ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

Θέμα:

Εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας: Από τη θεωρία στην πράξη

Φοιτητής: Νικόλαος Πατρίκιος

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Μάρω Βλαχοπούλου

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2005

Ευχαριστίες

Επιθυμώ να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν στην πραγματοποίηση και ολοκλήρωση της διπλωματικής μου διατριβής.

Αισθάνομαι υποχρέωση να ευχαριστήσω την κα. Μάρω Βλαχοπούλου, Αναπλ. Καθηγήτρια στο τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής του πανεπιστημίου Μακεδονίας, η οποία με προέτρεψε στην εκπόνηση αυτής της ιδιαίτερα ενδιαφέρουσας εργασίας, καθώς και για τις γνώσεις που μου μετέδωσε καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού.

Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω την κα. Βασιλική Μάνθου, Αναπλ. Καθηγήτρια στο τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής του πανεπιστημίου Μακεδονίας, για τον πολύτιμο χρόνο που αφιέρωσε για την μελέτη και αξιολόγηση της διατριβής.

Οφείλω να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Δημήτρη Φωλίνα, Διδάκτορα του τμήματος Εφαρμοσμένης Πληροφορικής του πανεπιστημίου Μακεδονίας, για την εποικοδομητική συνεργασία και για τη συνεχή καθοδήγηση του, όσον αφορά τη δομή και το περιεχόμενο της εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου για τις θυσίες και την ηθική συμπαράσταση όλα αυτά τα χρόνια, ενώ θα ήταν παράλειψη να μην αναγνωρίσω τη στήριξη που μου πρόσφεραν οι φίλοι και συμφοιτητές μου κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής.

Περίληψη

Τα στελέχη των επιχειρήσεων βιώνουν τις τελευταίες δεκαετίες συνεχείς αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας των επιχειρήσεων. Ιδιαίτερα στη δεκαετία του 90 εμφανίστηκε πληθώρα πληροφοριακών τεχνολογιών με εφαρμογές στα logistics. Πολλές επιχειρήσεις στράφηκαν στην αποτελεσματική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, ούτως ώστε να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Η εμφάνιση της τεχνολογίας RFID αποτέλεσε μία επανάσταση, αυτοματοποιώντας πολλές διαδικασίες. Η δυνατότητα ραδιοσυχνικής ανίχνευσης, σε συνδυασμό με τη μοναδική αναγνώριση του προϊόντος και την αποθήκευση πολλών δεδομένων, άνοιξε νέους ορίζοντες για τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Με την υιοθέτηση RFID, οι επιχειρήσεις επιδιώκουν να βελτιώσουν την εσωτερική τους απόδοση, μέσω της καλύτερης διαχείρισης των αποθεμάτων και με τον περιορισμό του κόστους. Όμως, οι σύγχρονες επιχειρήσεις δεν αρκούνται πλέον μόνο στον έλεγχο των εσωτερικών τους διαδικασιών, αλλά προχωρούν σε συνεργασίες με πελάτες και προμηθευτές για τη δημιουργία μίας ολοκληρωμένης εφοδιαστικής αλυσίδας, όπου παρακολουθείται ο πλήρης κύκλος ζωής του προϊόντος, από την παραγωγή ως την τελική του κατανάλωση. Ήδη, αναζητούνται τρόποι για το συντονισμό των πληροφοριών, στο εξωτερικό και εσωτερικό των επιχειρήσεων.

Για την επένδυση σε RFID απαιτείται μεγάλο κεφάλαιο, ενώ τα αποτελέσματα από την εφαρμογή είναι μακροπρόθεσμα και ασαφή. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τα προβλήματα που παρουσιάζει η τεχνολογία κάνει τις επιχειρήσεις να είναι προς το παρόν διστακτικές. Παράλληλα, υπάρχουν αντιδράσεις από πλευράς καταναλωτικού κοινού για πιθανές χρήσεις της τεχνολογίας, που ίσως παραβιάζουν το ιδιωτικό απόρρητο.

Όμως, όσο αναπτύσσονται RFID συστήματα και αρχίζουν να διαφαίνονται τα πρώτα θετικά αποτελέσματα, αναστρέφεται το κλίμα. Οι επιχειρήσεις αρχίζουν σταδιακά να εκπαιδεύονται πάνω στη νέα τεχνολογία και να επενδύουν σε δοκιμαστικά προγράμματα. Η εφαρμογή RFID είναι χρονοβόρα διαδικασία και πρέπει να γίνεται κλιμακωτά. Το μέγεθος και η έκταση εφαρμογής RFID εξαρτάται από την κάθε επιχείρηση.

Κάποιες προχωρούν σε πλήρως αυτοματοποιημένα συστήματα, ενώ άλλες καταφεύγουν σε οικονομικότερες λύσεις, απλά για να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις ενός μεγάλου πελάτη.

Ο βασικός σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι να παρουσιάσει την υφιστάμενη κατάσταση της τεχνολογίας RFID πάνω σε διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας και ταυτόχρονα να προτείνει μεθόδους για την αποτελεσματική εφαρμογή της στην πράξη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 3

2. Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ RFID 6

2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ 6
2.2 ΠΡΩΤΟΠΟΡΟΙ 7
2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID 8
2.3.1 Ετικέτες 11
2.3.2 Συσκευές ανάγνωσης 13
2.3.3 Κεραία 14
2.3.4 Λογισμικό 15
2.4 ΠΡΟΤΥΠΑ 16
2.4.1 EPC 16
2.4.2 Εξέλιξη των κλάσεων στις ετικέτες 18

3.Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ 20

3.1 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ 21
3.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ 22

4. ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ RFID ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ 27

5. ΑΝΑΣΤΑΛΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ RFID 34

6.ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ RFID 41

6.1 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ RFID 41
6.1.2 Προστασία του συστήματος RFID 43
6.2 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ 46
6.2.1 Προστασία των προσωπικών δεδομένων 48

7. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ BARCODE ΚΑΙ RFID 54

7.1 BARCODES 54
7.2 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID – BARCODES 55
7.3 ΣΥΝΥΠΑΡΞΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ 59

8. «ΈΞΥΠΝΕΣ ΕΤΙΚΕΤΕΣ» 61

8.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ 61
8.2 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΩΝ «ΕΞΥΠΝΩΝ ΕΤΙΚΕΤΩΝ» 62

9. ΕΦΑΡΜΟΓΗ RFID ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ 63

9.1 ΑΝΑΛΥΣΗ 66
9.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΗ ΤΟΥ RFID ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 71
9.3 ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ RFID ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 75
9.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ RFID ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 78
9.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 80

10. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ 81

10.1 ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗ 81
10.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗ 84

11. ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ RFID 87

12. ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ 93

13. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ RFID 96

13.1 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ SLAP AND SHIP 96
13.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΑΠΟ SLAP&SHIP ΣΕ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ 101
13.3 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ PRINT AND APPLY 102

14. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ 104

15. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 107

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 110

1. Εισαγωγή

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί ένα σχετικά νέο τομέα αλλά ταυτόχρονα ένα από τα σημαντικότερα κομμάτια της σύγχρονης επιχειρηματικής δραστηριότητας. Ο επιτυχής έλεγχος της εφοδιαστικής αλυσίδας δίνει τη δυνατότητα καλύτερης διαχείρισης των αποθεμάτων, και κατά συνέπεια μείωσης του κόστους. Οι καινοτόμες τεχνολογίες έχουν μεταβάλει τον τρόπο διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η εισαγωγή των barcodes στις αρχές της δεκαετίας του 80' έφερε πολλές αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας των επιχειρήσεων, βελτιώνοντας τον τρόπο διαχείρισης των προϊόντων. Το RFID αναμφισβήτητα, αποτέλεσε μια επανάσταση στα πλαίσια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Κάποιοι το χαρακτήρισαν ως το barcode του 21^{ου} αιώνα, αν και διαφέρει σε πολλά σημεία από τα barcodes. Ζούμε στην εποχή της πληροφορίας και η τεχνολογία RFID παρέχει πληθώρα δεδομένων, που εάν η επιχείρηση τα εκμεταλλευθεί θα επωφεληθεί πολλαπλά. Πολλοί θεωρούν ότι η χρήση του RFID θα εξαπλωθεί στο μέλλον και σε εφαρμογές της καθημερινής μας ζωής.

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στο να μελετήσει τη χρήση της τεχνολογίας ραδιοσυχνικής αναγνώρισης (RFID) πάνω σε εφαρμογές της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ειδικότερα, η εργασία έχει ως στόχο να παρουσιάσει τον τρόπο εφαρμογής της τεχνολογίας RFID στην πράξη και παράλληλα ποια αποτελέσματα προκύπτουν από τη χρήση της. Η διπλωματική εργασία έγινε στα πλαίσια του προγράμματος μεταπτυχιακού σπουδών του τμήματος εφαρμοσμένης πληροφορικής και για την εκπόνηση της έγινε βιβλιογραφική ανασκόπηση. Αναλυτικά:

Στο **κεφάλαιο 2** γίνεται αρχικά μια ιστορική αναδρομή για το RFID και κατόπιν παρουσιάζονται οι επιχειρήσεις που πρωτοπόρησαν στην εφαρμογή RFID για τη διαχείριση της εφοδιαστικής τους αλυσίδας. Στη συνέχεια, περιγράφεται λεπτομερώς ο software και hardware εξοπλισμός της τεχνολογίας, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί. Επιπλέον, παρουσιάζονται οι προσπάθειες για την προτυποποίηση του RFID.

Στο **κεφάλαιο 3** περιγράφονται αρχικά οι διαδικασίες μιας τυπικής εφοδιαστικής αλυσίδας και στη συνέχεια ο τρόπος που μπορεί να εφαρμοστεί η τεχνολογία RFID σε κάθε φάση μιας σύγχρονης εφοδιαστικής αλυσίδας.

Στα **κεφάλαια 4 και 5** αναλύονται λεπτομερώς τα οφέλη και τα προβλήματα αντίστοιχα, που προκύπτουν από την εφαρμογή RFID σε μία επιχείρηση.

Στο **κεφάλαιο 6** θίγονται θέματα σχετικά με την ασφάλεια του RFID, τόσο για την ίδια την επιχείρηση όσο και για τα προσωπικά δεδομένα των καταναλωτών. Και για τις δύο περιπτώσεις γίνονται προτάσεις για την προστασία από πρόσβαση αναρμόδιων προσώπων σε ευαίσθητα δεδομένα.

Στο **κεφάλαιο 7**, αφού γίνεται μια μικρή παρουσίαση των barcodes, συγκρίνονται οι δύο τεχνολογίες αυτόματης αναγνώρισης προϊόντων. Κατά τη σύγκριση παρουσιάζονται τα υπέρ και τα κατά των δύο τεχνολογιών. Στη συνέχεια, περιγράφεται πως θα μπορούσαν να συνυπάρξουν RFID και barcodes.

Στο **κεφάλαιο 8** παρουσιάζεται ο τρόπος που μπορούν να συνδυαστούν οι δύο τεχνολογίες, μέσω της μεθόδου των «έξυπνων ετικετών», όπου σε μία ετικέτα βρίσκεται εξωτερικά μία barcode ετικέτα αλλά συγχρόνως έχει εντοιχισμένη στο εσωτερικό της και μία RFID. Εδώ αναλύονται τα πλεονεκτήματα και η ανατομία των «έξυπνων ετικετών».

Στο **κεφάλαιο 9** περνάμε από τη θεωρία στην πράξη. Το κεφάλαιο αυτό δίνει τις κατευθυντήριες γραμμές για μία ολοκληρωμένη εφαρμογή RFID σε μία επιχείρηση, όπου περιγράφεται η μεθοδολογία και τα στάδια για την εφαρμογή ενός συστήματος RFID.

Στο **κεφάλαιο 10** παρουσιάζεται τόσο ο τρόπος επιλογής όσο και τα κριτήρια βάσει των οποίων πρέπει να επιλεχτεί ο τεχνολογικός προμηθευτής, ο οποίος αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επιτυχία του συστήματος RFID.

Στο **κεφάλαιο 11** αναλύονται όλες οι πτυχές του κόστους επένδυσης σε μία ολοκληρωμένη εφαρμογή RFID. Περιλαμβάνεται εκτός από το κόστος αγοράς του υλικοτεχνικού εξοπλισμού, και το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας ενός πλήρους RFID συστήματος. Σε ορισμένες περιπτώσεις αναφέρονται και οι τιμές στις οποίες κυμαίνεται περίπου η τεχνολογία σήμερα.

Στο **κεφάλαιο 12** αναλύεται η απόδοση μια τέτοιας επένδυσης (ROI), παράμετρος που λαμβάνουν σοβαρά υπ' όψιν όλες οι επιχειρήσεις πριν προχωρήσουν σε μία επένδυση. Δίνονται παραδείγματα επιχειρήσεων που εφάρμοσαν RFID και τα αποτελέσματα που είδαν.

Στο **κεφάλαιο 13** παρουσιάζονται μέθοδοι εφαρμογής RFID, πέρα από μία ολοκληρωμένη και αυτοματοποιημένη λύση, όπως αναλύθηκε στο 9^{ο} κεφάλαιο. Η πρώτη μέθοδος είναι η slap and ship, μία «μινιμαλιστική» προσέγγιση, την οποία εφαρμόζουν οι επιχειρήσεις που δε διαθέτουν το κεφάλαιο για επένδυση σε ολοκληρωμένα συστήματα. Στη συνέχεια, εξηγούνται οι παράγοντες που συμβάλουν στην μετάβαση σε περισσότερο αυτοματοποιημένα συστήματα, όπως είναι η προσέγγιση print and apply.

Στο **κεφάλαιο 14** γίνονται προβλέψεις για την μελλοντική πορεία της τεχνολογίας RFID, όσον αφορά την εφοδιαστική αλυσίδα.

Τέλος, στο **15^{ο} κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας και τέλος αναφέρεται η σχετική ελληνική και ξένη βιβλιογραφία, καθώς και οι δικτυακοί τόποι που χρησιμοποιήθηκαν.

2. Η τεχνολογία RFID

2.1 Ιστορική Αναδρομή

Οι ιστορικοί και οι ειδήμονες συμφωνούν ότι σε γενικές γραμμές χρειάζονται 20 με 30 χρόνια για μία τεχνολογία να γίνει εμπορική και περίπου 40 με 50 χρόνια για να ωριμάσει πλήρως. Η τεχνολογία RFID παρουσιάζει μέτρια χρήση μετά τα 30 και πλέον χρόνια από το ξεκίνημα της. Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, το 1922 περίπου, προσδιορίζεται η «γέννηση» του ραντάρ. Στην πραγματικότητα χρησιμοποιήθηκε από το στρατό κατά τον Β' παγκόσμιο πόλεμο, όπου το ραντάρ εξέπεμπε ράδιο-σήματα για να αναγνωρίζει και να εντοπίζει κάθε αεροπλάνο από την αντανάκλαση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Η αντανάκλαση προσδιόριζε τη θέση και την ταχύτητα του αεροπλάνου (Bhuptani κ.α.,2005).

Οι πρώτες προσπάθειες εμπορικής χρήσης της εν λόγω τεχνολογίας ξεκίνησαν στα τέλη της δεκαετία του 60, όπου κάποιες εταιρίες ανέπτυξαν εξοπλισμό για ηλεκτρονική παρακολούθηση αντικειμένου (EAS). Αυτού του είδους το σύστημα χρησιμοποιούσε φθηνές 1-bit ετικέτες, που ήταν τοποθετημένες σε ένα αντικείμενο και παρείχε αντικλεπτική προστασία. Όταν το αντικείμενο βρισκόταν κοντά σε ένα αναγνώστη(reader), που συνήθως ήταν τοποθετημένος στην έξοδο, ενεργοποιούσε τον συναγερμό.

Κατά τη δεκαετία του 70, οι εταιρίες ερευνούσαν τρόπους για περαιτέρω εμπορική χρήση της RFID τεχνολογίας. Εκτεταμένες εφαρμογές παρατηρήθηκαν στην παρακολούθηση αυτοκινήτων και ζώων, καθώς και στον αυτοματισμό εργοστασίων.

Στη δεκαετία του 80 η χρήση της τεχνολογίας RFID εξαπλώθηκε σε διαφορετικές χώρες. Στην Αμερική χρησιμοποιήθηκε κυρίως στις μεταφορές και στην πρόσβαση προσώπων, ενώ από την άλλη πλευρά, στην Ευρώπη σε ζώα και σε επιχειρηματικές εφαρμογές. Στα τέλη της δεκαετία του 80 και αρχές 90 αναπτύχθηκαν συστήματα ηλεκτρονικών διοδίων, ενώ παράλληλα σμίκρυναν και τα εξαρτήματα που αποτελούν τα συστατικά μέρη του RFID. (AIM,2001).

Η δεκαετία του 90 θεωρείται η δεκαετία άνθησης της τεχνολογίας RFID, κατά τη διάρκεια της οποίας εξαπλώθηκε η χρήση του RFID σε διαφόρους τομείς. Στα τέλη της αναπτύχθηκαν οι παθητικές ετικέτες, χωρίς μπαταρία, πολύ υψηλής συχνότητας (UHF) που προσέφεραν συνδυασμό καλύτερης εμβέλειας και τιμής, καθώς και υψηλότερές ταχύτητες σε σχέση με τις προγενέστερες που βασίζονταν σε χαμηλές συχνότητες LF και HF. Τα UHF συστήματα πρωτοστάτησαν σε νέες χρήσεις και εφαρμογές βασιζόμενες στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

2.2 Πρωτοπόροι

Το 2005 θεωρείται έτος ορόσημο για την μαζική ανάπτυξη της τεχνολογίας RFID πάνω σε εφαρμογές της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τον Ιούνιο του 2003 η Wal-Mart, ο μεγαλύτερος λιανοπωλητής παγκοσμίως, ανακοίνωσε στους 100 κορυφαίους προμηθευτές της ότι από 1 Ιανουαρίου 2005 πρέπει να τοποθετήσουν ετικέτες RFID στις παλέτες και στα κιβώτια. Εκτός από αυτούς προσφέρθηκαν εθελοντικά ακόμα 37. Αυτή η εντολή δόθηκε σε όλους τους προμηθευτές παγκοσμίως. Παράλληλα ανακοινώθηκε ότι η εταιρία θα ξεκινήσει πιλοτικές δοκιμές στα 3 κέντρα διανομής της στο Τέξας.

Από 1 Ιανουαρίου 2005 ξεκίνησαν 53 προμηθευτές να μεταφέρουν τα εμπορεύματα τους με τοποθετημένες RFID ετικέτες, στα κέντρα διανομής στο Τέξας ενώ μέχρι τέλος Φεβρουαρίου αναμενόταν και οι υπόλοιποι προμηθευτές που συμμετέχουν. Ήδη, η Wal-Mart έχει εγκαταστήσει συσκευές ανάγνωσης σε 104 από τα καταστήματα της ενώ προβλέπεται να επεκταθούν σε 600, μέχρι τον Οκτώβριο του 2005. Υπολογίζεται ότι οι επόμενοι 200 προμηθευτές της θα χρησιμοποιήσουν RFID ετικέτες από τον Ιανουάριο του 2006 και οι υπόλοιποι προμηθευτές, μέχρι το τέλος 2006 σε μικρότερη έκταση (Blanchard,2005). Αξίζει να σημειωθεί ότι η Wal-Mart πριν από δύο δεκαετίες ήταν πάλι από τους πρωτοπόρους που συνέβαλαν στην ευρεία ανάπτυξη των barcodes (Cooke,2003).

Τον Οκτώβριο του 2003 το υπουργείο άμυνας της Αμερικής επίσης ανακοίνωσε την πρόθεση του να χρησιμοποιήσει RFID για τη διαχείριση των αποθεμάτων του στρατού. Παρόλο που χρησιμοποιεί συστήματα με ενεργές ετικέτες τα τελευταία 10 χρόνια, ζήτησε από τους προμηθευτές του να εξοπλιστούν με παθητικές ετικέτες από τις αρχές του 2005. Το υπουργείο άμυνας υπολογίζεται ότι συνεργάζεται με 43.000 προμηθευτές περίπου, από τους οποίους οι 500 είναι οι κύριοι προμηθευτές. (Kleist κ.α.,2004)

Εκτός από την Wal-Mart και το υπουργείο εθνικής άμυνας της Αμερικής, ήδη η γερμανική αλυσίδα λιανεμπορίου Metro Group έχει υλοποιήσει ανάλογες εφαρμογές σε ένα από τα καταστήματα της, το οποίο ονομάζεται κατάστημα του μέλλοντος. Σήμερα, ο αριθμός των προϊόντων στο κατάστημα που πωλούνται και είναι ανεφοδιασμένα με RFID αγγίζει τα 1700. Η Metro Group πρόκειται στο άμεσο μέλλον να χρησιμοποιήσει την τεχνολογία RFID σε ολόκληρη την αλυσίδα διαδικασιών της, αρχίζοντας με 100 προμηθευτές, 10 κεντρικές αποθήκες εμπορευμάτων και 250 καταστήματα.(Κουρουθανάσης κ.α.,2004)

2.3 Περιγραφή της τεχνολογίας RFID

Η τεχνολογία αναγνώρισης μέσω ραδιοσυχνοτήτων (RFID) εντοπίζει και αναγνωρίζει αντικείμενα. Το hardware κομμάτι της αποτελείται από μία ειδική ετικέτα, που τοποθετείται πάνω στο αντικείμενο, μία συσκευή ανάγνωσης και μία κεραία. Το κομμάτι του λογισμικού είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση των δεδομένων που μεταδίδονται μεταξύ ετικέτας, συσκευής ανάγνωσης και υπολογιστή.

Η κεραία εκπέμπει ράδιο-σήματα ώστε να ενεργοποιήσει την ετικέτα για να διαβάσει και να εγγράψει δεδομένα σε αυτήν. Οι κεραίες είναι οι αγωγοί μεταφοράς ανάμεσα στην ετικέτα και τον πομποδέκτη, ο οποίος ελέγχει την επικοινωνία και την κατοχή των δεδομένων του συστήματος. Συνήθως, η κεραία συσκευάζεται με τον πομποδέκτη και ένα αποκωδικοποιητή και μετατρέπεται σε αναγνώστη, ο οποίος μπορεί να διαμορφωθεί είτε ως φορητή είτε ως σταθερή συσκευή.

Η συσκευή ανάγνωσης εκπέμπει τα ραδιοκύματα σε απόσταση μίας ίντσας έως και περισσότερο από 100 πόδια, ανάλογα με την έξοδο ισχύος και τη ραδιοσυχνότητα που χρησιμοποιείται. Όταν μία ετικέτα περνά μέσα στο πεδίο της ηλεκτρομαγνητικής ζώνης ανιχνεύει το σήμα ενεργοποίησης από τη συσκευής ανάγνωσης. Η επικοινωνία μεταξύ συσκευής ανάγνωσης και ετικέτας ρυθμίζεται από συγκεκριμένα πρωτόκολλα. Στην περίπτωση της εφοδιαστικής αλυσίδας από το πρωτόκολλο EPC UHF Class1. Στη συνέχεια η συσκευή ανάγνωσης αποκωδικοποιεί τα κωδικοποιημένα στοιχεία του ενσωματωμένου κυκλώματος της ετικέτας και τα στοιχεία περνούν στον υπολογιστή για επεξεργασία (http://www.aimglobal.org/technologies/rfid). Ο υπολογιστής είναι συχνά μέρος ενός ευρύτερου δικτύου υπολογιστών συνδεδεμένο με το Internet.

Η συχνότητα εκπομπής ραδιοκυμάτων ανάμεσα σε ετικέτα και αναγνώστη διαφέρει ανάλογα με τις εφαρμογές. Τα συστήματα με χαμηλές συχνότητες εκπομπής έχουν μικρή εμβέλεια ανάγνωσης των ετικετών και χαμηλότερο κόστος. Όσο αυξάνεται η συχνότητα εκπομπής μεγαλώνει και το πεδίο ανάγνωσης του συστήματος και οι ετικέτες που λειτουργούν σε υψηλότερες συχνότητες είναι δυνατόν να αναγνωστούν από πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις, σε σύγκρισή με αυτές που λειτουργούν σε χαμηλότερες συχνότητες (Γιαγλής κ.α., 2004). Ταυτόχρονα όμως με την αύξηση της συχνότητας εκπομπής αυξάνεται και το κόστος του συστήματος. Ο πίνακας 1 παρουσιάζει τις ζώνες συχνοτήτών, το εύρος τους, την εμβέλεια ανάγνωσης και κάποιες χαρακτηριστικές εφαρμογές.

Πίνακας 1 :οι ζώνες συχνότητας της τεχνολογίας RFID

Ζώνη συχνότητας	***Εύρος***	***Εμβέλεια Ανάγνωσης***	***Εφαρμογές***
Χαμηλή (LF)	100-500 kHz	Μέχρι 50,8cm	▪ Έλεγχος πρόσβασης, ▪ Εντοπισμός ζώων, ▪ έλεγχος αποθεμάτων, ▪ ανάφλεξη αυτοκινήτων
Μέση (HF)	13,56 MHZ	1 μέτρο	▪ Ηλεκτρονική παρακολούθηση αντικειμένων ▪ Έλεγχος αποθεμάτων ▪ Έξυπνες κάρτες ▪ Βιβλιοθήκες
Υψηλή (UHF)	850-950 MHZ	6 μέτρα	▪ Εφοδιαστική αλυσίδα ▪ Έλεγχος αποσκευών ▪ Συστήματα πληρωμής ▪ Παρακολούθηση αυτοκινητοδρόμου
Μικροκύματα	2,45 GHz και 5,8 GHz	1 έως 3 μέτρα	▪ Παρακολούθηση αντικειμένων ▪ Διόδια

2.3.1 Ετικέτες

Οι ετικέτες είναι γνωστές και ως αναμεταδότες, καθώς μεταδίδουν τα δεδομένα, που έχουν αποθηκευμένα, στη συσκευή ανάγνωσης. Μια RFID ετικέτα είναι κατασκευασμένη από ένα μικροτσίπ, όπου μαζί με ένα πηνίο κεραίας καλύπτονται από μία θήκη από σιλικόνη ή γυαλί. Στο μικροτσίπ είναι αποθηκευμένος ο ηλεκτρονικός κωδικός προϊόντος (EPC) και περιέχονται λεπτομερείς πληροφορίες για το εκάστοτε προϊόν, ενώ η ετικέτα, μέσω της κεραίας, ανταλλάσσει πληροφορίες με τη συσκευή ανάγνωσης. Η κεραία επιτρέπει στην ετικέτα να μπορεί να διαβαστεί από απόσταση, ενώ το μέγεθος της καθορίζει και το μέγεθος της ετικέτας.

Τύποι ετικέτας

Οι ετικέτες RFID διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

1. ***Ενεργές ετικέτες*:** οι ενεργές ετικέτες έχουν ενσωματωμένη μπαταρία που τις τροφοδοτεί με ενέργεια. Με αυτό τον τρόπο μεταδίδουν πληροφορίες διαθέτοντας δική τους ενέργεια, χωρίς να εξαρτώνται από την ενεργοποίηση μέσω της συσκευής ανάγνωσης. Το μέγεθος μνήμης μιας ενεργούς ετικέτας ποικίλει σύμφωνα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής, δεδομένου ότι μερικά συστήματα λειτουργούν ακόμα και με 1 MB μνήμης (www.aimglobal.org). Επιπλέον, οι ενεργές ετικέτες έχουν τη δυνατότητα εκπομπής και λήψης σήματος σε απόσταση ίση με ένα γήπεδο ποδοσφαίρου, διαθέτουν μεγαλύτερη ακρίβεια και αντέχουν σε σκληρές κλιματολογικές συνθήκες. Από την άλλη έχουν υψηλό κόστος, μεγάλο μέγεθος και μικρό χρόνο ζωής. Η τεχνολογία των ενεργών ετικετών χρησιμοποιήθηκε από τους αμερικάνους στον πόλεμο του Ιράκ για τη διαχείριση των αποθεμάτων (Bhuptani κ.α.,2005).
2. ***Παθητικές ετικέτες*:** οι παθητικές ετικέτες δε διαθέτουν μπαταρία αλλά αντλούν ενέργεια από τη συσκευή ανάγνωσης. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που εκπέμπονται από τη συσκευή ανάγνωσης ενεργοποιούν την ετικέτα, που με τη σειρά της χρησιμοποιεί την ενέργεια για να επικοινωνήσει με τη συσκευή ανάγνωσης. Η ετικέτα έχει χαμηλό κόστος, μικρό μέγεθος και έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

Σε αντίθεση με την ενεργητική ετικέτα, η παθητική δεν έχει την ικανότητα να εκπέμψει σήματα από μόνη της χωρίς την ύπαρξη συσκευής ανάγνωσης. Η πλειοψηφία των εφαρμογών της εφοδιαστικής αλυσίδας χρησιμοποιεί τις συγκεκριμένες ετικέτες (Kleist κ.α.,2004).

3. ***Ημι-παθητικές ετικέτες:*** Οι ημι-παθητικές ετικέτες διαθέτουν πολλά από τα χαρακτηριστικά της παθητικές ετικέτες, όπως ότι είναι μικρές και ελαφριές, αλλά έχουν ενσωματωμένη μπαταρία. Αντλούν ενέργεια από την μπαταρία αλλά χρησιμοποιούν και το πεδίο της συσκευής ανάγνωσης για να επικοινωνήσουν μαζί της. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα συνδυασμό της ενεργής και της παθητικής ετικέτας (Bhuptani κ.α.,2005).

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των παραπάνω ετικετών.

Πίνακας 2. Η κατηγοριοποίηση των ετικετών RFID

	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Παρατηρήσεις
Παθητικές Ετικέτες	▪ Μεγαλύτερος χρόνος ζωής ▪ Χαμηλό κόστος ▪ Χαμηλό βάρος ▪ Απεριόριστη διάρκεια λειτουργίας	▪ Περιορισμένη απόσταση 4-5 μέτρα ▪ Αυστηρά ελεγχόμενες από τοπικούς κανονισμούς ▪ Απαιτούν την ύπαρξη μιας συσκευής ανάγνωσης	Πολυχρησιμοποιημένες σε εφαρμογές RFID
Ημι-παθητικές Ετικέτες	▪ Καλύτερη απόσταση επικοινωνίας ▪ Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στη διαχείριση άλλων συσκευών όπως οι αισθητήρες (sensors)	▪ Ακριβό εξαιτίας της μπαταρίας ▪ Δυσκολία προσδιορισμού πότε μια μπαταρία είναι καλή ή όχι, ειδικά σε περιβάλλοντα που υπάρχουν πολλοί αναμεταδότες	Χρησιμοποιούνται κυρίως σε συστήματα πραγματικού χρόνου, όπου απαιτείται ανίχνευση υλικών υψηλής αξίας
Ενεργές Ετικέτες	▪ Δεν υπάρχουν αυστηροί κανονισμοί όπως στις «παθητικές» ετικέτες ▪ Έχουν μεγαλύτερο εύρος ανάγνωσης σε σχέση με τις «παθητικές» ετικέτες	▪ Η ύπαρξη πολλών «ενεργών» αναμεταδοτών παρουσιάζει περιβαλλοντικό κίνδυνο, λόγω των τοξικών που υπάρχουν στις μπαταρίες ▪ Μεγάλο μέγεθος ▪ Μεγάλο κόστος ▪ Χαμηλός μέσος όρος ζωής	Χρησιμοποιούνται στα logistics για τον εντοπισμό τρένων, φορτηγών, κ.α.

Πηγή : (Γιαγλής κ.α., 2004), «Τεχνολογίες αυτόματης αναγνώρισης προϊόντων για την ολοκλήρωση της εφοδιαστικής αλυσίδας»

Ένας ακόμη τρόπος διάκρισης των ετικετών είναι από τον προγραμματισμό τους. Στις ετικέτες «ανάγνωσης/ γραφής» (read/write) τα δεδομένα των ετικετών μπορούν να διαγραφούν και να ξαναγραφούν ή να τροποποιηθούν. Η δυνατότητα επαναπρογραμματισμού των ετικετών αυξάνει τις λειτουργίες τους, καθώς μπορούν να αποθηκευθούν περισσότερα δεδομένα και να επιταχυνθούν οι διαδικασίες. Αυτό συνεπάγεται αποθήκευση περισσότερων πληροφοριών σε σχέση με το προϊόν, μειώνοντας έτσι τα λάθη λόγω έλλειψης στοιχείων. Ειδικότερα, τα read/ write συστήματα επιτρέπουν να προστεθούν, να μειωθούν ή να κλειδωθούν τα δεδομένα που περιέχονται στην ετικέτα. Αυτή η εφαρμογή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για προϊόντα που τα στοιχεία τους, όπως π.χ. η τιμή, χρειάζονται συνεχώς ενημέρωση. Τα δεδομένα των ετικετών μπορούν ακόμα και να σβηστούν και να χρησιμοποιηθούν ξανά. Όταν ένα προϊόν ή μια παλέτα παύεται να παρακολουθείται, οι πληροφορίες της ετικέτας του μπορούν να διαγραφούν, να επαναγραφούν και να χρησιμοποιηθούν σε άλλο προϊόν. Η συγκεκριμένη δυνατότητα έχει ως πλεονέκτημα την επαναχρησιμοποίηση των ετικετών και τη μείωση του κόστους από την αγορά συνεχώς καινούργιων.

Αντίθετα στις ετικέτες «μόνο για ανάγνωση» τα δεδομένα δεν μπορούν να τροποποιηθούν. Σε αυτές τις ετικέτες δεν διατρέχεται κίνδυνός διαγραφής ή λάθος προγραμματισμού μιας ετικέτας και είναι φθηνότερες σε σχέση με τις ετικέτες «ανάγνωσης/ γραφής». Όμως, το πλεονέκτημα αυτό εξαλείφεται από την συνεχή αγορά ετικετών για κάθε παλέτα ή κιβώτιο που χρησιμοποιείται, καθώς αυξάνεται το κόστος (Intermec,2003).

2.3.2 Συσκευές ανάγνωσης

Οι συσκευές ανάγνωσης μεταδίδουν ραδιοκύματα για να εντοπίσουν και να αναγνωρίσουν τα αντικείμενα που διαθέτουν RFID ετικέτα και βρίσκονται εντός μιας καθορισμένης ακτίνας. Δεν απαιτείται η οπτική επαφή μεταξύ ετικέτας, κεραίας και συσκευής ανάγνωσης. Στην περίπτωση της παθητικής ετικέτας, η συσκευή τροφοδοτεί με την απαιτούμενη ενέργεια την ετικέτα, όταν είναι εντός του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου της, έτσι ώστε να ενεργοποιηθεί.

Η πιο συνηθισμένη λειτουργία της συσκευής, όπως υποδηλώνει και το όνομα της, είναι η ανάγνωση των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα στην ετικέτα. Η διαδικασία αυτή απαιτεί την ύπαρξη ενός αλγόριθμου που θα διασφαλίζει την ταχύτητα, την αξιοπιστία και την ασφάλεια. Η συσκευή ανάγνωσης έχει τη δυνατότητα εγγραφής δεδομένων σε μία καινούργια ετικέτα ή ακόμα μεταβολής και διαγραφής δεδομένων σε μια ετικέτα, εφόσον πρόκειται για ετικέτα «ανάγνωσης/ γραφής». Επιπλέον, είναι υπεύθυνη για τη ροή των δεδομένων ανάμεσα στην ετικέτα και τον υπολογιστή του συστήματος. Συνήθως, η επικοινωνία μεταξύ της συσκευής ανάγνωσης και υπολογιστή γίνεται μέσω σειριακής ή Ethernet σύνδεσης. Η συσκευή μπορεί να είναι φορητή ή να είναι τοποθετημένη σε σταθερό σημείο (Bhuptani κ.α.,2005).

2.3.3 Κεραία

Η κεραία είναι ο συνδετικός κρίκος για την επικοινωνία μεταξύ ετικέτας και συσκευής ανάγνωσης. Οι κεραίες της συσκευής ανάγνωσης είναι το πιο ευαίσθητο στοιχείο ενός RFID συστήματος. Ο σχεδιασμός και η τοποθέτηση της κεραίας παίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό του πεδίου εκπομπής της συσκευής ανάγνωσης και κατ' επέκταση της ακρίβειας και του εύρους επικοινωνίας. Η κεραία πρέπει να τοποθετείται σε εκείνο το σημείο, όπου βελτιστοποιείται ο εντοπισμός της ετικέτας και η ανάγνωση των δεδομένων της. Υπάρχουν δύο είδη κεραίας για τη συσκευή ανάγνωσης:

- Η *γραμμική κεραία* παρέχει μεγαλύτερη εμβέλεια ανάγνωσης, αλλά είναι ευαίσθητη ως προς την τοποθέτηση της ετικέτας, η οποία πρέπει να βρίσκεται σε συγκεκριμένη θέση. Η γραμμική κεραία ενδείκνυται να χρησιμοποιείται σε ιμάντα στη γραμμή παραγωγής, όπου η ετικέτα των προϊόντων βρίσκεται στο ίδιο σημείο.
- Η *κυκλική κεραία* εκπέμπει ραδιοκύματα προς διάφορες κατευθύνσεις ταυτόχρονα. Με αυτό τον τρόπο εντοπίζει αντικείμενα που βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία και ξεπερνά πιθανά εμπόδια που παρεμβάλλονται. Από την άλλη, μειονεκτεί σε εμβέλεια και εστίαση σε σχέση με τη γραμμική.

Μια ή και περισσότερες κεραίες μπορούν να είναι συνδεδεμένες σε μία συσκευή ανάγνωσης ανάλογα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής. Στη φορητή συσκευή ανάγνωσης, η κεραία είναι εγκατεστημένη πάνω στη συσκευή. Σε άλλες περιπτώσεις, πολλές κεραίες μπορούν να εγκατασταθούν μακριά από τη συσκευή ανάγνωσης σε εκείνα τα σημεία που επιτυγχάνεται η βελτιστοποίηση της ποιότητας και τους εύρους των ραδιοκυμάτων. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού χρειάζεται να γίνουν δοκιμές για την τοποθέτηση και εγκατάσταση όλων των στοιχείων που αποτελούν το RFID σύστημα (Kleist κ.α.,2004 ; Bhuptani κ.α.,2005).

2.3.4 Λογισμικό

Το software και middleware είναι τα σημαντικότερα στοιχεία ενός RFID συστήματος, αφού χωρίς αυτά δεν είναι τίποτα περισσότερο από ένα σύστημα στο οποίο απλά μεταδίδονται δεδομένα. Το λογισμικό είναι απαραίτητο για να ενοποιηθεί η τεχνολογία RFID με τα υπόλοιπα πληροφοριακά συστήματα της επιχείρησης. Το software είναι το σύνολο των λειτουργιών που χρειάζονται για την επικοινωνία ετικέτας και συσκευής ανάγνωσης. Το middleware είναι το ενδιάμεσο λογισμικό και παίζει το ρόλο του συνδετικού κρίκου μεταξύ RFID τεχνολογίας και των ERP (Enterprise Resource Planning), WMS (Warehouse Management Systems) και OMS (Order Management Systems) ή οποιουδήποτε άλλου πληροφοριακού συστήματος χρησιμοποιεί μία επιχείρηση. Το middleware συντελεί στην κωδικοποίηση, συλλογή, επεξεργασία και την ενοποίηση των δεδομένων που μεταδίδονται μεταξύ ετικέτας και συσκευής ανάγνωσης και τελικώς την ενσωμάτωση τους στο πληροφοριακό σύστημα της επιχείρησης. Εάν η επιχείρηση θέλει να εκμεταλλευθεί τα πλεονεκτήματα που παρέχει η τεχνολογία RFID πρέπει να ενοποιήσει τις λειτουργίες του RFID με το WMS της, έτσι ώστε να αυξηθεί η αποδοτικότητα της επιχείρησης. Μόνο με την ολοκλήρωση της τεχνολογίας RFID με τα πληροφοριακά συστήματα της επιχείρησης μπορεί να αυξηθεί πραγματικά η απόδοση του συστήματος (Capone κ.α.,2004).

Παράλληλα, το middleware μπορεί να λειτουργήσει ως αποθήκη δεδομένων, ούτως ώστε να αποθηκεύει προσωρινά δεδομένα που δεν χρειάζεται άμεσα το WMS (Special Supplement, 2004).

2.4 Πρότυπα

2.4.1 EPC

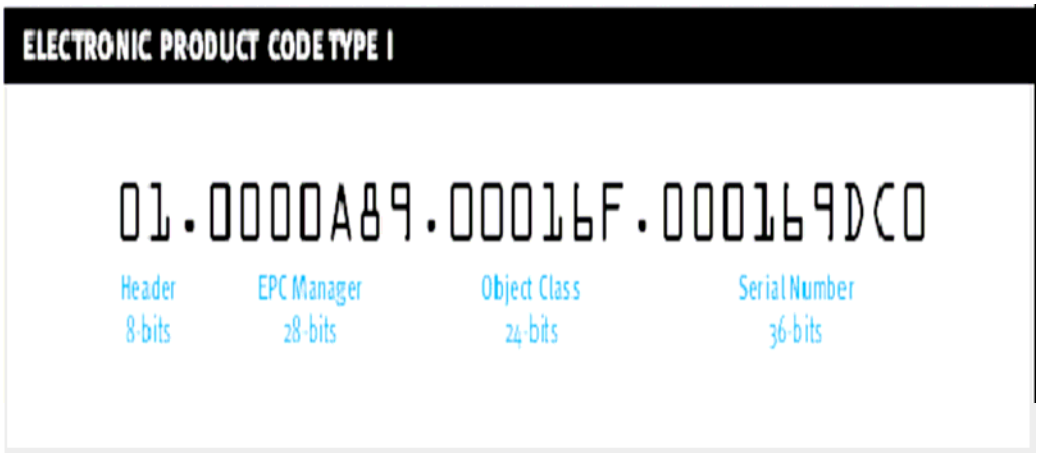
Τα πρότυπα παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της τεχνολογίας. Τα πρότυπα εξασφαλίζουν ότι διαφορετικές συσκευές μπορούν να λειτουργήσουν μεταξύ τους, χωρίς να υπάρχει πρόβλημα συμβατότητας. Η προσπάθεια δημιουργίας προτύπων ξεκίνησε από το τμήμα μηχανολογίας του MIT, με την ονομασία Auto-ID Center τον Οκτώβριο του 1999. Εκεί προσπάθησαν να δημιουργήσουν όσο το δυνατόν πιο απλές ετικέτες, με σκοπό να μειώσουν το κόστος τους. Όμως, η προσπάθεια αυτή είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της χωρητικότητας μνήμης τους. Αυτό οδήγησε στην ιδέα δημιουργίας ενός Ηλεκτρονικού Κωδικού Προϊόντος (EPC) που παρέχει γρήγορες και λεπτομερείς πληροφορίες ενός προϊόντος, κιβωτίου ή παλέτας σε οποιοδήποτε σημείο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Το EPC πρόκειται για μία επέκταση του UPC που χρησιμοποιούσαν τα barcodes και επιτρέπει την κωδικοποίηση περισσότερων και λεπτομερέστερων πληροφοριών σε σχέση με το UPC. Στόχος δεν ήταν να αντικαταστήσουν τα barcodes, αλλά να βοηθήσουν τις εταιρίες να μεταβούν ευκολότερα από τα barcodes στα RFID.

Το Auto-ID center σταμάτησε επίσημα να λειτουργεί στις 26 Οκτωβρίου 2003. Τη θέση του πήρε το EPCglobal, ένας μη κερδοφόρος οργανισμός. Πρόκειται για τη συνένωση των EAN International και του Uniform Code Council, που διευθύνει τον UPC barcode, και αποτελείται από 100 οργανισμούς-μέλη και με περισσότερα από ένα εκατομμύριο μέλη που αντιπροσωπεύουν 102 χώρες. Ο EPCglobal συνέβαλε στην καθιέρωση του Ηλεκτρονικού Κώδικα Προϊόντος ως το παγκόσμιο πρότυπο για άμεση, αυτόματη και ακριβή ταυτοποίηση ενός αντικειμένου στην εφοδιαστική αλυσίδα (Kleist κ.α.,2004).

Ο Ηλεκτρονικός Κώδικας Προϊόντος (EPC) είναι ένας μοναδικός αριθμός αποτελούμενος από 64-256 bits και περιλαμβάνει τέσσερα διακριτικά πεδία (Γιαγλής κ.α., 2004):

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

Σχήμα 1: Η μορφή του EPC



Πηγή : (Γιαγλής κ.α., 2004), «Τεχνολογίες αυτόματης αναγνώρισης προϊόντων για την ολοκλήρωση της εφοδιαστικής αλυσίδας»

2.4.2 Εξέλιξη των κλάσεων στις ετικέτες

Ο οργανισμός EPCglobal προχώρησε στη δημιουργία ορισμών και προτύπων για τις ετικέτες.

Την κλάση 0 αποτελούν οι παθητικές ετικέτες UHF που προγραμματίζονται από το εργοστάσιο. Ο αριθμός ταυτότητας της ετικέτας είναι προκαθορισμένος. Είναι ο απλούστερος τύπος ετικέτας και χρησιμοποιείται κυρίως ως αντικλεπτικός μηχανισμός. Οι ετικέτες της κλάσης 1 είναι παθητικές UHF ή HF και μπορούν να επαναπρογραμματιστούν.

Οι ετικέτες της κλάσης 0 και 1 χρησιμοποιούνται ήδη από εταιρίες, κυρίως από αυτές που συνεργάζονται με τη Wal-Mart. Η περιορισμένη λειτουργικότητα και το κόστος τους δεν αποδίδουν καθόλου κέρδος στην επιχείρηση (Barlas,2004). Για αυτό το λόγο ο οργανισμός EPCglobal επικύρωσε τις προδιαγραφές της τεχνολογίας δεύτερης γενιάς (UHF Generation 2), γνωστή και ως Gen2. Η δεύτερη γενιά αποτελεί ορόσημο στην ανάπτυξη της τεχνολογίας RFID για εφαρμογές της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η νέα γενιά σκοπεύει να βελτιώσει την απόδοση της τεχνολογία σε σύγκριση με αυτή της πρώτης γενιάς (ThingMagic, 2005).

Η τεχνολογία δεύτερης γενιάς βασίζεται σε ένα πρωτόκολλο που μπορεί να εφαρμοστεί παγκοσμίως, ενώ η προηγούμενη γενιά ήταν προγραμματισμένη να καλύπτει τις ανάγκες της Αμερικής. Οι άνθρωποι του EPCglobal διερεύνησαν τους κανονισμούς και περιορισμούς, τόσο σε επίπεδο ισχύς και όσο και στις συχνότητες, των χωρών εκείνων που εκφράσανε την επιθυμία να συνεργαστούν για τις συχνότητες UHF. Έτσι, δημιούργησαν ένα ευέλικτο πρωτόκολλο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορα μέρη του κόσμου και σε διαφορετικό πεδίο συχνοτήτων, λύνοντας έτσι το πρόβλημα της συμβατότητας (Trunick, 2005).

Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό της δεύτερης γενιάς είναι η μεγαλύτερη ταχύτητα ανάγνωσης ετικετών που είναι μέχρι και 8 φορές ταχύτερη σε σχέση με την προηγούμενη γενιά.

Επίσης, περιλαμβάνονται βελτιώσεις στη λειτουργία της ανάγνωσης των ετικετών κάνοντας την τεχνολογία περισσότερο αξιόπιστη, καθώς δίνεται η δυνατότητα επικοινωνίας ετικετών και συσκευών ανάγνωσης που προέρχονται από διαφορετικούς προμηθευτές. Το νέο πρωτόκολλο της Gen2 περιλαμβάνει διαδικασίες κρυπτογράφησης και απαιτείται η δημιουργία ασφαλούς σύνδεσης μεταξύ ετικέτας και συσκευής ανάγνωσης πριν γίνει η μετάδοση των δεδομένων, συνεπώς καθίσταται δύσκολο να τροποποιηθεί ο ηλεκτρονικός κωδικός του προϊόντος. Αυτή η διαδικασία προστατεύει τα δεδομένα των ετικετών από πιθανές παρεμβολές και παραποιήσεις από τρίτους (Intermec, 2005).

Οι νέες συσκευές ανάγνωσης χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: οι απλές (single) συσκευές, δηλαδή μια συσκευή καλύπτει μια περιοχή, οι πολλαπλές (multiple) όπου ένας περιορισμένος αριθμός γειτονικών συσκευών μοιράζονται τα ραδιοκύματα και τέλος οι πυκνοτοποθετημένες (dense) συσκευές ανάγνωσης, δηλαδή με εγκατεστημένες σε ένα χώρο παραπάνω από 50 συσκευές ανάγνωσής. Έτσι, με τη νέα τεχνολογία, οι ετικέτες θα επικοινωνούν με τη πλησιέστερη συσκευή ανάγνωσης και μειώνεται ο κίνδυνος παρεμβολών (Hotchkiss, 2005).

Από την άλλη πλευρά, το κόστος της τεχνολογίας δεύτερης γενιάς θα είναι μεγαλύτερο, καθώς οι νέες ετικέτες και συσκευές ανάγνωσης είναι σαφώς βελτιωμένες και με περισσότερες δυνατότητες. Το αυξημένο κόστος μπορεί να λειτουργήσει αποτρεπτικά για τις επιχειρήσεις, που προσπαθούν να επενδύσουν στα ήδη ακριβά συστήματα RFID (Roberti, 2005).

Οι ετικέτες δεύτερης γενιάς αναμένεται να είναι ευρεία διαθέσιμες από τα τέλη του 2005 με αρχές 2006. Παρ΄ όλα αυτά, οι ετικέτες πρώτης γενιάς δεν θα εκλείψουν, αλλά θα συνυπάρχουν με αυτές της δεύτερης γενιάς για τους υπόλοιπους 6 με 12 μήνες. Η τιμή και η απόδοση της νέας τεχνολογίας θα παίξουν σημαντικό ρόλο στην υιοθέτηση της από τις επιχειρήσεις. Ο χρόνος θα δείξει κατά πόσο η τεχνολογία δεύτερης γενιάς θα συμβάλλει στη λύση των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν τα συστήματα RFID (ThingMagic, 2005).

3.Η χρήση της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα

Η τεχνολογία RFID μπορεί να εφαρμοστεί δυνητικά 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. Η παρούσα εργασία θα επικεντρωθεί κυρίως στην τρόπο που το RFID θα αυτοματοποιήσει την εφοδιαστική αλυσίδα.

3.1 Επισκόπηση της εφοδιαστικής αλυσίδας

Σε αυτή την ενότητα γίνεται μία επισκόπηση της ροής των προϊόντων σε μία εφοδιαστική αλυσίδα λιανεμπορίου.

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. Συχνά, τα εμπορεύματα δεν αποθηκεύονται αλλά αποστέλλονται απευθείας στο κατάστημα, το ονομαζόμενο 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 Εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα

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° και κατεργάζονται (π.χ. βάφονται) και συνεπώς είναι δύσκολη η παρακολούθηση τους σε ένα τόσο αντίξοο περιβάλλον. Προσαρτώντας μια RFID ετικέτα στα συστατικά μέρη και εξαρτήματα, παρέχεται η δυνατότητα παρακολούθησης 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 (www.aimglobal.org).

  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 αναγνωστών 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 (Capone 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 . Άντ' 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 οπού 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 ανάλογα με τις καταναλωτικές τους συνήθειες (Γιαγλής κ.α., 2004).

4. Οφέλη από την εφαρμογή RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα

Η τεχνολογία RFID βασίζεται σε ραδιοσυχνική αναγνώριση αντικειμένων και αποτελεί επανάσταση για τη σύγχρονη εφοδιαστική αλυσίδα, αφού αυτοματοποιεί και μετασχηματίζει κομβικές επιχειρηματικές διαδικασίες. Η χρήση RFID έχει προσφέρει σημαντικά οφέλη στον τρόπο λειτουργίας των ίδιων των επιχειρήσεων, αφού ουσιαστικά μπορούν να ελέγχουν τα προϊόντα σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Έχοντας πλήρη διαφάνεια της κατάστασης του προϊόντος από τη στιγμή της παραγωγής του έως την παράδοση του στον τελικό καταναλωτή, παρέχεται η δυνατότητα ελέγχου της ποιότητας του προϊόντος σε οποιοδήποτε επίπεδο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Με την τεχνολογία RFID επιτυγχάνεται ιχνηλασιμότητα του προϊόντος. Αυτό λειτουργεί προς όφελος του καταναλωτή, καθώς του παρέχονται συνεχώς υψηλής ποιότητας προϊόντα.

Η τεχνολογία επιτρέπει την ανάγνωση των RFID ετικετών, που είναι τοποθετημένες πάνω στα προϊόντα, χρησιμοποιώντας ραδιοσυχνότητα. Με τη χρήση ειδικών συσκευών ανάγνωσης και λόγω της ασύρματης λειτουργίας τους δεν απαιτείται άμεση οπτική επαφή για την αναγνώριση των προϊόντων. Κατά συνέπεια, ο αναγνώστης έχει τη δυνατότητα να διαβάσει τις ετικέτες από απόσταση, χωρίς να είναι αναγκαία η ευθυγράμμιση της ετικέτας με κάποια συσκευή ανάγνωσης, με την προϋπόθεση η ετικέτα να βρίσκεται μέσα στην εμβέλεια σήματος. Η συγκεκριμένη λειτουργία παρέχει το πλεονέκτημα ανάγνωσης πολλαπλών ετικετών ταυτόχρονα. Με αυτό τον τρόπο εξοικονομείται σημαντικός χρόνος εργασίας, αφού αφενός μειώνεται ο χρόνος που χρειάζεται για τον έλεγχο των προϊόντων που εισέρχονται και εξέρχονται, και αφετέρου εξαλείφεται η χειρωνακτική διαδικασία ανίχνευσης.

Η πλειοψηφία των οφελών προκύπτει από την αυτοματοποίηση των διαδικασιών που μέχρι σήμερα πραγματοποιούνται χειροκίνητα. Συχνά, αυτές οι διαδικασίες αφορούν τον χειρωνακτικό έλεγχο των προϊόντων ή τον έλεγχο με τη βοήθεια barcode ανιχνευτή.

Με τη χρήση RFID αυξάνεται η παραγωγικότητα των εργαζομένων κατά την παραλαβή και οργάνωση των εμπορευμάτων στην αποθήκη, καθώς δεν είναι απαραίτητη η χειρωνακτική διαδικασία ανίχνευσης και καταγραφής των προϊόντων. Οι επιχειρήσεις αναμένουν να μειωθεί το λειτουργικό τους κόστος, όσον αφορά το κόστος που απαιτείται για τους εργαζομένους, αφού λιγότερο προσωπικό θα απασχολείται για τη συλλογή, τον έλεγχο και αποθήκευση των εμπορευμάτων, από τη στιγμή που αυτοματοποιείτε η διαδικασία παραλαβής.

Κατά την είσοδο ή έξοδο μίας παλέτας, στην οποία είναι τοποθετημένη μία RFID ετικέτα, εντοπίζεται αυτόματα ο αριθμός EPC και το είδος των κιβωτίων που περιέχει ελαχιστοποιώντας την πιθανότητα λάθους. Η αυτοματοποίηση της διαδικασίας έλεγχου παρέχει τη δυνατότητα ανίχνευσης λαθών στις παραδόσεις, ενώ παράλληλα προσδιορίζεται ο χώρος που πρέπει να αποθηκευθούν οι παλέτες και τα κιβώτια. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η καλύτερη οργάνωση των εμπορευμάτων κατά την αποθήκευση αλλά και στη συνέχεια κατά τη συγκέντρωση της παραγγελίας και τη φόρτωση της στα φορτηγά, εξοικονομώντας χρόνο και κόστος εργασίας. Η μεγάλη ταχύτητα ανάγνωσης και προσδιορισμού των προϊόντων είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για τις επιχειρήσεις που διαχειρίζονται καθημερινά μεγάλο όγκο εμπορευμάτων.

Με τη χρήση RFID συστημάτων στους αποθηκευτικούς χώρους επιτυγχάνεται καλύτερη διαχείριση και έλεγχος των αποθεμάτων. Οι RFID ετικέτες, σε συνδυασμό με τις συσκευές ανάγνωσης, προσδίδουν αυξημένη ορατότητα για τη θέση που είναι αποθηκευμένα τα προϊόντα. Η επιχείρηση γνωρίζει το ακριβές επίπεδο αποθέματος για κάθε προϊόν που διαθέτει και μπορεί να κάνει καλύτερο προγραμματισμό των παραγγελιών και του ανεφοδιασμού της. Επίσης, μπορεί να προσδιορίσει τον κύκλο ζωής των προϊόντων. Η επιχείρηση έχει τη δυνατότητα να διατηρεί χαμηλά επίπεδα αποθεμάτων, δηλαδή όση ποσότητα πραγματικά χρειάζεται, με συνέπεια την εξοικονόμηση αποθηκευτικού χώρου. Το όφελος που συνεπάγεται για την επιχείρηση είναι η μείωση του κόστους από τη μίσθωση ή αγορά επιπλέον αποθηκευτικών χώρων αλλά και η μη δέσμευση κεφαλαίου σε περιττά αποθέματα.

Η συσκευή ανάγνωσης, όπως ήδη αναφέραμε, συλλέγει και αποκωδικοποιεί τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στις ετικέτες. Στη συνέχεια, στέλνει τα δεδομένα στο πληροφοριακό σύστημα της επιχείρησης, είτε πρόκειται για ERP ή για WMS, παρέχοντας ακριβή και σε πραγματικό χρόνο ενημέρωση. Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την επιχείρηση, αφού έχει τη δυνατότητα άμεσης πληροφόρησης για την ακριβή θέση και κατάσταση του κάθε προϊόντος που διαθέτει. Το WMS χρησιμοποιεί τα δεδομένα για να βελτιώσει τις λειτουργίες της επιχείρησης, κατευθύνοντας τα οχήματα και το προσωπικό ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες, δηλαδή είτε για την συλλογή των προϊόντων για την εκπλήρωση μιας παραγγελίας είτε για την τοποθέτηση τους στην κατάλληλη θέση.

Οι πληροφορίες που συλλέγονται, μοιράζονται σε όλα τα μέρη που απαρτίζουν την εφοδιαστική αλυσίδα, παρέχοντας μεγαλύτερη διαφάνεια σε όλο το μήκος της. Η ανταλλαγή των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο μεταξύ των επιχειρήσεων είναι ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του RFID συστήματος. Μακροπρόθεσμος στόχος είναι να μπορούν οι επιχειρήσεις να μοιράζονται κοινά δεδομένα, έτσι ώστε να έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθούν σε πραγματικό χρόνο την κατάσταση του προϊόντος σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ουσιαστικά, πρέπει να δημιουργηθεί ένα δίκτυο, όπου θα παρέχονται κοινές πληροφορίες σε όλους ταυτόχρονα.

Η διανομή των πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο μπορεί να επιλύσει το πρόβλημα του “bullwhip effect” στην εφοδιαστική αλυσίδα. Κατά το φαινόμενο του bullwhip, οι μεταβλητές που αφορούν τη ζήτηση, προσφορά και διαθεσιμότητα του προϊόντος μεγεθύνονται και παραποιούνται σε κάθε στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας με αποτέλεσμα να δημιουργούνται υπερβολικά αποθέματα και μεγάλοι χρόνοι παράδοσης. Η διαφάνεια στα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας, λόγω της ακρίβειας των πληροφοριών, σε συνδυασμό με τους σύντομους χρόνους παράδοσης που προσφέρει η τεχνολογία RFID μπορούν να επιλύσουν το “bullwhip effect”(Veeramani,2005)

Σε επίπεδο καταστήματος, με τη χρήση RFID αναγνωστών στα ράφια ελέγχεται ο κύκλος ζωής του κάθε προϊόντος. Συνεπώς, η επιχείρηση μπορεί να υπολογίσει το ακριβές επίπεδο ζήτησης για κάθε προϊόν και σε συνδυασμό με το ύψος των αποθεμάτων που διαθέτει, να προγραμματίσει τον ανεφοδιασμό της.

Άρα, έχει το πλεονέκτημα να επιτυγχάνει υψηλή διαθεσιμότητα προϊόντων. Αυξάνοντας την ακρίβεια πρόβλεψης, αυξάνεται η ικανότητα της επιχείρησης να ανταποκριθεί στις μεταβολές προσφοράς και ζήτησης. Επίσης, η επιχείρηση μπορεί να διαχωρίσει τα αποθέματα από τα προϊόντα που βρίσκονται ήδη στο ράφι. 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 ορατό από αυτούς. Το πιο συνηθισμένο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν τα καταστήματα είναι όταν ένα προϊόν δεν είναι διαθέσιμο στο ράφι, αλλά βρίσκεται κάπου στην αποθήκη της. Με την εφαρμογή συστήματος RFID όταν ένα προϊόν τείνει να εξαντληθεί και υπάρχει απόθεμα στην αποθήκη δίνεται εντολή αυτόματα να ξαναγεμιστούν τα ράφια. Έτσι, στον καταναλωτή είναι πάντα διαθέσιμα τα προϊόντα. Το κατάστημα επωφελείται από την υψηλή διαθεσιμότητα προϊόντων, καθώς η χαμηλή διαθεσιμότητα οδηγεί σε απώλεια εσόδων και έχει αρνητικό αντίκτυπο για τη φήμη του καταστήματος. Η Wal-Mart προβλέπει ότι με τη χρήση RFID θα επανακτήσει 1% των εσόδων της, που μεταφράζεται σε 2,5 δισεκατομμύρια δολάρια (A.T. Kearny, 2004).

Οι RFID ετικέτες διαθέτουν μεγάλη μνήμη και έχουν την ικανότητα να αποθηκεύσουν πολλά δεδομένα. Αυτό συνεπάγεται αποθήκευση περισσότερων πληροφοριών σε σχέση με το προϊόν, μειώνοντας τα λάθη λόγω έλλειψης στοιχείων. Ειδικότερα, οι ετικέτες «ανάγνωσης/ γραφής» επιτρέπουν να προστεθούν, να μειωθούν ή να κλειδωθούν τα δεδομένα που περιέχονται στην ετικέτα. Ουσιαστικά, οι ετικέτες αποτελούν μία φορητή βάση δεδομένων. Η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των ετικετών έχει ως όφελος τη μείωση του κόστους από την αγορά συνεχώς καινούργιων. Επιπρόσθετα, οι RFID ετικέτες μπορούν να λειτουργούν κάτω από δυσμενείς συνθήκες, όπου δεν μπορούν να εφαρμοστούν άλλες τεχνολογίες οπτικής επαφής.

Λόγω της μοναδικής αναγνώρισης προϊόντος, που αποτελεί την κύρια εφαρμογή των RFID ετικετών που χρησιμοποιούν EPC, περιορίζονται οι πλαστογραφήσεις, που κοστίζουν στην παγκόσμια βιομηχανία 500 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως (Κουρουθανάσης κ.α.,2004).

Παράλληλα, η τεχνολογία εξασφαλίζει μεγαλύτερη ασφάλεια, αφού οι ετικέτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αντικλεπτικοί μηχανισμοί, μειώνοντας τις κλοπές και απώλειες για την επιχείρηση, που στοιχίζουν εξίσου αρκετά. Η τεχνολογία RFID ανιχνεύει εάν έχουν μετακινηθεί προϊόντα από το κατάστημα χωρίς να έχουν πληρωθεί. Επίσης, μειώνονται απώλειες που παρατηρούνται σε περιπτώσεις όπου προϊόντα είναι αποθηκευμένα σε λάθος μέρος και δεν μπορούν να εντοπιστούν. Με τον περιορισμό κλοπών και πλαστογραφήσεων, αυξάνονται τα έσοδα των επιχειρήσεων, γεγονός που έχει ως αντίκτυπο τη μείωση των τιμών στα προϊόντα και επομένως ελάττωση του κόστους για τον καταναλωτή.

Αναφέρθηκε ήδη ότι με την χρησιμοποίηση RFID σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες, οι επιχειρήσεις μπορούν να ανιχνεύουν και να παρακολουθούν συνεχώς τα εμπορευματικά τους φορτία. Οι εμπλεκόμενες εταιρίες και οι πελάτες τους μπορούν ανά πάσα στιγμή να γνωρίζουν την ακριβή θέση και κατάσταση των οχημάτων και των φορτίων τους. Άρα, αφενός μεν μπορούν να αντιμετωπίσουν οποιοδήποτε πρόβλημα προκύψει στη διαδρομή , αφετέρου δε μπορούν να υπολογίσουν με σχετική ακρίβεια το χρόνο αποστολής και παράδοσης των προϊόντων.

Συνοπτικά, οι επιχειρήσεις, που εφαρμόζουν συστήματα RFID, επωφελούνται καθώς μειώνεται το κόστος τους λόγω της αποτελεσματικής διαχείρισης των αποθεμάτων τους και τη μείωσης του ανθρώπινου δυναμικού που απασχολείται για τον έλεγχο των εμπορευμάτων. Παράλληλα, αυτοματοποιούνται οι διαδικασίες και επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ακρίβεια και ταχύτητα κατά την παραλαβή και αποθήκευση των προϊόντων. Με την τεχνολογία RFID επιτυγχάνεται ιχνηλασιμότητα των προϊόντων, ενώ οι ετικέτες τους περιέχουν περισσότερες πληροφορίες. Επίσης, οι επιχειρήσεις μπορούν να κάνουν καλύτερο προγραμματισμό, εξασφαλίζοντας υψηλή διαθεσιμότητα των προϊόντων, ενώ μειώνονται οι κλοπές, οι πλαστογραφίες και τα λάθη. Τέλος, η τεχνολογία RFID παρέχει πλήρη ορατότητα όλων των λειτουργιών που λαμβάνουν χώρα και συνεχή ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο.

Βέβαια, μία επιχείρηση θα καρπωθεί μακροπρόθεσμα πολλά από τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση RFID, ενώ βασική προϋπόθεση είναι ότι πρέπει τα μέρη που αποτελούν την εφοδιαστική αλυσίδα να συνεργαστούν εξ' ολοκλήρου, που σημαίνει να εφαρμόσουν από κοινού συστήματα RFID και να μοιράζονται τα δεδομένα που συλλέγονται. Τα οφέλη μειώνονται εάν είναι αποκομμένη η εφοδιαστική αλυσίδα, δηλαδή εάν δεν εφαρμόζουν όλα τα μέρη συστήματα RFID.

Τα οφέλη των κατασκευαστών από την ενσωμάτωση ετικετών είναι περισσότερο σε επίπεδο παλέτας, ενώ όταν προχωράει σε επίπεδο κιβωτίου και προϊόντος το όφελος για τους κατασκευαστές μειώνεται σημαντικά. Αντίθετα το όφελος που απορρέει για τους λιανοπωλητές αυξάνεται εντυπωσιακά σε επίπεδο κιβωτίου. Οι κατασκευαστές έχουν την εντύπωση ότι από την επικόλληση ετικετών σε κιβώτια ωφελείται αποκλειστικά ο λιανοπωλητής. Όμως, ορισμένα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή ετικετών σε κιβώτια αποτελούν οφέλη και των κατασκευαστών. Αυτό οφείλεται στο ότι οι RFID ετικέτες στα κιβώτια μπορούν να οδηγήσουν σε βελτιωμένη διαθεσιμότητα προϊόντων στον λιανοπωλητή και κατ' επέκταση σε αυξημένες πωλήσεις προϊόντων, με ότι αυτό συνεπάγεται (Γιαγλής κ.α., 2004).

Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται συνοπτικά τα ενδεχόμενα οφέλη για κατασκευαστές και λιανοπωλητές.

Πίνακας 3: Οφέλη για τα δύο μέλη της εφοδιαστικής αλυσίδας

Κατασκευαστές	Λιανικοί Πωλητές
• Γρηγορότερη φόρτωση των εμπορευμάτων	• Καλύτερο σχεδιασμός και προγραμματισμός αποθήκευσης
• Μεγαλύτερη ακρίβεια κατά την παραλαβή	• Ιχνηλασιμότητα των προϊόντων
• Περισσότερα δεδομένα	• Περισσότερα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο
• Μείωση στις πλαστογραφίες	• Λιγότερες κλοπές
• Πιο ακριβής προγραμματισμός παραγωγής	• Μεγαλύτερη διαθεσιμότητα προϊόντων
• Μικρότερα αποθέματα	• Καλύτερη και γρηγορότερη διαχείριση αποθεμάτων
• Περισσότερες πωλήσεις	• Μικρότερο κόστος αποθήκευσης
• Καλύτερη αξιοποίηση των εργαζομένων	• Λιγότερες ανάγκες εργαζομένων
• Ταχύτερη και οικονομικότερη διαδικασία ελέγχου και μεταφοράς των εμπορευμάτων	• Ταχύτερη διαδικασία παραλαβής και αποθήκευσης των προϊόντων
• Έλεγχος ποιότητας	• Ικανοποίηση πελατών λόγω διαθεσιμότητας των προϊόντων

5. Ανασταλτικοί παράγοντες για την εφαρμογή 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 τιμή 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 τεχνολογίας 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 εξασθένιση 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 αντανακλούν 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 επιχείρησης 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 απόδοση 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, ας 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 (Capone 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.

6.Θέματα ασφαλείας των συστημάτων RFID

6.1 Ασφάλεια στα συστήματα RFID

Τα θέματα ασφάλειας που αφορούν τα συστήματα RFID έχουν ομοιότητες με εκείνα των πληροφοριακών συστημάτων και του Internet. Οι ετικέτες RFID είναι σαν μικροί υπολογιστές που έχουν αποθηκευμένα δεδομένα, όπως ο Ηλεκτρονικός Κωδικός Προϊόντος(EPC), αλλά και επιπρόσθετες πληροφορίες για ένα προϊόν. Η διαφορά είναι ότι σε ένα σύστημα RFID η επικοινωνία είναι ασύρματη χωρίς να απαιτείται οπτική επαφή, γεγονός που το κάνει πιο ευπαθές σε περίπτωση παραβίασης. Σε μία εφαρμογή RFID, η συσκευή ανάγνωσης αναγνωρίζει με ραδιοκύματα τα προϊόντα που είναι εντός του πεδίου εκπομπής της και στη συνέχεια διαβάζει και αποθηκεύει τα δεδομένα που περιέχονται στην ετικέτα. Εάν αφεθούν απροστάτευτα τα δεδομένα, αναρμόδια πρόσωπα αποκτούν πρόσβαση σε αυτά. Ο κύριος στόχος της ασφάλειας είναι να προστατεύει τις πληροφορίες που είναι αποθηκευμένες και να αποτρέπει οποιαδήποτε αναρμόδιο πρόσωπο από το να αποκτήσει πρόσβαση στις πληροφορίες και να τις διαβάσει ή σε άλλες περιπτώσεις να παραποιήσει, να προσθέσει και να διαγράψει δεδομένα.

6.1.1 Ευπαθείς περιοχές ενός συστήματος RFID

Σε ένα σύστημα RFID, τα δεδομένα είναι ευπαθή σε πρόσβαση από κάποιο μη εξουσιοδοτημένο πρόσωπο όταν είναι αποθηκευμένα στη ετικέτα, στη συσκευή ανάγνωσης, στον υπολογιστή ή κατά τη διάρκεια εκπομπής τους ανάμεσα στα συστατικά μέρη του συστήματος. Είναι πολύ πιθανό κάποιος ανταγωνιστής να κατασκοπεύσει ή να σαμποτάρει τις δραστηριότητες μίας επιχείρησης. Θα εξηγήσουμε ξεχωριστά κάθε μία περίπτωση:

- *Ετικέτα*: Η ετικέτα περιέχει ένα μικροτσίπ με μνήμη, όπου αποθηκεύονται τα δεδομένα. Τα δεδομένα είναι εκτεθειμένα και μπορούν να διαβαστούν από αναρμόδια άτομά τα οποία έχουν τοποθετήσει κρυφές συσκευές ανάγνωσης ή χρησιμοποιούν χειροκίνητες συσκευές. Σε αυτή την περίπτωση συλλέγονται πληροφορίες χωρίς την απαιτούμενη άδεια, ενώ εάν πρόκειται για ετικέτες «ανάγνωσης/ γραφής» μπορεί να παραποιηθούν τα στοιχεία τους.
- *Επικοινωνία ετικέτας–συσκευής ανάγνωσης*: όταν μία ετικέτα μεταδίδει δεδομένα σε μία συσκευή ανάγνωσης ή όταν μία συσκευή αναγνωρίζει μία ετικέτα, η εκπομπή γίνεται ασύρματα μέσω ραδιοκυμάτων. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, τα δεδομένα είναι ευπρόσβλητα. Κάποιος ανταγωνιστής μπορεί να «κρυφακούσει», δηλαδή να συλλέξει μέσω των σημάτων τα μεταδιδόμενα δεδομένα. Υπάρχει και το ενδεχόμενο του σαμποτάζ, όπου κάποιος θα μπλοκάρει την εκπομπή των δεδομένων ή θα δημιουργήσει παρεμβολές στο σήμα. Επίσης, μπορεί κάποιος να τοποθετήσει κρυμμένες ψεύτικες ετικέτες σε μία περιοχή, οι οποίες θα εκπέμπουν λανθασμένα στοιχεία, επηρεάζοντας το σύστημα RFID.
- *Συσκευές ανάγνωσης*: Όταν η ετικέτα στέλνει τα δεδομένα στη συσκευή ανάγνωσης, η συσκευή αποθηκεύει τις πληροφορίες στη μνήμη της, όπου ξεκαθαρίζει ποίες πληροφορίες είναι χρήσιμες για να αποσταλούν στον κεντρικό υπολογιστή. Καθ' όλη τη διαδικασία, η ασφάλεια της συσκευής ανάγνωσης είναι τρωτή, όπως θα συνέβαινε με κάθε συσκευή που αποθηκεύει και διαχειρίζεται στοιχεία.

- *Υπολογιστής*: Το τελικό στάδιο της διαδικασίας εκπομπής και συλλογής δεδομένων είναι η αποθήκευση τους σε ένα κεντρικό υπολογιστή. Οι κίνδυνοι εδώ είναι γνωστοί, όπως για παράδειγμα αντιγραφή των δεδομένων από τον υπολογιστή, απόσπαση του σκληρού δίσκου ή υποκλοπή των δεδομένων μέσω του διαδικτύου (Bhuptani κ.α.,2005).

6.1.2 Προστασία του συστήματος RFID

Έχει μεγάλη σημασία η προστασία των δεδομένων κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η ασφάλεια θα εξαρτηθεί από την ίδια την εφαρμογή του RFID αλλά και από τη στρατηγική που θα ακολουθήσουν οι επιχειρήσεις σχετικά με την ασφάλεια. Μερικές από τις λύσεις που προτείνονται για την ασφάλεια ενός συστήματος RFID είναι:

- *Ασφάλεια των εγκαταστάσεων*: Είναι η παραδοσιακή μέθοδος ασφάλειας κατά την οποία τα προϊόντα που περιέχουν RFID ετικέτες είναι ασφαλισμένα σε συγκεκριμένο χώρο. Η λύση αυτή έχει εφαρμογή εάν το σύστημα RFID χρησιμοποιείται μόνο εντός της επιχείρησης. Αντίθετα, δεν παρέχει ασφάλεια σε περιπτώσεις που τα προϊόντα διακινούνται κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας.
- *Χρησιμοποίηση ετικετών μόνο για ανάγνωση*: Η λύση αυτή εξασφαλίζει μόνο τις περιπτώσεις παραποίησης ή διαγραφής των δεδομένων της ετικέτας, αλλά όχι την ανάγνωση τους από αναρμόδια πρόσωπα. Επιπλέον, στερεί από την επιχείρηση την δυνατότητα μεταβολής των στοιχείων της ετικέτας ανάλογα με τις ανάγκες της.
- *Περιορισμός του πεδίου επικοινωνίας ετικέτας και συσκευής ανάγνωσης*: Η μείωση της συχνότητας επικοινωνίας μεταξύ ετικέτας και αναγνώστη, μειώνει το πεδίο εκπομπής και συνεπώς ελαττώνεται ο κίνδυνος παρεμβολής από τρίτους. Η εφαρμογή αυτή περιορίζει την απειλή πρόσβασης από μη εξουσιοδοτημένα πρόσωπα. Παρ΄ όλα αυτά δεν παρέχει πλήρη ασφάλεια επικοινωνίας.

- *Εφαρμογή ιδιωτικού πρωτοκόλλου επικοινωνίας*: Ο σχεδιασμός ιδιωτικού πρωτοκόλλου επικοινωνίας είναι αποτελεσματικός εφ' όσον η επιχείρηση δεν μοιράζεται τα δεδομένα με τρίτους. Περιλαμβάνει την εφαρμογή πρωτοκόλλου επικοινωνίας με πρόγραμμα αποκωδικοποίησης και κρυπτογράφησης, έτσι ώστε να μην είναι οι πληροφορίες δημόσια προσβάσιμες. Ανάλογα με το πρωτόκολλό και τις διαδικασίες αποκωδικοποίησης, η προσέγγιση αυτή παρέχει υψηλό επίπεδο προστασίας. Από την άλλη πλευρά, στερεί την επιχείρηση από το πλεονέκτημα να μοιράζεται τις πληροφορίες με τα υπόλοιπα μέλη της εφοδιαστικής αλυσίδας. Επιπλέον, δεν μπορεί να εφαρμόσει τα ευρείας έκτασης RFID πρότυπα που αναμένονται σύντομα.
- *Περίβλημα*: Η προσέγγιση αυτή είναι γνωστή και ως το «κλουβί του Faraday» (Faraday cage). Η τεχνική της είναι ότι μία ετικέτα μπορεί να προστατευθεί από την ανίχνευση χρησιμοποιώντας ένα περίβλημα κατασκευασμένο από πλέγμα μετάλλων ή φύλλο αλουμινίου, που μπλοκάρει τα ράδιο-σήματα. Η μέθοδος «κλουβί του Faraday» διασφαλίζει τις ετικέτες, όμως από την άλλη ούτε οι συσκευές ανάγνωσης της ίδιας της επιχείρησης δεν μπορούν να διαβάσουν τις ετικέτες. Η τοποθέτηση προσωρινού προστατευτικού περιβλήματος μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο πρόσβασης από αναρμόδια πρόσωπα.
- *Πρόγραμμα πιστοποίησης*: Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαδικασίες πιστοποίησης και κωδικοποίησης για να διασφαλιστεί ότι μόνο εξουσιοδοτημένες συσκευές ανάγνωσης έχουν πρόσβαση στις ετικέτες και στα δεδομένα που αυτές περιέχουν. Σε αυτή την περίπτωση, τα δεδομένα είναι «κλειδωμένα» μέχρι μία εξουσιοδοτημένη συσκευή τα ξεκλειδώσει χρησιμοποιώντας ένα password. Όμως, το κόστος εφαρμογής μία τέτοιας πολύπλοκής λύσης είναι πολύ υψηλό για ένα σύστημα RFID και καθίσταται απαγορευτικό. Από τη στιγμή κιόλας που οι επιχειρήσεις προσπαθούν να βρουν τρόπους να μειώσουν το ήδη πολύ υψηλό κόστος εφαρμογής ενός συστήματος RFID.

- *Επιλεκτικό μπλοκάρισμα*: Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιεί μια ειδική ετικέτα που μπλοκάρει τις μη εξουσιοδοτημένες συσκευές. Η λύση αυτή είναι αρκετά οικονομική και έχει λιγότερα μειονεκτήματα σε σύγκριση με τις προηγούμενες λύσεις. Η τεχνική μπορεί να εφαρμοστεί μόνο σε ετικέτες «ανάγνωσης/ γραφής» αλλά όχι σε ετικέτες «μόνο ανάγνωσης». Η μέθοδος του μπλοκαρίσματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και αρνητικά μπλοκάροντας όλες τις συσκευές ανάγνωσης, αποδιοργανώνοντας το όλο σύστημα. Παρ' όλα αυτά, ο συνδυασμός χαμηλού κόστους και σχετικά υψηλής ασφάλειας κάνει την τεχνική του επιλεκτικούς μπλοκαρίσματος την κατάλληλη λύση σε θέματα ασφάλειας αλλά και προστασίας των προσωπικών δεδομένων.

Η ασφάλεια του συστήματος RFID είναι ένα πολύπλοκο ζήτημα με αρκετά εμπόδια. Καμία λύση από μόνη της δεν μπορεί να εξασφαλίσει πλήρη ασφάλεια. Σε πολλές περιπτώσεις απαιτείται ο συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων. Για τον σχεδιασμό ενός αποτελεσματικού προγράμματος με σκοπό τη διασφάλιση των δεδομένων ενός συστήματος RFID, η κάθε επιχείρηση θα πρέπει να εκτιμήσει τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κάθε μεθόδου, μέσα στα πλαίσια του δικού της πλάνου για την εφαρμογή RFID. Μέσα σε αυτό θα πρέπει να υπολογίσει το κόστος εφαρμογής του προγράμματος ασφάλειας. Πέρα από το κόστος εφαρμογής, θα πρέπει να σταθμίσει το κόστος από την έκθεση της επιχείρησης σε κίνδυνους και τον αντίκτυπο που θα έχουν αυτοί στη λειτουργία της επιχείρησης (Bhuptani κ.α.,2005).

6.2 Ασφάλεια προσωπικών δεδομένων

Οι εφαρμογές του RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα μέχρι στιγμής επικεντρώνονται στην τοποθέτηση ετικετών σε παλέτες και κιβώτια. Ο μακροπρόθεσμος στόχος είναι η εφαρμογή RFID ετικετών απευθείας στα προϊόντα, γεγονός που προκαλεί αντιδράσεις στο καταναλωτικό κοινό διότι θεωρεί ότι παραβιάζεται το ιδιωτικό του απόρρητο. Όποτε κάνει την εμφάνιση της μία καινούργια τεχνολογία, οι εργαζόμενοι και οι καταναλωτές ανησυχούν, όπως ακριβώς συνέβη το 1974 με την εμφάνιση των barcodes. Στο παρελθόν η κυρίαρχη ανησυχία σχετικά με την εφαρμογή barcodes ήταν η αύξηση της ανεργίας. Σήμερα όμως είναι η παραβίαση του ιδιωτικού απορρήτου (www.spychips.com). Οι καταναλωτές ανησυχούν κυρίως για τρεις λόγους:

1) Το κάθε προϊόν έχει μία ετικέτα που έχει αποθηκευμένο ένα μοναδικό αριθμό (EPC), ο οποίος μπορεί να συνδεθεί με το άτομο που το αγοράζει.
2) Οι ετικέτες είναι πολύ μικρές και μπορούν να διαβαστούν από απόσταση, μέσα από ρούχα, στην τσάντα ή οπουδήποτε βρίσκονται χωρίς να το γνωρίζει το άτομο που τις φέρει.
3) Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιεί ραδιοκύματα και εφόσον εφαρμοστεί ευρέως μπορεί να βλάψει την υγεία, καθώς ακόμα δεν είναι γνωστές οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στον άνθρωπο από την έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ενέργεια.

Οι καταναλωτές φοβούνται ότι οι έμποροι με τη βοήθεια του RFID είναι σε θέση να αναπτύξουν λεπτομερή προφίλ των πελατών, βασισμένα στις ατομικές συναλλαγές τους στο κατάστημα ή ακόμα και σε άλλα καταστήματα. Επίσης, ανησυχούν ότι μπορεί να παρακολουθούνται οι κινήσεις του ατόμου που κατέχει ένα προϊόν με RFID ετικέτα, εφόσον στην περιοχή βρίσκεται μία συσκευή ανάγνωσης. Το ιδιωτικό απόρρητο παραβιάζεται όταν συλλέγονται πληροφορίες για τους καταναλωτές χωρίς οι ίδιοι να το γνωρίζουν.

Οι οργανισμοί προστασίας προσωπικών δεδομένων υποστηρίζουν ότι ένας μη εξουσιοδοτημένος χρήστης θα μπορούσε να έχει πρόσβαση στα στοιχεία και τις πληροφορίες για το προφίλ των καταναλωτών και στη συνέχεια να καταγράφει παράνομα τις κινήσεις τους. Οι καταναλωτικές συνήθειες και τα προσωπικά δεδομένα μπορούν να περιέλθουν στη δικαιοδοσία αναρμόδιων ατόμων, που με τη σειρά τους να τα διαθέσουν σε επιχειρήσεις ή σε κυβερνητικές αντιπροσωπείες. Οι κάτοχοι των πληροφοριών θα έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθούν τις ενέργειες των καταναλωτών και να συλλέγουν πληροφορίες για αυτούς (Γιαγλής, κ.α., 2004).

Πολλές οργανώσεις καλούν τους καταναλωτές να μποϋκοτάρουν εκείνες τις εταιρίες που εφαρμόζουν RFID σε επίπεδο προϊόντος. Το Μάρτιο του 2003, η εταιρία ενδυμάτων Benetton ανακοίνωσε ότι προτίθεται να τοποθετήσει RFID ετικέτες στα ρούχα της. Η CASPIAN, μία από τις μεγαλύτερες οργανώσεις στην Αμερική που μάχεται κατά της εισβολής των καταστημάτων στα προσωπικά δεδομένα, κάλεσε τους καταναλωτές σε παγκόσμιο μποϋκοτάζ στα προϊόντα της Benetton μέχρι να ανακαλέσει την RFID πολιτική της. Αργότερα η Benetton ανακοίνωσε ότι θα χρησιμοποιήσει την τεχνολογία μόνο για διαχείριση των αποθεμάτων της (Jones κ.α., 2004).

Οι αντιδράσεις γίνονται ακόμα εντονότερες για επικείμενες εφαρμογές της τεχνολογίας RFID. Στην Αμερική σχεδιάζεται η τοποθέτηση RFID ετικετών στα διαβατήρια για λόγους ασφαλείας και για την προστασία από την είσοδο τρομοκρατών στη χώρα. Το διαβατήριο θα περιέχει κανονικά την φωτογραφία του κατόχου αλλά και ένα τσιπ, το οποίο θα περιέχει όλες τις πληροφορίες που περιλαμβάνονται σε ένα απλό διαβατήριο. Έτσι, οι πληροφορίες του θα μπορούν να διαβαστούν ανά πάσα στιγμή στην περιοχή που είναι εγκατεστημένη μία ή περισσότερες συσκευές ανάγνωσης. Ένα προχωρημένο σενάριο φέρει την κεντρική ευρωπαϊκή τράπεζα να σχεδιάζει να τοποθετήσει μικροσκοπικές RFID ετικέτες στις ίνες των χαρτονομισμάτων. Οι ετικέτες θα επιτρέπουν να καταγράφεται η πορεία των χαρτονομισμάτων και οι συναλλαγές τις οποίες έκαναν οι κάτοχοι τους (Albrecht, 2002).

Οι παραπάνω εφαρμογές δημιουργούν μεγαλύτερη ανησυχία και σχηματίζουν στο κοινό ακόμα πιο αρνητική εικόνα για την τεχνολογία RFID. Όλα αυτά θυμίζουν σκηνικό του Όργουελ που παραπέμπει στον «Μεγάλο αδελφό», όπου μέσω της τεχνολογίας παραβιάζονται τα προσωπικά δεδομένα και εισάγονται νέες μέθοδοι επίβλεψής.

6.2.1 Προστασία των προσωπικών δεδομένων

Οι επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν την τεχνολογία RFID, προκειμένου να αποφύγουν ή και να μετριάσουν τις δημόσιες αντιδράσεις, καταφεύγουν σε καινοτόμες λύσεις. Οι λύσεις μπορεί να είναι τεχνολογικές εφαρμογές, καλύτερη ενημέρωση του κοινού ή νομοθετικές ρυθμίσεις. Αναλυτικότερα:

Τεχνολογική αντιμετώπιση

Πολλοί λιανοπωλητές σε συνεργασία με τους προμηθευτές των RFID έχουν δημιουργήσει συστήματα που απενεργοποιούν τις ετικέτες ή εμποδίζουν την επικοινωνία με τις συσκευές ανάγνωσης. Με αυτό τον τρόπο οι πελάτες έχουν τη δυνατότητα να θέσουν εκτός λειτουργίας την ετικέτα καθώς φεύγουν από το κατάστημα. Αναλυτικότερα οι τρόποι προστασίας των προσωπικών δεδομένων του καταναλωτή:

- *Kill tag*: Η απλούστερη προσέγγιση είναι η “kill tag”, δηλαδή η απενεργοποίηση της ετικέτας. Με τη χρησιμοποίηση μίας ειδικής εντολής (kill command), η ετικέτα «νεκρώνει» και δεν μπορεί να λάβει ή να αποστείλει δεδομένα, καθιστώντας την ανενεργή. Ο οργανισμός EPCglobal θεωρεί αυτή τη λύση σαν ασφαλές τρόπο για τη διασφάλιση των προσωπικών δεδομένων μετά την αγορά. Οι ταμίες θα απενεργοποιούν τις ετικέτες των αγορασμένων ειδών, ώστε κανένα αγαθό που έχει αγορασθεί να μην περιέχει RFID ετικέτες. Συνεπώς, τα αγορασμένα προϊόντα και οι κάτοχοι τους δεν μπορούν να παρακολουθηθούν πέρα του σημείου αγοράς.

Πολλοί θεωρούν την προσέγγιση “kill tag” ανεπαρκή και ότι δεν εξασφαλίζει πλήρως το ιδιωτικό απόρρητο. Άλλοι πιστεύουν ότι η συγκεκριμένη προσέγγιση περιορίζει τη λειτουργικότητα της τεχνολογίας RFID. Συνεχώς εμφανίζονται καινούργιες και εξελιγμένες εφαρμογές της τεχνολογίας RFID. Για παράδειγμα, το «έξυπνο πλυντήριο» που διαβάζει τις ετικέτες των ρούχων και τα πλένει αυτόματα ή το ψυγείο του μέλλοντος, το οποίο διαβάζει τις ετικέτες των προϊόντων και ενημερώνει τον καταναλωτή για ελλείψεις προϊόντων ή για την ημερομηνία λήξης τους. Εάν η ετικέτα ενός προϊόντος απενεργοποιείται μετά την αγορά της, οι καταναλωτές δεν θα μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτές τις δυνατότητες. Κατά συνέπεια, η προσέγγιση “kill tag” δεν αποτελεί πλήρως ικανοποιητική λύση.

- *Φυσική καταστροφή της ετικέτας*: Ένας άλλος τρόπος διασφάλισης του ιδιωτικού απορρήτου είναι η φυσική καταστροφή της ετικέτας. Η λύση αυτή έχει τα ίδια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα με την προσέγγιση “kill tag” με τη διαφορά ότι ο καταναλωτής δεν θα έχει αμφιβολία ότι πράγματι έχει απενεργοποιηθεί η ετικέτα. Το πρόβλημα είναι ότι δεν είναι δυνατόν να καταστραφούν ετικέτες που είναι ενσωματωμένες στο προϊόν.
- *Περίβλημα*: Η προσέγγιση αυτή είναι γνωστή και ως το «κλουβί του Faraday» (Faraday cage) και αναλύθηκε ήδη ως μέθοδος ασφάλειας της επιχείρησης. Στην περίπτωση του καταναλωτή, τα προϊόντα μετά την αγορά μπορούν να τοποθετηθούν σε ειδικό περίβλημα κατασκευασμένο από πλέγμα μετάλλων ή φύλλο αλουμινίου, αδιαπέραστο από τα ραδιοκύματα. Εντούτοις, κάποια προϊόντα, κυρίως τα ογκώδη, δεν μπορούν να τοποθετηθούν σε τέτοιου είδους περίβλημα.

- *Ενεργό μπλοκάρισμα*: Το ενεργό μπλοκάρισμα είναι ένας ακόμη τρόπος φραγής ανάγνωσης των ετικετών. Η προσέγγιση είναι συγγενής με το μπλοκάρισμα που γίνεται στις επιχειρήσεις για λόγους ασφαλείας. Σε αυτή την περίπτωση, ο καταναλωτής μπορεί να φέρει ειδική συσκευή που να μεταδίδει ράδιο σήματα, ώστε να μπλοκάρει οποιαδήποτε κοντινή συσκευή ανάγνωσης. Η μέθοδος αυτή είναι πολύπλοκή και θα μπορούσε παράλληλα να διακόψει τη λειτουργία άλλων κοντινών RFID συστημάτων (Bhuptani κ.α.,2005).
- *«Η έξυπνη προσέγγιση»*: Μια προσέγγιση είναι η δημιουργία έξυπνων ετικετών, που περιλαμβάνει τη χρήση κρυπτογραφικών μεθόδων. Οι καταναλωτές μπορούν επιλεκτικά να μπλοκάρουν τις συσκευές ανάγνωσης από την ανάγνωση οποιουδήποτε τσιπ αφορά τον καταναλωτή. Τα τσιπ παρεμποδίζουν το πρωτόκολλο που χρησιμοποιούν οι συσκευές ανάγνωσης. Η εκλεκτική προσέγγιση φραγμού δίνει τη δυνατότητα στους καταναλωτές να εμποδίζουν τις ανεπιθύμητες συσκευές ανάγνωσης από το να αναγνωρίζουν τις RFID ετικέτες (Γιαγλής, κ.α., 2004).

.

Ενημέρωση των καταναλωτών

Η τεχνολογία RFID είναι σχετικά καινούργια και δεν είναι ευρέως γνωστή στους καταναλωτές. Για αυτό κρίνεται σκόπιμο να γίνει σωστή ενημέρωση του κοινού, μέσω εκπαιδευτικών προγραμμάτων, για τις εφαρμογές, τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς της νέας τεχνολογίας. Για παράδειγμα, πρέπει να γίνει γνωστό ότι με την τεχνολογία RFID είναι δυνατόν να ανιχνευθούν μόνο ετικέτες που βρίσκονται σε πολύ κοντινή απόσταση από τις συσκευές ανάγνωσης, μειώνοντας έτσι τις ανησυχίες για τη δημιουργία ενός συστήματος, στα πρότυπα του «Μεγάλου Αδερφού», που παρακολουθεί και εποπτεύει τα πάντα από οποιαδήποτε απόσταση.

Ένα ακόμη γεγονός που πρέπει να διευκρινιστεί είναι ότι η επεξεργασία των προσωπικών δεδομένων από τις επιχειρήσεις δεν είναι τόσο εξειδικευμένη και πολύπλοκη όσο πιστεύεται σήμερα.

Οι επιχειρήσεις αυτή τη στιγμή αντιμετωπίζουν προβλήματα με την αποτελεσματική διαχείριση του μεγάλου όγκου δεδομένων που συλλέγονται καθημερινά από τις RFID ετικέτες. Κατά συνέπεια, έχουν επικεντρωθεί περισσότερο στο να λύσουν το πρόβλημα διαχείρισης των πληροφοριών από τα προϊόντα και λιγότερο να επεξεργαστούν τα προσωπικά δεδομένα των καταναλωτών (Jones κ.α., 2004).

Από την άλλη πλευρά, θα πρέπει να τονιστούν τα οφέλη που προσφέρει η τεχνολογία RFID στο αγοραστικό κοινό. Η τεχνολογία RFID αναμένεται να δώσει μεγαλύτερη δύναμή στους καταναλωτές. Μελλοντικά, οι καταναλωτές θα μπορούν να αναγνωρίζουν με ειδικές φορητές συσκευές τα προϊόντα σε κάθε κατάστημα και να κάνουν σύγκρισή των τιμών τους αλλά και των υπόλοιπων πληροφοριών, όπως συστατικά, ημερομηνία λήξης κ.α. Έτσι, στη συνέχεια θα κάνουν την καλύτερη και οικονομικότερη επιλογή. Επίσης, θα μπορούν να τσεκάρουν την προέλευση κάθε προϊόντος και την επεξεργασία που έχει υποστεί, ελέγχοντας την ποιότητα του. Ειδικότερα, σε μερικές εφαρμογές, όπως την παρακολούθηση του ιστορικού των ασθενών, η τεχνολογία RFID μπορεί να αποβεί σωτήρια για τη ζωή τους, αφού μειώνει την πιθανότητα του ιατρικού λάθους εξασφαλίζοντας ότι θα τους δοθεί το κατάλληλο φάρμακο στην ανάλογη δόση.

Για να μειωθούν οι αντιδράσεις του κοινού, οι επιχειρήσεις θα πρέπει να κάνουν δημοσίως γνωστό εάν και πως χρησιμοποιούν την τεχνολογία RFID. Θα πρέπει να διευκρινίσουν εάν συλλέγουν τα προσωπικά δεδομένα των καταναλωτών και τον τρόπο που προτίθεται να τα χρησιμοποιήσουν. Επιπλέον, θα πρέπει να εξηγούν πως θα προστατεύσουν τα δεδομένα και εάν θα τα μοιράζονται με άλλες επιχειρήσεις. Η Wal-Mart, για να μετριάσει τις ανησυχίες του καταναλωτικού κοινού, έχει προχωρήσει σε δημοσιοποίηση των λόγων που χρησιμοποιεί ετικέτες EPC. Η μεγαλύτερη εταιρία λιανικής πώλησης παγκοσμίως, προσπαθεί να εξοικειώσει τους πελάτες της με τις RFID ετικέτες, δίνοντας έμφαση στο γεγονός ότι η νέα τεχνολογία θα βοηθήσει ώστε να είναι συνεχώς διαθέσιμα στο ράφι τα προϊόντα που επιθυμούν.

Κάνοντας ευρέως γνωστές τις προθέσεις της εταιρίας και ενημερώνοντας το κοινό για τις χρήσεις της τεχνολογίας, μειώνονται οι αντιδράσεις των καταναλωτικών οργανώσεων. Ήδη, κάποιες οργανώσεις δήλωσαν ότι δεν αντιδρούν για την τεχνολογία RFID αλλά για τις πιθανές χρήσεις της. Η μεταβολή του τρόπου σκέψης είναι ενθαρρυντικό στοιχείο (Trunick, 2004).

Νομοθετικές ρυθμίσεις

Η νομοθεσία μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο δημιουργώντας ένα κλίμα ασφάλειας στο καταναλωτικό κοινό. Η γνώση ότι ο νόμος περιορίζει την εκμετάλλευση των προσωπικών δεδομένων είναι ένας σημαντικός παράγοντας που θα ενισχύσει την εμπιστοσύνη των καταναλωτών στην τεχνολογία RFID. Οι κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο πρέπει να λάβουν μέτρα για την προστασία των προσωπικών δεδομένων, ούτως ώστε να εξασφαλίζεται ο τρόπος με τον οποίο συγκεντρώνονται τα στοιχεία των καταναλωτών, από οργανισμούς που χρησιμοποιούν το RFID. Εκτός από τον τρόπο που συγκεντρώνονται τα στοιχεία πρέπει να διασφαλιστεί και ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιούνται. Για την ανάπτυξη της πολιτικής προστασίας του ιδιωτικού απορρήτου θα πρέπει να συμμετέχουν όλα τα ενδιαφερόμενα μέλη, δηλαδή επιχειρήσεις, πολιτικοί, καταναλωτικές οργανώσεις και όλοι όσοι εκφράζουν ανησυχίες για το συγκεκριμένο ζήτημα. Εάν οι επιχειρήσεις συλλέγουν, αναλύουν και διαδίδουν σωστά τα δεδομένα, τότε οι καταναλωτές θα αποδέχονται περισσότερο τις πολιτικές προστασίας ιδιωτικού απορρήτου.

Από την άλλη πλευρά οι πολιτικές διαφέρουν ανάμεσα στις χώρες, αφού εξαρτώνται από οικονομικούς, πολιτισμικούς και κοινωνικούς παράγοντες. Οι ΗΠΑ και η Ευρώπη υιοθετούν διαφορετικές προσεγγίσεις σχετικά με το απόρρητο των προσωπικών πληροφοριών τόσο από ρυθμιστική όσο και από διοικητική σκοπιά. Στην Αμερική στερούνται σημαντικών μέτρων προστασίας των προσωπικών δεδομένων με αποτέλεσμα κάποιες αμερικανικές επιχειρήσεις να μην είναι σε θέση να συναλλαγούν με επιχειρήσεις στην Ευρώπη. Αυτό δημιουργεί πρόβλημα δυσπιστίας των καταναλωτών ως προς τους δημόσιους και ιδιωτικούς οργανισμούς (Γιαγλής κ.α., 2004).

Πέρα από τις νομοθετικές ρυθμίσεις και την ενημέρωση των καταναλωτικού κοινού, οι ίδιοι οι καταναλωτές θα πρέπει να συμφωνούν για τη συλλογή των προσωπικών τους δεδομένων. Αντιμετωπίζοντας το ζήτημα της προστασίας του ιδιωτικού απορρήτου, οι επιχειρήσεις οφείλουν να δημιουργήσουν σχέσεις αμοιβαίας εμπιστοσύνης με τους καταναλωτές, διευκολύνοντας την ευρεία διάδοση του RFID.

7. Σύγκριση τεχνολογίας Barcode και RFID

7.1 Barcodes

Ο γραμμωτός κώδικας ή barcode αποτελεί ένα από τα πλέον διαδεδομένα συστήματα αυτόματης αναγνώρισης και αποτελεί τεχνολογία κωδικοποίησης πληροφοριών σε μορφή που μπορεί να αναγνωριστεί από συσκευή ανάγνωσης ανάλογης τεχνολογίας. Τα barcodes έχουν επικρατήσει λόγω των μεγάλων πλεονεκτημάτων στο βιομηχανικό και επιχειρησιακό χώρο, κυρίως όμως λόγω του μεγάλου πλεονεκτήματος που τη χαρακτηρίζει: η γρήγορη και χωρίς λάθη εισαγωγή στοιχείων.

Ο γραμμωτός κώδικας είναι 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. (http://www.aimglobal.org/technologies/barcode)

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).

7.2 Διαφορές τεχνολογίας RFID – Barcodes

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

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 στάνταρτς και στη βελτίωση της τεχνολογίας σε επίπεδο ετικετών και ανάγνωσης των barcodes.

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.

Εν αντιθέσει με τα barcodes που είναι μία ώριμη τεχνολογία σήμερα, η τεχνολογία RFID δεν είναι ακόμη ώριμη, ώστε να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις των επιχειρήσεων που θέλουν να την εφαρμόσουν (Kleist κ.α., 2004).

Ωστόσο, η τεχνολογία RFID προσφέρει νέες δυνατότητες που αδυνατούν να προσφέρουν τα barcodes. 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.

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.

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-κόλας 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)

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.

Παράλληλα, οι 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).

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).

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.

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.

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.

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.

Πίνακας 4: Διαφορές 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

7.3 Συνύπαρξη των δύο τεχνολογιών

Πολύς λόγος γίνεται για το αν η νέα τεχνολογία RFID θα αντικαταστήσει την προγενέστερη τεχνολογία των barcodes ή 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.

Άλλωστε, 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).

8. «Έξυπνες Ετικέτες»

8.1 Πλεονεκτήματα

«Έξυπνες ετικέτες» ή smart labels είναι ένας δημοφιλής όρος που χρησιμοποιείται στην βιομηχανία παραγωγής καταναλωτικών αγαθών. 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 εύχρηστο 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).

8.2 Ανατομία των «έξυπνων ετικετών»

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).

9. Εφαρμογή RFID στην πράξη

Το RFID είναι προ των πυλών. Μεγάλες επιχειρήσεις και οργανισμοί, κυρίως στην Αμερική, ήδη εφαρμόζουν συστήματα RFID ενώ παράλληλα απαιτούν να 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. Προτιμότερο είναι να επενδυθούν από σήμερα κεφάλαια σε εκπαιδευτικά και ερευνητικά προγράμματα. Μέσω της έρευνας θα γίνει πληρέστερα κατανοητός ο τρόπος λειτουργίας της τεχνολογίας RFID.

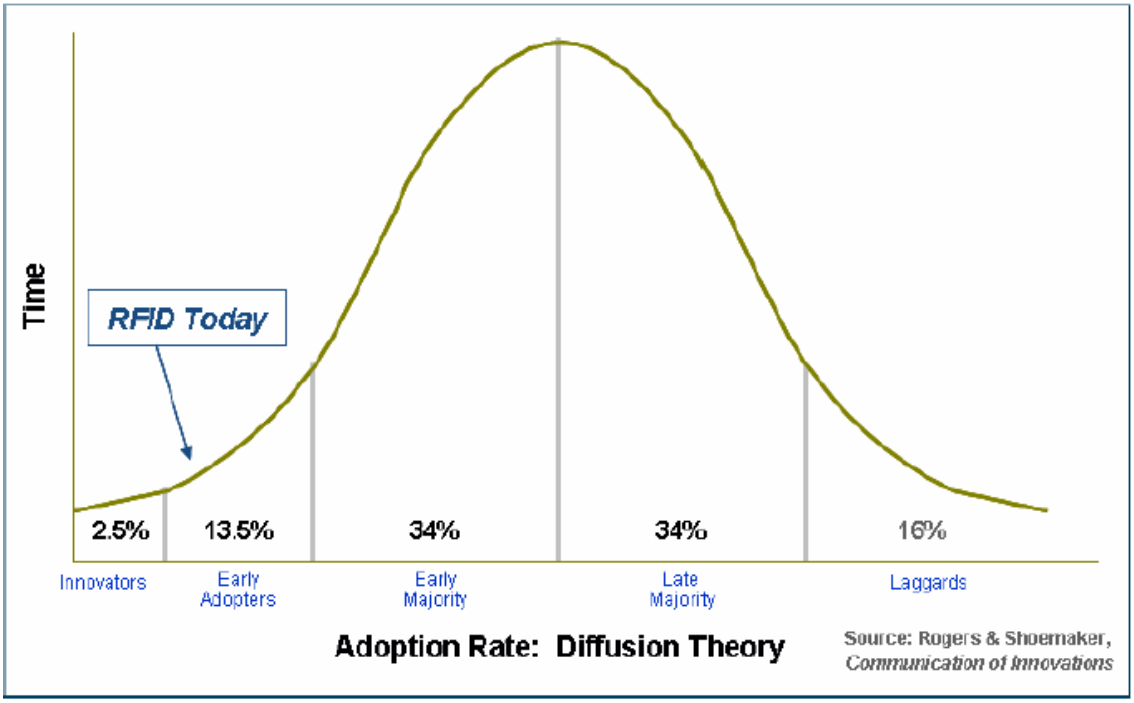
Άλλωστε, η πλήρης εφαρμογή ενός συστήματος RFID απαιτεί πολύ χρόνο και θα πρέπει να γίνει αργά και σταθερά. Εάν η επιχείρηση δεν ξεκινήσει άμεσα τις διαδικασίες για εξοικείωση με την τεχνολογία RFID και σταδιακά με την εφαρμογή της, πιθανώς μελλοντικά να χάσει το πλεονέκτημα της έναντι των ανταγωνιστικών 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).

Όπως φαίνεται και στο σχήμα 2, 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.

Σχήμα 2: Διάδοση τεχνολογίας RFID στην αγορά



Πηγή: Rock-Tenn Company, 2004

9.1 Ανάλυση

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 ανακύπτουν 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 βοήθα 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 οποιονδήποτε 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).

9.2 Σχεδιασμός και δοκιμή του RFID συστήματος

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 αναγνωστών 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 (Dorpinghaus, 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)

9.3 Πιλοτική εφαρμογή του RFID συστήματος

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 δουλεία 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 απόδοση 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 (Capone κ.α., 2004).

9.4 Εγκατάσταση του RFID συστήματος

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).

9.5 Αξιολόγηση του συστήματος

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 αντιμετωπίσθηκαν.
- Οι 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.

10. Τεχνολογικός Προμηθευτής

10.1 Τρόπος επιλογής προμηθευτή

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 προσέγγισής. 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 συμβουλεύσει 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).

10.2 Κριτήρια για την επιλογή προμηθευτή

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.
- *Ανοιχτού λογισμικού συστήματα*: 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).

Η Philips πραγματοποιεί πιλοτικά προγράμματα με συνεργάτες της, η HP και Sun διεξάγουν τεστ σε ειδικά κέντρα, ενώ η IBM και η SAP παρέχουν συμβουλευτικές υπηρεσίες και εξοπλισμό για τη διαχείριση των δεδομένων από RFID. Η IBM ανακοίνωσε πρόσφατα ότι σκοπεύει να επενδύσει 250 εκατομμύρια δολάρια, μέσα στα επόμενα πέντε χρόνια, πάνω στην τεχνολογία RFID.

Παράλληλα οι εταιρίες προχώρησαν σε συνεργασίες. Η Oracle και η Intel ένωσαν τις δυνάμεις τους, έτσι ώστε να παρέχουν λύσεις για την καλύτερη διαχείριση των δεδομένων που προέρχονται από τις RFID ετικέτες. Οι επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν προβλήματα με τη διαχείριση του μεγάλου όγκου των δεδομένων που καταλήγουν στο σύστημα τους. Οι δύο εταιρίες προβλέπουν ότι με τη συνεργασία τους θα επιλύσουν αυτά τα προβλήματα και οι πελάτες τους θα μπορέσουν να αποκομίσουν περισσότερα οφέλη από το RFID σύστημα (www.intel.com).

11. Κόστος επένδυσης σε 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 μικροτσίπ, 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 παίξει 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 αγορασθεί. 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 παίξει 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 πολύπλοκή 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 συναρτήσει 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 $2/3$ με $3/4$ 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 κοστίσει 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 ιδίου 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.

12. Απόδοση της επένδυσης

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% (Capone 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 συγκεκριμένης επένδυση θα αυξήσει τις πωλήσεις και θα περιορίσει τα σφάλματα. Η ακριβής πληροφόρησης 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 (Capone 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.

13. Μέθοδοι εφαρμογής RFID

13.1 Προσέγγιση 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 επένδυσης τους. Η slap and ship προσέγγιση δεν προσφέρει οφέλη στον τρόπο λειτουργίας της επιχείρησης ούτε βελτιώνει την απόδοση της. Εφαρμόζεται κυρίως από επιχειρήσεις που το μόνο μέλημα 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, καθότι 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 πίνακα 5.

Πίνακας 5: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της προσέγγισης slap&ship

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

Πηγή: "RFID Labeling", Kleist κ.α. (2004)

13.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την μετάβαση από slap&ship σε αυτοματοποιημένα συστήματα

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).

13.3 Προσέγγιση 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 ιμάντα. Η διαδικασία έχει ως εξής: τοποθετούνται τα κιβώτια από τους εργάτες στον ιμάντα. 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

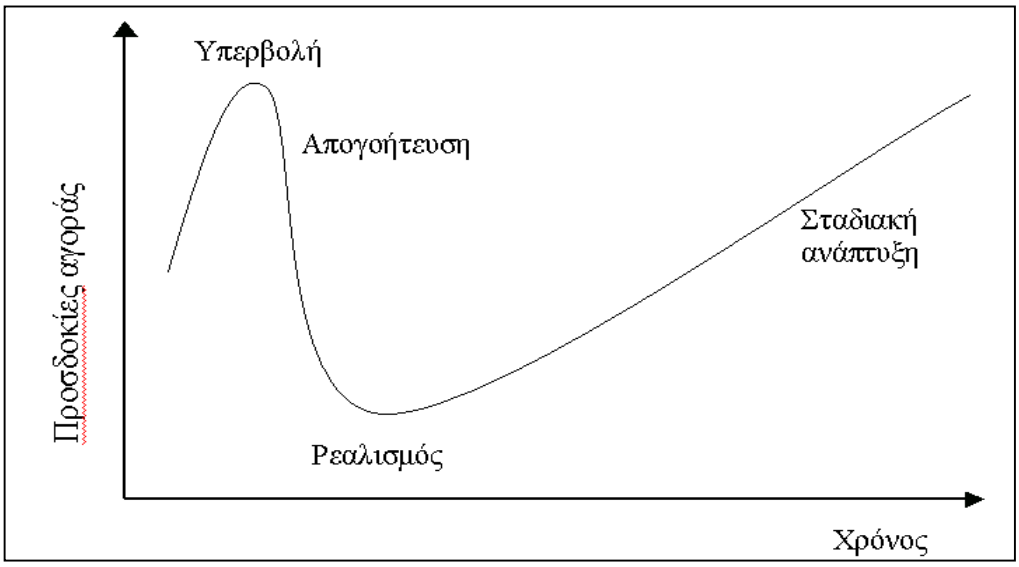
Τα συστήματα Print and apply παρέχουν αξιοπιστία στην κωδικοποίηση και εκτύπωση RFID ετικετών, με μικρό χειρισμό και μικρό κόστος. Ο εξοπλισμός του μπορεί να συνδεθεί με το software και hardware της επιχείρησης. Ο εκτυπωτής επικοινωνεί με τον υπολογιστή, αναλύει τα εισερχόμενα δεδομένα και τα συσχετίζει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

14. Μελλοντικές προβλέψεις

Όταν ο Michael Faraday ανακάλυψε τον ηλεκτρομαγνητισμό δεν θα μπορούσε να φανταστεί τις σημερινές του εφαρμογές μέσω του RFID. Με την τεχνολογία RFID οι επιχειρήσεις μπορούν να παρακολουθούν τα προϊόντα σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, ενώ παράλληλα να συλλέγουν και να αναλύουν τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στις RFID ετικέτες.

Το RFID, όπως και όλες οι νέες τεχνολογίες, ακολουθεί ένα κύκλο. Αυτός ο κύκλος περιγράφει πως η τεχνολογία εισάγεται στην αγορά και πως ωριμάζει μετά από μία χρονική περίοδο ακολουθώντας τις φάσεις ανόδου, πτώσης και τελικά σταθεροποίησης. Στην πρώτη φάση επικρατεί υπερβολικός ενθουσιασμός και δημιουργείται μεγάλη κλίση στην καμπύλη. Σε αυτή την περίοδο περιγράφονται τα οφέλη και οι αλλαγές που αναμένεται να φέρει η νέα τεχνολογία. Στη συνέχεια, έχουμε κάμψη λόγω της απογοήτευσης, καθώς αποκαλύπτονται οι αδυναμίες της, με συνέπεια οι υπερβολικές προσδοκίες να δίνουν τη θέση τους στην πραγματική απόδοση της τεχνολογίας. Τελικώς, όταν γίνονται καλύτερα κατανοητές οι δυνατότητες και τα οφέλη που προσφέρει η νέα τεχνολογία, αυτή ωριμάζει και σταθεροποιείται βαδίζοντας σταδιακά προς την ανάπτυξη. Το μέγεθος και η ευαισθησία του κύκλου κυμαίνεται ανάλογα με τον αρχικό σχηματισμό της τεχνολογίας και την ικανότητα της να αποδείξει την πραγματική της αξία (A.T.Kearny,2004). Στο σχήμα 3 απεικονίζονται στον κάθετο άξονα οι προσδοκίες της αγοράς και στον οριζόντιο ο χρόνος.

Σχήμα 3: Αποδοχή της τεχνολογίας RFID από την αγορά



Το 2004 και 2005 είναι οι χρονιές των εκτενών δοκιμαστικών και πιλοτικών προγραμμάτων της τεχνολογίας RFID. Από τις αρχές του 2005 η τεχνολογία έχει μπει σε μεταβατική φάση, από τα δοκιμαστικά προγράμματα στην πραγματοποίηση κάτω από πραγματικές συνθήκες. Ήδη στη Wal-Mart ξεκίνησαν οι πρώτοι 53 προμηθευτές, από τους συνολικά 137, να μεταφέρουν τα εμπορεύματα τους με τοποθετημένες RFID ετικέτες. Σε αυτή την περίοδο αποκαλύπτονται τα πραγματικά προβλήματα και η τεχνολογία RFID μπαίνει στη φάση της «απογοήτευσης» σε σχέση με τις προσδοκίες της αγοράς, όπου τη θέση του υπερβολής παίρνει ο ρεαλισμός (Roberti, 2005). Η υψηλή τιμή και τα προβλήματα που παρουσιάζει η τεχνολογία λειτουργούν ανασταλτικά στη διάδοση της, γεγονός που οδηγεί πολλές επιχειρήσεις να τηρούν στάση αναμονής. 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. Ενέργειες που θα μπορούσαν δυνητικά να επιταχύνουν το ρυθμό υιοθέτησης της τεχνολογίας RFID από τις επιχειρήσεις είναι η παροχή κινήτρων για τη χρηματοδότηση δράσεων σχετικών με την υλοποίηση καινοτόμων τεχνολογικών σχεδίων και υποδομών από τις επιχειρήσεις.

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας είναι αργή αλλά δεν πρόκειται να σταματήσει. Η δημιουργία προτύπων θα βοηθήσει στην ευρεία ανάπτυξη του RFID, καθώς θα λυθούν τα προβλήματα ασυμβατότητας που παρουσιάζονται. Οι ετικέτες δεύτερης γενιάς αναμένεται να λύσουν αρκετά προβλήματα και προβλέπεται να είναι ευρεία διαθέσιμες από τα τέλη του 2005 με αρχές 2006 (ThingMagic,2005). Επιπλέον, θα επιλυθούν τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι επιχειρήσεις με τη διαχείριση του μεγάλου όγκου των δεδομένων, καθώς αναβαθμίζονται τα πληροφοριακά συστήματα.

Αυτή τη στιγμή οι εφαρμογές RFID είναι σε επίπεδο κιβωτίου και παλέτας. Από το 2007 αναμένεται να γίνουν οι πρώτες δοκιμές RFID σε μεμονωμένα προϊόντα, ενώ από το 2009 να αρχίσουν τα πιλοτικά προγράμματα. Όλα αυτά θα συμβούν με την προϋπόθεση ότι θα μειωθεί η τιμή των RFID ετικετών και ότι δεν θα υπάρχουν αντιδράσεις από την πλευρά των καταναλωτών για θέματα προστασίας προσωπικών δεδομένων.

Η εφαρμογή RFID ξεχωριστά σε κάθε προϊόν είναι πολύπλοκη διαδικασία και απαιτεί περισσότερο αυτοματισμό, ενώ δεν μπορεί να εφαρμοστεί slap and ship μοντέλο. Από την άλλη, η πραγματική αξία του RFID θα φανεί όταν η τεχνολογία χρησιμοποιηθεί ξεχωριστά στα προϊόντα αλλά και σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, με συνέπεια οι επιχειρήσεις να καρπωθούν πολλά από τα οφέλη. Αυτό δεν προβλέπεται να γίνει πριν το 2010, όταν αναμένεται να είναι σε χρήση πάνω από 5 δισεκατομμύρια RFID ετικέτες (Cooke, 2004).

Αυτό που έχουμε διδαχθεί από προηγούμενες τεχνολογίες είναι ότι συνήθως η εφαρμογή τους παίρνει περισσότερο χρόνο από ότι συνήθως υπολογίζεται(A.T.Kearny,2004). Κάποιες περισσότερο δυσοίωνες προβλέψεις κάνουν λόγο για περισσότερο από μία δεκαετία για πλήρη εφαρμογή RFID σε προϊόντα. Η νέα τεχνολογία δεν θα παρουσιάσει άνθιση έως ότου προσφέρει πραγματικά οφέλη στις πρωτοπόρες επιχειρήσεις, που το υιοθέτησαν. Βρισκόμαστε στα αρχικά στάδια ανάπτυξη της τεχνολογίας RFID και η ολοκλήρωση της θα χρειαστεί χρόνο. Το RFID θα αργήσει να υποκαταστήσει πλήρως τα barcodes ως τεχνολογία αναγνώρισης προϊόντων στην εφοδιαστική αλυσίδα. Οι δύο τεχνολογίες θα συνυπάρχουν για αρκετό καιρό, αν όχι για πάντα, λειτουργώντας υποστηρικτικά.

Κάποια στελέχη θεωρούν το RFID ότι πιο ενδιαφέρον συνέβη στην εφοδιαστική αλυσίδα τα τελευταία 30 χρόνια. Πιστεύουν ότι αξίζει η προσπάθεια να εφαρμοστεί η τεχνολογία RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα, γιατί ακόμη και εάν αποτύχει να ανταποκριθεί στις προσδοκίες, οι επιχειρήσεις θα έχουν επικεντρώσει πάλι την προσοχή τους στην αποτελεσματική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας (Special Supplement, 2004).

15. Συμπεράσματα

Η αποτελεσματική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι το κλειδί για την επιτυχία της επιχείρησης. Η τεχνολογία RFID ανοίγει το δρόμο, με τη δυνατότητα αναγνώρισης και σήμανσης κιβωτίων, παλετών και μεμονωμένων προϊόντων μέσω ραδιοσυχνοτήτων. Το RFID μπορεί να χαρακτηρίζει μοναδικά κάθε προϊόν, ενώ τα δεδομένα που περιέχονται σε κάθε ετικέτα μπορούν να μεταβάλλονται δυναμικά. Συνεπώς, υπάρχει η δυνατότητα να αναπτυχθούν βάσεις δεδομένων για κάθε προϊόν με πολλές πληροφορίες, στις οποίες θα έχουν πρόσβαση οι επιχειρήσεις και τις οποίες θα μπορούν να μοιράζονται με τους προμηθευτές τους. Με αυτόν τον τρόπο, θα μπορεί να παρακολουθείται ο πλήρης κύκλος ζωής του προϊόντος, από την παραγωγή έως την τελική του κατανάλωση.

Τα στοιχεία αυτά κέντρισαν το ενδιαφέρον για χρήση της τεχνολογίας RFID από πολλές επιχειρήσεις, με σκοπό να βελτιστοποιήσουν τις διαδικασίες σε διάφορους τομείς της εφοδιαστικής αλυσίδας. Μέσω του RFID οι επιχειρήσεις ευελπιστούν να βελτιώσουν την απόδοση τους και να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Ωστόσο, οι διεθνείς πρακτικές καταδεικνύουν πως η τεχνολογία δεν χρησιμοποιείται ακόμα σε ευρεία κλίμακα λόγω διαφόρων παραγόντων. Κυριότερος παράγοντας αποτελεί το αυξημένο κόστος αγοράς, εγκατάστασης και ενσωμάτωσης της τεχνολογίας στην παραγωγική διαδικασία, καθώς επίσης και τα προβλήματα που παρουσιάζει η τεχνολογία, καθώς βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο. Τα παραπάνω, καθιστούν αβέβαιη την απόδοση μιας τέτοιας επένδυσης. Οι περισσότερες επιχειρήσεις βρίσκονται αντιμέτωπες με τη δύσκολη απόφαση να υιοθετήσουν την τεχνολογία RFID σήμερα ή να περιμένουν μέχρι η τεχνολογία να διαδοθεί και να ωριμάσει.

Η απόφαση για εφαρμογή ενός RFID συστήματος απαιτεί επιχειρηματικό σχεδιασμό, καθώς προϋποθέτει σημαντικό μετασχηματισμό του τρόπου λειτουργίας της επιχείρησης. Πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η υιοθέτηση RFID αποτελεί μία μακροπρόθεσμη επένδυση. Η εφαρμογή συστήματος RFID είναι πολύπλοκη διαδικασία, αλλά με τον σωστό σχεδιασμό μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη στην επιχείρηση.

Αυτή τη στιγμή πολλές επιχειρήσεις βρίσκονται στο στάδιο εκτενών δοκιμών της τεχνολογίας και συμμετέχουν σε πιλοτικά προγράμματα εφαρμογής RFID. Στη φάση αυτή, οι επιχειρήσεις προσπαθούν να εκπαιδευτούν πάνω στη χρήση RFID και να επιλύσουν τα όποια προβλήματα παρουσιάζονται, προτού προχωρήσουν στην πλήρη εγκατάσταση ενός RFID συστήματος. Επιπλέον, μέσω των δοκιμών προσπαθούν να εκτιμηθούν τα οφέλη που θα αποφέρει η νέα τεχνολογία και εάν τα αποτελέσματα ανταποκρίνονται στους αρχικούς στόχους της επιχείρησης .

Παράλληλα με τις δοκιμές πάνω στο RFID, γίνεται προσπάθεια να κατευνάσουν οι αντιδράσεις από πλευράς του καταναλωτικού κοινού για παραβίαση του ιδιωτικού απορρήτου. Οι αντιρρήσεις πάνω στη χρήση του RFID οφείλονται σε εφαρμογές της τεχνολογίας που παραβιάζουν τα προσωπικά δεδομένα των καταναλωτών, λόγω του αυτόματου προσδιορισμού της θέσης και της απέραντης συλλογής δεδομένων. Οι επιχειρήσεις πρέπει να λάβουν σοβαρά υπ' όψιν τις ανησυχίες των καταναλωτών και χρειάζεται να ληφθούν μέτρα για την προστασία των προσωπικών δεδομένων από την πρόσβαση μη εξουσιοδοτημένων ατόμων. Η ταχύτητα εξάπλωσης του RFID θα εξαρτηθεί άμεσα τόσο από την ανάλυση του κόστους και του οφέλους, όσο και από την αλλαγή των αντιλήψεων του καταναλωτικού κοινού για τη νέα τεχνολογία.

Η τεχνολογία RFID βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο, όσον αφορά εφαρμογές της εφοδιαστικής αλυσίδας. Για αυτό το λόγο θα λειτουργεί για πολύ καιρό παράλληλα με την προγενέστερη τεχνολογία αναγνώρισης προϊόντων, τα barcodes. Άλλωστε, αυτή τη στιγμή το RFID εφαρμόζεται μόνο για την αναγνώριση παλετών και κιβωτίων, ενώ για την αναγνώριση μεμονωμένων προϊόντων χρησιμοποιούνται τα barcodes. Θα χρειαστεί να περάσουν πολλά χρόνια μέχρι το RFID να αντικαταστήσει πλήρως τα barcodes, ενώ πολλοί προβλέπουν ότι κάτι τέτοιο ίσως να μην συμβεί ποτέ, καθώς οι δύο τεχνολογίες μπορούν να λειτουργούν παράλληλα.

Αυτή τη στιγμή η τεχνολογία RFID αναπτύσσεται με γοργούς ρυθμούς και όλοι παρακολουθούν προσεκτικά την εξέλιξη της. Οι επιχειρήσεις, για να μην μείνουν πίσω, θα πρέπει να αρχίσουν από σήμερα την εκπαίδευση πάνω στη χρήση του RFID, ενώ παράλληλα πρέπει να επενδύσουν κεφάλαια σε ερευνητικά προγράμματα.

Η πλήρης εφαρμογή ενός RFID συστήματος είναι μακροχρόνια διαδικασία. Εφόσον η επιχείρηση ξεκινήσει σήμερα σταδιακά τις διαδικασίες για την εφαρμογή RFID, μέχρι να φθάσει στην πλήρη εγκατάσταση αναμένεται να λυθούν πολλά από τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η τεχνολογία RFID, τόσο σε επίπεδο λειτουργίας όσο και σε επίπεδο ασφάλειας. Ταυτόχρονά, προβλέπεται να έχει μειωθεί σημαντικά το συνολικό κόστος της, καθιστώντας την εφαρμογή RFID συστήματος βιώσιμη λύση.

Οι ελληνικές επιχειρήσεις οφείλουν να ακολουθούν σταδιακά τις επιταγές της διεθνούς σκηνής και πρέπει να είναι διατεθειμένες να πραγματοποιήσουν τις απαραίτητες επενδύσεις για την υιοθέτηση της νέας τεχνολογίας. Για αυτό θα πρέπει να προσαρμοστούν στα νέα δεδομένα που προκύπτουν με την τεχνολογία RFID, ειδάλλως κινδυνεύουν να γίνουν μη ανταγωνιστικές.

Άλλωστε, όπως αναφέρει ένας «ειδικός» στις μεταβολές, ο Κάρολος Δαρβίνος, «Δεν επιβιώνει ούτε ο πιο δυνατός ούτε ο πιο έξυπνος, άλλα αυτός που μπορεί να προσαρμόζεται καλύτερα στις αλλαγές».

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

AIM Publication, (2001), "Shrouds of Time: The history of RFID", white paper http://www.aimglobal.org/

Albrecht K. (2002), "Supermarket cards: The tip of the retail surveillance iceberg", *Denver University Law Review*, Summer 2002, Volume 79, Issue 4

Albrecht K. (2002), "Tracking everything, everywhere", www.nocards.org

Anderson C. (2004) "Everything you always wanted to know about RFID but were afraid to ask", *Logistics Management*, September 2004

A.T. Kearny (2004), "RFID/EPC: Managing the transition (2004-2007)", www.morerfid.com

Barlas S. (2004), "RFID bandwagon rolls on", *Logisticstoday*, August 2004, p.17

Barlas S. (2004), "Generation gap", *Logisticstoday*, November 2004

Bearingpoint (2005), "Beyond compliance: The future promise of RFID", White paper, http://www.rfidjournal.com/

Bhuptani M. & Moradpour S. (2005) *RFID Field Guide: deploying radio frequency identification systems*, SUN Microsystems, USA

Blanchard D. (2005) "RFID is off and running at Wal-Mart", *Logisticstoday*, February 2005 p.10

Blanchard D. (2004) "Countdown to RFID-Day", *Logisticstoday*, December 2004 p.17

Blanchard D.(2004) "RFID at the gates", *Logisticstoday*, September 2004 p.16

Brooke M. (2005), "Common Mistakes, Uncommon best practices", http://www.rfidjournal.com/

Byrne P. (2004), "Supply chain RFID: Lessons from a leader", *Logistics Management*, May 2004

Byrne P. (2004), "RFID: Not just for Wal-Mart anymore", *Logistics Management*, September 2004

Βλαχοπούλου Μ. (2003), *e-Marketing, διαδικτυακό μάρκετινγκ*, 2η έκδοση, Rossili, Αθήνα

Γιαγλής Γ., Κονταράτος Ι., Ζεϊμπέκης Β, Κουρουθανάσης Π.(2004) «Τεχνολογίες αυτόματης αναγνώρισης προϊόντων για την ολοκλήρωση της εφοδιαστικής αλυσίδας», Τελικό πόρισμα, Ζ κύκλος εργασιών, ομάδα εργασίας ΟΕ Ζ2, Αθήνα, http://www.ebusinessforum.gr/

Capone G., Costlow D., Grenoble W., Novak R. (2004), "The RFID-Enabled Warehouse", SAP University thought leadership, supply chain paper

Checkpoint (2004), "Profiting from process: Using EPC/RFID to create new business value" www.morerfid.com

Comergent (2005), "Seven steps to get your product data ready for RFID", http://www.rfidjournal.com/

Cooke J. (2003) "Has Wal-Mart gone too far?" *Logistics Management*, August 2003 p.96

Cooke J. (2005), "Slow but steady", *Logistics Management*, February 2005

Cooke J. (2004), "Technology advocate says RFID boom is still years away", *Logistics Management*, October 2004

Cooke J. (2004), "RFID-based investment planning underway", *Logistics Management*, September 2004

Davenport T., Brooks J. (2004), "Enterprise systems and the supply chain" *Journal of Enterprise Information Management*, Vol. 17, Number1, http://www.emerald-library.com/

DeLuca A. (2003), "Woolworths count on RFID for security's sake", *Logistics Management*, September 2003

Dorpinghaus B. (2005), "What I wish I had known", http://www.rfidjournal.com/

EAI Technologies (2005), "Realizing the promise of RFID: Insights from early adopters and the future potential", White paper, http://www.rfidjournal.com/

FKI Logistex (2005), " RFID for the real world. Challenges and opportunities in the warehouse and distribution center environment", White paper

Goldman A. (2003), "Five RFID Myths exposed", www.isp-planet.com

Hotchkiss D. (2005), "Better reading through technology", RFID news & solutions, http://rfidnas.com/

Intermec (2005), "Will your EPC Gen2 system be up to standard?", White paper, http://www.rfidjournal.com/

Intermec (2004), "Beyond the tag- finding RFID value in manufacturing & distribution application", White paper, http://www.rfidjournal.com/

Intermec (2003), “The write stuff: understanding the value of read/ write RFID functionality”, White paper, http://www.morerfid.com/

Intermec (2003), “7 places can retailers benefit from RFID without Item-Level tagging”, White paper, http://www.rfidjournal.com/

Jones P., Clarke-hill C., Shears P., Comfort D., Hillier D.(2004) “Radio frequency identification in the U.K.: opportunities and challenges”. *International journal of Retail & Distribution Management,* Volume 32-Number3, http://www.emerald-library.com/

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/

Karkkainen M., Holstrom J. (2002) “Wireless product identification: enabler for handling efficiency, customization and information sharing” *Supply Chain Management: An international journal,* Volume 7- Number 4. http://www.emerald-library.com/

Kerr J. (2004), “3 key software trends”, *Logistics Management*, March 2004

Kleist R., Chapman T., Sakai d., Jarvis B. (2004), *RFID Labeling, smart labeling concepts & applications for the consumer packaged goods supply chain*, Printronix, USA

Kopalchick J. & Christopher M. (2005), “RFID Risk Management”, *Internal Auditor*, April 2005

Κουρουθανάσης Π., Ζεϊμπέκης Β., Γιαγλής Γ. (2004) «Προσδίδοντας ευφυΐα στην εφοδιαστική αλυσίδα: Υφιστάμενη κατάσταση και τάσεις αποδοχής της τεχνολογίας RFID στην ελληνική αγορά» 8° πανελλήνιο συνέδριο Logistics, Αθήνα http://www.ebusinessforum.gr/

Κωστίκογλου Σ.(2004), «Υπηρεσίες ανίχνευσης και παρακολούθησης στις συνδυασμένες μεταφορές (OMTS)» ομάδα εργασίας Ζ2, Αθήνα, http://www.ebusinessforum.gr/

Lacefield S. (2004) “To RFID, or not to RFID?”, *Logistics Management,* July 2004

Levans M.(2005), “Trading perception for reality”, *Logistics Management,* February 2005

Levans M.(2005), “Cutting through the RFID fog”, *Logistics Management,* June 2004

Matrics (2004), “EPC and Radio Frequency Identification (RFID) standards” www.morerfid.com

Moradpour S. (2005), “Choose your Partner Carefully”, RFID news & solutions, http://rfidnas.com/

Mccrea B. (2004) “Tag you’re IT”, *Logistics Management*, February 2004

Mireles R. (2004), “Logistics executives question benefits of RFID”, *Logisticstoday*, June 2004

Morton R. (2004) “Message in a bottle”, *Logisticstoday news*, August 2004

Morton R. (2004), “Cultural problems slow RFID momentum overseas”, *Logisticstoday*, June 2004

MPI label systems (2005), “The benefits of automating slap and ship models”, White paper, http://www.rfidjournal.com/

Παπαδάκης Β. (2002), *Στρατηγική των επιχειρήσεων: Ελληνική και διεθνής εμπειρία*. 4η έκδοση, Μπένου, Αθήνα

Phaneuf A. (2005), “Meeting the EPC RFID mandates: Where to begin”, White paper, http://www.rfidjournal.com/

Quinn J. (2004), “Retailers face the question: Is the future in RFID?”, *Logistics Management*, Supply chain management review

Quinn J. (2003), “Are you ready for RFID?”, *Logistics Management*, July 2003

Richardson H. (2004), “Bar codes are still getting the job done”, *Logisticstoday*, December 2004

Roberti M. (2005), “The price of EPC Gen 2” http://www.rfidjournal.com/

Roberti M. (2005), “Progress comes in small steps”, http://www.rfidjournal.com/

Roberti M. (2005), “Is RFID losing momentum?”, http://www.rfidjournal.com/

Roberti M. (2005), “Trying to build the business case for RFID?”, http://www.rfidjournal.com/

Roberti M. (2005), “The importance of having vision”, http://www.rfidjournal.com/

Roberti M. (2005), “January brings a sea change”, http://www.rfidjournal.com/

Roberti M. (2005), “Living in the time of FUD”, http://www.rfidjournal.com/

Roberti M. (2004), “RFID and the worker”, http://www.rfidjournal.com/

Roberti M. (2004), “The role of independent testing” http://www.rfidjournal.com/

Rock-Tenn co. (2004) "Radio Frequency Identification (RFID) in the consumer goods supply chain: Mandated compliance or remarkable innovation?" An Industry White paper, http://www.rfidjournal.com/

Special Supplement (2004), "RFID powering the supply chain", *Logistics Management,* Reed Business Information, August 2004

Spiegel R. (2005), "News and Trends", *Supply Chain Management Review*, April 2005

Spiegel R. (2004), "Keeping up with changing standards", *Logistics Management*, January 2004

Spiegel R. (2003), "Get "smart", *Logistics Management*, July 2003

Spiegel R. (2003), "Barcoding: An extra digit for logistics", *Logistics Management*, June 2003

Technology (2004), "RFID costs aren't likely to impede adoption", *Logistics Management,* January 2004

Technology (2004), "Higher costs will drive up RFID market revenues", *Logistics Management,* April 2004

Technology (2004), "RFID will play a greater role in the supply chain", *Logistics Management,* July 2002

Technology (2003), "Wal-Mart throws its weight behind RFID", *Logistics Management,* August 2003

ThingMagic (2005), "Generation 2, A user guide" White paper, http://www.thingmagic.com/

Trunick P. (2005), "Stay loose for the RFID stretch run", *Logisticstoday*, March 2005

Trunick P. (2005), "EPCglobal ratifies Gen2 RFID standard", *Logisticstoday*, February 2005, p.11

Trunick P. (2005),"Where's the ROI for RFID?", *Logisticstoday*, January 2005

Trunick P. (2004), "Wal-Mart rolls out RFID pilots", *Logisticstoday*, May 2004,

Unisys (2004) "Radio Frequency Identification: Moving beyond the hype to maximum value", White Paper, http://www.morerfid.com/

Veeramani R. (2005), "The key to finding RFID's ROI", http://www.rfidjournal.com/

WebMethods (2005), "Top 10 points to consider in a business integration vendor", White paper, http://www.rfidjournal.com/

Wood C. (2002), "Tag it", *PC Magazine*, January 2002

Χαραμής Γ. (1998), *Ανάλυση και σχεδιασμός πληροφοριακών συστημάτων*, Δ' έκδοση, Ανικούλα, Θεσσαλονίκη

Διαδικτυακοί τόποι

- http://www.aimglobal.org/technologies/barcode Association for automatic identification and Mobility
- http://www.aimglobal.org/technologies/rfid Association for automatic identification and Mobility
- http://intel.com site της εταιρίας Intel
- http://www.epcglobalinc.org EPC Global
- http://www.webopedia.com/TERM/R/RFID.html Online εγκυκλοπαίδεια σχετικά με την πληροφορική τεχνολογία και το RFID
- http://www.rfidjournal.com/ RFID Journal
- http://en.wikipedia.org/wiki/RFID Wikipedia, εγκυκλοπαίδεια του RFID
- http://www.morerfid.com/ άρθρα σχετικά με RFID
- http://www.rfidnews.org/ μηνιαίο ηλεκτρονικό περιοδικό για το RFID
- http://www.nocards.org/ site καταναλωτικής οργάνωσης ενάντια στη χρήση RFID
- http://www.rfidinsights.com/ ειδήσεις για RFID από το Information Week

- http://www.ebusinessforum.gr/ Ελληνικό e-business forum

- www.spychips.com site που αφορά θέματα προστασίας προσωπικών δεδομένων και RFID