λειτουργικό κόστος των επιχειρήσεων. Έρευνα της IBM έδειξε ότι μακροχρόνια η τεχνολογία RFID μπορεί να μειώσει τα λάθη κατά τη διαλογή των εμπορευμάτων κατά 36%, μειώνοντας ταυτόχρονα και το εργατικό κόστος (Carone κ.α.,2004).

Οι επιχειρήσεις προβλέπουν ότι θα εξοικονομήσουν σημαντικά κεφάλαια από τον περιορισμό των κλοπών και των πλαστογραφήσεων. Οι πλαστογραφήσεις κοστίζουν στην παγκόσμια βιομηχανία 500 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως, ενώ η Wal-Mart υπολογίζει ότι με την τεχνολογία RFID θα εξοικονομήσει 1 δισεκατομμύριο δολάρια το χρόνο, μόνο από την πρόληψη των κλοπών (Richardson, 2004) .

Στο απώτερο μέλλον, όταν εφαρμοστεί το RFID σε επίπεδο προϊόντος προβλέπεται μεγάλη εξοικονόμηση κεφαλαίων, καθώς θα είναι δυνατή η ιχνηλασιμότητα του προϊόντος σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Συνοπτικά, η απόδοση της επένδυσης (ROI) σε τεχνολογία RFID προέρχεται για την επιχείρηση από τον περιορισμό των κλοπών και πλαστογραφήσεων, τη μείωση του εργατικού κόστους, τη μείωση των αποθεμάτων και των σφαλμάτων, την υψηλή διαθεσιμότητα των προϊόντων και την αύξηση των πωλήσεων. Όλα αυτά οφείλονται στην καλύτερη πληροφόρηση και αποτελεσματικότερη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας λόγω του RFID. Για να υπάρχει απόδοση πρέπει να εφαρμοστεί το RFID σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, και να υπάρχει συνεργασία από τον κατασκευαστή έως το λιανοπωλητή και τον τελικό καταναλωτή. Εφόσον το RFID επεκταθεί σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα, οι επιχειρήσεις θα έχουν κέρδος, κάτι που αναμένεται να γίνει μετά την πάροδο τεσσάρων με πέντε ετών (MCCrea,2004). Βέβαια κανείς δεν γνωρίζει την πραγματική επίδραση, αφού η ανάπτυξη της τεχνολογίας RFID βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο σε επίπεδο διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας και ακόμα δεν έχουμε δει τα μακροχρόνια αποτελέσματα από τη χρήση της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο

Τρόποι εφαρμογής τεχνολογίας RFID

8.1 SLAP AND SHIP

Οι επιχειρήσεις έχουν διάφορες επιλογές για την εφαρμογή ενός συστήματος RFID, από την πιο φθηνή λύση μέχρι τα ακριβότερα μοντέλα, στα οποία χρησιμοποιούνται ολοκληρωμένα και αυτοματοποιημένα συστήματα. Η πρώτη προσέγγιση είναι η slap and ship, όπου πρόκειται για ορολογία των κέντρων διανομής, και σημαίνει χειρωνακτική τοποθέτηση της RFID ετικέτας στο κιβώτιο ή την παλέτα. Η δεύτερη προσέγγιση είναι αυτή που αναλύθηκε ήδη και βασίζεται σε μεγάλες επενδύσεις, έτσι ώστε να αυτοματοποιηθούν όλες οι διαδικασίες και να ενοποιηθούν τα συστήματα. Με αυτό τον τρόπο βελτιώνεται η απόδοση της επιχείρησης, η οποία μπορεί να διαχειρίζεται καλύτερα την εφοδιαστική της αλυσίδα.

Η φιλοσοφία της προσέγγισης slap and ship στηρίζεται στη μικρότερη δυνατή επένδυση στην τεχνολογία RFID, έτσι ώστε μία επιχείρηση να μπορέσει να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις ενός μεγάλου πελάτη, όπως συμβαίνει με την Wal-Mart και το υπουργείο εθνικής άμυνας της Αμερικής. Οι επιχειρήσεις που εφαρμόζουν αυτή τη μέθοδο δεν στοχεύουν σε βραχυχρόνια ή μακροχρόνια απόδοση της επένδυσής τους. Η slap and ship προσέγγιση δεν προσφέρει οφέλη στον τρόπο λειτουργίας της επιχείρησης ούτε βελτιώνει την απόδοσή της. Εφαρμόζεται κυρίως από επιχειρήσεις που το μόνο μέλημά τους είναι να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις ενός πελάτη για χρήση RFID ετικετών, έτσι ώστε να συνεχίσουν να συνεργάζονται με αυτόν (Kleist κ.α., 2004).

Η διαδικασία του μοντέλου slap and ship είναι:

1. Τα κιβώτια βγαίνουν από την παλέτα.
2. Διαβάζεται η barcode ετικέτα του κάθε κιβωτίου, αναγνωρίζονται τα προϊόντα και ταξινομούνται.
3. Προγραμματίζονται και τυπώνονται οι RFID ετικέτες μέσω υπολογιστή.
4. Τοποθετούνται οι ανάλογες ετικέτες σε κάθε κιβώτιο.
5. Εξετάζεται η κάθε RFID ετικέτα ότι είναι σωστά τοποθετημένη και μπορεί να διαβαστεί.
6. Επαναδιαμορφώνεται η παλέτα.
7. Κωδικοποιείται μία RFID ετικέτα για την παλέτα, τυπώνεται και τοποθετείται χειρωνακτικά.
8. Ελέγχεται εάν μπορεί να διαβαστεί η ετικέτα και συγκρίνεται με την αρχική λίστα προϊόντων της παλέτας.

Όπως φαίνεται, τα προϊόντα προτού μεταφερθούν, πρέπει να διαχωριστούν και να ταξινομηθούν για να τους τοποθετηθούν οι RFID ετικέτες. Σε όλη τη διαδικασία ακολουθούνται προκαθορισμένοι κανόνες για να δημιουργηθούν οι κατάλληλοι EPC κωδικοί για κάθε πελάτη και στη συνέχεια συνδέονται τα σωστά δεδομένα του προϊόντος, της παραγωγής και της παραγγελίας με τον EPC κωδικό. Η προσέγγιση slap and ship έρχεται σε αντίθεση με τους στόχους ενός RFID συστήματος, αφού είναι χρονοβόρα διαδικασία και απαιτεί απασχόληση επιπρόσθετου εργατικού δυναμικού. Η όλη διαδικασία επιβαρύνει οικονομικά την επιχείρηση, ενώ η χειρωνακτική διαχείριση των RFID ετικετών μπορεί να οδηγήσει σε βλάβη και δυσλειτουργία τους (MPI, 2005).

Η προσέγγιση slap and ship έχει διαφορές παραλλαγές. Αναλυτικότερα τα μοντέλα:

Εφαρμογή slap and ship πριν τη μεταφορά

Πολλές επιχειρήσεις επιλέγουν να εγκαταστήσουν τις ετικέτες των προϊόντων στους αποθηκευτικούς χώρους ή στα κέντρα διανομής, πριν τη μεταφορά τους. Αυτή η επιλογή απαιτεί σχετικά μικρότερη επένδυση σε τεχνολογία RFID, αφού περιορίζει τον RFID εξοπλισμό σε συγκεκριμένη περιοχή στις αποθήκες ή στα κέντρα διανομής. Από την άλλη πλευρά, αυτή η εφαρμογή μπορεί να δημιουργήσει συνωστισμό των προϊόντων και καθυστερήσεις στην μεταφορά, ειδικότερα εάν αυξηθούν τα προϊόντα που χρειάζονται RFID ετικέτες.

Εφαρμογή slap and ship στο τέλος της γραμμής παραγωγής ή συναρμολόγησης

Οι επιχειρήσεις μπορούν να τοποθετήσουν τις ετικέτες στα προϊόντα στο τέλος της γραμμής παραγωγής ή μετά τη διαδικασία συναρμολόγησης, προτού αυτά τοποθετηθούν σε παλέτα. Το πλεονέκτημα της προσέγγισης αυτής είναι ότι εξοικονομείται χρόνος, καθώς δεν χρειάζεται να διαλυθεί η παλέτα και στη συνέχεια να επαναδιαμορφωθεί, αφού τοποθετηθούν οι ετικέτες στα κιβώτια. Εντούτοις, με αυτή τη διαδικασία χρησιμοποιούνται πολλαπλοί σταθμοί για την τοποθέτηση ετικετών και αυξάνεται το κόστος, διότι απαιτείται επιπλέον τόσο RFID εξοπλισμός όσο και εργαζόμενοι.

Υβριδική εφαρμογή slap and ship στο τέλος

Οι επιχειρήσεις μπορούν να εφαρμόσουν ένα υβριδικό μοντέλο slap and ship, κατά το οποίο ο εξοπλισμός για την εγκατάσταση της ετικέτας μοιράζεται μεταξύ γραμμής παραγωγής και γραμμής συναρμολόγησης. Σε αυτή τη περίπτωση ο εξοπλισμός είναι φορητός και μεταφέρεται από γραμμή σε γραμμή, ανάλογα με τις ανάγκες. Η λύση αυτή είναι περισσότερο οικονομική, αφού προμηθεύει με κοινό RFID εξοπλισμό ξεχωριστούς τομείς της επιχείρησης (Rock-Tenn,2004).

Οι επιχειρήσεις εφαρμόζουν τη μέθοδο slap and ship επειδή πρόκειται για την οικονομικότερη λύση, αφού είναι υψηλό το κόστος αγοράς του εξοπλισμού. Επειδή η τεχνολογία βρίσκεται σε αρχικό στάδιο και δεν είναι αξιόπιστη, οι επιχειρήσεις διστάζουν να επενδύσουν σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα. Σε αυτό συμβάλλει και το γεγονός της έλλειψης κοινών RFID προτύπων. Επιπλέον, η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη και υπάρχουν ακόμα άγνωστες πτυχές της, αφού δεν είναι ευρέως διαδεδομένη. Οι παράμετροι αυτοί οδηγούν τις επιχειρήσεις στην εφαρμογή της απλούστερης προσέγγισης του slap and ship.

Παρ' όλα αυτά, η Wal-Mart παροτρύνει τους προμηθευτές της να εφαρμόσουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα RFID και τους αποτρέπει από τη χρησιμοποίηση slap and ship μοντέλων. Εντούτοις, πολλοί εφαρμόζουν slap and ship μοντέλα, καθώς δεν μπορούν να επενδύσουν τόσο μεγάλα κεφάλαια για RFID.

Προς το παρόν, οι επιχειρήσεις μπορούν να εφαρμόσουν καλύτερα αυτή τη «μινιμαλιστική» προσέγγιση, χωρίς μεγάλες επενδύσεις. Η εφαρμογή slap and ship είναι ιδανική στα πρώτα βήματα, στο εργαστήριο και στις πιλοτικές εφαρμογές, όπου ελέγχονται οι ταχύτητες ανάγνωσης, η τοποθέτηση του εξοπλισμού, το πεδίο εκπομπής κ.α. Στη συνέχεια, οι επιχειρήσεις, αφού εξοικειωθούν με την τεχνολογία RFID και αυξηθεί ο όγκος των προϊόντων στα οποία απαιτούνται RFID ετικέτες, μπορούν να επενδύσουν σε περισσότερο ολοκληρωμένα συστήματα. Ωστόσο ακόμη και εάν εφαρμόσουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα RFID, θα χρειάζονται ένα slap and ship σταθμό για να αντικαθιστούν χειρωνακτικά τις ελαττωματικές ετικέτες που δεν

μπορούν να διαβαστούν. Οι ετικέτες μπορεί να καταστραφούν κατά τη μεταφορά μέσα στην αποθήκη ή κατά το τελικό στάδιο πριν τη φόρτωση. Διατηρώντας παράλληλα ένα μοντέλο slap and ship ως υποστήριξη, διασφαλίζεται η σωστή τοποθέτηση και λειτουργία των ετικετών. Τα συν και τα πλην της προσέγγισης slap and ship παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
ο Εύκολα εφαρμόσιμη μέθοδος	ο Μεγαλύτερο εργατικό κόστος
ο Απαιτεί μικρότερη επένδυση σε τεχνολογία	ο Δεν είναι ολοκληρωμένη μέθοδος
ο Επιτρέπει την τοποθέτηση ετικετών πριν την μεταφορά των προϊόντων	ο Μακροπρόθεσμα λειτουργεί αρνητικά στην ανταγωνιστικότητα
ο Γρήγορο ξεκίνημα και εφαρμογή	ο Εφαρμόζεται μόνο σε μικρό όγκο προϊόντων
ο Λειτουργεί και υποστηρικτικά (backup)	ο Χρονοβόρα διαδικασία
ο Συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις για RFID ετικέτες	ο Επιρρεπής στα λάθη
ο Προσαρμόζεται ανάλογα με τη ζήτηση προϊόντων	ο Απαιτείται ξεχωριστή περιοχή λειτουργίας
ο Βοηθά στην εκπαίδευση της επιχείρησης πάνω στο RFID	ο Δεν προσφέρει οφέλη στην επιχείρηση

Πίνακας 8.1: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της προσέγγισης slap&ship

Οι επιχειρήσεις που επενδύουν σε πιο συντηρητικά μοντέλα, όπως η προσέγγιση slap and ship, μετά από ένα χρονικό διάστημα αφού εξοικειωθούν με την τεχνολογία RFID επιδιώκουν να εφαρμόσουν ολοκληρωμένα συστήματα. Ο χρόνος μετάβασης από το slap and ship σε πιο αυτοματοποιημένα συστήματα εξαρτάται από διαφορετικούς παράγοντες.

Ο πρώτος σημαντικός παράγοντας είναι το είδος των προϊόντων που παράγει ή εμπορεύεται η επιχείρηση. Εάν πρόκειται για μεγάλης αξίας προϊόντα, που τυχόν απώλεια τους έχει σημαντικό αντίκτυπο στην επιχείρηση, η επιχείρηση θα

προχωρήσει γρηγορότερα σε εφαρμογή ολοκληρωμένων συστημάτων, ώστε να μπορεί να τα διαχειρίζεται καλύτερα. Άλλωστε το κόστος της κάθε ετικέτας θα επιβαρύνει πολύ λιγότερο το συνολικό κόστος του προϊόντος, από ότι θα συνέβαινε με ένα προϊόν μικρότερης αξίας. Αντίθετα, για προϊόντα που παρουσιάζουν προβλήματα με την τεχνολογία RFID, όπως προϊόντα με μεταλλικό περίβλημα ή που περιέχουν υγρό, και τα οποία απαιτούν ειδική μεταχείριση, οι επιχειρήσεις ίσως χρειαστούν μεγαλύτερη χρονική περίοδο μετάβασης σε ολοκληρωμένο σύστημα RFID.

Ο δεύτερος σημαντικός παράγοντας είναι το επίπεδο ωριμότητας και αξιοπιστίας της τεχνολογίας. Η αυτοματοποίηση απαιτεί υψηλές επενδύσεις σε εξοπλισμό και μεγάλο χρονικό διάστημα για την απόσβεση του κόστους. Από τη στιγμή που η τεχνολογία συνεχώς εξελίσσεται και δεν υπάρχουν ακόμα στάνταρ πρότυπα, είναι μεγάλο το ρίσκο εφαρμογής μια περισσότερο αυτοματοποιημένης προσέγγισης. Οι επιχειρήσεις φοβούνται ότι ο εξοπλισμός που θα αγοράσουν θα ξεπεραστεί τεχνολογικά και θα αχρηστευθεί σύντομα. Σήμερα η τεχνολογία RFID δεν είναι 100% αξιόπιστη και αντιμετωπίζει προβλήματα, κυρίως ανάγνωσης των ετικετών.

Ο τρίτος σημαντικός παράγοντας είναι οι ανταγωνιστές. Συγκεκριμένα, οι κινήσεις των ανταγωνιστών σχετικά με την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID επηρεάζει την απόφαση της επιχείρησης για το εύρος εφαρμογής RFID. Οι επιχειρήσεις με την υιοθέτηση RFID εκτός από την καλύτερη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, επιδιώκουν και την απόκτηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος έναντι των υπολοίπων επιχειρήσεων. Συνεπώς, η απόφαση για την πραγματοποίηση ενός περισσότερου αυτοματοποιημένου συστήματος εξαρτάται και από τις σχετικές αποφάσεις των ανταγωνιστικών επιχειρήσεων (Kleist κ.α., 2004).

8.2 PRINT AND APPLY

Ο όρος print and apply χρησιμοποιείται για ημι ή πλήρως αυτοματοποιημένες διαδικασίες τοποθέτησης ετικέτας. Κατά τη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται ένα μηχάνημα τοποθέτησης ετικέτας RFID σε συνδυασμό με έναν εκτυπωτή, πάνω σε προϊόντα που κινούνται σε ειδικό μάντα. Η διαδικασία έχει ως εξής: τοποθετούνται τα κιβώτια από τους εργάτες στον μάντα. Στη συνέχεια, η συσκευή που είναι εγκατεστημένη, τυπώνει και τοποθετεί τις ετικέτες σε κάθε κιβώτιο. Στο τέλος, όταν τοποθετηθούν όλες οι ετικέτες στα κιβώτια, οι εργάτες τα τοποθετούν σε παλέτες. Το σύστημα της επιχείρησης σε συνεργασία με τον εκτυπωτή των RFID ετικετών πρέπει να προγραμματίζει κάθε ετικέτα με μοναδικό κωδικό EPC.

Η μέθοδος εφαρμόζεται μόνο στις διαδικασίες που αφορούν πελάτες που χρησιμοποιούν RFID συστήματα. Με την προσέγγιση Print and apply η επιχείρηση μειώνει τον αντίκτυπο του RFID στο σύνολο των λειτουργιών της, από τη στιγμή που εφαρμόζεται μόνο σε ένα μέρος των προϊόντων της, στα οποία χρησιμοποιούνται RFID ετικέτες.

Τα πλεονεκτήματα της προσέγγισης print and apply είναι:

- Δεν επηρεάζει τα εμπορεύματα των πελατών που δεν χρησιμοποιούν RFID
- Η επένδυση είναι περιορισμένη
- Λειτουργεί προπαρασκευαστικά για μελλοντικά μεγαλύτερες ανάγκες
- Επικεντρώνεται στην αναγνώριση και επίλυση τεχνικών προβλημάτων του RFID
- Ενοποιείται με τα υπάρχοντα συστήματα, WMS και ERP, της επιχείρησης

- Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί και για μελλοντικές απαιτήσεις RFID από πελάτες
- Υποστηρίζει και μικτές παλέτες

Τα συστήματα Print and apply παρέχουν αξιοπιστία στην κωδικοποίηση και εκτύπωση RFID ετικετών, με μικρό χειρισμό και μικρό κόστος. Ο εξοπλισμός του μπορεί να συνδεθεί με το software και hardware της επιχείρησης. Ο εκτυπωτής επικοινωνεί με τον υπολογιστή, αναλύει τα εισερχόμενα δεδομένα και τα συσχετίζει με την κάθε ετικέτα. Στη συνέχεια προγραμματίζει την ετικέτα με τον ανάλογο κωδικό της (Kleist κ.α., 2004).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο

Το RFID στις ελληνικές επιχειρήσεις

9.1 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΠΟΛΙΤΕΙΑ ΓΙΑ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID ΣΤΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ

Η τεχνολογία RFID θεωρήθηκε εξαρχής ως η τεχνολογία που θα βοηθήσει στην αποδοτικότερη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Το λιανεμπόριο κάθε χρόνο αντιμετωπίζει ένα τεράστιο κόστος λόγω κακής «ορατότητας» στην εφοδιαστική αλυσίδα, δηλαδή την ανικανότητα να εντοπίζονται τα προϊόντα από τον κατασκευαστή μέχρι τον λιανέμπορο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι λιανέμποροι να μην μπορούν να διατηρούν πάντα αποθέματα προϊόντων που έχουν υψηλή ζήτηση ή αντίθετα να έχουν μεγάλα αποθέματα προϊόντων χαμηλής ζήτησης. Επομένως η ανάγκη για μεγαλύτερη και πιο έγκυρη πληροφόρηση για το που βρίσκονται τα προϊόντα στην εφοδιαστική αλυσίδα (ιχνηλασιμότητα προϊόντων) καθίσταται άμεση.

Αυτή τη δυνατότητα προσφέρει η τεχνολογία RFID η οποία μπορεί να ταυτοποιήσει μοναδικά ένα προϊόν σε επίπεδο τεμαχίου αρκεί να έχει προσκολληθεί σε αυτό μια ετικέτα RFID που να περιέχει τον κατάλληλο EPC κωδικό. Με την βοήθεια των υπηρεσιών του EPCglobal Network (αναφερόμαστε στο EPCglobal Network καθώς μέχρι σήμερα είναι το μοναδικό εγχείρημα εφαρμογής της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα σε παγκόσμιο επίπεδο), ο κάθε ενδιαφερόμενος για το προϊόν, μπορεί να το εντοπίζει ανά πάσα στιγμή κατά την πορεία του στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Η πλειοψηφία των ελληνικών επιχειρήσεων έχει συνειδητοποιήσει ότι η αξιοποίηση της τεχνολογίας RFID στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα εξέλιξης. Φυσικά, σε κάθε περίπτωση, η τεχνολογία RFID δεν είναι ακόμα ώριμη έτσι ώστε να ενσωματωθεί σε πλήρως λειτουργικό επίπεδο στις επιχειρηματικές διαδικασίες μιας επιχείρησης, αποτελεί όμως τον φυσικό παράγοντα εξέλιξης των τεχνικών και τεχνολογιών σήμανσης προϊόντων, παρέχοντας ταυτόχρονα την δυνατότητα για τη σχεδίαση και υλοποίηση καινοτόμων λύσεων που εκμεταλλεύονται το αυξημένο επίπεδο πληροφορίας που είναι διαθέσιμο.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί πως η τεχνολογία RFID δεν πρόκειται σε καμία περίπτωση να αντικαταστήσει τουλάχιστον στο άμεσο μέλλον τις υπάρχουσες τεχνολογίες σήμανσης προϊόντων και ιδιαίτερα το barcode. Άλλωστε, όλες οι προσπάθειες που γίνονται σε διεθνές επίπεδο, επικεντρώνονται στην ομαλή αναβάθμιση των συστημάτων διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας έτσι ώστε να υποστηρίζουν και το RFID πέρα από το barcode. Παράλληλα, η γραμμογράφηση που θα ακολουθεί μια ετικέτα RFID θα επικαλύπτει σε μμεγάλο βαθμό την υπάρχουσα γραμμογράφηση που ακολουθείται στα barcodes κυρίως μέσω του προτύπου GTIN (Global Trade Item Number).

Ο κυριότερος ανασταλτικός παράγοντας για τις ελληνικές επιχειρήσεις είναι το αυξημένο κόστος αγοράς, εγκατάστασης και ενσωμάτωσης της τεχνολογίας στην παραγωγική διαδικασία όπως επίσης και η ανάγκη για αναβάθμιση των πληροφοριακών υποδομών των σύγχρονων επιχειρήσεων έτσι ώστε να είναι σε θέση να υποστηρίζουν τις αυξανόμενες προκλήσεις σε παραπάνω πληροφορία. Όλα τα παραπάνω, καθιστούν αβέβαια την απόδοση της επένδυσης. Επομένως, πολλές επιχειρήσεις βρίσκονται τώρα αντιμέτωπες με τη δύσκολη επιλογή της απόφασης να

υιοθετήσουν την τεχνολογία RFID τώρα ή να περιμένουν έως ότου η τεχνολογία διαδοθεί περισσότερο. Οι ολοένα περισσότερες ενημερωτικές πρωτοβουλίες από δημόσιους φορείς και γενικά η δημοσιότητα γύρω από το RFID σήμερα, αποτελούν ισχυρό κίνητρο για τις επιχειρήσεις, οι οποίες προσπαθούν να αναγνωρίσουν κάποιο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, ώστε να ενσωματώσουν το RFID στις διαδικασίες τους και να προβλέψουν τα αποδεκτά χρονικά πλαίσια μέσα στα οποία θα αρχίσουν να αντιλαμβάνονται τα οφέλη.

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που εμφανίζεται στην ελληνική πραγματικότητα είναι η ελλιπής ενημέρωση των ελληνικών επιχειρήσεων (κυρίως μμεσίων και ΜΜΕ) αναφορικά με τις δυνατότητες της εν λόγω τεχνολογίας. Βάσει έρευνας που πραγματοποιήθηκε από την Ομάδα Ζ2 του E-Business Forum¹ σε συνεργασία με το Υπουργείο Ανάπτυξης, διαφάνηκε πως μόνο οι μεγάλες επιχειρήσεις έχουν ενημερωθεί για την τεχνολογία RFID, κυρίως μέσω της συμμετοχής τους σε διεθνή συνέδρια ή μέσω ενημέρωσης από την μητρική εταιρεία (στην περίπτωση των πολυεθνικών). Επομένως, η αύξηση της ενημερότητας για τις ελληνικές επιχειρήσεις αποτελεί κρίσιμο παράγοντα.

Στη συνέχεια παρατίθενται συγκεκριμένες προτάσεις προς την πολιτεία και την ευρύτερη επιχειρηματική και ακαδημαϊκή κοινότητα που θα μπορούσαν δυνητικά να επιταχύνουν τον ρυθμό υιοθέτησης της τεχνολογίας RFID από τις ελληνικές επιχειρήσεις:

Η Πολιτεία λαμβάνοντας πρωτοβουλίες τόσο σε εθνικό όσο και σε κοινοτικό πλαίσιο, με στόχο την προώθηση της χρήσης της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα, θα πρέπει να στηρίζει τις προσπάθειες των επιχειρήσεων, παρέχοντας τα κατάλληλα και αναγκαία μέσα, εξασφαλίζοντας την ισόρροπη συμμετοχή και την συστηματική ενημέρωση όλων των εμπλεκόμενων φορέων. Οι προτάσεις περιστρέφονται γύρω από τέσσερις (4) βασικούς άξονες:

1. Παροχή κινήτρων προς τις επιχειρήσεις και τους ερευνητικούς φορείς

Η Πολιτεία στην προσπάθειά της να ενισχύσει την χρήση της τεχνολογίας RFID από τις ελληνικές επιχειρήσεις θα πρέπει να παρέχει προς αυτές μια σειρά κινήτρων για την ευρεία ενσωμάτωση της χρήσης της στο εκτελεστικό τμήμα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Μερικά από τα προτεινόμενα κίνητρα είναι τα εξής:

- Δημιουργία αναπτυξιακών νόμων και προκήρυξη προγραμμάτων εισαγωγής της τεχνολογίας RFID στις επιχειρήσεις. Ενδεικτικά προγράμματα στα οποία δύναται να προκηρυχθούν συγκεκριμένες δράσεις είναι το «Επιχειρείτε Ηλεκτρονικά», η «Ανταγωνιστικότητα» κ.ο.κ.
- Προκήρυξη στοχευμένων ερευνητικών προγραμμάτων (βασικής και εφαρμοσμένης έρευνας), με στόχο τη δημιουργία γνώσεων και τη διάχυση τεχνογνωσίας από τους ερευνητικούς φορείς της χώρας προς τις επιχειρήσεις. Αρωγός σε αυτήν την προσπάθεια αποτελεί η Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας (ΓΓΕΤ) με τα επιμέρους προγράμματα που προκηρύσσει.

2. Συνεργασία με ρυθμιστικούς και κανονιστικούς φορείς

Όπως έγινε αντιληπτό από τα παραπάνω, η τεχνολογία RFID παρουσιάζει ακόμα αρκετές προκλήσεις αναφορικά με τα πρότυπα που θα επικρατήσουν κυρίως σε

¹Ομάδα Ζ2 (Γ.Γιαγλής- Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ι.Κονταράτος- Διευθυντής Logistics Carrefour / Πρόεδρος Δ.Σ. Ελληνικής Εταιρείας Logistics (EEL), Β.Ζεμπέκης- Επιστημονικός Συνεργάτης, Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Π.Κουρουθανάσης Επιστημονικός Συνεργάτης, Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών)

διεθνές επίπεδο. Πρακτικά, ένα αντικείμενο το οποίο έχει σημειωθεί με μία RFID ετικέτα στις Ηνωμένες Πολιτείες ή την Ιαπωνία δύναται να μην είναι αναγνώσιμο στην Ευρώπη. Αυτό οφείλεται στις διαφορές που υπάρχουν στις συχνότητες λειτουργίας σε κάθε χώρα. Παράλληλα, δεδομένου ότι η τεχνολογία RFID εκμεταλλεύεται τις Industrial, Scientific, and Medical (ISM) συχνότητες (συχνότητες που δεν απαιτείται να αποκτήσεις ειδική άδεια για την χρήση τους) ενδέχεται στο μέλλον να δημιουργηθούν προβλήματα παρεμβολών (interferences) από την συγκέντρωση πολλών συσκευών που λειτουργούν στην ίδια συχνότητα. Αξίζει να σημειωθεί πως στις ISM συχνότητες λειτουργούν ήδη πλήθος εφαρμογών (όπως ασύρματα δίκτυα, Bluetooth κ.ο.κ.). Σε αυτά τα πλαίσια, η Πολιτεία μέσω της Εθνικής Επιτροπής Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (EETT) θα πρέπει να παρακολουθεί τις διεθνείς εξελίξεις και να εναρμονίσει τα ισχύοντα ελληνικά πρότυπα με τις υποδείξεις του εξωτερικού έτσι ώστε να εξασφαλιστεί πλήρης συμβατότητα. Παράλληλα, σε μελλοντικό στάδιο πιθανώς να είναι απαραίτητη η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου ρυθμιστικού πλαισίου που θα προσδιορίζει τις απαιτούμενες προδιαγραφές ομαλής λειτουργίας μιας RFID λύσης έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι πιθανότητες εμφάνισης παρεμβολών.

Επιπροσθέτως, το Ελληνικό Κέντρο Σήμανσης Προϊόντων (ΕΛΚΕΣΗΠ) θα πρέπει να παρακολουθεί διαρκώς τις διεθνείς εξελίξεις αναφορικά με τα ισχύοντα πρότυπα για την σήμανση των προϊόντων. Ήδη, το EPC Global, ο διεθνής οργανισμός που εποπτεύει την δημιουργία προτύπων για τον χώρο του RFID (με εφαρμογή στην εφοδιαστική αλυσίδα) έχει δημιουργήσει συγκεκριμένες ομάδες εργασίας έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η ομαλή μετάβαση από την κωδικοποίηση που ισχύει στα barcodes στην νέα κωδικοποίηση που θα εισάγει η τεχνολογία RFID. Ως εκ τούτου, ο ρόλος του ΕΛΚΕΣΗΠ θα πρέπει να περιλαμβάνει τη στενή παρακολούθηση των εξελίξεων, καθώς και να ενημερώνει τις ελληνικές επιχειρήσεις αναφορικά με το νέο καθεστώς που πρόκειται να ισχύσει στο εγγύς μέλλον.

3. Δημιουργία των απαραίτητων μηχανισμών ενημέρωσης προς τις επιχειρήσεις για την αύξηση του awareness

Κρίσιμος παράγοντας επιτυχίας για την ευρεία αποδοχή και χρήση της τεχνολογίας RFID αποτελεί η διαρκής και συστηματοποιημένη ενημέρωση των ελληνικών επιχειρήσεων αναφορικά με τα πλεονεκτήματα καθώς και τους τρόπους εισαγωγής της τεχνολογίας στις επιχειρηματικές διαδικασίες.

4. Δημιουργία Best Practices που θα λειτουργήσουν ως drivers για την πραγματοποίηση επενδύσεων από τις ελληνικές επιχειρήσεις

Δεδομένου ότι η πραγματοποίηση επενδύσεων στην τεχνολογία RFID ελλοχεύουν σημαντικούς κινδύνους αναφορικά με την επίτευξη ROI, αναμένεται πως οι ελληνικές επιχειρήσεις θα ακολουθήσουν τις υποδείξεις της διεθνούς επιχειρηματικής σκηνής. Ως εκ τούτου, η Πολιτεία θα πρέπει να συγκεντρώσει και επικοινωνήσει επιτυχημένες (ή και αποτυχημένες έτσι ώστε να αποφευχθούν λάθη του παρελθόντος) μελέτες περίπτωσης κυρίως από το εξωτερικό. Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερο βάρος στην όσο πιο σφαιρική συλλογή παραδειγμάτων και πρακτικών από διάφορους κλάδους που θα οδηγήσουν αναπόφευκτα στην ομαλή υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID αρχικά από τις μεγάλες ελληνικές επιχειρήσεις και στην συνέχεια στην σταδιακή εξάπλωσή της και στις υπόλοιπες επιχειρήσεις.

Τέλος, δύο επιπλέον σημαντικοί παράγοντες που δύναται να βοηθήσουν την αποδοχή της τεχνολογίας αυτής είναι:

Η ενημέρωση του καταναλωτικού κοινού αναφορικά με τις προοπτικές χρήσεις της τεχνολογίας RFID σε ευρέως καταναλωτικά προϊόντα. Ήδη στο παρελθόν έχουν παρατηρηθεί αντιδράσεις (κυρίως από ενώσεις καταναλωτών) που προκύπτουν από εγγενείς ανησυχίες για παραβίαση του ιδιωτικού τους απορρήτου. Αυτό προκύπτει από τη δυνατότητα εφαρμογής της τεχνολογίας σε οτιδήποτε σχετίζεται με την αυτόματη παρακολούθηση του κάθε καταναλωτή συλλέγοντας προσωπικά δεδομένα (όπως καταναλωτική συμπεριφορά) και δημιουργώντας μεγάλες βάσεις δεδομένων με αυτά τα στοιχεία από τις οποίες μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα. Σε κάθε περίπτωση, η αποδοχή του RFID θα αυξηθεί αισθητά εάν ενισχυθεί η εμπιστοσύνη των καταναλωτών. Ως εκ τούτου, πρέπει να σχεδιαστούν και υλοποιηθούν νέες προσεγγίσεις που παρέχουν επαρκή πρότυπα ασφάλειας και εξασφαλίζουν την εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στα δεδομένα, καθώς σαφείς περιορισμοί στη χρήση και την κοινοποίηση αυτών σε τρίτους. Επίσης οι καταναλωτές θα πρέπει να έχουν ενδελεχή πληροφόρηση των πρακτικών χρήσης των πληροφοριών που τους αφορούν. Ειδικά αναφορικά τα καταναλωτικά προϊόντα, οι καταναλωτές πρέπει να είναι ενήμεροι σε ποια προϊόντα ενσωματώνονται, ενώ μετά την αγορά τους θα πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα αυτόματης καταστροφής τους.

Η εκπαίδευση του προσωπικού που συμμετέχει σε πρακτικές και διαδικασίες διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, για την αποδοτικότερη χρήση της τεχνολογίας.

Η απαραίτητη επένδυση που χρειάζεται για την πλήρη εφαρμογή του RFID είναι αρκετά δαπανηρή, αλλά σε περίπτωση που γίνει σωστά τα περιττά έξοδα μπορούν να αποφευχθούν. Η συγκεκριμένη τεχνολογία δεν είναι “plug and play”, δηλαδή για να λειτουργήσει σωστά θα πρέπει να προσαρμοστεί και να παραμετροποιηθεί κατάλληλα για κάθε εφαρμογή της. Επίσης, η υποδομή που χρειάζεται για να υποστηρίξει τα δεδομένα του Ηλεκτρονικού Κώδικα Προϊόντος θα επηρεάσει αρκετά τα υπάρχοντα πληροφοριακά συστήματα μιας επιχείρησης. Συμπερασματικά, η τεχνολογία RFID έχει πραγματοποιήσει μεγάλα άλματα τα τελευταία χρόνια χρίζοντας ευρείας αποδοχής και έχοντας να παρουσιάσει πολλές μελέτες περίπτωσης. Τα αποτελέσματα της έρευνας που παρουσιάστηκε, καταδεικνύουν ότι οι ελληνικές επιχειρήσεις ακολουθούν σταδιακά τις επιταγές της διεθνούς σκηνής ότι είναι διατεθειμένες να πραγματοποιήσουν τις απαραίτητες επενδύσεις για την σταδιακή υιοθέτηση της νέας τεχνολογίας.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονισθεί πως η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID απαιτεί ένα ιδιαίτερα προσεκτικό σχεδιασμό. Ο σχεδιασμός αυτός θα πρέπει να εστιάζει στη σύνταξη ενός ολοκληρωμένου επιχειρηματικού σχεδίου και στην παραμετροποίηση των στρατηγικών παραγόντων που αφορούν το όλο εγχείρημα. Ως εκ τούτου, μια πρώτη προσέγγιση για την ανάλυση των διαφορετικών απαιτήσεων του εγχειρήματος θα πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής:

9.2 ΤΕΧΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η τεχνολογία RFID παρουσιάζει ακόμα σημαντικές τεχνικές προκλήσεις έτσι ώστε να είναι δυνατή η ολοκλήρωσή της στις διακριτές διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας. Παράλληλα, δεδομένης της ύπαρξης πληθώρας διαφορετικών αρχιτεκτονικών και λύσεων σε ετικέτες και αναγνώστες αναμένεται να εφαρμοστούν διαφορετικές λύσεις στο upstream και downstream επίπεδο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτό οφείλεται σε διάφορους λόγους:

• **Υπάρχουν διαφορετικές απαιτήσεις εφαρμογής της τεχνολογίας μεταξύ του upstream και downstream επιπέδου.** Οι ελληνικές επιχειρήσεις δίνουν διαφορετική προτεραιότητα στις δυνητικές εφαρμογές του RFID ανάλογα με το επίπεδο που αναφέρονται. Σε τεχνικό επίπεδο αυτό σχετίζεται με την πολυπλοκότητα της τεχνικής λύσης (σε επίπεδο αρχιτεκτονικής και πλήθους συστατικών στοιχείων της τεχνολογίας που πρέπει να εγκατασταθούν), καθώς και τον βαθμό ολοκλήρωσης που απαιτείται με τα υπάρχοντα πληροφοριακά συστήματα της επιχείρησης. Αναφορικά με την πρώτη περίπτωση, στο upstream επίπεδο της εφοδιαστικής αλυσίδας, απαιτείται από τις επιχειρήσεις να προμηθευτούν και εγκαταστήσουν μια ολοκληρωμένη λύση σε επίπεδο διαχείρισης αποθέματος (κυρίως) και πιστοποιητικού παράδοσης (proof of delivery). Ως εκ τούτου, ανάλογα με την έκταση της κεντρικής αποθήκης, απαιτείται η επιλογή του κατάλληλου τύπου αναγνωστών (λαμβάνοντας υπόψη θέματα ισχύος, συχνότητας λειτουργίας, εύρους κάλυψης και φυσικά κόστους), αναγνώρισης του ελάχιστου αριθμού αναγνωστών που ικανοποιούν το επιχειρηματικό πρόβλημα (παρακολούθηση προϊόντων / κιβωτίων / παλετών που εισέρχονται ή/και εξέρχονται από την κεντρική αποθήκη), καθώς και της ολοκλήρωσης των υποδομών με τα υπάρχοντα πληροφοριακά συστήματα της επιχείρησης (WMS / ERPs κ.ο.κ.). Ομοίως, στην περίπτωση του downstream επιπέδου της εφοδιαστικής αλυσίδας υπάρχουν διαφορετικές απαιτήσεις ενσωμάτωσης της τεχνολογίας κυρίως λόγω των διαφορετικών αναγκών (π.χ. παρακολούθηση του επιπέδου των αποθεμάτων στο ράφι για την εξάλειψη των out-of-shelf καταστάσεων, καλύτερη εξυπηρέτηση του πελάτη κ.ο.κ.).

Στο παρακάτω πίνακα παρατίθενται συγκεντρωτικά οι εκτιμήσεις του αναφορικά με το επίπεδο προτεραιότητας που πρέπει να δοθεί στην ανάπτυξη λύσεων βασισμένων στην τεχνολογία RFID για ένα πλήθος εφαρμογών διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας με έμφαση το downstream κομμάτι της².

<i>Διαχείριση αποθήκης</i>	89,90%
<i>Διαχείριση αποθέματος</i>	77,80%
<i>Ιχνηλασιμότητα προϊόντων</i>	66,70%
<i>Μεταφορές και διανομές</i>	66,70%
<i>Εκπλήρωση παραγγελιών (order fulfillment)</i>	63%
<i>Διαχείριση out-of-stock & out-of-shelf καταστάσεων</i>	59,30%
<i>Προγραμματισμός και πρόβλεψη</i>	59,30%

² Στο παρόν κείμενο παρουσιάζονται τα τρέχοντα αποτελέσματα μιας εμπειρικής έρευνας που διεκπεραιώθηκε στα πλαίσια της Ομάδας Εργασίας Z2 του E-Business Forum.

ζήτησης (<i>demand planning and forecasting</i>)	
Διαχείριση κλοπών	52,90%
Ενίσχυση εμπειρίας των καταναλωτών στο κατάστημα (<i>Customer Service</i>)	48,10%
Διαχείριση προμηθειών	44,40%
Παρακολούθηση καταναλωτικής συμπεριφοράς μέσα στο κατάστημα	37%
Διαχείριση πελατειακών σχέσεων (<i>CRM</i>)	37%
Ιχνηλασιμότητα παγίων (π.χ. <i>container</i>)	25,90%

Πίνακας 9.2.Α: Προτεραιότητα στις εφαρμογές που αναφέρονται στο *downstream* επίπεδο

Όπως ήταν αναμενόμενο, οι εφαρμογές διαχείρισης της αποθήκης, διαχείρισης αποθέματος, υποβοήθησης της ιχνηλασιμότητας των προϊόντων και εξειδικευμένες εφαρμογές για τις μεταφορές και διανομές τυγχάνουν μεγάλης προτεραιότητας, γεγονός που συμφωνεί και με τις διεθνείς πρακτικές παραδείγματα των οποίων παρατέθηκαν παραπάνω. Οι λύσεις διαχείρισης αποθήκης και αποθέματος έχουν ως στόχο την ελαχιστοποίηση του κόστους αποθήκευσης μεγαλύτερης ποσότητας προϊόντων από όση πραγματικά απαιτείται. Παράλληλα, αποσκοπούν στην αποτελεσματικότερη παρακολούθηση (και σε πραγματικό χρόνο) των προϊόντων που εισέρχονται και εξέρχονται από την κεντρική αποθήκη. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ένδειξη χαμηλής προτεραιότητας στις διαδικασίες που έχουν σχέση με τον τελικό καταναλωτή. Αυτό οφείλεται κυρίως στην περιρρέουσα αρνητική ατμόσφαιρα που έχει δημιουργηθεί αναφορικά με την προστασία των ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων των καταναλωτών (κυρίως στην Αμερική) και η οποία είχε ως αποτέλεσμα την ματαίωση μεγάλων πιλοτικών προγραμμάτων. Ως εκ τούτου, αναμένεται να δοθεί προτεραιότητα στην υλοποίηση τεχνολογικών λύσεων που θα αναφέρονται σε διαδικασίες στις οποίες θα ελαχιστοποιείται η αλληλεπίδραση με τον τελικό πελάτη – καταναλωτή, τουλάχιστον σε πρώτο επίπεδο έως ότου αντιστραφεί η αρνητική άποψη των καταναλωτών σχετικά με το RFID. Σε άμεση συνάφεια με τα παραπάνω, διαφαίνεται πως οι επιχειρήσεις δίνουν μεγάλη προτεραιότητα στην ανάπτυξη λύσεων που θα επιλύσουν τα προβλήματα ιχνηλασιμότητας.

Σε άμεση αντιστοιχία με τα παραπάνω, ο παρακάτω πίνακας παραθέτει συγκεντρωτικά τις εκτιμήσεις του δείγματος της έρευνας αναφορικά με το επίπεδο προτεραιότητας που πρέπει να δοθεί στην ανάπτυξη λύσεων βασισμένων στην τεχνολογία RFID για ένα πλήθος εφαρμογών διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας με έμφαση το *upstream* κομμάτι της.

Διαχείριση αποθέματος	77,80%
Μεταφορές και διανομές	77,80%
Εκπλήρωση παραγγελιών (order fulfillment)	77,80%
Διαχείριση διαδικασιών παραλαβής και παράδοσης προϊόντων (proof of delivery)	77,80%
Έλεγχος ποιότητας και κατασκευής, ολοκληρωμένη διαχείριση ποιότητας (TQM)	77,80%
Διαχείριση αποθήκης	74,10%
Διαχείριση αποθεμάτων από τον προμηθευτή (Vendor Managed Inventory)	71,50%
Ιχνηλασιμότητα προϊόντων	71,40%
Αποφυγή παραποίησης ή/και πλαστογράφησης προϊόντος (counterfeiting)	66,70%
Διαχείριση out-of-stock καταστάσεων	63%
Προγραμματισμός και πρόβλεψη ζήτησης (demand planning and forecasting)	63%
Ανάκληση προϊόντων και reverse logistics	55,60%
Παρακολούθηση καταναλωτικής συμπεριφοράς	48,10%
Διαχείριση καταστροφής προϊόντων (Product Obsolescence)	40,70%
Διαχείριση κλοπών	37%
Διαχείριση προμηθειών	37%
Διαχείριση εγγύησης και διόρθωσης προϊόντων	25,90%
Ιχνηλασιμότητα παγίων (π.χ. container)	14,80%

Πίνακας 9.2.Β: Προτεραιότητα στις εφαρμογές που αναφέρονται στο upstream επίπεδο

Ομοίως με παραπάνω, οι εφαρμογές διαχείρισης της αποθήκης, διαχείρισης αποθέματος, υποβοήθησης της ιχνηλασιμότητας των προϊόντων και εξειδικευμένες εφαρμογές για τις μεταφορές και διανομές τυγχάνουν μεγάλης προτεραιότητας. Αξίζει να σημειωθεί πως μεγάλη προτεραιότητα σύμφωνα με το δείγμα πρέπει να δοθεί σε εφαρμογές που αναφέρονται στην διαχείριση διαδικασιών παραλαβής και παράδοσης προϊόντων, καθώς και σε εφαρμογές διαχείρισης αποθεμάτων από τον προμηθευτή.

- Τα θέματα ιδιωτικότητας που εγείρει η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID τείνουν να καταδεικνύουν πως σε αρχικό τουλάχιστον επίπεδο, οι επιχειρήσεις δεν θα πρέπει να σκοπεύουν να παρέχουν λύσεις στις οποίες συμμετέχει ενεργά ο τελικός καταναλωτής. Ως εκ τούτου, οι επιχειρήσεις δεν θα πρέπει να στοχεύουν σε end-to-end λύσεις οι οποίες να άπτονται τόσο του upstream όσο και του downstream

επιπέδου της εφοδιαστικής αλυσίδας. Παράλληλα δεδομένων και των τεχνικών προβλημάτων (ασυμβατότητα μεταξύ ετικετών και αναγνωστών που προέρχονται από διαφορετικούς τεχνολογικούς άροχους, απορρόφηση του σήματος από μεταλλικές ή υγρές επιφάνειες κ.ο.κ.) προτείνεται στις ελληνικές επιχειρήσεις να συμμετέχουν σε πιλοτικά προγράμματα τα οποία εξετάζουν την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID κυρίως για την παρακολούθηση του επιπέδου αποθεμάτων τους στην κεντρική αποθήκη. Ταυτόχρονα, και σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, προτεραιότητα πρέπει να δοθεί στην παρακολούθηση κιβωτίων (ή/και παλετών) έτσι ώστε να είναι βιώσιμη η τελική λύση (λαμβάνοντας φυσικά υπόψη τις τρέχουσες τάσεις στο κόστος μιας παθητικής ετικέτας RFID).

Ένα ακόμα σημαντικό τεχνικό ζήτημα που προκύπτει είναι οι απαιτήσεις ολοκλήρωσης και διασύνδεσης των συστατικών στοιχείων με τα υπάρχοντα πληροφοριακά συστήματα στην επιχείρηση (ERP / WMS). Σε κάθε περίπτωση, τα πληροφοριακά συστήματα της επιχείρησης πρέπει να είναι σε θέση να διαχειριστούν τον αυξημένο όγκο πληροφορίας που κάνει διαθέσιμο η τεχνολογία RFID. Ως εκ τούτου, πιθανώς οι επιχειρήσεις να πρέπει να προβούν σε επενδύσεις αναβάθμισης των πληροφοριακών συστημάτων τους ή προμήθειας νέων πληροφοριακών συστημάτων για να αντεπεξέλθουν στις αυξημένες απαιτήσεις της τεχνολογίας. Ήδη, οι μεγαλύτεροι προμηθευτές ERPs υλοποιούν εξειδικευμένα modules τα οποία είναι σε θέση να διαχειριστούν πληροφορία που προέρχεται από RFID ετικέτες. Οι ελληνικές επιχειρήσεις θα πρέπει να επικοινωνήσουν με τους τεχνολογικούς προμηθευτές τους και να ενημερωθούν για τις λύσεις που είναι διαθέσιμες για την περίπτωσή τους.

Τέλος, η υιοθέτηση του προτύπου EPC πρέπει να πραγματοποιηθεί σταδιακά δεδομένου ότι οι επιχειρήσεις πρέπει να προσαρμόσουν την επιχειρηματική τους ροή εργασιών από το barcode στο RFID. Πρακτικά, και μέχρι να αντικατασταθεί ολοκληρωτικά το barcode, οι επιχειρήσεις θα πρέπει να διαχειρίζονται δύο τύπους κωδικοποίησης: μία που βασίζεται στο EAN / UPC και μία που βασίζεται στο EPC. Αυτό δημιουργεί σημαντικά προβλήματα κυρίως τόσο στην τεχνολογική υποδομή που απαιτείται (αναγνώστες ικανούς να 'διαβάζουν' πολλαπλές κωδικοποιήσεις) όσο και στην διαχείριση της πληροφορίας (διαφορετικές εφαρμογές σε εξειδικευμένα πληροφοριακά συστήματα που ουσιαστικά επιτελούν την ίδια λειτουργικότητα). Συμπερασματικά, η υιοθέτηση των νέων προτύπων, έχει κόστος και ρίσκο για την επιχείρηση.

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται συνοπτικά οι κρίσιμοι παράγοντες αναφορικά με την προοπτική χρήσης της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα.

<i>Ολοκλήρωση της τεχνολογίας με τα υπάρχοντα πληροφοριακά συστήματα και υποδομές</i>	85,2%
<i>Αντικατάσταση υπάρχοντων συστημάτων και υποδομών</i>	71,4%
<i>Κόστος αγοράς και ενσωμάτωσης της τεχνολογίας στις επιχειρηματικές διαδικασίες</i>	71,4%
<i>Υπαρξη κοινού νομοθετικού και ρυθμιστικού πλαισίου στην διαχείριση των ραδιοσυχνοτήτων μεταξύ διαφορετικών χωρών</i>	71,4%
<i>Εξασφάλιση 100% αναγνωσιμότητας από τους αναγνώστες</i>	71,4%
<i>Επίλυση λοιπών τεχνικών ζητημάτων (όπως απορρόφηση του σήματος από μεταλλικές συσκευασίες κ.ο.κ.)</i>	71,4%

Αναγκαιότητα δημιουργίας νέων επιχειρηματικών διαδικασιών	66,7%
Έλλειψη ασφάλειας στην μετάδοση δεδομένων μεταξύ αναγνωστών και ετικετών	66,7%
Ύπαρξη συμβατότητας στην λειτουργία των αναγνωστών και ετικετών από διαφορετικές εταιρίες	66,7%
Προσδιορισμός ενός σαφούς προτύπου κωδικοποίησης της πληροφορίας που θα αποθηκεύεται στις ετικέτες ραδιοσυχνικής αναγνώρισης	66,7%
Προδιαγραφή ενός σαφούς πλαισίου προστασίας της ιδιωτικότητας και των προσωπικών δεδομένων των καταναλωτών	59,3%
Δημιουργία ενός δικτύου διαμοιρασμού της πληροφορίας μεταξύ των συναλλασσόμενων μερών	59,3%
Έλλειψη επιτυχημένων παραδειγμάτων που να καταδεικνύουν την αποδοτικότητα της τεχνολογίας (successful cases)	55,6%
Κόστος συντήρησης εφαρμογών και υποδομών	48,1%
Ύπαρξη κινήτρων από την πολιτεία για την χρηματοδότηση συγκεκριμένων δράσεων που αφορούν την ενσωμάτωση τεχνολογίας RFID	44,4%
Φόβοι για τις αντιδράσεις του καταναλωτικού κοινού	40,7%
Αποδοχή τεχνολογίας από το εργατικό δυναμικό / συνδικάτα λόγω της προοπτικής αντικατάστασής τους	37%
Πιθανή δέσμευση με συγκεκριμένους προμηθευτές λογισμικού ή τεχνολογικών συστατικών	29,6%
Κόστος εκπαίδευσης προσωπικού	29,6%
Αβεβαιότητα στα οφέλη από την επένδυση (Return on Investment – ROI)	29,6%

Πίνακας 9.2.Γ: Κρίσιμοι παράγοντες αναφορικά με την προοπτική χρήσης της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα

Όπως διαφαίνεται από την ανάλυση, θέματα που αφορούν το κόστος αγοράς και ενσωμάτωσης της νέας τεχνολογίας, ο ανασχεδιασμός των υπάρχουσων επιχειρηματικών διαδικασιών καθώς επίσης τεχνικά ζητήματα σχετικά με τη συμβατότητα των αναγνωστών κτλ, αποτελούν τους πιο σημαντικούς παράγοντες που χαρακτηρίζουν την τεχνολογία RFID. Οι παραπάνω αποκρίσεις είναι αναμενόμενες δεδομένου ότι πρέπει πρώτα η τεχνολογία να είναι ώριμη να εφαρμοστεί σε πραγματικές συνθήκες ελαχιστοποιώντας τα περιθώρια λάθους ή εσφαλμένης λειτουργίας (π.χ. προβλήματα στην ανάχωση των ετικετών, ασυμβατότητες στις συχνότητες λειτουργίας κ.ο.κ.). Σε αυτά τα πλαίσια, πρέπει πρώτα να επιλυθούν όλα τα προβλήματα που αναφέρονται στην τεχνολογική αρτιότητα του RFID και σε δεύτερο επίπεδο να επιλυθούν θέματα που σχετίζονται με την ενσωμάτωση της τεχνολογίας στις επιχειρηματικές διαδικασίες. Αξίζει να σημειωθεί πως σύμφωνα με το δείγμα δεν υπάρχουν αμφιβολίες για την απόδοση μιας επένδυσης βασισμένη στο RFID γεγονός που καταδεικνύει την εμπιστοσύνη των συμμετεχόντων επιχειρήσεων στις δυνατότητες της τεχνολογίας.

9.3 ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το κύριο επιχειρηματικό θέμα που προκύπτει από την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι σε ποιο επίπεδο της θα εφαρμοστεί (downstream ή upstream). Σύμφωνα με τις τελευταίες μελέτες περίπτωσης και εκτιμήσεις των αναλυτών, η τεχνολογία RFID θα εφαρμοστεί αρχικά

στο upstream επίπεδο της εφοδιαστικής αλυσίδας εξαιτίας της μη εμπλοκής των τελικών καταναλωτών σε αυτό. Παράλληλα, λόγω του αυξημένου κόστους των RFID ετικετών και των τεχνικών προβλημάτων που ακόμα υπάρχουν δεν είναι δυνατή, τουλάχιστον σε αρχικό επίπεδο, η σήμανση μεμονωμένων προϊόντων, και ως εκ τούτου η χρήση της τεχνολογίας κρίνεται πιο προσιτή για την σήμανση και παρακολούθηση u960 παλετών και κιβωτίων. Σε κάθε περίπτωση, οι επιχειρήσεις πρέπει να θέσουν προτεραιότητα στην υλοποίηση συγκεκριμένων εφαρμογών (βασισμένων στο RFID) λαμβάνοντας υπόψη τις πραγματικές τους ανάγκες και το κόστος (χρηματικό και χρονικό) που είναι διατεθειμένες να επωμιστούν.

Επιπροσθέτως, η εκπαίδευση του προσωπικού και γενικότερα η σωστή αντιμετώπιση του ανθρώπινου παράγοντα αποτελεί το σημαντικότερο ίσως συντελεστή επιτυχίας της εισαγωγής των νέων τεχνολογιών σε μια επιχείρηση. Κύριο χαρακτηριστικό αποτελεί ο βαθμός προσαρμογής των χρηστών στις νέες τεχνολογίες και η ικανότητα αντιμετώπισης των αλλαγών και των επιπτώσεων που θα έχει η εφαρμογή στην εσωτερική λειτουργία και στις εσωτερικές σχέσεις της επιχείρησης. Ιδιαίτερη έμφαση θα πρέπει να δοθεί στον συνδυασμό άνθρωπος-τεχνολογία δηλαδή στην επιμόρφωση του προσωπικού καθώς και στα κίνητρα που θα πρέπει να δοθούν στο ανθρώπινο δυναμικό για την υιοθέτηση της νέας τεχνολογίας. Πιθανές ενέργειες που θα μπορούσαν να κάνουν οι επιχειρήσεις προς αυτή την κατεύθυνση:

Να διαδώσουν τις σωστές επιχειρηματικές πρακτικές σε όλη την έκταση της επιχείρησης συμπεριλαμβανομένων και οποιονδήποτε θυγατρικών ή άλλων επιχειρήσεων. Για το σκοπό αυτό θα μπορούσαν να οργανωθούν:

1. Εκπαιδευτικά σεμινάρια σχετικά με τη χρήση των εφαρμογών της τεχνολογίας RFID προκειμένου οι εργαζόμενοι να αποκτήσουν τις απαραίτητες γνώσεις που θα τους βοηθήσουν να ανταποκριθούν στις συνεχιζόμενες αλλαγές.

2. Κύκλοι ενημερωτικών σεμιναρίων από και προς τις εταιρείες προκειμένου να γίνει κατανοητή η ανάγκη δραστηριοποίησης στον τομέα των ασύρματων εφαρμογών.

- Να οργανώσουν μία καμπάνια marketing για την τεχνολογία RFID, ούτως ώστε να ξεπεραστούν οι δισταγμοί που είναι πιθανό να υπάρχουν ως προς τη χρήση της στην εφοδιαστική αλυσίδα

9.4 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID³

1. Η κοινωνική συνεισφορά της RFID

Η RFID μπορεί να ωφελήσει τους ευρωπαίους πολλαπλώς: στην ασφάλεια (π.χ. ιχνηλασιμότητα τροφίμων, υγειονομική περίθαλψη, καταπολέμηση της παραποίησης φαρμάκων), στην άνεση (π.χ. μικρότερες ουρές στα σουπερμάρκετ, ακριβέστερη και αξιόπιστη διεκπεραίωση των αποσκευών στα αεροδρόμια, αυτοματοποιημένες πληρωμές) και στην προσβασιμότητα (π.χ. ασθενείς που υποφέρουν από άνοια και νόσο του Αλτσχάιμερ). Χρησιμοποιείται ήδη δραστικά σε διάφορους τομείς που επηρεάζουν τη ζωή των Ευρωπαίων.

³ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΣΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ, Η ραδιοσυχνική αναγνώριση (RFID) στην Ευρώπη: βήματα προς την κατεύθυνση χάραξης πλαισίου πολιτικής

Στις μεταφορές, η RFID αναμένεται ότι θα συμβάλλει στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και της ασφάλειας, και ότι θα προσφέρει νέες ποιοτικές υπηρεσίες όσον αφορά την κινητικότητα ατόμων και εμπορευμάτων.

Στην υγειονομική περίθαλψη, η RFID διαθέτει το δυναμικό για αναβάθμιση της ποιότητας της περίθαλψης και της ασφάλειας των ασθενών, καθώς επίσης και για βελτιώσεις στην εφοδιαστική και τη συμμόρφωση με τη φαρμακευτική αγωγή.

Στις λιανικές πωλήσεις, η RFID θα μπορούσε να συμβάλει στον περιορισμό των ελλείψεων ανεφοδιασμού, στη μείωση των αποθεμάτων αποθήκης και των κλοπών. Σε πολλούς κλάδους, όπως φαρμακευτικές, ιατρικές συσκευές, ψυχαγωγία, ηλεκτρονικά καταναλωτικά αγαθά, είδη πολυτελείας, εξαρτήματα αυτοκινήτων ή λιανικό εμπόριο, όπου η απομίμηση και παραποίηση αποτελούν σημαντική πηγή προϊόντων απαράδεκτης ποιότητας, η χρήση RFID θα μπορούσε να συμβάλει στην αποτελεσματικότερη ανάκληση προϊόντων και στην αποτροπή της εισόδου παράνομων προϊόντων στην αλυσίδα εφοδιασμού ή στον εντοπισμό των σημείων διείσδυσης τους.

Η σήμανση RFID (ετικέτα) αναμένεται ότι θα βελτιώσει την ταξινόμηση και την ανακύκλωση τμημάτων προϊόντων και υλικών. Τούτο ενδέχεται να έχει ως αποτέλεσμα καλύτερη προστασία του περιβάλλοντος και πρόοδο προς την κατεύθυνση της αειφόρου ανάπτυξης.

2. Βιομηχανική καινοτομία και δυναμικό ανάπτυξης

Η περαιτέρω ανάπτυξη και η ευρύτερη εξάπλωση RFID θα μπορούσε να ενισχύσει περισσότερο το ρόλο των τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών (TPE/ ICT) για την προώθηση της καινοτομίας και της οικονομικής μεγέθυνσης.

Σήμερα, η Ευρώπη κατέχει ήδη ηγετική θέση στην έρευνα και ανάπτυξη σχετικά με την τεχνολογία RFID, καθώς και στα ευφυή δίκτυα. Καταβάλλονται επίσης σημαντικές προσπάθειες στην νανοηλεκτρονική, η οποία εξυπηρετεί τεχνικά θέματα των ετικετών RFID που αφορούν την ευφυΐα, τη μνήμη, τους αισθητήρες και τις ραδιοσυχνότητες.

Από την πλευρά της βιομηχανίας, διάφορες μεγάλες ευρωπαϊκές επιχειρήσεις, συμπεριλαμβανομένων εταιριών τεχνολογίας και παρόχων υπηρεσιών, βρίσκονται στην πρώτη γραμμή σε ό,τι αφορά την προώθηση λύσεων RFID στην αγορά, ενώ πολλές μικρομεσαίες επιχειρήσεις (ΜΜΕ) έχουν υιοθετήσει με επιτυχία την τεχνολογία αυτή.

Ωστόσο, μολονότι η αγορά για συστήματα RFID στην ΕΕ αυξάνεται με ρυθμό περίπου 45 % ετησίως, καθυστερεί σε σχέση με την κατά περίπου 60% αύξηση στη διεθνή αγορά. Ένα τέτοιο «αναπτυξιακό χάσμα» θα καθυστερήσει τη συνεισφορά της κοινωνίας της πληροφορίας στην ανάπτυξη και την απασχόληση.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ - ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η RFID είναι μια τεχνολογία που συνεχώς εξελίσσεται ελκύνοντας ολοένα και περισσότερο το ενδιαφέρον της αγοράς. Η βασική της δυνατότητα να ταυτοποιεί μοναδικά αντικείμενα, στα οποία εφαρμόζεται χωρίς την ύπαρξη οπτικής επαφής, επαυξάνεται σε συνδυασμό με τεχνολογικώς προηγμένα στοιχεία, όπως τα ολοκληρωμένα κυκλώματα και οι αισθητήρες. Έτσι καθίσταται ικανή στο να αποθηκεύει, να ανανεώνει και τελικά να παρέχει δεδομένα σχετικά με ανθρώπους, ζώα, αντικείμενα και εμπορεύματα με τρόπο ξεκάθαρο και αυστηρά δομημένο ώστε να επεξεργάζονται περαιτέρω από τα πληροφοριακά συστήματα.

Οι σημερινές και οι μελλοντικές εφαρμογές της διαθέτουν το δυναμικό να βελτιώσουν ένα ευρύ φάσμα επιχειρηματικών διεργασιών, τόσο στον δημόσιο όσο και στον ιδιωτικό τομέα, και να αποφέρουν σημαντικά οφέλη για τα άτομα και τις επιχειρήσεις

Το όραμα για αποδοτικότερη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας σε παγκόσμιο επίπεδο κινεί την τεχνολογία RFID με ένα μεγάλο αριθμό επενδύσεων σε πιλοτικά προγράμματα. Όμως οι δυνατότητες της δεν αφήνουν αδιάφορους και άλλους τομείς όπως αυτόν της υγείας (π.χ. φορείς βιομετρικών στοιχείων) και της ασφάλειας (π.χ. πιστοποιητικά ταυτοποίησης ατόμων).

Μολαταύτα οι τεχνολογικές, οικονομικές και κοινωνικές αλλαγές που συνοδεύουν την συγκεκριμένη τεχνολογία εγείρουν ερωτήσεις όχι μόνο για τις δυνατότητες αλλά και για τους κινδύνους που ελλοχεύουν. Το βασικό θέμα που τίθεται είναι κατά πόσο είναι ασφαλή τα συστήματα αυτά σε θέματα επικοινωνίας και δεδομένων και κατά πόσο θα μπορέσει η κοινωνία να τα αποδεχτεί. Είναι σαφές ότι η εφαρμογή της RFID πρέπει να είναι κοινωνικά και πολιτικά αποδεκτή και δεοντολογικά και νομικά επιτρεπτή. Η RFID θα μπορέσει να προσφέρει τα πολυάριθμα οικονομικά και κοινωνικά οφέλη της μόνον εφόσον προβλεφθούν αποτελεσματικές εγγυήσεις όσον αφορά την προστασία των δεδομένων, την ιδιωτική ζωή και τις συναφείς δεοντολογικές διαστάσεις που αποτελούν τον πυρήνα της συζήτησης γύρω από την δημόσια αποδοχή της RFID. Αυτό θα αποτελέσει και το κλειδί της επιτυχίας των συστημάτων RFID.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α. Άρθρα - Βιβλία

1. Κωστίκογλου Σ.(2004), «Υπηρεσίες ανίχνευσης και παρακολούθησης στις συνδυασμένες μεταφορές (OMTS)» ομάδα εργασίας Z2, Αθήνα,
2. Λαδάς Νέστορας, Ηλ. Μηχανολόγος και Μηχανικός Η/Υ, Ε.Μ.Π., Μηχανικός Πωλήσεων, Φίλιππος Σφυρής, MSc, Marketing Manager
<http://www.theodorou.gr/el/knowledge/articles-and-white-papers/195-005-article.html>
http://www.theodorou.gr/material/pdf/rfid_article.pdf
3. Σπυράκης Στέλιος, Εκτελεστικός Σύμβουλος Επιχειρήσεων
<http://www.supply-chain.gr/articles.php?artic=531>
http://www.sbyrakis.net/Articles/RFID_article_gr.htm
4. Τσιλιγγίρης Παναγιώτης, Μεταπτυχιακός φοιτητής, Management Science & Engineering Dept., Stanford University, USA, Χαρίλαος Ν. Ψαραύτης, Καθηγητής, Εργαστήριο Θαλασσίων Μεταφορών, Ε.Μ.Π.
<http://www.martrans.org/docs/publ/NEWSPAPER%20&%20MAGAZINE%20ARTICLES/NX%20tsilingiris%20RFID%202008.pdf>
5. Anderson C. (2004) “Everything you always wanted to know about RFID but were afraid to ask”, Logistics Management, September 2004
6. Barlas S. (2004), “RFID bandwagon rolls on”, Logisticstoday, August 2004, p.17
7. Barlas S. (2004), “Generation gap”, Logisticstoday, November 2004
8. Bearingpoint (2005), “Beyond compliance: The future promise of RFID”, White paper, <http://www.rfidjournal.com/>
9. Capone G., Costlow D., Grenoble W., Novak R. (2004), “The RFID-Enabled Warehouse”, SAP University thought leadership, supply chain paper
10. Checkpoint (2004), “Profiting from process: Using EPC/RFID to create new business value” www.morerfid.com
11. Cooke J. (2003) “Has Wal-Mart gone too far?” Logistics Management, August 2003 p.96
12. Crawford Ken and Alex Goldmann
http://www.isp-planet.com/fixed_wireless/technology/2003/rfid_myths.html
http://www.isp-planet.com/fixed_wireless/technology/2003/rfid_primer.html

13. Davenport T., Brooks J. (2004), "Enterprise systems and the supply chain" Journal of Enterprise Information Management, Vol. 17, Number1, <http://www.emerald-library.com/>
14. EAI Technologies (2005), "Realizing the promise of RFID: Insights from early adopters and the future potential", White paper, <http://www.rfidjournal.com/>
15. FKI Logistex (2005), " RFID for the real world. Challenges and opportunities in the warehouse and distribution center environment", White paper
16. Hotchkiss D. (2005), "Better reading through technology", RFID news & solutions, <http://rfidnas.com/>
17. Intermec (2005), "Will your EPC Gen2 system be up to standard?", White paper, <http://www.rfidjournal.com/>
18. Intermec (2003), "The write stuff: understanding the value of read/ write RFID functionality", White paper, <http://www.morerfid.com/>
19. Karkkainen M. (2003), "Increasing efficiency in the supply chain for short shelf life goods using RFID tagging", International Journal of retail & distribution Management, Volume 31, Number 3, <http://www.emerald-library.com/>
20. Kleist R., Chapman T., Sakai d., Jarvis B. (2004), RFID Labeling, smart labeling concepts & applications for the consumer packaged goods supply chain, Printronix, USA
21. Kopalchick J. & Christopher M. (2005), "RFID Risk Management", Internal Auditor, April 2005 <http://www.ebusinessforum.gr/>
22. Lacefield S. (2004) "To RFID, or not to RFID?", Logistics Management, July 2004
23. MPI label systems (2005), "The benefits of automating slap and ship models", White paper
24. Mccrea B. (2004) "Tag you're IT", Logistics Management, February 2004
25. Moradpour S. (2005), "Choose your Partner Carefully", RFID news & solutions, <http://rfidnas.com/>
26. Morton R. (2004) "Message in a bottle", Logisticstoday news, August 2004
27. Morton R. (2004), "Cultural problems slow RFID momentum overseas", Logisticstoday, June 2004
28. Richardson H. (2004), "Bar codes are still getting the job done", Logisticstoday, December 2004
29. Roberti M. (2005), "The price of EPC Gen 2" , <http://www.rfidjournal.com/>

30. Roberti M. (2005), "Progress comes in small steps" , <http://www.rfidjournal.com/>
31. Roberti M. (2005), "Is RFID losing momentum?", <http://www.rfidjournal.com/>
32. Roberti M. (2005), "Trying to build the business case for RFID?". <http://www.rfidjournal.com/>
33. Roberti M. (2005), "The importance of having vision", <http://www.rfidjournal.com/>
34. Roberti M. (2005), "January brings a sea change", <http://www.rfidjournal.com/>
35. Roberti M. (2005), "Living in the time of FUD", <http://www.rfidjournal.com/>
36. Roberti M. (2004), "RFID and the worker", <http://www.rfidjournal.com/>
37. Roberti M. (2004), "The role of independent testing", <http://www.rfidjournal.com/>
38. Rock-Tenn co. (2004) "Radio Frequency Identification (RFID) in the consumer goods supply chain: Mandated compliance or remarkable innovation?" An Industry White paper
39. Special Supplement (2004), "RFID powering the supply chain", Logistics Management, Reed Business Information, August 2004
40. Spiegel R. (2005), "News and Trends", Supply Chain Management Review, April 2005
41. Spiegel R. (2004), "Keeping up with changing standards", Logistics Management, January 2004
42. Spiegel R. (2003), "Get "smart", Logistics Management, July 2003
43. Spiegel R. (2003), "Barcoding: An extra digit for logistics", Logistics Management, June 2003
44. Tsilingiris, P., Psaraftis, H., and Lyridis, D. (2007a) "RFID-enabled innovative solutions promote container security. Proceedings of the International Symposium on Maritime Safety, Security and Environmental Protection (SSE07)", Athens, Greece.
45. Tsilingiris, P., Psaraftis, H. and Lyridis, D. (2007b) "RFID in the ocean container transport. Proceedings of the 2007 Annual conference of the International Association of Maritime Economists (IAME 2007)", Athens, Greece.
46. Trunick P. (2005), "Stay loose for the RFID stretch run", Logisticstoday, March 2005
47. Trunick P. (2005), "EPCglobal ratifies Gen2 RFID standard", Logisticstoday, February 2005, p.11
48. Trunick P. (2005), "Where's the ROI for RFID?", Logisticstoday, January 2005

49. Βλαχοπούλου Μ. (2003), e-Marketing, διαδικτυακό μάρκετινγκ, 2^η έκδοση, Rossili, Αθήνα
50. Παπαδάκης Β. (2002), Στρατηγική των επιχειρήσεων: Ελληνική και διεθνής εμπειρία. 4^η έκδοση, Μπένου, Αθήνα
60. Χαραμής Γ. (1998), Ανάλυση και σχεδιασμός πληροφοριακών συστημάτων, Δ^η έκδοση, Ανικούλα, Θεσσαλονίκη

Β. Ανακοινώσεις - Ομιλίες

1. «Η ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΣΤΟ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ» {SEC(2007)312}
2. Ομιλία Δρ. Αλέξη Στασινόπουλος Πρόεδρος του Συνδέσμου Βιομηχανιών Παραγωγής Υλικών Συσκευασίας
3. Ομάδα Ζ2 (Γ.Γιαγλής- Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ι.Κονταράτος- Διευθυντής Logistics Carrefour / Πρόεδρος Δ.Σ. Ελληνικής Εταιρείας Logistics (EEL), Β.Ζειμπέκης- Επιστημονικός Συνεργάτης, Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Π.Κουρουθανάσης Επιστημονικός Συνεργάτης, Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών) από το e-business forum και το Υπ.Ανάπτυξης εξείχθησαν σημαντικά συμπεράσματα όσον αφορά την υιοθέτηση της
4. Κουρουθανάσης Π., Ζειμπέκης Β., Γιαγλής Γ. (2004) «Προσδίδοντας ευφυΐα στην εφοδιαστική αλυσίδα: Υφιστάμενη κατάσταση και τάσεις αποδοχής της τεχνολογίας RFID στην ελληνική αγορά» 8ο πανελλήνιο συνέδριο Logistics, Αθήνα

Γ. Δικτυακοί Τόποι

1. Wikipedia:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Rfid>
2. Webopedia:
<http://www.webopedia.com/TERM/R/RFID.html>
3. Federal Trade Commission:
<http://www.ftc.gov/os/2005/03/050308rfidrpt.pdf>

4. Πρόγραμμα «Δικτυωθείτε»:

http://www.go-online.gr/ebusiness/specials/article.html?article_id=1591

http://www.go-online.gr/ebusiness/specials/article.html?article_id=1598

5. The European Union On-Line:

<http://europa.eu/scadplus/leg/el/lvb/l24120a.htm>

6. Association for automatic Identification and Mobility:

http://www.aimglobal.org/members/news/articlefiles/3396-CS_Alien-Diakinesis.pdf

7. EPC Global

<http://www.epcglobalinc.org>

8. The Greek Technology Team

www.techteam.gr/wiki/RFID

9. RFID Journal:

<http://www.rfidjournal.com/article/glossary/3#137>

10. Περιοδικό Plant- Management

<http://www.plant-management.gr/index.php?id=3675>

11. Περιοδικό RFID News

<http://www.rfidnews.org>

12. IBM

<http://www.ebusinessforum.gr/engine/index.php?op=modload&modname=Downloads&action=downloadsviewfile&ctn=633&language=el>

13. Lingsoe Systems

<http://www.lyngsoesystems.com/knowledge/RFID.asp>

14. IDTechEx

<http://www.idtechex.com/products/en/articles/00000030.asp>

15. RFID Update

<http://www.rfidupdate.com/articles/index.php?id=1530>