



ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Διπλωματική Εργασία : Τεχνολογίες Αυτόματης Αναγνώρισης
Προϊόντων με Χρήση Ραδιοκυμάτων για την Ολοκλήρωση της
Εφοδιαστικής Αλυσίδας



Επιβλέπων καθηγητής : Βασίλειος Μουστάκης
Εκπόνηση Διπλωματικής : Πρωτονοτάριος Δημήτριος
Α.Μ : 1999010077

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ευκαιρία της ολοκλήρωσης της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου Βασίλειο Μουστάκη για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα, καθώς και για την αμέριστη βοήθεια και γνώση που μου παρείχε κατά τη διάρκεια της συνεργασίας μας. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής κύριο Νικόλαο Μπιλάλη και τον κύριο Χαράλαμπο Λίττο για τις παρατηρήσεις τους και την καθοδήγησή τους.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ απευθύνεται ξεχωριστά στην οικογένειά μου που με στήριξε ηθικά και υλικά καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, και βοήθησε ώστε να γίνει πραγματικότητα ένα παιδικό μου όνειρο.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο Βίκτωρ Ουγκώ είχε πει κάποτε , *'' Δεν υπάρχει τίποτε πιο δυνατό από μία ιδέα που έφτασε η στιγμή να γίνει πραγματικότητα''*. Αν οι εξελίξεις που διαδραματίζονται από το πρώτο μισό του 2004 αποτελούν μία μικρή ένδειξη, η τεχνολογία Radio Frequency Identification-RFID ταιριάζει απόλυτα με την προαναφερθείσα περιγραφή.

Η παρούσα διπλωματική εργασία είχε σαν σκοπό να επιδείξει την προοπτική και τις δυνατότητες που παρέχει η τεχνολογία των ραδιοκυμάτων στη βελτιστοποίηση των διαδικασιών διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Με την ανάπτυξη του Electronic Product Code-EPC καθίσταται πλέον δυνατή η αυτόματη αναγνώριση της ταυτότητας των προϊόντων, επιφέροντας μία επαναστατική αλλαγή στον τρόπο που οι επιχειρήσεις διαχειρίζονται και επιβλέπουν τη ροή των υλικών και των πληροφοριών από την παραγωγή του προϊόντος μέχρι την τελική εναπόθεσή του στο ράφι του καταστήματος λιανικής πώλησης.

Στο παρόν σύγγραμμα παρέχονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για την κατανόηση των βασικών χαρακτηριστικών λειτουργίας της μεθόδου RFID καθώς και των προοπτικών εφαρμογής της σε κάθε ένα από τα ανεξάρτητα τμήματα, αλλά και συνολικά στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Πιο συγκεκριμένα στο Κεφάλαιο 1 παρατίθενται εισαγωγικά στοιχεία ανάλυσης της μεθόδου, ενώ στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζεται μία συνοπτική περιγραφή των βασικών παραμέτρων λειτουργίας της τεχνολογίας RFID, με λεπτομερέστερη ανάλυση να παρατίθεται στο παράρτημα. Στο Κεφάλαιο 3 αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο δύναται να βελτιστοποιήσει τις διαδικασίες διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, ενώ στο Κεφάλαιο 4 αναλύεται η υπάρχουσα κατάσταση και η προοπτική υιοθέτησης και χρήσης της τεχνολογίας με ιδιαίτερη αναφορά στα σημεία που χρίζουν καθοριστικής σημασίας για την αποφυγή εμποδίων και την επιτυχή καθιέρωση της στην εφοδιαστική. Σημαντική για την εξαγωγή συμπερασμάτων κρίνεται, τέλος, η λεπτομερής οικονομοτεχνική μελέτη που παρατίθεται στο Κεφάλαιο 5 και επιδεικνύει τη δυναμική της εν λόγω τεχνολογίας στη συμπίεση του λειτουργικού κόστους μίας επιχείρησης παραγωγής και εμπορίας έτοιμων προϊόντων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ-AUTO ID	9
2.1 Εισαγωγή.....	9
2.2 Τα Βασικά της Τεχνολογίας Auto-ID.....	9
2.3 Radio Frequency Identification	11
2.4 Σύγκριση με τις Ετικέτες Γραμμωτού Κώδικα.....	16
2.5 Μειονεκτήματα και Ατέλειες.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ	25
3.1 Εισαγωγή.....	25
3.2 Οφέλη και Πλεονεκτήματα.....	26
3.2.1 Δραστηριότητες της Εφοδιαστικής Αλυσίδας.....	30
3.2.2 Παραγωγοί και Κατασκευαστές.....	31
3.2.3 Αποθήκευση.....	32
3.2.4 Μεταφορά.....	34
3.2.5 Καταστήματα Λιανικής Πώλησης.....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΓΟΡΑΣ ΚΑΙ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΥΙΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ	38
4.1 Εισαγωγή.....	38
4.2 Ανάλυση Δεδομένων.....	38
4.3 Στρατηγική Υιοθέτησης της Τεχνολογίας	42
4.3.1 Τεχνικά Θέματα.....	43
4.3.2 Οικονομικά-Επιχειρηματικά Θέματα.....	48
4.4 Πλάνο Υιοθέτησης της Τεχνολογίας.....	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: CASE STUDY: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID ΣΤΗΝ ΕΤΑΙΡΕΙΑ “Α”	51
5.1 Προφίλ Εταιρείας.....	51
5.2 Αρχική Δαπάνη.....	56
5.3 Έσοδα.....	63
5.4 Οικονομικά Στοιχεία.....	70
5.4.1 Βασικές Παραδοχές.....	70
5.4.2 Προβλεπόμενες Ταμειακές Ροές	76
5.5 Αξιολόγηση της Επένδυσης	78
5.6 Συμπεράσματα.....	80

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	84
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ :ΑΝΑΛΥΤΙΚΉ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID.....	87

1. Εισαγωγή

Ένας πελάτης επισκέφθηκε ένα εκτενές κατάστημα λιανικής πώλησης με σκοπό να αγοράσει έναν συγκεκριμένο αριθμό στυλό. Γνώριζε το ακριβές είδος, τον τύπο και το χρώμα γραφής (μπλε) των στυλό που ήταν διατεθειμένος να αγοράσει. Οδηγήθηκε στο τμήμα πώλησης ειδών γραφικής ύλης κοίταξε στο ράφι του καταστήματος πήρε το κουτί που ανέγραφε το είδος των στυλό που επιθυμούσε και τα άνοιξε με σκοπό να προμηθευτεί τον ακριβή προς αγορά αριθμό τεμαχίων. Το κουτί όμως ήταν γεμάτο με στυλό μαύρου και όχι μπλε χρώματος γραφής και περιέχονταν στο ίδιο ακριβώς κουτί που έπρεπε να βρίσκονταν στυλό μπλε χρώματος. Καθώς ο πελάτης αποχώρησε από το κατάστημα λιανικής πώλησης χωρίς να προβεί σε καμία είδους αγορά, συνειδητοποίησε ότι το εν λόγω κατάστημα δεν είχε την παραμικρή ιδέα για το γεγονός ότι το επίπεδο αποθέματος των μπλε στυλό βρισκόταν σε out-of-stock κατάσταση. Επιπρόσθετα το κατάστημα λιανικής πώλησης δεν απώλεσε μόνο τα έσοδα της αξίας των στυλό που θα αγόραζε ο πελάτης και πιθανών επιπλέον αγορών του, αλλά απώλεσε και την εμπιστοσύνη του καθώς ο πελάτης βρήκε το κουτί με τα στυλό που επιθυμούσε στο ανταγωνιστικό κατάστημα που βρισκόταν λίγα μέτρα παρακάτω. Η διαδικασία απογραφής του αποθέματος απέτυχε για το πρώτο κατάστημα αφού δεν κατάφερε με επιτυχία να ξεχωρίσει το ακριβές επίπεδο διαθεσιμότητας παρόμοιων προϊόντων, προκαλώντας καθυστέρηση στη διαδικασία αναπλήρωσης του επιπέδου του αποθέματος των μπλε στυλό.

Το κατάστημα λιανικής πώλησης (retailer) όμως δεν ήταν και το μοναδικό θύμα των συνεπειών που προέκυψαν από την αγορά των στυλό του καταναλωτή (consumer) σε ανταγωνιστικό κατάστημα. Το πλήγμα ήταν εξίσου σημαντικό και για τον

κατασκευαστή (manufacturer) αλλά και τους προμηθευτές (suppliers) των στυλό και γενικά για όλο το upstream κομμάτι της εν λόγω εφοδιαστικής αλυσίδας.

Το ευτυχές συμπέρασμα που προκύπτει από την προαναφερθείσα περιγραφή είναι ότι στο μέλλον δύναται να αποφευχθούν παρόμοιες περιπτώσεις με την ευρεία αποδοχή της τεχνολογίας αυτόματης αναγνώρισης προϊόντων με χρήση ραδιοκυμάτων, γνωστή και ως Radio Frequency Identification-RFID. Η εν λόγω τεχνολογία προσφέρει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει συνολικά τον τρόπο που οι επιχειρήσεις ανταλλάσσουν προϊόντα και πληροφορίες μεταξύ τους και να βελτιώσει δραματικά τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας (Supply Chain Management).

Η τεχνολογία RFID συνίσταται από μία ετικέτα (Radio-Frequency Tag) που προσκολλάται πάνω στο εκάστοτε προς αναγνώριση αντικείμενο και εκπέμπει μέσω μίας ειδικά προσαρτημένης κεραίας (antenna) έναν μοναδικό 96-bits ηλεκτρονικό κωδικό αναγνώρισης (Electronic Product Code-EPC) που περιέχει πληροφορίες για την προέλευση της παλέτας, του κιβωτίου ή του προϊόντος στα οποία είναι προσαρτημένη. Η πληροφορία αυτή συλλέγεται από έναν αναγνώστη (Radio-Frequency Reader) και μεταφέρεται για περαιτέρω επεξεργασία στο κεντρικό λογισμικό διαχείρισης της επιχείρησης (Enterprise Resource Planning-ERP). Οι ετικέτες που δύναται να φθάσουν σε μέγεθος ένα μικρό σωματίδιο άμμου προβλέπεται να στοιχίζουν 0,01 € στο τέλος της τρέχουσας δεκαετίας. Σήμερα οι πιο φθηνές ετικέτες κοστίζουν 0,10 € ανάλογα με την εφαρμογή και χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση προϊόντων χωρίς να απαιτείται η άμεση οπτική επαφή τους με τον αναγνώστη (line of sight), γεγονός που τις καθιστά πιο αποτελεσματικές από τα Barcodes (ετικέτες γραμμωτού κώδικα) την σημερινή ευρέως διαδεδομένη εφαρμογή

τεχνολογιών αυτόματης αναγνώρισης. Αν και οι σημερινές ετικέτες απαιτούν την ύπαρξη του αναγνώστη σε απόσταση μερικών μέτρων από αυτές για την ομαλή και επιτυχημένη αναγνώριση τους, η απόσταση αυτή προβλέπεται να αυξάνεται δραματικά στο άμεσο μέλλον κάνοντας την εν λόγω τεχνολογία ακόμη πιο αποδοτική.

Το σημαντικότερο πεδίο ερευνών και εξέλιξης της τεχνολογίας πραγματοποιήθηκε στο Auto-ID Center του Τεχνολογικού Ινστιτούτου του Πανεπιστημίου της Μασαχουσέτης-MIT, μέλη του οποίου αποτελούν οι εταιρείες Gillette, Procter&Gamble, Wal-Mart και Coca-Cola οι οποίες χρηματοδοτούν και τις έρευνες. Περισσότερες από 40 παραγωγικές και εμπορικές επιχειρήσεις συνεργάζονται με το Auto-ID Center εξετάζοντας την προοπτική εφαρμογής και υιοθέτησης της τεχνολογίας. Ανάμεσα τους και παγκόσμιες ηγετικές επιχειρήσεις στον τομέα σχεδιασμού και τεχνολογικής αναβάθμισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, που συνηγορούν στην άποψη για άμεση υιοθέτηση της τεχνολογίας στο εγγύς μέλλον, προσδίδοντας σημαντικά οφέλη και πλεονεκτήματα στην διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.



Εικόνα 1.1 : Εφαρμογή Τεχνολογίας RFID από την Unilever Co.

2. Τεχνολογίες Αυτόματης Αναγνώρισης Ταυτότητας (Auto-ID Technology)

2.1 Εισαγωγή

Όπως ακριβώς συμβαίνει και στην περίπτωση ενός κινητού τηλεφώνου ή ενός προσωπικού υπολογιστή, όπου δεν είναι απαραίτητη η ενδελεχής εξέταση και εμπέδωση όλων των τεχνικών λεπτομερειών για την επιτυχή αξιοποίηση και χρήση τους, έτσι και στην περίπτωση της τεχνολογίας Αυτόματης Αναγνώρισης Ταυτότητας (Automatic Identification-ή για χάριν συντομίας Auto-ID) η λεπτομερής κατανόηση του τεχνολογικού υποβάθρου του αντικειμένου δεν αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την αποδοχή της αναμφισβήτητης δυναμικής και πλεονεκτήματος που προσφέρει η υιοθέτηση της προκείμενης καινοτομικής τεχνολογίας. Η τεχνική προσέγγιση, ωστόσο, θεωρείται απαραίτητη για την συγκρότηση μιας πλήρους εικόνας της εφαρμοζόμενης τεχνολογίας συμπεριλαμβανομένων των δυνατοτήτων αλλά και των περιορισμών εφαρμογής της. Παρακάτω παρατίθεται μία επισκοπική εξέταση της τεχνολογίας, ξεκινώντας από το απαραίτητο τεχνολογικό υπόβαθρο και τις σημαντικότερες αρχές που το διέπουν. Εν συνεχεία περιγράφονται τα συστήματα Αναγνώρισης Ταυτότητας με χρήση Ραδιοκυμάτων (Radio Frequency Identification-RFID) που αποτελούν το πιο δημοφιλές και χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής της τεχνολογίας Auto-ID και πραγματοποιείται μία άμεση σύγκριση με τα ευρέως διαδεδομένα και εφαρμοζόμενα συστήματα αναγνώρισης μέσω γραμμωτού κώδικα (barcodes), προκειμένου να διαπιστωθούν τυχόν πλεονεκτήματα έναντι των τελευταίων. Τέλος αναλύονται διεξοδικά σημαντικά ζητήματα κόστους εφαρμογής της τεχνολογίας στην εφοδιαστική αλυσίδα. Αναλυτική τεχνολογική προσέγγιση της τεχνολογίας RFID παρατίθεται στο παράρτημα .

2.2 Τα βασικά της τεχνολογίας Auto-ID

Ο όρος Auto-ID αποτελεί τον ευρύτερο χαρακτηρισμό των τεχνολογιών που βοηθούν τις μηχανές να αναγνωρίζουν αντικείμενα. Συχνά συνοδεύεται με τον όρο Automatic Capture Data που χρησιμοποιείται για να περιγράψει συστήματα που συλλέγουν

πληροφορίες για αντικείμενα και τα μεταφέρουν σε κεντρικούς υπολογιστές αυτόματα, χωρίς την υποστήριξη εργαζομένων για την αναγκαία πληκτρολόγηση. Βασικός στόχος ύπαρξης των τεχνολογιών αυτών είναι η αύξηση της αποδοτικότητας, ο περιορισμός των λανθασμένων δεδομένων εισόδου και η αναβαθμισμένη επεξεργασία των δεδομένων με χρήση πολύπλοκων συναρτήσεων βιβλιοθηκών. Κυρίαρχα παραδείγματα τέτοιων τεχνολογιών αποτελούν οι Barcodes, Smart Tags, συσκευές αναγνώρισης φωνής, οπτικής αναγνώρισης χαρακτήρων, Radio Frequency Identification και άλλες.

Συστήματα Auto-ID έχουν ήδη υιοθετηθεί σε περιπτώσεις ελέγχου της πρόσβασης εισόδου και σε ποικίλες εφαρμογές ασφαλείας, σε βιομηχανίες που απαιτούν συστηματικό έλεγχο και παρακολούθηση των προϊόντων τους στην παραγωγική διαδικασία ή σε άλλα τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας όπως σε σημεία διανομής ή σε σημεία λιανικής πώλησης.

Το συνολικό οικοδόμημα της τεχνολογίας Auto-ID συνίσταται από την ύπαρξη και συνεργασία των παρακάτω εξατομικευμένων τεχνολογιών :

- Γραμμωτού κώδικα (Bar Code)
- Οπτικής Αναγνώρισης Χαρακτήρων (Optical Character Recognition)
- Αναγνώρισης με χρήση Ραδιοσυχνότητας (Radio Frequency ID)
- Μηχανικής Ενόρασης (Machine Vision)
- Μαγνητικής Ρίγας (Magnetic Stripe)
- Έξυπνων Καρτών (Smart Cards)
- Μνήμη Αφής (Touch Memory)
- Φωνητική Είσοδος Δεδομένων (Voice Data Entry)
- Επικοινωνία Δεδομένων μέσω Ραδιοσυχνότητας (Radio Frequency Data Communications-RFDC)

Όλα τα συστήματα Auto-ID συνίστανται από τα ακόλουθα βασικά χαρακτηριστικά (main features):

- ✓ Ένα προϊόν, εξάρτημα, συστατικό, κιβώτιο, παλέτα, κ.τ.λ. Οποιασδήποτε μορφής αναγνώριση της ταυτότητας του εκάστοτε αντικειμένου, καθώς αυτό

ακολουθεί τη διαδικασία παραγωγής, αποθήκευσης ή διανομής θα επέφερε αναμφισβήτητα ένα συγκριτικό πλεονέκτημα.

- ✓ Μία ταμπέλα, ετικέτα ή κωδικοποιημένη εντολή είναι προσαρτημένη στο αντικείμενο, ώστε να καθίσταται δυνατή η αυτόματη ανάγνωση της με σκοπό τον προσδιορισμό του αντικειμένου, την προέλευση του, την ταυτότητα του αποστολέα ή του παραλήπτη του ή την εξακρίβωση οποιασδήποτε άλλης μορφής πληροφορία που χρίζει ενδιαφέροντος από το χρήστη.
- ✓ Ένας αυτόματος ή ανά χείρα αναρτώμενος αναγνώστης γραμμωτού κώδικα (barcode reader, optical character reader, magnetic stripe reader, RFID reader) διαβάζει τον κώδικα, τον αξιολογεί και καταχωρεί το περιεχόμενό του σε μία κεντρική μονάδα ελέγχου δεδομένων και πληροφοριών.



Εικόνα 2.2.1: Αναγνώστης γραμμωτού κώδικα (bar code reader)

- ✓ Η πληροφορία επεξεργάζεται και μεταφέρεται σε ένα ειδικά διαμορφωμένο δίκτυο υπολογιστών για περαιτέρω μελέτη και επεξεργασία των δεδομένων.

Ίσως το πιο διαδεδομένο και ευρέως αποδεκτό Auto-ID σύστημα αποτελεί αυτό του γραμμωτού κώδικα, που αναπτύχθηκε στη δεκαετία του 1970 και κατέχει σήμερα το μεγαλύτερο μερίδιο στην παγκόσμια αγορά συστημάτων Auto-ID. Σημείο αναφοράς αποτελεί το συμπέρασμα στο οποίο καταλήγει η πλειοψηφία των χρηστών τεχνολογίας Auto-ID, σύμφωνα με το οποίο οι εν λόγω τεχνολογίες προσδίδουν ένα συμπληρωματικό παρά ένα άκρως ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Στη συνέχεια εξετάζεται η πιο πρόσφατη εκδοχή των συστημάτων Auto-ID, αυτή του RFID.

2.3 Radio Frequency ID

Τα σύγχρονα συστήματα Αυτόματης Αναγνώρισης Ταυτότητας με χρήση Ραδιοσυχνοτήτων (RFID) κατέχουν την απαραίτητη δυναμική ώστε να αποτελέσουν το απαραίτητο εργαλείο σε όλες τις εφαρμογές που απαιτείται αυτόματη αναγνώριση ανθρώπων, ζώων ή αντικειμένων. Τα συστήματα αυτά έχουν αρχίσει ήδη να χρησιμοποιούνται σε ποικίλες εφαρμογές όπως στον έλεγχο πρόσβασης εισόδου, σε συστήματα ελέγχου των αποθεμάτων, σε αντικλεπτικά συστήματα καθώς και σε παραγωγικά συστήματα αυτοματισμού. Επιπρόσθετα, πρόσφατες καινοτομικές ανακαλύψεις στο συγκεκριμένο πεδίο δράσης περιόρισαν σημαντικά το απαιτούμενο κόστος εφαρμογής τους, ώστε να αρχίσουν να υιοθετούνται και στον ευρύτερο χώρο της εφοδιαστικής αλυσίδας όπως την αναγνώριση καταναλωτικών προϊόντων σε τελικά σημεία λιανικής πώλησης.

Η επινόηση των αναγνωστών γραμμωτού κώδικα (Barcode) και η καθιέρωση ενός ενιαίου τύπου παραγωγικού κώδικα (Universal Product Code-UPC) επέφερε επαναστατικές αλλαγές στον τρόπο διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας και ιδιαίτερα στο χώρο της βιομηχανίας καταναλωτικών συσκευασμένων αγαθών (Consumer Packaged Goods-CPG), στον οποίο περιλαμβάνονται παραγωγοί (manufactures), διανομείς (distributors) και λιανικοί πωλητές (retailers) καταναλωτικών αγαθών και υπηρεσιών. Με την καθιέρωση των Bar Code και του UPC η βιομηχανία παραγωγής, διακίνησης και πώλησης καταναλωτικών αγαθών παρουσίασε μείωση των λειτουργικών εξόδων της τάξεως του 3% ως το 1997, με το ποσοστό αυτό να μεταφράζεται σε συνολικά ετήσια έσοδα που άγγιξαν τα 17 δισεκατομμύρια δολάρια διανεμημένα κατά μήκος όλων των επιμέρους τμημάτων της εφοδιαστικής αλυσίδας από την παραγωγή μέχρι την εναπόθεση του προϊόντος στο ράφι του τελικού καταστήματος.

Οι πλέον σύγχρονες τεχνολογίες Auto-ID που πλαισιώνονται με τη χρήση ενός ενιαίου ηλεκτρονικού κώδικα (Electronic Product Code-EPC) και ειδικά διαμορφωμένων ετικετών (tags) εγγυούνται την αποκόμιση ακόμα μεγαλύτερου ποσού εσόδων στον κλάδο της βιομηχανίας. Η καινοτομική αυτή τεχνολογία αναβαθμίζει ουσιαστικά την μέχρι πρότινος ικανότητα αναγνώρισης των

αντικειμένων μέσω των Barcodes και του UPC, επιδεικνύοντας έναν πιο ακριβή και συγκεκριμένο τρόπο συλλογής των απαραίτητων πληροφοριών, εκμηδενίζοντας ουσιαστικά το εργατικό κόστος και τον απαιτούμενο χρόνο που απαιτούνται για τη συλλογή αυτή. Η καλύτερης ποιότητα πληροφορία που εγγυούνται τα συστήματα RFID επιτρέπει στις εταιρείες τον έλεγχο και τη διακίνηση μεμονωμένων αντικειμένων στην εφοδιαστική αλυσίδα, αυξάνοντας την αποδοτικότητα των επιμέρους διαδικασιών, βελτιώνοντας τη διαχείριση των κεφαλαίων τους, την ακρίβεια στην πρόγνωση μελλοντικής ζήτησης και την ικανότητα προσαρμογής τους στις συνεχώς εναλλασσόμενες και άμεσα εξαρτώμενες συνθήκες προμηθειών και ζήτησης.

Η κεντρική ιδέα λειτουργίας των σύγχρονων μεθόδων Auto-ID συνιστώνται στο γεγονός ότι προσδίδουν στο αντικείμενο μιας μορφής τεχνητή νοημοσύνη, που του επιτρέπει να επικοινωνεί άμεσα με τα νέας γενιάς ειδικά διαμορφωμένα συστήματα πληροφοριών που διαχειρίζονται πληροφορίες προμηθειών και ζήτησης σε πραγματικό χρόνο (Just In Time-JIT), επιφέροντας μία επαναστατική αλλαγή στον τρόπο που παράγουμε, πουλάμε και αγοράζουμε προϊόντα. Με τον τρόπο αυτό οι επιχειρήσεις δύνανται να αποκομίσουν τεράστια ποσά από την περικοπή των εξόδων λειτουργίας τους, ενώ ταυτόχρονα θα προσεγγίσουν πιο άμεσα και αποδοτικά τις ανάγκες της καταναλωτικής αγοράς.

Είναι απαραίτητο;

Στην πραγματικότητα η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID βρίσκεται σε πλήρη αντιστοιχία με την χρησιμότητα του Internet. Στην αρχή ούτε το Internet ήταν, έκανε όμως τις επιχειρήσεις πολύ περισσότερο αποδοτικές με τη δυνατότητα που τους προσέφερε να μοιράζονται δεδομένα. Με παρόμοιο τρόπο, η τεχνολογία RFID προσφέρει τη δυνατότητα παρακολούθησης του κύκλου ζωής μεμονωμένου προϊόντος από τη στιγμή αρχικής παραγωγής του στο εργοστάσιο μέχρι την τελική εναπόθεση του στο ράφι του τελικού καταστήματος ακόμη και την ανακύκλωση του.

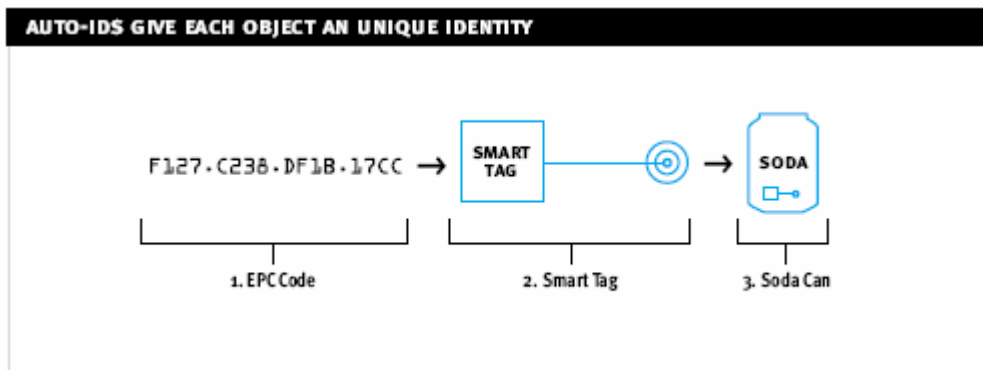
Οι επιχειρήσεις έχουν συνειδητοποιήσει ότι η ακριβής και αυτόματη συλλογή πληροφοριών και δεδομένων σχετικών με τα προϊόντα, τους προσφέρει ένα συγκριτικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, τις κάνει περισσότερο αποδοτικές και αυτό

φαίνεται και από τα δισεκατομμύρια των δολαρίων που έχουν επενδυθεί παγκοσμίως στην χρήση της τεχνολογίας των bar codes.

Η μέχρι στιγμής δοκιμή της τεχνολογίας RFID από τις επιχειρήσεις περιορίζεται σε κλειστό κύκλο (closed loop systems) ελέγχου των προϊόντων της. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι δοκιμάζουν την τεχνολογία σε προϊόντα που δεν φεύγουν από την επιτήρησή της, αποφεύγοντας έτσι τον κίνδυνο αναγνώρισης των χαρακτηριστικών που αναγράφονται πάνω στις RFID Tags από ανταγωνιστές τους.

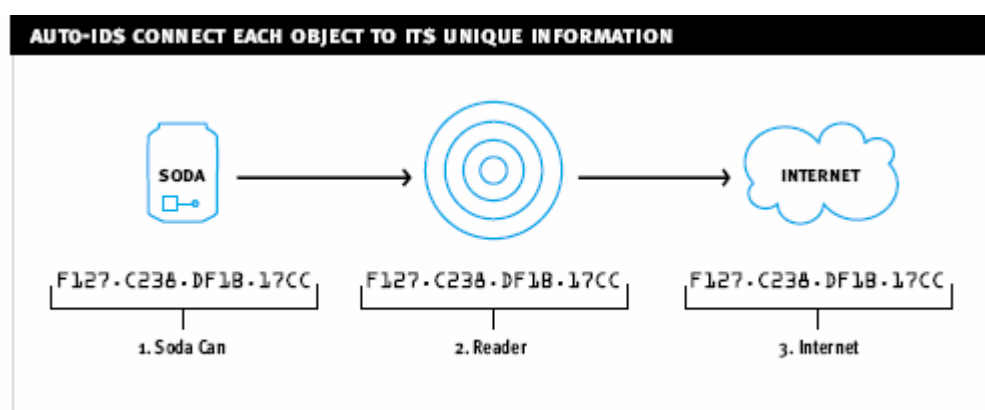
Οι περισσότερες όμως επιχειρήσεις δεν δρουν αυτόνομα και συνεργάζονται με άλλες που ανήκουν σε άλλα τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Εδώ επαφίεται και το πρόβλημα της τεχνολογίας RFID που δεν είναι τυποποιημένη (proprietary). Για να αναγνωριστεί προς το παρόν ένα συγκεκριμένο προϊόν που εξέρχεται από μία επιχείρηση Α και διαβιβάζεται σε μία επιχείρηση Β, πρέπει η δεύτερη να έχει επενδύσει στην τεχνολογία από τον ίδιο συγκεκριμένο κατασκευαστή RFID που προμήθευσε και την Α, για λόγους συμβατότητας.

Ανεξάρτητα και μεμονωμένα τεμάχια αναγνωρίζονται μέσω ενός 96-bit ηλεκτρονικού κώδικα (EPC) που περιέχεται σε ένα ειδικά διαμορφωμένο microchip που ονομάζεται "έξυπνη ετικέτα" (smart tag). Ο ηλεκτρονικός κώδικας είναι σε θέση να αναγνωρίσει ενιαία την ταυτότητα περισσότερων από 268 εκατομμυρίων παραγωγών-κατασκευαστών ο καθένας από τους οποίους δύνανται να παράγει-κατασκευάζει περισσότερα από ένα εκατομμύρια προϊόντα, αφήνοντας επιπλέον και ένα υπεραρκετό περιθώριο μνήμης στην ετικέτα για λόγους μελλοντικής επαναγνωρίσης. Οι ετικέτες, οι οποίες προσαρμόζονται πάνω στα εκάστοτε μεμονωμένα τεμάχια μέσω της εκτύπωσης τους από ειδικούς "smart label" printers, φέρουν ειδικά διαμορφωμένες κεραίες (antennas) που τους επιτρέπει να επικοινωνούν ασύρματα (wireless) με άλλες ηλεκτρονικές συσκευές,



Εικόνα 2.3.1: Σχηματική αναπαράσταση λειτουργίας κυκλώματος Auto-ID

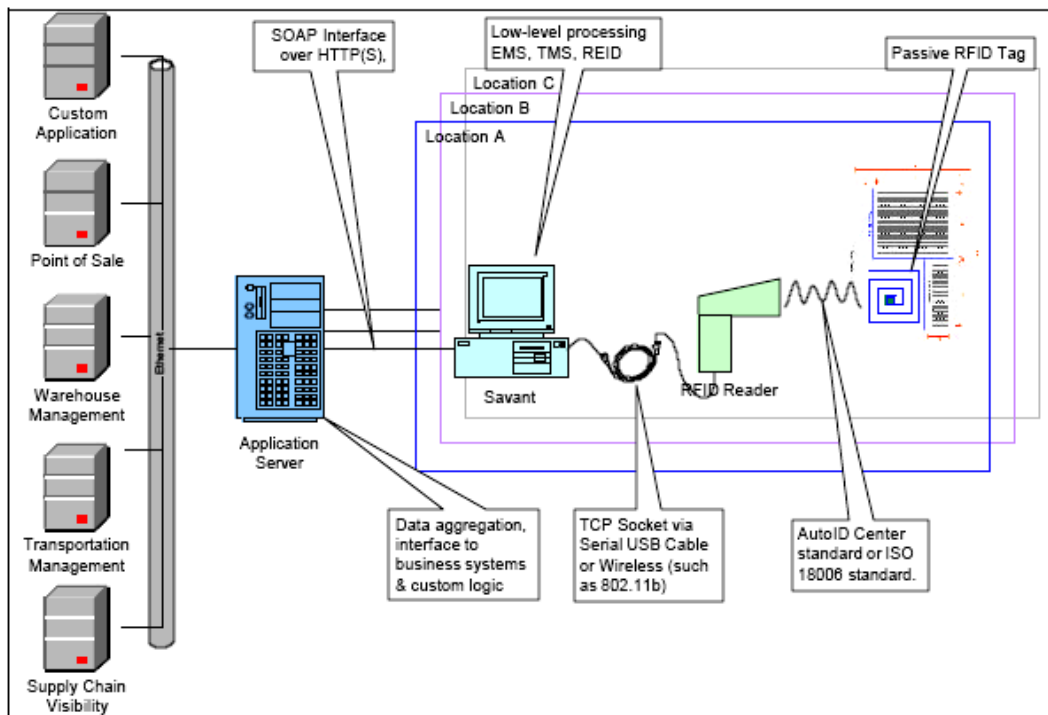
Ειδικά τοποθετημένοι ασύρματοι αναγνώστες (readers) χρησιμοποιώντας τεχνικές από την θεωρία των ραδιοκυμάτων ανιχνεύουν τις ετικέτες και μεταφέρουν τον μοναδικό ηλεκτρονικό κωδικό του τεμαχίου στο ειδικά διαμορφωμένο δίκτυο, όπου εμφανίζονται περισσότερες και λεπτομερέστερες πληροφορίες που χαρακτηρίζουν το αντικείμενο. Οι πληροφορίες αυτές κοινοποιούνται στο δίκτυο και προβάλλονται στους παραγωγούς, τους προμηθευτές, τους διανομείς ή σε οποιοδήποτε άλλο μέλος της εφοδιαστικής αλυσίδας που επιθυμεί να μάθει τα χαρακτηριστικά του αντικειμένου. Αναγνώστες αναρτώμενοι για παράδειγμα στα ράφια καταστήματος λιανικής πώλησης δύναται να ενημερώσουν τους διαχειριστές για την ύπαρξη προϊόντων των οποίων η ημερομηνία ανάλωσης εκπίπτει.



Εικόνα 2.3.2 : Σχηματική αναπαράσταση γνωστοποίησης της πληροφορίας

Στο δίκτυο, ο ηλεκτρονικός κώδικας (EPC) συνεργάζεται με την Υπηρεσία Ονομασίας Αντικειμένων (Object Naming Service-ONS) και με μία ειδικά

διαμορφωμένη γλώσσα προγραμματισμού γνωστή ως Product Markup Language (PML). Το ONS ειδοποιεί το σύστημα υπολογιστών για τον ακριβή τόπο συλλογής πληροφοριών για κάθε αντικείμενο στο Internet που φέρει τον ειδικό κώδικα, κατά αντιστοιχία δηλαδή με το υπάρχον Domain Name System (DNS) του Internet που υποδεικνύει την διεύθυνση συγκεκριμένων ιστοσελίδων (web sites) στο World Wide Web, με τη διαφορά ότι το ONS είναι πολύ μεγαλύτερο αφού διαχειρίζεται δεδομένα εντοπισμού τρισεκατομμυρίων αντικειμένων που φέρουν EPC.



Εικόνα 2.3.3: Σχηματική αναπαράσταση Δικτύου EPC

Η PML αποτελεί τη νέα τυποποιημένη γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για την περιγραφή φυσικών αντικειμένων, σε πλήρη αναλογία με την HTML (Hyper Text Markup Language) που χρησιμοποιείται για την ανεύρεση των ιστοσελίδων του Διαδικτύου από τους web browsers.

```
<EPC_Identified_Item>  
  <EPC_Number>01-0000A9B-001F3A-0001103BA</EPC_Number>  
  <Item_Name>Frozen Chicken Breasts</Item_Name>  
  <Sold_To>Wal-Mart Corporation</Sold_To>  
  <Ship_To>Wal-Mart #2061</Ship_To>  
  <Current_Temp>18.4</Current_Temp>  
</EPC_Identified_Item>
```

Εικόνα 2.3.4: Βρόγχος της γλώσσας PML

Συνδυάζοντας όλα τα παραπάνω η τεχνολογία Auto-ID καταφέρνει να υλοποιήσει ένα δίκτυο αποτελούμενο από bits (μονάδες πληροφορίας), το οποίο στοχεύει στην ευφυή και αμφίδρομη αλληλεπίδραση μεταξύ πληροφοριών, ανθρώπινου προσωπικού και επιχειρήσεων σε πραγματικό χρόνο βελτιστοποιώντας τις διαδικασίες διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας.

2.4 Σύγκριση με τις ετικέτες γραμμωτού κώδικα (Barcodes)

Οι ετικέτες γραμμωτού κώδικα έχουν χαμηλό κόστος κτήσης, είναι αξιόπιστες, σχετικά εύκολες στην παραγωγή τους και διαχειρίζονται εύκολα μέσω των αναρτώμενων ανά χείρα των διανομέων αναγνωστών που τους χρησιμοποιούν πρωτίστως. Σύμφωνα με μελέτες περισσότεροι από 5 δισεκατομμύρια κώδικες ανιχνεύονται καθημερινά σε 140 χώρες του κόσμου. Αν και στο σύνολό τους τα μέλη διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας συμφωνούν με τη μεγάλη ευχέρεια χρησιμότητας και εφαρμογής των Barcodes, δεν αρνούνται την ανάγκη ύπαρξης ενός καινοτομικού τρόπου αναγνώρισης των προϊόντων. Οι λόγοι που συνηγορούν προς την προαναφερθείσα κατεύθυνση παρουσιάζονται παρακάτω :

- Οι Barcodes αναγνωρίζουν την ταυτότητα ομαδοποιημένων μόνο προϊόντων και όχι ανεξαρτήτων μεμονωμένων τεμαχίων που δύναται να πραγματοποιηθεί μέσω της εφαρμογής του ψηφιακού ηλεκτρονικού κώδικα (EPC).
- Απαιτείται ανίχνευση των κωδικών μέσω της οπτικής επαφής (line of sight), οι ετικέτες δηλαδή πρέπει να τοποθετούνται ευθέως απέναντι από τον αναγνώστη, ενώ οι "έξυπνες ετικέτες" (smart tags) περιορίζονται μόνο από το βεληνεκές της ικανότητας ανίχνευσης του αναγνώστη (reader's range), που δύναται να ξεπεράσει τα δεκαπέντε μέτρα.
- Οι ηλεκτρονικές ετικέτες (RFID Tags) μπορούν να διατηρήσουν την αξιοπιστία τους σε περιπτώσεις υψηλών θερμοκρασιακών και επιβλαβών χημικών συνθηκών, όπου η χρήση των κοινών γραμμωτών ετικετών κρίνεται ανεπαρκής.
- Οι Barcodes αδυνατούν να ανιχνευθούν όταν βρίσκονται μέσα σε κλειστά κιβώτια απαιτώντας το χρονοβόρο "Έλεγχο Του Ανοικτού Κιβωτίου" (Open Box Inspection) και την τεκμηρίωση του με τα καταστατικά της παραγγελιοληψείας, διαδικασία που αυξάνει την ανθρώπινη δραστηριότητα και το κόστος. Σε αντίθεση οι RFID Tags μπορούν να ανιχνευθούν μέσα από

την πλειοψηφία των υλικών απλοποιώντας δραματικά τις απαιτούμενες διαδικασίες.

- Οι Barcodes περιέχουν πληροφορία “μίας χρήσης” καθώς αποκλείουν τη δυνατότητα τυχόν αναβάθμισής τους και απαιτείται η ανατύπωση νέου κώδικα σε νέα ετικέτα. Αντίθετα οι RFID Tags διακρίνονται για την ικανότητα επανεγγραφής νέου κώδικα στην ήδη υπάρχουσα ετικέτα (read-write capability).
- Οι RFID Tags είναι σε θέση να αποθηκεύσουν πολύ μεγαλύτερο αριθμό δεδομένων και πληροφοριών σε σύγκριση με τις παραδοσιακές ετικέτες.



Εικόνα 2.4.1: Τυπική ετικέτα Barcode

Οι ετικέτες ωστόσο του γραμμωτού κώδικα βρίσκονται σε ώριμο στάδιο εξέλιξης και εφαρμογής, σε αντίθεση με την τεχνολογία RFID που προσφέρει δυναμικό πλεονέκτημα σε μεμονωμένες, μέχρι σήμερα, περιπτώσεις. Ο ανταγωνισμός μεταξύ των RFID Tags και των Barcodes αποτυπώνεται χαρακτηριστικά με τον παραλληλισμό ανάμεσα σε ένα υποβρύχιο και στο ποδήλατο [Bert Moore, June 1999]. Έτσι ενώ το υποβρύχιο δεν μπορεί να τα καταφέρει επιτυχώς στη στεριά, το ποδήλατο δεν δύναται να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμο στον ωκεανό. Με άλλα λόγια δεν πρόκειται για ευθεία και πλήρως αντιμέτωπη αντιπαράθεση μεταξύ των δύο τεχνολογιών, αλλά για δύο διαφορετικές επισκοπήσεις του τρόπου διαχείρισης των διαδικασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας.

2.5 Μειονεκτήματα και ατέλειες.

Αν και η τεχνολογία RFID υπόσχεται να βελτιώσει σημαντικά την ταχύτητα ροής και διακίνησης πληροφορίας και προϊόντος κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, μειώνοντας τα λειτουργικά κόστη των επιχειρήσεων αποφέροντας τους σημαντικά οικονομικά οφέλη, απαιτείται η υπερκέραση σημαντικών εμποδίων που αποτελούν τροχοπέδη στην υιοθέτηση και εφαρμογή της τεχνολογίας σε ευρεία κλίμακα.

Κόστος (Cost of Tagging)

Η τιμή μίας RFID Tag κυμαίνεται γύρω στα 0,50\$ και η συχνότητα λειτουργίας της εξαρτάται από τον κατασκευαστή. Οι RFID Readers κοστίζουν σήμερα τουλάχιστον 1000\$ και λειτουργούν σε μία συγκεκριμένη συχνότητα. Σε περίπτωση δηλαδή που βρεθούν σε ένα κατάστημα προϊόντα με ετικέτες που λειτουργούν σε διαφορετικές συχνότητες θα πρέπει να υπάρχουν και διαφορετικού τύπου αναγνώστες για λόγους συμβατότητας, διαδικασία που αυξάνει το κόστος εφαρμογής της τεχνολογίας. Αν υπολογίσουμε ότι για την κάλυψη των αναγκών μιας επιχείρησης που αποτελείται από τα εργοστάσια, τα κέντρα διανομής και τα καταστήματα λιανικής πώλησης θα χρειαστούν εκατοντάδες αναγνώστες και εκατομμύρια ετικέτες, εξάγεται το συμπέρασμα ότι το μέχρι στιγμής κόστος επένδυσης της τεχνολογίας κρίνεται απαγορευτικό.

Λύση στο μείζονος σημασίας θέμα του κόστους δύναται να επιφέρει η δημιουργία ενός ενιαίου δικτύου RFID από τα ανεξάρτητα τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας, ώστε να επέλθει ο επιμερισμός του κόστους. Δύναται να εφαρμοσθεί η τεχνολογία δηλαδή από κοινού με αμοιβαία συνεργασία των επιχειρήσεων, ενέργεια που θα αυτοματοποιήσει πλήρως πολλές από τις διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας μειώνοντας τα αντίστοιχα εργατικά κόστη. Επιπλέον με τον τρόπο αυτό μπορούν να πραγματοποιηθούν μαζικές παραγγελίες, διαδικασία που επιμερίζει περαιτέρω το κόστος.

Ενδεικτικά αναφέρεται μία συνοπτική περιγραφή των κύριων πηγών εξόδων εφαρμογής της τεχνολογίας από έναν κατασκευαστή προϊόντων :

- ✓ Κόστος απόκτησης ετικέτας (RFID Tag).
- ✓ Κόστος τοποθέτησης ετικέτας στο προϊόν.
- ✓ Κόστος αγοράς και εγκατάστασης αναγνωστών (RFID Readers).
- ✓ Κόστος αναβάθμισης υπάρχοντος εξοπλισμού.
- ✓ Κόστος μετεκπαίδευσης προσωπικού και αναδιοργάνωσης.

Λεπτομερής ποσοτικοποίηση των επιμέρους παραγόντων κόστους εξετάζεται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 5 όπου παρουσιάζεται λεπτομερής οικονομοτεχνική μελέτη μίας εταιρείας παραγωγής και εμπορίας έτοιμων προϊόντων.

Ακρίβεια (Accuracy)

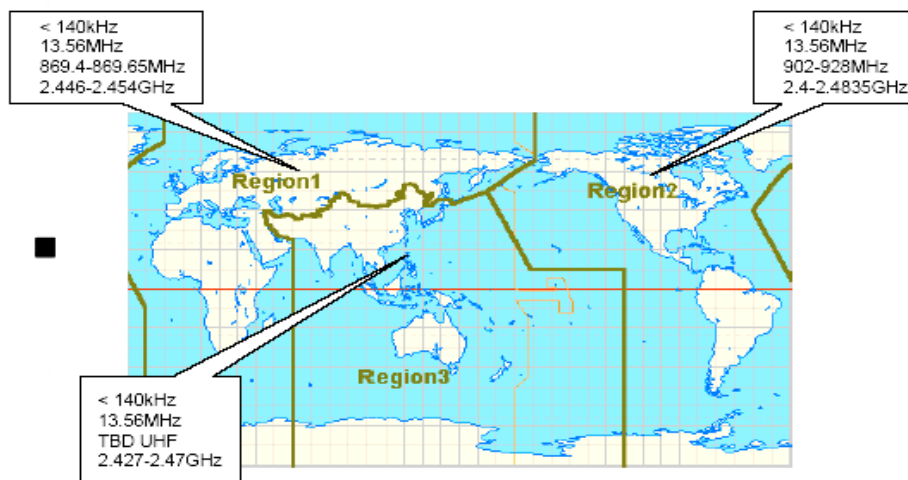
Οι αναγνώστες ηλεκτρονικών ετικετών (RFID readers) δεν εγγυώνται την καθολική ικανότητα τους να επικοινωνούν με κάθε τύπου ετικέτες. Περιβαλλοντικοί παράγοντες, το υλικό συσκευασίας των προϊόντων καθώς και οι ποσότητες των προς ανίχνευση προϊόντων επηρεάζουν σε μεγάλο ποσοστό την ικανότητα ανίχνευσης των αναγνωστών. Ο περιορισμός της ανθρώπινης παρέμβασης και του κόστους κατά τη διαδικασία συλλογής των προϊόντων (picking), σημαντικό πλεονέκτημα που προσφέρει η τεχνολογία RFID, μπορεί ωστόσο να επιτευχθεί με την τοποθέτηση περισσότερων αναγνωστών, διαδικασία βέβαια που αυξάνει το κόστος εφαρμογής και υλοποίησης της μεθόδου. Επιπρόσθετα σε περίπτωση που η επικόλληση των ετικετών πραγματοποιείται σε επίπεδο παλετών ή κιβωτίων (pallet/case level) η ακρίβεια αναγνώρισης των αναγνωστών θα αυξηθεί σημαντικά.

Παρεμβολή (Interference)

Η μαζική εξάπλωση και τοποθέτηση των αναγνωστών και δεδομένου ότι στηρίζουν τη λειτουργία τους στη συχνότητα εκπομπής και λήψης ραδιοκυμάτων ενδέχεται να προκαλέσει προβλήματα στον περιβάλλοντα ηλεκτρολογικό και βιομηχανικό εξοπλισμό της επιχείρησης. Σωστή μελέτη και επίβλεψη του χώρου και επανειλημμένη δοκιμασία του υπό εγκατάσταση εξοπλισμού, δύναται να επιφέρει την αποφυγή καταστάσεων παρεμβολής.

Συχνότητες (Frequency Availability)

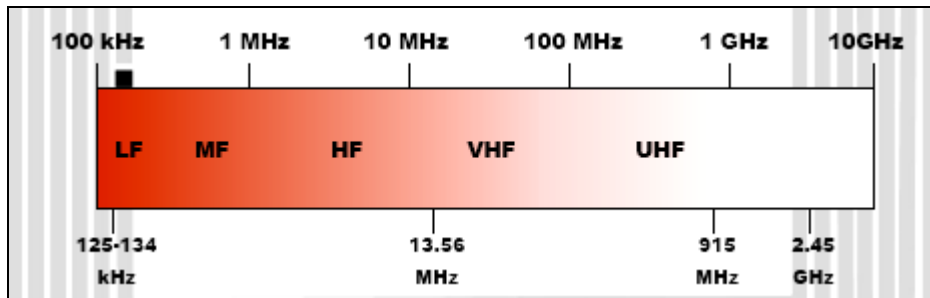
Η παγκόσμια τυποποίηση της συχνότητας εκπομπής και λήψης ραδιοκυμάτων αποτελεί σημαντικό εμπόδιο στην εξάπλωση της τεχνολογίας RFID. Δεδομένου της απουσίας ενός παγκόσμιου και αποδεκτού φάσματος συχνοτήτων ενδέχεται να προκύψουν σοβαρά προβλήματα συμβατότητας αναγνώρισης αντικειμένων μεταξύ διαφορετικών χωρών.



Εικόνα 2.5.1 : Ισχύουσα κατάσταση τυποποίησης συχνοτήτων

Τυπικά τυποποιημένα φάσματα συχνοτήτων αποτελούν τα 13-56 MHz και 2.45GHz, τα οποία είναι διαθέσιμα στην πλειοψηφία των χωρών του κόσμου, με σημαντικές όμως διαφοροποιήσεις.

Ωστόσο υψηλής ποιότητας εμβέλειας και ταχύτητας ανταλλαγής δεδομένων ετικέτες λειτουργούν σε φάσμα συχνοτήτων που κυμαίνεται γύρω στα 915 MHz στις Ultra High Frequencies (UHF), φάσμα το οποίο δεν αναγνωρίζεται διεθνώς ως τυποποιημένο.



Εικόνα 2.5.2: Φάσματα συχνοτήτων

Ασφάλεια (Security)

Αναμφισβήτητα το ζήτημα της ασφάλειας των δεδομένων αποτελεί κυρίαρχη προτεραιότητα για κάθε επιχείρηση και οι χρήστες της τεχνολογίας RFID επιζητούν την βεβαιότητα διασφάλισης του απορρήτου του περιεχομένου των ηλεκτρονικών ετικετών αλλά και των πληροφοριών που ανταλλάσσονται μέσω του δικτύου υπολογιστών που υποστηρίζει την τεχνολογία.

Απόρρητο δεδομένων (Privacy)

Σημαντικό ανασταλτικό παράγοντα στην ευρεία αποδοχή και εφαρμογή της τεχνολογίας αποτελεί η αντίδραση των καταναλωτών σε θέματα που έχουν να κάνουν με την παραβίαση των προσωπικών τους δεδομένων. Οι καταναλωτές πιστεύουν ότι αν η ηλεκτρονική ετικέτα διατηρείται στο υπό αγορά προϊόν και μετά την έξοδό τους από το κατάστημα λιανικής πώλησης οι επιχειρήσεις θα είναι σε θέση να γνωρίζουν επακριβώς τις καταναλωτικές συνήθειες που επικρατούν στο σπίτι τους. Για το λόγο αυτό έχει προταθεί η καταστροφή των ετικετών με την αγορά του εκάστοτε προϊόντος, κάτι βέβαια που εκμηδενίζει την πιθανότητα επαναχρησιμοποίησης της και αυξάνει υπερβολικά το κόστος υλοποίησης της τεχνολογίας RFID. Η σωστή ενημέρωση των καταναλωτών σε θέματα που αφορούν τις προθέσεις και τους λόγους εφαρμογής της τεχνολογίας εκ μέρους των επιχειρήσεων ενδέχεται να μετριάσει τις αντιδράσεις.

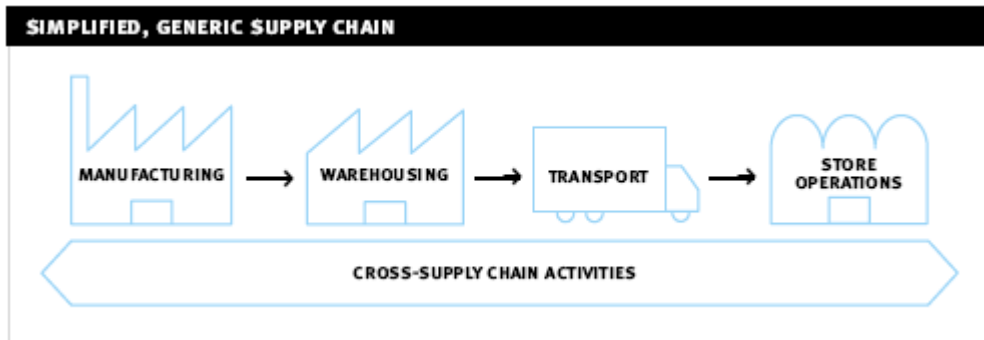
Η καθιέρωση του ηλεκτρονικού κώδικα ωστόσο, ενδέχεται να προκαλέσει έξαρση στον αθέμιτο ανταγωνισμό μεταξύ των οργανισμών. Αρκεί να σκεφθεί κάποιος την ποσότητα της “ποιοτικής” πληροφορίας που δύναται να αποκομίσει αν κάνει μία βόλτα σε ένα ανταγωνιστικό κατάστημα κρατώντας έναν αναγνώστη RFID. Η πληροφορία αυτή είναι ήδη διαθέσιμη, απλά η τεχνολογία RFID την κάνει πιο προσιτή στην απόκτηση της.

3. Auto-ID Technology στη Διαχείριση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

3.1 Εισαγωγή

Η γενική αντίληψη που επικρατεί συνίσταται στο γεγονός ότι το τμήμα της εφοδιαστικής αλυσίδας που ενδέχεται να καρπωθεί τα περισσότερα οφέλη από την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID είναι το downstream τμήμα της, τα καταστήματα λιανικής πώλησης για παράδειγμα (retailers). Η άποψη αυτή δικαιολογείται από το γεγονός ότι το συγκεκριμένο τμήμα της εφοδιαστικής αλυσίδας χαρακτηρίζεται από την διαχείριση μεγάλων όγκων μεμονωμένων τεμαχιδίων που συνεισφέρουν σημαντικά στην αύξηση της πολυπλοκότητας της διεργασίας, σε αντίθεση με άλλα τμήματα που συνεργάζονται σε επίπεδο παλέτας ή κιβωτίου (pallet/case level).

Στην πραγματικότητα όμως η πλειοψηφία των επιχειρήσεων μελετά και ενδιαφέρεται για τις διεργασίες που λαμβάνουν μέρος στο σύνολο της εφοδιαστικής αλυσίδας, διαδικασία απαραίτητη για τον έλεγχο της διαδρομής του προϊόντος, την πρόβλεψη της ζήτησης και την συνεχή επαφή τους με τις ανάγκες της αγοράς. Έτσι ενώ οι παραγωγοί ενδιαφέρονται πρωτίστως για τις διαδικασίες παραγωγής των προϊόντων, ζητήματα αποθήκευσης και διανομής χρίζουν ιδιαίτερης σημασίας. Οι διανομείς επικεντρώνουν την προσοχή τους σε ζητήματα αποθήκευσης και μεταφοράς των προϊόντων σε προκαθορισμένους χρόνους και αποτελούν το συνδετικό κρίκο μεταξύ παραγωγού και τελικού πωλητή, ενώ το σημαντικότερο μέρος λειτουργίας των πωλητών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα συνεργασίας μεταξύ παραγωγού και διανομέα. Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί αλληλοεξαρτώμενη και άρρητα συνδεδεμένη διαδικασία η οποία δύναται να βελτιστοποιηθεί με την υιοθέτηση και εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στο σύνολο της. Όπως αποδεικνύεται στη συνέχεια η τεχνολογία δύναται να αποφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα σε κάθε τμήμα της αλυσίδας ξεχωριστά, σε περίπτωση όμως συνολικής απορρόφησης από το σύνολο της εφοδιαστικής αλυσίδας το συγκριτικό πλεονέκτημα μετατρέπεται σε δυναμική.



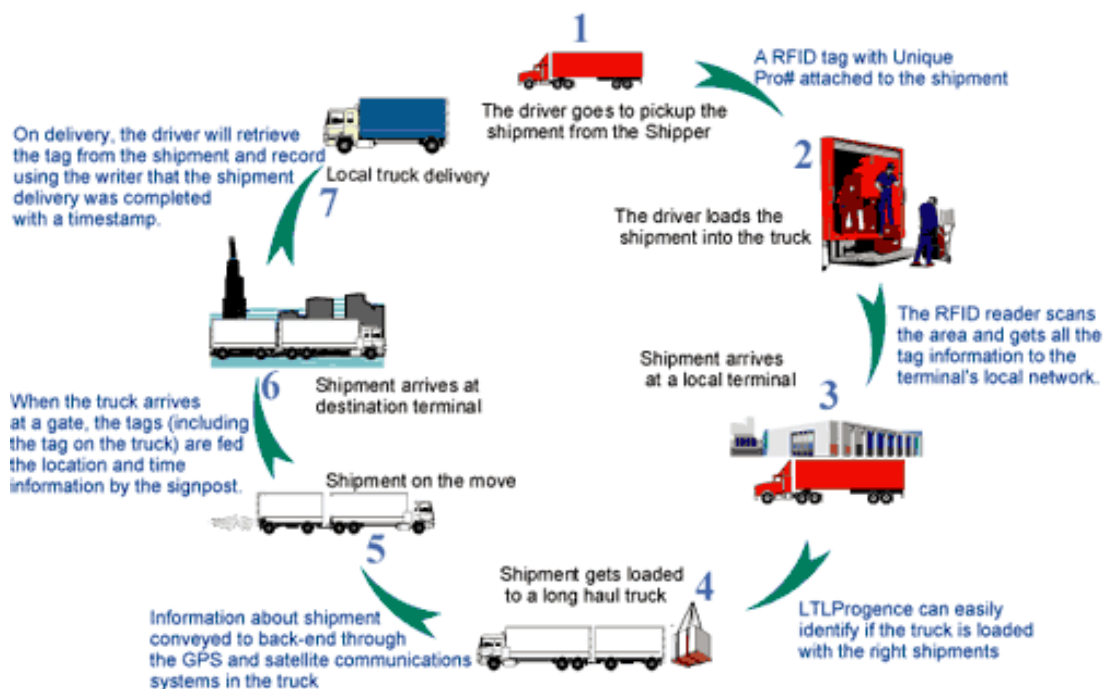
Εικόνα 3.1.1 : Σχηματική αναπαράσταση Εφοδιαστικής Αλυσίδας

3.2 Οφέλη και Πλεονεκτήματα

Βασικό στόχο της επιτυχούς διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί η εγγυημένη παράδοση υψηλής ποιότητας προϊόντων, με χαμηλό κόστος και σε περιορισμένο χρόνο, ικανοποιώντας τις απαιτήσεις του πελάτη. Η διαδικασία αυτή απαιτεί την πλήρη συνεργασία και άριστη επικοινωνία των εμπλεκόμενων τμημάτων που συγκροτούν την εφοδιαστική αλυσίδα, ώστε να είναι εύκολη η αναπροσαρμογή, η αναδιάρθρωση και ο επανασχεδιασμός των δραστηριοτήτων σε πραγματικό χρόνο, ώστε να ανταποκρίνεται κάθε φορά στις απαιτήσεις και στις απρόσμενες διακυμάνσεις της αγοράς.

Η επιτυχία της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας εξαρτάται κυρίως από την εγκυρότητα την ακρίβεια και την ταχύτητα της πληροφορίας που κινείται και ανταλλάσσεται κατά μήκος των τμημάτων που την απαρτίζουν. Η ορατότητα και η άμεση πρόσβαση στην πληροφορία αυτή, που συνοδεύει και χαρακτηρίζει το προϊόν από την παραγωγή, την αποθήκευση, τη διανομή μέχρι την τελική εναπόθεσή του στο ράφι του τελικού καταστήματος, αποτελεί το βασικό πυρήνα διαχείρισης της αποτελεσματικής και αποδοτικής εφοδιαστικής αλυσίδας. Στην κατεύθυνση αυτή κινείται και η βασική φιλοσοφία της τεχνολογίας RFID, που εγγυάται την άμεση και αποδοτική αξιοποίηση της παραγόμενης πληροφορίας στοχεύοντας στην υλοποίηση βασικών αρμοδιοτήτων της επιτυχημένης εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως η Αποδοτική Αντίδραση στις Ανάγκες του Καταναλωτή (Efficient Consumer Response-ECR) και ο επιτυχής Προγραμματισμός Ανεφοδιασμού και Πρόβλεψης (Collaborative Planning Forecasting and Replenishment-CPFR).

Στη συνέχεια επικεντρώνουμε την προσοχή μας στην Βιομηχανία Συσκευασμένων Καταναλωτικών Αγαθών (Consumer Packaged Goods Industry-CPG) για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την εφαρμογή των Auto-ID τεχνολογιών στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως ακριβώς έγινε με την υιοθέτηση της τεχνολογίας των Barcodes και του UPC. Ενδεχόμενη αποδοχή της τεχνολογίας από το συγκεκριμένο χώρο θα σημάνει το πράσινο φως για μαζική εφαρμογή σε όλες τις μορφές βιομηχανικής δραστηριότητας, ενώ τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι σχετικά και απολύτως συγκρίσιμα με κάθε άλλη μορφή παραγωγικής και εμπορικής δραστηριότητας. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά σε μορφή πίνακα και συνοδεύονται από τις ανάγκες του εκάστοτε τμήματος σε ετικέτες και αναγνώστες καθώς και στο επίπεδο (case-level-item) που κρίνεται απαραίτητο για την υιοθέτηση της τεχνολογίας, ενώ ακολουθεί αναλυτικότερη περιγραφή των πλεονεκτημάτων που απορρέουν από την ευρεία χρήση της σε κάθε ένα από τους τομείς της εφοδιαστικής αλυσίδας.



Εικόνα 3.2.1: Εφαρμογή Τεχνολογίας RFID στην Εφοδιαστική

KEY

1. Priorities

M – Manufacturers

L – Logistics Providers

R – Retailers

2. Reader Requirement

F – Few (e.g., at doors)

S – Some (e.g., at workstations)

M – Many (e.g., on shelves)

3. Tags

A) Level

P – Pallet

C – Case

I – Item

B) Marginal Benefit

L – Low

M – Medium

H – High

PRIORITIES		FUNCTION/ ACTIVITY	POTENTIAL BENEFITS	READER REQUIREMENTS	TAGS	
M	L				R	P
CROSS-SUPPLY CHAIN						
M		R	DEMAND PLANNING	<ul style="list-style-type: none">– Reduced or eliminated out-of-stocks– Decreased order lead time– Automated planning tied to consumer purchases– Increased inventory turns– Decreased safety stock	F, S , M	H M
			ITEM/BATCH / LOT TRACKING	<ul style="list-style-type: none">– Reduced sale of counterfeit products– Increased compliance w/distribution contracts– Increased product quality	F, S , M	H
M		R	SECURITY	<ul style="list-style-type: none">– Decreased unauthorized access to facilities– Decreased chances for product tampering		
MANUFACTURING						
			PROCUREMENT & MATERIALS STORAGE	<ul style="list-style-type: none">– Reduced order lead time– Increased raw material availability– Higher capacity utilization	S, M	M M
			PRODUCTION	<ul style="list-style-type: none">– Higher capacity utilization– Reduced order cycle time– Increased quality	S	L H
WAREHOUSING						
			RECEIVING	<ul style="list-style-type: none">– Decreased unloading times– Increased accuracy of accepted shipments	F	L H L
			ORDER SELECTION	<ul style="list-style-type: none">– Increased accuracy of orders– Increased order fill rate	S, M	L H L
M			EXCEPTION PRODUCT LOCATION	<ul style="list-style-type: none">– Fewer misplaced items– Decreased time to locate specific items	M	L H L
			LOSS PREVENTION	<ul style="list-style-type: none">– Reduced shrink	F, S , M	M L

KEY

1. Priorities

M – Manufacturers

L – Logistics Providers

R – Retailers

2. Reader Requirement

F – Few (e.g., at doors)

S – Some (e.g., at workstations)

M – Many (e.g., on shelves)

3. Tags

A) Level

P – Pallet

C – Case

I – Item

B) Marginal Benefit

L – Low

M – Medium

H – High

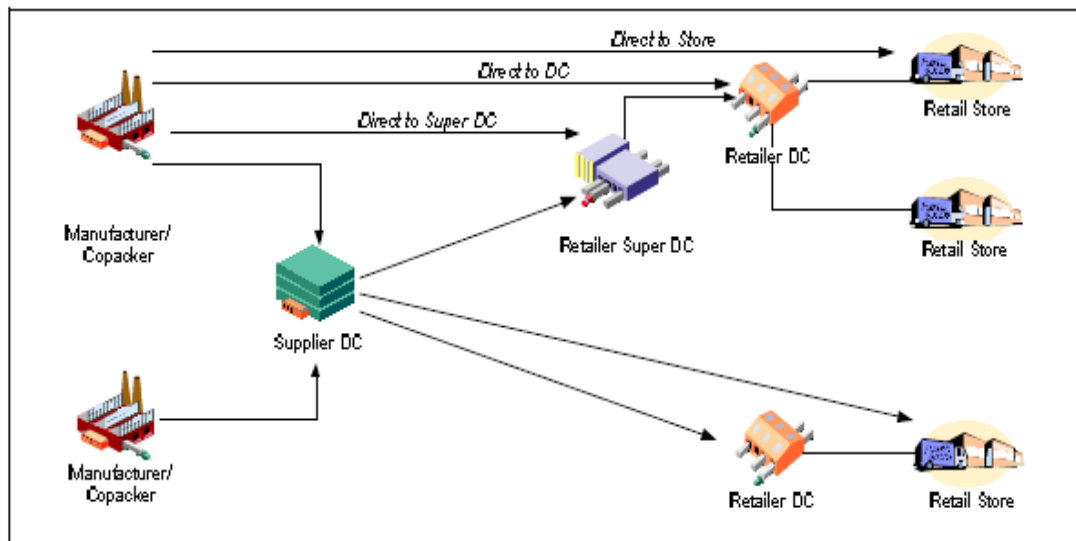
PRIORITIES			FUNCTION	POTENTIAL	READER	TAGS
M	L	R	ACTIVITY	BENEFITS	REQUIREMENTS	P C I
TRANSPORTATION						
	L		ASSET MANAGEMENT	– Increased productivity of assets – Reduced loss of assets – Pricing based on actual use of assets	F, S	H H
			YARD MANAGEMENT	– Increased productivity of assets – Increased visibility of drop shipments	F, S	M M
			CONTRACT COMPLIANCE	– Decreased exceptions management – Increased customer satisfaction	F, S	M M
			ROUTING	– Dynamic routing	S	M M
STORE OPERATIONS						
			RECEIVING	– Decreased unloading times – Increased accuracy of accepted shipments	F	L H
	R		STORE PLANNING & PLANOGRAMMING	– Increased margin	M	L H
	R		EXCEPTION MERCHANDISE	– Increased on shelf	F, M	M H
	R		LOSS PREVENTION	– Reduced theft	F, M	H
	R		CHECKOUT	– Increased accuracy of checkout – Increased productivity of checkers – Reduction in number of checkers (w/self checkout)	S	H
			RETURNS & REVERSE LOGISTICS	– Increased accuracy of returns acceptance – Increased accuracy of refund amounts – More efficient disposal	F, S	H
			POST-SALES SERVICE	– Increased warranty compliance – Faster warranty and repairs processing	F	H

Πίνακες 3.2.2 - 3.2.3 : Προοπτικές εφαρμογής τεχνολογίας RFID στην Εφοδιαστική Αλυσίδα

3.2.1 Δραστηριότητες της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Πλάνο σχεδιασμού Ανεφοδιασμού και Ζήτησης (Demand Planning and Replenishment)

Το πλάνο προγραμματισμού και πρόβλεψης της ζήτησης (Demand Planning) είναι μία από τις δραστηριότητες της εφοδιαστικής Αλυσίδας που θα εκμεταλλευθεί τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID. Η τοποθέτηση ετικετών σε επίπεδο κιβωτίου (case-level tagging) ενδέχεται να αποτελέσει ένα πολύτιμο εργαλείο προσδιορισμού και πρόβλεψης της ζήτησης από τα εργοστάσια παραγωγής μέχρι τις αποθήκες του τελικού καταστήματος, ενώ παράλληλα οι ετικέτες σε επίπεδο μεμονωμένου προϊόντος (item-level tagging) πρόκειται να εφοδιάζουν με τις απαραίτητες πληροφορίες διακύμανσης της ζήτησης τα καταστήματα λιανικής πώλησης. Στον τομέα του ανεφοδιασμού (Replenishment) η ακριβής και λεπτομερής γνώση του επιπέδου του αποθέματος σε πραγματικό χρόνο (real-time) που προσφέρει η τεχνολογία RFID ενδέχεται να εξαλείψει φαινόμενα του τύπου out of stock, διατηρώντας το σε αποδεκτά επίπεδα μειώνοντας έτσι και το ποσό του δεσμευμένου κεφαλαίου.



Εικόνα 3.2.1.1 : Σενάρια Διαχείρισης της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Ανίχνευση Παρτίδων, Κιβωτίων και Μεμονωμένων Τεμαχιδίων (Item, Batch and Lot Tracking)

Η παρακολούθηση των προϊόντων δια μέσου της εφοδιαστικής αλυσίδας με χρήση της τεχνολογίας RFID, ενδέχεται να περιορίσει φαινόμενα κλοπών, καταστροφής και παράνομης αντιγραφής των αυθεντικών προϊόντων που παρουσιάζονται κατά κόρον και μεταφράζονται σε τεράστιες απώλειες εσόδων από τις επιχειρήσεις. Η ανίχνευση και η παρακολούθηση των προϊόντων μέσω του ηλεκτρονικού τους κώδικα προμηνύεται την απλούστευση διαδικασιών συλλογής, αποθήκευσης και διανομής που αυξάνουν τον χρόνο και το κόστος παράδοσης των παραγγελιών.

Ασφάλεια (Security)

Η ακριβής και λεπτομερής παρακολούθηση των προϊόντων με την ανάγνωση του ηλεκτρονικού τους κώδικα, εγγυάται την εξασφάλιση της ποιότητας και της ακεραιότητάς τους, ενώ παράλληλα συνεισφέρει στην διατήρηση του Customer Service σε υψηλά επίπεδα.

3.2.2 Παραγωγοί-Κατασκευαστές (Manufacturers)

Ο χώρος των παραγωγών δύναται να επωφεληθεί σε ποικίλους τομείς από την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID:

Τμήμα Προμηθειών (Procurement)

Η διατήρηση της παραγωγικότητας στα επιθυμητά επίπεδα και η άμεση προσαρμογή στις απαιτήσεις της ζήτησης, στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στην υγιή συνεργασία μεταξύ προμηθευτή και παραγωγού. Η case-level ετικετοποίηση των πρώτων υλών εξασφαλίζει την real-time επίγνωση του επιπέδου του αποθέματος, διευκολύνοντας έτσι τον προγραμματισμό της παραγωγής και της εκπλήρωσης των παραγγελιών.

Παραγωγή (Production)

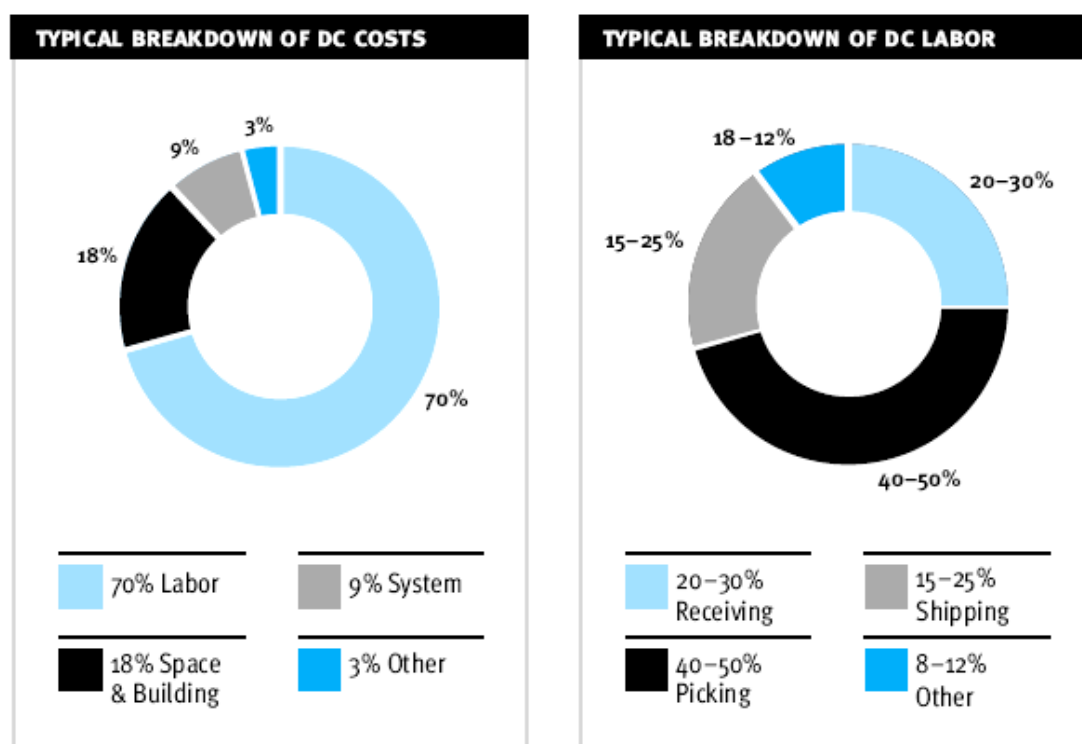
Καλύτερο έλεγχο της παραγωγικής διαδικασίας, με στόχο την αύξηση της παραγωγικότητας με ταυτόχρονη συμπίεση του ανάλογου κόστους και τη μείωση των ελαττωματικών προϊόντων προσφέρει η εφαρμογή αυτόματης αναγνώρισης με χρήση της τεχνολογίας RFID. Η συνεχής παρακολούθηση των προϊόντων κατά την

παραγωγική διαδικασία προσφέρει πλήρη εκμετάλλευση των συστημάτων παραγωγής οδηγώντας στην αποφυγή φαινομένων μπλοκαρίσματος (bottlenecks) που αυξάνουν τους χρόνους καθυστέρησης και μειώνουν την παραγωγικότητα.

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι τα πραγματικά οφέλη της τεχνολογίας RFID δύναται να αποκομισθούν από το χώρο των παραγωγών, με την ευρεία αποδοχή και εφαρμογή της τεχνολογίας από το σύνολο των τμημάτων της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς τα προαναφερθέντα ζητήματα αντιμετωπίζονται ικανοποιητικά με λιγότερο δαπανηρές μεθόδους ελέγχου και προγραμματισμού της παραγωγής. Ενδεχόμενη επένδυση στην τεχνολογία RFID θα επέφερε περιορισμένα πλεονεκτήματα με μεγάλες περιόδους απόσβεσης (Return Of Investment-ROI) και μόνο σε περίπτωση μαζικής υιοθέτησης της τεχνολογίας από τα τμήματα που αφορούν στο downstream κομμάτι της εφοδιαστικής αλυσίδας θα δικαιολογούσε την πραγματοποίησή της.

3.2.3 Αποθήκευση (Warehousing)

Ένα τυπικό κέντρο διανομής, με έκταση περίπου 500.000 τετραγωνικών μέτρων και με 300 εργαζόμενους απασχολούμενους σε δύο βάρδιες είναι σε θέση να συναλλάσσεται εκατομμύρια προϊόντα δεκάδων ενεργών κωδικών ετησίως. Η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στην περίπτωση αυτή, θα επέφερε σημαντική αύξηση του όγκου συναλλαγών με ταυτόχρονη δραματική μείωση του λειτουργικού κόστους και εκμηδένιση των λαθών στις εκτελούμενες παραγγελίες που συνοδεύονται από απώλειες χιλιάδων € ετησίως



Εικόνα 3.2.3.1 : Καταμερισμός κόστους αποθηκευτικού κυκλώματος-καταμερισμός κόστους εργατικού δυναμικού αποθήκης

Παραλαβές (Receiving)

Ετικέτες RFID ειδικά προσαρτημένες στις παλέτες και τα κιβώτια αυξάνουν κατακόρυφα την παραγωγικότητα των εργαζομένων στις αποβάθρες (dock doors), ενώ ταυτόχρονα βελτιώνουν την ακρίβεια και την ταχύτητα της παραλαβής. Αυτοματοποιούν πλήρως τη διαδικασία αναγνώρισης και αντιστοίχισης των περιεχομένων των τιμολογίων άφιξης και παραλαβής με το κεντρικό συνεργαζόμενο σύστημα της αποθήκης (Warehouse Management System-WMS), συμπιέζοντας τους χρόνους και αυξάνοντας την ακρίβεια των διεργασιών.

Επιλογή Παραγγελιών (Order Selection)

Με την εφαρμογή ασύρματων τεχνολογιών όπως του RFID και με την προσαρμογή ετικετών σε επίπεδο μεμονωμένου προϊόντος (item-level tagging) θα αυξηθεί ο βαθμός εκμετάλλευσης της αποθήκης, η χωρητικότητα της αποθήκης θα βελτιωθεί, τα προϊόντα θα ανιχνεύονται ευκολότερα, η διαδικασία επιλογής και εκπλήρωσης των παραγγελιών θα απλουστευθεί, με αποτέλεσμα οι παραγγελίες να πραγματοποιούνται ταχύτερα και να εξαλειφθούν φαινόμενα τύπου out of stock από τα τελικά καταστήματα λιανικής πώλησης.

Χωροθέτηση Προϊόντων

Σε περιπτώσεις όπου κρίνεται απαραίτητη η αναγνώριση μεμονωμένων προϊόντων για λόγους ασφάλειας, ανίχνευση παρτίδας προϊόντων όπου η ημερομηνία ανάλωσης τείνει να εκλείψει, ο ακριβής εντοπισμός της θέσης των προϊόντων θα γίνεται εύκολα με τη χρήση της τεχνολογίας RFID, αυξάνοντας έτσι τον βαθμό ποιότητας προϊόντων του κατασκευαστή και την ασφάλεια του τελικού καταναλωτή.

Μείωση Απωλειών (Loss Prevention)

Με την ανάγνωση των ετικετών μέσω των RFID Readers, το προσωπικό της αποθήκης ενημερώνεται αυτόματα για το περιεχόμενο κλειστών κιβωτίων. Ως εκ τούτου φαινόμενα απωλειών ή καταστροφής του εμπορεύματος από βίαιη ή ανούσια μετακίνηση του, που μεταφράζονται σε απώλειες εσόδων, θα μειωθούν σημαντικά.

3.2.4 Μεταφορά (Transportation)

Οι μεταφορικές εταιρείες διαδραματίζουν ένα σημαντικό ρόλο στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, αφού σε κάθε περίπτωση όσο επιτυχώς και αν έχει παραχθεί το προϊόν, απαιτείται η έγκαιρη και ασφαλής παράδοση του στον τελικό προορισμό του. Με την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID οι μεταφορείς είναι σε θέση να τροφοδοτούνται με την απαραίτητη ποσότητα πληροφορίας, ώστε να γνωρίζουν κάθε στιγμή την κατάσταση και την ποιότητα του εμπορεύματος.

Διαχείριση Κεφαλαίων (Asset Management)

Η αυτόματη αναγνώριση των προϊόντων έχει ως αποτέλεσμα τη δραματική μείωση των χρόνων φόρτωσης-εκφόρτωσης των παραγγελιών, γεγονός που ενισχύει την παραγωγικότητα και την εισροή κεφαλαίων.

Διαχείριση του Χώρου (Yard Management)

Οι ετικέτες RFID επιτρέπουν τον επιτυχή και ταχύ έλεγχο του περιεχομένου των φορτηγών, με αποτέλεσμα να ανιχνεύονται φορτηγά τα οποία ενώ βρίσκονται στο χώρο δεν έχουν ενημερώσει με το περιεχόμενο τους το σύστημα ERP της επιχείρησης.

Διατήρηση Σχέσεων Εμπιστοσύνης (Contract Compliance)

Αποτελεί σύνηθες φαινόμενο η ανάθεση των αποθηκευτικών και μεταφορικών υποχρεώσεων μίας παραγωγικής εταιρείας σε εξωτερικό συνεργάτη (outsourced transportation). Βασικό παράγοντα ενίσχυσης της εν λόγω συνεργασίας αποτελεί η ποιότητα και το επίπεδο εξυπηρέτησης της μεταφορικής εταιρείας. Με τη χρήση των "έξυπνων ετικετών" γίνεται εφικτός ο έλεγχος της ποιότητας και της ποσότητας του παραδοθέντος εμπορεύματος στην μεταφορική εταιρεία. Η τελευταία δύναται να ενημερώσει την παραγωγική εταιρεία για την κατάσταση του εμπορεύματος τη στιγμή της παράδοσης στον τελικό πελάτη (retailer), γεγονός σημαντικό ιδιαίτερα στην περίπτωση ευπαθούς προϊόντος. Τα δεδομένα που συλλέγονται συγκρίνονται με τα πρωτότυπα των παραγγελιών και των τιμολογίων προς αποφυγήν περιπτώσεων διαφωνίας σχετικών με την ποιότητα του εμπορεύματος, ενισχύοντας την εμπιστοσύνη μεταξύ των αντιβαλλόμενων μερών και τη θέση της μεταφορικής εταιρείας.

Δρομολόγηση Οχημάτων (Routing)

Η real-time ενημέρωση που προσφέρει η χρήση της τεχνολογίας RFID δύναται να αξιοποιηθεί κατάλληλα από το προσωπικό της μεταφορικής εταιρείας για την έγκαιρη ανίχνευση των τρεχόντων παραγγελιών και την ταχύρυθμη δρομολόγηση τους.

3.2.5 Καταστήματα Λιανικής Πώλησης (Retail Stores)

Στην περίπτωση εφαρμογής της τεχνολογίας RFID σε επίπεδο μεμονωμένου προϊόντος (item-level tagging) σε συνδυασμό με την ειδική προσαρμογή αναγνωστών (RFID Readers) στα ράφια καταστημάτων λιανικής πώλησης, ενδέχεται να σημειωθεί δραματική μείωση του εργατικού κόστους και ολική εξάλειψη out of stock φαινομένων.

Παραλαβές (Receiving)

Η προσάρτηση ετικετών στα εμπορεύματα προκαλεί την πλήρη αυτοματοποίηση της διαδικασίας παραλαβής τους, τη μείωση των χρόνων εκφόρτωσης τους, ενώ παράλληλα αυξάνει την ακρίβεια και την ορθότητα ελέγχου του επιπέδου του αποθέματος τους. Επιπρόσθετα, εξαλείφει την πιθανότητα λαθών και αναντιστοιχιών με τα πρωτότυπα τιμολογίων και δρομολογήσεων.

Προγραμματισμός Πωλήσεων και Ενεργειών (Store Planning and Plannogramming)

Με την κατάλληλη επεξεργασία των πληροφοριών και των δεδομένων της ετικέτας, οι επιχειρηματίες δύναται να παρακολουθούν σε πραγματικό χρόνο την εξέλιξη των πωλήσεων συγκεκριμένων προϊόντων, διαμορφώνοντας κατάλληλα τους χώρους και τους τρόπους διάθεσης τους με σκοπό τη μεγιστοποίηση των πωλήσεων τους.

Έλεγχος Ποιότητας Προϊόντων (Exception Merchandise)

Με τη βοήθεια της αυτόματης αναγνώρισης των χαρακτηριστικών των προϊόντων, γίνεται εφικτή η έγκαιρη ανίχνευση εκείνων που διακρίνονται από εκπίπτουσα ημερομηνία λήξης, ώστε να αντικαθίσταται με νέα, εγγυημένης ποιότητας, αυξάνοντας τη διαθεσιμότητα στα ράφια.

Προστασία Προϊόντων Έναντι Απωλειών (Loss Prevention)

Τα συστήματα ασφαλείας των καταστημάτων με χρήση της τεχνολογίας RFID δύναται να γνωρίζουν και το είδος του απολεσθέντος προϊόντος εκτός από την εξακρίβωση της απώλειας, προσφέροντας σημαντικές πληροφορίες στο κεντρικό σύστημα επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων της επιχείρησης (ERP).

Έλεγχος Απογραφής (Checkout)

- ✓ Με την αυτόματη ανίχνευση μέσω των αναγνωστών μειώνεται η πιθανότητα λάθους της απογραφής των προϊόντων, γεγονός που δεν αποκλείεται με τη χρήση και την πληκτρολόγηση πολυάριθμων κωδικών στις συσκευές Barcodes.
- ✓ Από τη στιγμή που δε απαιτείται η άμεση οπτική επαφή (line of sight) αναγνώστη και τεμαχίου με τη χρήση της τεχνολογίας RFID, η διαδικασία απογραφής επιταχύνεται, ενώ παράλληλα μειώνεται ο αριθμός των απαιτούμενων εργαζομένων και κατ' επέκταση το εργατικό κόστος.
- ✓ Με την κατάλληλη τοποθέτηση RFID Readers σε επιλεγμένα σημεία του καταστήματος, η διαδικασία της απογραφής δύναται να αυτοματοποιηθεί περαιτέρω, μειώνοντας ακόμη περισσότερο την ανθρώπινη παρέμβαση και κόστος.

Επιστροφές και Reverse Logistics

Η ετικετοποίηση των προϊόντων προμηθεύει τους επιχειρηματίες με τις απαραίτητες πληροφορίες της τιμής και της ημερομηνίας διάθεσης τους, επιτρέποντάς τους την ορθότερη και αποτελεσματικότερη διαχείριση των επιστροφών (return policies). Επιπρόσθετα η ετικέτα του επιστραφέντος προϊόντος δίνει απαραίτητες και χρήσιμες πληροφορίες για την κατάσταση και την ποιότητα του.

Post Sales Services

Οι πληροφορίες που περιέχονται στην ετικέτα σχετικά με την ημερομηνία και την τοποθεσία παραγωγής, ανάλωσης και πώλησης του προϊόντος δύναται να αξιοποιηθούν για την ορθότερη εξυπηρέτηση του καταναλωτή σε θέματα που αφορούν την ενδεχόμενη εγγύηση (warranty) ή την επισκευή (service) του αγορασθέντος προϊόντος. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να φανούν χρήσιμες και στον κατασκευαστή για την βελτίωση της απόδοσης, της αξιοπιστίας και της ποιότητας του προϊόντος.

4. Ανάλυση Δεδομένων Αγοράς και Στρατηγική Υιοθέτησης Τεχνολογίας RFID.

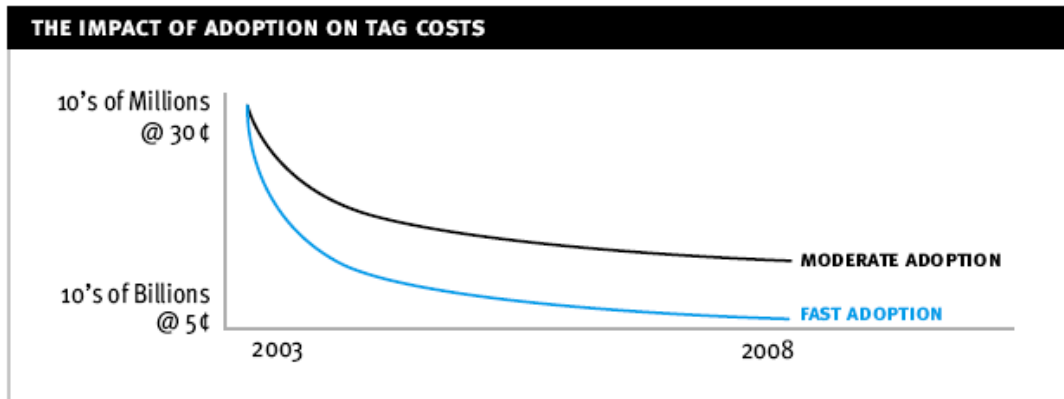
4.1 Εισαγωγή

Βασικό σκοπό της παράθεσης και της ανάλυσης των στοιχείων που ακολουθούν είναι ο προσδιορισμός της ισχύουσας κατάστασης και των προοπτικών εξέλιξης της τεχνολογίας RFID στην αναδυόμενη αγορά των τεχνολογιών αυτόματης αναγνώρισης προϊόντων. Τα στοιχεία που ακολουθούν αποτελούν προϊόν έρευνας που έλαβε μέρος στην Αμερική το Δεκέμβριο του 2002 και είναι ενδεικτική της μελλοντικής κατάστασης της αγοράς. Πραγματοποιήθηκε με τη συνεργασία μεγάλων οργανισμών όπως την Johnson&Johnson, Wal-Mart και Procter&Gamble των οποίων η εφαρμογή και η υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID έχει ήδη ξεκινήσει.

Ακολουθεί στη συνέχεια η ανάλυση των βασικών σταδίων που απαιτούνται για την εφαρμογή της τεχνολογίας στα διάφορα τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας, οι κίνδυνοι που εγκυμονούν, όπως συμβαίνει με την εφαρμογή οποιασδήποτε καινοτόμου τεχνολογίας, καθώς και προτάσεις για την επιτυχή υλοποίηση του σχεδίου εφαρμογής και χρήσης της τεχνολογίας.

4.2 Ανάλυση Δεδομένων

Στο γράφημα που ακολουθεί υποδεικνύεται η επίδραση της μαζικής υιοθέτησης της τεχνολογίας RFID στο αναμενόμενο κόστος των RFID Tags που αποτελούν και το βασικό παράγοντα διαμόρφωσης του τελικού κόστους της τεχνολογίας.



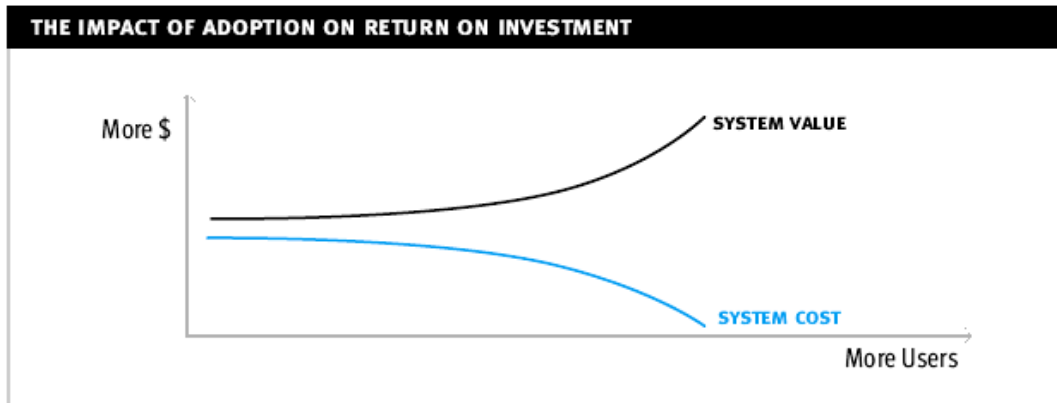
Εικόνα 4.2.1 : Επίρροή μαζικής υιοθέτησης στο κόστος της τεχνολογίας RFID

Η αρχική τιμή των 0,30\$ για κάθε ετικέτα ήδη αποτελεί παρελθόν. Ήδη κυκλοφορούν ετικέτες στην αγορά με τιμή που δεν ξεπερνά τα 0,15-0,20\$. Επιθυμητός και εφικτός στόχος είναι η περικοπή του κόστους της ετικέτας στα 0,05\$, γεγονός που απαιτεί βέβαια μαζικές και μεγάλης ποσότητας παραγγελίες. Οι περισσότεροι αναλυτές της αγοράς τηρούν επιφυλακτική στάση απέναντι στην ενδεχόμενη διαμόρφωση της τιμής σε τέτοια επίπεδα, αν της λάβουμε υπόψη της αναγγελίες της Gillette για μαζική αγορά 500 εκατομμυρίων ετικετών μέχρι τον Ιανουάριο του 2005, η προαναφερθείσα επιθυμητή τιμή δεν φαντάζει διόλου ουτοπική.

Από το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται της ότι η καμπύλη που αφορά τη στρατηγική της γρήγορης υιοθέτησης της τεχνολογίας (fast adoption curve) ενδέχεται να επιφέρει περικοπή του κόστους της ετικέτας σε επίπεδα κάτω των 0,05\$ με της κατασκευαστές να διαδίδουν ήδη ότι με το τέλος του 2008 η τιμή αυτή δύναται να περιοριστεί περαιτέρω και να αγγίζει τα 0,01\$.

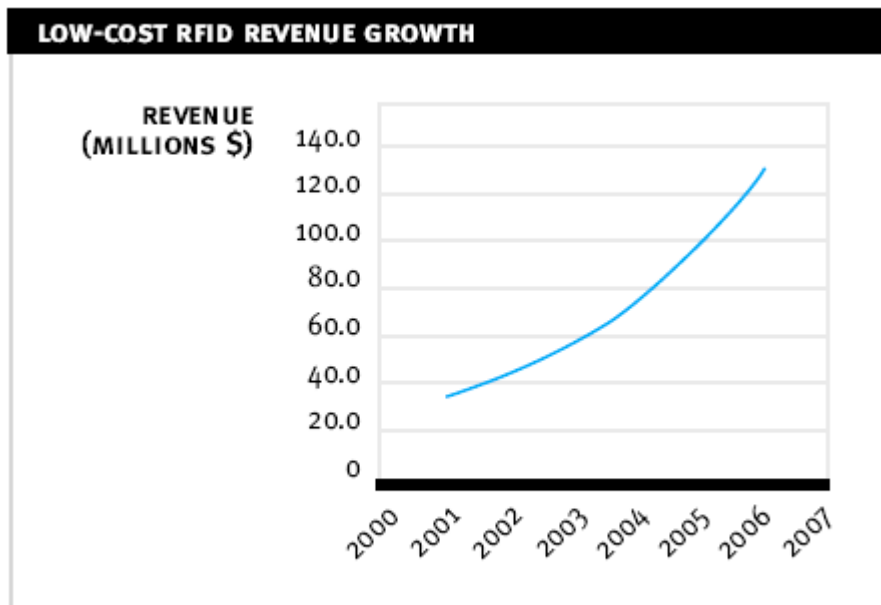
Αποτελέσματα της έρευνας υποδεικνύουν της μέσω του παρακάτω διαγράμματος ότι σε περίπτωση συνολικής και ταυτόχρονης υιοθέτησης της τεχνολογίας το αναμενόμενο κόστος εφαρμογής περιορίζεται, ενώ παράλληλα εκτοξεύεται η

αντικειμενική αξία της τεχνολογίας στα επιμέρους τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Πιο συγκεκριμένα όσες περισσότερες ετικέτες και αναγνώστες αρχίσουν να χρησιμοποιούνται στο άμεσο μέλλον, τόσο λιγότερο αναμένεται να στοιχίσει η τιμή της εφαρμοζόμενης τεχνολογίας.



Εικόνα 4.2.2: Επιρροή μαζικής υιοθέτησης της τεχνολογίας RFID στην απόδοση της επένδυσης

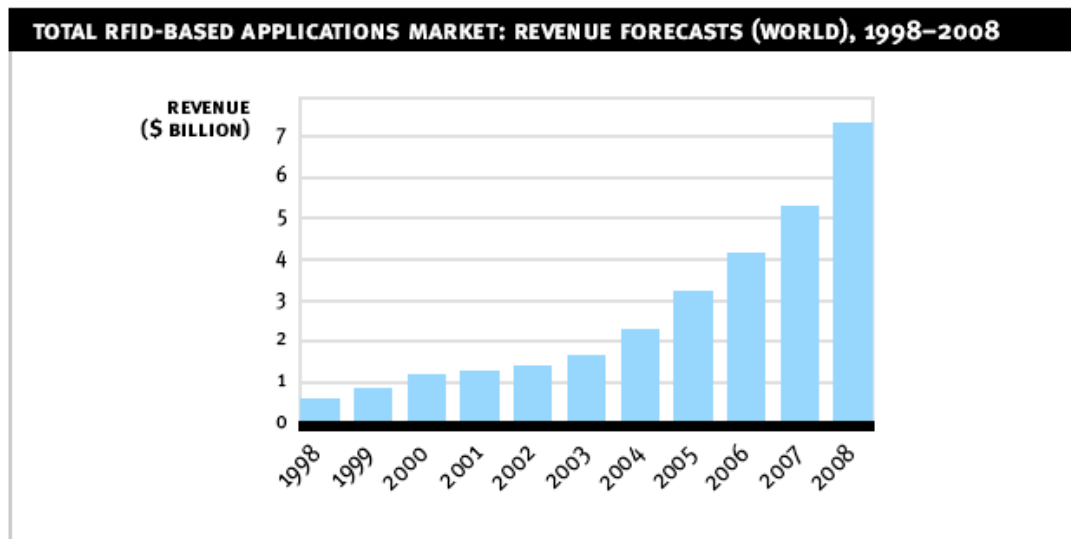
Η τεχνολογία RFID αναμένεται να αποτελέσει τον κυρίαρχο μηχανισμό μεταφοράς του EPC. Στο διάγραμμα που ακολουθεί συνοψίζεται η παρούσα και η μελλοντική εξάπλωση των RFID τεχνολογιών στην αγορά (RFID marketplace).



Εικόνα 4.2.3: Προοπτική εισοδηματικής εξέλιξης των εταιρειών σχετικών με την μελέτη και εγκατάσταση RFID τεχνολογιών

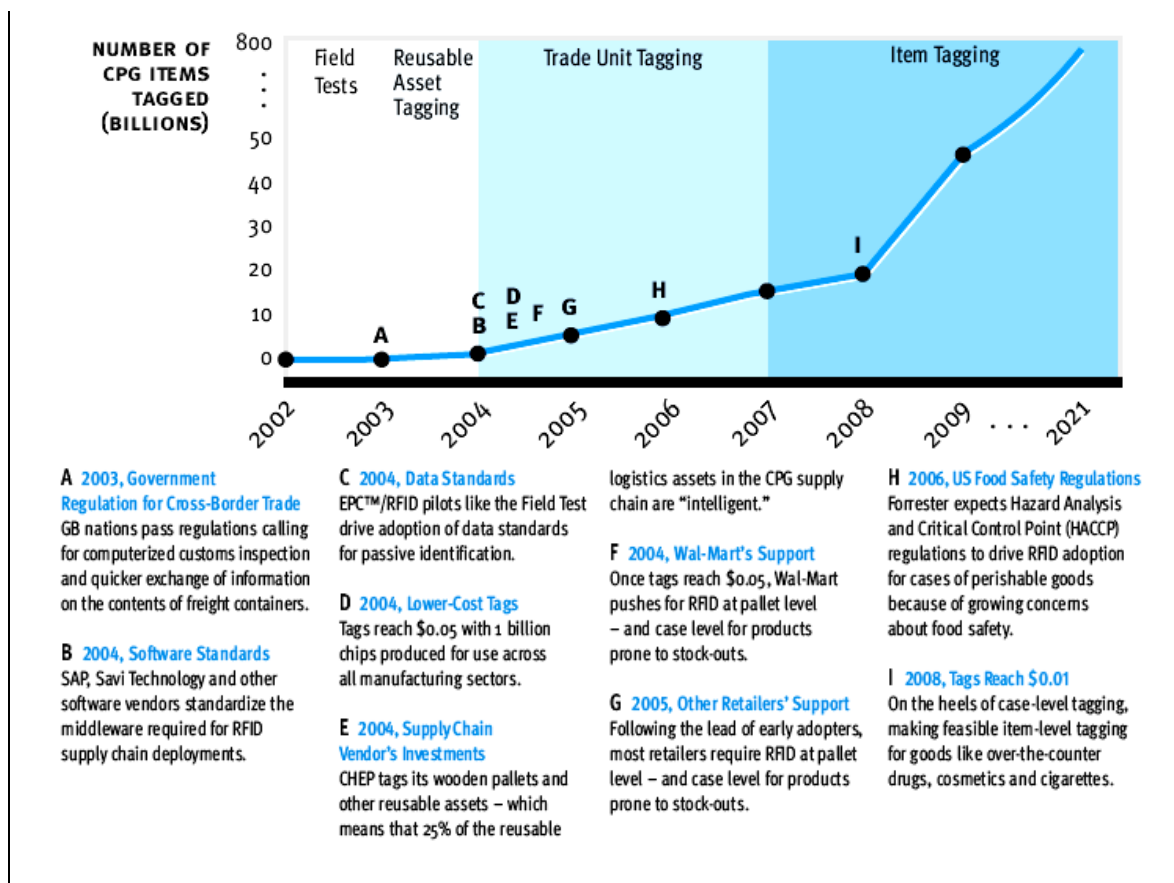
Οι προοπτικές υποδεικνύουν μία ραγδαία αύξηση των εσόδων των επιχειρήσεων που έχουν ως κύριο πεδίο δράσης της τη μελέτη και εγκατάσταση της RFID τεχνολογίας (RFID technology vendors). Η αύξηση αυτή θα αγγίξει τα 120 εκατομμύρια δολάρια με το πέρας του 2006 που μεταφράζεται σε παραγωγή 2,4 δισεκατομμυρίων χαμηλού κόστους ετικετών με τιμή που κυμαίνεται στα 0,05\$, μία διόλου ουτοπική προσέγγιση που αντικατοπτρίζει της μελλοντικές τάσεις της αγοράς.

Αν αντιστοιχίσουμε τα έσοδα των επιχειρήσεων στα δεδομένα της αγοράς, παρατηρούμε από το κάτωθι διάγραμμα ότι οι συνολικές εφαρμογές της RFID τεχνολογίας αναμένεται να μεταφράζονται σε 7 δισεκατομμύρια δολάρια το 2008, με μαζική εξάπλωση της τεχνολογίας από το 2004 και μετά.



Εικόνα 4.2.4 :Προοπτική εξέλιξης της αγοράς RFID τεχνολογιών

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η εξέλιξη του αριθμού των προϊόντων που θα φέρουν RFID Tag. Αν υποθέσουμε ότι το επίπεδο εφαρμογής της τεχνολογίας αγγίζει το item-level taggeting, τότε προβλέπεται ότι η ετικετοποίηση θα χρησιμοποιείται σε δισεκατομμύρια προϊόντα κάθε χρόνο. Πιο συγκεκριμένα και λαμβάνοντας υπόψη της παράγοντες που θα ωθήσουν στη μαζική εξάπλωση της τεχνολογίας και αναφέρονται συνοπτικά στο παρακάτω διάγραμμα, ο αριθμός των προϊόντων που θα φέρουν RFID Tag ενδέχεται να αγγίξει τα 40 δισεκατομμύρια το 2009 .



Εικόνα 4.2.5 : Προοπτική εξέλιξης του αριθμού των προϊόντων που φέρουν ετικέτα RFID

Μπορεί η ακριβής ποσοτικοποίηση των προβλέψεων να διακρίνεται από μεγάλη διασπορά, η γενική εντύπωση όμως που επικρατεί είναι ότι αναμένεται μεγάλη εξάπλωση της RFID τεχνολογίας που θα μεταφραστεί σε μεγάλα ποσά διακίνησης και ραγδαία αύξηση του τζίρου στην αγορά των Auto-ID τεχνολογιών.

4.3 Στρατηγική Υιοθέτησης της Τεχνολογίας RFID

Οι κατασκευαστές και οι διανομείς συνηγορούν με την άποψη ότι τα οφέλη και τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της τεχνολογίας RFID θα καρπωθούν, μόνο μέσα από την συνολική εφαρμογή σε κάθε ένα από τα επιμέρους τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι τελικοί πωλητές φαίνεται να ενδιαφέρονται περισσότερο από την εφαρμογή των Auto-ID τεχνολογιών, αφού διαχειρίζονται μεγάλους όγκους μεμονωμένων προϊόντων, η συμμετοχή του κατασκευαστή όμως θεωρείται πολύτιμη για την αποκόμιση των οφελών, αφού έχει την κυρίαρχη αρμοδιότητα της επικόλλησης ετικετών στα προϊόντα που παράγει. Η επιτυχημένη και καθοριστική

εφαρμογή της καινοτομικής τεχνολογίας RFID προϋποθέτει τη συνεκτίμηση των επιμέρους παραγόντων και περιορισμών που χαρακτηρίζουν κάθε ανεξάρτητο τμήμα της εφοδιαστικής αλυσίδας και την άμεση συνεργασία σε τεχνικά, οικονομικά και επιχειρηματικά θέματα που ενδέχεται να εμποδίσουν την επιτυχημένη και αποτελεσματική εφαρμογή.

4.3.1 Τεχνικά θέματα

Η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID και του EPC σε ευρεία κλίμακα διακρίνεται από τη συμβατότητα τεσσάρων βασικών τεχνικών στοιχείων που αποτελούν και τον πυρήνα της δομής της τεχνολογίας :

1. Ετικετών και Αναγνωστών (Tags and Readers).
2. Διαχείριση δεδομένων και υπηρεσιών Δικτύου (Data Management and Network Services).
3. Εφαρμογών (Applications)
4. Αναβάθμιση λογισμικού και υπηρεσιών (Software Integration and Services).

Ετικέτες και Αναγνώστες

Η ευρεία εφαρμογή της τεχνολογίας RFID εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την τυποποίηση των συστημάτων που απαιτούνται ανάλογα με τις ανάγκες και τις ιδιαιτερότητες της εκάστοτε εφαρμογής. Ειδικότερα απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά το σχεδιασμό του συστήματος στα παρακάτω στοιχεία :

Συχνότητα (Frequency) : Η συχνότητα λειτουργίας του συστήματος RFID καθορίζει το σχεδιασμό και το μέγεθος της antenna, την αποτελεσματική εμβέλεια επικοινωνίας μεταξύ αναγνωστών και ετικετών, καθώς και τη συμβατότητα του συστήματος με άλλες ηλεκτρονικές συσκευές. Η αναμενόμενη τυποποίηση της συχνότητας λειτουργίας ενδέχεται να περιορίσει σε σημαντικό βαθμό προβλήματα τέτοιου είδους, αλλά μέχρι την οριστική επίλυση η συχνότητα αποτελεί βασικό συντελεστή ομαλής λειτουργίας του συστήματος.

Απόσταση μεταξύ Αναγνώστη και Ετικέτας (Physical Space) : Ο σχεδιασμός του συστήματος και το περιβάλλον εφαρμογής του πρέπει να ευνοεί και να ενισχύει την επικοινωνία μεταξύ ετικέτας και αναγνώστη. Το σήμα που εκπέμπεται από τις χαμηλού κόστους Passive-Tags είναι σχετικά ασθενές και η εμβέλειά του κυμαίνεται από μερικά εκατοστά μέχρι ορισμένα μέτρα. Κυκλοφορούν στην αγορά μπαταρίες περιορισμένου μεγέθους που δύναται να ενισχύσουν την ένταση του σήματος, η τιμή τους ωστόσο θα επηρέαζε σε μεγάλο βαθμό το κόστος εφαρμογής. Ενίσχυση της έντασης και της ποιότητας του σήματος θα μπορούσε να επιτευχθεί με την τοποθέτηση μεγαλύτερης antenna, που κοστίζει όμως περισσότερο και κρίνεται ακατάλληλη για μικρά προϊόντα. Επιπρόσθετα, ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται σε ενδεχόμενη αλληλεπίδραση των ραδιοκυμάτων με το νερό το οποίο τα απορροφάει, καθώς και με τα μέταλλα που αντανακλούν τα ραδιοκύματα και εξασθενίζουν το παραγόμενο σήμα τους, με αποτέλεσμα να επηρεάζουν την εμβέλεια ανάγνωσης της ετικέτας και την επικοινωνία της με τον αναγνώστη.

Αναγνώριση Μαζικού Αριθμού Ετικετών (Throughput) : Τα συστήματα RFID όσο γρήγορα και αυτοματοποιημένα και αν είναι, αδυνατούν να αναγνωρίσουν τις ετικέτες ακαριαία. Μαζικός αριθμός ετικετών σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, σε περίπτωση προϊόντων μέσα σε ένα κιβώτιο ή τοποθετημένα στο ράφι ενός καταστήματος για παράδειγμα, δύναται να προκαλέσουν βραχυκύκλωμα στον αναγνώστη που συνοδεύεται με την παραγωγή ενός χαρακτηριστικού ήχου. Η τοποθέτηση περισσότερων αναγνωστών για την αντιμετώπιση του προβλήματος, ενδέχεται να επιφέρει εμπλοκή των σημάτων τους και αδυναμία αναγνώρισης των ετικετών. Ειδικά πρωτόκολλα λειτουργίας αναπτύσσονται για την ομαλή και αποτελεσματική αναγνώριση των ετικετών, στηρίζονται όμως στην ελάττωση του ρυθμού αναγνώρισης. Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι η αναγνώριση μίας δωδεκάδας προϊόντων στο ράφι ενός καταστήματος λιανικής πώλησης δύναται να πραγματοποιηθεί με χαρακτηριστική άνεση, η αναγνώριση όμως εκατοντάδων προϊόντων που φορτώνονται με παλέτες σε ένα φορτηγό ενδέχεται να συνοδευτεί από αναπόφευκτη καθυστέρηση.

Διαχείριση Δεδομένων και Υπηρεσιών Δικτύου

Η αποδοχή και εφαρμογή της τεχνολογίας RFID σε ευρεία κλίμακα προϋποθέτει τη δημιουργία ενός νέου δικτύου διαχείρισης δεδομένων. Καθώς οι αναγνώστες θα αναγνωρίζουν την ταυτότητα πολυάριθμων ετικετών σε πολλαπλά σημεία της εφοδιαστικής αλυσίδας, θα γεννιούνται μεγάλοι όγκοι δεδομένων EPC κωδικών, οι οποίοι θα πρέπει να προαχθούν και να επεξεργαστούν από τα επιμέρους τμήματα της αλυσίδας.

Κυρίαρχες αρμοδιότητες του λογισμικού διαχείρισης δεδομένων είναι οι εξής :

- Σύλλληψη δεδομένων από τους αναγνώστες
- Διαχείριση δεδομένων
- Μετατροπή των δεδομένων σε κατανοητή μορφή μέσω αναφορών και εξαγωγή πολύτιμων πληροφοριών.

Με μοναδικό στοιχείο εισόδου (input) του λογισμικού τον EPC του εκάστοτε αντικειμένου, αποτελεί τον κυρίαρχο συνδετικό κρίκο μεταξύ αναγνώστη και του κεντρικού δικτύου υπολογιστών για την παράθεση στοιχείων όπως την τιμή, τη διάρκεια της περιόδου ανάλωσης και άλλες σημαντικές πληροφορίες σχετικές με την ταυτότητα του αντικειμένου. Επιπλέον, το λογισμικό προϋποθέτει την άμεση συνεργασία με τα ήδη υπάρχοντα λογισμικά διαχείρισης των αποθεμάτων και της πρόβλεψης των απαιτήσεων της ζήτησης. Σήμερα το απαραίτητο λογισμικό διαχείρισης δεδομένων EPC βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο εξέλιξης και ελάχιστες εφαρμογές έχουν αποδείξει ότι δύναται να αντεπεξέλθουν στις αυξανόμενες απαιτήσεις και αρμοδιότητες.

Σε ανάλογο πρώιμο στάδιο εξέλιξης βρίσκονται και οι μελέτες γύρω από τις απαιτήσεις του δικτύου μεταφοράς δεδομένων των χαρακτηριστικών των προϊόντων στα διάφορα τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι αρμοδιότητες του δικτύου ποικίλουν ανάλογα με την εφαρμογή και ξεκινούν από την απλή μεταφορά των EPC μέχρι τη διαχείριση μεγάλων όγκων πληροφοριών σχετικών με την ταυτότητα του προϊόντος από τον τελικό πωλητή στο τμήμα της παραγωγής και αντίστροφα. Από τη

στιγμή που το πεδίο εφαρμογών παραμένει θολό και δεν έχουν ξεκαθαριστεί οι αναγκαίες αρμοδιότητες και απαιτήσεις του δικτύου, η δομή του συστήματος επικοινωνίας των τμημάτων της εφοδιαστικής αλυσίδας μελετάται ακόμη.

Εφαρμογές

Το τρίτο σημαντικό τεχνικό στοιχείο για την επιτυχημένη υιοθέτηση της τεχνολογίας είναι η πλήρης κατανόηση και συνειδητοποίηση του πεδίου εφαρμογής της τεχνολογίας. Ο EPC και η αυτόματη αναγνώριση ταυτότητας των προϊόντων βρίσκει εφαρμογή στον έλεγχο και την παρακολούθηση μεμονωμένων αντικειμένων με σκοπό την αύξηση της αποδοτικότητας των επιχειρήσεων. Τέτοιου είδους εφαρμογές είναι ο προγραμματισμός και η παρακολούθηση της παραγωγής για τον κατασκευαστή ή ο ακριβής υπολογισμός και πρόβλεψη της ζήτησης και του ανεφοδιασμού για τους διανομείς και τους τελικούς πωλητές. Επιπλέον εφαρμογές αποτελούν η αποδοτικότερη αξιοποίηση του κεφαλαίου μέσω της παρακολούθησης των προϊόντων, η ομαλή λειτουργία των διαδικασιών αποθήκευσης και η βελτίωση διαδικασιών ελέγχου της ποιότητας των προϊόντων. Η αποδοτική αξιοποίηση και αποδοχή της τεχνολογίας προϋποθέτει την πλήρη κατανόηση των εφαρμογών και του πεδίου δράσης της. Έτσι μόνο θα διακριθούν τυχόν οφέλη και πλεονεκτήματα από τη χρήση της και θα προσφέρουν στην επιχείρηση ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα και θετικό πρόσημο ταμειακών ροών.

Αναβάθμιση Λογισμικού και Υπηρεσιών

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα σημερινά καθιερωμένα συστήματα υποστήριξης επιχειρηματικών διαδικασιών, όπως για παράδειγμα τα συστήματα διαχείρισης των αποθεμάτων, δεν δημιουργήθηκαν για να συνεργάζονται με τα καινοτομικά συστήματα της τεχνολογίας RFID. Για να αξιοποιηθεί η τεχνολογία στο μέγιστο βαθμό προϋποτίθεται η μετατροπή και η αναβάθμιση των ισχυόντων συστημάτων και η άμεση συμβατότητά τους με τα EPC συστήματα, προκειμένου να διαχειρίζονται με επιτυχία τους όγκους δεδομένων που γεννά η τεχνολογία RFID.

4.3.2 Οικονομικά-Επιχειρηματικά Θέματα

Οι επιχειρήσεις πρέπει να λάβουν υπόψη τους και μία σειρά από σημαντικά οικονομικά και επιχειρηματικά ζητήματα για την επιτυχημένη εφαρμογή της τεχνολογίας RFID. Αυτά περιλαμβάνουν το κόστος ετικετών και αναγνωστών που παραμένει ιδιαίτερα ανασταλτικό για ευρεία αποδοχή, τη σύνταξη λεπτομερών επιχειρηματικών σχεδίων με σκοπό την αξιολόγηση της ενδεχόμενης επένδυσης και την κατάστρωση επιχειρηματικών πλάνων και στρατηγικών επιτυχούς αξιοποίησης της τεχνολογίας η οποία θα μεταφραστεί σε κέρδος.

Κόστος Ετικετών-Αναγνωστών

Το κόστος της τεχνολογίας RFID παραμένει ιδιαίτερα υψηλό για την ευρεία αποδοχή και καθιέρωση των EPC. Οι ετικέτες κοστίζουν γύρω στα 0,40\$, την ώρα που οι Barcodes στοιχίζουν 0,01\$ και ακόμη λιγότερο σε περίπτωση μαζικής παραγγελίας. Οι αναγνώστες κυμαίνονται μεταξύ 300 και 5000\$ και κρίνονται ιδιαίτερα ακριβοί, ειδικά για περιπτώσεις εφαρμογής σε καταστήματα λιανικής πώλησης όπου ο όγκος των προϊόντων προϋποθέτει την ύπαρξη πολλαπλών αναγνωστών. Οι προοπτικές της αγοράς ωστόσο προβλέπουν μείωση του κόστους των ετικετών στα 0,20\$ μέσα στο 2006 με στόχο τα 0,05\$ μέχρι το 2008 με περαιτέρω μείωση σε μαζικές παραγγελίες τη στιγμή που η τυποποίηση των αναγνωστών αναμένεται να καλλιεργήσει κλίμα ανταγωνισμού μεταξύ των πωλητών της τεχνολογίας και περικοπή του κόστους στα 70\$ μετά το πέρας εύλογου διαστήματος.

Ανάπτυξη Επιχειρηματικών Σχεδίων

Με ορισμένες εξαιρέσεις, οι περισσότερες επιχειρήσεις βρίσκονται σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης επιχειρηματικών σχεδίων γύρω από την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα. Οι περισσότερες φαίνονται επιφυλακτικές απέναντι στην καινοτομική τεχνολογία και οριοθετούν τα οφέλη της μόνο στην καλύτερη διαχείριση

των αποθεμάτων προϊόντων υψηλής αξίας. Λίγες επιχειρήσεις εξετάζουν την μακροπρόθεσμη αποκόμιση οφελών από την τεχνολογία RFID, ενώ ακόμη λιγότερες έχουν προχωρήσει στη δοκιμή πιλοτικών προγραμμάτων που θα τους επιτρέψει να εκτιμήσουν την αποδοτικότητα της τεχνολογίας σε πραγματικές συνθήκες.

Βασικός παράγοντας αναστολής της λεπτομερέστερης εξέτασης των προοπτικών εφαρμογής της τεχνολογίας RFID είναι ο δυσδιάκριτος εντοπισμός πλεονεκτημάτων έναντι της υφιστάμενης τεχνολογίας των Barcodes. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το σημερινό υψηλό κόστος κτήσης της τεχνολογίας καθιστά δικαιολογημένη την επιφυλακτικότητα των επιχειρήσεων που δεν απορρίπτουν, απλά τηρούν στάση αναμονής απέναντι στην προοπτική εφαρμογής της τεχνολογίας.

Ανάπτυξη Κοινής Στρατηγικής Υιοθέτησης

Τρίτο και ταυτόχρονα πολύ σημαντικό παράγοντα επιτυχούς εφαρμογής της τεχνολογίας RFID αποτελεί η ενδεχόμενη τυποποίηση λειτουργίας των επιμέρους εξαρτημάτων της, ώστε να επιτευχθεί η ταυτόχρονη συνολική υιοθέτηση από όλα τα συνεργαζόμενα μέλη της εφοδιαστικής αλυσίδας. Σε αυτή την κατεύθυνση κινούνται οι παγκόσμιοι οργανισμοί τυποποίησης όπως το Global Commerce Initiative (GCI) και το Uniform Code Council (UCC) που στόχος τους είναι η οριοθέτηση των χαρακτηριστικών λειτουργίας της τεχνολογίας RFID. Η προσπάθεια αυτή σε συνδυασμό με την πάταξη της διστακτικότητας και την επίδειξη ενδιαφέροντος από το χώρο της αγοράς, θεωρούνται βασικοί παράγοντες εδραίωσης της πρώιμης τεχνολογίας RFID.

Με την ισχύουσα μη τυποποιημένη κατάσταση λειτουργίας της τεχνολογίας RFID, τίθεται εύλογα το ερώτημα ποιο από τα τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας πρόκειται να επιμεριστεί το κόστος της, τη στιγμή που φαίνεται ότι τα πλεονεκτήματα είναι πιο εμφανή στο χώρο των κατασκευαστών από αυτό των τελικών πωλητών και αντίστροφα; Η προσθήκη ετικέτας σε επίπεδο μεμονωμένου προϊόντος (item-level tagging) προσδίδει αναμφισβήτητα πλεονεκτήματα στο χώρο των πωλητών, ενώ οι κατασκευαστές και οι διανομείς φαίνεται να προτιμούν τις ετικέτες σε επίπεδο κιβωτίου. Η επένδυση στην τεχνολογία RFID το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα από

ένα τμήμα της εφοδιαστικής αλυσίδας απαιτεί λεπτομερέστατη ανάλυση, αφού η αναμενόμενη τυποποίηση δύναται να επιφέρει τον πολυπόθητο επιμερισμό του κόστους και την συνολική αποκόμιση των πλεονεκτημάτων της τεχνολογίας.

4.4 Πλάνο υιοθέτησης της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα

Παρακάτω παρατίθεται μία αναλυτική μέθοδος προσέγγισης και υιοθέτησης της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα, με σκοπό την επιτυχή εφαρμογή της και την αποκόμιση των οφελών που προκύπτουν κατόπιν συστηματικής και τεκμηριωμένης ανάλυσης της εκάστοτε κατάστασης. Τα κομβικά σημεία που χρίζουν ιδιαίτερης μελέτης κατά την εξέταση υιοθέτησης της τεχνολογίας συνοψίζονται στα παρακάτω :

1. Αναλυτική επισκόπηση της ροής των υλικών και των πληροφοριών στο δίκτυο της εφοδιαστικής αλυσίδας

- ✓ Πηγές εφοδιασμού
- ✓ Ποσότητες και είδη παραγγελιών
- ✓ Ποσοστό των παραδοθέντων παραγγελιών μέσω κέντρων διανομής έναντι των απευθείας παραγγελιών από τον κατασκευαστή στα καταστήματα λιανικής πώλησης
- ✓ Καταγραφή της ροής των αγαθών και των υλικών μέσω των RFID εφοδιαστικών αλυσίδων

2. Επισκόπηση των στρατηγικών εφαρμογής της τεχνολογίας RFID από άλλους πελάτες και μέλη άλλων εφοδιαστικών αλυσίδων

- ✓ Υπάρχουν άλλοι κατασκευαστές / διανομείς / τελικοί πωλητές που εξετάζουν ή ήδη έχουν εφαρμόσει την τεχνολογία RFID;
- ✓ Υπάρχουν άλλα μέλη της εφοδιαστικής αλυσίδας που εξετάζουν την προοπτική υιοθέτησης της τεχνολογίας στο προσεχές μέλλον;

3. Ανάπτυξη της στρατηγικής υιοθέτησης της τεχνολογίας RFID

- ✓ Ετικετοποίηση αρχικού επιπέδου στο κατασκευαστικό τμήμα ή στο τμήμα διανομών σε περιορισμένη κλίμακα και σε παραγγελίες που προορίζονται για κέντρα διανομής πελατών που έχουν ήδη εφαρμόσει την τεχνολογία RFID
- ✓ Ανάπτυξη λεπτομερούς επιχειρηματικού σχεδίου που καταγράφει την ιδεατή στρατηγική

4. Σχεδιασμός της αρχιτεκτονικής του δικτύου στο κέντρο διανομής ή στο κατασκευαστικό τμήμα

- ✓ Επιλογή του κατάλληλου είδους ετικετών και αναγνωστών
- ✓ Διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου με την κατάλληλη διαχείριση και επιλογή των υλικών για επιτυχή εγκατάσταση των επιμέρους εξαρτημάτων της τεχνολογίας (η ισχύς εκπομπής και λήψης ραδιοκυμάτων επηρεάζεται από την παρουσία μετάλλων και ρευστών, εγκατάσταση αναγνωστών στις αποβάθρες και στα ανυψωτικά μηχανήματα)

5. Σχεδιασμός της υποδομής του συστήματος πληροφοριών για επιτυχή αξιοποίηση της παραγόμενης πληροφορίας

- ✓ Διαχείριση και δρομολόγηση της παραγόμενης RFID πληροφορίας
- ✓ Αναβάθμιση ή αντικατάσταση του υπάρχοντος εξοπλισμού διαχείρισης δεδομένων
- ✓ B2B αναβάθμιση με σκοπό την συνολική αξιοποίηση της παραγόμενης πληροφορίας-ειδικά σε περιπτώσεις εξυπηρέτησης επιλεγμένων πελατών (Advanced Shipment Notice-ASN)

6. Πιλοτική εφαρμογή της τεχνολογίας RFID σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας

- ✓ Εκτίμηση της επίδρασης του περιβάλλοντος στη συμβατότητα λειτουργίας ετικετών και αναγνωστών
- ✓ Εκτίμηση της συμβατότητας λειτουργίας ετικετών-αναγνωστών-συστήματος διαχείρισης δεδομένων σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του κέντρου διανομής ή του εργοστασίου

7. Ανάλυση και καταγραφή των πλεονεκτημάτων και των οφελών από την εφαρμογή της τεχνολογίας

- ✓ Επισκόπηση των διαδικασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας για εξακρίβωση των πλεονεκτημάτων από την εφαρμογή της τεχνολογίας.
- ✓ Ενθάρρυνση και υποστήριξη των υπόλοιπων τμημάτων της εφοδιαστικής αλυσίδας για καθολική υιοθέτηση της τεχνολογίας με σκοπό την μεγιστοποίηση των οφελών

8. Εφαρμογή και υιοθέτηση του επόμενου σταδίου της τεχνολογίας με ολοκληρωτική ετικετοποίηση των προϊόντων και επανασχεδιασμό της δομής των επιχειρηματικών διαδικασιών

- ✓ Εφαρμογή νέων επιχειρηματικών διαδικασιών, συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων και διαχείρισης δεδομένων και πληροφοριών για πλήρη επιτυχημένη αξιοποίηση της τεχνολογίας RFID.

5. Case Study : Εφαρμογή Τεχνολογίας RFID στην Εταιρεία ''Α''

5.1 Προφίλ εταιρείας

Η εταιρεία ''Α'' κατέχει ηγετική θέση στον τομέα παραγωγής και εμπορίας προϊόντων ''Β''. Με κύκλο εργασιών το 2003 που ξεπέρασε τα 20 εκατομμύρια € προχώρησε σε σημαντικές επενδύσεις ανεγείροντας ένα νέο υπερσύγχρονο συγκρότημα στην Κρήτη που περιλαμβάνει Παραγωγή, Αποθήκευση έτοιμων προϊόντων, πρώτων υλών και υλικών συσκευασίας. Οι συνολικοί αποθηκευτικοί της χώροι ανέρχονται σε 10000 m² και απασχολούν 40 άτομα. Περιλαμβάνουν 15000 παλετοθέσεις, ενώ ο αριθμός των ενεργών κωδικών ανέρχεται σε 20. Εκτός από τις απευθείας παραλαβές από την παραγωγή καθημερινά παραλαμβάνονται προϊόντα και από την Αθήνα.

Η Ανάγκη

Οι αχανείς αποθηκευτικοί χώροι σε συνδυασμό με τον καθημερινά τεράστιο όγκο διεκπεραίωσης καθιστούσαν αδύνατη τη διοίκηση και διαχείριση των διαδικασιών του αποθηκευτικού κυκλώματος. Το πρόβλημα επιβαρύνονταν σημαντικά από τις ιδιομορφίες των προϊόντων (ημερομηνίες λήξης, ιχνηλασία παρτίδων, διαχείριση επιστροφών). Οι αυξημένες αυτές απαιτήσεις οδηγούσαν σε σημαντικά λάθη στις παραγγελίες και στις τιμολογήσεις των πελατών και δημιουργούσαν σημαντικά εσωτερικά κόστη. Τέλος, ο καθημερινά μεγάλος όγκος φορτώσεων απαιτούσε βελτιστοποίηση στη δρομολόγηση και στη φόρτωση των παραγγελιών αυτών, προκειμένου να εκμεταλλεύονταν πλήρως τα διαθέσιμα φορτηγά τα οποία εξυπηρετούν περίπου 60 σημεία πώλησης την ημέρα.

PROJECT ASSUMPTIONS	
ΕΤΑΙΡΕΙΑ	Α
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΙΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ
ΕΤΗΣΙΕΣ ΠΩΛΗΣΕΙΣ 2003	10 ΕΚ €
PROJECT	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΛΟΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ RFID ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ
ΧΡΟΝΙΑ ΕΝΑΡΞΗΣ	2004
ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ	2011

Η Λύση

Η εταιρεία εξετάζει την εφαρμογή ενός πιλοτικού προγράμματος της τεχνολογίας RFID σε επίπεδο παλέτας (pallet-level tagging) με την ολοκληρωμένη αγορά και εγκατάσταση ετικετών, αναγνώστών και λογισμικού με σκοπό την παροχή υψηλού επιπέδου υπηρεσιών σε όλο το κύκλωμα των logistics, τη συμπίεση του εσωτερικού κόστους και την αύξηση της παραγωγικότητας.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	
ΕΚΤΑΣΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	10000m ²
ΑΞΙΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ	50%ΠΩΛΗΣΕΩΝ
ΑΡΙΘΜΟΣ DOCK DOORS	15
ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΟΡΤΗΓΩΝ	20
ΠΑΛΕΤΟΘΕΣΕΙΣ	13000
ΕΝΕΡΓΟΙ ΚΩΔΙΚΟΙ	20
ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΑΠΟΘΗΚΗΣ	40
ΕΤΗΣΙΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΑΠΟΘΗΚΗΣ	5% ΠΩΛΗΣΕΩΝ
ΜΕΣΗ ΑΞΙΑ ΔΙΑΚΙΝΟΥΝΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	1,50 €
ΜΕΣΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΣΤΟ ΚΙΒΩΤΙΟ	30
ΜΕΣΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΙΒΩΤΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΛΕΤΑ	20
ΜΕΣΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ	60

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Όλο το κύκλωμα πρόκειται να είναι real-time και να υπάρχει ακριβής γνώση του αποθέματος και πλήρης έλεγχος των συναλλαγών και των κινήσεων. Στο εξειδικευμένο αναβαθμισμένο λογισμικό διαχείρισης της αποθήκης Warehouse Management System θα πέφτουν οι αναμενόμενες παραλαβές είτε από την παραγωγή είτε από το εργοστάσιο της Αθήνας. Τα προϊόντα θα παραλαμβάνονται με την έκδοση smart label από σταθμούς εργασίας στις ράμπες και στην έξοδο της παραγωγής. Η ετικέτα θα είναι της μορφής Passive-read/write-Tag με δυνατότητα επανεγγραφής και θα προσκολλάται σε κάθε παλέτα (pallet-level taggeting) περιέχοντας πληροφορίες κωδικού του προϊόντος, εργοστασιακής παρτίδας, ημερομηνία παραγωγής και ημερομηνία λήξης. Ειδικοί αναγνώστες τοποθετημένοι στις ράμπες θα ανιχνεύουν τους κωδικούς των παλετών και θα τροφοδοτούν το σύστημα με τις απαραίτητες πληροφορίες αναγνώρισης. Το σύστημα πρόκειται να δεσμεύει αυτόματα κάποιες

παλέτες για ποιοτικό έλεγχο. Ακολούθως με χρήση ειδικών “έξυπνων” αλγορίθμων θα προτείνει τη βέλτιστη θέση απόθεσης της κάθε παλέτας. Ανάλογα με τον τύπο οι παραγγελίες θα περνούν από δύο διαφορετικά Stock Control και θα βγαίνουν αυτόματα picking lists είτε συγκεντρωτικά ανά φορτηγό είτε ανά παραγγελία. Οι κινήσεις που πραγματοποιούνται μέσω περονοφόρων και πεζών pickers με τη χρήση ειδικών αναγνωστών RFID θα προγραμματίζονται έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ελάχιστη δυνατή διαδρομή. Για καλύτερο έλεγχο και εκμηδένιση των λαθών στις παραγγελίες ενδέχεται να υπάρξει έλεγχος φόρτωσης μέσω αναγνωστών RFID με το σύστημα να επιβεβαιώνει τις σωστές ποσότητες κατά τη φόρτωση των οχημάτων δρομολόγησης κατά την οποία αποκολλούνται οι ετικέτες με σκοπό την επαναχρησιμοποίησή τους. Επιπρόσθετα, το σύστημα θα επεξεργάζεται τις επιστροφές των πελατών, καθιστώντας εύκολη τη δέσμευση και αποδέσμευση μίας παρτίδας και θα επιτυγχάνει την real-time παρακολούθηση της παλαιότητας του αποθέματος και την ιχνηλασία παρτίδων.

Αναμενόμενα Οφέλη

Η εταιρεία σκοπεύει να αποκτήσει πλήρη έλεγχο και παρακολούθηση των διαδικασιών του αποθηκευτικού κυκλώματος και τεκμηριωμένη διοίκηση αυτών, με σκοπό τη συμπίεση του εσωτερικού κόστους και την αναβάθμιση των υπηρεσιών που παρέχει στους πελάτες της. Προσδοκά σε αύξηση της παραγωγικότητας της αποθήκης καθώς μέσω των RFID Readers δύναται να επιτευχθεί διαχωρισμός των κινήσεων των πεζών pickers και περονοφόρων, ενώ ενδέχεται να επιτευχθεί και δραστική μείωση των λαθών στην εκτέλεση των παραγγελιών. Μόνο από το τελευταίο υπολογίζεται ότι κάθε χρόνο θα εξοικονομούνται 100000€. Το stock turnover αναμένεται να αυξηθεί, ενώ σημαντικά θα είναι τα οφέλη από τη βελτίωση του Customer Service. Η real-time ακριβής παρακολούθηση του αποθέματος επιτρέπει την χαμηλού κόστους διαχείριση των υλικών με zero defects, τη μείωση απωλειών λόγω παλαίωσης ειδών και έλλειψη φαινομένων υπέρ-αποθεματοποίησης, λόγω της δυνατότητας που παρέχεται για ακριβέστερο forecasting.

Επισημαίνεται ότι η εταιρεία ενδέχεται να αποκομίσει ακόμη περισσότερα οφέλη σε περίπτωση της καθολικής υιοθέτησης της τεχνολογίας και από τα συνεργαζόμενα

καταστήματα της λιανικής πώλησης προχωρώντας στην προσκόλληση ετικετών σε επίπεδο κιβωτίου (case-level taggeting), με επίτευξη του επιμερισμού του κόστους και την πλήρη αυτοματοποίηση των διαδικασιών διαχείρισης του αποθηκευτικού κυκλώματος.

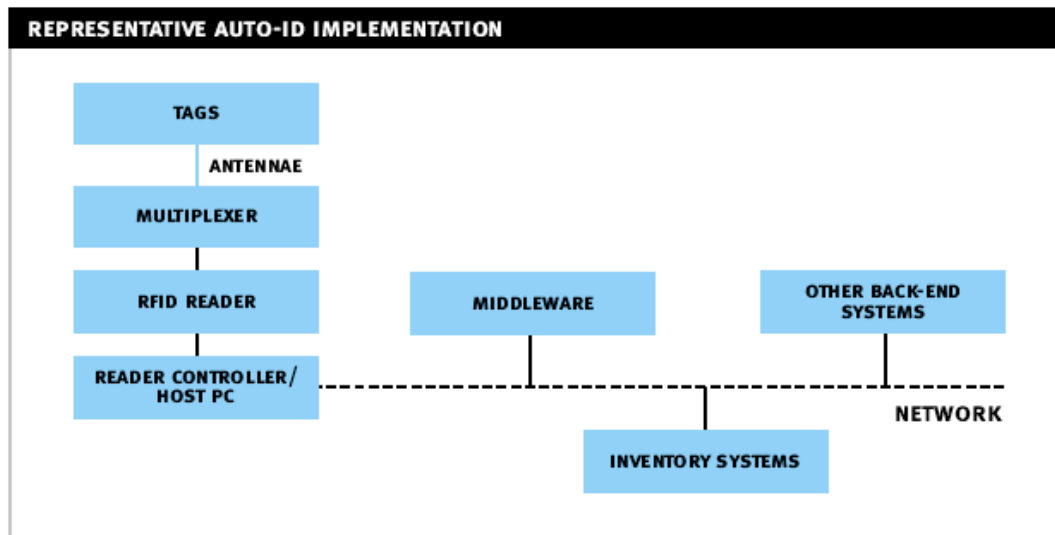
5.2 ΑΡΧΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ

Επισημαίνεται ότι λαμβάνουμε υπόψη την ύπαρξη της τεχνολογίας Bar Code και ενός ειδικά εξειδικευμένου λογισμικού διαχείρισης διαδικασιών της αποθήκης, καθώς σε αντίθετη περίπτωση το σημερινό κόστος εγκατάστασης και χρήσης της τεχνολογίας κρίνεται απαγορευτικό.

Κατηγορία δαπάνης		Τιμή Μονάδος	Ποσότητα	Δαπάνη
1	Παραγωγικός εξοπλισμός			90.100,00 €
1.1	RFID Tags	0,50 €	30000	15.000,00 €
1.2	Dock Doors RFID Readers	2.500 €	15	37.500 €
1.3	RFID Readers/1000m ² αποθήκης	500 €	10	5.000 €
1.4	Dock Doors RFID Antennas	50 €	60	3.000 €
1.5	Antennas για υπόλοιπους Readers	30 €	20	600 €
1.6	Multiplexers	1.000 €	15	15.000 €
1.7	Controllers	2.000 €	2	4.000 €
1.8	Καλωδίωση	30€/μέτρο	100 μέτρα	3.000 €
1.9	Εγκατάσταση Dock doors Readers	200 €	15	3.000 €
1.10	Εγκατάσταση υπόλοιπου εξοπλισμού			2.000 €
2	Software Integration			30.000 €
3	Εκπαίδευση προσωπικού			15.000,00 €
4	Αμοιβή προμηθεύτριας εταιρείας			50.000,00 €
5	Γενικά έξοδα ρύθμισης και εγκατάστασης δικτύου			3.000,00 €
Σύνολο Δαπανών Εκκινήσεως				186.100,00 €

Ανάλυση Δαπανών Εκκινήσεως

Τη μεγαλύτερη διακύμανση στον υπολογισμό του αρχικού κόστους εγκατάστασης της τεχνολογίας RFID παρουσιάζουν οι ετικέτες (RFID Tags). Δεν είναι όμως και το μοναδικό κόστος που επιβαρύνει την επιχείρηση. Αναγνώστες (Readers), ετικέτες (Tags), antennas, ελεγκτές (controllers), λογισμικό (middleware), κόστος αναβάθμισης και συντήρησης του εξοπλισμού πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την εκτίμηση του κόστους της αρχικής επένδυσης. Οι κυριότερες πηγές εξόδων της επένδυσης παρουσιάζονται στο σχήμα που ακολουθεί και στη συνέχεια αναλύεται η κάθε μία ξεχωριστά.



Κόστος Ετικέτας (Tag cost)

Οι ετικέτες αποτελούν τον πρώτο και βασικό παράγοντα κόστους που σχετίζεται με την τεχνολογία RFID. Τα είδη τους ποικίλουν ανάλογα με την εφαρμογή και το κόστος τους εξαρτάται από τον κατασκευαστή, από την ικανότητα επανεγγραφής τους, από την εμβέλεια τους, από την μνήμη τους και βέβαια από την ποσότητα που θα παραγγελθεί. Στην περίπτωση που εξετάζουμε προτιμάται η αγορά Passive-read/write-Tags με ικανότητα επανεγγραφής, οι οποίες στοιχίζουν περισσότερο μπορούν όμως να επαναχρησιμοποιηθούν. Το κόστος εγκατάστασης της τεχνολογίας πρόκειται να το επιμεριστεί ολοκληρωτικά η επιχείρηση δίχως τον επιμερισμό του με τα καταστήματα λιανικής πώλησης, γεγονός που θα επέτρεπε την αγορά φθηνών Passive-Tags χωρίς την ικανότητα επανεγγραφής. Το κόστος αγοράς της κάθε

ετικέτας ανέρχεται σε 0,50€/Tag για μαζική παραγγελία 30000 μονάδων, που αντιστοιχούν σε δύο για κάθε παλετοθέση για το 2004 με προοπτική σταδιακής μείωσης κόστους 10% ανά πρόσθετη ετήσια παραγγελία με στόχο τη μείωση στην τιμή των 0,22€/Tag το έτος 2011.

Το κόστος της ετικέτας δεν είναι το μοναδικό, αφού απαιτείται και η αγορά ενός μηχανήματος εκτύπωσης smart-label για την επικόλληση της ετικέτας στα προϊόντα. Ενδεικτική τιμή μηχανήματος smart-label printer 1500€. Υποτίθεται τέλος ότι τα κόστη αναγραφής και προγραμματισμού ετικετών με τον κατάλληλο EPC, καθώς και τα κόστη επικόλλησης της ετικέτας στα προϊόντα συμπεριλαμβάνονται στα έξοδα ενημέρωσης και εκπαίδευσης προσωπικού που αναλύονται στη συνέχεια.

Κόστος Αναγνωστών (Reader cost)

Οι αναγνώστες τροφοδοτούν τις ετικέτες με την απαραίτητα ενέργεια, λαμβάνουν τα δεδομένα των ετικετών και διαχειρίζονται ειδικούς αλγορίθμους με σκοπό να μπορούν να αναγινώσκουν πάνω από μία ετικέτα τη φορά (anti-collision algorithms). Λειτουργούν μέσω ενός εξειδικευμένου λογισμικού που ονομάζεται Application Programming Interface-API, το οποίο παρέχει πληροφορίες για την ικανότητα ανάγνωσης (reader's read cycle), την ισχύ του αναγνώστη και άλλες λειτουργίες εγκατάστασης. Το προμηθεύει ο κατασκευαστής χωρίς επιπλέον κόστος, αφού συνυπολογίζεται στην τελική τιμή αγοράς του αναγνώστη.

Το κόστος των αναγνωστών διαφέρει ανάλογα με την εμβέλεια, την ταχύτητα και την ικανότητα ανάγνωσης, το δίκτυο διαβίβασης δεδομένων και τις προδιαγραφές λειτουργίας της antenna. Οι φθηνότεροι αναγνώστες σε μορφή PDA κοστίζουν 200€. Αναγνώστες που τοποθετούνται σε ράφια ή σε ανυψωτικά μηχανήματα (forklifts) κοστίζουν μέχρι και 2500€, ενώ αναγνώστες που τοποθετούνται για αναγνώριση αντικειμένων σε ταινίες μεταφοράς και σε αποβάθρες κυμαίνονται από 2500-10000€.

Στην περίπτωση που εξετάζουμε απαιτείται η αγορά και η εγκατάσταση ενός UHF αναγνώστη με τέσσερις υποδοχές antennas (4 antenna ports) για κάθε αποβάθρα (dock door) 15 συνολικά αξίας 2500/αναγνώστη, η αγορά ενός επιπλέον UHF αναγνώστη με δύο υποδοχές antennas για κάθε 1000m² του κέντρου διανομής, 10

συνολικά αξίας 500€/αναγνώστη και ενδέχεται η επιπλέον αγορά φορητών τύπου PDA αναγνωστών, 3 συνολικά αξίας 200€/αναγνώστη για την κάλυψη των αναγκών του αποθηκευτικού κυκλώματος.

Οι τιμές στηρίζονται στα σημερινά δεδομένα και πρέπει να επισημανθεί η ενδεχόμενη μείωση στο κόστος των αναγνωστών που αγγίζει το 10% ετησίως λόγω της ευρείας αποδοχής της τεχνολογίας και της αναμενόμενης έξαρσης του ανταγωνισμού μεταξύ των κατασκευαστών.

Κόστος Antenna και Multiplexers

Οι antennas αποτελούν συστατικό του υποσυστήματος των αναγνωστών. Το κόστος τους κυμαίνεται από 25-500€ ανάλογα με την εφαρμογή και τη συχνότητα λειτουργίας του συστήματος RFID. Στην περίπτωση που εξετάζουμε απαιτούνται 4 antennas για κάθε αναγνώστη που βρίσκεται σε dock door κόστους 50€/antenna και 2 antennas για κάθε επιπλέον αναγνώστη του κέντρου διανομής κόστους 30€/antenna.

Ανάλογα με τον αριθμό των antennas που χρησιμοποιούμε για κάθε αναγνώστη ένας ή περισσότεροι multiplexers απαιτούνται για να επιτευχθεί η σύνδεση του δικτύου. Το κόστος τους κυμαίνεται μεταξύ 500-2000€ και απαιτείται ένας multiplexer για κάθε αναγνώστη dock door αξίας 1000€ λόγω της ύπαρξης των 4 antennas.

Κόστος Ελεγκτών (Controller Cost)

Για κάθε αναγνώστη ή ομάδα αναγνωστών απαιτείται η ύπαρξη ενός controller, ενός φορητού ηλεκτρονικού υπολογιστή υψηλών απαιτήσεων που διαχειρίζεται το λογισμικό λειτουργίας του αναγνωστών. Το κόστος τους κυμαίνεται μεταξύ 1500-3000€. Συνίσταται η αγορά δύο υπολογιστών με κόστος 2000€/controller για τις ανάγκες του κέντρου διανομής.

Κόστος Καλωδίωσης (cabling)

Προκειμένου να τροφοδοτούνται οι αναγνώστες και οι ελεγκτές (controllers) με την απαραίτητη ενέργεια απαιτείται η καλωδίωση του συστήματος με ειδικών απαιτήσεων High-Grade RF καλώδια κόστους 30€/μέτρο καλωδίωσης.

Κόστος Εγκατάστασης (Installation)

Το κόστος τοποθέτησης των επιμέρους εξαρτημάτων αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα κόστους που πρέπει να συνυπολογιστεί κατά την καταγραφή των δαπανών εκκινήσεως. Υπολογίζεται το αναμενόμενο κόστος διαχείρισης υλικών εγκατάστασης να κυμανθεί μεταξύ 200-250€ ανά αναγνώστη, αφού είναι επιρρεπείς στις βλάβες λόγω επίδρασης εξωγενών παραγόντων και απαιτείται η τοποθέτηση τους σε ειδικά πλαίσια και βάσεις στήριξης για την εξασφάλιση της ομαλής λειτουργίας τους. Ένα επιπλέον κόστος της τάξης των 2000€ υπολογίζεται για τις ανάγκες των υπολοίπων εξαρτημάτων, antennas, controllers κ.τ.λ και περιλαμβάνουν υλικά τοποθέτησης, πηγές τροφοδοσίας ρεύματος και ενδεχόμενες άλλες ανάγκες ύπαρξης υλικών.

Κόστος Ρύθμισης και Συντονισμού (Tuning Cost)

Κάθε φυσικό περιβάλλον ανάλογα με τις ιδιομορφίες και τις ιδιαιτερότητες του αλληλεπιδρά με τις πηγές εκπομπής ραδιοκυμάτων και μεταβάλλει σε μεγάλο βαθμό την ένταση και την ικανότητα λειτουργίας τους. Απαιτείται η μελέτη του πεδίου εφαρμογής της τεχνολογίας για την ύπαρξη νεκρών σημείων ή ζωνών απορρόφησης ραδιοκυμάτων και ο κατάλληλος συντονισμός των εξαρτημάτων για την επιτυχή λειτουργία τους. Το κόστος παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση και εξαρτάται από την επιλογή των RF εξαρτημάτων και τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος της αποθήκης.

Κόστος Λογισμικού (Software Cost)

Βασικό παράγοντα επιτυχημένης εφαρμογής και λειτουργίας του συστήματος RFID, αποτελεί το λογισμικό (software) της εγκατάστασης ή αλλιώς middleware. Πρόκειται για την καρδιά του συστήματος RFID αφού συλλέγει και μεταφράζει τα δεδομένα των ετικετών σε επιχειρηματικά δεδομένα, συνεργάζεται με τα Warehouse Management Systems και Enterprise Resource Planning Systems για την εξαγωγή reports και αναφορών και ελέγχει τη λειτουργία όλων των επιμέρους τεχνολογικών εξαρτημάτων.

Το κόστος του λογισμικού εξαρτάται από τις απαιτήσεις του διαχειριστή, το επιθυμητό επίπεδο ελέγχου του συστήματος και τη συμβατότητα με τα ήδη υπάρχοντα συστήματα διαχείρισης επιχειρηματικών διαδικασιών. Υπάρχουν

περιπτώσεις που θεωρείται αμελητέο όπως την περίπτωση του Savant του Auto-ID Center, αυξάνεται όμως υπερβολικά ανάλογα με τις προσφερόμενες δυνατότητες και μπορεί να ξεπεράσει τα 500000€ σε περίπτωση εκτεταμένης αναβάθμισης του υπάρχοντος software για λόγους αναβάθμισης.

Κόστος Αναβάθμισης (Integration Cost)

Αποτελεί σημαντική δαπάνη εκκινήσεως ανεξάρτητα από την επιλογή λογισμικού. Σε μερικές περιπτώσεις ενδέχεται και ολόκληρη αντικατάσταση του hardware εξοπλισμού της επιχείρησης για λόγους ασυμβατότητας και ανικανότητας της real-time διαχείρισης του μεγάλου όγκου δεδομένων και πληροφοριών. Το κόστος εξαρτάται από την κατάσταση του υπάρχοντος εξοπλισμού, σημειώνεται όμως ότι λόγω της καινοτομίας της τεχνολογίας RFID και λαμβάνοντας υπόψη αυτά που προαναφέρθηκαν στην ανάλυση του κόστους λογισμικού, μπορεί η συνολική δαπάνη να ξεπεράσει τα 500000€, ανάλογα βέβαια και με τις ανάγκες διαχείρισης.

Στην περίπτωση που εξετάζουμε θεωρούμε ότι η επιχείρηση έχει ήδη επενδύσει στην τεχνολογία Bar Code και στην εφαρμογή συστημάτων υποστήριξης επιχειρηματικών διαδικασιών (WMS, ERP) και το κόστος αναβάθμισης software και hardware θα ανέλθει στο ποσό των 40000€.

Κόστος Συντήρησης και Αναβάθμισης Εξοπλισμού (Maintenance and Support)

Σε αντίθεση με τα προαναφερθέντα one-time costs, η συντήρηση και η αναβάθμιση του δικτύου RFID πρέπει να συμπεριληφθεί σαν συνεχή και επαναλαμβανόμενη δαπάνη. Υπολογίζεται στο 10% του κόστους εγκατάστασης της τεχνολογίας και περιλαμβάνει την αναβάθμιση του υπάρχοντος εξοπλισμού, την ανανέωση της άδειας χρήσης του λογισμικού, την ενδεχόμενη αντικατάσταση ελαττωματικών εξαρτημάτων, την αγορά επιπλέον ετικετών, γενικά έξοδα συντήρησης του δικτύου κ.α.

Κόστος Εκπαίδευσης Προσωπικού και Επανασχεδιασμός Επιχειρηματικών Διαδικασιών (Training and Process Redesign)

Τα τελευταία κομμάτια του puzzle που συνθέτουν το σύνολο των δαπανών εκκινήσεως αφορούν στην εκπαίδευση του υπάρχοντος προσωπικού στην αφομοίωση της νέας τεχνολογίας και στον πιθανό επανασχεδιασμό ορισμένων επιχειρηματικών διαδικασιών για την επιτυχή αξιοποίηση της τεχνολογίας RFID. Θα χρειαστεί η παρουσία 2 εξειδικευμένων εργαζόμενων για κάθε 1000m² του κέντρου διανομής και ο μερικός επανασχεδιασμός των διαδικασιών, αφού η επιχείρηση θεωρείται ότι αξιοποιούσε μέχρι πρότινος την παρεμφερή τεχνολογία Bar Code. Το κόστος εκπαίδευσης προσωπικού και η συνολική αφομοίωση της τεχνολογίας RFID ενδέχεται να επιφέρει λάθη και να προκαλέσει απώλειες εσόδων στην επιχείρηση της τάξεως των 15000€.

Κόστος αμοιβής προμηθεύτριας εταιρείας

Ο σχεδιασμός, η ανάλυση και η τελική εγκατάσταση της τεχνολογίας RFID θα πραγματοποιηθεί από την προμηθεύτρια εταιρεία η οποία θα αναλάβει και την εκπαίδευση του προσωπικού στην αφομοίωση της. Υπολογίζεται το συνολικό κόστος ανάλυσης και διεκπεραίωσης του project να ανέλθει στα 50000€ περιλαμβανομένων των αμοιβών των project managers, των υπαλλήλων εγκατάστασης της τεχνολογίας, των τεχνικών εγκατάστασης ασύρματων δικτύων και των τεχνικών ανάπτυξης, αναβάθμισης και εγκατάστασης λογισμικού.

5.3 Έσοδα

Η εταιρεία αναμένεται να αποκομίσει τα οφέλη της τεχνολογίας RFID μέσω της σημαντικής περικοπής των εξόδων λειτουργίας της και της μείωσης των απολεσθέντων κερδών λόγω λαθών ή ατελειών στις διαδικασίες διαχείρισης του αποθηκευτικού της κυκλώματος. Στη συνέχεια παρουσιάζεται μία προσπάθεια ποσοτικοποίησης των πλεονεκτημάτων που προκύπτουν από την εφαρμογή της τεχνολογίας, παραθέτοντας ταυτόχρονα χαρακτηριστικά από την ισχύουσα κατάσταση που επικρατεί στις διαδικασίες αποθήκευσης και διανομής των προϊόντων της εταιρείας και των συνεπειών που έχουν στην τελική κατάρτιση του ισολογισμού της.

Επισημαίνεται ότι κατά την εκτίμηση των εσόδων έχουν ληφθεί υπόψη τα εξής :

- ✓ Χρονικός ορίζοντας επένδυσης τα 7 έτη
- ✓ Εκτιμάται η πάροδος των 2 ετών πριν την οριστική αφομοίωση της νέας τεχνολογίας
- ✓ 8 ώρες / ημέρα το ωράριο λειτουργίας της επιχείρησης και 360 ημέρες / έτος
- ✓ Δεν υπολογίζονται ποσοστά αύξησης των μισθών
- ✓ Ο χρόνος που εκτιμάται ότι εξοικονομείται μέσω της εφαρμογής της τεχνολογίας RFID μεταφράζεται σε περικοπή των εξόδων λειτουργίας μέσω μείωσης του απαιτούμενου εργατικού δυναμικού αφού οι εργασίες δύναται να κατανεμηθούν σε λιγότερους ανθρώπους
- ✓ Εκτιμάται ότι το κόστος για κάθε ώρα καθυστέρησης του φορτηγού ανέρχεται σε 60€ / ώρα

Περικοπή δαπανών μισθοδοσίας εργατικού δυναμικού

Η εταιρεία απασχολεί σε καθημερινή βάση για τις ανάγκες διαχείρισης του αποθηκευτικού της κυκλώματος 40 εργαζόμενους. Ο αριθμός αυτός αντιστοιχεί σε ετήσιες δαπάνες προσωπικού 504000€, λαμβάνοντας υπόψη το μέσο μεικτό μηνιαίο μισθό που κυμαίνεται στα 900€ και υπολογίζοντας 14 συνολικά μισθούς / έτος κατανεμημένους σε 12 μήνες αναλογικά. Η εφαρμογή της τεχνολογίας και η συστηματική σταδιακή αυτοματοποίηση των διαδικασιών receiving, picking,

shipping στοχεύει στη σταδιακή μείωση του εργατικού δυναμικού κατά 2 εργαζόμενους / έτος που μεταφράζεται σε ετήσια εξοικονόμηση εσόδων 25200€ / έτος μέχρι να απαριθμεί η εταιρεία συνολικά 26 εργαζομένους με το πέρας του χρονικού ορίζοντα της επένδυσης το 2011.

Έτος	Αριθμός Εργατικού Δυναμικού	Ετήσιες Δαπάνες Εργατικού Δυναμικού	Περιοπή Εξόδων
2004	40	504000	0
2005	38	478800	25200€
2006	36	453600	25200€
2007	34	428400	25200€
2008	32	403200	25200€
2009	30	378000	25200€
2010	28	352800	25200€
2011	26	327600	25200€
Σύνολο			176400€

Αύξηση της ακρίβειας και της αποδοτικότητας στις παραλαβές και την τοποθέτηση

Εκτιμάται η μείωση του απαιτούμενου χρόνου διεκπεραίωσης και του εργατικού κόστους που ξοδεύεται για τον έλεγχο και την εξακρίβωση των εισερχόμενων παραγγελιών (receiving checking) και την αντιστοιχία τους με τα τιμολόγια παραλαβής και τα Advanced Shipment Notes-ASN. Η ακριβής αντιστοιχία της ποσότητας και του είδους του φορτίου σε σχέση με αυτά που παραγγέλθηκαν, αυξάνει το επίπεδο της ακρίβειας προσδιορισμού των παραληφθέντων προϊόντων γεγονός που οδηγούσε σε περιττά έξοδα για προϊόντα που πληρώθηκαν και δεν παραλήφθηκαν.

Επισημαίνεται ότι το ετήσιο ποσοστό των λανθασμένων εισερχόμενων παραγγελιών στο κέντρο διανομής ανέρχεται στο 2% των πωλήσεων που αντιστοιχεί σε ετήσιες απώλειες εσόδων της τάξεως των 200000€. Εκτιμάται ότι το ποσοστό αυτό με την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID θα μειωθεί σταδιακά στο 1,5% το 2005 και από το 2006 σε συνδυασμό με την εξοικείωση του εργατικού δυναμικού στη νέα τεχνολογία θα επέλθει σταδιακή μείωση 0,25% / έτος που μεταφράζεται σε περιοπή εξόδων λειτουργίας της τάξεως των 25000€ / έτος, μέχρι να σταθεροποιηθεί στο επίπεδο του 0,1% που είναι αποδεκτό.

Ανάλογη ενδέχεται να είναι και η μείωση του απαραίτητου χρόνου για τοποθέτηση των παλετών στις εγκαταστάσεις της αποθήκης (picking efficiency), μέσω του επιτυχούς αυτόματου διαχωρισμού των απαραίτητων διαδρομών πεζών και περονοφόρων pickers από το εξειδικευμένο λογισμικό WMS της αποθήκης.

Επιπρόσθετα τονίζεται ότι ο χρόνος που θα εξοικονομείται για τον έλεγχο την διόρθωση και την τοποθέτηση (picking) των εισερχόμενων παραγγελιών εκτιμάται στις 5 ώρες / ημέρα, ενώ ο απαιτούμενος χρόνος εκφόρτωσης μέσω της αυτόματης αναγνώρισης προϊόντων θα μειωθεί κατά 0,3 ώρες / φορτηγό, γεγονός που θα αυξήσει τον συνολικό καθιερωμένο όγκο διεκπεραίωσης.

Έτος	Λάθη στο receiving / picking ως %ποσοστού των πωλήσεων	Εκτιμώμενο ποσό απωλειών εσόδων	Περικοπή απωλειών εσόδων
2004	2%	200000	0,00 €
2005	1,50%	150000	50.000,00 €
2006	1,25%	125000	25.000,00 €
2007	1%	100000	25.000,00 €
2008	0,75%	75000	25.000,00 €
2009	0,50%	50000	25.000,00 €
2010	0,25%	25000	25.000,00 €
2011	0,10%	10000	15.000,00 €
Σύνολο			190.000,00 €

Βελτίωση διαδικασίας απογραφής κατάστασης του αποθέματος

Με τη χρήση της τεχνολογίας RFID μειώνεται ο συνολικός απαιτούμενος χρόνος απογραφής του επιπέδου του αποθέματος καθιστώντας πιο εύκολες και αποτελεσματικές τις διαδικασίες ανεφοδιασμού και αναπλήρωσης του (replenishment-restocking process). Έτσι, μειώνεται ο χρόνος ελέγχου της απαραίτητης διαθεσιμότητας των προϊόντων στα ράφια της αποθήκης κατά 5 ώρες / ημέρα, γεγονός που ενισχύει την πρόθεση της εταιρείας για περικοπή του ανθρώπινου δυναμικού.

Επισημαίνεται ότι οι ετήσιοι απαραίτητοι έλεγχοι απογραφής της κατάστασης του αποθέματος (physical inventory counting efficiency) ανέρχονται σε 6/έτος και η μέση διάρκεια της συνολικής απογραφής κυμαίνεται στις 120 ώρες / έτος ήτοι 15

ημέρες / το χρόνο, γεγονός που αυξάνει το εργατικό κόστος και τον χρόνο διεκπεραίωσης.

Μείωση του επιπέδου του χρήσιμου αποθέματος

Η αντικειμενική αξία του αποθέματος της επιχείρησης αντιστοιχεί στο 50% της αξίας των ετήσιων πωλήσεων και ενδεχόμενη μείωση του χρήσιμου και αξιοποιήσιμου επιπέδου του οδηγεί στην αποδέσμευση ικανών αναγκών σε κεφάλαιο κίνησης. Με την αυτόματη αναγνώριση του επιπέδου του αποθέματος και την ακριβή real-time διαχείριση του καθίσταται δυνατή η αντικειμενικότερη πρόβλεψη της ζήτησης, γεγονός που μειώνει την πιθανότητα εμφάνισης φαινομένων υπεραποθεματοποίησης.

Επισημαίνεται ότι το ποσοστό του υπερβολικού δεσμευμένου αποθέματος ανέρχεται στο 10% της αξίας του συνολικού λόγω αδυναμίας επιτυχούς διαχείρισης του, δηλαδή το ποσό του δεσμευμένου κεφαλαίου ανέρχεται στα 500000€. Με την ακριβή και real-time επίγνωση της κατάστασής του και την επιτυχή αξιοποίηση της παραγόμενης πληροφορίας το ποσοστό αυτό θα μειώνεται σταδιακά κατά 2% / έτος με προοπτική σταθεροποίησης του στο 0,5% της αξίας του συνολικού από το 2009 και μετά.

Έτος	Τιμή υπερβολικού αποθέματος ως %ποσοστού του συνολικού	Ποσό δεσμευμένου κεφαλαίου	Περιοπή κεφαλαίου
2004	10%	500000	0,00 €
2005	8%	400000	100.000,00 €
2006	6%	300000	100.000,00 €
2007	4%	200000	100.000,00 €
2008	2%	100000	100.000,00 €
2009	0,50%	25000	75.000,00 €
2010	0,50%	25000	0,00 €
2011	0,50%	25000	0,00 €
Σύνολο			475.000,00 €

Ακρίβεια και αποδοτικότητα στη δρομολόγηση και την παράδοση παραγγελιών

Σημαντική αναμένεται να είναι η μείωση του χρόνου που απαιτείται για την εξακρίβωση της αντιστοιχίας των εξερχόμενων παραγγελιών με τα δεδομένα και τα στοιχεία των δρομολογήσεων και των απωλειών εσόδων με προϊόντα που στάλθηκαν

και δεν παραγγέλθηκαν ή παραγγέλθηκαν και δεν στάλθηκαν. Αναφέρεται ότι καθημερινά θα εξοικονομείται 1 ώρα / ημέρα για τον απαραίτητο έλεγχο των εξερχόμενων παραγγελιών και 2 ώρες / ημέρα για την εξακρίβωση των λαθών και την διόρθωση τους. Επιπρόσθετα μέσω της αυτόματης αναγνώρισης της ταυτότητας των παλετών μειώνεται ο χρόνος φόρτωσης των παραγγελιών κατά 0,4 ώρες / φορτηγό, βελτιστοποιώντας παράλληλα την αξιοποίηση της χωρητικότητας τους, γεγονός που ενδέχεται να οδηγήσει και στην πώληση δύο έως τριών φορτηγών με το πέρας του χρονικού ορίζοντα της επένδυσης.

Τονίζεται ότι το ποσοστό των λανθασμένων εξερχόμενων παραγγελιών ανέρχεται στο 1% των πωλήσεων που μεταφράζεται σε ετήσιες απώλειες εσόδων της τάξης των 100000€ / έτος και η χρήση της τεχνολογίας RFID ενδέχεται να επιφέρει τη σταδιακή μείωση 0,2% / έτος που αντιστοιχεί σε έσοδα 20000€ / έτος μέχρι την σταθεροποίηση του ποσοστού των λανθασμένων εξερχόμενων πωλήσεων στο 0,05%.

Έτος	Λάθη στη διαδικασία shipping ως %ποσοστού των πωλήσεων	Εκτιμώμενο ποσό απωλειών εσόδων	Περικοπή απωλειών εσόδων
2004	1%	100000	0,00 €
2005	0,80%	80000	20.000,00 €
2006	0,60%	60000	20.000,00 €
2007	0,40%	40000	20.000,00 €
2008	0,20%	20000	20.000,00 €
2009	0,05%	5000	15.000,00 €
2010	0,05%	5000	0,00 €
2011	0,05%	5000	0,00 €
Σύνολο			95.000,00 €

Μείωση των απωλειών λόγω κλοπών

Με την συνολική εφαρμογή της τεχνολογίας RFID από όλα τα μέλη της εφοδιαστικής αλυσίδας, ενδέχεται η δραματική μείωση ή ακόμη και η εξάλειψη του φαινομένου των απωλειών εσόδων λόγω κλοπής των προϊόντων, καθώς θα καθίσταται δυνατή η συνεχής παρακολούθηση της πορείας τους στο δίκτυο της αλυσίδας.

Αναφέρεται ότι ποσοστό των κλοπών που υπόκειται η εταιρεία ανέρχεται στο 0,7% των πωλήσεων ή σε απώλειες εσόδων της τάξης των 70000€ / έτος, με προοπτική

μείωσης στο 0,05% ήτοι σε 5000€ από τον πρώτο χρόνο λειτουργίας της νέας τεχνολογίας.

Έτος	Απώλειες εσόδων λόγω κλοπών ως %ποσοστού των πωλήσεων	Εκτιμώμενο ποσό απωλειών εσόδων	Περιοπή απωλειών εσόδων
2004	0,70%	70000	0,00 €
2005	0,05%	5000	65.000,00 €
2006	0,05%	5000	0,00 €
2007	0,05%	5000	0,00 €
2008	0,05%	5000	0,00 €
2009	0,05%	5000	0,00 €
2010	0,05%	5000	0,00 €
2011	0,05%	5000	0,00 €
Σύνολο			65.000,00 €

Μείωση του ποσοστού των απούλητων προϊόντων

Καταγραφή των δεδομένων της εταιρείας επέδειξε ότι το ποσοστό των απούλητων προϊόντων λόγω καταστροφής, παλαίωσης, εκπλήρωσης της ημερομηνίας λήξης τους ή λόγω της εποχικότητας της φύσης τους ανέρχεται στο 3% των πωλήσεων ήτοι απώλειες εσόδων της τάξης των 300000€ / έτος. Μέσω της αυτόματης αναγνώρισης και της ορθότερης διαχείρισής τους το ποσοστό δύναται να μειώνεται σταδιακά κατά 0,5% / έτος και να σταθεροποιηθεί στο αποδεκτό ποσοστό των 0,2% των πωλήσεων ήτοι σε απώλειες των 20000€ / έτος με περαιτέρω προοπτική μείωσης.

Έτος	Απώλειες εσόδων λόγω απούλητων προϊόντων ως %ποσοστού των πωλήσεων	Εκτιμώμενο ποσό απωλειών εσόδων	Περιοπή απωλειών εσόδων
2004	3%	300000	0,00 €
2005	2,50%	250000	50.000,00 €
2006	2%	200000	50.000,00 €
2007	1,50%	150000	50.000,00 €
2008	1%	100000	50.000,00 €
2009	0,50%	50000	50.000,00 €
2010	0,20%	20000	30.000,00 €
2011	0,20%	20000	0,00 €
Σύνολο			280.000,00 €

Μείωση ή εξάλειψη out-of-stock περιπτώσεων

Είναι γενικά αποδεκτό το γεγονός ότι η έλλειψη της διαθεσιμότητας του προϊόντος οδηγεί σε απώλειες εσόδων. Η τεχνολογία RFID οδηγεί σε ακριβέστερο forecasting της πορείας των πωλήσεων με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται η ορθή και αποτελεσματική διαχείριση της διαθεσιμότητας στα ράφια της αποθήκης.

Τονίζεται ότι η εταιρεία βρίσκεται αντιμέτωπη με τη εμφάνιση out-of-stock περιπτώσεων 20 ημέρες / έτος γεγονός που μεταφράζεται σε τεράστιες απώλειες εσόδων και συγκράτηση της πορείας του επιπέδου των πωλήσεων. Με τη χρήση της τεχνολογίας RFID ενδέχεται η σταδιακή αύξηση των πωλήσεων μέχρι και σε ποσοστό 1,4% μέσω της εξάλειψης των out-of-stock περιπτώσεων με το πέρασ του χρονικού ορίζοντα της επένδυσης.

Έτος	Ποσοστό αύξησης πωλήσεων μέσω περιορισμού out-of-stock περιπτώσεων	Εκτιμώμενο ποσό εσόδων
2004	–	–
2005	0,20%	20.000,00 €
2006	0,40%	40.000,00 €
2007	0,60%	60.000,00 €
2008	0,80%	80.000,00 €
2009	1,00%	100.000,00 €
2010	1,20%	120.000,00 €
2011	1,40%	140.000,00 €
Σύνολο		560.000,00 €

5.4 Οικονομικά στοιχεία

5.4.1 Βασικές Παραδοχές

A. Δαπάνες

1. Η εταιρεία σκοπεύει να αγοράζει 30000 ετικέτες το χρόνο για την κάλυψη των αναγκών της, με το κόστος τους να μειώνεται όπως προαναφέρθηκε κατά 10% επί της σημερινής τους τιμής το χρόνο.

Έτος	Μοναδιαίο Κόστος RFID TAGS	Συνολική Δαπάνη Αγοράς Ετικετών
2004	0,5	15000
2005	0,45	13500
2006	0,4	12000
2007	0,35	10500
2008	0,3	9000
2009	0,25	7500
2011	0,2	6000

2. Υπολογίζεται μία πάγια ετήσια δαπάνη συντήρησης και αναβάθμισης του εξοπλισμού που κυμαίνεται στο 10% του αρχικού κόστους του παραγωγικού εξοπλισμού.
3. Η ωφέλιμη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού υπολογίζεται να ξεπεράσει τα 15 χρόνια λειτουργίας.

Σύνολο Πάγιων Δαπανών

ΠΑΓΙΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Προμήθεια RFID TAGS	15.000	13.500	12.000	10.500	9.000	7.500	6.000
2	Maintenance&Support	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000
Σύνολο Πάγιων Δαπανών		24.000 €	22.500 €	21.000 €	19.500 €	18.000 €	16.500 €	15.000 €

Σύνολο Δαπάνης RFID

	Έτος							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Δαπάνη Εγκατάστασης Δικτύου RFID	186100	0	0	0	0	0	0	0
Πάγια Δαπάνη Συντήρησης	0	24000	22500	21000	19500	18000	16500	15000
Σύνολο Ετήσιας Δαπάνης	186100	24000	22500	21000	19500	18000	16500	15000
Σύνολο Δαπάνης	322.600,00 €							

B. Περικοπή Απωλειών Εσόδων

Η εταιρεία δεν επενδύει στην τεχνολογία RFID με σκοπό την άμεση αύξηση των εσόδων της, αλλά προσδοκά στη μείωση των διαφυγόντων κερδών της και τη συμπίεση του λειτουργικού κόστους των διαδικασιών αποθήκευσης και διανομής των προϊόντων της και την αύξηση της παραγωγικότητας και του Customer Service.

Σύνολο Περικοπής Απωλειών Εσόδων

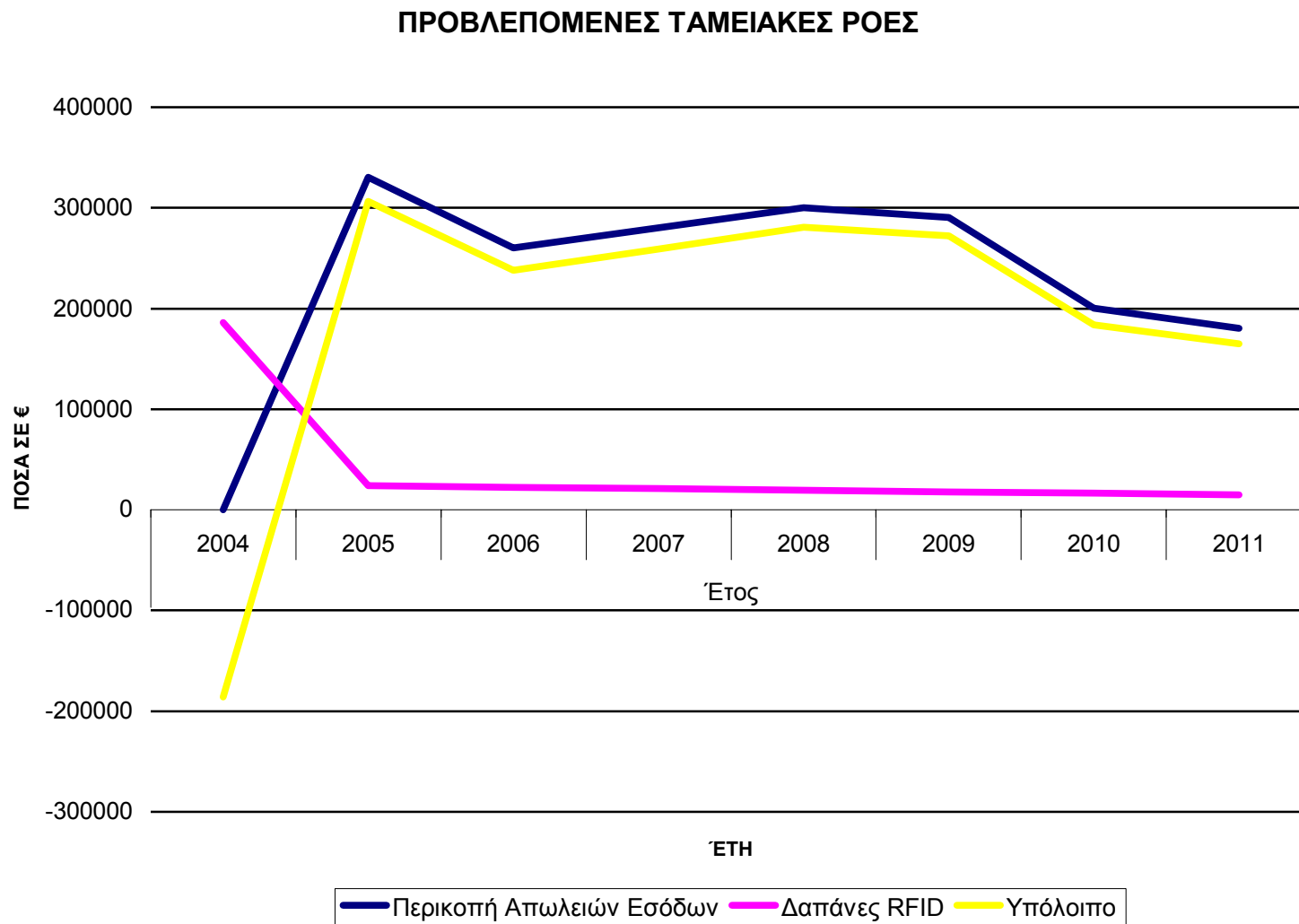
Ελάττωση Απωλειών Εσόδων	Έτος							Μερικό Σύνολο
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Περικοπή Εργατικού Δυναμικού	25200	25200	25200	25200	25200	25200	25200	176400
Αύξηση Αποδοτικότητας Receiving/Picking	50000	25000	25000	25000	25000	25000	15000	190000
Μείωση Επιπέδου Χρήσιμου Αποθέματος	100000	100000	100000	100000	75000	0	0	475000
Αύξηση Αποδοτικότητας Shipping	20000	20000	20000	20000	15000	0	0	95000
Μείωση Απωλειών Λόγω Κλοπών	65000	0	0	0	0	0	0	65000
Μείωση Ποσοστού Απούλητων Προϊόντων	50000	50000	50000	50000	50000	30000	0	280000
Μείωση Out-Of-Stock Περιπτώσεων	20000	40000	60000	80000	100000	120000	140000	560000
Σύνολο κατά Έτος	330.200 €	260.200 €	280.200 €	300.200 €	290.200 €	200.200 €	180.200 €	1.841.400 €

Σύνολο Διαφυγόντων Εσόδων

	Έτος							
Διαφυγόντα Έσοδα	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Αριθμός Εργατικού Δυναμικού	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
Receiving/Picking	200000	150000	125000	100000	75000	50000	25000	10000
Υπερβολικό Χρήσιμο Απόθεμα	500000	400000	300000	200000	100000	25000	25000	25000
Shipping	100000	80000	60000	40000	20000	5000	5000	5000
Κλοπές	70000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Απούλητα Προϊόντα	300000	250000	200000	150000	100000	50000	20000	20000
Out-Of-Stock	200000	140000	120000	100000	80000	60000	40000	20000
Σύνολο Διαφυγόντων Εσόδων	1.395.000 €	1.050.000 €	835.000 €	620.000 €	405.000 €	220.000 €	145.000 €	110.000 €

5.4.2 Προβλεπόμενες Ταμειακές Ροές Επένδυσης

	Έτος							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Περιοπή Απωλειών Εσόδων	0	330200	260200	280200	300200	290200	200200	180200
Δαπάνες RFID	186.100	24000	22500	21000	19500	18000	16500	15000
Υπόλοιπο	-186.100 €	306.200 €	237.700 €	259.200 €	280.700 €	272.200 €	183.700 €	165.200 €



5.5 Αξιολόγηση Επένδυσης

Για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας της επένδυσης επιλέγεται το κριτήριο της καθαρής παρούσας αξίας, σύμφωνα με το οποίο συγκρίνεται η παρούσα αξία των προβλεπόμενων καθαρών ταμειακών ροών που δίνει το επενδυτικό έργο της εφαρμογής της τεχνολογίας RFID με την αρχική του δαπάνη και η σύγκριση πραγματοποιείται σε χρόνο μηδέν.

Ο μαθηματικός τύπος της καθαρής παρούσας αξίας είναι ο ακόλουθος :

$$ΚΠΑ = \sum_{t=1}^n C_t (1+k)^{-t} - I, \text{ με } t=(1,2,3,\dots,n) \text{ και όπου } I=\text{η αρχική δαπάνη του}$$

επενδυτικού έργου και $C_1, C_2, \dots, C_t, \dots, C_n$ οι καθαρές ταμειακές ροές για n περιόδους και k το επιτόκιο προεξόφλησης ή παρούσας αξίας (οριακό κόστος κεφαλαίου).

Στην περίπτωση που εξετάζουμε επιλέγουμε ως οριακό κόστος κεφαλαίου 10% και η τιμή του συντελεστή $(1+k)^{-t}$ που ονομάζεται και συντελεστής προεξόφλησης υπολογίζεται από πίνακες για κάθε μία από τις $t=1,2,3,4,5,6,7$ περιόδους αξιολόγησης της επένδυσης.

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης της επένδυσης παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί από όπου φαίνεται ότι η ΚΠΑ του έργου είναι θετική και το έργο δύναται να επιλεγεί για το συγκεκριμένο επιτόκιο προεξόφληση $k=10\%$:

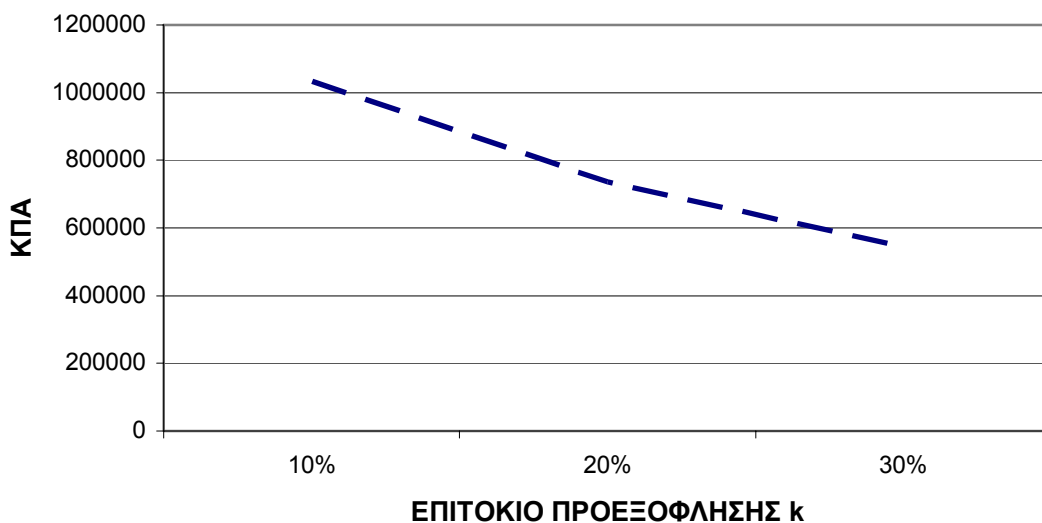
Περίοδοι	Ταμειακές ροές της περιόδου	Συντελεστής προεξόφλησης	Παρούσα αξία ταμειακών ροών
t	C_t	(1,10)^{-t}	C_t(1,10)^{-t}
0	-186100	1	-186100
1	306200	0,9091	278366,42
2	237700	0,8264	196435,28
3	259200	0,7513	194736,96
4	280700	0,683	191718,1
5	272200	0,6209	169008,98
6	183700	0,5645	103698,65
7	165200	0,5132	84780,64
ΚΠΑ			1032645,03

Στην ανάλυση που προηγήθηκε θεωρήθηκε δεδομένο το επιτόκιο προεξόφλησης και ίσο με 10%. Η ΚΠΑ της επένδυσης είναι συνάρτηση του επιλεγμένου επιτοκίου προεξόφλησης και η τιμή του παίζει καθοριστικό ρόλο στην απόφαση αποδοχής ή απόρριψης της επένδυσης.

Για την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων σχετικά με την αποδοτικότητα της επένδυσης, επιλέγεται η αξιολόγησή της με βάση το κριτήριο του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης. Ζητείται δηλαδή το επιτόκιο k_0 για το οποίο το άθροισμα της παρούσας αξίας των ταμειακών ροών του έργου ισούται με την αρχική του δαπάνη. Είναι λοιπόν το επιτόκιο προεξόφλησης που μηδενίζει την ΚΠΑ του επενδυτικού έργου :

$$\sum_{t=0}^n C_t (1+k_0)^{-t} = 0, \quad \text{με } C_0 = I \text{ και } t = (0, 1, 2, \dots, n)$$

Στην περίπτωση που εξετάζουμε η ΚΠΑ της επένδυσης για ένα επιτόκιο προεξόφλησης $k=10\%$ βρέθηκε ιδιαίτερα υψηλή και ίση με **1032645,03**. Ο ΕΣΑ που μηδενίζει την ΚΠΑ είναι λοιπόν μεγαλύτερος από 10%. Από το διάγραμμα που ακολουθεί φαίνεται ότι η ΚΠΑ μειώνεται όσο μεγαλώνει το επιλεγμένο επιτόκιο προεξόφλησης, μηδενίζεται όμως για τιμή επιτοκίου μεγαλύτερη από 30%, γεγονός που ενισχύει την ασφαλή πρόβλεψη της αποδοτικότητας της επένδυσης για τα δεδομένα που επιλέχθηκαν.



5.6 Συμπεράσματα

Τα στοιχεία που προέκυψαν κατά την παραπάνω ανάλυση της προοπτικής εφαρμογής της τεχνολογίας RFID στο κέντρο διανομής αποδεικνύουν τη δυναμική της καινοτομικής τεχνολογίας. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα που προσφέρει η τεχνολογία φαίνεται από το γράφημα που ακολουθεί και συνίσταται στη συμπίεση του λειτουργικού κόστους και τον περιορισμό των απωλειών εσόδων του κέντρου διανομής, που προκύπτουν από ατέλειες και δυσλειτουργίες στις μέχρι πρότινος διαδικασίες διαχείρισης του αποθηκευτικού της κυκλώματος.



Για την ακριβή ωστόσο αξιολόγηση των εξαγχθέντων οικονομικών στοιχείων κρίνεται σκόπιμη η επισήμανση των κάτωθι χαρακτηριστικών :

- ✓ Η συνολική δαπάνη εγκατάστασης της τεχνολογίας RFID περιορίστηκε αφού υποτέθηκε η ύπαρξη της τεχνολογίας Bar Code και ενός εξειδικευμένου λογισμικού υποστήριξης των διαδικασιών του αποθηκευτικού κυκλώματος.

Σε αντίθετη περίπτωση η συνολική δαπάνη εφαρμογής της τεχνολογίας ξεπερνά με ασφαλείς εκτιμήσεις το ποσό των 500000€.

- ✓ Η τεχνολογία RFID παρουσίασε τόσο σημαντικά οικονομικά οφέλη με την προϋπόθεση ύπαρξης ατελειών και παραλείψεων τέτοιας έκτασης. Σε αντίθετη περίπτωση, ορθότερης διαχείρισης των λειτουργικών διαδικασιών του κέντρου διανομής, τα οφέλη θα παρουσιαζόταν σαφώς πιο περιορισμένα.
- ✓ Η επιλεχθείσα μορφή υιοθέτησης της τεχνολογίας είναι σε επίπεδο ετικετοποίησης παλετών (pallet-level tagging). Το κόστος εφαρμογής της τεχνολογίας σε επίπεδο κιβωτίου (case-level tagging) ή κόστος μεμονωμένου τεμαχίου (item-level tagging) κυμαίνεται σε αρκετά υψηλότερα επίπεδα, τα πλεονεκτήματα ωστόσο είναι ακόμη περισσότερα.
- ✓ Υποτέθηκε η γρήγορη σχετικά αφομοίωση της τεχνολογίας από το εργατικό δυναμικό της αποθήκης (περίοδος 2 ετών) γεγονός που περιορίσε τις απώλειες και έκανε εμφανή τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας από το πρώτο κιόλας έτος λειτουργίας της.
- ✓ Οι εκτιμήσεις για περικοπή του εργατικού δυναμικού εμπεριέχουν υψηλό συντελεστή αβεβαιότητας και προϋποθέτουν την ομαλή και επιτυχή προσαρμογή του στα νέα δεδομένα λειτουργίας της επιχείρησης και σταθεροποίηση του συνολικού όγκου διεκπεραίωσης στα σημερινά δεδομένα.
- ✓ Παραλείφθηκε σκοπίμως η προσθήκη του Φ.Π.Α κατά τον υπολογισμό της αρχικής δαπάνης της επένδυσης λόγω παραμένουσων ανακρίβειών στο θέμα της ακριβούς κοστολόγησης και διάθεσης των επιμέρους εξαρτημάτων στην ελληνική αγορά .

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΔΙΕΘΝΗΣ

- [1] *Auto-ID Center – The Big Picture*. Ashton, Kevin, Executive Director, Auto-ID Center. Presentation delivered at the Sun/Mass e-commerce Adoption Forum, January 17, 2003.
- [2] *Data Avalanche*. Whiting, Rick. Information Week. February 16, 2004. From <http://www.informationweek.com/shared/printableArticle.jhtml?articleID=17700027>
- [3] *If You Build It, They Will Come: EPC™ Forum Market Sizing Analysis*. Accenture. Joe Dunlap, Greg Gilbert, Lyle Ginsburg, Paul Schmidt, and Jeff Smith. February 1, 2003.
- [4] *RFID: A Key to Automating Everything*. Roy Want. Scientific American. pp. 56-65. January, 2004.
- [5] *RFID in 2005: The What Is More Important Than The When With Wal-Mart Edict*. AMR Research, Kara Romanow and Scott Lundstrom. August 27, 2003.
- [6] *RFID: Playing Tag with the Future*. Meta Group, Gene Alvarez. January 27, 2004.
- [7] *RFID: The Smart Product (r)evolution*. Forrester Research Inc. Christine Spivey Overby with Chris Carron and Kimberly Chaskey. August, 2002.
- [8] *Track(ing) to the Future: The Impending RFID-Based Inventory Revolution*. Bear-Stearns. Edward M. Wolfe, Philip Alling, Henry D. Schwefel, Scott D. Brown. June, 2003.
- [9] *Wal-Mart to throw its weight behind RFID*. Richard Shim. CNet News.com. June 5, 2003. From <http://news.com.com/2100-1022-1013767.html>
- [10] *Brock, David L., The Electronic Product Code (EPC™)*. Auto-ID Center White Paper MIT-AUTOID-WH-002, 2001.
Brock, David L., The Physical Markup Language.
- [11] *Auto-ID Center White Paper MIT-AUTOID-WH-003*, 2001.
Kambil, Ajit, and Brooks, Jeffrey D., Auto-ID Across the Value Chain: From Dramatic Potential to Greater Efficiency and Profit
Accenture White Paper, 2002.
- [12] *Sarma, Sanjay, Brock, David L. and Ashton, Kevin, The Networked Physical World*.
Auto-ID Center White Paper MIT-AUTOID-WH-001, 2000.

[13] *Intermec Technologies Corporation Press Release, Wireless Technology Supports Growing Worldwide Infrastructure for Supply Chain Management.*
http://www.transcore.com/news/news000126_3.html, January 26, 2000.

[14] *ISO/IEC International Standard 15459-1.*
Reference Number ISO/IEC 15459-1:1999(E), December 12, 1999.

[15] *TransCore Product Information, TransCore – Wireless AVI and AEI Systems for the Railway Industry.*
http://www.railwaytechnology.com/contractors/freight/amtech_global/index.html#amtech_global, Not Dated.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

[1] Μουστάκης Βασίλης, Θεολόγου Γεώργιος, *Διαχείριση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας*, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2000.

[2] Μυγδαλάς Αθανάσιος, Μαρινάκης Ιωάννης, Μαυρομάτη Αθανασία, *Σχεδιασμός και Βελτιστοποίηση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας*, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2003.

[3] Δούνιας Γεώργιος, Μουστάκης Βασίλης, *Μεθοδολογίες Λήψης Οικονομοτεχνικών Αποφάσεων*, Πανεπιστήμιο Χίου, 2002.

[4] Βασιλάκης Β. Παναγιώτης, *Παράδειγμα Ανάπτυξης Επιχειρηματικού Σχεδίου*, ΤΕΕ Τμήμα Δυτικής Κρήτης, 2000.

[5] Ζοπουνίδης Κωνσταντίνος, *Βασικές Αρχές Χρηματοοικονομικού Management*, Πολυτεχνείο Κρήτης 2000.

SITES

[1] <http://www.manufacturing.net/mmh/index.asp?layout=article&articleid=NEb1201048.5sw&industry=3PLs&industryid=21978>

[2] <http://www.nocards.org/AutoID/overview.shtml>

[3] <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/642/1/1/>

[4] <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/325/1/2/>

[5] http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/rfid_faqs.asp

[6] <http://www.supplychainbrain.com/archives/casestudies.htm?adcode=5>

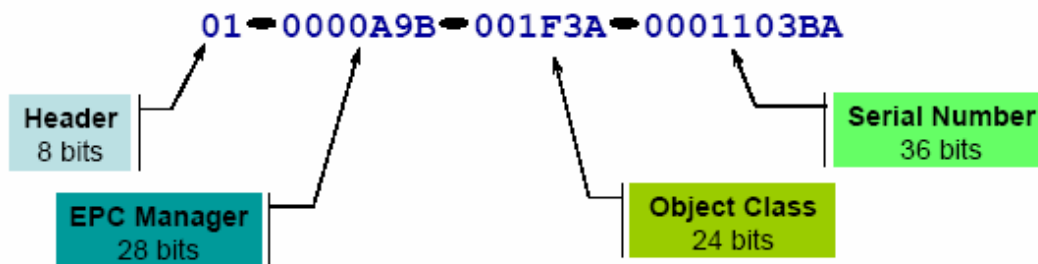
[7] <http://www.computerworld.com/news/special/pages/0,10911,2305,00.html>

- [8] <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/601/1/1/>
- [9] http://www.autoid.org/SC31/clr/200305_3822_UConnect%20I4.pdf
- [10] http://www.teradatamagazine.com/articles/2003/vol3_no3/next/default.htm
- [11] <http://www.cio.com/archive/120103/retail.html>
- [12] <http://www2.cio.com/analyst/report1956.html>
- [13] <http://www.rfidprivacy.org/papers/inoue-slides.pdf>
- [14] <http://www.globeranger.com/09162003d.shtml>
- [15] <http://www.zebra.com/cpgn/gg/rfid.htm>
- [16] <http://www.line56.com/>
- [17] <http://www.rfidexchange.com/>
- [18] <http://www.shorecliffcommunications.com/rfid04/>
- [19] <http://www.scs-mag.com/>
- [20] <http://www.idtechex.com/knowledgebase/en/nologon.asp>
- [21] <http://www.manager-tool.com/TheRFIDToolkit.html>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Αναλυτική Επεξήγηση Τεχνολογίας RFID

Electronic Product Code-EPC

Δημιουργήθηκε από το Auto-ID Center με βασικό στόχο την αναβάθμιση του ήδη υπάρχοντος bar code και όχι την άμεση αντικατάστασή του. Σε αυτή την κατεύθυνση υιοθέτησε τη βασική δομή δημιουργίας και τα πρότυπα που συνέταξε το Global Trade Item Number (GTIN) σε συνεργασία με το Uniform Code Council(UCC) και το EAN International που συνιστούν τον παγκόσμιο οργανισμό τυποποίησης των bar codes.



Εικόνα 1 : Βασική Δομή EPC

Λειτουργία

Αποτελείται από έναν 8-bits αρχικό αριθμό (Header) που υποδεικνύει το πρωτόκολλο λειτουργίας του EPC που χαρακτηρίζεται από τον τύπο και το μήκος του. Στη συνέχεια ακολουθεί ο 28-bits αριθμός (EPC Manager) που υποδηλώνει τον οργανισμό ή την επιχείρηση που εκμεταλλεύεται τον συγκεκριμένο κώδικα (The Coca-Cola Company για παράδειγμα). Ο τρίτος αριθμός (Object-Class) αντιστοιχεί στον τύπο του προϊόντος (Diet Coke 330 ml US Version για παράδειγμα). Ο τέταρτος και τελευταίος αριθμός (Serial Number) αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο προϊόν και είναι μοναδικός για κάθε αντικείμενο, ξεχωρίζοντας το από κάθε άλλο προϊόν στον κόσμο.

Τύποι

Οι βασικοί τύποι κώδικα που έχουν προταθεί από το Auto-ID Center είναι δύο : 96-bits και 64-bits, με περισσότερες πιθανότητες ευρείας αποδοχής και καθιέρωσης του δεύτερου αφού έτσι εξασφαλίζεται η μοναδικότητα του κωδικού κάθε συγκεκριμένου προϊόντος. Με τη χρήση του 96-bits κώδικα αποκτούν μοναδικό κωδικό 268 εκατομμύρια επιχειρήσεις. Κάθε επιχείρηση μπορεί να έχει 16 εκατομμύρια Object Class αριθμούς που ο κάθε ένας εξασφαλίζει την ανεξάρτητη αναγνώριση 68 δισεκατομμυρίων Serial Number, ικανοί να αναγνωρίσουν τα ανά τον κόσμο παραγόμενα προϊόντα για πολλά χρόνια ακόμα. Εξαιτίας του γεγονότος αυτού χρησιμοποιείται ο 64-bits EPC προς το παρόν, αφού υπερκαλύπτει τις ανάγκες τις αγοράς και δύναται να μειώσει την τιμή των RFID microchips τη στιγμή που η προσφορά υπερκαλύπτει τη ζήτηση.

RFID Tags

Η RFID Tag αποτελείται από ένα ειδικά διαμορφωμένο microchip πάνω στο οποίο είναι προσαρτημένη μία antenna. Υπάρχουν διάφοροι τύποι RFID Tag για κάθε εφαρμογή της τεχνολογίας και το κόστος τους κρίνεται αποφασιστικής σημασίας για την ευρεία εφαρμογή της τεχνολογίας.



Εικόνα 2 : *RFID Tags*

Active vs Passive

Οι Active Tags φέρουν μία μπαταρία η οποία χρησιμοποιείται για να τροφοδοτεί με την απαραίτητη ηλεκτρική ενέργεια το microchip και για να μεταφέρει το σήμα στον RFID Reader. Αντίθετα οι Passive Tags δεν φέρουν μπαταρία και επικοινωνούν με τον αναγνώστη με τη χρήση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που χρησιμοποιούνται και για τη φόρτιση του microchip. Υπάρχουν και οι Semi-Passive Tags οι οποίες φέρουν μπαταρία για την φόρτωση του microchip αλλά χρησιμοποιούν την ενέργεια του Reader για να μεταφέρουν το σήμα. Οι Active και οι Semi-Passive Tags είναι κατάλληλες για την παρακολούθηση ακριβών προϊόντων λόγω της μεγάλης τους εμβέλειας (πάνω από τα 150 μέτρα), η τιμή τους όμως κυμαίνεται πάνω από το ένα δολάριο, καθιστώντας τις απαγορευτικές για την ανίχνευση φθηνών προϊόντων. Αντίθετα οι Passive-Tags αν και διακρίνονται από την κατά πολύ μικρότερη εμβέλεια σε σχέση με τις Active και τις Semi-Passive Tags η οποία δεν ξεπερνά τα 15 μέτρα, έχουν χαμηλότερη τιμή (περίπου 0,40\$) και δεν χρειάζονται συντήρηση.

Read-Write vs Read-Only

Το microchip, που αποτελεί και τον πυρήνα των RFID Tags μπορεί να είναι Read-Write ή Read-Only. Με τα Read-Write microchips είναι δυνατή η προσθήκη πληροφοριών στα δεδομένα της RFID Tag ή ακόμη και η ολική επανεγγραφή τους, καθώς το προϊόν κινείται διαδοχικά στα τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας και βρίσκεται στην εμβέλεια του αναγνώστη. Αντίθετα τα Read-Only microchips μεταφέρουν πληροφορίες οι οποίες δεν δύναται να αντικατασταθούν ή να συμπληρωθούν, κοστίζουν όμως φθηνότερα και μπορούν να αξιοποιηθούν ευρύτερα. Υπάρχουν βέβαια ειδικές λειτουργικές ιδιότητες όπως η Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (EEPROM), ένα είδος ηλεκτρονικής μνήμης που μπορεί να προσαρτηθεί στο Read-Only microchip και να του επιτρέψει την μερική επανεγγραφή του.

Smart Label Printer

Αποτελούν αναβάθμιση των ήδη υπαρχόντων bar code printers και εκτός της αναγραφής του κλασσικού γραμμωτού κώδικα φέρουν και την ειδική RFID Tag. Εξαιτίας του ότι η RFID Tag ανιχνεύεται μόνο από τους RFID Readers οι smart labels φέρουν και τον γραμμωτό κώδικα για να μπορούν να αναγνωρίζονται και από τον άνθρωπο.



Εικόνα 3 : Smart Label Printer

Ο παράγοντας του κόστους

Το υψηλό κόστος των RFID Tags αναστέλλει την ευρεία αποδοχή και εφαρμογή της τεχνολογίας RFID. Το σημερινό κόστος της πιο φθηνής ετικέτας αγγίζει τα 0,40\$ σε περιπτώσεις μαζικής παραγγελίας και γίνονται προσπάθειες για περικοπή του στα 0,05\$, μέσω της περικοπής του κόστους παραγωγής. Παρακάτω αναλύονται τα κομβικά σημεία που δύναται να επιφέρουν την προσδοκώμενη περικοπή.

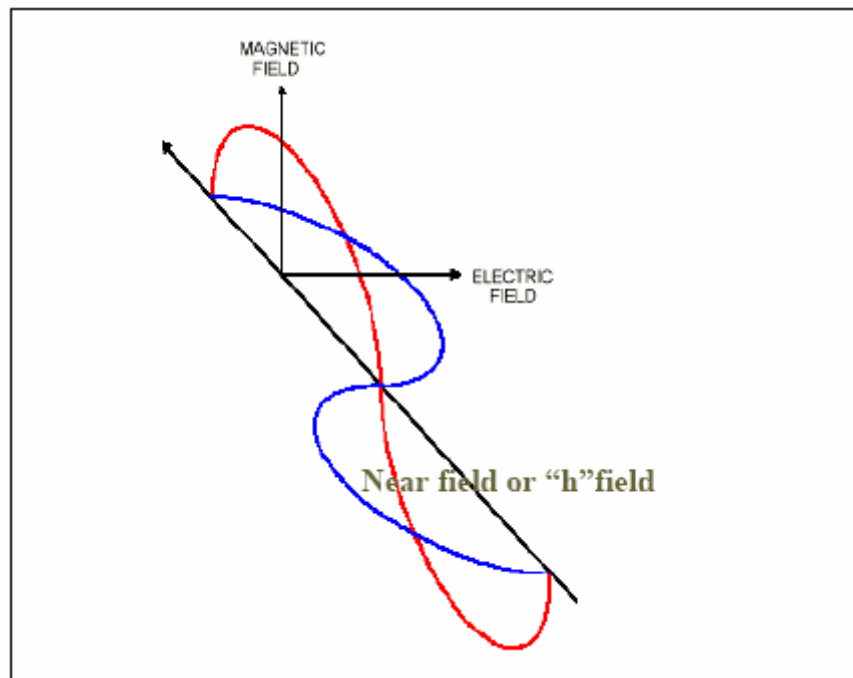
- Ο 96 ή 64-bits EPC πρόκειται να αποτελέσει και τη μοναδική πληροφορία που θα μεταφέρεται πάνω στις RFID Tags, δεδομένου ότι τα microchips με μικρότερη μνήμη κοστίζουν λιγότερο.
- Μείωση του κόστους παραγωγής των RFID Tags δύναται να επέλθει με περιορισμό των διαστάσεων του microchip . Όσο πιο μικρών διαστάσεων είναι ένα microchip, τόσο φθηνότερο είναι. Από ένα δίσκο πυριτίου με περίπου 8 ίντσες διάμετρο, που αποτελεί και την βασική πρώτη ύλη

παρασκευής των microchips, με κατάλληλες μεθόδους κοπής που χρησιμοποιούν κοπτικό από αδάμαντα, δύναται να δημιουργηθούν 15000 microchips διαστάσεων ενός τετραγωνικού χιλιοστού. Μία παραλλαγή κατεργασία κοπής και εγχάραξης των ίδιων διαστάσεων δίσκου πυριτίου με τη χρήση ενός ειδικού οξέος, δύναται να δημιουργήσει 250000 microchips διαστάσεων 150 τετραγωνικών microns (1 micron=0,001 mm²).

- Περαιτέρω μείωση του κόστους των ετικετών μπορεί να επιτευχθεί με περιορισμό του κόστους παραγωγής των antennas. Ο σημερινός τρόπος παραγωγής των antennas συνίσταται στην ειδική επεξεργασία τμημάτων ειδικά αγωγίμων υλικών όπως του χαλκού και του αλουμινίου. Καινοτομικοί τρόποι παραγωγής που συνίστανται στην επικόλληση μικρών ελασμάτων μετάλλων σε ένα ειδικά παρασκευασμένο αγωγίμο μελάνι βρίσκονται σε εξέλιξη και εγγυούνται την περικοπή του κόστους στο ένα cent από τα 10-15 που πωλούνται οι συνηθισμένες antennas του εμπορίου.
- Τέλος μείωση του κόστους των RFID Tags δύναται να επιφέρει η χρήση εναλλακτικών συνθετικών πολυμερών ή κρυσταλλικών υλικών ως βασική πρώτη ύλη των microchips αντί του πυριτίου. Τα υλικά αυτά ήδη μελετώνται και υπόσχονται μείωση του κόστους με ταυτόχρονη διεύρυνση των εφαρμογών καθώς θα φέρουν και ειδικούς αισθητήρες ειδοποίησης σε περιπτώσεις αύξησης της θερμοκρασίας και των κραδασμών.

Κατανοώντας τα Ραδιοκύματα

Οι RFID Tags επικοινωνούν με τους RFID Readers μέσω της εκπομπής και λήψης ραδιοκυμάτων. Τα ραδιοκύματα αποτελούν μέρος της ηλεκτρομαγνητικής θεωρίας, τον ευρύτερο τομέα της επιστήμης που μελετά τη μεταφορά ενέργειας με τη βοήθεια των κυμάτων.



Εικόνα 4 : Συσχέτιση ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου

Μαγνητικό Πεδίο : Χρησιμοποιείται στις HF και LF συχνότητες RFID

Ηλεκτρικό πεδίο : Χρησιμοποιείται στις UHF συχνότητες RFID

Κανονισμοί

Οι ανά τον κόσμο κυβερνήσεις έχουν τυποποιήσει τα φάσματα εκπομπής των ηλεκτρομαγνητικών συχνοτήτων. Έτσι για παράδειγμα στις ΗΠΑ οι ραδιοφωνικοί σταθμοί εκπέμπουν το FM σήμα τους μεταξύ των συχνοτήτων 88 και 108 MHz (σε περίπτωση που το ραδιόφωνο είναι συντονισμένο στα 91.5 FM συνεπάγεται ότι γίνεται αποδέκτης κυμάτων που επαναλαμβάνονται με συχνότητα 91.5 εκατομμύρια φορές το δευτερόλεπτο). Ένα βασικό πρόβλημα εφαρμογής της τεχνολογίας RFID αποτελεί το γεγονός ότι διάφορες χώρες έχουν δεσμεύσει συγκεκριμένα ηλεκτρομαγνητικά φάσματα συχνοτήτων για συγκεκριμένες χρήσεις. Με μοναδική εξαίρεση το ISM Band (Industrial, Scientific and Medical Band) το οποίο χρησιμοποιείται χωρίς την έκδοση ειδικής άδειας για την αξιοποίηση βιομηχανικών, επιστημονικών και ιατρικών συστημάτων επικοινωνιών, δεν υφίσταται ελεύθερο άλλο τυποποιημένο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα για την αξιοποίηση της τεχνολογίας RFID. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι μία RFID Tag που λειτουργεί στα 915 MHz σε μία χώρα μπορεί να μην λειτουργεί σε κάποια άλλη η οποία έχει δεσμεύσει τη συγκεκριμένη συχνότητα για άλλη χρήση.

Με σκοπό την ανταπόκριση στο ολοένα αυξανόμενο ενδιαφέρον της αγοράς για την καθιέρωση διεθνών προτύπων αναγνώρισης μέσω ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Identification), οι Οργανισμοί EAN και UCC, πρωτοπόροι στην εξεύρεση λύσεων για τη διευκόλυνση των εμπορικών συναλλαγών σε παγκόσμιο επίπεδο, ανακοίνωσαν την έναρξη του προγράμματος GTAG. Το πρόγραμμα αυτό στοχεύει στην προώθηση ενός ανοικτού προτύπου αναγνώρισης, μέσω RF, που καλύπτει τις δραστηριότητες ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Το RFID, μια διαρκώς αναπτυσσόμενη τεχνολογία, που χρησιμοποιεί ραδιοσυχνότητες για την αναγνώριση προϊόντων και τη μετάδοση πληροφοριών μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα, αποτελεί ένα βασικό φορέα δεδομένων που συμπληρώνει το σύνολο των προτύπων EAN-UCC σε σημαντικά πεδία εφαρμογών όπως:

- Τη Διαχείριση των "επιστρεφόμενων - κενών" και των μονάδων logistics προς επαναχρησιμοποίηση.
- Τις διαδικασίες logistics, συμπεριλαμβανομένης της παρακολούθησης και του εντοπισμού των ευπαθών και αλλοιουμένων ειδών.
- Τον Ηλεκτρονικό Έλεγχο Προϊόντων για προγράμματα αντικλεπτικής προστασίας.

Το Δεκέμβριο του 1999, τα μέλη της ομάδας εργασίας του Project RFID του EAN-UCC συναντήθηκαν στις Βρυξέλλες με σκοπό την υιοθέτηση μιας κοινής στρατηγικής και τη μεθόδευση των σχετικών διαδικασιών του προγράμματος. Η ανάγκη γι' αυτή τη συμφωνία είχε σαν βάση της το γεγονός ότι η αγορά για RFID ήταν υπερβολικά διασπασμένη και στενά προσανατολισμένη, αδυνατώντας να εξυπηρετήσει αποτελεσματικά τις ανάγκες της παγκόσμιας κοινότητας των χρηστών.

Το Πρόγραμμα GTAG θα επιτρέψει την υλοποίηση βραχυπρόθεσμων λύσεων αλλά και την έγκαιρη ανάπτυξη προτύπων με βάση τις αναγνωρισμένες απαιτήσεις των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων.

Το Πρόγραμμα GTAG θα παράσχει πρότυπα δεδομένων και τεχνολογιών, βασιζόμενα στη λεπτομερή κατανόηση των επιχειρηματικών διαδικασιών και των τρόπων βελτίωσής τους.

Παράλληλα θα προσφέρει κυρίως λύσεις για συσκευές που λειτουργούν σε φάσμα συχνοτήτων UHF. Σαν μέρος αυτής της προσπάθειας, οι Οργανισμοί EAN και UCC θα παροτρύνουν τις ανά τον κόσμο αρμόδιες επιτροπές να καθιερώσουν τη χρήση του συγκεκριμένου φάσματος συχνοτήτων UHF (862-870 MHz) για τις λειτουργίες διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Με βάση τα ανωτέρω, ο κ. Dennis Epley, Αντιπρόεδρος του UCC, δηλώνει: "Το RFID αντιπροσωπεύει μια σημαντική νέα τεχνολογία για την εφοδιαστική αλυσίδα. Προσφέρει ευκαιρίες που δεν μπορούν να παράσχουν οι άλλοι φορείς δεδομένων. Οι Οργανισμοί EAN και UCC θα εκμεταλλευτούν αυτές τις ευκαιρίες, οι οποίες πιστεύουμε ότι θα συμπληρώσουν τα υπάρχοντα εργαλεία του Συστήματος EAN-UCC, συνεργαζόμενοι με την παγκόσμια κοινότητα των χρηστών και τις διεθνείς επιτροπές ραδιοεπικοινωνιών για την ανάπτυξη λύσεων στο συγκεκριμένο φάσμα συχνοτήτων UHF, των 862-870 MHz. Αυτό είναι το πρώτο βήμα για την καθιέρωση μιας λύσης RFID παγκόσμιας εμβέλειας".

Ο κ. Henri Barthel, Τεχνικός Διευθυντής του EAN, αναφέρει: "Η έλλειψη ανοιχτών προτύπων RFID αποτελεί εμπόδιο για την ανάπτυξη της τεχνολογίας αυτής σε παγκόσμια κλίμακα. Σήμερα οι εταιρίες που είναι πρόθυμες να χρησιμοποιήσουν το RFID υιοθετούν μη τυποποιημένα συστήματα, προσαρμοσμένα στις ιδιαίτερες απαιτήσεις τους. Οι Οργανισμοί EAN Int'l και UCC συμμετέχουν ενεργά στις προσπάθειες τυποποίησης, σε επίπεδο ISO. Με βάση τα ανωτέρω, το πρόγραμμα GTAG θα παράσχει λύσεις RFID οι οποίες θα προσαρμοστούν στις απαιτήσεις των χρηστών, ενώ ταυτόχρονα θα συμβαδίζουν με τα πρότυπα ISO".

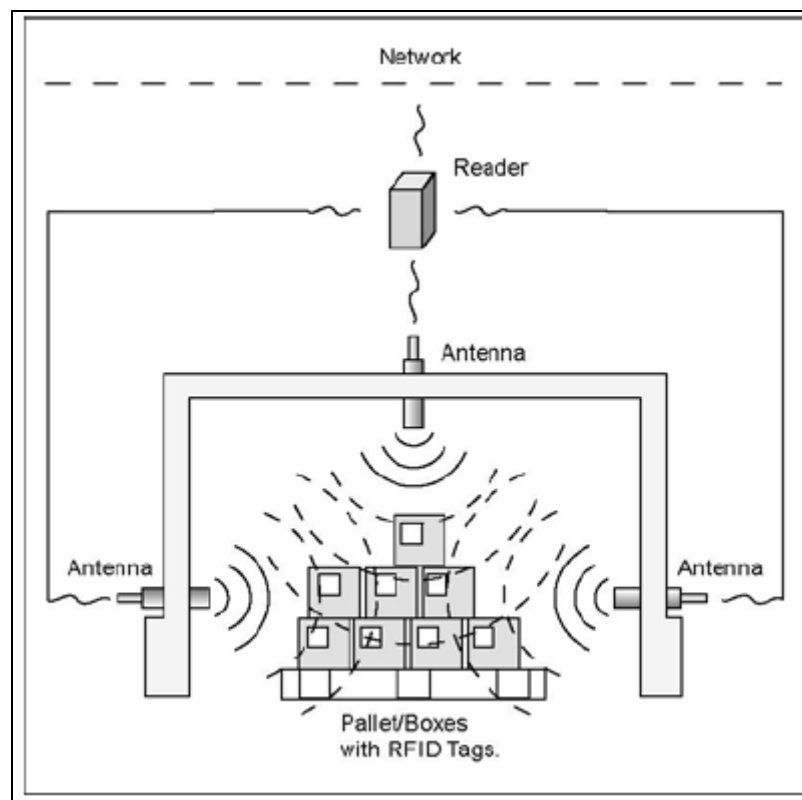
Η λύση RFID/GTAG του Συστήματος EAN-UCC θα αναπτυχθεί σε στενή συνεργασία με τους χρήστες και τους παροχείς εξοπλισμού. Η προσπάθεια αυτή θα παράσχει λεπτομερή δεδομένα, πρότυπα εφαρμογών και τεχνικές προδιαγραφές, ενώ παράλληλα θα πραγματοποιηθούν και πιλοτικές εφαρμογές. Στόχος αυτής της προσπάθειας θα είναι η παροχή μιας εμπεριστατωμένης λύσης RFID η οποία θα εξυπηρετεί τους χρήστες αλλά ταυτόχρονα και τους παροχείς εξοπλισμού, σε όλα τα σημεία της παγκόσμιας εφοδιαστικής αλυσίδας.

Ακόμη και στην περίπτωση όμως ύπαρξης ενός συγκεκριμένου παγκόσμια τυποποιημένου φάσματος, η κατασκευή ετικετών που θα λειτουργούν σε μία

συχνότητα κρίνεται αντιπαραγωγική. Ο λόγος είναι ότι η χρηστικότητα της ετικέτας εξαρτάται από τη συχνότητα λειτουργίας της. Έτσι για παράδειγμα οι Low-Frequency Tags είναι φθηνότερες από τις Ultra-High-Frequency(UHF) Tags, απαιτούν μικρότερα ποσά ενέργειας για τη λειτουργία τους και είναι κατάλληλες για την ανίχνευση προϊόντων που περιέχουν μη μεταλλικές ουσίες ή προϊόντα με υψηλή περιεκτικότητα σε νερό, όπως είναι τα φρούτα. Αντίθετα οι UHF Tags έχουν μεγαλύτερη εμβέλεια και μεταφέρουν δεδομένα με μεγαλύτερη ταχύτητα, απαιτούν όμως μεγαλύτερα ποσά ενέργειας και εξασθενεί η διαπεραστικότητά τους μέσα από μεταλλικά υλικά. Απαιτούν μία καθαρή, χωρίς εμπόδια επαφή με τον αναγνώστη και είναι κατάλληλες για την αναγνώριση κιβωτίων καθώς διέρχονται από τις θύρες της αποθήκης.

RFID READERS

Οι RFID Readers χρησιμοποιούν μία ποικιλία μεθόδων για να επικοινωνήσουν με τις RFID Tags. Η πλέον διαδεδομένη, που χρησιμοποιείται για την ανάγνωση Passive Tags σε μικρή εμβέλεια ονομάζεται Inductive Coupling και συνίσταται στη δημιουργία μαγνητικού πεδίου ανάμεσα στην antenna του αναγνώστη και στην antenna της ετικέτας. Η ετικέτα τροφοδοτείται με την απαραίτητη ενέργεια από το πεδίο και εκπέμπει ραδιοκύματα στον αναγνώστη που μετατρέπονται σε ψηφιακή πληροφορία, τον ηλεκτρονικό κώδικα (EPC).



Εικόνα 5: Σχηματική αναπαράσταση λειτουργίας RFID Reader

Agile Readers

Η τιμή των αναγνωστών κυμαίνεται στα 1000\$ και δύναται να αναγνωρίσουν ετικέτες που εκπέμπουν σε μία μόνο συγκεκριμένη συχνότητα. Πραγματοποιούνται ωστόσο προσπάθειες για την κατασκευή ευέλικτων αναγνωστών (agile Readers) οι

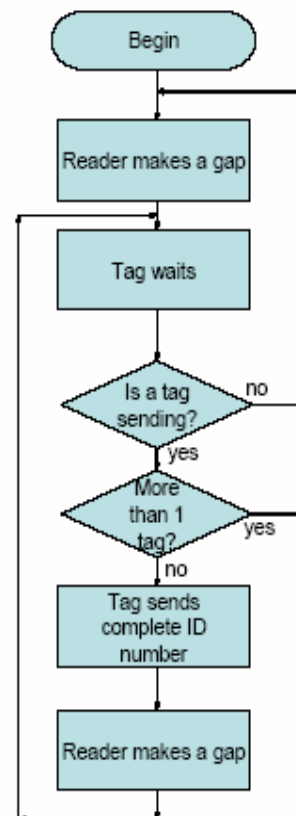
οποίοι θα μπορούν να αναγνωρίσουν ετικέτες με περισσότερες συχνότητες λειτουργίας, μειώνοντας έτσι το απαραίτητο κόστος εφαρμογής της τεχνολογίας.

Reader Collision

Το βασικό πρόβλημα των RFID Readers συνίσταται στο γεγονός της παρεμβολής των σημάτων τους στην περίπτωση που συνυπάρχουν περισσότεροι του ενός σε μία ορισμένη περιοχή εμβέλειας. Το πρόβλημα αυτό ονομάζεται Reader Collision και ήδη εξετάζονται τρόποι αντιμετώπισής του. Ένας από αυτούς χρησιμοποιεί ειδικούς αλγορίθμους που επιτρέπουν την διαδοχική λειτουργία καθενός εκ των αναγνωστών που παρευρίσκονται στην περιοχή και ονομάζεται Time Division Multiple Access-TDMA. Με την επίλυση του προβλήματος της παρεμβολής, δημιουργείται ταυτόχρονα ένα άλλο, αυτό της πολλαπλής ανάγνωσης της ίδιας ετικέτας από τους αναγνώστες που λειτουργούν διαδοχικά. Ειδικά συστήματα διαγραφής των διπλοτυπωμένων κωδικών αναπτύσσονται ωστόσο, ολοκληρώνοντας την λειτουργικότητα των αναγνωστών.

Tag Collision

Ένα άλλο πρόβλημα λειτουργικότητας των αναγνωστών προκύπτει κατά την ταυτόχρονη ανάγνωση πολλών microchips και ονομάζεται Tag Collision. Πρόκειται για τη σύγχυση που προκαλείται στον αναγνώστη όταν λαμβάνει περισσότερων του ενός σήματα ραδιοκυμάτων ταυτόχρονα. Αναπτύσσεται ωστόσο μία μέθοδος αντιμετώπισης που συνίσταται στη συνεχή διαφοροποίηση και ταξινόμηση των ετικετών ανάλογα με τα ψηφία τους. Πιο συγκεκριμένα δημιουργείται ένας ειδικός βρόγχος στο λειτουργικό σύστημα του αναγνώστη ο οποίος επικοινωνεί με το λειτουργικό σύστημα της ετικέτας και λειτουργεί ως εξής : στην αρχή ο



αναγνώστης ζητά να ανταποκριθεί η ετικέτα με αρχικό ψηφίο ηλεκτρονικού κώδικα το 0. Σε περίπτωση ανταπόκρισης περισσότερων της μίας ετικέτας ο αναγνώστης ζητά να ανταποκριθεί εκείνη που έχει και το δεύτερο ψηφίο 0. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι την ανεύρεση της ετικέτας με το μοναδικό ηλεκτρονικό κώδικα, όπου και αναγνωρίζεται. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται με τόση ταχύτητα ώστε να ανιχνεύονται 50 ετικέτες σε λιγότερο από ένα δευτερόλεπτο.

The Savant

Σε έναν κόσμο όπου κάθε αντικείμενο θα χαρακτηρίζεται μέσω του ηλεκτρονικού του κώδικα, οι RFID Readers θα συλλέγουν τεράστια ποσά δεδομένων, η διαχείριση και η μεταφορά των οποίων αποτελεί ιδιαίτερη και επίπονη διαδικασία. Ως Savant αποκαλείται το εξειδικευμένο software διαχείρισης των δεδομένων και αποτελεί την καρδιά του RFID δικτύου.

Δομή

Το Savant είναι ένα ειδικά διαμορφωμένο software το οποίο διαφέρει από την πλειονότητα των λειτουργικών που χρησιμοποιούνται στις επιχειρήσεις. Αυτό έγκειται στο γεγονός ότι το Savant δεν λειτουργεί και επεξεργάζεται δεδομένα αυτόνομα σε μία κεντρική υπολογιστική μονάδα, αλλά συνεργάζεται με ένα πλήθος υπολογιστών οι οποίοι διαχειρίζονται τα δεδομένα ιεραρχικά βάσει προτεραιότητας και μπορεί να βρίσκονται στην ίδια ή διαφορετικές επιχειρήσεις ταυτόχρονα. Έτσι Savants παρευρίσκονται την ίδια χρονική στιγμή σε καταστήματα, κέντρα διανομής, κεντρικά γραφεία ακόμη και σε φορητά ή containers. Τα Savants σε κάθε επίπεδο καλούνται να συλλέγουν και να επεξεργάζονται πληροφορίες και στη συνέχεια να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με σκοπό την μέγιστη αξιοποίηση των δεδομένων. Έτσι για παράδειγμα το Savant που βρίσκεται σε ένα κατάστημα λιανικής πώλησης πληροφορεί το αντίστοιχο Savant που βρίσκεται στο κέντρο διανομής για τις ανάγκες υπερπλήρωσης συγκεκριμένου προϊόντος. Το Savant του κέντρου διανομής επεξεργάζεται την πληροφορία και ειδοποιεί το κατάστημα ότι συγκεκριμένη παραγγελία αναχώρησε συγκεκριμένη χρονική στιγμή για την κάλυψη των αναγκών

του καταστήματος. Στη συνέχεια περιγράφονται οι βασικές λειτουργικές ιδιότητες του Savant :

Εξομάλυνση Δεδομένων (Data Smoothing)

Τα Savants που βρίσκονται προσαρτημένα στις άκρες του δικτύου, στους RFID Readers για παράδειγμα, έχουν σαν σκοπό την πλήρη εξομάλυνση και ομαδοποίηση των συλλεχθέντων δεδομένων. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου κάποιες ετικέτες δεν αναγνωρίζονται, ενώ κάποιες άλλες αναγνωρίζονται περισσότερες από μία φορές. Χρησιμοποιώντας έξυπνους αλγορίθμους το Savant καλείται να διορθώνει ατέλειες και λάθη τέτοιου του είδους ενισχύοντας το συντονισμό μεταξύ των αναγνωστών.

Προώθηση Δεδομένων (Data Forwarding)

Σε κάθε τμήμα και επίπεδο της εφοδιαστικής αλυσίδας, το αντίστοιχο Savant αποφασίζει το είδος και την κατεύθυνση της πληροφορίας. Έτσι για παράδειγμα το Savant που ελέγχει και επεξεργάζεται δεδομένα που σχετίζονται με κατενυγμένα προϊόντα, αλλαγές και αυξομειώσεις στην θερμοκρασία αποτελούν κυρίαρχης σημασίας πληροφορίες που απαιτείται να προωθηθούν προς τα αντίστοιχα υπεύθυνα τμήματα.

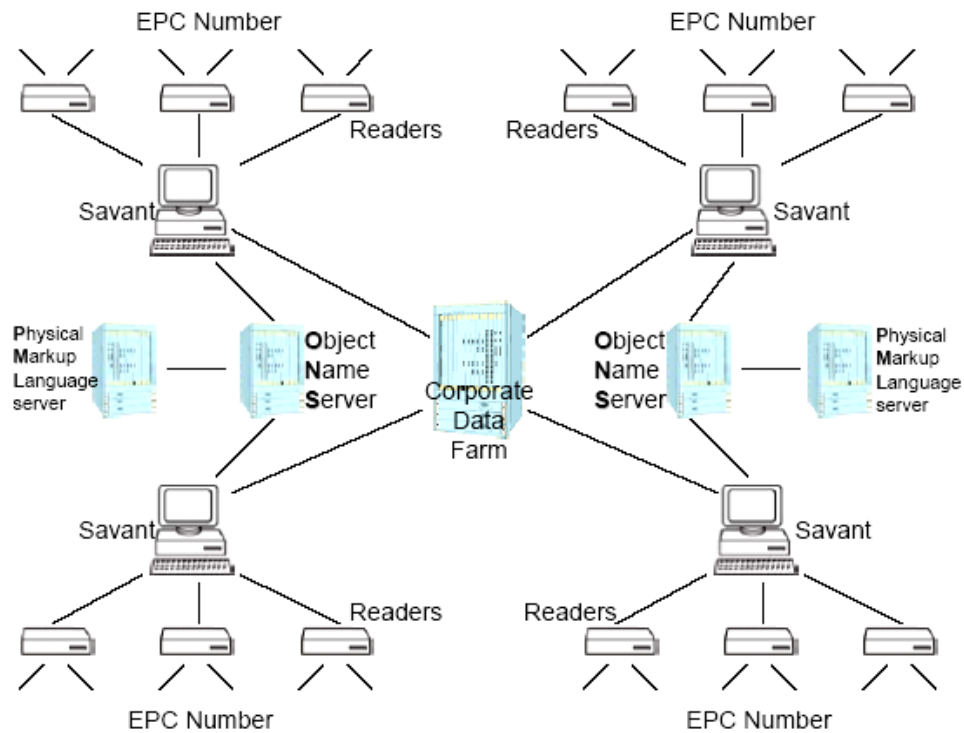
Αποθήκευση Δεδομένων (Data Storage)

Οι ήδη υπάρχουσες βάσεις δεδομένων αδυνατούν να εκτελέσουν περισσότερες από μερικές εκατοντάδες πράξεις το δευτερόλεπτο. Ένας επιπλέον ρόλος του Savant είναι να λειτουργεί ως μία extra αποθήκη μνήμης (real-time-in-memory event database-REID) ειδικά σχεδιασμένη για την αποθήκευση και επεξεργασία των EPC, ώστε να αποφεύγεται η υπερφόρτωση (overloaded) και η δυσλειτουργία των βάσεων δεδομένων από τον τεράστιο όγκο πληροφοριών.

Task Management

Όλα τα Savants ανάλογα με το επίπεδο και την ιεραρχία τους στο δίκτυο του RFID, είναι εφοδιασμένα με ειδικά συστήματα διαχείρισης δεδομένων και πληροφοριών

Task Management Systems (TMS) που τους επιτρέπουν να εκτελούν αυτόματα ορισμένες προκαθορισμένες λειτουργίες. Έτσι για παράδειγμα το Savant που είναι εγκατεστημένο σε ένα κατάστημα λιανικής πώλησης, με την εφαρμογή ενός κατάλληλου TMS, δύναται να ειδοποιήσει τον υπεύθυνο της αποθήκης σε περίπτωση που η διαθεσιμότητα συγκεκριμένου προϊόντος στο ράφι, πέσει κάτω από ένα προκαθορισμένο επίπεδο.

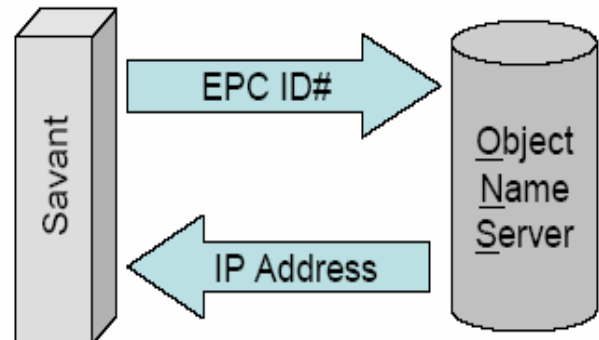


Εικόνα 6 : *EPC Network*

Object Name Service (ONS)

Από τη στιγμή που η μοναδική πληροφορία που θα μεταφέρεται πάνω στις RFID Tags είναι ο EPC, οι υπολογιστές χρειάζονται έναν τρόπο αντιστοίχισης του κώδικα με το εκάστοτε προϊόν. Αυτός είναι και ο ρόλος του ONS, ο οποίος υποδεικνύει στους υπολογιστές τις ιστοσελίδες στον World Wide Web όπου υπάρχουν πληροφορίες σχετικές με την ταυτότητα του αναγνωριζόμενου προϊόντος, σε πλήρη αναλογία με το Domain Name Service (DNS) του Internet.

Πιο αναλυτικά, τη στιγμή που ο αναγνώστης διαβάζει την ετικέτα, ο EPC του προϊόντος μεταφέρεται στο Savant που με τη βοήθεια του ONS βρίσκει την ακριβή τοποθεσία ανεύρεσης πληροφοριών για το προϊόν στο Internet ή σε κάποιο τοπικό δίκτυο (local network). Το ONS υποδεικνύει δηλαδή στο Savant έναν server όπου βρίσκονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για το αναγνωρισθέν αντικείμενο. Στη συνέχεια το Savant αποθηκεύει τις πληροφορίες και τις μεταφέρει στο δίκτυο της επιχείρησης για την κατάλληλη επεξεργασία ανάλογα με την εφαρμογή.



Γίνεται αντιληπτό ότι ο ONS καλείται να αναζητήσει πληροφορίες από έναν μεγάλο αριθμό αποθηκευμένων ιστοσελίδων, γι αυτό κρίνεται σκόπιμη η ύπαρξη τοπικών servers οι οποίοι θα περιέχουν συγκεντρωμένες τις απαραίτητες πληροφορίες των διακινούντων προϊόντων για γρήγορη αναζήτηση. Πιο συγκεκριμένα ένας κατασκευαστής (manufacturer) υπολογιστών μπορεί να μεταφέρει τις πληροφορίες των κύριων εξαρτημάτων που προμηθεύεται σε ένα ειδικά διαμορφωμένο τοπικό δίκτυο. Εκεί θα ανατρέχει κάθε φορά ο ONS για τη συλλογή δεδομένων σε περίπτωση άφιξης συγκεκριμένης παραγγελίας, αντί να ανατρέχει στο Internet όπου ο χρόνος αναζήτησης είναι πολύ μεγαλύτερος.

Physical Markup Language (PML)

Ο EPC αναγνωρίζει ανεξάρτητα αντικείμενα, όλες οι απαραίτητες πληροφορίες όμως για την περιγραφή του προϊόντος αναγράφονται με μία νέα παγκόσμια τυποποιημένη γλώσσα προγραμματισμού που ονομάζεται Physical Markup Language (PML) και πρόκειται να αποτελέσει τον βασικό τρόπο περιγραφής φυσικών αντικειμένων και διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα στο βιομηχανικό περιβάλλον. Η PML βασίζεται στην ευρέως διαδεδομένη και αποδεκτή eXtensible Markup Language (XML), που αποτελεί το βασικό τρόπο ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ των υπολογιστών μέσω

Internet. Λειτουργεί σε πλήρη αναλογία με την HTML τη βασική γλώσσα προγραμματισμού για περιγραφή των διαδικασιών του Διαδικτύου.

Πρότυπα (Standards)

Η PML πρόκειται να αποτελέσει το βασικό τρόπο περιγραφής φυσικών αντικείμενων όπως προαναφέρθηκε. Έτσι για παράδειγμα ένα αλουμινένιο κουτί της Coca-Cola, θα περιγράφεται ως ανθρακούχο πόσιμο προϊόν, το οποίο θα ανήκει στην υποκατηγορία των soft-drinks που ανήκουν στη ευρύτερη κατηγορία των προϊόντων διατροφής. Το προαναφερθέν παράδειγμα αποτελεί μία απλή περίπτωση και προκειμένου να διασφαλισθεί η εγκυρότητα της PML σε περισσότερο πολύπλοκες περιπτώσεις, έχει υιοθετήσει τα πρότυπα που έχουν συνταχθεί σε παγκόσμιους οργανισμούς τυποποίησης όπως το International Bureau of Weights and Measures και το National Institute of Standards and Technology στις ΗΠΑ.

Τύποι Δεδομένων (Types of PML data)

Η PML μεταφέρει δεδομένα προϊόντων τα οποία παραμένουν αμετάβλητα όπως για παράδειγμα η συστατική τους σύνθεση, αλλά και δεδομένα τα οποία αλλάζουν είτε σταθερά (dynamic data) είτε σταδιακά με την πάροδο του χρόνου (temporal data) και τον κύκλο ζωής του προϊόντος. Ως dynamic data σε έναν φάκελο πληροφοριών της PML μπορούν να χαρακτηριστούν δεδομένα για τη θερμοκρασία ενός φορτίου από φρούτα, ενώ ως temporal data οι πληροφορίες σχετικές με την τοποθεσία του προϊόντος καθώς διέρχεται από τα διάφορα τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Για παράδειγμα ο παραγωγός ενός κατεψυγμένου είδους διατροφής παρακολουθεί τον ακριβή προορισμό του (temporal data), την πιο πρόσφατη ένδειξη της θερμοκρασίας του (dynamic data) και το είδος του (παραμένει αμετάβλητο). Με τη βοήθεια της PML, οι επιχειρήσεις δύναται να αξιοποιήσουν τις πληροφορίες που τους παρέχονται με νέο επαναστατικό τρόπο. Μία επιχείρηση για παράδειγμα μπορεί να παρακολουθεί την κίνηση ενός προϊόντος και να μειώνει την τιμή του καθώς πλησιάζει η ημερομηνία λήξης του, ενώ στον πλέον ανταγωνιστικό κλάδο των 3rd Party Logistics οι επιχειρήσεις μπορούν να προσφέρουν επιπλέον υπηρεσίες όπως την παρακολούθηση και τη διατήρηση της θερμοκρασίας των εμπορευμάτων σε ένα

ορισμένο επίπεδο, ενισχύοντας το Customer Service και την προσέλκυση νέων πελατών.

PML Server

Τα αρχεία και τα δεδομένα της PML αναρτώνται στον PML Server, έναν ειδικά διαμορφωμένο ηλεκτρονικό υπολογιστή που ανταποκρίνεται στα αιτήματα άλλων υπολογιστών για παροχή αρχείων τύπου PML ανάλογα με τον EPC του εκάστοτε προϊόντος. Όταν για παράδειγμα ανιχνεύεται ο EPC ενός προϊόντος από τον RFID Reader το Savant επικοινωνεί με τον Server που του επιστρέφει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες με τη μορφή ενός PML κειμένου. Οι PML Servers διατηρούνται στην κατοχή του εκάστοτε κατασκευαστή (manufacturer) ο οποίος αναλαμβάνει και την ευθύνη της ανάρτησης και συμπλήρωσης δεδομένων και πληροφοριών σχετικά με κάθε ένα προϊόν που παράγει.

HOW THE AUTO-ID SYSTEM WILL AUTOMATE THE SUPPLY CHAIN

With Auto-ID technology, physical objects will have embedded intelligence that will allow them to communicate with each other and with businesses and consumers. Auto-ID technology offers an automated, numeric system of smart objects that revolutionizes the way we manufacture, sell, and buy products. Here's how it works:

