

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ: ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: LOGISTICS

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

**Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID ΣΕ ΚΕΝΤΡΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΨΑΡΡΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ - ΑΜ: MPL 0918



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:  
**ΧΟΝΔΡΟΚΟΥΚΗΣ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ**

ΠΕΙΡΑΙΑΣ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2011

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<i>Εισαγωγή.....</i>	<i>4</i>
<i>Ιστορικά στοιχεία.....</i>	<i>4-7</i>
<i>Προτυπα και τεχνολογία RFID.....</i>	<i>7-9</i>
<i>Κατηγορίες προτυπων.....</i>	<i>10</i>
<i>EPC και EPC GEN2.....</i>	<i>11-21</i>
<i>Τεχνολογικό υπόβαθρο.....</i>	<i>22-30</i>
<i>Χαρακτηριστικά Τεχνολογίας RFID.....</i>	<i>31-47</i>
<i>Ιδιωτικότητα - Αυθεντικοποίηση- Κλωνοποίηση.....</i>	<i>48-53</i>
<i>Προβληματισμοί για την υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID.....</i>	<i>54-60</i>
<i>Σύγκριση τεχνολογίας Barcode και RFID.....</i>	<i>61-69</i>
<i>Εφαρμογή τεχνολογίας RFID.....</i>	<i>70-85</i>

# РАВЕЛЪТНО РЕПАА



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τεχνολογία **RFID (ακρωνύμιο του Radio Frequency IDentification)** αποτελεί την πλέον σύγχρονη -όσον αφορά στην εφαρμογή της- τεχνολογία ταυτοποίησης. Η ιδέα βασίζεται στο ότι η ταυτοποίηση με ετικέτες που εκπέμπουν πληροφορία, θα υποβοηθή τις επιχειρήσεις να απλοποιήσουν τις διαδικασίες τους και να προσφέρουν εξατομικευμένες υπηρεσίες μειώνοντας ταυτόχρονα τα κόστη τους. Το RFID στηρίζεται στη χρήση ραδιοκυμάτων και επιτρέπει την αυτόματη αναγνώριση αντικειμένων ή ανθρώπων, που φέρουν RFID tags και μπορούν να ανιχνευθούν αυτόματα από σταθερούς ή φορητούς αναγνώστες RFID, χωρίς να είναι απαραίτητη η σάρωση του κάθε μεμονωμένου αντικειμένου. Η κεραία επιτρέπει στο μικροεπεξεργαστή να μεταφέρει τις πληροφορίες αναγνώρισης στον αναγνώστη, ο οποίος με τη σειρά του μετατρέπει τα ραδιοκύματα που "αντανακλώνται" από την ετικέτα **RFID** σε ψηφιακές πληροφορίες. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν στη συνέχεια να "περάσουν" σε πληροφοριακά συστήματα για περαιτέρω χρήση. Η τεχνολογία RFID βρίσκεται στα άκρα ενός πληροφοριακού συστήματος. Είναι στην ουσία ένας διαφορετικός τρόπος διασύνδεσης με αντικείμενα που επιθυμούμε να αναγνωρίζουμε, να εντοπίζουμε και να συλλέγουμε πληροφορίες για αυτά. Η διασύνδεση είναι ασύρματη και βασίζεται σε ραδιοκύματα τα οποία μεταδίδονται στον αέρα. Στο παρόν σύγγραμμα παρέχονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για την κατανόηση των βασικών χαρακτηριστικών λειτουργίας της τεχνολογίας RFID.

## ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η ιστορία της τεχνολογίας RFID ξεκινά το 1939 κατά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο για τη αναγνώριση αεροσκαφών χρονιά όπου χρησιμοποιήθηκε από το Ηνωμένο Βασίλειο για πρώτη φορά μια παρόμοια τεχνολογία (ένας αναμεταδότης IFF). Ένα από τα πρώτα, ίσως και το πρώτο έργο το οποίο μελετά την τεχνολογία RFID είναι η εργασία του Harry Stockman, «Επικοινωνία μέσω της ανακλούμενης ενέργειας» ("Communication by Means of Reflected Power") τον Οκτώβριο του 1948. Ο Stockman αφού ανέλυσε την νέα τεχνολογία κατέληξε στο ότι για την εμπορική χρήση της νέα αυτής τεχνολογίας, έπρεπε να γίνει σημαντική έρευνα και ανάπτυξη καθώς και να ερευνηθεί το πεδίο των χρήσιμων εφαρμογών της.

Η δεκαετία του 1950 ήταν μια περίοδος εξερεύνησης των RFID τεχνικών, ακολουθώντας τις τεχνικές εξελίξεις στα ραδιοκύματα και το ραντάρ, που είχαν συντελεστεί κατά τις δεκαετίες του 1930 και 1940. Μάλιστα έγινε διερεύνηση πολλών τεχνολογιών που σχετίζονται με την RFID, όπως τα συστήματα μετάδοσης μεγάλων αποστάσεων (long-range transponder systems) για αναγνώριση φίλου ή εχθρού (identification friend or foe, IFF) για τα αεροσκάφη. Η ανάπτυξη κατά την δεκαετία του 1950 αντικατοπτρίζεται και από διάφορες σχετικές με ραδιοκύματα εργασίες.

Χρειάστηκε να περάσουν περίπου 30 χρόνια για να αρχίσει να γίνεται πραγματικότητα το όραμα του Stockman αφού ουσιαστικά η τεχνολογία RFID έγινε πραγματικότητα μεταξύ των δεκαετιών 1960 και 1980 ταυτόχρονα με την ανάπτυξη του τρανζίστορ, του ολοκληρωμένου κυκλώματος, του μικροεπεξεργαστή, την ανάπτυξη των δικτύων επικοινωνίας καθώς και διάφορες αλλαγές στους τρόπους διεξαγωγής των επιχειρηματικών διαδικασιών.

Την δεκαετία του '60 πολλοί με τις εργασίες τους μελέτησαν ζητήματα σχετικά με την RFID, αλλά και αρκετές εταιρίες όπως η Sensormatic, η Checkpoint και η Knogo εξαιτίας των εμπορικών συναλλαγών που ξεκινούσαν την δεκαετία του '60, ανέπτυξαν εξοπλισμό με τον οποίο θα πετύχαιναν ηλεκτρονική παρακολούθηση ενός αντικειμένου (electronic article surveillance (EAS)) έτσι ώστε να αντιμετωπίσουν τις κλοπές. Η EAS θεωρείται η πρώτη και πιο διαδεδομένη εμπορική χρήση της RFID.

Την δεκαετία του '70 αρχίζει μια πιο έντονη μελέτη της RFID από κατασκευαστές, εφευρέτες, εταιρίες, ακαδημαϊκά ινστιτούτα και κυβερνητικά εργαστήρια, με αποτέλεσμα να παρατηρηθεί σημαντική πρόοδος στα ερευνητικά εργαστήρια και στα ακαδημαϊκά ινστιτούτα, όπως στο Los Alamos Scientific Laboratory στο Northwestern University καθώς και στο Microwave Institute Foundation στην Σουηδία. Μάλιστα μια από τις πρώτες αλλά και πολύ αξιόλογη εργασία ήταν αυτή των Alfred Koelle, Steven Depp και Robert Freyman με τίτλο "Short-range radiotelemetry for electronic identification using modulated backscatter" το 1975. Ταυτόχρονα με την ερευνητική δραστηριότητα υπήρχαν και μεγάλες εταιρίες οι οποίες συνέβαλλαν στην ανάπτυξη της τεχνολογίας RFID, όπως η Raytheon με το "Raytag", η εταιρία RCA με τον Richard Klensch που ανέπτυξαν το «Ηλεκτρονικό σύστημα αναγνώρισης» ("Electronic identification system"), αλλά και η εταιρία Fairchild με τους Thomas Meyers και Ashley Leigh που ανέπτυξε το "Passive encoding microwave transponder". Επίσης, οι Λιμενικές αρχές της Νέας Υόρκης και του New Jersey δοκίμασαν συστήματα τα οποία είχαν δημιουργηθεί από την General Electric, την Westinghouse, την Philips και την Glenayre. Επιπρόσθετα, την

δεκαετία '70 έγινε προσπάθεια ανάπτυξης εφαρμογών για την παρακολούθηση/ιχνηλάτιση (tracking) ζώων, την παρακολούθηση οχημάτων και την αυτοματοποίηση στα εργοστάσια. Παραδείγματα των προσπαθειών για παρακολούθηση ζώων ήταν τα μικροκυματικά συστήματα στο Los Alamos αλλά και τα επαγωγικά συστήματα στην Ευρώπη.

Η δεκαετία του '80 ήταν η δεκαετία κατά την οποία συντελέστηκε πλήρης εφαρμογή της τεχνολογίας RFID. Στις ΗΠΑ το ενδιαφέρον στράφηκε περισσότερο προς τις μεταφορές, τον έλεγχο πρόσβασης του προσωπικού και λιγότερο στα ζώα. Στην Ευρώπη, περισσότερο ενδιαφέρον παρατηρήθηκε στα συστήματα μικρού εύρους (short-range) για τα ζώα καθώς και σε βιομηχανικές και επιχειρησιακές εφαρμογές μολονότι οι δρόμοι με διόδους στην Ιταλία, Γαλλία, Ισπανία, Πορτογαλία και Νορβηγία εξοπλίσθηκαν με RFID.

Η δεκαετία του '90 ήταν μια σημαντική δεκαετία στην ανάπτυξη της RFID καθώς παρατηρήθηκε μεγάλης κλίμακας ανάπτυξη της ηλεκτρονικής συλλογής διοδίων στις ΗΠΑ. Το πρώτο στον κόσμο σύστημα ηλεκτρονικής συλλογής διοδίων σε αυτοκινητόδρομο άνοιξε το 1991 στην Οκλαχόμα. Εκεί τα οχήματα μπορούσαν να περνούν με μεγάλες ταχύτητες από τα σημεία συλλογής των διοδίων χωρίς να εμποδίζονται. Πολλά παρόμοια πρωτοπόρα συστήματα που αφορούν την συλλογή διοδίων και τον έλεγχο της κυκλοφορίας εγκαταστάθηκαν και σε άλλες περιοχές της Αμερικής. Όμως εφαρμογές στα διόδια αλλά και στους σιδηρόδρομους παρουσιάστηκαν και σε άλλες περιοχές όπως Αυστραλία, Κίνα, Χονγκ-Κονγκ, Φιλιππίνες, Αργεντινή, Βραζιλία, Μεξικό, Καναδάς, Σιγκαπούρη, Ταϊλάνδη, Νότια Κορέα, Νότια Αφρική και Ευρώπη. Μεγάλο ενδιαφέρον για τις RFID εφαρμογές παρατηρήθηκε και στην Ευρώπη κατά την δεκαετία του '90. Μικροκυματικές αλλά και επαγωγικές τεχνολογίες χρησιμοποιήθηκαν στην συλλογή διοδίων, στον έλεγχο της προσπέλασης και σε πολλές εμπορικές εφαρμογές. Κατά την δεκαετία του '90 η έρευνα και η ανάπτυξη συνεχίστηκαν με αποτέλεσμα να έχουμε σημαντικές τεχνολογικές εξελίξεις οι οποίες διεύρυναν την λειτουργικότητα της RFID τεχνολογίας. Μάλιστα για πρώτη φορά κατασκευάστηκαν μικρομυματικές RFID ετικέτες οι οποίες περιέχουν μόνο ένα ενσωματωμένο κύκλωμα, ενώ μέχρι τότε υπήρχαν μόνο οι επαγωγικές RFID ετικέτες σε ζεύγος. Με την νέα αυτή εξέλιξη ασχολήθηκαν κυρίως οι εταιρείες IBM, Micron και Single Chip Systems.

Η τρέχουσα δεκαετία είναι μια δεκαετία δημιουργίας προτύπων, τεχνολογικής εξέλιξης σε όλα τα επίπεδα, δημιουργίας εμπορικών εφαρμογών για χρήση σε μεγαλύτερο βαθμό από τις επιχειρήσεις. Όμως αυτό που παρατηρήθηκε και καταγράφηκε μέσα από τις έρευνες είναι ότι παρά την ταχύτατη ανάπτυξη και εξέλιξη της συγκεκριμένης τεχνολογίας δεν παρατηρήθηκε

αντίστοιχη αφομοίωση στην καθημερινή ζωή των επιχειρήσεων. Σήμερα, η τεχνολογία RFID θεωρείται βρίσκεται ακόμα στα αρχικά στάδια ανάπτυξής της. Παρ' όλο που μεγάλες αλυσίδες λιανικού εμπορίου (Wal-Mart, Metro, Best Buy, Target) και φαρμακοβιομηχανίες (GlaxoSmithKline) ξεκίνησαν πιλοτικές εφαρμογές στις εφοδιαστικές τους αλυσίδες, τα συστήματα είτε εγκαταλείφθηκαν (GlaxoSmithKline), είτε καθυστερούν στην υλοποίησή τους (Target, Best Buy). Οι βασικότερες αιτίες των καθυστερήσεων εντοπίζονται κυρίως σε δυο παράγοντες:

- Προβλήματα τεχνικής φύσεως που προκύπτουν από τους περιορισμούς της τεχνολογίας RFID.
- Μη συμμόρφωση των προμηθευτών, λόγω του ότι τα άμεσα οφέλη δεν ξεπερνούν το κόστος επένδυσης.



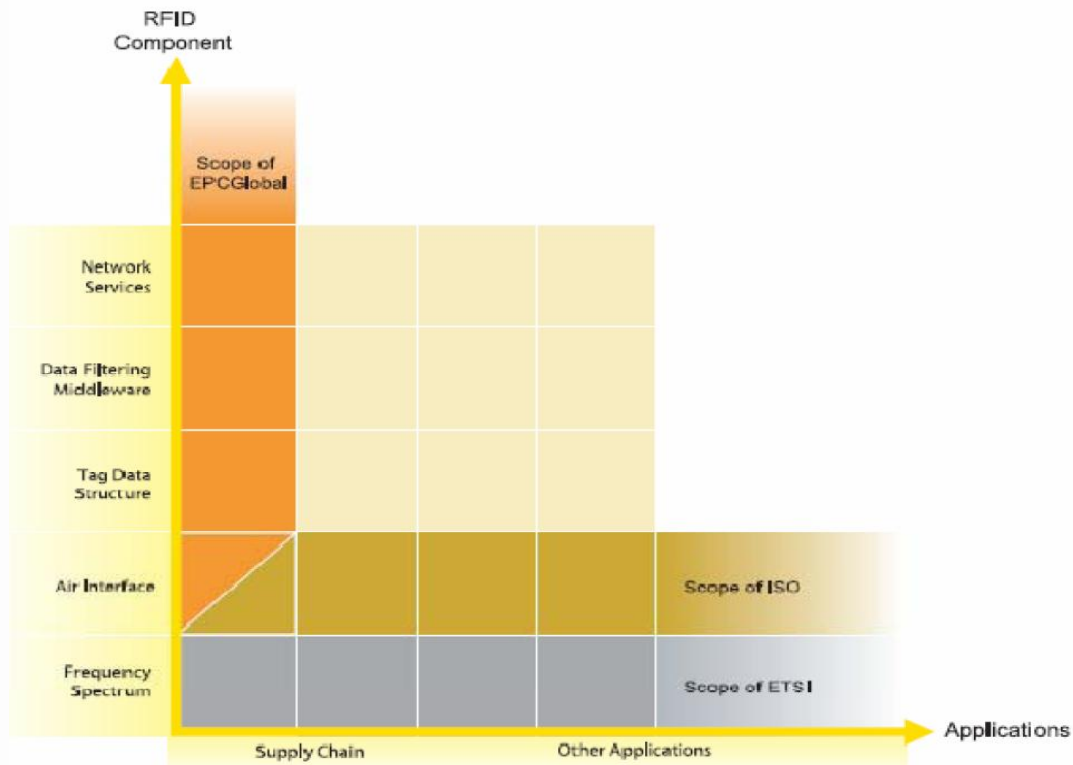
## Πρότυπα και τεχνολογία RFID

Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιεί τις ραδιοσυχνότητες και για το λόγο αυτό απαιτούνται πρότυπα που θα καθορίζουν ποιο κομμάτι του φάσματος συχνοτήτων θα δεσμεύει, τα επίπεδα εκπομπής και θέματα παρεμβολών με άλλες ράδιο-υπηρεσίες. Επιπρόσθετα, το γεγονός ότι υπάρχουν πολλοί κατασκευαστές – προμηθευτές της τεχνολογίας RFID, δημιουργεί πρόβλημα στον καταναλωτή (στην συγκεκριμένη περίπτωση ο καταναλωτής είναι η εταιρία που θα εγκαταστήσει ένα σύστημα RFID) που καλείται να επικοινωνήσει με διαφορετικά RFID συστήματα άλλων εταιριών. Ενώ τέλος το όραμα της αγοράς για ένα ανοικτό και παγκόσμιο σύστημα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, με χρήση της τεχνολογίας RFID, απαιτεί πρότυπα προκειμένου αυτό να γίνει πραγματικότητα.

Σήμερα υπάρχουν πολλοί οργανισμοί οι οποίοι συνεργάζονται για τη δημιουργία παγκόσμιων και διαλειτουργικών προτύπων για την τεχνολογία RFID. Η ανάπτυξη των προτύπων επιβάλλεται για πολλούς λόγους, όπως η μείωση του κόστους και η ύπαρξη μιας ενιαίας προσέγγισης στην RFID τεχνολογία η οποία υιοθετείται από τις επιχειρήσεις με ταχύ ρυθμό. Βέβαια πρόκληση αποτελεί τόσο η υιοθέτηση παγκόσμιων διαλειτουργικών πρωτοκόλλων επικοινωνίας, όσο και η εναρμόνιση του διαθέσιμου εύρους συχνοτήτων για τις RFID εφαρμογές, που ποικίλει σε διάφορες περιοχές. Εκτός από το ποιες συχνότητες θα χρησιμοποιούνται για την εν λόγω τεχνολογία, απαιτείται να καθοριστούν τα επίπεδα εκπομπής του αναγνώστη αλλά και θέματα παρεμβολών με άλλες ράδιο-υπηρεσίες. Για τους παραπάνω λόγους αναπτύχθηκαν μια σειρά από πρότυπα από συγκεκριμένους οργανισμούς:

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

Ο κάθε οργανισμός στοχεύει σε μια διαφορετική πτυχή της τεχνολογίας RFID και αναπτύσσει πρότυπα για αυτή. Στο Διάγραμμα 2.1 φαίνονται οι σχέσεις μεταξύ τεχνολογίας RFID και οργανισμών.



Διάγραμμα 2.1

Σύγκριση προτύπων για την τεχνολογία RFID

Υπάρχουν βέβαια και άλλοι οργανισμοί δημιουργίας προτύπων, όπως ο European Committee for Standardization (CEN), US National Institute of Standards and Technology (NIST) και Standardization Administration of China .

Οι παραπάνω οργανισμοί έχουν δημιουργήσει πρότυπα τα οποία προσδιορίζουν:

- τη μορφή των δεδομένων που περιλαμβάνονται στις RFID ετικέτες (δηλαδή τον τρόπο οργάνωσης και μορφοποίησής τους)
- το πρωτόκολλο επικοινωνίας μεταξύ της ετικέτας και του αναγνώστη (συχνότητα, τροποποίηση, κωδικοποίηση bit κ.λ.π.)
- την προσαρμογή, δηλαδή τρόπους ελέγχου εάν τα προϊόντα συμμορφώνονται με το πρότυπο
- συγκεκριμένες εφαρμογές, για παράδειγμα πώς τα πρότυπα χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές μεταφοράς προϊόντων
- πρωτόκολλα ενδιάμεσου λογισμικού που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται τα δεδομένα και εκτελούνται οι οδηγίες.

## Κατηγορίες Προτύπων

Τα πρότυπα που δημιουργούνται για την τεχνολογία RFID μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

1. Πρότυπα περιεχομένου δεδομένων (Data Content standards)
  - a) Πρότυπα πρωτοκόλλου δεδομένων και συστήματος, που αναφέρονται στο ενδιάμεσο λογισμικό ενός RFID συστήματος .
  - b) Πρότυπα προσδιορισμού, που ασχολούνται με την κωδικοποίηση των μοναδικών αναγνωριστικών ή των άλλων δεδομένων που υπάρχουν στην RFID ετικέτα. Στην κατηγορία των προτύπων περιεχομένου δεδομένων ανήκουν πρότυπα όπως ISO/IEC 15961, ISO/IEC 15962, ISO/IEC 15963, ISO/IEC 15418, ISO/IEC 15434, ISO/IEC 15459.
2. Πρότυπα τεχνολογίας (technology standards)
  - a) Τεχνικά πρότυπα.
  - b) Πρότυπα διεπαφής αέρα, που ορίζουν τον τρόπο επικοινωνίας του αναγνώστη με την ετικέτα. Στην κατηγορία των προτύπων τεχνολογίας ανήκουν τα πρότυπα ANSI/INCITS 256, ISO/IEC 18000.
3. Πρότυπα εφαρμογών (Application Standards). Τα πρότυπα αυτά παρέχουν συμβουλές για την υλοποίηση της τεχνολογίας. Στην κατηγορία των προτύπων εφαρμογών ανήκουν τα ISO/IEC 18001, ISO 10374, ISO/IEC 18185, ISO 11784, ISO 11785, ISO/IEC 23389, ISO 21007 ,ISO 122/104 JWG κ.ά
4. Πρότυπα προσαρμογής και ελέγχου (Conformance and control standards). Τα πρότυπα αυτά ορίζουν τους κανόνες που διέπουν τις RFID λειτουργίες. Πρότυπα που ανήκουν στην κατηγορία αυτή είναι τα ISO/IEC TR 18046, ISO/IEC 18047, BS EN 50364, BS EN 50357.
5. Πρότυπα ορολογίας (Terminology standards). Στην κατηγορία αυτή ανήκει το πρότυπο ISO/IEC 19762.
6. Άλλα RFID πρότυπα

## **EPC και EPC GEN2**

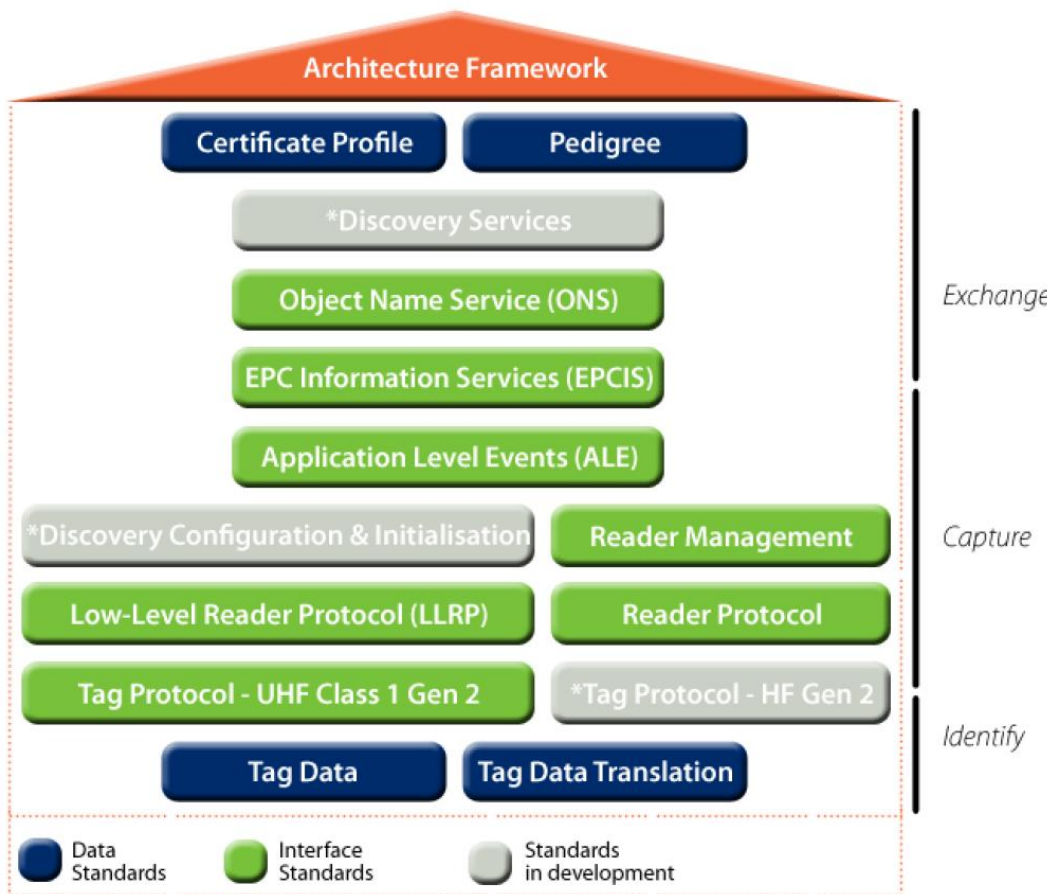
### **EPC και EPCglobal Network**

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

- Οργανισμοί Εμπορίου: UCC, EAN
- Προμηθευτές προϊόντων: Gillette, Johnson & Johnson, Procter & Gamble
- Λιανέμποροι: Wal-Mart, Metro AG
- Κυβέρνηση: Υπουργείο Αμύνης ΗΠΑ (US Department of Defence)
- Τεχνολογία: Hewlett-Packard, Cisco Systems
- Ακαδημαϊκός χώρος: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Μασαχουσέτης (MIT)

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

Κάποια από τα πρότυπα που έχει ήδη αναπτύξει ο EPCglobal οργανισμός αλλά και κάποια πρότυπα τα οποία βρίσκονται σε εξέλιξη, παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα:



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

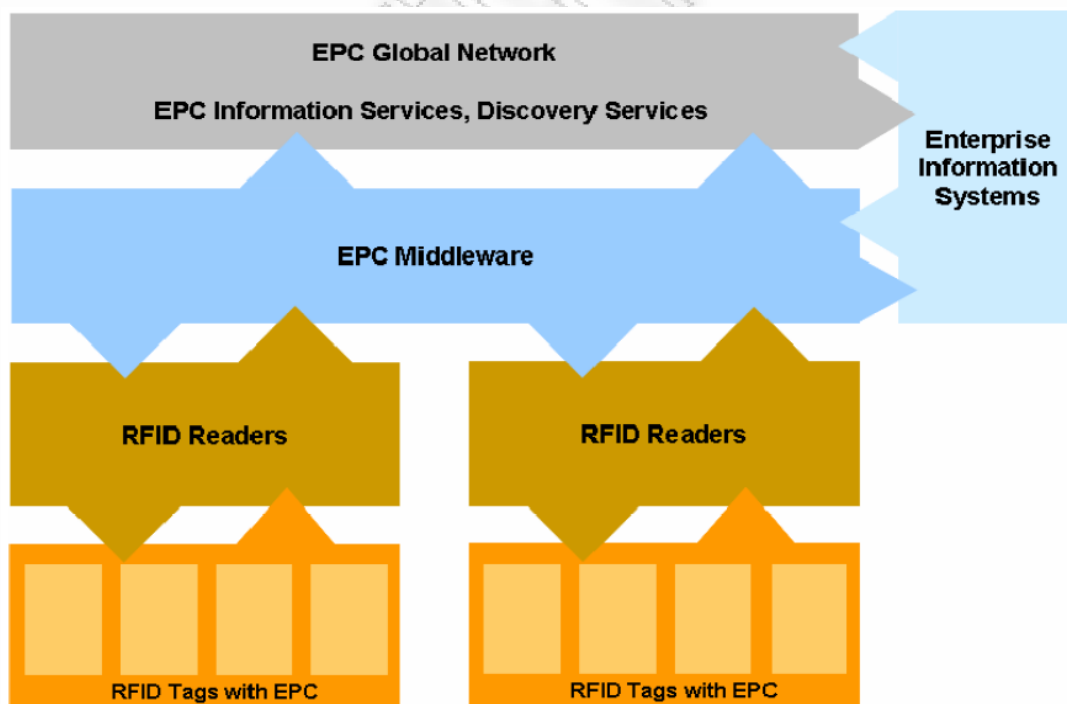
- 1. Ηλεκτρονικός Κωδικός Προϊόντος (EPC, Electronic Product Code):** Ο EPC είναι ένας μοναδικός αριθμός ταυτοποίησης προϊόντος σε επίπεδο τεμαχίου που αποτελείται από 64 -256 bits.
- 2. Σύστημα Αναγνώρισης (ID System):** Το Σύστημα Αναγνώρισης (ID System) αποτελείται από RFID αναγνώστες και ετικέτες. Οι RFID ετικέτες είναι παθητικές και περιέχουν μόνο τον κωδικό EPC του αντικειμένου στο οποίο επικολλούνται. Οι RFID αναγνώστες διαβάζουν το EPC και το

στέλνουν στα τοπικά πληροφοριακά συστήματα της επιχείρησης μέσω του EPC λογισμικού (EPC Middleware).

**3. Λογισμικό EPC (EPC Middleware):** Το Λογισμικό EPC (EPC Middleware) διαχειρίζεται γεγονότα ανάγνωσης πραγματικού χρόνου και αναλαμβάνει να επικοινωνήσει τις πληροφορίες που δέχεται στις Υπηρεσίες Πληροφοριών EPC και στα τοπικά πληροφοριακά συστήματα της επιχείρησης. Η EPCglobal αναπτύσσει μια πρότυπη διεπαφή εφαρμογής για υπηρεσίες, επιτρέποντας την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ αναγνωστών EPC και πληροφοριακών συστημάτων.

**4. Υπηρεσίες Πληροφοριών EPC (EPCIS ,EPC Information Services):** Οι Υπηρεσίες Πληροφοριών EPC (EPCIS, EPC Information Services) επιτρέπουν σε χρήστες την ανταλλαγή EPC δεδομένων με εμπορικούς συνεργάτες μέσω του EPCglobal Network.

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



Αρχιτεκτονική EPC Global Network

Όσον αφορά τον Ηλεκτρονικό Κωδικό Προϊόντος (Electronic Product Code-EPC), ο EPCglobal τον υποστηρίζει ως το παγκόσμιο πρότυπο για άμεσο, αυτόματο και ακριβή προσδιορισμό ενός αντικειμένου στην εφοδιαστική αλυσίδα μιας εταιρίας οπουδήποτε στον κόσμο. Ο Ηλεκτρονικός Κώδικας Προϊόντος (EPC, Electronic Product Code) χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την τεχνολογία RFID προκειμένου να βελτιώσει κυρίως την αποτελεσματική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και να μειώσει τα λειτουργικά κόστη.

Ο EPC είναι αποτέλεσμα ενός παγκόσμιου εγχειρήματος προκειμένου να επιτευχθεί καλύτερη συνεννόηση μεταξύ των μελών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτός ο κώδικας παρέχει γρήγορες και λεπτομερείς πληροφορίες για ένα προϊόν σε οποιοδήποτε σημείο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ο EPC είναι παρόμοιος του Παγκόσμιου Κώδικα Προϊόντος (UPC, Universal Product Code), ο οποίος χρησιμοποιείται στους γραμμωτούς κωδικούς.

Πρέπει να τονίσουμε ότι το EPC είναι ένα ανοιχτό πρότυπο (open standard) και αναπτύχθηκε με στόχο την μείωση του κόστους του υλικού σε τέτοιο βαθμό ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία RFID για τον εντοπισμό/ παρακολούθηση μεμονωμένων αντικειμένων. Πιο συγκεκριμένα, στόχος ήταν να δημιουργηθεί ένα καινούριο, ανοιχτό, παγκόσμιο δίκτυο το οποίο θα επιτρέπει τις εταιρείες να εκμεταλλευτούν το χαμηλού κόστους RFID υλικό, με προτεινόμενες τιμές 5 cents για τις ετικέτες και \$100 για τους αναγνώστες. Το EPC πρότυπο συνεπάγεται κάτι περισσότερο από την κωδικοποίηση πάνω στην ετικέτα. Υπάρχουν προδιαγραφές για το πώς θα πρέπει να εγκατασταθεί/ εξοπλιστεί το δίκτυο, καθορίζεται πως θα πρέπει να είναι κατασκευασμένη η ετικέτα και πως θα πρέπει να λειτουργεί η διεπαφή του αέρα (air interface).

Οι EPC ετικέτες σχεδιάστηκαν ώστε να μπορεί να αναγνωρισθεί κάθε παραγόμενο προϊόν χωριστά, σε αντίθεση με τους γραμμωτούς κώδικες οι οποίοι περιέχουν απλά τον ατασκευαστή και την κατηγορία των προϊόντων. Έτσι, ο EPC κωδικός βρίσκεται αποθηκευμένος σε μια RFID ετικέτα και αφότου ανακτηθεί μπορεί να συσχετισθεί με δυναμικά δεδομένα όπως ο τόπος προέλευσής του προϊόντος και η ημερομηνία παραγωγής του. Στόχος είναι η αποτελεσματικότερη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, η μείωση του λειτουργικού κόστους αλλά και η καλύτερη συνεννόηση μεταξύ των μελών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ο EPC κωδικός είναι παρόμοιος με τον Παγκόσμιο Κωδικό Προϊόντος (UPC, Universal Product Code), ο οποίος χρησιμοποιείται στους γραμμωτούς κωδικούς.

## ELECTRONIC PRODUCT CODE TYPE I

01.0000A89.00016F.000169D3C0

Header  
8-bits

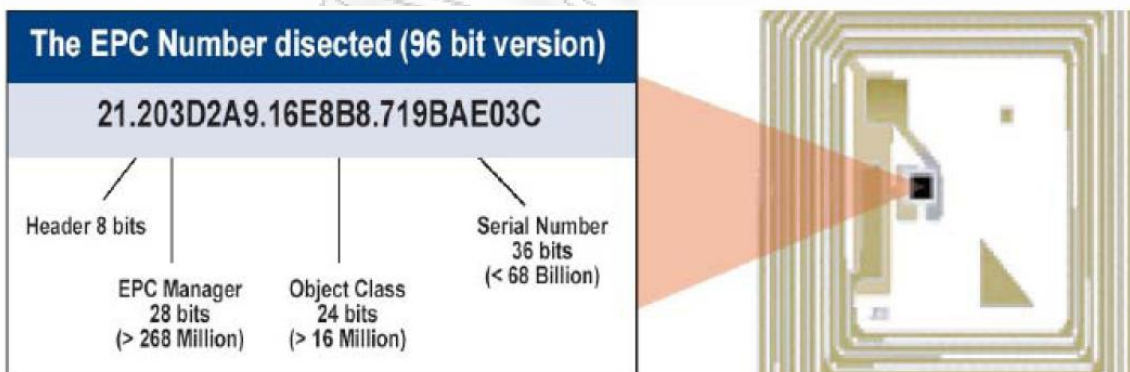
EPC Manager  
28-bits

Object Class  
24-bits

Serial Number  
36-bits

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

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



### ΔΟΜΗ ΤΟΥ 96-bit ΕΡC ΚΩΔΙΚΟΥ

Για να μπορέσει μια εταιρεία να παρακολουθεί αντικείμενα χρησιμοποιώντας τους ΕΡCs, θα πρέπει να δημιουργήσει ένα δίκτυο από RFID αναγνώστες. Για παράδειγμα, σε μια αποθήκη μπορεί να υπάρχουν αναγνώστες γύρω από τις πόρτες στο σημείο φόρτωσης και σε κάθε αποβάθρα. Όταν καταφθάει μια παλέτα με αγαθά, ο αναγνώστης στην πόρτα συλλέγει



τον μοναδικό αριθμό της. Στην συνέχεια γίνεται αναζήτηση μέσω υπολογιστών ώστε να διαπιστωθεί ποιό είναι το προϊόν που χρησιμοποιεί το EPC Δίκτυο. Τα συστήματα απογραφών ειδοποιούνται με την άφιξή της. Έτσι όταν μια παλέτα τοποθετείται στην αποβάθρα Α, ο αναγνώστης στέλνει ένα σήμα το οποίο ενημερώνει ότι το αντικείμενο 1-2345-67890 βρίσκεται στην αποβάθρα Α. Ο EPC δεν μπορεί από μόνος του να μας δώσει πληροφορίες ως προς το τι είναι το αντικείμενο με κωδικό 1-2345-67890, καθώς ο EPC δεν μπορεί να μας δώσει πληροφορίες για το προϊόν όπως και η πινακίδα (license plate) ενός αυτοκινήτου δεν μπορεί να μας δώσει πληροφορίες για κάποιο αυτοκίνητο. Οι υπολογιστές χρειάζονται κάποιον τρόπο ώστε να συσχετίζουν τον EPC με πληροφορίες για το μοναδικό αντικείμενο, οι οποίες είναι αποθηκευμένες κάπου αλλού. Για να μπορούν λοιπόν τα υπολογιστικά συστήματα να βρίσκουν και να κατανοούν τις πληροφορίες που σχετίζονται με κάποιο προϊόν, το Auto-ID Center ανέπτυξε κάποιες τεχνολογίες υποδομής οι οποίες μπορούν να ενσωματωθούν στο Διαδίκτυο ώστε να επιτρέψουν τις εταιρείες να αναζητήσουν πληροφορίες σχετικά με το κάθε αντικείμενο σε ασφαλείς βάσεις δεδομένων

## **EPC Gen2**

Το Auto-ID Center ανέπτυξε τις προδιαγραφές Κλάση 1 (Class 1) και Κλάση 0 (Class 0) για τις EPC ετικέτες και τις παρέδωσε στον EPCglobal τον Σεπτέβριο του 2003. Τον Ιούνιο του 2004, οι δύο αυτές προδιαγραφές ολοκλήρωσαν την διαδικασία προτυποποίησης του EPCglobal και έγιναν τα πρώτα πρότυπα του EPC. Τον Δεκέμβριο του 2004, το συμβούλιο του EPCglobal ενέκρινε ένα πρότυπο δεύτερης γενιάς το οποίο τελικά θα αντικαταστήσει την Κλάση 1 και Κλάση 2. Το 2005, ο EPCglobal επικύρωσε το πρότυπο των Συμβάντων του Επιπέδου των Εφαρμογών (Application-Level Events, ALE) για την διαχείριση των EPC δεδομένων. Το λογισμικό ALE μπορεί να επεξεργαστεί δεδομένα από EPC ετικέτες Γενιάς 1 (Gen 1) και Γενιάς 2 (Gen 2) και παρέχει μια διεπαφή για το φιλτράρισμα και ενοποίηση των EPC δεδομένων από τους αναγνώστες. Επίσης, ο EPCglobal έχει επικυρώσει ένα πρότυπο για τις Υπηρεσίες Πληροφοριών του Ηλεκτρονικού Κωδικού Προϊόντος (Electronic Product Code Information Services, EPCIS), το οποίο επιτρέπει στους εμπορικούς συνεργάτες όχι μόνο να έχουν πρόσβαση στις πληροφορίες που σχετίζονται με τον EPC κωδικό και βρίσκονται στο EPCglobal δίκτυο, αλλά και να τις μοιράζονται μεταξύ τους. Επίσης έχει επικυρώσει ένα ηλεκτρονικό πρότυπο καταγωγής ή αλλιώς e-pedigree (electronic pedigree standard), για να αρέχει στις

φαρμακοβιομηχανίες μια τυπική μορφή, την οποία θα μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι συνεργάτες της εφοδιαστικής αλυσίδας για να συλλέξουν πληροφορίες σχετικά με την αταγωγή διαφόρων φαρμάκων.

Το Gen 2 (που είναι η σύντμηση για το όνομα το οποίο έχει δοθεί στο EPC πρότυπο δεύτερης γενιάς του EPCglobal) σχεδιάστηκε για να λειτουργεί διεθνώς και είναι εμπλουτισμένο με χαρακτηριστικά όπως ο τύπος λειτουργίας με πυκνή ανάγνωση (dense reader mode of operation), που αποτρέπει τις παρεμβολές των αναγνωστών όταν χρησιμοποιούνται σε κοντινή απόσταση ο ένας με τον άλλο.

Επίσης, το πρότυπο αυτό:

- παρέχει προδιαγραφές ώστε οι κατασκευαστές να μπορούν να παράγουν RFID ετικέτες και αναγνώστες που να είναι διαλειτουργικοί και άρα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ολόκληρο τον κόσμο.
- δημιουργήθηκε για να διευκολύνει την χρήση των EPC κωδικών.

Τον Ιούλιο του 2006 ο οργανισμός ISO ενέκρινε το EPC Gen 2 Class 1 UHF πρότυπο και το δημοσίευσε ως τροποποίηση του 18000-6 προτύπου RFID διεπαφής αέρα για την διαχείριση αντικειμένων με την χρήση συσκευών που λειτουργούν σε συχνότητα από 860 MHz ως 960 MHz. Πλέον, οι κατασκευαστές των RFID ετικετών και αναγνωστών είναι πρόθυμοι να κατασκευάσουν υλικό με βάση το Gen 2 πρότυπο που έχει αναγνωριστεί από τον ISO.

#### **Πλεονεκτήματα του προτύπου Δεύτερης Γενιάς**

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του προτύπου Δεύτερης Γενιάς (Gen2) είναι τα ακόλουθα:

- Δυνατότητα ταυτόχρονης λειτουργίας πολλών αναγνωστών και RFID εφαρμογών χωρίς πρόβλημα καθώς το Gen2 παρέχει την δυνατότητα διαχείρισης των παρεμβολών ανάμεσα στους αναγνώστες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επιτρέπεται η εγκατάσταση πολλαπλών αναγνωστών που εκτελούν πολλαπλές RFID εφαρμογές στον ίδιο μικρό χώρο.
- Η ταχύτητα ανάγνωσης των ετικετών είναι μεγαλύτερη. Μάλιστα αυτή η βελτίωση στην ταχύτητα και την ακρίβεια των Gen2 αναγνώσεων εξαλείφει την ανάγκη επιβράδυνσης του ρυθμού εκτέλεσης μιας επιχειρησιακής διαδικασίας που απαιτούνταν παλαιότερα έτσι ώστε να διασφαλιστεί ότι τα δεδομένα από τις ετικέτες θα δεσμευτούν με ακρίβεια.

- Αποτελεί μια πλατφόρμα η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο στο παρόν αλλά και στο μέλλον. Το Gen2 ασχολείται με απλές λειτουργίες και με το EPC Class 1 επίπεδο λειτουργικότητας. Επίσης, παρέχει μια πλατφόρμα για μελλοντική επέκταση προσφέροντας βελτιωμένη προστασία της επένδυσης και την ευκαιρία για μεγαλύτερη επιστροφή της επένδυσης (return on investment-ROI).
- Παρατηρείται υιοθέτησή τους σε παγκόσμιο επίπεδο λόγω της σταθερής δομής και της επεκτασιμότητας που παρέχει. Πιο συγκεκριμένα, έχει υιοθετηθεί από πολλές μεγάλες επιχειρήσεις και οργανισμούς σε όλο τον κόσμο, όπως από την Wal-Mart, U.S. Department of Defence, Food and Drug Administration και International Air Transport Association.

### **Βασικά χαρακτηριστικά του προτύπου Δεύτερης Γενιάς**

Το πρότυπο Δεύτερης Γενιάς (Gen2) περιλαμβάνει τα καλύτερα χαρακτηριστικά των Gen1 Class 1, Gen1 Class 2 και των ISO πρωτοκόλλων. Τα βασικά χαρακτηριστικά του UHF Gen2 προτύπου είναι τα εξής:

- Αποτελεί ένα παγκόσμιο, ανοιχτό, διαλειτουργικό πρότυπο καθώς το Gen2 ικανοποιεί τις απαιτήσεις που αφορούν την συχνότητα αλλά και την απόδοση.
- Επιτρέπει την πυκνή λειτουργία αναγνώστων, δηλαδή την δυνατότητα λειτουργίας πολλών αναγνώστων ταυτόχρονα χωρίς να παρεμβάλλεται ο ένας με τον άλλο.
- Επιτυγχάνει μεγάλες ταχύτητες ανάγνωσης. Πιο συγκεκριμένα, το Gen2 υπόσχεται ταχύτητες ανάγνωσης ως και 10 φορές μεγαλύτερες από τα Gen 1 πρωτόκολλα, τόσο σε περιβάλλοντα με ένα αναγνώστη, όσο και σε περιβάλλοντα με μεγάλο αριθμό αναγνώστων. Στο συγκεκριμένο πρότυπο δεν υπάρχει προδιαγραφή για μια σταθερή ή ελάχιστη ταχύτητα κι αυτό διότι η ταχύτητα ανάγνωσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Οι τεχνικές προδιαγραφές του Gen 2 επιτρέπουν στους αναγνώστες να εκτελούν ως και 1.500 αναγνώσεις ετικετών το δευτερόλεπτο στην Βόρειο Αμερική και ως 600 αναγνώσεις το δευτερόλεπτο στην Ευρώπη, όπου η ραδιοσυχνική ισχύς και το εύρος ζώνης είναι περιορισμένα.
- Προσφέρει διάφορες επιλογές backscatter. Backscatter ονομάζεται η μέθοδος με την οποία, η παθητική ετικέτα αφού συλλέξει ενέργεια από το πεδίο του αναγνώστη για την ενεργοποίηση του κυκλώματός της, αποστέλλει με παθητικό τρόπο τα δεδομένα της στον αναγνώστη. Για την ακρίβεια, οι RFID αναγνώστες μπορούν να επιλέξουν μία

από τις δύο backscatter μεθόδους κωδικοποίησης σήματος: την Miller subcarrier επιλογή ή την FMO επιλογή, για να κωδικοποιήσουν τις μεταδόσεις των δεδομένων των ετικετών. Η FMO επιλογή αν και είναι η πιο γρήγορη, δεν λειτουργεί ικανοποιητικά σε περιβάλλοντα με θόρυβο και δεν είναι συμβατή με την πυκνή λειτουργία αναγνώστων, δηλαδή την λειτουργία πολλών αναγνώστων σε κοντινή απόσταση ο ένας με τον άλλο. Αντίθετα, η Miller subcarrier επιλογή σχεδιάστηκε για να βελτιστοποιήσει την απόδοση σε περιβάλλοντα με θόρυβο και σε περιβάλλοντα με μεγάλο πλήθος αναγνώστων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω προηγμένων τεχνικών που απομονώνουν την απόκριση της ετικέτας από την γενική RF backscatter παρεμβολή και τις άλλες μεταδόσεις των αναγνώστων. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιείται ένα στενό κανάλι ξεχωριστά από τα κανάλια μετάδοσης του αναγνώστη, διασφαλίζοντας έτσι ότι τα σήματα της ετικέτας δεν μεταδίδονται σε άλλα απασχολημένα κανάλια αναγνώστων, όπου υπάρχει περίπτωση να καλυφθούν από ένα ισχυρότερο σήμα αναγνώστη. Αποτέλεσμα αυτού του χαρακτηριστικού του Gen2 είναι η ευελιξία και η μεγιστοποίηση της απόδοσης των αναγνώστων στα περιβάλλοντα με θόρυβο (π.χ. περιβάλλοντα με άλλα RFID συστήματα, ασύρματα LANs κ.λ.π), αφού οι αναγνώστες μπορούν να επιλέξουν την μέθοδο κωδικοποίησης που ταιριάζει στο δικό τους περιβάλλον και στο επίπεδο θορύβου του.

- Παρέχει διάφορους τρόπους για την προστασία των δεδομένων (πχ κρυπτογράφηση, θανάτωση ετικέτας (δηλαδή μόνιμη απενεργοποίησή της) κτλ.
- Προσφέρει βελτιωμένη μνήμη και δυνατότητα προγραμματισμού της ετικέτας. Συγκεκριμένα το Gen2 προσδιορίζει 4 χώρους μνήμης: τον EPC αριθμό, το ID της ετικέτας, τους κωδικούς και την προαιρετική περιοχή των δεδομένων που καθορίζονται από τον χρήστη. Κάθε μια από αυτές τις περιοχές μνήμης, μπορεί να κλειδωθεί είτε προσωρινά είτε μόνιμα ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες με την χρήση ενός κωδικού προκειμένου να αποφευχθεί η επανεγγραφή της. Επίσης χρησιμοποιείται και ένας 32-bit κωδικός, βελτιώνοντας έτσι το επίπεδο ασφάλειας. Επιπρόσθετα κατά την διάρκεια εγγραφής δεδομένων ανάθεσης ενός κωδικού σε μια ετικέτα, οι μεταδόσεις των αναγνώστων ανακατώνονται προστατεύοντας τα δεδομένα από ωτακουστές. Οι μέθοδοι αυτές προσφέρουν καλύτερη ασφάλεια στις ετικέτες και μεγαλύτερη ευελιξία στις εφαρμογές.

- Χρησιμοποιεί ένα πρότυπο κωδικοποίησης/αποκωδικοποίησης των δεδομένων των ετικετών με την ονομασία αλγόριθμος Q. Το Gen1 πρότυπο απαιτούσε την μετάδοση ολόκληρου του 96bit EPC κωδικού μιας ετικέτας προκειμένου να ξεκινήσει η επικοινωνία μεταξύ του αναγνώστη και της ετικέτας. Με τον Gen2 αλγόριθμο Q, δεν απαιτείται η μετάδοση του EPC κωδικού για την έναρξη της επικοινωνίας. Το μόνο που απαιτείται είναι η αποστολή από την ετικέτα ενός ζεύγους τυχαίων αριθμών. Έτσι αυξάνεται η ασφάλεια, η αξιοπιστία και επιτυγχάνεται διαλειτουργικότητα με τα συστήματα γραμμωτού κώδικα.
- Διαθέτει σύνολα και συμμετρία AB. Σύμφωνα με το Gen2 οι ετικέτες δεν βρίσκονται σε κατάσταση ύπνου μόλις διαβαστούν από έναν αναγνώστη αλλά τους ανατίθεται μια σημαία. Στην αρχή υποβάλλεται μια αίτηση και αποκρίνονται οι ετικέτες με τιμή σημαίας A. Μόλις απαντήσουν, η τιμή της σημαίας τους τίθεται ίση με B. Στην επόμενη αίτηση αποκρίνονται μόνο οι ετικέτες με τιμή B και αμέσως η τιμή τους τίθεται ίση με A και επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία. Μια GEN 2 ετικέτα έχει 4 διαφορετικά ζεύγη AB σημαιών, ένα για κάθε σύνολο. Το αποτέλεσμα είναι η μείωση της παρεμβολής ανάμεσα στις RFID εφαρμογές προσφέροντας την δυνατότητα για ένα συνεργατικό περιβάλλον ανάμεσα στους σταθερούς και τους κινητούς αναγνώστες.
- Επιτυγχάνει ασφαλέστερη πρόσβαση στις ετικέτες καθώς το αυξημένο μήκος του κωδικού προσφέρει καλύτερη προστασία από την μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στα δεδομένα της ετικέτας.
- Μειώνει το μέγεθος των ηλεκτρικών κυκλωμάτων περίπου κατά 20%, σε σχέση με τα ηλεκτρικά κυκλώματα της Gen1.
- Προσφέρει υψηλή αξιοπιστία και μεγάλες ταχύτητες ανάγνωσης. Το Gen2 πρότυπο περιλαμβάνει πολλές βελτιώσεις των Generation 1 προδιαγραφών. Με αυτές τις βελτιώσεις μειώνονται οι λανθασμένες αναγνώσεις ετικετών άρα αυξάνεται η αξιοπιστία της ανάγνωσης. Ταυτόχρονα μειώνεται η πιθανότητα εισόδου λανθασμένων δεδομένων στην εφαρμογή που τις χρησιμοποιεί.
- Χρησιμοποιούνται καλύτεροι αλγόριθμοι ανάγνωσης (Bit Mask Filtering) οι οποίοι μειώνουν τις αναγνώσεις διπλοεγγραφών και διευκολύνουν την εύρεση μιας συγκεκριμένης ετικέτας.
- Καθιστούν δυνατή την ανάγνωση όσο και την δέσμευση των δεδομένων των ετικετών από μεγάλη απόσταση.

### **Τρόποι λειτουργίας του προτύπου Δεύτερης Γενιάς**

Το πρότυπο Δεύτερης Γενιάς (Gen2) ορίζει τρεις τρόπους λειτουργίας οι οποίοι σχετίζονται με τον τρόπο μετάδοσης και λήψης των ραδιο-σημάτων από τους αναγνώστες:

1. Λειτουργία με έναν αναγνώστη (single reader Mode) (ένας μόνο αναγνώστης). Ο τρόπος αυτός είναι σχεδιασμένος έτσι ώστε να χρησιμοποιείται αποτελεσματικά ένας αναγνώστης, ενώ είναι αναποτελεσματικός για υλοποιήσεις με πολλαπλούς αναγνώστες.
2. Λειτουργία με πολλούς αναγνώστες (multi-reader mode) (ως 49 αναγνώστες σε περιοχή 1 τετραγωνικού χιλιομέτρου). Αυτός ο τρόπος χρησιμοποιείται σε μικρά περιβάλλοντα στα οποία βρίσκονται πολλοί αναγνώστες. Παρόλο που αυτός ο τρόπος λειτουργίας είναι πιο αποτελεσματικός σε σχέση με τον προηγούμενο, είναι πιθανόν να εμφανιστούν προβλήματα σχετικά με την επικοινωνία, τα οποία μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά την απόδοση του RFID συστήματος.
3. Πυκνή λειτουργία αναγνωστών (dense reader mode) (πάνω από 50 αναγνώστες σε περιοχή 1 τετραγωνικού χιλιομέτρου). Αυτός ο τρόπος λειτουργίας είναι σχεδιασμένος για επιχειρησιακές διαδικασίες στις οποίες χρησιμοποιούνται πολλοί αναγνώστες. Οι αναγνώστες επικοινωνούν με τις ετικέτες μέσω συγκεκριμένων και προκαθορισμένων καναλιών επικοινωνίας ελαττώνοντας έτσι την παρεμβολή μεταξύ των αναγνωστών. Τα σήματα δηλαδή των αναγνωστών τηρούνται ξεχωριστά από τα σήματα των ετικετών.

Πρέπει επίσης να επισημανθεί ότι οι EPC Gen 2 ετικέτες δεν έχουν δημιουργηθεί αποκλειστικά για τους παραπάνω τρεις διαφορετικούς τρόπους ανάγνωσης, αλλά είναι δυνατή η ανάγνωση και η εγγραφή τους από προϊόντα κάθε κατηγορίας. Ο τρόπος με την πυκνή λειτουργία των αναγνωστών είναι η ασφαλέστερη επιλογή για την χρήση του EPC εξοπλισμού και παρέχει την αποτελεσματικότερη χρήση του εύρους ζώνης, που βελτιώνει την απόδοση και προστατεύει από κάθε παρέμβαση. Από την άλλη, οι ετικέτες που χρησιμοποιούν τον τρόπο λειτουργίας με τον ένα αναγνώστη, σχεδιάζονται εύκολα και το κόστος παραγωγής τους είναι πολύ μικρό.

## Τεχνολογικό υπόβαθρο

### Βασικές Έννοιες

Ο όρος **Auto-ID** αποτελεί τον ευρύτερο χαρακτηρισμό των τεχνολογιών που βοηθούν τις μηχανές να αναγνωρίζουν αντικείμενα. Κυρίως παραδείγματα τέτοιων τεχνολογιών αποτελούν οι Barcodes, Smart Tags, συσκευές αναγνώρισης φωνής, οπτικής αναγνώρισης χαρακτήρων, Radio Frequency Identification και άλλες.

Όλα τα συστήματα Auto-ID συνίστανται από τα ακόλουθα βασικά χαρακτηριστικά (Kambil, 2001):

- 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, σταθερός ή φορητός αναγνώστης (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.

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.

Οι πλέον σύγχρονες τεχνολογίες Auto-ID που πλαισιώνονται με τη χρήση ενός ενιαίου ηλεκτρονικού κώδικα (Electronic Product Code-EPC)<sup>2</sup> 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 (Want, 2004) . 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.

### **Συστατικά μέρη της τεχνολογίας RFID**

Όπως προαναφέρθηκε και προηγούμενα τα βασικά στοιχεία του συστήματος RFID είναι τρία: η ετικέτα, ο αναγνώστης και το ενδιάμεσο λογισμικό. Συνοδευτικά των προηγούμενων δομικών στοιχείων είναι οι κεραίες οι οποίες συνοδεύουν τους αναγνώστες και οι εκτυπωτές που χρησιμοποιούνται για καταγραφή των στοιχείων στις ετικέτες. Τα στοιχεία αυτά ανάλογα με τις ιδιότητες τους καθορίζουν για ποια εφαρμογή είναι κατάλληλα και ποιες είναι οι δυνατότητες της εφαρμογής.

Πιο αναλυτικά έχουμε τα εξής:

#### **Κεραίες (Antennas)**

Οι κεραίες χρησιμοποιούνται τόσο στις ετικέτες όσο και στους αναγνώστες και κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους. Το μέγεθός τους ποικίλει από μερικά τετραγωνικά εκατοστά έως μερικά τετραγωνικά μέτρα. Οι κεραίες πολύ υψηλών συχνοτήτων (Ultra High Frequency) των συσκευών ανάγνωσης χωρίζονται σε κεραίες οι οποίες εκπέμπουν και δέχονται ραδιοκύματα από και προς όλες τις κατευθύνσεις (circular-polarized) και σε κεραίες οι οποίες μπορούν να εκπέμπουν και να λαμβάνουν ραδιοκύματα από μια μόνο κατεύθυνση (linear-polarized). Οι κεραίες circular polarized είναι λιγότερο ευαίσθητες στη θέση του πομπού και του δέκτη αλλά έχουν μικρότερο εύρος λειτουργίας από τις κεραίες linear-polarized.





**(ΚΕΡΑΙΑ RFID)**

### **Αναγνώστες (Readers)**

Ο αναγνώστης είναι μια συσκευή που αναλαμβάνει να επικοινωνήσει με την ετικέτα μέσω των ραδιοκυμάτων και για το λόγο αυτό ενσωματώνει κεραία. Επίσης περιέχει μια μονάδα ελέγχου που καθορίζει τις ενέργειες που κάνει ο αναγνώστης (αποστολή/λήψη σημάτων, ανάγνωση/εγγραφή ετικετών κ.α.), ενέργειες που καθορίζονται από το ενδιαμέσο λογισμικό. Επίσης η μονάδα ελέγχου αναλαμβάνει την επικοινωνία με το πληροφορικό σύστημα μέσω του ενδιαμέσου λογισμικού που παίζει το ρόλο μεταφραστή και για τις δύο πλευρές. Για να παρέχουν επιπρόσθετη λειτουργικότητα, οι αναγνώστες συνήθως περιέχουν εσωτερικό αποθηκευτικό χώρο (internal storage), υπολογιστική ισχύ (processing power) ή συνδέσεις με κάποια βάση δεδομένων. Μάλιστα μπορεί να διεξάγουν διάφορους υπολογισμούς για λογαριασμό μιας ετικέτας, όπως για παράδειγμα κρυπτογραφικούς υπολογισμούς.



**(ΑΝΑΓΝΩΣΤΗΣ RFID)**

Οι αναγνώστες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση την μεταφερισιμότητά τους, τις τεχνικές ιδιότητες και διαστάσεις τους καθώς και με βάση τις δυνατότητές τους.

### **Μεταφερσιμότητα**

Στην πράξη, οι αναγνώστες μπορεί να είναι συσκευές χειρός (handheld devices) ή ενσωματωμένοι σε μια σταθερή περιοχή

- Σταθερούς Αναγνώστες
- Αναγνώστες Χειρός

### **Τεχνικές ιδιότητες και διαστάσεις**

Μια άλλη κατηγοριοποίηση των αναγνωστών ανάλογα με την εφαρμογή, τις τεχνικές ιδιότητες και τις φυσικές διαστάσεις τους είναι η παρακάτω:

- Σταθεροί Αναγνώστες
- Ολοκληρωμένοι Αναγνώστες
- Αναγνώστες Χειρός
- Ενσωματωμένοι Αναγνώστες

### **Δυνατότητες**

Κάποιοι χρησιμοποιούν τους όρους χαζός (dumb) και έξυπνος (intelligent) για να διαχωρίσουν τους αναγνώστες ως προς τις δυνατότητές τους.

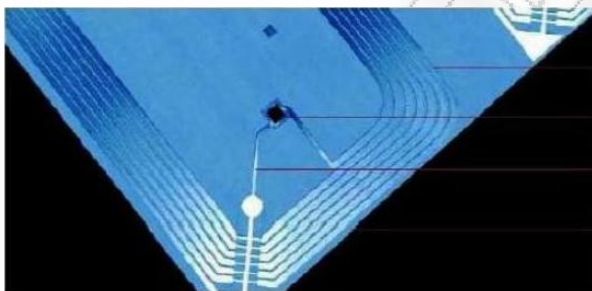
- Έξυπνος αναγνώστης (intelligent reader): είναι αυτός που μπορεί όχι μόνο να εκτελεί διάφορα πρωτόκολλα, αλλά και να φιλτράρει δεδομένα καθώς και να εκτελεί διάφορες εφαρμογές. Ουσιαστικά είναι ένας υπολογιστής ο οποίος επικοινωνεί με τις ετικέτες.
- Αντίθετα, ένας χαζός αναγνώστης (dumb reader): είναι μια απλή συσκευή η οποία μπορεί να διαβάσει μόνο ένα τύπο ετικέτας, χρησιμοποιώντας μια συχνότητα και ένα πρωτόκολλο. Αυτός ο τύπος αναγνώστη έχει πολύ μικρή υπολογιστική ισχύ, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να φιλτράρει ό,τι διαβάζει, να μην αποθηκεύει δεδομένα κτλ.

Σημαντικό στοιχείο που πρέπει να αναφερθεί και αποτελεί αντικείμενο μελέτης κατά την υλοποίηση οποιουδήποτε έργου RFID είναι το πρόβλημα της παρεμβολής του σήματος ενός αναγνώστη με το σήμα κάποιου άλλου, σε σημεία όπου υπάρχει επικάλυψη περιοχών (coverage overlaps). Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται σύγκρουση αναγνώστη (reader collision). Ένας τρόπος για την αποφυγή αυτού του προβλήματος είναι να χρησιμοποιηθεί μια τεχνική

που ονομάζεται πολλαπλή πρόσβαση με χρονική διαίρεση (multiple access time division) ή TDMA. Με απλά λόγια, δίνεται η εντολή στους αναγνώστες να διαβάσουν μια ετικέτα σε διαφορετικές χρονικές στιγμές αντί να προσπαθούν και οι δύο να την διαβάσουν ταυτόχρονα. Η τεχνική αυτή μπορεί μεν να εξασφαλίζει την αποφυγή παρεμβολής του ενός αναγνώστη με τον άλλο, αλλά προκαλεί διπλή ανάγνωση οποιασδήποτε RFID ετικέτας βρίσκεται στην περιοχή επικάλυψης. Για τον λόγο αυτό το σύστημα θα πρέπει να ρυθμιστεί με τέτοιο τρόπο ώστε αν κάποιος αναγνώστης διαβάσει μια ετικέτα, αυτή να μην μπορεί να διαβαστεί ξανά από κάποιον άλλο αναγνώστη.

### Ετικέτες (Tags)

Η ετικέτα RFID περιλαμβάνει μια κεραία (antenna) και ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα (IC). Η κεραία χρησιμοποιείται για την αμφίδρομη αποστολή σημάτων μέσω των ραδιοκυμάτων με τον αναγνώστη. Το ολοκληρωμένο κύκλωμα είναι αυτό που καθορίζει κάθε φορά αν θα γίνει εκπομπή ή λήψη δεδομένων και έχει την δυνατότητα να τα αποθηκεύει στην μνήμη του η οποία διαφοροποιείται ανάλογα με τη χρήση.



*Κεραία*

*Ολοκληρωμένο Κύκλωμα*

*Σύνδεση Κεραίας-Ολοκλ/νου Κυκλώματος*

*Υπόστρωμα στο οποίο βρίσκεται η Κεραία*

Για να γίνει η επιλογή της κατάλληλης ετικέτας για κάποια εφαρμογή, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη: τα γενικά χαρακτηριστικά που αφορούν την απόδοση καθώς και οι κανονισμοί/ διατάξεις που σχετίζονται με τις επιτρεπόμενες συχνότητες για την επιθυμητή περιοχή. Όσον αφορά τις ετικέτες μπορούμε να τις κατηγοριοποιήσουμε με βάση διάφορα κριτήρια, όπως την πηγή ενέργειάς τους, την δυνατότητα εγγραφής- ανάγνωσης, την συχνότητα λειτουργίας, τις εφαρμογές στις οποίες θα χρησιμοποιηθούν κτλ. Οι βασικότερες κατηγοριοποιήσεις παρουσιάζονται παρακάτω:

## Πηγή Ενέργειας

Οι ετικέτες απαιτούν κάποια ποσότητα ενέργειας για να λειτουργήσουν τα κυκλώματα που βρίσκονται πάνω τους. Μπορούμε να διακρίνουμε δύο βασικές κατηγορίες RFID ετικετών με βάση την πηγή ενέργειάς τους: τις ενεργές (active) και τις παθητικές (passive).

- Οι ενεργές RFID ετικέτες διαθέτουν ένα πομπό (transmitter) και την δική τους πηγή ενέργειας (που συνήθως είναι μια μπαταρία). Η πηγή ενέργειας χρησιμοποιείται για την λειτουργία του κυκλώματος του microchip, αλλά και για την μετάδοση ενός σήματος σε κάποιον αναγνώστη (με τον ίδιο τρόπο που ένα κινητό μεταδίδει σήματα σε κάποιο σταθμό βάσης (base station)).
- Σε αντίθεση με τις ενεργές ετικέτες, οι παθητικές δεν έχουν μπαταρία. Αντ' αυτού, αντλούν την ενέργεια που χρειάζονται από κάποιον αναγνώστη, ο οποίος εκπέμπει ηλεκτρομαγνητικά κύματα τα οποία προκαλούν ηλεκτρικό ρεύμα (current) στην κεραία της ετικέτας.

## Δυνατότητα ανάγνωσης-εγγραφής

Όπως προαναφέρθηκε οι ετικέτες έχουν μνήμη, λόγω του ολοκληρωμένου κυκλώματος που περιέχουν. Τα microchips των RFID ετικετών μπορούν: να αναγνωσθούν και να εγγραφούν (readwrite), μόνο να αναγνωσθούν (read only) ή να εγγραφούν μια φορά και να αναγνωσθούν πολλές (write once read many, WORM).

- Με τα chips **ανάγνωσης-εγγραφής (read-write)** μπορούν να προστεθούν πληροφορίες στην ετικέτα ή να γίνει εγγραφή πάνω σε υπάρχουσες πληροφορίες, όταν η ετικέτα βρίσκεται μέσα στην εμβέλεια ανάγνωσης του αναγνώστη. Τα chip ανάγνωσης-εγγραφής έχουν συνήθως ένα σειριακό αριθμό ο οποίος δεν μπορεί να διαγραφεί/ δεν μπορεί να γραφτεί τίποτε πάνω του. Συνοπτικά, οι επανεγγράψιμες ετικέτες εγγράφονται κατά την κατασκευή τους, όμως οι αναγνώστες έχουν την δυνατότητα όχι μόνο να διαβάζουν τα δεδομένα τους αλλά και να τα τροποποιούν (με εισαγωγή ή διαγραφή δεδομένων) απεριόριστα.
- Τα microchips που είναι **μόνο για ανάγνωση**, περιέχουν πληροφορίες (συνήθως ένα σειριακό αριθμό και ένα ψηφίο ελέγχου) οι οποίες αποθηκεύτηκαν σε αυτά κατά την

διαδικασία κατασκευής τους. Οι πληροφορίες που βρίσκονται πάνω σε αυτά τα chips δεν μπορούν να μεταβληθούν ποτέ. Έτσι οι αναγνώστες μπορούν μόνο να διαβάσουν τα δεδομένα και όχι να τα τροποποιήσουν.

- Οι ετικέτες **μιας εγγραφής-πολλών αναγνώσεων** (WORM) μπορούν να έχουν ένα σειριακό αριθμό ο οποίος αφότου εγγραφεί πάνω τους δεν μπορεί να διαγραφεί αργότερα. Στην βιβλιογραφία αναφέρεται ότι οι ετικέτες αυτές εγγράφονται κατά την κατασκευή τους, μπορούν όμως να εγγραφούν και από τον χρήστη μόνο μια φορά ακόμα. Έπειτα μετατρέπονται σε αναγνώσιμες ετικέτες.

### **Συχνότητα λειτουργίας και Εμβέλεια ανάγνωσης**

Όσον αφορά τις συχνότητες λειτουργίας των ετικετών, πρέπει να σημειώσουμε ότι οι περιοχές συχνοτήτων που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι τέσσερις: η χαμηλή συχνότητα (low frequency, LF) 125/134.2 KHz, η υψηλή συχνότητα (high frequency, HF) 13.56 MHz, η πολύ υψηλή συχνότητα (ultra high frequency, UHF) (η οποία περιλαμβάνει τα 869 και 915 MHz) και τα μικροκύματα (microwave) (στα 2450 MHz). Συχνότητες οι οποίες έχουν ντίκτυπο στην απόσταση από την οποία μπορούν να διαβαστούν. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι οι χαμηλής συχνότητας (low frequency) ετικέτες μπορούν να διαβαστούν από την απόσταση των 0.33 μέτρων ή και λιγότερο. Οι ετικέτες που λειτουργούν στην ζώνη/ εύρος των LF-HF έχουν εύρος ανάγνωσης 2.5 εκατοστά έως περίπου 46 εκατοστά (1 με 18 inches). Οι υψηλής συχνότητας (high frequency) ετικέτες μπορούν να διαβαστούν περίπου από το 1 μέτρο και οι UHF ετικέτες από 3 έως 6 μέτρα. Οι παθητικές UHF ετικέτες έχουν εύρος ανάγνωσης τα 6 μέτρα, ενώ οι ετικέτες μικροκυμάτων (microwave tags) από 0.33 έως 2 μέτρα. Οποτεδήποτε απαιτούνται μεγαλύτερες εμβέλειες ανάγνωσης, χρησιμοποιούνται ενεργές ετικέτες οι οποίες με την χρήση μπαταριών αυξάνουν την εμβέλεια ανάγνωσής τους στα 100 μέτρα ή και περισσότερο.

### **Εκτυπωτές (Printers)**

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.

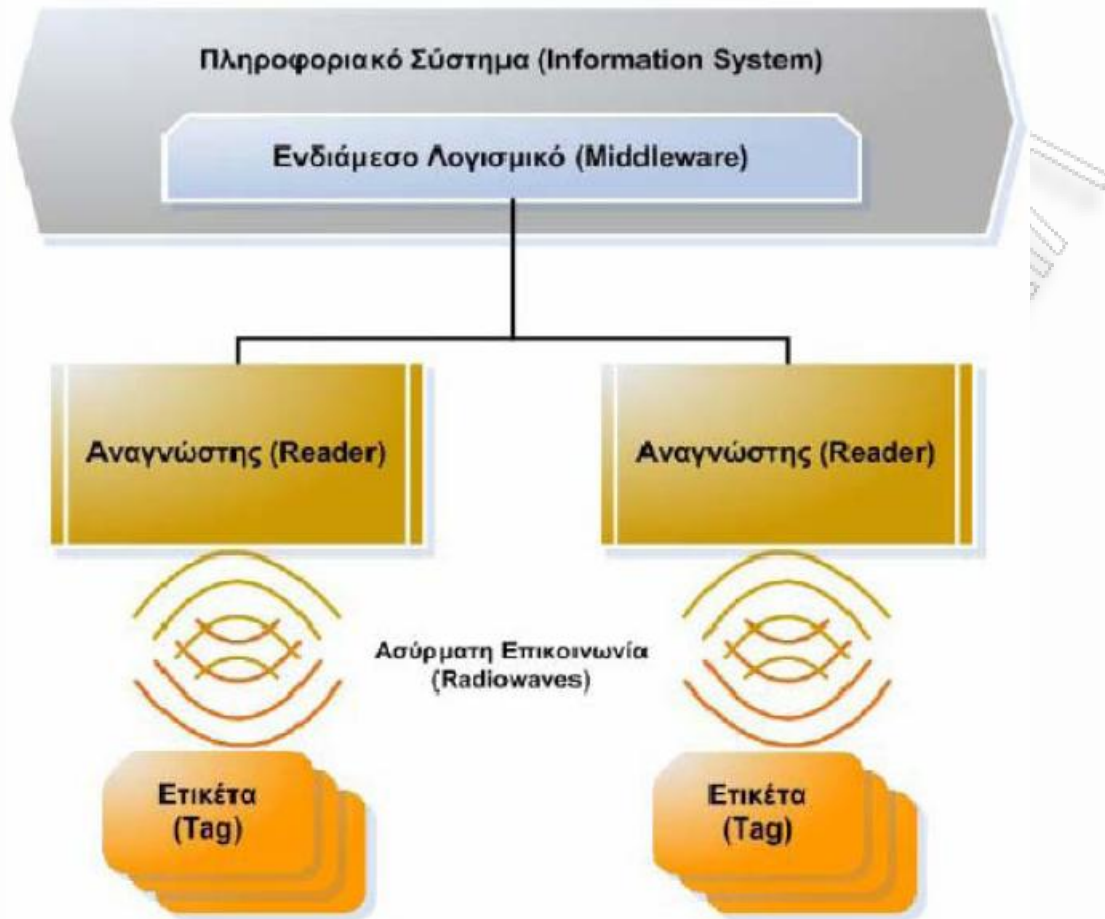


Εκτυπωτής (Printer) RFID

### **Λογισμικό (Middleware)**

Το ενδιάμεσο λογισμικό είναι ο «αντιπρόσωπος» του RFID αναγνώστη στο πληροφοριακό σύστημα της επιχείρησης. Αναλαμβάνει να προωθεί τόσο προς τον αναγνώστη τα δεδομένα και τις εντολές που δέχεται από το πληροφοριακό σύστημα όσο και τα δεδομένα και τις εντολές που δέχεται από τον αναγνώστη προς το πληροφοριακό σύστημα.

Οι εντολές προς τον αναγνώστη αφορούν κυρίως πράξεις που πρέπει να γίνουν πάνω σε μια ετικέτα (εύρεση ετικέτας, ανάγνωση κωδικού ετικέτας, ανάγνωση δεδομένων ετικέτας, εγγραφή δεδομένων στην ετικέτα, καταστροφή ετικέτας κ.α.) αλλά και πράξεις που αφορούν τον ίδιο τον αναγνώστη (ανάγνωση κατάστασης αναγνώστη, αλλαγή ρυθμίσεων αναγνώστη, ανάγνωση κωδικού αναγνώστη κ.α.) και ονομάζονται ως εντολές αναγνώστη.



ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ RFID

## **Χαρακτηριστικά Τεχνολογίας RFID**

Η τεχνολογία RFID βρίσκεται στα άκρα ενός πληροφοριακού συστήματος. Είναι στην ουσία ένας διαφορετικός τρόπος διασύνδεσης με αντικείμενα που επιθυμούμε να αναγνωρίζουμε, να εντοπίζουμε και συλλέγουμε πληροφορίες γι' αυτά. Η διασύνδεση είναι ασύρματη και βασίζεται όπως έχουμε αναφέρει και προηγούμενα στα ραδιοκύματα τα οποία μεταδίδονται στον αέρα, ενώ παράλληλα δεν απαιτεί οπτική επαφή.

Η βασική έννοια που πρέπει να κατανοηθεί για το RFID είναι ότι δεν είναι μια εναλλακτική μέθοδο ταυτοποίησης και αναγνώρισης αντικειμένων, π.χ. ένα ηλεκτρονικό barcode που δεν χρειάζεται οπτική επαφή. Το RFID δίνει τη δυνατότητα αυτόματης και μαζικής ανάγνωσης των πληροφοριών των ειδών, βγάζοντας τον ανθρώπινο παράγοντα εκτός των διαδικασιών αναγνώρισης τους. Χρησιμοποιώντας τη λογική αυτή μπορούν να επαναπροσδιοριστούν τυπικές επιχειρησιακές διαδικασίες π.χ. κατά την παραλαβή μίας μικτής παλέτας με RFID ετικέτες, σε κάθε κιβώτιο δεν χρειάζεται πλέον να αποσυντεθεί για να καταμετρηθεί. Ένα πέρασμα της παλέτας με το περονοφόρο από μία πύλη RFID αρκεί για να μετρηθεί αυτόματα και αξιόπιστα. Η είσοδος ατόμου σε απαγορευμένο χώρο καταγράφεται και εμποδίζεται, η καταγραφή αντικειμένων γίνεται αυτόματα κ.ο.κ.

Είναι χαρακτηριστικά τα παραδείγματα εταιριών που αρχίζουν και χρησιμοποιούν την τεχνολογία για κλειστού βρόγχου (closed loop) εφαρμογές. Έχοντας στόχο την βελτίωση των εταιρικών διαδικασιών μέσω της διαφάνειας των λειτουργιών που μπορεί να προσφέρει η τεχνολογία RFID, στην Ελλάδα παρατηρούνται εφαρμογές για παρακολούθηση διανομής προϊόντων, ανακυκλούμενων συσκευασιών, παγίων κλπ.

Παρόλα αυτά η αντιμετώπιση μίας εφαρμογής με χρήση τεχνολογιών RFID δεν αποτελεί μία απλή περίπτωση καθώς θα πρέπει να γίνει σχεδιασμός και ανάλυση του περιβάλλοντος εφαρμογής καθώς και πιλοτική εφαρμογή λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών που έχει η εν' λόγω τεχνολογία και συνοψίζονται κυρίως στα παρακάτω:

- Χρήση συχνοτήτων με βάση τους κανονισμούς και τις κοινοτικές οδηγίες
- Ελαχιστοποίηση Παρεμβολών
- Πρόβλεψη του απαιτούμενου Κόστους
- Μελέτη της απαιτούμενης Ακρίβειας
- Έλεγχος Ασφάλειας – Ιδιωτικότητας
- Μελέτη των χρησιμοποιούμενων υλικών



- Συμβατότητα Προτύπων

### **Συχνότητες Λειτουργίας**

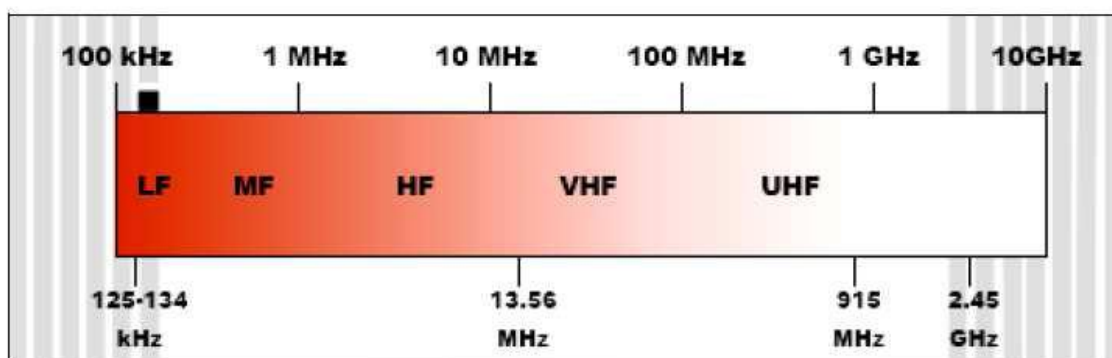
Οι ζώνες συχνοτήτων που χρησιμοποιούν τα συστήματα RFID διακρίνονται σε:

1. Ζώνη χαμηλών συχνοτήτων (LF, low frequency) στα 125/134 KHz
2. Ζώνη υψηλών συχνοτήτων (HF, high frequency) στα 13.56 MHz
3. Ζώνη πολύ υψηλών συχνοτήτων (UHF, Ultra high frequency) στα 433/869/915 MHz
4. Ζώνη μικροκυμάτων (mW, micro-wave) στα 2.45/5.8GHz

Οι διαφορετικές συχνότητες έχουν και διαφορετικά χαρακτηριστικά τα οποία τις κάνουν καταλληλότερες για διαφορετικές εφαρμογές. Ως εκ τούτου, καλό είναι να υπάρχει συνεργασία με κάποιον έμπειρο σύμβουλο ή με το άτομο που θα αναλάβει την ενσωμάτωση του RFID συστήματος (integrator) ή με τον πωλητή, έτσι ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη συχνότητα για την εφαρμογή που επιθυμείται. Στον πίνακα που ακολουθεί περιγράφονται ιδιότητες και χαρακτηριστικά των τεσσάρων ζωνών συχνοτήτων καθώς και σε ποιες εφαρμογές χρησιμοποιούνται.

Ζώνες Συχνότητων	LF 125 KHz	HF 13.56 MHz	UHF 869 (EU) 915 (USA) MHz	Microwave 2.45 GHz & 5.8 GHz
Μέγιστη απόσταση ανάγνωσης	< 0.5 m	- 1 m	- 6 m	- 1 m
Γενικά Χαρακτηριστικά	Σχετικά ακριβά ακόμα και για μεγάλες παραγγελίες. Οι LF συχνότητες απαιτούν μια μεγαλύτερη και ακριβότερη κεραία. Οι επαγωγικές ετικέτες είναι ακριβότερες από τις χωρητικές.	Λιγότερο ακριβές σε σχέση με τις επαγωγικές LF ετικέτες. Κατάλληλες για εφαρμογές που δεν απαιτούν μεγάλη απόσταση ανάγνωσης πολλαπλών ετικετών.	Σε μεγάλες ποσότητες οι UHF ετικέτες είναι φθηνότερες από LF και HF. Καλή ισορροπία μεταξύ απόσταση ανάγνωσης – επιδόσεων κυρίως για ανάγνωση πολλαπλών ετικετών.	Παρόμοια χαρακτηριστικά με τις UHF ετικέτες αλλά με μεγαλύτερο ρυθμό ανάγνωσης Είναι ευαίσθητες στην απόδοσή τους λόγω της παρουσίας μετάλλων, υγρών και άλλων υλικών.
Πηγή ενέργειας για την ετικέτα	Γενικά παθητικές ετικέτες που χρησιμοποιούν επαγωγική σύζευξη	Γενικά παθητικές ετικέτες που χρησιμοποιούν επαγωγική ή χωρητική σύζευξη	Ενεργές ετικέτες με εσωτερική μπαταρία ή παθητικές ετικέτες που χρησιμοποιούν χωρητική σύζευξη	Ενεργές ετικέτες με εσωτερική μπαταρία ή παθητικές ετικέτες που χρησιμοποιούν χωρητική σύζευξη
Τυπικές Εφαρμογές	Έλεγχος πρόσβασης, εντοπισμός ζώων, immobilizer οχημάτων, εφαρμογές POS	Έξυπνες κάρτες, εντοπισμός σε επίπεδο τεμαχίου, χειρισμός βαλιτσών, βιβλιοθήκες	Εντοπισμός σε επίπεδο παλέτας, αυτόματη είσπραξη διοδίων, διαχείριση βαλιτσών	Αυτόματη είσπραξη διοδίων

Ρυθμός Ανάγνωσης Δεδομένων	Αργός	←	→	Γρήγορος
Ανάγνωση σε μεταλλικές και υγρές επιφάνειες	Ικανοποιητική	←	→	Μη ικανοποιητική
Μέγεθος ετικέτας	Μεγάλο	←	→	Μικρό



Τα περισσότερα εμπορικά RFID συστήματα λειτουργούν στην UHF ζώνη συχνοτήτων, δηλαδή ανάμεσα στα 859 και 915 MHz ή σε υψηλή συχνότητα (HF) στα 13.56 MHz. Η UHF ζώνη χρησιμοποιείται συνήθως σε εφαρμογές που σχετίζονται με την εφοδιαστική αλυσίδα ή σε αυτοματοποιημένες επιχειρησιακές δραστηριότητες. Μάλιστα, το EPCglobal's Gen 2 πρότυπο (που περιγράφεται σε επόμενο κεφάλαιο) αποτελεί μια UHF τεχνολογία. Βέβαια, η RFID τεχνολογία χρησιμοποιεί αρκετά και άλλες συχνότητες όπως είναι τα 125 MHz, που αποτελεί μια συχνότητα με μικρό εύρος και αξιοποιείται συνήθως στην αναγνώριση των οχημάτων, αλλά και τα 430 MHz και 2.45 GHz που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με ακριβές ετικέτες (που τροφοδοτούνται από μπαταρία) για αναγνώριση/ ταυτοποίηση η οποία απαιτεί μεγάλο εύρος ανάγνωσης.

Όπως είναι προφανές, κάθε ζώνη συχνοτήτων έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της. Για παράδειγμα, οι χαμηλές συχνότητες 125-134 kHz και 13.56 MHz λειτουργούν καλύτερα δίπλα στο νερό ή σε ανθρώπους, σε σχέση τις ετικέτες που εκπέμπουν σε υψηλότερες συχνότητες. Για τον λόγο αυτό η επιλογή της συχνότητας εξαρτάται από τις απαιτήσεις της εκάστοτε εφαρμογής. Συγκεντρωτικά τα χαρακτηριστικά κάθε ζώνης συχνοτήτων καθώς και οι κυριότερες εφαρμογές τους παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Ζώνη Συχνότητας	Εύρος	Χαρακτηριστικά	Εφαρμογές
Χαμηλή	100-300 KHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μικρό εύρος ανάγνωσης</li> <li>• Μικρό κόστος</li> <li>• Χαμηλή ταχύτητα ανάγνωσης</li> <li>• Αδυναμία ανάγνωσης πολλών ετικετών ταυτόχρονα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Έλεγχος πρόσβασης</li> <li>• Ταυτοποίηση/εντοπισμός ζώων</li> <li>• Έλεγχος αποθεμάτων</li> <li>• Εκκίνηση αυτοκινήτων</li> </ul>
Υψηλή	1-15 MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μέτριο εύρος ανάγνωσης</li> <li>• Χαμηλό κόστος σε ορισμένες περιπτώσεις</li> <li>• Μέτρια ταχύτητα ανάγνωσης</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ηλεκτρονική παρακολούθηση αντικειμένων (EAS)</li> <li>• Έλεγχος αποθεμάτων</li> <li>• Έξυπνες κάρτες</li> <li>• Εφοδιαστική αλυσίδα-ανίχνευση παλετών και κιβωτίων</li> </ul>
Πολύ Υψηλή	300 MHz -1GHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μεγάλο εύρος ανάγνωσης</li> <li>• Μεγάλη ταχύτητα ανάγνωσης</li> <li>• Απαιτούμενη οπτική επαφή</li> <li>• Υψηλό κόστος</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Παρακολούθηση αυτοκ/δρομου</li> <li>• Συστήματα διοδίων</li> <li>• Εφοδιαστική αλυσίδα</li> <li>• Έλεγχος πρόσβασης</li> <li>• Συστήματα πληρωμών</li> <li>• Έλεγχος αποσκευών</li> <li>• Βιβλιοθήκες</li> </ul>
Μικροκύματα	2.45/5.8 GHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μεγάλο εύρος ανάγνωσης</li> <li>• Δυνατότητα ανάγνωσης μετην χρήση ενός φορητού αναγνώστη από απόσταση 46cm και με την χρήση ενός αναγνώστη που είναι προσαρτημένος σε πόρτες από απόσταση ως και 122 cm</li> <li>• Μεγάλη ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων</li> <li>• Δημιουργία παρεμβολών από προϊόντα σε υγρή μορφή και από αντανακλάσεις μεταλλικών αντικειμένων.</li> </ul>	Εντοπισμός και ιχνηλάτηση αντικειμένων

### Διεθνής διαχείριση των συχνοτήτων

Οι περισσότερες χώρες έχουν καθορίσει την περιοχή των 125 KHz ή των 134 KHz στο ραδιοφωνικό φάσμα (radio spectrum) για τα συστήματα χαμηλής συχνότητας ενώ τα 13.56 MHz χρησιμοποιούνται παγκοσμίως για τα συστήματα υψηλής συχνότητας. Το κακό με τα UHF RFID συστήματα είναι ότι άρχισαν να χρησιμοποιούνται πρόσφατα (από τα μέσα της δεκαετίας του 1990) και οι διάφορες χώρες δεν έχουν προσδιορίσει μια μοναδική περιοχή του UHF φάσματος για τα RFID. Η Ευρώπη χρησιμοποιεί τα 868 MHz για τα UHF ενώ στις Ηνωμένες Πολιτείες χρησιμοποιούνται τα 915 MHz. Μέχρι προσφάτως, η Ιαπωνία δεν επέτρεπε την χρήση του UHF φάσματος, αλλά τώρα εξετάζει την απελευθέρωση της περιοχής των 960 MHz

για την εν λόγω τεχνολογία. Το σίγουρο είναι ότι θα περάσουν αρκετά χρόνια έως ότου όλες οι κυβερνήσεις συμφωνήσουν σε μια UHF συχνότητα (single UHF band), παρόλο που είναι πολλές οι συσκευές που χρησιμοποιούν το φάσμα αυτό για την τεχνολογία RFID.

Όμως οι κυβερνήσεις δεν αποφασίζουν μόνο για την χρήση των συχνοτήτων αλλά ρυθμίζουν και την ισχύ των αναγνώστων έτσι ώστε να περιοριστούν οι παρεμβολές από άλλες συσκευές. Υπάρχουν μάλιστα και κάποιες ομάδες, όπως η Πρωτοβουλία του Παγκόσμιου Εμπορίου (Global Commerce Initiative), που προσπαθούν να ενθαρρύνουν τις κυβερνήσεις να συμφωνήσουν για τις συχνότητες και την έξοδο (output) των αναγνώστων. Για να ξεπεραστεί πάντως το πρόβλημα αυτό οι κατασκευαστές των ετικετών και των αναγνώστων προσπαθούν να αναπτύξουν συστήματα τα οποία μπορούν να λειτουργήσουν σε περισσότερες από μια συχνότητες.

Αυτό που είναι σίγουρο είναι ότι, δεν υπάρχει ένας παγκόσμιος δημόσιος οργανισμός που να είναι υπεύθυνος για την διαχείριση των συχνοτήτων που χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία RFID και για τον λόγο αυτό επιδιώκεται ένας βαθμός ομοιομορφίας τριών περιοχών: Ευρώπη, Μέση Ανατολή, Αφρική και Πρώην Σοβιετική Ένωση (**Περιοχή 1**), Βόρεια και Νότια Αμερική (**Περιοχή 2**) και Άπω Ανατολή, Αυστραλασία και Ιαπωνία (**Περιοχή 3**). Από κει και πέρα κάθε χώρα διαχειρίζεται τις κατανομές συχνότητας σύμφωνα με τους κανονισμούς που ορίζονται από αυτές τις τρεις περιοχές αλλά και με την βοήθεια κάποιου οργανισμού, όπως:

- Η.Π.Α: FCC (Federal Communications Commission)
- Καναδάς: DOC (Department of Communication)
- Ευρώπη: ERO, CEPT, ETSI
- Ιαπωνία: MPHPT (Ministry of Public Management, Home Affairs, Post and Telecommunication)
- Κίνα: Ministry of Information Industry
- Ωκεανία: Australian Communication Authority, New Zealand Ministry of Economic Development

Οι κατανομές συχνοτήτων για χρήση από την τεχνολογία RFID στις διάφορες περιοχές είναι:

1. Περιοχή 1 - Ευρώπη και Αφρική. Στην περιοχή 1 έχουμε τις CEPT χώρες όπου χρησιμοποιούνται οι συχνότητες 869.4 - 869.65 MHz και 865.6 - 867.6 MHz, ενώ στην Νότια Αφρική οι 869.4 - 869.65 MHz και 915.2 - 915.4 MHz.
2. Περιοχή 2 : Αμερική. Στην περιοχή 2 οι Η.Π.Α, Καναδάς και Μεξικό χρησιμοποιούν τα 902 - 928 MHz, ενώ στην Κεντρική και Νότια Αμερική οι συχνότητες που

- χρησιμοποιούνται είναι παρόμοιες με την Βόρεια Αμερική αλλά υπάρχουν αρκετές διαφοροποιήσεις από χώρα σε χώρα.
3. Περιοχή 3. Η Αυστραλία χρησιμοποιεί τα 918 - 926 MHz, η Νέα Ζηλανδία τα 864 - 868 MHz, οι περιοχές της Ασίας ακολουθούν τους κανονισμούς του CEPT εκτός από την Ταϊβάν που συμμορφώνεται με τους κανονισμούς του FCC, η Ιαπωνία χρησιμοποιεί τα 950 - 956 MHz (που είναι προσωρινές δοκιμές ανάθεσης), η Νότια Κορέα τα 910 - 914 MHz και η Σιγκαπούρη τα 866 - 869 MHz, 868.1 - 869 MHz και 924 - 925 MHz.

### **Κατανομή συχνοτήτων στην Ελλάδα και Εθνικός Κανονισμός Κατανομής Ζωνών Συχνοτήτων (ΕΚΚΖΣ)**

Ο Εθνικός Κανονισμός Κατανομής Ζωνών Συχνοτήτων (ΕΚΚΖΣ) περιέχει τις διατάξεις που αναφέρονται στις μόνιμες εκχωρήσεις συχνοτήτων σε περίοδο ειρήνης, στην Ελληνική Επικράτεια, για τη χρήση του φάσματος ραδιοσυχνοτήτων από 9 kHz μέχρι 1000 GHz. Ο ΕΚΚΖΣ έχει ως στόχο την ορθή χρήση του φάσματος ραδιοσυχνοτήτων, γι' αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιείται από κάθε ενδιαφερόμενο σαν βασικό βοήθημα. Εκχωρήσεις συχνοτήτων που δεν είναι σύμφωνες με τον ΕΚΚΖΣ πρέπει να σταματήσουν να λειτουργούν και να συμμορφωθούν με αυτόν το ταχύτερο δυνατό. Ο ΕΚΚΖΣ δεν εφαρμόζεται στις διεθνείς σχέσεις. Με το νέο ΕΚΚΖΣ, η Ελλάδα εναρμονίζεται πλήρως με το πρότυπο ETSI EN 302- 308 γεγονός που σημαίνει ότι εφαρμογές RFID με τη χρήση του προτύπου Electronic Product Code, Generation - 2 (EPC/G2) θα ανθίσουν στην ελληνική αγορά. Σύμφωνα με τον Εθνικό Κανονισμό Κατανομής Ζωνών Συχνοτήτων:

- Η ζώνη συχνοτήτων 865-868 MHz χρησιμοποιείται από τις Ένοπλες Δυνάμεις χωρίς να απαιτείται άδεια για τη λειτουργία συσκευών μικρής εμβέλειας σε RFID εφαρμογές και οι οποίες είναι σύμφωνες με τις διατάξεις του Προεδρικού Διατάγματος 44/2002 και τη Σύσταση ERC/REC 70.03.
- Για τον ίδιο σκοπό χρησιμοποιείται και η ζώνη συχνοτήτων 2446-2454 MHz, με τη μόνη διαφορά ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλους τους χρήστες για την συγκεκριμένη υπηρεσία.
- Στα πλαίσια του ΕΚΚΖΣ, εφαρμογές ραδιοσυχνικής αναγνώρισης είναι δυνατό να λειτουργούν χωρίς άδεια εντασσόμενες σε άλλες κατηγορίες συσκευών μικρής εμβέλειας (Short Range Devices - SRD) με βάση συγκεκριμένους ισχύοντες αυστηρούς περιορισμούς που έχουν ήδη περιγραφεί.

- Δεν προβλέπεται σήμερα η χωρίς άδεια λειτουργία RFID συσκευών στην περιοχή των 900MHz τόσο με βάση τον ΕΚΚΖΣ, όσο και με την τρέχουσα έκδοση της Σύστασης ERCREC 70-03.
- Για την λειτουργία RFID συσκευών χωρίς άδεια, η Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ) με βάση τον Εθνικό Κανονισμό Κατανομής Ζωνών Συχνοτήτων (ΕΚΚΖΣ) ορίζει μόνο τις συχνότητες 2400-2483,5 MHz, οπότε η εμβέλεια περιορίζεται σε λιγότερο από ένα μέτρο. Ωστόσο αναμένεται να συμπεριληφθούν και άλλες ζώνες συχνοτήτων στο μέλλον.

## **Τεχνολογικά Μειονεκτήματα και Ατέλειες**

### **Κόστος**

Το κόστος της εφαρμογής της τεχνολογίας RFID δεν μπορεί να δοθεί με ένα ακριβές ποσό καθώς επηρεάζεται από το είδος της εφαρμογής, το μέγεθος της εγκατάστασης, τον τύπο του συστήματος αλλά και πολλούς άλλους παράγοντες. Πιο συγκεκριμένα, το πιο προφανές κόστος είναι η αγορά του τεχνικού εξοπλισμού, των ετικετών και των αναγνώστων. Εκτός από το κόστος των ετικετών και των αναγνώστων, οι επιχειρήσεις θα πρέπει να αποκτήσουν και ένα ενδιάμεσο λογισμικό (middleware) το οποίο θα φιλτράρει τα RFID δεδομένα. Επίσης στο κόστος των ετικετών και των αναγνώστων θα πρέπει να συμπεριληφθεί και η απαραίτητη υποδομή για την αναμετάδοση των σημάτων από τον αναγνώστη σε μια κεντρική μονάδα. Τα RFID συστήματα δημιουργούν τεράστιες ποσότητες δεδομένων, με αποτέλεσμα να υπάρχουν και οι αντίστοιχες απαιτήσεις ως προς το σύστημα το οποίο θα διαχειρίζεται την ροή των δεδομένων. Για παράδειγμα, τα συστήματα βάσεων δεδομένων πιθανόν να χρειάζονται ανανέωση/αναβάθμιση, αφού θα πρέπει να ανταπεξέλθουν στις αυξημένες αναζητήσεις που θα διενεργούνται. Παρομοίως, θα πρέπει να συνδεθούν τα υπάρχοντα συστήματα δεδομένων μεταξύ τους (που συνήθως είναι ERP συστήματα). Ακόμα, θα πρέπει να αναβαθμιστούν οι διάφορες επιχειρησιακές εφαρμογές (όπως τα συστήματα διαχείρισης των αποθηκών), ίσως και τα δίκτυα εντός των εγκαταστάσεων της επιχείρησης, αλλά πιθανώς να χρειαστεί και ένα άτομο το οποίο θα αναλάβει την ολοκλήρωση του RFID συστήματος (system integrator). Επιπρόσθετα, το κόστος για τους αναγνώστες, περιλαμβάνει όχι μόνο την εγκατάστασή τους, αλλά και την ανάγκη τους για ηλεκτρική ενέργεια καθώς και την σύνδεσή τους σε ένα εταιρικό (corporate) δίκτυο. Τέλος, είναι σημαντικό να εξετασθεί και το κόστος σχεδιασμού της

εφαρμογής και εκπαίδευσης του προσωπικού το οποίο πρόκειται να χρησιμοποιήσει τον εξοπλισμό.

Το πρότυπο που δημιουργήθηκε από το Auto-ID Center για τον EPC (Electronic Product Code) διατυπώνει ότι στόχος είναι να γίνουν οι ετικέτες και οι αναγνώστες φθηνοί, με το ακόμα ασύλληπτο ποσό των 5 cents για τις ετικέτες και \$100 για τον αναγνώστη. Κάτι τέτοιο είναι πιθανό να συμβεί εφόσον υιοθετηθεί τόσο πολύ η RFID τεχνολογία ώστε να κατασκευάζονται τεράστιες ποσότητες ετικετών κάθε χρόνο. Το καλό είναι ότι το κόστος έχει μειωθεί αρκετά τα τελευταία χρόνια και θα συνεχίσει να μειώνεται όσο εξαπλώνεται η χρήση τους. Γενικά, το κόστος για την αγορά των ετικετών κυμαίνεται από 10 cents έως 100\$ ανά τεμάχιο, ενώ είναι αρκετές εκατοντάδες δολάρια για ορισμένους αναγνώστες. 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

Ενώ αναφερόμενοι στα κυριότερα κόστη όπως αναλύονται παραπάνω μεγαλύτερο βάρος αναλογεί στο κόστος ετικέτας και το κόστος αναγνώστη.

### **Κόστος ετικέτας**

Οι περισσότερες εταιρείες που πωλούν ετικέτες δεν αναφέρουν τιμές επειδή η τιμολόγηση βασίζεται στην ποσότητα (volume) της παραγγελίας, το μέγεθος της μνήμης στην ετικέτα και την συσκευασία της ετικέτας (πχ αν είναι τοποθετημένη σε πλαστικό περίβλημα ή ενσωματωμένη σε μια ετικέτα). Γενικά, ένα EPC ένθεμα των 96 bit (96 bit EPC inlay) (ένα κύκλωμα και μια κεραία τοποθετημένα πάνω σε ένα υπόστρωμα (substrate)) κοστίζει από 7 έως 15 cents Η.Π.Α. Εάν η ετικέτα είναι ενσωματωμένη σε μια ετικέτα θερμικής μεταφοράς (thermal transfer label) πάνω στην οποία οι εταιρείες μπορούν να τυπώσουν ένα ραβδωτό κώδικα, η τιμή αυξάνεται στα 15 cents και πάνω. Οι ετικέτες χαμηλής και υψηλής συχνότητας συνήθως κοστίζουν λίγο περισσότερο.



## **Κόστος αναγνώστη**

Όσον αφορά τους αναγνώστες, οι περισσότεροι UHF αναγνώστες κοστίζουν από \$500- \$2000, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της συσκευής. Οι εταιρίες μπορεί να πρέπει να αγοράσουν ξεχωριστά την κάθε κεραία αλλά και τα απαραίτητα καλώδια. Οι κεραίες κοστίζουν περίπου \$250 και περισσότερο. Γενικά, η τιμή των αναγνωστών αναμένεται να μειωθεί καθώς οι εταιρίες θα τους αγοράζουν σε μεγάλες ποσότητες. Οι αναγνώστες χαμηλής και υψηλής συχνότητας έχουν αρκετές διακυμάνσεις ως προς την τιμή, οι οποίες οφείλονται σε διαφορετικούς παράγοντες. Ένα μοντέλο αναγνώστη χαμηλής συχνότητας το οποίο μπορεί να τοποθετηθεί μέσα σε κάποια άλλη συσκευή μπορεί να κοστίζει λιγότερο από \$100, ενώ ένας πλήρως λειτουργικός και αυτόνομος αναγνώστης μπορεί να κοστίζει \$750. Η τιμή για τα μοντέλα των αναγνωστών υψηλής συχνότητας κυμαίνεται μεταξύ \$200 έως και \$300. Ένας αυτόνομος αναγνώστης μπορεί να κοστίζει γύρω στα \$500.

## **Ακρίβεια**

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.

## **Παρεμβολές**

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.

### **Ασφάλεια – Ιδιωτικότητα**

Αναμφισβήτητο 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.

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.

### **Μη συμβατότητα προτύπων**

Για να λειτουργήσει ένα RFID σύστημα σε μια εφοδιαστική αλυσίδα, απαιτείται όλοι οι εμπλεκόμενοι να χρησιμοποιούν κοινά πρότυπα. Όμως δεν υπάρχει ένα κοινό πρότυπο για τις

ετικέτες και τους αναγνώστες και οι συχνότητες λειτουργίας διαφέρουν: υπάρχουν προϊόντα που λειτουργούν σε UHF και σε HF. Έτσι, δεν μπορεί να είναι κανείς σίγουρος ότι μια ετικέτα θα αναγνωστεί σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ακόμα και με την εισαγωγή του διεθνούς προτύπου Gen 2 το 2004, η επικοινωνία μεταξύ των προϊόντων RFID παραμένει δύσκολη. Η Ευρωπαϊκή ένωση έχει ορίσει για τις επιχειρήσεις ένα εύρος ζώνης UHF (2MHz) πολύ μικρότερο από αυτό της Αμερικής (26MHz). Από αυτή την ασυμβατότητα προκύπτουν προβλήματα ευελιξίας και κόστους: αν μια εταιρεία τροφίμων που έχει επενδύσει σε τεχνολογία UHF λάβει οδηγία από κάποιον πελάτη της στο εξωτερικό να παραδίδει τις παλέτες με RFID σε HF, θα χρειαστεί να επενδύσει εκ νέου σε εξοπλισμό.

### **Ιδιαιτερότητα Υλικών**

Τα προϊόντα RFID είναι ηλεκτρομαγνητικές συσκευές. Η πληροφορία μεταφέρεται με ηλεκτρομαγνητικά κύματα, η διάδοση των οποίων εξαρτάται από παράγοντες όπως το υλικό πάνω στο οποίο είναι προσκολλημένες οι ετικέτες, από το υλικό που παρεμβάλλεται και από την ύπαρξη ηλεκτρομαγνητικού θορύβου. Για παράδειγμα, τα μέταλλα και τα υγρά δυσχεραίνουν την επικοινωνία των ετικετών με τις κεραίες των αναγνωστών.

## Ζητήματα ασφάλειας

### *Βασικές έννοιες ασφάλεια*

Η έννοια της ασφάλειας ενός πληροφοριακού συστήματος σχετίζεται με την ικανότητα ενός οργανισμού

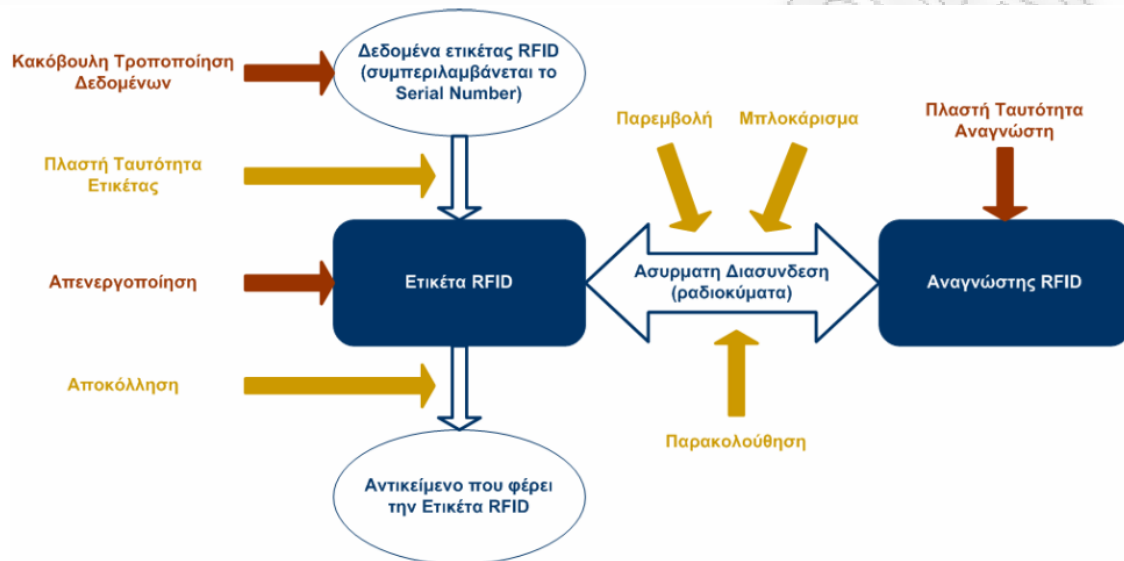
- να προστατεύει τις πληροφορίες του από τυχόν αλλοιώσεις και καταστροφές, καθώς και από μη εξουσιοδοτημένη χρήση των πόρων του
- να παρέχει ορθές και αξιόπιστες πληροφορίες, οι οποίες είναι διαθέσιμες στους εξουσιοδοτημένους χρήστες κάθε φορά που τις αναζητούν.

Για να εκπληρωθούν τα παραπάνω απαιτείται η διασφάλιση της ακεραιότητας και της εμπιστευτικότητας των δεδομένων αλλά και της αδιάλειπτης λειτουργίας του υπολογιστικού συστήματος. Συμπληρωματικά σε ότι αφορά την τεχνολογία RFID απαραίτητη προϋπόθεση για την ομαλή – ασφαλή λειτουργία είναι ότι τα συμμετέχοντα μέρη, δηλαδή ετικέτες και αναγνώστες, λειτουργούν με ασφαλή τρόπο και σύμφωνα με το πνεύμα της προστασίας της ιδιωτικότητας. Όμως, από τη μια πλευρά, το γεγονός ότι το περιεχόμενο μιας ετικέτας μπορεί να είναι προσβάσιμο από τρίτους αναγνώστες χωρίς ο φορέας της να το γνωρίζει, εισάγει ένα σημαντικό αριθμό προβλημάτων που αφορούν την ιδιωτικότητα του φορέα της ετικέτας. Από την άλλη, η δυνατότητα μεταβολής του περιεχομένου των ετικετών θέτουν επιπρόσθετα ζητήματα ασφαλείας του συστήματος που ειδικότερα αφορούν την ανάγκη αυθεντικοποίησης και ελέγχου πρόσβασης στα συστήματα RFID.

Για το λόγο αυτό είναι αναγκαίο να διασφαλιστεί η ακεραιότητα και η ασφάλεια **τριών σχέσεων** που υφίστανται:

1. **Η σχέση μεταξύ των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα πάνω σε μια ετικέτα RFID και την ίδια την ετικέτα RFID.** Αυτή η σχέση πρέπει να είναι μοναδική καθώς τα δεδομένα, μεταξύ αυτών και ο μοναδικός σειριακός αριθμός της ετικέτας (SN, Serial Number), αποτελούν την ταυτότητα της RFID ετικέτας. Είναι επιτακτικό λοιπόν να αποφευχθεί η ύπαρξη δύο ετικετών με την ίδια ταυτότητα δηλαδή τα ίδια δεδομένα.
2. **Η σχέση μεταξύ της ετικέτας RFID και του αντικειμένου που πρόκειται να ταυτοποιήσει (μηχανική σχέση).** Αυτή η σχέση πρέπει να είναι μοναδική με την έννοια ότι δεν μπορεί μια ετικέτα RFID να τοποθετηθεί σε ένα άλλο αντικείμενο είτε κατά την αρχική της τοποθέτηση είτε κατά την χρήση της.

3. Η σχέση μεταξύ της ετικέτας RFID και του αναγνώστη (ασύρματη διασύνδεση). Η σχέση αυτή πρέπει να ικανοποιεί τον περιορισμό ότι μόνο οι εξουσιοδοτημένοι αναγνώστες εντοπίζουν, επικοινωνούν και διαχειρίζονται σωστά τα δεδομένα της ετικέτας RFID ενώ η πρόσβαση από άλλους αναγνώστες απαγορεύεται.



### Σχέσεις μεταξύ στοιχείων RFID και οι απειλές που δέχονται

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

- **Κακόβουλη Τροποποίηση Δεδομένων** Τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στην ετικέτα RFID, εκτός του σειριακού αριθμού και πιθανών άλλων αναγνωριστικών (π.χ. κλειδιά), τροποποιούνται με σκοπό να εξαπατήσουν. Τέτοιου είδους επιθέσεις παρατηρούνται σε συστήματα ασφάλειας ή/ και πληρωμών όπου σκοπός είναι να αναγνωρίζεται η ετικέτα RFID από το σύστημα με τροποποιημένα όμως τα δεδομένα της.
- **Πλαστή Ταυτότητα Ετικέτας** Ο επιτιθέμενος αποκτά τον σειριακό αριθμό της ετικέτας RFID και πιθανώς άλλα στοιχεία ασφαλείας συστήματος με σκοπό να εξαπατήσει τον αναγνώστη στο να δεχτεί μια άλλη ετικέτα RFID. Στην ουσία ο επιτιθέμενος κλωνοποιεί την ετικέτα RFID και την εισάγει στο σύστημα εξαπατώντας το. Τέτοιου είδους

επιθέσεις εμφανίζονται στην εφοδιαστική αλυσίδα όπου γίνεται εφικτή η κλοπή προϊόντων με την εξαπάτηση του συστήματος ότι τα προϊόντα υφίστανται.

- **Απενεργοποίηση** Η ετικέτα RFID δεν είναι πλέον αναγνωρίσιμη από τον σύστημα ή δεν εντοπίζεται καθόλου από τους αναγνώστες. Η απενεργοποίηση είναι δυνατή από εντολές σβησίματος δεδομένων (delete), νόμιμης απενεργοποίησης (kill) και φυσικής καταστροφής. Οι επιθέσεις αυτές έχουν σκοπό την κακή διαχείριση αντικειμένων αλλά και στην κλοπή αυτών.
- **Αποκόλληση** Η ετικέτα αποκολλάται φυσικά από το αντικείμενο στο οποίο βρισκόταν ώστε αυτό να μην είναι αναγνωρίσιμο. Σύνηθες φαινόμενο είναι η προσκόλληση διαφορετικής ετικέτας σε αντικείμενο για την εξαπάτηση του συστήματος (π.χ. επικόλληση ετικέτας που προσδίδει μικρότερη αξία στο αντικείμενο που πρόκειται να αγοραστεί).
- **Παρακολούθηση** Τα δεδομένα που ανταλλάσσονται μεταξύ αναγνώστη και ετικέτας κατά την επικοινωνία τους υποκλέπτονται και αποκωδικοποιούνται.
- **Μπλοκάρισμα** Μια ειδικά κατασκευασμένη ετικέτα (blocker tag) δημιουργεί την εντύπωση στον αναγνώστη ότι πολύ μεγάλος αριθμός ετικετών διαβάζονται ταυτόχρονα οπότε ο αναγνώστης αυτο-μπλοκάρεται λόγω της σύγκρουσης που δημιουργείται (collision).
- **Παρεμβολή** Η παρεμβολή στην ασύρματη διασύνδεση μεταξύ αναγνώστη και ετικέτας είναι σχετικά εύκολη και επιτυγχάνεται με μέσα όπως κάλυψη με κατάλληλα μέσα των ετικετών ή / και των αναγνωστών. Για παράδειγμα στα συστήματα εντοπισμού κλοπών στα καταστήματα ρούχων αν καλυφθεί η ετικέτα που φέρουν τα ρούχα με αλουμίνιο δεν μπορεί να διαβαστεί από τους αναγνώστες οπότε και επιτυγχάνεται η παρεμβολή.
- **Πλαστή Ταυτότητα Αναγνώστη** Όταν ένας αναγνώστης επιθυμεί να επικοινωνήσει με μια ετικέτα πρέπει να αποδείξει την εξουσιοδότηση του. Αν ένας επιτιθέμενος επιθυμεί να διαβάσει τα δεδομένα μιας ετικέτας αρκεί να προσποιηθεί ο αναγνώστης του ότι είναι ο πραγματικός δηλαδή να «επιδείξει» πλαστή ταυτότητα.

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

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

**Εμπιστευτικότητα** σημαίνει πρόληψη της μη εξουσιοδοτημένης (unauthorized) αποκάλυψης πληροφοριών, δηλαδή πρόληψη από μη εξουσιοδοτημένη ανάγνωση. Αυτό σημαίνει πως τα δεδομένα αποκαλύπτονται μόνο σε εξουσιοδοτημένα άτομα. Εκφάνσεις της εμπιστευτικότητας είναι η ιδιωτικότητα (privacy) και η μυστικότητα (secrecy).

**Μυστικότητα (Secrecy)** Μυστικότητα είναι η προστασία των δεδομένων που ανήκουν σε ένα οργανισμό.

**Ακεραιότητα (Integrity)** Ακεραιότητα σημαίνει πρόληψη μη εξουσιοδοτημένης μεταβολής πληροφοριών. Στον όρο μεταβολή περιλαμβάνεται η εγγραφή, η διαγραφή αλλά και η δημιουργία δεδομένων.

**Διαθεσιμότητα (Availability)** Διαθεσιμότητα ονομάζεται η ιδιότητα του να είναι προσπελάσιμες και χωρίς αδικαιολόγητη καθυστέρηση οι υπηρεσίες ενός πληροφοριακού συστήματος όταν τις χρειάζεται μια εξουσιοδοτημένη οντότητα.

**Ευπάθεια (Vulnerability)** Ευπάθεια είναι μια αδυναμία ή ένα ευάλωτο σημείο στο σύστημα ασφάλειας που μπορεί να προκαλέσει απώλειες ή ζημιές αν αξιοποιηθεί κατάλληλα.

**Επίθεση (Attack)** Επίθεση ονομάζεται η εκμετάλλευση μιας ευπάθειας από κάποιο άτομο.

**Απειλή** Απειλή αποτελεί μια κατάσταση όπου υπάρχει το ενδεχόμενο να προκληθούν απώλειες ή ζημιές στο υπολογιστικό σύστημα.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΡΑΙΑ



## **Ιδιωτικότητα - Αυθεντικοποίηση- Κλωνοποίηση**

### **Ιδιωτικότητα**

Η εφαρμογή του RFID σήμερα συναντά μεγάλη αντίσταση, λόγω των ανησυχιών περί τήρησης του ιδιωτικού απορρήτου, όπως ακριβώς συνέβη το 1974 με την εμφάνιση του γραμμωτού κώδικα. Τότε η κυρίαρχη ανησυχία σχετικά με την εφαρμογή του γραμμωτού κώδικα ήταν η αύξηση της ανεργίας, σήμερα όμως με το RFID γίνεται λόγος πλέον για παραβίαση του ιδιωτικού απορρήτου. Τότε τα εργατικά συνδικάτα στις ΗΠΑ, κατόρθωσαν να ψηφίσουν νόμους σε οχτώ πολιτείες ενάντια στην εισαγωγή του γραμμωτού κώδικα, με αποτέλεσμα να είναι αδύνατον τα καταστήματα, σε αυτές τις πολιτείες, να πετύχουν μείωση κόστους κατά \$85.000. Το αποτέλεσμα ήταν το κόστος αυτό να μετακυλιστεί στους τελικούς καταναλωτές.

Παρόλο που είναι δύσκολο να αποδοθεί ένας ορισμός για τον όρο ιδιωτικότητα, έχουν γίνει διάφορες προσπάθειες προσδιορισμού της. Ενδεικτικά: ο Ιδιωτικότητα είναι η προστασία των δεδομένων που αφορούν συγκεκριμένα πρόσωπα.

Το Κέντρο για την Ιδιωτικότητα των Ηλεκτρονικών Πληροφοριών χωρίζει την ιδιωτικότητα σε τέσσερις ξεχωριστές αλλά συσχετιζόμενες κατηγορίες:

- 1. Ιδιωτικότητα των πληροφοριών:** Περιλαμβάνει δικαιώματα που αφορούν την διαχείριση των προσωπικών πληροφοριών όπως αρχεία για θέματα φορολογίας, υγείας και αγορών. Γνωστή και ως “ιδιωτικότητα των πληροφοριών”.
- 2. Σωματική Ιδιωτικότητα:** Αφορά το δικαίωμα να μην υπόκειται το άτομο σε διαδικασίες που “εισβάλλουν” στο σώμα του όπως εξετάσεις αίματος, ούρων ή γενετικές εξετάσεις.
- 3. Ιδιωτικότητα της επικοινωνίας:** Το δικαίωμα να επικοινωνείς με μυστικότητα με άλλους
- 4. Εδαφική Ιδιωτικότητα:** Αφορά τα δικαιώματα που περιορίζουν την καταπάτηση/παρεϊσδυση σε περιβάλλοντα οικογενειακά, εργασίας ή δημόσια, συμπεριλαμβανομένων διαφόρων αναζητήσεων, ελέγχων ταυτότητας/ αναγνώρισης και παρακολούθηση μέσω βίντεο.

Η τεχνολογία RFID εγείρει προβληματισμούς σχετικά με την ιδιωτικότητα (privacy) των χρηστών, καθώς επιτρέπει την λαθραία παρακολούθηση αλλά και την λαθραία καταγραφή δεδομένων για αυτούς. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι RFID ετικέτες αποκρίνονται στις

ανακρίσεις/ερωτήσεις των αναγνωστών χωρίς να ενημερώνουν τους ιδιοκτήτες τους ή τον κομιστή τους. Κατά συνέπεια, η λαθραία σάρωση των ετικετών είναι μια πολύ πιθανή απειλή, όπου βέβαια αυτό επιτρέπεται από την εμβέλεια ανάγνωσης. Μάλιστα, το γεγονός ότι οι περισσότερες ετικέτες εκπέμπουν μοναδικά αναγνωριστικά εγείρει κινδύνους ακόμα και για τις ετικέτες οι οποίες περιέχουν δεδομένα τα οποία προστατεύονται με κρυπτογραφικούς αλγορίθμους. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ένα άτομο το οποίο μεταφέρει μια RFID ετικέτα ουσιαστικά μεταδίδει στους γειτονικούς αναγνώστες ένα σταθερό σειριακό αριθμό, προσφέροντας έτσι την δυνατότητα της λαθραίας παρακολούθησης. Τέτοιου είδους παρακολούθηση είναι δυνατή ακόμα και αν ο σταθερός σειριακός αριθμός της ετικέτας είναι τυχαίος και δεν μεταφέρει εσωτερικά (intrinsic) δεδομένα.

Η απειλή ως προς την ιδιωτικότητα γίνεται εντονότερη όταν ένας σειριακός αριθμός ετικέτας συνδυάζεται με προσωπικές πληροφορίες. Για παράδειγμα, όταν ένας καταναλωτής κάνει κάποια αγορά χρησιμοποιώντας την πιστωτική του κάρτα, το κατάστημα μπορεί να δημιουργήσει ένα σύνδεσμο ανάμεσα στην ταυτότητά του και τους σειριακούς αριθμούς των ετικετών που αυτός κατέχει. Στην συνέχεια, οι ερευνητές της αγοράς μπορούν να αναγνωρίσουν και να δημιουργήσουν το προφίλ του καταναλωτή αυτού χρησιμοποιώντας δίκτυα από RFID αναγνώστες, τα οποία βρίσκονται είτε μέσα σε καταστήματα είτε εκτός των καταστημάτων. Βέβαια, το παραπάνω πρόβλημα της λαθραίας παρακολούθησης δεν παρατηρείται μόνο στην τεχνολογία RFID, αλλά και σε πολλές άλλες ασύρματες συσκευές, όπως αυτές που έχουν ενεργοποιημένη την τεχνολογία Bluetooth.

Εκτός όμως από τον μοναδικό σειριακό αριθμό τους, ορισμένες ετικέτες (συγκεκριμένα οι EPC ετικέτες) μεταφέρουν πληροφορίες που αφορούν τα αντικείμενα στα οποία είναι προσκολλημένες. Όπως ήδη έχει αναφερθεί, σε προηγούμενο κεφάλαιο, οι EPC ετικέτες περιέχουν ένα πεδίο για τον “Γενικό διαχειριστή” (General Manager) που συνήθως είναι ο κατασκευαστής του προϊόντος και μια “Κλάση αντικειμένου” (Object Class) που συνήθως είναι ένας κωδικός προϊόντος γνωστός και ως Μονάδα Διατήρησης Αποθεμάτων (Stock Keeping Unit, SKU). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, κάποιο κακόβουλο άτομο να μπορεί λαθραία να καταγράψει δεδομένα από EPC ετικέτες που ανήκουν σε άλλους.

Με βάση τα παραπάνω ένας αναγνώστης μπορεί χωρίς να γίνει αντιληπτός να προσδιορίσει τι αντικείμενα μεταφέρει κάποιος και να αντλήσει σημαντικές προσωπικές πληροφορίες: πχ το είδος των φαρμάκων που μεταφέρει κάποιος υποδεικνύει τις ασθένειες

από τις οποίες υποφέρει, ή πχ οι loyalty κάρτες που χρησιμοποιούν την τεχνολογία RFID και τις οποίες μεταφέρει κάποιος υποδεικνύουν τα καταστήματα που επισκέπτεται, το μέγεθος των ρούχων του, τις προτιμήσεις του στα αξεσουάρ κτλ. Το πρόβλημα αυτό, της καταγραφής, παρατηρείται κυρίως στην τεχνολογία RFID και ένας προάγγελος της ανερχόμενης RFID υποδομής που θα διευκολύνει την καταγραφή, είναι η EPC Υπηρεσία Ανακάλυψης (Discovery Service) της Verisign. Η υπηρεσία αυτή δημιουργεί μια ενοποιημένη όψη των καταγραφών (sightings) για μεμονωμένες EPC ετικέτες από διάφορους οργανισμούς. Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει την απειλή της λαθραίας RFID καταγραφής, όπως ίσως γίνει στο μέλλον.

Οι υποστηρικτές της χρήσης RFID, προκειμένου να αποφύγουν ή και να μετριάσουν τις αντιδράσεις καταφεύγουν σε καινοτόμες λύσεις. Πιο συγκεκριμένα, αυτή τη στιγμή υπάρχουν τέσσερα πεδία που θεωρούνται ως βασικές λύσεις για την αντιμετώπιση πιθανής παραβίασης του ιδιωτικού απορρήτου.

- **η τεχνολογική αντιμετώπιση**

Οι λιανοπωλητές σε συνεργασία με τους προμηθευτές RFID έχουν δημιουργήσει συστήματα που απενεργοποιούν τις ετικέτες ή εμποδίζουν την επικοινωνία με τις συσκευές ανάγνωσης. Οι παροχείς λύσεων RFID πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους τις τεχνολογικές λύσεις που προστατεύουν την ταυτότητα των καταναλωτών, δίνοντας παράλληλα την δυνατότητα στους χρήστες RFID να δώσουν επιλεκτικά πληροφορίες στους λιανοπωλητές με τους οποίους αλληλεπιδρούν.

- **το ρυθμιστικό-νομοθετικό πλαίσιο**

Η νομοθεσία και το ρυθμιστικό πλαίσιο μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο δημιουργώντας ένα κλίμα ασφάλειας στο καταναλωτικό κοινό. Η γνώση ότι ο νόμος περιορίζει την εκμετάλλευση των προσωπικών δεδομένων είναι ένας σημαντικός παράγοντας που θα ενισχύσει την εμπιστοσύνη των καταναλωτών στην τεχνολογία RFID. Οι κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο πρέπει να λάβουν μέτρα για την προστασία των προσωπικών δεδομένων, ούτως ώστε να διασφαλίζεται τόσο ο τρόπος συγκέντρωσης όσο και ο τρόπος χρήσης τους από οργανισμούς που χρησιμοποιούν το RFID.

- **η ηθική προσέγγιση της χρήσης RFID**

Η ουσιαστική σημασία της ηθικής συνοψίζεται στο ακόλουθο ρητό: «Η δύναμη και η ευθύνη πρέπει να βρίσκονται σε ισορροπία». Η ηθική προσέγγιση της χρήσης του RFID

- μπορεί να συνοψιστεί στους παρακάτω όρους: 1) Σεβασμός της Εμπιστευτικότητας, 2) Επεξεργασία των δεδομένων, 3) Όχι στην ανωνυμία, 4) Δεν επιτρέπεται η πρόσβαση σε στοιχεία τρίτων, 5) Δεν επιτρέπεται η ψεύτικη παρουσίαση των ιδιοτήτων του RFID, 6) Τήρηση των κυβερνητικών γενικών οδηγιών, 7) Κατάλληλη παρουσίαση του μηνύματος
- **η εμπορική-καταναλωτική (branding) προσέγγιση της χρήσης RFID.**  
Συνοψίζεται στο δικαίωμα του καταναλωτή: 1) Να ξέρει ποια στοιχεία περιέχουν οι ετικέτες RFID, 2) Να απενεργοποιεί ή να αφαιρεί τις ετικέτες RFID μετά την αγορά των προϊόντων. 3) Να έχει πρόσβαση στα στοιχεία που προέρχονται από την ανάγνωση των ετικετών RFID, 4) Να έχει πρόσβαση στις υπηρεσίες των εταιριών χωρίς απαραίτητα να χρησιμοποιεί τις ετικέτες RFID και 5) να γνωρίζει πότε, πού και γιατί προσπελάσσονται τα στοιχεία των ετικετών RFID. Η σωστή ενημέρωση του κοινού, μέσω εκπαιδευτικών ή άλλων προγραμμάτων, για τις εφαρμογές, τα πλεονεκτήματα ,τους περιορισμούς και τα δικαιώματα τους που πηγάζουν από την χρήση της νέας τεχνολογίας αποτελεί επιτακτική ανάγκη για την προώθηση της τεχνολογίας RFID. Συγχρόνως είναι σημαντικό να τονιστούν τα οφέλη που προσφέρει η τεχνολογία RFID στο αγοραστικό κοινό. Η τεχνολογία RFID αναμένεται να δώσει μεγαλύτερη δύναμη στους καταναλωτές. Μελλοντικά, οι καταναλωτές θα μπορούν να αναγνωρίζουν με ειδικές φορητές συσκευές τα προϊόντα σε κάθε κατάσταση και να κάνουν σύγκριση των τιμών τους αλλά και των υπόλοιπων πληροφοριών, όπως συστατικά, ημερομηνία λήξης κ.α. Έτσι, στη συνέχεια θα κάνουν την καλύτερη και οικονομικότερη επιλογή. [19],[20],[28],[40]

### **Αυθεντικοποίηση**

Το θέμα της ιδιωτικότητας στην τεχνολογία RFID έχει επισκιάσει το σημαντικό ζήτημα της αυθεντικοποίησης (authentication). Με απλοϊκό τρόπο, θα μπορούσαμε να πούμε ότι το θέμα της ιδιωτικότητας στην τεχνολογία RFID αφορά το πρόβλημα της «μη σωστής συμπεριφοράς» κάποιων αναγνώστων οι οποίοι συλλέγουν πληροφορίες από ετικέτες με «σωστή συμπεριφορά». Σε αντίθεση, η αυθεντικοποίηση στην τεχνολογία RFID αναφέρεται στο πρόβλημα όπου κάποιοι αναγνώστες με σωστή συμπεριφορά συλλέγουν πληροφορίες από ετικέτες οι οποίες παρεκτρέπονται και ειδικότερα από πλαστές/ παραποιημένες ετικέτες. Γενικά, οι RFID ετικέτες θεωρούνται αξιόπιστες για τα αντικείμενα στα οποία προσκολλούνται και αυτή η πίστη στην αυθεντικότητα/ γνησιότητα των ετικετών αναπόφευκτα θα ενισχύσει πολλές RFID εφαρμογές.

Η αλήθεια όμως είναι ότι οι βασικές RFID ετικέτες είναι ευάλωτες στις απλές επιθέσεις πλαστογραφίας (counterfeit attacks), καθώς και ότι η σάρωση αλλά και η κατασκευή πανομοιότυπων τέτοιων ετικετών απαιτεί λίγα χρήματα αλλά και μικρή επιδεξιότητα και γνώση. Ως απόδειξη, ο Jonathan Westhues, ένας προπτυχιακός φοιτητής, κατασκεύασε μια συσκευή (αναφέρεται ως RF “κασετόφωνο”), η οποία μπορεί να διαβάσει εμπορικές κάρτες που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση (ακόμα και μέσα από τοίχους) και να προσομοιώσει τα σήματά τους έτσι ώστε να διακυβεύσει συστήματα εισόδου σε διάφορα κτίρια. Το πρόβλημα είναι ότι και οι EPC ετικέτες είναι ευάλωτες σε παρόμοιες επιθέσεις, αφού ο EPC είναι μια σειρά από bit η οποία μπορεί να αντιγραφεί όπως όλες οι άλλες αλλά και επειδή οι EPC ετικέτες δεν προσφέρουν πραγματικούς μηχανισμούς για τον έλεγχο πρόσβασης. Μάλιστα είναι πιθανό ότι οι κενές (“blank”) ετικέτες, πχ EPC ετικέτες όπου κάθε πεδίο τους θα μπορεί να προγραμματιστεί πλήρως (fully field- σημαντικότερο όμως είναι ότι εύκολα μπορούν να αποκτηθούν ή να κατασκευαστούν στοιχειώδεις RFID συσκευές προσομοίωσης, οι οποίες δεν χρειάζεται καν να μοιάζουν με RFID ετικέτες για να μπορέσουν να εξαπατήσουν τους RFID αναγνώστες. Κατά συνέπεια, οι EPC ετικέτες δεν μπορούν να διασφαλίσουν την αυθεντικότητα (authenticity) τους.

### **Κλωνοποίηση**

Ερευνητές του Πανεπιστημίου John Hopkins αλλά και τα εργαστήρια RSA πρόσφατα αναγνώρισαν μια σοβαρή αδυναμία ασφαλείας στην RFID ετικέτα, τόσο στις Speedpass συσκευές όσο και σε πολλά συστήματα ακινητοποίησης του κινητήρα (immobilizer) αυτοκινήτων. Επιδεικνύοντας ότι τέτοιου είδους ετικέτες μπορούν να κλωνοποιηθούν, οι ερευνητές αποκάλυψαν την πιθανότητα απάτης σε πληρωμές (payment fraud) καθώς και νέους τύπους κλοπής αυτοκινήτων. Παρόλο που η ανακάλυψή τους δεν υποσκάπτει άμεσα την ιδιωτικότητα των καταναλωτών, αποδεικνύεται ότι οι RFID ετικέτες εκτός από την παρακολούθηση/ εντοπισμό ή την σκιαγράφηση (profiling) των καταναλωτών, επηρεάζουν την ασφάλεια και με άλλους τρόπους.

Κατά κανόνα, η κρυπτογράφηση συμμετρικού κλειδιού μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στην αντιμετώπιση του προβλήματος της κλωνοποίησης των ετικετών. Με ένα απλό πρωτόκολλο πρόκλησης - απάντησης, μια ετικέτα μπορεί να αυθεντικοποιεί τον εαυτό της σε ένα αναγνώστη με τον οποίο μοιράζεται το κλειδί:

1. Η ετικέτα αναγνωρίζει τον εαυτό της
2. Ο αναγνώστης δημιουργεί μια τυχαία σειρά bit (bitstring) και το μεταβιβάζει στην ετικέτα.
3. Η ετικέτα υπολογίζει το hash – κρυπτογραφημένο string και το
4. Ο αναγνώστης επικυρώνει ότι το hash – κρυπτογραφημένο string είναι σωστό

Δεδομένου ότι η συνάρτηση κατακερματισμού hash είναι σωστά δομημένη και εφαρμόζεται σωστά, είναι ανέφικτο για τον επιτιθέμενο να προσομοιώσει επιτυχώς το κλειδί χωρίς να επιτεθεί στην ετικέτα. Στην πράξη όμως, οι περιορισμοί των πόρων στις εμπορικές RFID ετικέτες οδηγούν κάποιες φορές στην ανάπτυξη ασθενών κρυπτογραφικών βασικών στοιχείων, και κατά συνέπεια σε τρωτά πρωτόκολλα αυθεντικοποίησης.

## **Προβληματισμοί για την υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID**

### **Ανησυχία από την πλευρά των καταναλωτών**

Η τοποθέτηση RFID ετικετών σε διάφορα αντικείμενα εγείρει ανησυχίες εκ μέρους των καταναλωτών. Για παράδειγμα:

1. Ανησυχία υπάρχει για το αν οι επιχειρήσεις θα μπορούν να παρακολουθούν τι αγοράζουν οι καταναλωτές. Το γεγονός όμως ότι σήμερα υπάρχουν πολύ λίγα αντικείμενα με RFID ετικέτες πάνω τους, δεν βοηθά ώστε να ξεκαθαριστεί τι πληροφορίες θα μπορούν να συλλέγουν οι εταιρίες. Το πιθανότερο είναι ότι οι πληροφορίες που θα συλλέγονται χρησιμοποιώντας την RFID τεχνολογία θα είναι παρόμοιες με αυτές που συλλέγονται όταν οι καταναλωτές αγοράζουν αντικείμενα χρησιμοποιώντας μια πιστωτική κάρτα ή μια loyalty κάρτα. Συγκεκριμένα, προβλέπεται ότι η συσκευασία των προϊόντων θα έχει μια RFID ετικέτα η οποία θα περιέχει τον Ηλεκτρονικό Κωδικό Προϊόντος (EPC) που είναι ένας μοναδικός σειριακός αριθμός με βάση τον οποίο αναγνωρίζεται ο κατασκευαστής, ο τύπος του αντικειμένου και μια σειρά από αριθμούς οι οποίοι χρησιμοποιούνται για αναγνώριση του συγκεκριμένου μοναδικού προϊόντος. Οι εταιρίες θα χρησιμοποιούν τον αριθμό αυτό για να παρακολουθούν προϊόντα στην εφοδιαστική αλυσίδα. Αυτό είναι σημαντικό καθώς θα πρέπει να μπορεί να γίνει διαχωρισμός του ενός κουτιού γάλατος με το άλλο στην εφοδιαστική αλυσίδα, επειδή το καθένα έχει διαφορετική ημερομηνία λήξης. Όμως δεν είναι μεγάλο πλεονέκτημα να γίνεται γνωστό τι ακριβώς προϊόντα αγοράζουν οι καταναλωτές. Οι επιχειρήσεις ενδιαφέρονται περισσότερο να γνωρίζουν τι κατηγορίες αντικειμένων αγοράζουν οι καταναλωτές έτσι ώστε να μπορούν να πουλήσουν στους καταναλωτές αυτούς και άλλα αντικείμενα τα οποία ταιριάζουν με τα γούστα τους. Ήδη τις πληροφορίες αυτές τις παίρνουν οι επιχειρήσεις μέσω των γραμμωτών κωδικών (barcodes).
2. Ανησυχία εκφράζεται και μέσω της σκέψης ότι στο μέλλον ίσως κάποιος εγκληματίας να μπορεί να σαρώσει EPCs από ρολόγια, κοσμήματα και άλλα αντικείμενα ώστε να μπορεί στην συνέχεια να επιλέξει ποιόν να ληστέψει. Κατ' αρχήν δεν έχει ακόμα ξεκαθαριστεί αν οι RFID ετικέτες θα χρησιμοποιηθούν ποτέ σε αυτά τα αντικείμενα καθώς οι εταιρίες μπορεί απλά να τις χρησιμοποιήσουν στην συσκευασία των αντικείμενων αυτών. Βέβαια, αυτοί που αγοράζουν πολύτιμα αντικείμενα θα έχουν την

δυνατότητα να απενεργοποιήσουν (kill) την ετικέτα που βρίσκεται σε αυτά. Αλλά αν μια εταιρεία ενσωματώσει μια ετικέτα πχ σε ένα ρολόι και ο καταναλωτής επιλέξει να μην την απενεργοποιήσει, θα μπορεί να γίνει σάρωση της RFID ετικέτας από μικρή απόσταση (η ετικέτα θα πρέπει να έχει μια πολύ μικρή κεραία για να ενσωματωθεί σε ένα ρολόι, κάτι που συνεπάγεται ότι η εμβέλεια ανάγνωσης θα είναι μικρότερη από 30 εκατοστά). Ο εγκληματίας θα πρέπει επίσης να γνωρίζει ότι οι σειριακοί αριθμοί των ετικετών που σαρώθηκαν σχετίζονται με μεγάλης αξίας προϊόντα.

3. Ορισμένοι μπορεί να εκφράζουν την ανησυχία μήπως κάποιος εγκληματίας δημιουργήσει και χρησιμοποιήσει ένα αναγνώστη μεγάλης ισχύος (highpowered reader) και σαρώσει όλα τα αντικείμενα σε διάφορα σπίτια έτσι ώστε να επιλέξει ποιό να ληστέψει. Αυτό όμως είναι αρκετά απίθανο. Για να μπορέσει ένας αναγνώστης από τον δρόμο να διαβάσει παθητικές ετικέτες διαπερνώντας τους τοίχους ενός σπιτιού, θα πρέπει η ενέργεια που εκλύεται (power output) να είναι πολύ υψηλή. 26 Επίσης, το μόνο που θα κατάφερνε να αποκτήσει ο εγκληματίας είναι μια σειρά από σειριακούς αριθμούς οι οποίοι δεν έχουν κανένα νόημα, εκτός αν ο εγκληματίας έχει πρόσβαση στις EPC βάσεις δεδομένων. Έτσι, πιο αποτελεσματικός και οικονομικός τρόπος θα ήταν απλά να κοιτάξει από το παράθυρο ώστε να δει αν υπάρχουν πράγματα που αξίζει να κλέψει.
4. Άλλοι, εκφράζουν το φόβο ότι αν οι εταιρείες αποφασίσουν να τοποθετήσουν RFID ετικέτες σε ρούχα και αντικείμενα τα οποία μεταφέρουν οι καταναλωτές (όπως τα πορτοφόλια) και οι καταναλωτές επιλέξουν να μην απενεργοποιήσουν ("kill") τις ετικέτες που βρίσκονται σε αυτά τα αντικείμενα, είναι πιθανό οι κυβερνήσεις να χρησιμοποιήσουν τις RFID ετικέτες για παρακολούθηση. Βέβαια, θα πρέπει να αποκτήσουν πρόσβαση στην βάση δεδομένων με τις πληροφορίες που σχετίζονται με τα EPCs των ετικετών. Επιπρόσθετα οι RFID αναγνώστες πρέπει να εκπέμπουν ραδιοκύματα για να διαβάσουν τις ετικέτες και τα σήματα αυτά μπορούν εύκολα να εντοπιστούν και να εμποδιστούν.
5. Ανησυχία εκφράζεται μήπως οι ετικέτες μπορούν να διαβαστούν από δορυφόρους. Οι παθητικές RFID ετικέτες, τις οποίες σκοπεύουν να χρησιμοποιήσουν οι εταιρίες στα προϊόντα τους, δεν μπορούν να διαβαστούν από απόσταση μεγαλύτερη των 6 μέτρων περίπου. Όμως οι ενεργές RFID ετικέτες, οι οποίες χρησιμοποιούν μια μπαταρία για να μεταδώσουν κάποιο σήμα και χρησιμοποιούνται σε εμπορευματοκιβώτια ή σε άλλα



μεγάλα αντικείμενα, μπορούν να διαβαστούν από ένα δορυφόρο αρκεί να υπάρχει μικρός RF θόρυβος (περιβάλλουσα RF ενέργεια η οποία προκαλεί παρεμβολές) και το εκπεμπόμενο σήμα να είναι αρκετά ισχυρό. Γενικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι η απόσταση από την οποία μπορούν να αναγνωστούν οι ετικέτες αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα που μπορεί να ενισχύσει ή να μειώσει την ανησυχία των καταναλωτών. Η απόσταση αυτή ονομάζεται εμβέλεια ανάγνωσης (read range) και, όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενη ενότητα, εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως την συχνότητα των ραδιοκυμάτων που χρησιμοποιείται για την επικοινωνία της ετικέτας με τον αναγνώστη, το μέγεθος της κεραίας της ετικέτας, την ενέργεια που εκλύεται/εκπέμπεται (power output) από τον αναγνώστη καθώς και από το αν οι ετικέτες περιέχουν μπαταρία για την μετάδοση κάποιου σήματος ή συλλέγουν ενέργεια από ένα αναγνώστη και απλώς αντανακλούν ένα ασθενές σήμα πίσω σε αυτόν. Οι εμβέλειες ανάγνωσης για τις διάφορες κατηγορίες ετικετών έχουν παρουσιαστεί σε προηγούμενη ενότητα. Γενικά όμως αν οι ετικέτες ενσωματωθούν σε προϊόντα που περιέχουν νερό ή μέταλλο, η εμβέλεια ανάγνωσης μειώνεται σημαντικά. Δραματικά όμως μειώνεται η εμβέλεια ανάγνωσης αν μειωθεί και το μέγεθος της UHF κεραίας. Αντίθετα, με αύξηση της ενέργειας που εκλύεται από τον αναγνώστη, μπορούμε να αυξήσουμε την εμβέλεια ανάγνωσης, αλλά οι περισσότερες κυβερνήσεις περιορίζουν τις εκλύσεις/ έξοδο (output) των αναγνωστών έτσι ώστε να μην δημιουργούνται παρεμβολές σε άλλες RF συσκευές, όπως τα ασύρματα τηλέφωνα

### **Ανησυχία από την πλευρά των επιχειρήσεων**

Αρκετή ανησυχία σχετικά με την τεχνολογία RFID υπάρχει και από την πλευρά των εμπόρων – επιχειρήσεων. Τα ερωτήματα τους σχετίζονται με:

- τον τρόπο με τον οποίο θα μπορέσουν να προστατευτούν έναντι της παραποίησης/πλαστογράφησης των ετικετών,
- αν οι εταιρείες μπορούν να σαρώσουν φορητά ανταγωνιστικών εταιρειών ώστε να δουν τι διανομές γίνονται
- πως μπορεί να αποτραπεί η ανάγνωση ετικετών που αποθηκεύουν ευαίσθητες πληροφορίες από άτομα με κακόβουλη πρόθεση.

Σύμφωνα με άρθρο του RFID Journal τρία είναι τα κυριότερα ζητήματα που προκαλούν ανησυχία:

1. Προστασία των δεδομένων που αποθηκεύονται σε μια ετικέτα Όσον αφορά την προστασία των δεδομένων κυριαρχούν δύο ζητήματα:
  - a) Η αποτροπή της ανάγνωσης της ετικέτας
  - b) Η αποτροπή του κρυφακούσματος της επικοινωνίας μεταξύ του αναγνώστη και της ετικέτας

Υπάρχουν δύο προτεινόμενα πρότυπα, το ISO 15961 και το 15962, σχετικά με το πώς πρέπει να συγκροτηθούν οι πληροφορίες και να γίνει η διαχείρισή τους από τα RFID συστήματα. Ακόμα, τα πρότυπα αυτά συνιστούν την κρυπτογράφηση των δεδομένων κατά προτίμηση στο επίπεδο εφαρμογών. Αυτό διασφαλίζει μια επιχείρηση, η οποία μπορεί να αλλάξει πιο εύκολα τον αλγόριθμο κρυπτογράφησης εφόσον το θελήσει. Το πρότυπο προτείνει την ύπαρξη ενός ID αριθμού εντυπωμένο (burned) μέσα στην σιλικόνη του chip ο οποίος να χρησιμοποιείται για τον αλγόριθμο κρυπτογράφησης. Το Auto-ID Center έχει μια διαφορετική προσέγγιση για το επίπεδο των δεδομένων που αποθηκεύονται στην ετικέτα. Το πρότυπο αυτό αναφέρεται στον EPC κωδικό (Electronic Product Code) που βρίσκεται γραμμένος στην ετικέτα και ο οποίος χρησιμοποιείται για να αναζητηθούν δεδομένα που σχετίζονται με τον σειριακό αριθμό σε ένα κεντρικά τοποθετημένο εξυπηρετητή πληροφοριών μέσω του διαδικτύου. Αυτό τοποθετεί τον κίνδυνο ασφαλείας στην διαχείριση της επικοινωνίας μεταξύ της εφαρμογής και του εξυπηρετητή. Για να διασφαλιστεί η επικοινωνία μεταξύ του αναγνώστη και της ετικέτας, το Auto-ID Center προτείνει να περιοριστεί το πόσες φορές ένας αναγνώστης μεταδίδει ένα ID αριθμό στην ετικέτα. Έτσι, ο αναγνώστης μπορεί πχ να χωρίσει τον σειριακό αριθμό σε κομμάτια και να μεταδίδει μόνο ένα κομμάτι του. Οι ετικέτες που μοιράζονται αυτό το κομμάτι σειριακού αριθμού, αποκρίνονται με ολόκληρο τον αριθμό. Κατά συνέπεια, ο πλήρης αριθμός στέλνεται μόνο στο πίσω (reverse) κανάλι, το οποίο είναι ένας ψίθυρος, εν συγκρίσει με το εμπρόσθιο κανάλι (forward channel) το οποίο είναι, λόγω αναγκαιότητας, πολύ ισχυρότερο Αυτό μειώνει την πιθανότητα να αποκτήσει ένας ωτακουστής ολόκληρο τον ID αριθμό.

2. Προστασία της ακεραιότητας της ετικέτας. Η προστασία της ακεραιότητας (integrity) της ετικέτας είναι πολύ σημαντική, αφού έτσι διασφαλίζεται και η προστασία της ακεραιότητας του προϊόντος. Στην σημερινή εποχή, συνήθως χρησιμοποιούνται ετικέτες που είναι ευαίσθητες στην πίεση έτσι ώστε να αποτραπεί η ανταλλαγή ετικετών που περιέχουν την τιμή κάποιου προϊόντος, με άλλες ετικέτες που μπορεί πχ να περιέχουν κάποια χαμηλότερη τιμή. Έτσι, είναι πιθανό οι εγκληματίες να αναπτύξουν ένα αναγνώστη ο οποίος να τροποποιεί τις πληροφορίες που αποθηκεύονται σε μια RFID ετικέτα, με απώτερο στόχο πχ να αποκτηθεί ένα αντικείμενο σε χαμηλότερη τιμή. Επίσης υπάρχει το πρόβλημα της τοποθέτησης πλαστών ετικετών σε παραποιημένα αντικείμενα. Ένα ακόμη σημαντικό θέμα είναι η ενσωματωμένη εντολή «θανάτωσης» (δηλαδή η εντολή με την οποία η ετικέτα μετατρέπεται μόνιμα σε ανενεργή), η οποία βρίσκεται σε πολλές ετικέτες και η οποία μπορεί να γίνει αντικείμενο εκμετάλλευσης πχ κάποιος να δώσει στην ετικέτα την εντολή θανάτωσης και μετά να τοποθετήσει μια πλαστή ετικέτα πάνω στο αντικείμενο. Για να αποφευχθεί κάτι τέτοιο, το Auto-ID Center καθορίζει ότι θα πρέπει πρώτα να σταλεί ένας μυστικός κωδικός θανάτωσης και αν ο κωδικός είναι λανθασμένος τότε η ετικέτα δεν θα αποκριθεί στην εντολή θανάτωσης για μισή ώρα. Μάλιστα, σύμφωνα με τον Tom Rounds, ο οποίος είναι αντιπρόεδρος για τα RFID προϊόντα στην Alien Technology, έχει υπολογιστεί ότι κατά μέσο όρο θα χρειαστούν 65 ώρες για να σπάσει ο κωδικός θανάτωσης, ο οποίος είναι πολύς χρόνος για να περάσει κάποιος σε διάδρομο σουπερμάρκετ. Παρόλα αυτά, μπορεί κάποια άτομα εκ των έσω (insiders) να πουλήσουν τον μυστικό κωδικό σε άτομα εκτός της εταιρείας (outsiders) και οι εταιρείες που πουλούν αντικείμενα μεγάλης αξίας ή μεγάλου κινδύνου (high risk) πιθανώς να θέλουν να επενδύσουν σε πιο ακριβές ετικέτες οι οποίες μπορούν να κρυπτογραφηθούν. Πέρα από την τεχνολογία όμως, ο Piyush Sodha, αναφέρει ότι το επόμενο επίπεδο προστασίας πρέπει να είναι οι διαδικασίες, η ασφάλεια των βάσεων δεδομένων και η ακεραιότητα μέσα στην επιχείρηση, καθώς αυτά είναι πιο σημαντικά παρά η επιβολή περισσότερων μέτρων ασφαλείας στη σιλικόνη, δηλαδή στην ίδια την ετικέτα.
3. Προστασία των δεδομένων που σχετίζονται με τον σειριακό αριθμό που υπάρχει πάνω στην ετικέτα. Σημασία δεν έχει μόνο η προστασία των δεδομένων που βρίσκονται

αποθηκευμένα πάνω στην ίδια την ετικέτα, αλλά και η ασφάλεια των δεδομένων που σχετίζονται με την ετικέτα. Σύμφωνα με τα πρότυπα του οργανισμού ISO αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση ενός συνηθισμένου αλγόριθμου κρυπτογράφησης, στον οποίο χρησιμοποιείται ένα δημόσιο κλειδί. Με την χρήση του κλειδιού αυτού, μπορεί να γίνει η ανάγνωση των κρυπτογραφημένων ετικετών από συνεργαζόμενες εταιρείες. Τα δεδομένα που σχετίζονται με τον σειριακό αριθμό που βρίσκεται πάνω στην ετικέτα, τοποθετούνται σε κεντρικούς εξυπηρετητές, κάτι που απαιτεί μια αναζήτηση (look up), όπως περίπου γίνεται και με το διαδίκτυο. Είναι προτιμητέο τα δεδομένα να μπορούν να ειδωθούν από διάφορα άτομα (πχ από πελάτες που μπορεί να θέλουν να αναζητήσουν την διατροφική αξία ενός τροφίμου, από πωλητές που μπορεί να θέλουν να μάθουν τις τιμές πώλησης αλλά και από τον παραγωγό που μπορεί να θέλει να μάθει την ποσότητα των αντικειμένων από τον συγκεκριμένο τύπο που βρίσκεται στην γραμμή παραγωγής) αλλά είναι εξίσου σημαντικό να μην έχουν όλοι τα ίδια δικαιώματα για την ίδια ποσότητα πληροφοριών. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο θα μπορούσε να δημιουργηθεί πρόσβαση βασισμένη σε ρόλους (role based access) στον εξυπηρετητή πληροφοριών. Έτσι θα πρέπει να υπάρχει κάποιος που να ορίζει την ποσότητα των πληροφοριών στις οποίες θα έχουν πρόσβαση οι άλλοι. Παρόλο που οι εταιρείες είναι διστακτικές όσον αφορά τον διαμοιρασμό των πληροφοριών, είναι απαραίτητο να διερευνηθούν πλήρως οι δυνατότητες οι οποίες παρέχονται από την RFID τεχνολογία. Ίσως το καλύτερο είναι να γίνεται η διαχείριση των εξυπηρετητών αυτών από μια τρίτη αρχή και πρόσφατα μάλιστα η Verisign ανέλαβε την διαχείριση κάποιων από αυτούς.

Με βάση τις ανησυχίες που προαναφέρθηκαν, τα ζητήματα που σχετίζονται με την ασφάλεια και απαιτούν προσοχή είναι τα παρακάτω:

1. Προστασία των προσωπικών δεδομένων: Οι επιχειρήσεις θα πρέπει να λάβουν υπόψη όχι μόνο τα πλεονεκτήματα της RFID τεχνολογίας αλλά και τις επιπτώσεις της στην προστασία των δεδομένων και την ασφάλεια. Μάλιστα οι πολίτες έχουν ήδη εκφράσει τις ανησυχίες τους σχετικά με την δυνατότητα
  - a) προσωπικού εντοπισμού ή παρακολούθησή τους (track),
  - b) συλλογής πληροφοριών για τις αγοραστικές τους συνήθειες και
  - c) διακύβευσης της προσωπικής τους ασφάλειας.

2. Αξιοπιστία του συστήματος: Η αξιοπιστία του συστήματος αποτελεί ένα βασικό στοιχείο της μελλοντικής ανάπτυξης της RFID τεχνολογίας και το πιο σημαντικό μέλημα είναι η πιθανότητα διακύβευσης ή τροποποίησης από μια μη εξουσιοδοτημένη πηγή.
  
3. Εκπαίδευση του καταναλωτή: Θα πρέπει να παρέχονται ακριβείς/ σωστές πληροφορίες στους καταναλωτές έτσι ώστε να μπορούν να συμμετάσχουν πλήρως στις συζητήσεις που αφορούν την RFID τεχνολογία, την χρήση και την διαχείριση της αλλά και να κατανοήσουν οποιαδήποτε πιθανά πλεονεκτήματα από την χρήση της.

## Σύγκριση τεχνολογίας Barcode και RFID

### BARCODES

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

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

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

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

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

Από τις αρχές του 2005 αναμένεται να προστεθεί ένα επιπλέον ψηφίο στον γραμμωτό κώδικα, ο οποίος θα αποτελείται από 14 ψηφία. Το επιπλέον αυτό νούμερο, που θα είναι στην αρχή της σειράς, θα προσδιορίζει πως έχουν πακεταριστεί τα προϊόντα, δηλαδή εάν το προϊόν βρίσκεται σε κιβώτιο ή παλέτα. Παράλληλα, θα πραγματοποιηθεί η ενοποίηση των barcode προτύπων μεταξύ Ευρώπης, Νοτίου Αμερικής και Ιαπωνίας λύνοντας το πρόβλημα της ασυμβατότητας. Το γεγονός αυτό θα έχει τεράστιο αντίκτυπο στην εφοδιαστική αλυσίδα. Ο

γραμμωτός κωδικός θα είναι δυνατόν να αναγνωριστεί παγκοσμίως και έτσι θα γίνεται καλύτερη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Το μεγαλύτερο όφελος για τις επιχειρήσεις είναι ότι θα μπορούν ευκολότερα να κάνουν εμπορικές συναλλαγές με επιχειρήσεις του εξωτερικού (Spiegel, 2003).

## **ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID – BARCODES**

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

1. Η τεχνολογία γραμμωτού κώδικα ή barcodes χρησιμοποιείται περισσότερο από 50 χρόνια και συγκεκριμένα η πρώτη εφαρμογή της πραγματοποιήθηκε το 1952. Όμως, η χρήση των barcodes διαδόθηκε εκτενώς τα τελευταία 30 χρόνια. Η τεχνολογία των barcodes ήταν το κύριο μέσο αναγνώρισης προϊόντων στην εφοδιαστική αλυσίδα. Η μαζική υιοθέτηση της οφείλεται σε τρεις παράγοντες: στην απαίτηση των βιομηχανιών για χρήση τους, στη δημιουργία προτύπων και standards και στη βελτίωση της τεχνολογίας σε επίπεδο ετικετών και ανάγνωσης των barcodes. Εν αντιθέσει με τα barcodes που είναι μία ώριμη τεχνολογία σήμερα, η τεχνολογία RFID δεν μπορεί ακόμα να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις των επιχειρήσεων που θέλουν να την εφαρμόσουν. Όπως ήταν η τεχνολογία των barcodes πριν 30 χρόνια, στο ίδιο στάδιο βρίσκεται σήμερα η τεχνολογία RFID, δηλαδή στο στάδιο της αρχικής υιοθέτησης και αποδοχής. Ωστόσο, η τεχνολογία RFID προσφέρει νέες δυνατότητες που αδυνατούν να προσφέρουν τα barcodes.
2. Οι ετικέτες γραμμωτού κώδικα απαιτούν οπτική επαφή από απόσταση λίγων εκατοστών, έτσι ώστε να μπορέσουν να διαβαστούν. Αντίθετα, οι RFID ετικέτες μπορούν να διαβαστούν από απόσταση μέχρι και αρκετών μέτρων, δίχως να χρειάζεται οπτική επαφή, αρκεί η ετικέτα να βρίσκεται εντός του πεδίου της συσκευής ανάγνωσης.
3. Λόγω της δυνατότητας ανάγνωσης ετικετών χωρίς να απαιτείται οπτική επαφή, πολλαπλές ετικέτες μπορούν να διαβαστούν αυτόματα και ταυτόχρονα, με μεγάλη ταχύτητα. Η ικανότητα αυτή ξεπερνά κατά πολύ τις δυνατότητες των barcodes που διαβάζουν μόνο μία ετικέτα κάθε φορά, ενώ είναι απαραίτητη η χειρωνακτική εργασία για την ανάγνωση τους. Η μεγάλη ταχύτητα ανάγνωσης των RFID είναι πολύ σημαντική

σε εφαρμογές όπου μεταφέρονται και παραλαμβάνονται μεγάλες ποσότητες προϊόντων, τα οποία πρέπει να καταμετρηθούν γρήγορα.

4. Τα barcodes χρησιμοποιούν τον Παγκόσμιο Κωδικό Προϊόντος (UPC- Universal Product Code) και τα δεδομένα τους περιορίζονται σε επίπεδο προϊόντος, στα οποία περιέχονται, συνήθως, τα στοιχεία του κατασκευαστή και του προϊόντος. Από την άλλη μεριά, τα RFID χρησιμοποιούν τον Ηλεκτρονικό Κωδικό Προϊόντος (EPC Electronic Product Code), όπου κάθε προϊόν περιέχει ένα μοναδικό κωδικό. Για παράδειγμα, με τα barcodes ένα μπουκάλι κόκα-κόλα έχει τον ίδιο UPC αριθμό με ένα άλλο μπουκάλι σε οποιοδήποτε κατάστημα, σε οποιοδήποτε μέρος του κόσμου, ενώ με το RFID κάθε μπουκάλι ξεχωριστά έχει ένα μοναδικό EPC αριθμό. Επίσης, στην RFID ετικέτα περιλαμβάνονται επιπλέον δεδομένα όπως, τύπος και χρόνος παραγωγής, ημερομηνία λήξης του κάθε προϊόντος αλλά και οποιαδήποτε άλλα στοιχεία θέλει να προσθέσει ο κατασκευαστής. (Koralchick κ.α., 2005)
5. Τα δεδομένα των ετικετών barcodes είναι στατικά και δεν μπορούν να μεταβληθούν ενώ η μνήμη τους περιορίζεται σε χίλιους χαρακτήρες, περίπου. Αντίθετα, μια RFID ετικέτα είναι δυνατό να περιέχει αρκετά kilobytes μνήμης. Ειδικότερα, στις ετικέτες «ανάγνωσης-γραφής» μπορούν να προστεθούν, να σβηστούν ή να τροποποιηθούν τα στοιχεία που είναι αποθηκευμένα. Τα δεδομένα μιας ετικέτας μπορούν να μεταβληθούν καθώς το προϊόν κινείται σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ουσιαστικά αποτελεί μία μικρή, φορητή βάση δεδομένων, τα στοιχεία της οποίας μπορούν να ενημερωθούν δυναμικά. Ο EPC αριθμός του προϊόντος είναι αποθηκευμένος σε ξεχωριστή, εξωτερική βάση δεδομένων στην ετικέτα. Αυτές οι βάσεις δεδομένων περιέχουν όλη την «ιστορία» του προϊόντος και το ακολουθούν σε όλο τον κύκλο ζωής του. Επιπλέον οι RFID ετικέτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως αισθητήρες. Τοποθετώντας μια RFID ετικέτα μπορεί να εξασφαλιστεί ότι διατηρείται η θερμοκρασία ενός προϊόντος σε σταθερά επίπεδα, ενώ σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες, όπως το σύστημα GPS (Geographical Position System), δηλαδή σύστημα δορυφορικού εντοπισμού θέσης, είναι δυνατόν να παρακολουθείται το προϊόν σε οποιοδήποτε σημείο της εφοδιαστικής αλυσίδας (Special supplement, 2004).
6. Η τεχνολογία barcode είναι περισσότερο ευαίσθητη στις κλιματολογικές συνθήκες, όπως σκόνη και υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης, επειδή η ετικέτα είναι συνήθως από χαρτί, είναι επιρρεπής σε εκδορές. Οι RFID ετικέτες περικλείονται από πλαστικό ή



σιλικόνη και είναι πιο ανθεκτικές σε δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως κατά τη διαδικασία της παραγωγής. Η αχίλλειος πτέρνα των RFID ετικετών είναι το σημείο συγκόλλησης της κεραίας με το μικροτσιπ. Ένα μικρό κόψιμο στο συγκεκριμένο σημείο είναι αρκετό για να απενεργοποιήσει την ετικέτα (Kleist κ.α., 2004).

7. Από την άλλη πλευρά, η τεχνολογία RFID είναι πολύ ακριβότερη σε σύγκριση με τα barcodes. Απαιτούνται νέα κεφάλαια και επενδύσεις για την αγορά του υλικοτεχνικού εξοπλισμού, αλλά και για την ολοκλήρωση του RFID με τα ήδη υπάρχοντα συστήματα της επιχείρησης.
8. Επιπλέον, οι barcode ετικέτες λειτουργούν αποτελεσματικά σε όλα τα προϊόντα, ενώ οι RFID ετικέτες παρουσιάζουν προβλήματα ανάγνωσης σε προϊόντα που έχουν μεταλλική συσκευασία ή περιέχουν υγρό.
9. Τέλος οι barcode ετικέτες, συνήθως, έχουν και ένα κωδικό που μπορεί να διαβαστεί από ανθρώπινο μάτι. Αυτό επιτρέπει την ανάκτηση των πληροφοριών της ετικέτας σε περίπτωση που αποτύχει η συσκευή ανάγνωσης. Αντίθετα, οι πληροφορίες που περιέχονται σε μία RFID ετικέτα διαβάζονται μόνο από τις συσκευές ανάγνωσης, έτσι σε περίπτωση αποτυχίας ανάγνωσης των δεδομένων από τη συσκευή δεν υπάρχει εναλλακτικός τρόπος ανάκτησης των δεδομένων της ετικέτας.

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

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

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

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

### **Πλεονεκτήματα**

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η τεχνολογία RFID σε σχέση με άλλους τρόπους συλλογής δεδομένων είναι τα εξής :

- Η τεχνολογία RFID επιτρέπει την παρακολούθηση και τη συλλογή δεδομένων σε περιβάλλοντα ακατάλληλα για εργαζόμενους, διότι η ανάγνωση ετικετών δεν απαιτεί την ύπαρξη εργατικού δυναμικού.
- Αποδεικνύει αξιόπιστη λειτουργία ακόμα και σε «σκληρά» περιβάλλοντα (πχ περιβάλλοντα με υγρασία, σκόνη, ή βρωμιά, περιβάλλοντα διάβρωσης (corrosive environments) ή εφαρμογές όπου είναι πιθανό να συμβούν δονήσεις και χτυπήματα/ τραντάγματα.
- Διευκολύνει την απομάκρυνση κρίσιμων λαθών από τα καταγεγραμμένα δεδομένα
- Τα δεδομένα της RFID ετικέτας μπορούν να μεταβάλλονται συνεχώς.
- Η τεχνολογία RFID δεν απαιτεί άμεση οπτική επαφή μεταξύ της ετικέτας και του αναγνώστη.
- Ταχύτερη συλλογή των δεδομένων (σε ένα δευτερόλεπτο μπορεί να πραγματοποιούνται περισσότερες από χίλιες αναγνώσεις ετικετών) και λειτουργία χωρίς να χρειάζεται επαφή. Μάλιστα η εξάλειψη των περιορισμών που σχετίζονται με την οπτική επαφή, καθιστά τις ετικέτες ικανές να διαβαστούν ανεξαρτήτως προσανατολισμού, μέσω μογιάς ακόμα και μέσω στερεών/ συμπαγών κομματιών που δεν περιέχουν σίδηρο.

- Χιλιάδες οργανισμοί έχουν εκμεταλλευτεί τα οφέλη που προσφέρει η τεχνολογία RFID προκειμένου να παρακολουθούν τις διαδικασίες, να παρέχουν ακριβή δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, να ιχνηλατούν το απόθεμα και να μειώνουν τις απαιτήσεις εργασίας.
- Η RFID τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με συστήματα γραμμωτού κώδικα και Wi-Fi δίκτυα.
- Οι κατασκευαστές μπορούν να εντοπίσουν την γενεαλογία (genealogy) ενός προϊόντος και έτσι να κατανοούν καλύτερα πότε δημιουργείται ένα επιτυχημένο προϊόν και πότε ένα ελαττωματικό. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το ότι μια RFID ετικέτα επιτρέπει στις εταιρείες να εντοπίζουν και να παρακολουθούν κάθε παλέτα, παρτίδα και κάθε μονάδα για αρκετό διάστημα αφότου αυτά έχουν απομακρυνθεί από το εργοστάσιο ή αποθήκη έχει ως αποτέλεσμα να είναι πιο οργανωμένη και να γίνεται με ακρίβεια η ανάκληση προϊόντων. Ως αποτέλεσμα εξοικονομούνται μεγάλα χρηματικά ποσά, κυρίως για τις επιχειρήσεις που ασχολούνται με την υγεία και τα αυτοκίνητα.
- Οι επιχειρήσεις θα έχουν περισσότερες και καλύτερες πληροφορίες σχετικά με την απόδοση των προϊόντων μετά την πώλησή τους. Για παράδειγμα, στην αυτοκινητοβιομηχανία, ένα αυτοκίνητο μπορεί να αποτελείται από κομμάτια το καθένα από τα οποία έχει μια ετικέτα (δηλαδή το σώμα του αμαξιού, η μηχανή, το κάθε λάστιχο και ο κάθε αερόσακος θα έχουν μία ξεχωριστή ετικέτα). Έτσι, θα μπορούν να συλλέγονται δεδομένα στα συνεργεία αλλά και στους τόπους των ατυχημάτων.
- Ακόμα και μέσα στο εργοστάσιο, οι ετικέτες θα μπορούν να διασφαλίζουν παραγωγή χωρίς σφάλματα. Για παράδειγμα, μια ετικέτα στο σώμα του αυτοκινήτου θα μπορεί να ενημερώνει τον εργάτη ή κάποιο ρομπότ, «παρακαλώ εγκατέστησε ένα κόκκινο τιμόνι πάνω μου». Αν γίνει κάποιο λάθος, η μονάδα θα μπορεί να εντοπιστεί και να επιδιορθώνεται αμέσως ή θα επιδιορθωνεται αργότερα, χωρίς να διακόπτεται η γραμμή συναρμολόγησης.
- Μέσα σε κάποια αποθήκη, οι RFID ετικέτες θα βελτιώσουν τα logistics, βοηθώντας την βιομηχανία να χρησιμοποιήσει τα παλαιότερα αντικείμενα/ συστατικά πρώτα. Μια ετικέτα θα μπορούσε να υποδεικνύει « Είμαι εδώ. Είμαι μια #35 παρτίδα από τιμόνια του Δεκεμβρίου 2003.»
- Η RFID μπορεί να εξαλείψει τα προβλήματα που αφορούν την εξάντληση των αποθεμάτων, τα οποία μπορούν να δημιουργηθούν από την χρήση της JIT. Τα Just in

Time logistics (JIT) είναι μια διαδικασία παραγωγής η οποία υιοθετήθηκε από τις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ευρώπη έχοντας ως πρότυπο την Ιαπωνία η οποία την πρωτοχρησιμοποίησε πριν από αρκετές δεκαετίες. Η βασική ιδέα είναι ότι αν τα διάφορα συστατικά χρησιμοποιηθούν μόλις παραληφθούν και παραλαμβάνονται ακριβώς πριν ζητηθούν/ χρειαστούν, τότε οι κατασκευαστές αλλά και οι προμηθευτές θα έχουν σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων καθώς έτσι θα μειωθούν τα εξαφανισμένα και κατεστραμμένα απογραφέντα αντικείμενα αλλά και το κόστος αποθήκευσης.

- Ο τελικός στόχος της χρήσης της τεχνολογίας RFID στις λιανικές πωλήσεις και στην παραγωγή είναι η εξάλειψη του ενδιάμεσου (intermediary), ένας στόχος που κάποτε ήταν ελκυστικός για το Internet. Μία τέλεια εφοδιαστική αλυσίδα δεν θα απαιτούσε κάποιο κέντρο διανομής αλλά τα προϊόντα θα διανέμονταν από τα εργοστάσια κατευθείαν στα σημεία λιανικής πώλησης.
- Η χρήση της τεχνολογίας RFID από επιχειρήσεις επιφέρει:
  - Μείωση της χειρωνακτικής εργασίας, του κόπου αλλά και της γραφικής εργασίας που απαιτείται για την επεξεργασία των δεδομένων.
  - Βελτίωση όχι μόνο της αποδοτικότητας της εργασίας αλλά και της παραγωγικότητας.
  - Αυτοματοποίηση πολλών διαδικασιών που σχετίζονται με την παραγωγή, την συναρμολόγηση και τον έλεγχο ποιότητας
  - Μείωση στο ελάχιστο των άχρηστων/ ελαττωματικών (waste) και των απογραφών (inventory).
  - Αύξηση της ικανοποίησης των πελατών.
  - Βελτίωση της κερδοφορίας.

### ***Μειονεκτήματα***

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η χρήση της τεχνολογίας RFID σχετίζεται όχι μόνο με πλεονεκτήματα αλλά και με αρκετά μειονεκτήματα. Κάποια από αυτά παρουσιάζονται παρακάτω :

- Παρουσιάζονται αρκετά προβλήματα ασφάλειας και ιδιωτικότητας<sup>21</sup> (τα προβλήματα αυτά αναλύονται σε επόμενο κεφάλαιο).

- Το κόστος υλοποίησης της τεχνολογίας RFID αποτελεί ένα μειονέκτημα. Χρήματα χρειάζονται όχι μόνο για τις ετικέτες και τους αναγνώστες αλλά ίσως και για ένα σημαντικό επανασχεδιασμό των διαδικασιών της επιχείρησης κατά την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID.
- Η τεχνολογία RFID είναι σχετικά καινούρια και πολλοί θεωρούν ότι ακόμα δεν έχει δοκιμαστεί αρκετά.
- Ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί η τεχνολογία RFID απαιτεί την ύπαρξη και εναλλακτικών μεθόδων απόκτησης των πληροφοριών. Ένας γραμμωτός κώδικας μπορεί να διαβαστεί κοιτάζοντας τους μη κρυπτογραφημένους (plaintext) αριθμούς κάτω από τον κωδικό, ακόμα και αν ο αναγνώστης έπαυε να λειτουργεί. Όμως αν κάποιος RFID αναγνώστης πάψει να λειτουργεί, θα πρέπει να προβλέπεται κάποιος τρόπος ώστε να μπορεί κάποιος να εξάγει ανάλογες πληροφορίες.
- Οι RFID ετικέτες παρουσιάζουν προβλήματα κατά την ανάγνωσή τους μέσω αγώγιμων (conductive) υλικών, όπως το μέταλλο. Αυτό μπορεί εν μέρει να αντιμετωπιστεί με προσεκτική τοποθέτηση της ετικέτας. Για παράδειγμα, μια RFID ετικέτα μπορεί να τοποθετηθεί πάνω σε προϊόντα τα οποία είναι συσκευασμένα σε λεπτό φύλλο αλουμινίου, όπως τα πακέτα με τα πατατάκια, με τέτοιο τρόπο ώστε η συσκευασία να λειτουργεί ως κεραία
- Για την τεχνολογία RFID υπάρχουν διάφορα ανταγωνιστικά πρότυπα (κυρίως ISO και EPC), οπότε μια εταιρεία μπορεί να αποφασίσει να περιμένει ώσπου να λυθεί η <<διαμάχη>> αυτή.
- Η τεχνολογία RFID λειτουργεί σε περιβάλλον ραδιοσυχνοτήτων (RF), το οποίο επηρεάζεται από την υγρασία, τον καιρό, την ακτινοβολία, τις μη ορατές παρεμβολές από ραδιοκύματα, από το υλικό του κτιρίου μέσα στο οποίο χρησιμοποιείται καθώς και από διάφορα υλικά που βρίσκονται αποθηκευμένα στο κτίριο αυτό. Επίσης, επηρεάζεται από το υλικό πάνω στο οποίο θα προσαρτηθεί η ετικέτα.
- Το εύρος ανάγνωσης/ εγγραφής δεν είναι ρυθμιζόμενο αλλά μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν (και φυσικά θα διαφέρει αν διαφέρουν και οι παρεμβολές από ραδιοκύματα).
- Το γεγονός ότι η RF δεν είναι ορατή δυσκολεύει την εύρεση της πηγής των προβλημάτων, κάτι το οποίο είναι γνωστό και σε αυτούς που την χρησιμοποιούν στα WLANs. Αξίζει να σημειωθεί ότι το πρόβλημα δεν λύνεται ούτε με την χρήση

εξεζητημένων εργαλείων χαρτογράφησης ραδιοσυχνοτήτων (RF mapping tools) και η επίλυση των προβλημάτων δυσχεραίνει ακόμα περισσότερο εξαιτίας της πόλωσης (polarization).

- Αν κάποιος θελήσει να χρησιμοποιήσει τις εντολές της γλώσσας που χρησιμοποιείται για τον προγραμματισμό εφαρμογών για την τεχνολογία RFID (RFID command language), δεν μπορεί να βασιστεί μόνο στην διαίσθησή του. Για την ακρίβεια, θα πρέπει να μάθει να χρησιμοποιεί αυτή την γλώσσα με τις εντολές της, αλλά θα πρέπει να έχει και προηγούμενη εμπειρία στην εφαρμογή της τεχνολογίας RFID. Μάλιστα απαιτείται συνεχής εκπαίδευση καθώς η γλώσσα αυτή μπορεί να μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου.
- Επειδή η τεχνολογία RFID βασίζεται στα ραδιοκύματα, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη διάφορα συνήθη ζητήματα που αφορούν τις ραδιοσυχνότητες (RF), όπως η αντανάκλαση (reflection), περίθλαση/ παράθλαση (diffraction), εξασθένηση (attenuation) και παρεμβολή (interference).
- Δεν υπάρχει κάποια γενικής χρήσεως ετικέτα αλλά οι ετικέτες είναι συγκεκριμένες για κάθε εφαρμογή. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε RFID εφαρμογή απαιτεί μοναδικό προγραμματισμό, προσαρμοσμένο λογισμικό βάσεων δεδομένων αλλά και κάθε κατηγορία αντικειμένων απαιτεί μια μοναδική ετικέτα η οποία θα είναι σχεδιασμένη λαμβάνοντας υπόψη την σύνθεση του υλικού του αντικειμένου στο οποίο θα τοποθετηθεί αλλά και το περιβάλλον χρήσης του.

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID

### 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 m<sup>2</sup> 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	A
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, αναγνωστών 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.

<b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ</b>	
ΕΚΤΑΣΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	10000m <sup>2</sup>
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 ογισμικό 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 tagging) 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. Ακολουθώντας 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 αναγνώστων 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 αναγνώστων RFID με το σύστημα να επιβεβαιώνει τις σωστές ποσότητες κατά τη φόρτωση των οχημάτων δρομολόγησης κατά την οποία αποκολλούνται οι ετικέτες με σκοπό την επαναχρησιμοποίηση 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 tagging), με επίτευξη του επιμερισμού του κόστους και την πλήρη αυτοματοποίηση των διαδικασιών διαχείρισης του αποθηκευτικού κυκλώματος.

## 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		<b>90.100,00 €</b>	
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 <sup>2</sup> 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 €
<b>Σύνολο Δαπανών Εκκινήσεως</b>				<b>186.100,00 €</b>

## 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 Passiveread/ 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 κάθεετικέτας 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 Αναγνώστών (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 αναγνώστων 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 1000m<sup>2</sup> του κέντρου διανομής, 10 συνολικά αξίας 500€/αναγνώστη και ενδέχεται η επιπλέον αγορά φορητών τύπου PDA αναγνώστων, 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 αναγνώστων 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 αναγνώστων. 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€. Συνιστάται 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 realtime 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 1000m<sup>2</sup> 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.

### **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	Περικοπή 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€
<b>Σύνολο</b>			<b>176400€</b>

### **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 περικοπή 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 €
<b>Σύνολο</b>			<b>190.000,00 €</b>

### **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 15ημέρες / 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 €
<b>Σύνολο</b>			<b>475.000,00 €</b>

#### **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 διόρθωσή 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 χωρητικότητάς 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	Περιοπή 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 €
<b>Σύνολο</b>			<b>95.000,00 €</b>

### 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 €
<b>Σύνολο</b>			<b>65.000,00 €</b>

### Μείωση του ποσοστού των απούλητων προϊόντων

Καταγραφή των δεδομένων της εταιρείας επέδειξε ότι το ποσοστό των απούλητων προϊόντων λόγω καταστροφής, παλαιώσης, 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	Περιοκπή 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 €
<b>Σύνολο</b>			<b>280.000,00 €</b>

### 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 €
<b>Σύνολο</b>		<b>560.000,00 €</b>

## Οικονομικά στοιχεία

### 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.

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
<b>Σύνολο Πάγιων Δαπανών</b>		<b>24.000 €</b>	<b>22.500 €</b>	<b>21.000 €</b>	<b>19.500 €</b>	<b>18.000 €</b>	<b>16.500 €</b>	<b>15.000 €</b>

	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
<b>Σύνολο Δαπάνης</b>	<b>322.600,00 €</b>							

## 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.

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
<b>Σύνολο κατά Έτος</b>	<b>330.200 €</b>	<b>260.200 €</b>	<b>280.200 €</b>	<b>300.200 €</b>	<b>290.200 €</b>	<b>200.200 €</b>	<b>180.200 €</b>	<b>1.841.400 €</b>

Διαφυγόντα Έσοδα	Έτος							
	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
<b>Σύνολο Διαφυγόντων Εσόδων</b>	<b>1.395.000 €</b>	<b>1.050.000 €</b>	<b>835.000 €</b>	<b>620.000 €</b>	<b>405.000 €</b>	<b>220.000 €</b>	<b>145.000 €</b>	<b>110.000 €</b>

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

## 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 εξαχθέντων 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 taggating). Το κόστος εφαρμογής της τεχνολογίας σε επίπεδο κιβωτίου (case-level taggating) ή κόστος μεμονωμένου τεμαχίου (item-level taggating) 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 περιόρισε 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 ανακριβειών στο θέμα της ακριβούς κοστολόγησης και διάθεσης των επιμέρους εξαρτημάτων στην ελληνική αγορά .

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γιαγλής, Γ., Καραϊσκος, (2006), «Επισκόπηση Ραδιοσυχνικής Τεχνολογίας Αναγνώρισης (R.F.I.D.)»

Landt J.(2005), «*The history of RFID*», Potentials IEEE, Vol. 24, Issue 4, Pag:8 -11

Landt, Jeremy. : *Shrouds of time The history of RFID (2001)*

Μαστορίδου, Κ.: Εφαρμογή τεχνολογίας RFID σε συστήματα διαχείρισης αποθηκών (2007)

<http://www.epcglobalinc.org/standards>

Baudin, Michel, (2005), «*RFID applications in manufacturing*», Baysquare Technologies, Santa Clara.

EETT : RFID: Λειτουργίας Συσκευών Ραδιοσυχνικής Αναγνώρισης (RFID) στην Ελλάδα (2006). Διαθέσιμο Online στο:

<http://www.eett.gr/grpages/telec/wireless/RFID.htm>

<http://www.rfidjournal.com/>

Forrester. 2005. «*RFID: The Complete Guide*». Forrester Research.

Patrick J., Sweeney I., (2005), «*RFID for Dummies*», Wiley Publishing Inc, Hoboken, New Jersey.

Finkenzeller K. (2003), «*RFID Handbook: Radio Frequency Identification Fundamentals and Applications*», John Wiley & Sons LTD, New York.(2<sup>nd</sup> Edition)

Baudin, Michel, (2005), «*RFID applications in manufacturing*», Baysquare Technologies, Santa Clara.

Weis, S.,(2003), «*Security and Privacy in Radio-Frequency Identification Devices*»

The Boston Consulting Group. 2003. «*Customer Acceptance of FSI Applications*» Metro AG press Release. October 2003

Μαυρίδης, Ι., Πάγκαλος, Γ.: Ασφάλεια Πληροφοριακών Συστημάτων και

Δικτύων, Εκδόσεις Ανικούλα, Θεσσαλονίκη (2002)

Weis, S.,(2003), «*Security and Privacy in Radio-Frequency Identification Devices*»

The Boston Consulting Group. 2003. «*Customer Acceptance of FSI Applications*» Metro AG press Release. October 2003

Weis,S., Sarma,S., Rivest,R., Engels, D. : Security and privacy aspects of low-cost radio frequency identification systems. D. Hutter, G. Muller, W. Stephan, and M. Ullmann (editors): «*International Conference on Security in Pervasive Computing – SPC 2003, volume 2802 of Lecture Notes in Computer Science*». Springer-Verlag.( 2003) 454–469.

MIT. Auto-ID Center. <http://www.autoidcenter.org>

Rogers, E.M. 1962. «*Diffusion of Innovations*», New York: The Free Press of Glencoe.

<http://www.rfidjournal.com/>

Mortensen, H.H.J, Pedersen, A.T: Possible Use of RFID Technology in Support of Construction Logistics (2004)

Goldman,A. , Crawford, K.: RFID Primer: Where the WLAN Hits the RFID Fan (2003). Διαθέσιμο Online στο:  
[http://www.wi-fiplanet.com/tutorials/article.php/10724\\_3292521\\_3](http://www.wi-fiplanet.com/tutorials/article.php/10724_3292521_3)