



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗΝ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ
LOGISTICS

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«RFID: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ
ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ»

Επιβλέπων: Δ. Εμίρης
Επίκουρος καθηγητής

Ον/μο : Παναγοπούλου Νίκη
Α.Μ. : ΜΠΠΛ/0543

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2007

**«RFID: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ
ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ»**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	i
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	iv
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	iv
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ.....	1
ΜΕΡΟΣ Α΄	3
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ RFID.....	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ RFID	4
1.1 Εισαγωγικό Σημείωμα - Ιστορική αναδρομή RFID	4
1.2. Ορισμός και Συστατικά Μέρη του RFID	5
1.3. Αρχιτεκτονική Διευρυμένου Συστήματος RFID	6
1.4. Η Λειτουργία ενός Συστήματος RFID	7
2. RFID TAG	8
2.1 Tag Chip	9
2.1.1 Κωδικός Αναγνώρισης - Identifier Format	11
2.1.2 Πηγή Ενέργειας - Power Source.....	12
2.1.2.1 Παθητικά RFID Tag.....	13
2.1.2.2 Ενεργητικά RFID Tag.....	15
2.1.2.3 Ημι-παθητικά RFID Tag.....	15
2.1.2.4 Ημι-ενεργητικά RFID Tag.....	16
2.1.2.5 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των Tag.....	16
2.1.3 Συχνότητες Λειτουργίας - Operating Frequencies	19
2.1.4 Λειτουργικότητα - Functionality	22
2.2 Tag Antenna	24
3. RFID READERS (INTERROGATORS).....	29
3.1 Δομή του Reader.....	30
3.1.1 Ανατομία του RFID Reader.....	30
3.1.2 Λειτουργίες του RFID Reader	32
3.1.2.1 Λήψη Σήματος - Receiving	32
3.1.2.2 Αποστολή Σήματος - Transmitting	33
3.1.2.3 Μέθοδοι Επικοινωνίας.....	33
3.1.2.4 “Read Range” και “Write Range”.....	33
3.1.2.5 Εντολές Reader.....	34
3.1.2.6 Κύκλος Λειτουργίας και Ενέργειας	34
3.1.2.7 Διεπαφή Υποσυστήματος - Enterprise Subsystem Interface	35
3.1.3 Είδη RFID Reader	36
3.2 Reader Antenna.....	39
3.2.1 Σχεδιασμός Κεραίας - Antenna Design.....	40
3.2.2 Πολικότητα Κεραίας - Antenna polarity.....	40
3.2.3 Υπολογισμοί Τομέων Λειτουργίας Κεραίας.....	41
3.2.3.1 Κέρδος και Απώλειες Κεραίας - Antenna Gain and Loss	41
3.2.3.2 Αποδοτική Ενέργεια Εκπεμπόμενου Σήματος - Effective Radiated Power (ERP).....	42
3.2.3.3 Αποδοτική Ενέργεια Εκπεμπόμενου Σήματος Ισοτροπικής Κεραίας - Effective Isotropically Radiated Power (EIRP)	42
3.2.3.4 Εύρος Ραδιοκύματος - Beam Width.....	42
3.2.3.5 Σχέδιο Ακτινοβολίας - Radiation Pattern.....	42
3.2.3.6 Απώλεια Ελεύθερου Χώρου - Free Space Loss	43
3.2.3.7 Πυκνότητα Πεδίου - Field Density	43
3.3 Παράμετροι Υλοποίησης Εγκατάστασης RFID Reader & Antenna	45
3.3.1 Εγκατάσταση RFID Reader	45

3.3.1.1 Ασφάλεια Εξοπλισμού.....	45
3.3.1.2 Κανονική Λειτουργία - Proper Functionality.....	45
3.3.1.3 Ασφάλεια Προσωπικού.....	45
3.3.1.4 Συνθήκες Περιβάλλοντος.....	46
3.3.2 Εγκατάσταση RFID Antenna.....	46
3.3.2.1 RFID Πύλη.....	46
3.3.2.2 RFID Τούνελ.....	48
3.3.2.3 Ατέλειες στην Κάλυψη μιας Κεραίας.....	48
3.3.3 Παράμετροι Πεδίου Λειτουργίας Reader.....	49
4. MIDDLEWARE.....	51
4.1 Γενικά.....	51
4.2 RFID Middleware.....	53
4.2.1 Οι Συνιστώσες του RFID Middleware.....	53
4.2.2 Η θέση του middleware στην αρχιτεκτονική ενός πληροφοριακού συστήματος.....	56
4.2.3 Χαρακτηριστικά Ανάπτυξης.....	56
4.2.4 Τύποι του RFID Middleware.....	57
4.2.4.1 Software.....	57
4.2.4.2 Hardware.....	57
4.2.5 Η Υποστήριξη από ERP Συστήματα απειλεί το RFID Middleware.....	59
4.2.6 Πρότυπα και EPC.....	60
4.2.7 Savant και EPCglobal.....	61
4.2.8 RFID Middleware και Τάσεις της Αγοράς.....	61
5. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ RFID.....	63
5.1. Τεχνολογική Προσέγγιση.....	63
5.1.1 Έναρξη Επικοινωνίας.....	63
5.1.2 Μονοσήμαντη Ταυτοποίηση / Απομόνωση (“Singulation”).....	64
5.1.3 Απόσταση Διάδοσης Σήματος.....	65
5.2 Πρωτόκολλο Επικοινωνίας – “Communication Protocol”.....	66
5.2.1 Προτυποποίηση.....	66
5.2.2 Ηλεκτρονικός Κωδικός Προϊόντος (EPC).....	67
5.2.3 Οι Διαδικασίες Προτυποποίησης RFID της EPCglobal.....	68
6 BARCODE ΚΑΙ RFID.....	72
6.1 Barcode.....	72
6.1.1 Ιστορική Αναδρομή.....	72
6.1.2 Ορισμός.....	72
6.1.3 Λειτουργία.....	72
6.1.4 Υπάρχοντα Συστήματα.....	72
6.2 Σύγκριση Τεχνολογίας Barcode και RFID.....	73
6.3 Trends of RFID.....	75
6.3.1 “Smart Label”.....	75
6.3.2. “RuBee”.....	77
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	80
ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΜΕΡΟΥΣ Α’.....	81
ΜΕΡΟΣ Β’.....	84
ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	84
8. ΕΛΛΑΔΑ.....	85
8.1. Ελληνικό Νομικό Πλαίσιο.....	85
8.2. Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (Ε.Ε.Τ.Τ.).....	85
8.3. Φάσμα Συχνοτήτων Λειτουργίας Συσκευών RFID στην Ελλάδα.....	85
8.4. Ουσιώδεις Απαιτήσεις Συμμόρφωσης Κάθε Προϊόντος Τηλεπικοινωνιακού Εξοπλισμού.....	86
9. ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ.....	88

9.1. Ευρωπαϊκό Νομικό Πλαίσιο	88
9.2. Φάσμα Συχνοτήτων Λειτουργίας Συσκευών RFID στην ΕΕ	88
9.4. Εναρμόνιση Χρήσης Ασύρματων Μικροσυσκευών.....	90
9.4. Δραστηριότητα και Πολιτική της Ευρωπαϊκής Επιτροπής	90
10. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ, ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ	92
ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID	92
10.1. Νομικό Πλαίσιο Προστασίας Ιδιωτικότητας και Ασφάλειας.....	92
10.2. Εφαρμογές RFID και Ιδιωτικότητα	93
10.3. Θέματα και Προτάσεις Επίλυσης Αναφορικά με την προστασία των προσωπικών δεδομένων, της υγείας και της ασφάλειας των χρηστών της τεχνολογίας RFID.....	93
10.4. Ανασκόπηση – Συμπεράσματα Μέρους Β΄	97
ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΜΕΡΟΥΣ Β΄	98
ΜΕΡΟΣ Γ΄	101
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID	101
11. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID	102
11.1. Εφοδιαστική Αλυσίδα και RFID.....	102
11.2. Πεδία Εφαρμογής της Τεχνολογίας RFID	104
12. ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ - CASE STUDY.....	105
12.1. Ιχνηλασία Εντύπων – Document tracing.....	105
12.1.1. RFID σε Βιβλιοθήκες.....	105
12.1.1.1. Οφέλη.....	105
12.1.1.2. Εφαρμογές σε Βιβλιοθήκες	106
12.1.2. RFID σε Βιβλιοπωλεία.....	108
12.1.3. RFID στη Διαχείριση Εγγράφων.....	110
12.1.3.1. Εφαρμογή της RF-IT.....	110
12.1.4. RFID στη Διαχείριση Ταξιδιωτικών Εγγράφων “MRTDs”	111
12.2. Εφαρμογές στο Λιανεμπόριο	113
12.2.1 “METRO Group Future Store Initiative” (“FSI”)	113
12.2.1.1. Η εφαρμογή	113
12.2.1.2. Θέματα προστασίας καταναλωτών	115
12.2.1.3. Θετικά Αποτελέσματα από τη Δημιουργία του FSI.....	117
12.2.2. Η περίπτωση της “MARKS & SPENCER”.....	118
12.2.2.1. Η Δραστηριότητα της “Marks & Spencer”	118
12.2.2.2. Η Εφαρμογή στον Τομέα του Merchandising.....	118
12.2.2.3. Θέματα προστασίας καταναλωτών	121
12.2.3. Ανασκόπηση – Συμπεράσματα Μέρους Γ΄	122
ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΜΕΡΟΥΣ Γ΄	123
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	126
I. Καθορισμός ζωνών συχνοτήτων.....	126
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ.....	127
I. Έντυπη.....	127
II. Ηλεκτρονική.....	128
III. Peer – to –peer.....	132
IV. Νομοθεσία.....	133

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1	Αρχιτεκτονική διευρυμένου συστήματος RFID.....	6
Εικόνα 2	Στοιχειώδες RF υποσύστημα.....	9
Εικόνα 3	Διάγραμμα Δομής του RFID chip.....	10
Εικόνα 4	Σχέδια κεραιών.....	27
Εικόνα 5	Κεραίες σε διάταξη tag.....	28
Εικόνα 6	Διαστάσεις των tag κεραιών.....	28
Εικόνα 7	Τυπική μορφή ενός Reader.....	30
Εικόνα 8	Απεικόνιση συνιστωσών του reader.....	31
Εικόνα 9	Η κεραία του reader και μια σειρά κεραιών με τα πεδία εμβέλειάς τους.....	39
Εικόνα 10	Γραφική απεικόνιση του κέρδους της κεραίας.....	41
Εικόνα 11	Μετρήσεις για την πυκνότητα πεδίου.....	44
Εικόνα 12	Πύλη κεραίας RFID.....	47
Εικόνα 13	Πύλη κεραίας RFID σε πόρτα αποβάθρας.....	47
Εικόνα 14	Οι συνιστώσες του RFID middleware.....	54
Εικόνα 15	Δίκτυο συστήματος προτύπων EPC.....	69
Εικόνα 16	Smart Label.....	76
Εικόνα 17	Εκτυπωτής smart RFID labels.....	76
Εικόνα 18	RuBee.....	77
Εικόνα 19	Απεικόνιση της λειτουργίας μιας βιβλιοθήκης βάσει συστήματος RFID.....	105
Εικόνα 20	RFID tag στο UNLV.....	107
Εικόνα 21	RFID reader.....	108
Εικόνα 22	RFID reader για τους πελάτες.....	108
Εικόνα 23	Οι οδηγίες για τους καταναλωτές από την EPC Global.....	116
Εικόνα 24	"Intelligent Label" σε σακάκι.....	119
Εικόνα 25	"Mobile Reader".....	119

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1	Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα ετικετών βάσει της ενέργειας λειτουργίας τους.	17
Πίνακας 2	Διαφορές παθητικών - ενεργητικών tag.....	18
Πίνακας 3	Χαρακτηριστικά λειτουργίας συχνοτήτων.....	20
Πίνακας 4	Χαρακτηριστικά απόδοσης συχνοτήτων.....	21
Πίνακας 5	Επίδραση των υλικών στη μετάδοση των ραδιοκυμάτων.....	21
Πίνακας 6	Τεχνικές προδιαγραφές RFID reader.....	38
Πίνακας 7	Οι 4 τύποι EPC βάσει χωρητικότητας δεδομένων.....	68
Πίνακας 8	Διαχωρισμός των RFID tag σε τάξεις.....	68
Πίνακας 9	Πολυεπιπεδική παράθεση (cascading) και σήμανση ISO.....	70
Πίνακας 10	ISO και EPCglobal πρότυπα.....	71
Πίνακας 11	Σύγκριση RFID με Barcode.....	74
Πίνακας 12	Συχνότητες λειτουργίας σε ΕΕ και Ελλάδα.....	89
Πίνακας 13	Θέματα πολιτικής και οι πιθανές επιλογές πολιτικής που προέκυψαν μέσα από τις διαβουλεύσεις στην ΕΕ αναφορικά με την προστασία των προσωπικών δεδομένων, της υγείας και της ασφάλειας των χρηστών της τεχνολογίας RFID.....	96
Πίνακας 14	Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα.....	103

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Στην δεκαετία που διανύουμε είναι ευρέως αποδεκτή πλέον η χρήση των νέων τεχνολογιών ως ένα εργαλείο για τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Μια τέτοιου είδους τεχνολογία, με ευεργετικά αποτελέσματα στην εφοδιαστική αλυσίδα και κατ' επέκταση και στην ίδια την επιχείρηση είναι και η τεχνολογία RFID. Το ενδιαφέρον και η σημασία που παρουσιάζει η χρήσης της τεχνολογίας, ήταν οι παράγοντες που εκκίνησαν το προσωπικό μου ενδιαφέρον να την επιλέξω ως θέμα της διπλωματικής μου εργασίας.

Έτσι λοιπόν, η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται την μέθοδο της ραδιοσυχνικής αναγνώρισης (Radio Frequency Identification - RFID) αναφορικά με τις παραμέτρους τεχνολογία, θεσμικό πλαίσιο και εφαρμογές. Στο πρώτο μέρος γίνεται λεπτομερής καταγραφή της τεχνολογίας RFID και των συνιστωσών της. Σε αυτό το σημείο πρέπει να ευχαριστήσω τον συνάδελφο και συμφοιτητή μου Βασίλειο Παπαδόπουλο για την συμβολή του στην συγγραφή του πρώτου μέρους. Η συνεργασία μας αποτελείτο από την από κοινού έρευνα για την εύρεση του βιβλιογραφικού υλικού, την δημιουργία της δομής που θα ακολουθείτο καθώς και την ένωση των μερών που είχε αναλάβει ο καθένας μας να συγγράψει.

Στο δεύτερο μέρος προσεγγίζεται το θεσμικό πλαίσιο και κατ' επέκταση και η νομοθεσία που καλύπτει την τεχνολογία RFID στην Ελλάδα αλλά και στην Ευρώπη. Εδώ στην ουσία έγινε μια προσπάθεια αποτύπωσης του πολιτικο-νομικού και κοινωνικού περιβάλλοντος, που αποτελούν εν μέρει τους κύριους παράγοντες για την ανάπτυξη της τεχνολογίας στην εκάστοτε χώρα και γι' αυτό και κρίθηκε αναγκαία η καταγραφή τους. Ειδικότερα μπορεί να δει κανείς την ισχύουσα νομοθεσία στην Ελλάδα και στην Ευρώπη για τον καθορισμό των ζωνών - συχνοτήτων RFID, αλλά και για την προστασία της υγείας και της ιδιωτικότητας των πολιτών, με στόχο να παρουσιαστεί η ορθολογική εφαρμογή της τεχνολογίας. Επίσης γνωστοποιείται το επίπεδο δράσης της χώρας μας αλλά και της Ε.Ε., αναφορικά με την τεχνολογία RFID, μέσω της καταγραφής των δραστηριοτήτων τους.

Στο τρίτο μέρος γίνεται μια εισαγωγή για την εφαρμογή της τεχνολογίας στην εφοδιαστική αλυσίδα και παρατίθενται μελέτες περιπτώσεων εφαρμογής της, κυρίως σε επίπεδο αντικειμένου. Για την συγγραφή του εισαγωγικού μέρους των εφαρμογών θα ήθελα πάλι να ευχαριστήσω τον συνάδελφο και συμφοιτητή μου Βασίλειο Παπαδόπουλο για την συμβολή του.

Για την δημιουργία της παρούσας διπλωματικής εργασίας, αποτελεί άξιο αναφοράς το γεγονός ότι, έχοντας ως στόχο την σε βάθος τεκμηρίωση του περιεχομένου, συγκεντρώθηκε και εξετάστηκε ένας πολύ μεγάλος αριθμός πηγών, περί τα 3.500 αρχεία από την ελληνική, αλλά κυρίως την ξένη βιβλιογραφία. Οι πηγές του υλικού που χρησιμοποιήθηκε ήταν έντυπο υλικό από βιβλία του χώρου ή από τον έντυπο τύπο καθώς και το διαδίκτυο, το οποίο αποτέλεσε και την κύρια πηγή πληροφοριών με την εξής μορφή:

- Ø Μηχανές αναζήτησης πληροφοριών (π.χ. www.metacrawler.com).
- Ø Ήδη γνωστά site για την τεχνολογία (π.χ. www.rfidconsultation.eu).
- Ø Προγράμματα peer-to-peer μεταφοράς αρχείων (π.χ. E-Mule).
- Ø Δικτυακοί τόποι με ακαδημαϊκού περιεχομένου άρθρα (π.χ. www.sciencedirect.com).

Η πληθώρα των πηγών βοήθησε να γίνει όσο το δυνατόν πιο ακριβής και επικαιροποιημένη η καταγραφή της τεχνολογίας και των συνιστωσών της. Επίσης, οι μελέτες περίπτωσης κατεγράφησαν ύστερα από εξέταση μιας πληθώρας διεθνών εφαρμογών και επιλέγοντας τις κυριότερες. Τέλος, επιλέχθηκε να μην μεταφραστούν

ορισμένοι τεχνικοί όροι, λόγω της διεθνούς χρήσης τους και της πιθανότητας η μετάφρασή τους να αλλοιώνε το νόημά τους.

Κλείνοντας το εισαγωγικό σημείωμα επισημαίνεται ότι τα οφέλη από την τεχνολογία είναι μεγάλα και σε επιχειρησιακό επίπεδο και σε κοινωνικό επίπεδο. Για να μην προκύψουν όμως αντίθετα από τα προσδοκώμενα αποτελέσματα, είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη οι παράμετροι της προστασίας της ιδιωτικότητας των πολιτών και των συνθηκών εργασίας των εμπλεκομένων, καθώς και η ωριμότητα της κοινωνίας και του επιχειρηματικού κόσμου να δεχθεί τη χρήση της τεχνολογίας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΜΕΡΟΣ Α'
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ RFID

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ RFID

1.1 Εισαγωγικό Σημείωμα - Ιστορική αναδρομή RFID

Ο όρος RFID ακούγεται ολοένα συχνότερα τα τελευταία χρόνια, γι' αυτό το λόγο οι περισσότεροι πιστεύουν ότι πρόκειται για μια νέα τεχνολογία. Στην πραγματικότητα η τεχνολογία RFID αναπτύχθηκε το Β' Παγκόσμιο πόλεμο και τα συστήματα RFID χαμηλής συχνότητας υπάρχουν από τη δεκαετία του '70. Η συγκεκριμένη τεχνολογία δεν εξαπλώθηκε όλα αυτά τα χρόνια εξαιτίας του υψηλού κόστους κατασκευής των μικροεπεξεργαστών και των αναγνώστων και της έλλειψης κοινών προτύπων που θα επέτρεπαν σε κάθε αναγνώστη RFID να αναγνωρίζει κάθε μικροεπεξεργαστή.

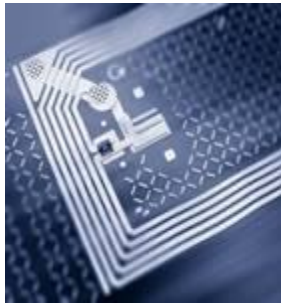
Στην αγορά εμφανίστηκε τη δεκαετία του '80 και κατατάσσεται στις τεχνολογίες της αυτόματης αναγνώρισης και συλλογής στοιχείων AIDC (Automatic Identification and Data Capture technology). [34]

Οι τεχνολογίες AIDC είναι:

- ◆ Radio Frequency Identification (RFID),
- ◆ Datacom (Radio Frequency Data Communications - RFDC)
- ◆ Bar code
- ◆ Direct Part Marking
- ◆ Card Technologies (Μαγνητική λωρίδα - Magnetic stripe, Έξυπνες κάρτες - Smart card, Οπτική κάρτα - Optical card),
- ◆ Electronic Article Surveillance (EAS)
- ◆ Real-Time Locating Systems (RTLS)
- ◆ Άλλες:
 - ◇ Βιομετρική αναγνώριση (Δακτυλικό αποτύπωμα - Fingerprint, Γεωμετρία παλάμης - Hand Geometry, Αναγνώστης ίριδος και αμφιβληστροειδούς ματιού - Retinal Scan, Αποτύπωμα φωνής - Voice Patterns)
 - ◇ Μνήμη Επαφής - Contact Memory,
 - ◇ Αναγνώριση Φωνής - Voice Recognition
 - ◇ Αναγνώριση χαρακτήρων με μαγνητικό μελάνι - Magnetic Ink Character Recognition (MICR),
 - ◇ Εικονική Αναγνώριση Σημαδιών - Optical Mark Recognition (OMR),
 - ◇ Εικονική Αναγνώριση Χαρακτήρων - Optical Character Recognitions (OCR),
 - ◇ Όραση μηχανής - Machine Vision

Σήμερα η πανεπιστημιακή και ερευνητική κοινότητα μιλάει για μια τεχνολογία που θα φέρει μακροχρόνιες αλλαγές όχι μόνο στο χώρο της οικονομίας και των επιχειρήσεων, αλλά και στην κοινωνία. Μια σχετικά αναφορά του ITU (International Telecommunication Union) μιλάει για το «Δίκτυο των πραγμάτων» (“The internet of thing”), φανερόντας τον αντίκτυπο που θα επιφέρει η εξέλιξη της τεχνολογίας RFID.

1.2. Ορισμός και Συστατικά Μέρη του RFID



Ο ορισμός που δίνει η Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (Ε.Ε.Τ.Τ.) για την ραδιοσυχνική αναγνώριση είναι [32],[35]:

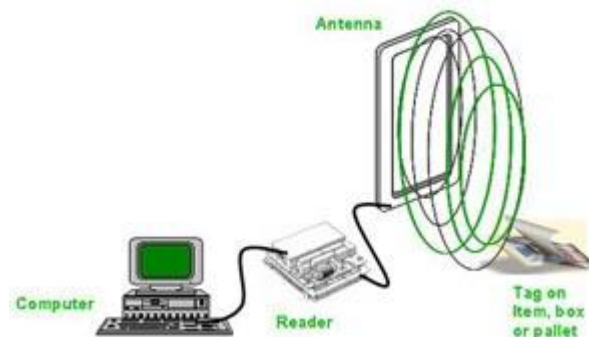
«*Ραδιοσυχνική Αναγνώριση*» (*Radio Frequency Identification*): Εφαρμογή που χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό και την ταυτοποίηση αντικειμένων με χρήση ραδιοκυμάτων, αποτελούμενη από παθητικές συσκευές (ετικέτες, *tags*) που είναι τοποθετημένες στα εν λόγω αντικείμενα και πομποδέκτες (αναγνώστες, *readers*) που

ενεργοποιούν τις ετικέτες και λαμβάνουν τα δεδομένα που περιέχουν αυτές.

Η τεχνολογία RFID (*Radio Frequency Identification*) ή ραδιοσυχνικής αναγνώρισης αποτελεί μια σύγχρονη μέθοδο ηλεκτρονικής ταυτοποίησης αντικειμένων (προϊόντων) και σε ορισμένες περιπτώσεις και ανθρώπων. Βασίζεται στη χρήση ραδιοκυμάτων και το βασικό σύστημα (*RFID basic operation*) όπου απαιτείται για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής είναι [36],[37]:

1. Μία ηλεκτρονική συσκευή που καλείται ετικέτα ασύρματης ανίχνευσης (*RFID tag*). Το *RFID tag* αποτελείται από μία κεραία (*antenna*), ένα *chip* από θραύσμα πυριτίου (*silicon chip*) και το υπόστρωμα ή συμπύκνωμα ύλης (*substrate* ή *encapsulation material*), ενώ η μετάδοση των δεδομένων γίνεται μέσω ενός ασύρματου δικτύου. Η ενσωμάτωση του *chip* και της κεραίας μπορεί να γίνει σε διάφορα υλικά (π.χ. πλαστικό) και εξαρτάται από τη χρήση του. Το ολοκληρωμένο *RFID tag* τοποθετείται (ενσωματώνεται είτε επισυνάπτεται) ύστερα στις μονάδες που επιθυμούμε να έχουμε τα ίχνη τους. Μπορεί να αποκαλεστεί αναμεταδότης (*transponder*), *smart tag*, *smart label* ή *radio barcode*. [21]
2. Ένας (σταθερός ή φορητός) αναγνώστης ή προγραμματιστής των ραδιοκυμάτων (*RFID reader* ή *interrogator* ή *scanner*), που ενεργοποιεί την κεραία ενός *RFID tag* που βρίσκεται στο εύρος λειτουργίας του. Δεν απαιτείται οπτική επαφή με το *RFID tag* και το εύρος λειτουργίας τους καθορίζεται από την ισχύ του και την συχνότητα λειτουργίας του. Χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με την ικανότητα επεξεργασίας και αποθήκευσης δεδομένων και την συχνότητα λειτουργίας τους.
3. Δύο ή περισσότερες κεραίες (*access points*)
4. Ένας ή περισσότεροι εκτυπωτές (*label printers/tag encoders*)
5. Ένας υπολογιστής ή ένα ολοκληρωμένο υπολογιστικό σύστημα αποτελούμενο από τον κατάλληλο εξοπλισμό και το κατάλληλο λογισμικό

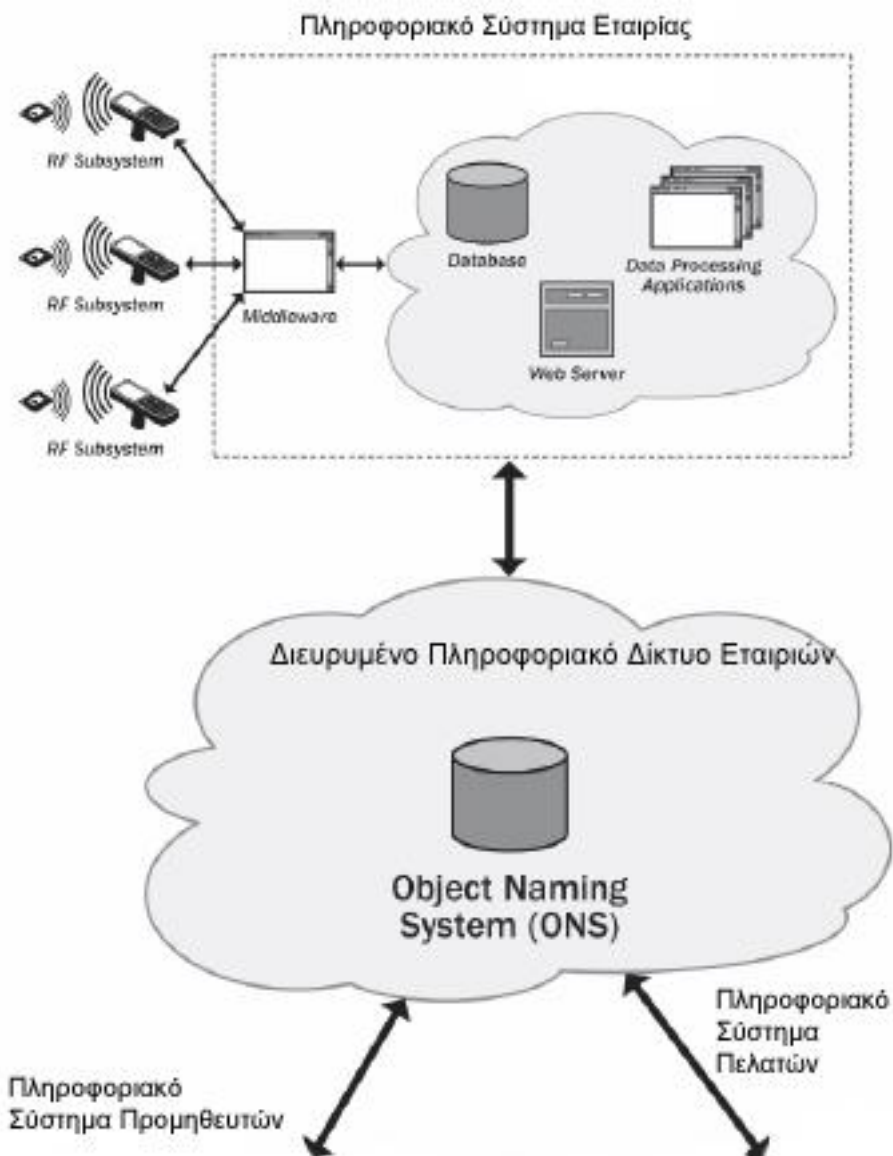
RFID Basic Operation



1.3. Αρχιτεκτονική Διευρυμένου Συστήματος RFID

Στην προηγούμενη ενότητα αναφερθήκαν τα συστατικά μέρη του βασικού συστήματος RFID. Αυτό με την σειρά του μέσω του middleware ενώνεται με το υπόλοιπο πληροφοριακό σύστημα της εταιρίας προκειμένου να είναι εφικτή η μεταφορά και η επεξεργασία των δεδομένων που συλλέγονται από τα RFID tag.

Το εσωτερικό σύστημα της εταιρίας μπορεί να αποτελείται από ένα εσωτερικό ERP και κάποιο λειτουργικό διαχείρισης της αποθήκης (WMS), ανάλογα με την εκάστοτε εταιρεία. Σύμφωνα, ωστόσο, με την διεθνή βιβλιογραφία για τα RFID συστήματα, ένα εσωτερικό πληροφοριακό σύστημα θα πρέπει να παρέχει μια βάση δεδομένων (database), την δυνατότητα επεξεργασίας αυτών (Data Processing Application), και την διασύνδεση με εξωτερικά δίκτυα (web Server).



Εικόνα 1 Αρχιτεκτονική διευρυμένου συστήματος RFID

Οι πληροφορίες που συλλέγονται από τα RFID tag δεν είναι μόνο χρήσιμες για την εταιρία αλλά και για τα υπόλοιπα μέρη της εφοδιαστικής αλυσίδας. Έτσι δημιουργείται μια ακόμα πιο ευρεία εικόνα του συστήματος RFID.

Σε αυτό το πιο ευρύ δίκτυο θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας και μεταφοράς των δεδομένων μεταξύ των διαφόρων εταιριών.

Προκειμένου να είναι εφικτή αυτή η επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων εσωτερικών πληροφοριακών συστημάτων δημιουργείται ένα διευρυμένο δίκτυο, το οποίο προϋποθέτει την ύπαρξη ενός λειτουργικού που να διαχειρίζεται και να ενώνει τα επιμέρους συστήματα.

Έτσι λοιπόν, όταν μια εφοδιαστική αλυσίδα είναι σε εξέλιξη, οι πληροφορίες που ακολουθούν τα RFID tag βρίσκονται τοποθετημένες στα διάφορα εσωτερικά πληροφοριακά συστήματα των προμηθευτών. Επομένως, όταν κάποιος θα χρειαστεί να αναζητήσει αυτήν την πληροφορία θα πρέπει να είναι σε θέση να έχει πρόσβαση στο αντίστοιχο πληροφοριακό σύστημα του εκάστοτε προμηθευτή. Για να είναι εφικτό αυτό χρειάζεται η μεσολάβηση ενός λειτουργικού που να ενώνει τα διάφορα συστήματα σε ένα πιο διευρυμένο. Την λύση σε αυτό το πρόβλημα έδωσε ο EPCglobal δημιουργώντας το Object Naming Service (ONS), το οποίο αποτελεί ένα καθολικό λειτουργικό καταμερισμού των βάσεων δεδομένων αναγνώρισης των EPC tag μεταξύ των διάφορων πληροφοριακών συστημάτων. Χρησιμοποιώντας τους EPC των tag (βλέπε § 5.2.2) το ONS παρέχει στον χρήστη την διεύθυνση στην οποία είναι τοποθετημένη η πληροφορία που αναζητά. Έτσι κάνει εφικτή την δημιουργία, μιας παγκόσμιας βάσης δεδομένων για τα RFID tag, και ενός διευρυμένου πληροφοριακού δικτύου μέσα στο οποίο η πληροφορία μπορεί να μεταφερθεί άμεσα προς κάθε ενδιαφερόμενο. [3] [EIKONA 1]

Στην παρούσα εργασία θα περιοριστούμε στην μελέτη και ανάπτυξη των συστατικών μερών μόνο του βασικού συστήματος RFID όπως αυτό παρουσιάστηκε στην ενότητα 1.2 (βλέπε § 1.2)

1.4. Η Λειτουργία ενός Συστήματος RFID

Η διαδικασία ταυτοποίησης των μονάδων προς ανίχνευση έχει ως εξής:

Η μονάδα / το αντικείμενο που φέρει το RFID tag εισέρχεται στην περιοχή εμβέλειας του εκάστοτε reader (Για μεγαλύτερη ακρίβεια θα μπορούσαμε να πούμε ότι εισέρχεται στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που δημιουργεί ο reader εκπέμποντας ηλεκτρομαγνητικά κύματα).

Η κεραία ενεργοποιείται και αποστέλλει μέσω του ασύρματου δικτύου με ραδιοκύματα τις πληροφορίες που έχει αποθηκευμένες το RFID tag.

Ο reader τις λαμβάνει, τις επεξεργάζεται και τις μετατρέπει σε δεδομένα, τα οποία αποστέλλονται σε έναν τοπικό υπολογιστή και ίσως στη συνέχεια σε ένα απομακρυσμένο πληροφοριακό σύστημα. Ο στόχος είναι τα δεδομένα αυτά να επεξεργαστούν περαιτέρω –με την βοήθεια του κατάλληλου λογισμικού - για την καλύτερη διαχείριση των προς παρακολούθηση μονάδων και την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων [36], [37].

2. RFID TAG

Οι ετικέτες ασύρματης ανάγνωσης (RFID tags) είναι συσκευές που ενσωματώνουν τσιπ (chip) και κεραία (antenna) και μπορούν να αναγνυθούν αυτόματα από σταθερούς ή φορητούς αναγνώστες (readers) RF, χωρίς να είναι απαραίτητη η σάρωση του κάθε μεμονωμένου αντικειμένου. Η κεραία επιτρέπει στο chip να μεταφέρει τις πληροφορίες αναγνώρισης του υλικού στον reader, ο οποίος με τη σειρά του μετατρέπει τα ραδιοκύματα που "αντανακλώνται" από το RFID tag σε ψηφιακές πληροφορίες. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν στη συνέχεια να "περάσουν" σε υπολογιστές για περαιτέρω χρήση.[1],[4] [ΕΙΚΟΝΑ 2]

Τα RFID tag διακρίνονται σε πολλούς τύπους, ανάλογα με την κατασκευή, τη χωρητικότητά και τη δυνατότητα επεξεργασίας και μετάδοσης των δεδομένων που περιέχουν. Στην απλή μορφή των RFID tag, το chip περιλαμβάνει έναν μοναδιαίο κωδικό αναγνώρισης ή έναν αριθμό συσκευής, με το οποίο κάνει μοναδικό και το προϊόν στο οποίο είναι τοποθετημένο κατά την αναγνώριση του από τους readers, παρόμοια με τον τρόπο που λειτουργεί το barcode. Ωστόσο η βασική διαφορά των tag είναι η κατά πολύ μεγαλύτερη χωρητικότητα που έχουν για την αποθήκευση των πληροφοριών απ' ότι το barcode. Κατά αυτό τον τρόπο, διευρύνονται οι επιλογές των προς αποθήκευση κωδικοποιημένων πληροφοριών σε ένα tag, που ξεπερνούν πλέον τον μοναδιαίο αριθμό παρτίδας του κατασκευαστή και μπορούν να περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά ιδιοκτησίας, βάρους, προορισμού καθώς και ιστορικά στοιχεία, όπως θερμοκρασία, και ημερομηνίες λήξης. Έτσι δημιουργείται ένας μεγάλος κατάλογος στοιχείων που μπορούν να αποθηκευτούν στα RFID tag, αναλόγως των απαιτήσεων και των αναγκών της εκάστοτε εφαρμογής. Ένα RFID tag μπορεί να τοποθετηθεί σε μεμονωμένα προϊόντα, στις συσκευασίες ή παλέτες για λόγους προσδιορισμού, καθώς και στον πάγιο εξοπλισμό, όπως τα ρυμουλκά, τα containers, κ.λπ. [2]

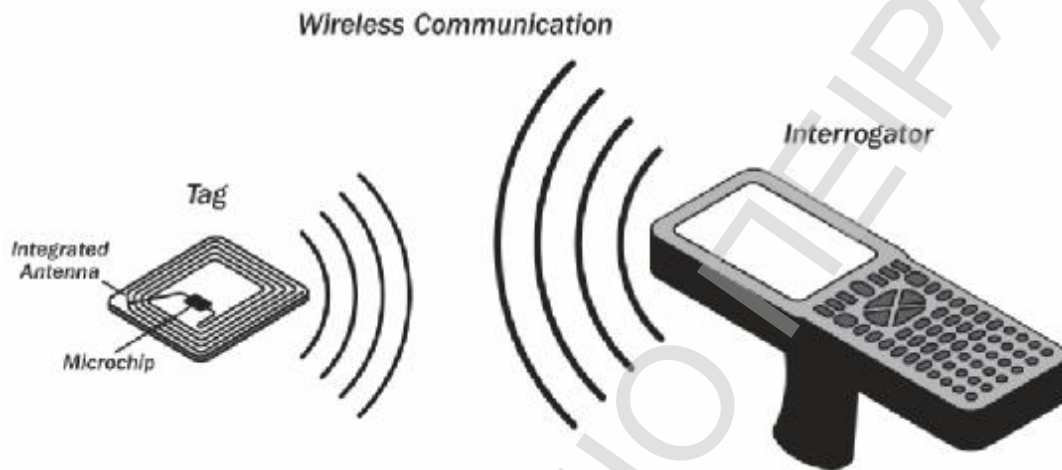
Η αγορά για τα RFID tag περιλαμβάνει πάνω από 500 διαφορετικούς τύπους ετικετών, οι οποίοι διαφέρουν πολύ στο κόστος, το μέγεθος, την απόδοσή τους και τους μηχανισμούς ασφαλείας. Ακόμα και όταν σχεδιάζονται tag για να συμμορφωθούν με ιδιαίτερα πρότυπα, απαιτείται περαιτέρω σχεδιασμός για να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις των συγκεκριμένων εφαρμογών. Η κατανόηση των σημαντικότερων χαρακτηριστικών των ετικετών μπορεί να βοηθήσει στο σωστό σχεδιασμό των συστημάτων RFID, καθώς αυτά προσδιορίζουν τα χαρακτηριστικά των ετικετών που απαιτούνται στο συγκεκριμένο περιβάλλον και στις απαιτήσεις τους. Τα σημαντικά συστατικά μέρη ενός tag αποτελούνται από: [3], [4]

1. Το chip
2. Την Antenna του tag

Το chip και η antenna συνήθως είναι χαραγμένα ή τυπωμένα σε διάφορα δυνατά υποστρώματα, όπως σε πολυαμίδιο, πολυεστέρα ή χαρτί. Επίσης μια σημαντική συνιστώσα είναι το ASIC, το οποίο είναι τοποθετημένο μεταξύ της εσωτερικής πλευράς της antenna. Για την τοποθέτησή του χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές όπως, η σύνδεση καλωδίων, η τεχνική του μονταρίσματος της επιφάνειας, και η τεχνική του Flip-chip.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά ενός tag προσδιορίζονται από:

- ◆ Τον τύπο Αναγνωριστικού (Identifier format),
- ◆ Τη Πηγή Ενέργειας (Power source),
- ◆ Τη Συχνότητα Λειτουργίας (Operating frequencies),
- ◆ Την Λειτουργικότητα (Functionality),
- ◆ Το Σχήμα (Form factor),
- ◆ Το Πρωτόκολλο επικοινωνίας (Communication protocol).



Εικόνα 2 Στοιχειώδες RF υποσύστημα

2.1 Tag Chip

Ένα από τα βασικά συστατικά μέρη των RFID tag είναι το chip. Η χαρακτηριστική δομή ενός RFID chip περιλαμβάνει [ΕΙΚΟΝΑ 3]:

- ◆ Power Supply
- ◆ Modulator section
- ◆ Demodulator section
- ◆ Control Logic chip
- ◆ Memory Cells (EEPROM , FEROM)

Τα παραπάνω μέρη του chip αποτελούνται κυρίως από πυκνωτές, κρυσταλλολυχνίες, διόδους, κρυσταλλικούς αντιστάτες, κυκλώματα χρονομέτρησης, διόδους ανιχνευτών, και μπαταρίες.[5],[6]

Τα διάφορα είδη μνήμης που περιέχονται μέσα στο chip διαφέρουν σύμφωνα με τον τύπο του tag και διαχωρίζονται ως εξής [9]:

- ◆ EEPROMs (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)
- ◆ FRAMs (Ferromagnetic Random Access Memory)
- ◆ SRAMs (Static Random Access Memory)

Οι μνήμες αυτές χρησιμοποιούνται σε διαφορετικά είδη tag λόγω των διαφορετικών ιδιοτήτων που τα χαρακτηρίζουν. Κατά αυτό τον τρόπο ο τύπος μνήμης EEPROM είναι ο πιο κοινός για τα επαγωγικά συστήματα RFID, ωστόσο μειονεκτούν ως προς την μεγάλη ενεργειακή τους κατανάλωση κατά την διάρκεια της εγγραφής και τον περιορισμένο αριθμό κύκλου εγγραφής των δεδομένων.

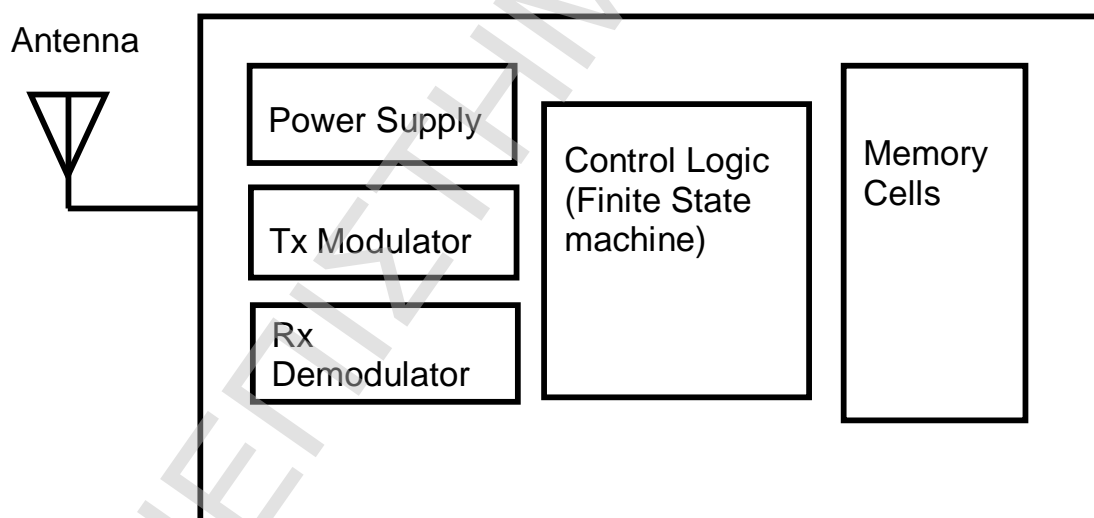
Ο τύπος μνήμης FRAM έχει πρόσφατα χρησιμοποιηθεί σε περιορισμένο αριθμό περιπτώσεων. Παρόλο τις μικρότερες δυνατότητες εγγραφής και ανάγνωσης των

δεδομένων απ' ότι η μνήμη EEPROM, η μνήμη FRAM αποτελεί μια εναλλακτική λύση για τα RFID tag. Τέλος, η μνήμη SRAM, είναι ιδανική για την εγγραφή δεδομένων σε εφαρμογές συστημάτων με μικροκύματα, και αυτό γιατί μπορεί να αποδώσει γρηγορότερα στην εγγραφή των δεδομένων. Ωστόσο χρειάζεται επιπλέον παροχή ενέργειας για να μπορέσει να διατηρήσει τα δεδομένα.[9]

Η πολυπλοκότητα και η ποικιλία των εξαρτημάτων που αποτελούν το βασικό chip των RFID tags ήταν ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετώπισαν οι κατασκευάστριες βιομηχανίες, καθώς τα συστατικά αυτά είναι που προσδίδουν και το μεγαλύτερο κόστος στην τελική αξία του tag και διαμορφώνουν το μέγεθος του. Τα παραπάνω προβλήματα ξεπεραστήκαν με την τεχνολογία των τυπωμένων κυκλωμάτων και την ενοποίηση όλων των πιο πάνω στοιχείων σε ένα ενιαίο chip, απλοποιώντας κατά αυτό τον τρόπο το tag, παρέχοντας αξιοπιστία και ευκολία εγκατάστασης, καθώς και την οικονομικότερη παραγωγή τους. Επίσης η κατασκευή των chip από υλικό σιλικόνης συμβάλει στην περαιτέρω μείωση του κόστους.

Μια τυπική μορφή των χαρακτηριστικών λειτουργίας του ολοκληρωμένου κυκλώματος είναι η εξής:[5]

1. Power Supply: 5-15mWatt για λειτουργία εγγραφής και 80-120 mWatts για λειτουργία.
2. EEPROM συνολικού μεγέθους 128 bytes
 - a. Μνήμη συστήματος 8 bytes
 - b. Tag identifier 8 bytes
 - c. Ελεύθερη μνήμη 112 bytes
3. θερμοκρασία λειτουργίας από -40 έως 175° C



Εικόνα 3 Διάγραμμα Δομής του RFID chip

2.1.1 Κωδικός Αναγνώρισης - Identifier Format

Ένα από τα πρώτα χαρακτηριστικά ενός tag είναι ο κωδικός αναγνώρισης (Identifier ή ID) που χρησιμοποιεί. Συνήθως, αυτό αναφέρεται σε έναν εργοστασιακό μοναδιαίο αριθμό που διαφοροποιεί κάθε tag. Υπάρχουν διάφορα διαθέσιμα μοντέλα κωδικοποίησης του tag ωστόσο οι σχεδιαστές επιλέγουν να χρησιμοποιούν αυτά που έχουν μια τυποποιημένη δομή. Μια από τις πιο διαδεδομένες μορφές είναι αυτή του EPC (Electronic product Code), η οποία θα αναπτυχθεί περαιτέρω σε επόμενο κεφάλαιο.

Η χρησιμοποίηση μιας τυποποιημένης δομής για το ID διευκολύνει τις επιχειρήσεις να το αποκωδικοποιήσουν και να διαβάσουν τις πληροφορίες που αυτό περιέχει. Όταν μια μηχανή διαβάζει ένα τυποποιημένο ID, μπορεί να το αναλύσει και να αποκωδικοποιήσει τα δεδομένα του. Τα τυποποιημένα ID είναι σχεδόν απαραίτητα να χρησιμοποιηθούν, όταν ένα σύστημα RFID πρόκειται να χρησιμοποιηθεί από διάφορες εταιρείες. Κατά αυτό τον τρόπο, όταν η μηχανή αναγνώρισης χρειαστεί να συλλέξει πληροφορίες από μια απομακρυσμένη βάση δεδομένων, διαφορετικής επιχείρησης, για να διαβάσει το ID του tag, ένα τυποποιημένο μοντέλο ID με προκαθορισμένα μέρη, διευκολύνει περισσότερο την παρακολούθηση της όλης διαδικασίας.

Από την άλλη, αν μια εταιρεία δεν επιθυμεί να έχει ένα ID αναγνωρίσιμο από δεύτερες εταιρείες, μπορεί να αναπτύξει τον δικό της τύπο ID, ο οποίος θα αναγνωρίζεται μόνο από την βάση δεδομένων της. Εξελίσσοντας περισσότερο αυτή τη δυνατότητα, στη μνήμη των RFID tag μπορούν να αποθηκευτούν διάφοροι τύποι αναγνωριστικών, οι οποίοι να είναι κάθε ένας τους αναγνωρίσιμος από συγκεκριμένα πρωτόκολλα και επιχειρήσεις. [3]

Στην επιλογή του κατάλληλου τύπου ID, που θα χρησιμοποιήσει μια επιχείρηση, θα πρέπει τα επιλεγμένα στοιχεία του να είναι επαρκή για ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός RFID συστήματος.

Τέλος, για τον σχεδιασμό και την επιλογή ενός ID, είναι σημαντικό να προσδιοριστούν τα επίπεδα προσβασιμότητας σε πληροφορίες του tag που επιθυμεί η εταιρεία να έχουν οι υπόλοιπες επιχειρήσεις. Αυτό είναι ένα από τα σημαντικότερα θέματα ασφαλείας. Για παράδειγμα, με την χρησιμοποίηση του πρωτοκόλλου του EPC, ένας ανταγωνιστής, εύκολα μπορεί να αποκωδικοποιήσει τις πληροφορίες που περιέχει ένα προϊόν και επομένως να συλλέξει τα απαραίτητα στοιχεία για τις εμπορικές δραστηριότητες του αντιπάλου της.

Συγκεντρωτικά, ένα RFID σύστημα θα πρέπει να μπορεί να αναγνωρίσει διάφορα είδη τύπων αναγνωριστικών, όπως αυτό του EPC.

Τα σημαντικότερα είδη αναγνωριστικών είναι τα εξής [10]:

- Ø Το ID των chip (Chip ID), τοποθετημένο κατευθείαν από την παραγωγή του Chip, χρησιμοποιείται για ανίχνευση του chip και μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την διαχείριση των tag μέσα στη ζώνη ανίχνευσης.
- Ø Το ID των Tag (Tag ID), συνήθως είναι καθορισμένο από το χρήστη με σκοπό να προσδιορίσει τα συγκεκριμένα tag σε αντίθεση και ανεξάρτητα από το Chip ID.
- Ø Το Μοναδικό ID του τεμαχίου (UIDs), που διευκρινίζεται για να προσδιορίσει μεμονωμένα το τεμάχιο στο οποίο το tag είναι συνδεδεμένο.
- Ø Το ID αντικειμένου (OIDs), χρησιμεύει για να προσδιορίσει τα ιδιαίτερα αντικείμενα μέσα στις κωδικοποιημένες δομές δεδομένων και να επιτρέψει έτσι την επιλεκτική πρόσβαση στα στοιχεία αυτών.

2.1.2 Πηγή Ενέργειας - Power Source

Ένας κοινός τρόπος διάκρισης των tag είναι με βάση την ενέργεια λειτουργίας τους. Αυτό είναι επίσης ένας από τους κύριους καθοριστικούς παράγοντες για το κόστος και τη μακροζωία ενός tag. Τα παθητικά tag λαμβάνουν όλη την ενέργειά τους με κάποια μέθοδο μετάδοσης από τον reader. Τα ενεργά tag χρησιμοποιούν μια ενσωματωμένη μπαταρία για την επικοινωνία, έναν επεξεργαστή, μια μνήμη, και ενδεχομένως τους αισθητήρες. Παραδοσιακά, τα tag που χρησιμοποιούν μπαταρία για μερικές από τις λειτουργίες και από την άλλη επιτρέπουν στον reader τη δυναμική επικοινωνία μπορούν να χαρακτηριστούν ως ενεργητικά, αλλά στη βιβλιογραφία χρησιμοποιείται μια πιο πρόσφατη ορολογία που χαρακτηρίζει αυτού του τύπου τα tag ως ημι-παθητικά.

Ένας νέος πρόσθετος τύπος tag, που συναντάτε στη βιομηχανία, είναι όχι μόνο σε θέση να τροφοδοτείται με μπαταρία αλλά, επίσης, είναι ικανό να επικοινωνεί με άλλα tag του είδους του χωρίς την ενίσχυση ενός reader. Αυτά τα tag καλούνται διπλής κατεύθυνσης (two-way tag).[15]

Όπως είναι αναμενόμενο, η ύπαρξη μιας μπαταρίας κάνει ένα tag ακριβότερο, αλλά τα ημι-παθητικά και ενεργητικά tag έχουν διάφορα πλεονεκτήματα πέρα από τα παθητικά. Στην περίπτωση των ημι-παθητικών tag, η περιοχή αναγνώρισης μπορεί να είναι πιο μεγάλη επειδή η παθητική επικοινωνία μπορεί να χρησιμοποιήσει όλη την ενέργεια που προβλέπεται από τον reader για την επικοινωνία παρά να μοιράζεται μέρος της ενέργειας με το chip. Ένα ενεργητικό tag μπορεί να έχει μια εξαιρετικά μεγάλη περιοχή ανάγνωσης και μπορεί να εκτελέσει μερικές λειτουργίες ελλείψει ενός reader χρησιμοποιώντας τη ενέργεια της μπαταρίας για τους εξωτερικούς αισθητήρες.[15]

Τα tag χρειάζονται ενέργεια για να επικοινωνήσουν με τις συσκευές αναγνώρισης. Πολλά tag χρειάζονται επίσης ενέργεια για να αποθηκεύσουν τα δεδομένα, να τα ανακτήσουν, ή για να ενεργοποιήσουν τους υπολογιστές. Η ενεργειακή απαίτηση ενός tag εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένου της απόστασης λειτουργίας μεταξύ του tag και του Reader, την ραδιοσυχνότητα που χρησιμοποιεί, και την λειτουργία του tag). Γενικά, όσο πιο περίπλοκες είναι οι λειτουργίες ενός tag, τόσο περισσότερες απαιτήσεις έχει σε ενέργεια. Παραδείγματος χάριν, τα tag που υποστηρίζουν σύστημα κρυπτογράφησης ή σύστημα επικύρωσης, απαιτούν περισσότερη ενέργεια από τα tag που περιορίζονται στη διαβίβαση ενός προσδιοριστικού. [3]

Τα tag είναι ταξινομημένα σε τέσσερις τύπους σύμφωνα με την πηγή ενέργειας που χρησιμοποιούν για την επικοινωνία και λειτουργία:

- ◆ Παθητικά (Passive),
- ◆ Ενεργητικά (Active),
- ◆ Ημι-παθητικά (Semi-passive),
- ◆ Ημι-ενεργητικά (Semi-active).

2.1.2.1 Παθητικά RFID Tag



Πρόκειται για tag που δεν έχουν εσωτερική πηγή ενέργειας (μπαταρία) και η μετάδοση των δεδομένων τους γίνεται μόνο όταν ενεργοποιηθεί η κεραία που περιέχουν από τους υποψήφιους reader. Γι' αυτό και αποτελούν την απλούστερη, μικρότερη, ελαφρότερη και φθηνότερη έκδοση των RFID tag.

Η απουσία μιας εσωτερικής πηγής ενέργειας (μπαταρία) σημαίνει ότι το RFID tag μπορεί να είναι αρκετά μικρό. Τέτοιου είδους tag χρησιμοποιούνται είτε για να ενσωματωθούν σε ένα sticker είτε κάτω από το δέρμα.

Ο reader εκπέμπει ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα και δημιουργεί ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Μόλις εισέρχεται σε αυτό ο φορέας του tag, η ενέργεια των κυμάτων με τη σειρά της δημιουργεί ένα στιγμιαίο ηλεκτρικό σήμα που επάγεται στην κεραία του παθητικού tag. Έτσι παρέχεται η απαραίτητη ισχύς στο chip του tag για να επανεκπέμψει ένα σήμα (backscattering)

Επειδή η δύναμη του σήματος είναι πεπερασμένη, περιορίζονται σημαντικά οι λειτουργίες του tag. Δεδομένου ότι τα παθητικά tag είναι συσκευές χαμηλής ενέργειας, μπορούν να υποστηρίξουν την επεξεργασία δεδομένων με περιορισμένη πολυπλοκότητα.

Τα χαρακτηριστικά των παθητικών tag είναι τα παρακάτω:

- § Μην έχοντας ηλεκτρική τροφοδοσία, το tag είναι μικρό ώστε να μπορεί να μπαίνει ακόμα και κάτω από την επιδερμίδα (ζώων ή και ανθρώπων).. Η εταιρία Hitachi Ltd ανέπτυξε το μικρότερο παθητικό RFID tag, το μ-Chip, διαστάσεων 0,15mm x 0,15mm και είναι λεπτότερο από ένα φύλλο χαρτί (7.5 μm). Το Hitachi μ-Chip μπορεί να εκπέμψει ασύρματα στα 128 bit (10^{38}) έναν μοναδικό αριθμό. Από το 2006 παράγονται τέτοιες μικροσκοπικές συσκευές και έχουν πάχος μικρότερο από ένα φύλλο χαρτιού.



- § Τα παθητικά tag διαβάζονται από αποστάσεις 2mm (ISO 14443) έως μερικά μέτρα (ISO 18000 – 6) ανάλογα με την κατασκευή και το μέγεθος της κεραίας τους και την χρησιμοποιούμενη συχνότητα. Έχουν μέγεθος από ένα γραμματόσημο μέχρι και μία καρτποστάλ
- § Έχουν θεωρητικά άπειρο χρόνο ζωής αφού δεν χρειάζονται μπαταρία.
- § Εξαιτίας του απλού σχεδιασμού τους διευκολύνουν τους χρήστες να τυπώσουν πάνω στην κεραία.

Τα περισσότερα tag σήμερα είναι παθητικού τύπου λόγω ευκολίας κατασκευής, μη ανάγκης για μπαταρία και σχετικά μικρού κόστους. Πρέπει να σημειωθεί ότι το 2005 για ποσότητες περίπου 10 εκατομμυρίων τεμαχίων το κόστος ήταν κάτω από 0,072€/ τεμάχιο. Τα RFID tags με το χαμηλότερο κόστος είναι αυτά που έχουν επιλέξει οι Wal-Mart, DOD, Target, Tesco στην Μεγάλη Βρετανία και Metro AG στη Γερμανία και διατίθενται σήμερα στη τιμή των 5 σέντ το καθένα.

Καθημερινά, διεξάγονται έρευνες διεθνώς για την παραγωγή tags με ημιαγωγό από πολυμερές υλικό και όχι πυρίτιο. Τέτοιου είδους tag από πολυμερές που λειτουργούν στα 13.56 MHz παρουσιάστηκαν το 2005 από την PolyIC (Γερμανία) και την Philips (Ολλανδία). Εάν συνεχιστούν οι έρευνες θα δημιουργηθεί ένα προϊόν πιο εύχρηστο και πιο φθινό από το κλασικό tag. Παρ' ολ' αυτά η συνολική επένδυση που έχει γίνει στα tag με ημιαγωγούς από πυρίτιο (silicon tag) στοχεύει σε ένα μελλοντικό κόστος/tag πολύ χαμηλό.

[36], [37]

2.1.2.2 Ενεργητικά RFID Tag



Τα ενεργά tag διαθέτουν ένα πομπό και τη δική τους πηγή ενέργειας (συνήθως μια μπαταρία) που χρησιμοποιείται για τη λειτουργία του chip και τη μετάδοση του σήματος στον reader. Εξαιτίας της ενεργειακής αυτονομίας τους, έχουν μεγαλύτερο εύρος λειτουργίας, μπορούν να μεταδίδουν αυτόνομα τα δεδομένα που περιέχουν από απόσταση 30 ή και 40 μέτρων. Είναι πολύ πιο αξιόπιστα συγκριτικά με τα παθητικά tag (π.χ. λιγότερα λάθη) λόγω της «επαφής» που έχουν με τον reader. [3]

Αυτά τα tag προτιμώνται να τοποθετούνται σε «δύσκολα» υλικά που είτε απορροφούν τα ραδιοκύματα, είτε τα ανακλούν, είτε τα παραμορφώνουν, π.χ. σε υλικά που περιέχουν μεγάλες ποσότητες νερού, καθώς και σε μεταλλικά αντικείμενα. Η εκτιμώμενη διάρκεια ζωής είναι τα 10 χρόνια. Μερικά ενεργητικά RFID tag περιέχουν αισθητήρες μέτρησης θερμοκρασίας, υγρασίας, κραδασμών, φωτός, ακτινοβολίας και στοιχείων της ατμόσφαιρας.

Εκτός από το μεγάλο εύρος λειτουργίας, διαθέτουν και μεγάλη μνήμη μέσω της οποίας έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν δεδομένα που αποστέλλονται από τον εκάστοτε μεταδότη πληροφοριών. Παρά την κατοχή απλά ενός μοναδικού αύξοντος αριθμού στο tag, όπως ένα παθητικό tag, τα ενεργητικά tag φέρνουν συχνά πληροφορίες όπως το πλήρες περιεχόμενο ενός container, τον τόπο προορισμού και προέλευσής του. Με τη μεταφορά όλων αυτών των πληροφοριών μέσω του tag η ανάκτησή τους γίνεται πιο άμεσα. Παράδειγμα αποτελεί μια στρατιωτική εφαρμογή, όπου δεν ήταν εφικτή από τους στρατιώτες η αναφορά σε ένα αρχείο, το οποίο συνδεόταν με ένα tag μέσω του διαδικτύου, και λύση αποτέλεσε η χρήση των ενεργητικών tag. Έτσι για να ανακαλυφθεί τι περιέχει ένα container, χρησιμοποιούνται οι φορητές μονάδες για την ανίχνευση των tag και των πληροφοριών που αυτές περιέχουν. Σε αρκετά από αυτά τα tag υπάρχει η δυνατότητα διαγραφής, επανεγγραφής ή τροποποίησης δεδομένων τους [36], [37].

2.1.2.3 Ημι-παθητικά RFID Tag

Τα ημι-παθητικά tag (semi-passive tag) χρησιμοποιούν μπαταρία για να ενεργοποιήσουν την μνήμη του chip τους αλλά επικοινωνούν απορροφώντας ενέργεια από τα ραδιοκύματα του reader κατά την διαδικασία της λήψης και αποστολής των δεδομένων. Επομένως, τα ημι-παθητικά tag χρησιμοποιούν την εσωτερική πηγή ενέργειας για να ελέγξουν τις συνθήκες στο περιβάλλον τους, όμως χρειάζονται την ενέργεια των ραδιοκυμάτων για να απαντήσουν στους reader. [3]

Τα ημι-παθητικά tag χρησιμοποιούν διαδικασίες επικοινωνίας ίδιες με αυτές των παθητικών tag, διαφέρουν όμως, στο γεγονός ότι τα ημι-παθητικά tag με την χρήση της εσωτερικής μπαταρίας μπορούν να εκτελέσουν επιπλέον λειτουργίες, όπως για παράδειγμα των έλεγχο των περιβαλλοντικών συνθηκών (π.χ. θερμοκρασίας). Αυτή η βασικότερη διαφορά κάνει τα ημι-παθητικά tag να είναι μεγαλύτερα και ακριβότερα από τα παθητικά, καθώς και να έχουν μεγαλύτερη εμβέλεια επικοινωνίας. Για το λόγω αυτό προτιμώνται να χρησιμοποιούνται κυρίως για την ανίχνευση αγαθών υψηλής αξίας που πρέπει να παρακολουθούνται σε μεγάλες αποστάσεις (π.χ. αυτοκίνητα που μεταφέρονται από φορητά). [12],[11],[36],[37].

2.1.2.4 Ημι-ενεργητικά RFID Tag

Τα ημι-ενεργητικά tag είναι ένα ενεργητικό tag που παραμένει αδρανοποιημένο μέχρι να λαμβάνει ένα σήμα από τον reader. Το tag αυτό, στην συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιήσει την μπαταρία του για να επικοινωνήσει με τον reader.

Τα ημι-ενεργητικά tag, όπως και τα ενεργητικά, μπορούν να επικοινωνήσουν σε απόσταση μεγαλύτερη αυτής των απλών παθητικών. Το κύριο πλεονέκτημά τους σχετικά με τα ενεργητικά tag είναι ότι η μπαταρία τους διαρκεί περισσότερο. Από την άλλη, όμως, κατά την διαδικασία ενεργοποίησης, παρατηρείται χρονική καθυστέρηση στην όλη διαδικασία, όταν τα tag περάσουν με μεγάλη ταχύτητα από την περιοχή των αναγνωστών (reader), ή όταν πολλά tag πρέπει να διαβαστούν εντός μιας πολύ μικρής χρονικής περιόδου από τους readers. [3]

2.1.2.5 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των Tag.

Στις πιο πάνω παραγράφους είδαμε τα χαρακτηριστικά των διάφορων τύπων tag, έτσι όπως διακρίνονται λόγω των ενεργειακών τους απαιτήσεων. Διακρίναμε τις διάφορες κατηγορίες και αναπτύξαμε τις βασικές τους ιδιότητες και ιδιομορφίες. Στην συνέχεια αυτής της παραγράφου επικεντρωθήκαμε στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν τα tag και προβαίνουμε σε μια τυπική σύγκριση των δυο πιο δημοφιλών ως προς τα χαρακτηριστικά λειτουργίας τους.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί τα παθητικά tag είναι αυτά που χρησιμοποιούνται στις περισσότερες εφαρμογές και επιλέγονται από τα περισσότερα tag. Η κύρια αιτία της κυριαρχίας τους είναι ότι αποτελούν την πλέον οικονομική και απλούστερη σε εξοπλισμό επιλογή για τις επιχειρήσεις, ενώ η μεγάλη ποικιλία των πεδίων εφαρμογής τους έχει ξαναφέρει στο προσκήνιο την χρήση των RFID συστημάτων. Τα ενεργητικά tag από την άλλη χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον σε logistics εφαρμογές για τον εντοπισμό τρένων, φορτηγών, βιομηχανικού εξοπλισμού κ.α.

Τέλος, τα ημι-παθητικά tag βρίσκουν πεδίο εφαρμογής σε προϊόντα υψηλής αξίας και σε συστήματα πραγματικού χρόνου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αποδίδουν καλύτερα σε μεγαλύτερη απόσταση απ' ότι οι παθητικές και είναι πιο οικονομικές απ' ότι οι ενεργητικές. Επίσης, τα ημι-ενεργητικά tag χρησιμοποιούνται στην θέση των ενεργητικών προσφέροντας μεγαλύτερη διάρκεια λειτουργίας, ενώ και αυτές τοποθετούνται κυρίως σε προϊόντα μεγάλης αξίας.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα βασικότερα και σημαντικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των tag που περιγράψαμε πιο πάνω. [Πίνακας 1] [13]

Τύπος Tag	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Παθητικά Tag	<ul style="list-style-type: none"> • Μεγαλύτερος χρόνος ζωής • Χαμηλό κόστος • Χαμηλό βάρος • Απεριόριστη διάρκεια λειτουργίας 	<ul style="list-style-type: none"> • Περιορισμένη απόσταση 4-5 μέτρα • Αυστηρά ελεγχόμενες από τοπικούς κανονισμούς • Απαιτούν την ύπαρξη μιας συσκευής ανάγνωσης
Ενεργά Tag	<ul style="list-style-type: none"> • Δεν υπάρχουν αυστηροί κανονισμοί όπως στα «παθητικά» tag • Έχουν μεγαλύτερο εύρος ανάγνωσης σε σχέση με τα «παθητικά» tag 	<ul style="list-style-type: none"> • Η ύπαρξη πολλών «ενεργών» αναμεταδοτών παρουσιάζει περιβαλλοντικό κίνδυνο, λόγω των τοξικών που υπάρχουν στις μπαταρίες • Μεγάλο μέγεθος • Μεγάλο κόστος • Χαμηλός μέσος όρος ζωής
Ημι-παθητικά Tag	<ul style="list-style-type: none"> • Καλύτερη απόσταση επικοινωνίας • Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στη διαχείριση άλλων συσκευών όπως οι αισθητήρες (sensors) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ακριβό εξαιτίας της μπαταρίας • Δυσκολία προσδιορισμού εάν μια μπαταρία είναι καλή ή όχι, ειδικά σε περιβάλλον που υπάρχουν πολλοί αναμεταδότες
Ημι-ενεργητικά Tag	<ul style="list-style-type: none"> • Μεγαλύτερη διάρκεια μπαταρίας. 	<ul style="list-style-type: none"> • Δημιουργία χρονικών καθυστερήσεων κατά την αναγνώριση τους σε μεγάλες ταχύτητες. • Αδυναμία γρήγορης αναγνώρισης πολλών tag σε λίγο χρόνο

Πίνακας 1 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα ετικετών βάσει της ενέργειας λειτουργίας τους.

Από τα παραπάνω είδη tag, όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, τα παθητικά και ενεργητικά είναι αυτά που χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον στις περισσότερες εφαρμογές. Για το λόγο αυτό, αξίζει να αναφερθούμε στις βασικές τεχνολογικές διαφορές που τις χαρακτηρίζουν.

Συγκρίνοντας τις απαιτήσεις και τα κυρία χαρακτηριστικά μεταξύ των παθητικών και ενεργητικών tag εύκολα διακρίνουμε τις διαφορετικές τεχνολογικές προσεγγίσεις που έχει η κάθε μια. Επίσης από την σύγκριση στα βασικότερα τεχνικά χαρακτηριστικά εύκολα διακρίνονται τα διαφορετικά πεδία εφαρμογών που έχει η κάθε μια, ενώ επίσης εύκολα μπορεί να αναγνωριστούν οι επιπλέον απαιτήσεις που χρειάζονται από τον συνοδευτικό εξοπλισμό για να αποδώσουν σε ένα RFID σύστημα. Στον πίνακα 2 διακρίνονται οι βασικότερες τεχνολογικές διαφορές μεταξύ των παθητικών και ενεργητικών tag. [Πίνακας 2] **[Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.]**

Τεχνικό Χαρακτηριστικό	Παθητικά Tag	Ενεργητικά Tag
Πηγή ενέργειας του tag	Από τους Readers μέσω των RF σημάτων.	Εσωτερικά του tag
Μπαταρία	Δεν περιλαμβάνει	Περιλαμβάνει
Διαθεσιμότητα ενέργειας	Μόνο κατά τον εντοπισμό του tag από τον reader	Συνεχόμενη
Ένταση σήματος από reader προς tag	Υψηλή (αρκετή για να ενεργοποιήσει το tag)	Χαμηλή
Ένταση σήματος από tag προς reader	Χαμηλή	Υψηλή
Εμβέλεια περιοχής επικοινωνίας	Μικρή εμβέλεια έως πολύ μικρή (<3m)	Μεγάλη εμβέλεια (>100m)
Πολλαπλή αναγνώριση tag	<ul style="list-style-type: none"> • Δυνατότητα αναγνώρισης >100 tag από απόσταση έως 3m. • Αναγνώριση 20 tag κινούμενα με ταχύτητα < 4,83 km/h 	<ul style="list-style-type: none"> • Δυνατότητα αναγνώρισης 1000 tag σε 28 στρέμματα από έναν reader • Αναγνώριση 20 tag κινούμενα με ταχύτητα >160,93 km/h
Επικοινωνία με αισθητήρες	<ul style="list-style-type: none"> • Δυνατότητα να διαβαστούν και μεταφέρουν τα δεδομένα των αισθητήρων μόνο όταν είναι ενεργοποιημένα από τους readers • Δεν καταγράφονται δεδομένα ημερομηνίας και ώρας 	<ul style="list-style-type: none"> • Δυνατότητα συνεχούς ελέγχου και εγγραφής των εισερχομένων σημάτων από τους αισθητήρες. • Καταγραφή ημερομηνίας και ώρας των γεγονότων.
Αποθήκευση δεδομένων	Μικρή δυνατότητα αποθήκευσης, εγγραφής και αναγνώρισης δεδομένων (128 bytes)	<ul style="list-style-type: none"> • Μεγάλη δυνατότητα αποθήκευσης, εγγραφής και αναγνώρισης δεδομένων (128 KB) • Δυνατότητα περίπλοκης αναζήτησης δεδομένων • Διαθέσιμη δυνατότητα πρόσβασης

Πίνακας 2 Διαφορές παθητικών - ενεργητικών tag

2.1.3 Συχνότητες Λειτουργίας - Operating Frequencies



Η συχνότητα λειτουργίας είναι ένα από τα πιο σημαντικά θέματα για την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας ενός RFID συστήματος. Η παράγραφος αυτή θα αναφερθεί στις σημαντικότερες κατηγορίες λειτουργίας που συναντάται στα RFID συστήματα. Πρώτα, όμως ας οριστούν μερικά χαρακτηριστικά των συχνοτήτων.

Συχνότητα ενός (περιοδικού) σήματος, είναι ο αριθμός των επαναλήψεων του σήματος (ή της κυματομορφής του σήματος) στη μονάδα του χρόνου. Η συχνότητα μετριέται σε Hertz (Hz). [7]

Για τα tag, η συχνότητα λειτουργίας είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για την ταχύτητα και την εμβέλεια μετάδοσης των σημάτων. Τα RFID tag έχουν την δυνατότητα να λειτουργήσουν και να αποδώσουν σε μια μεγάλη ποικιλία συχνοτήτων. Εντούτοις, δεν είναι όλες οι συχνότητες διαθέσιμες για την λειτουργία των tag, καθώς αυτές ελέγχονται από τους διεθνείς και τοπικούς οργανισμούς τηλεπικοινωνιών σε κάθε χώρα. Το θέμα των διαφορετικών συχνοτήτων και προτύπων, θα αναφερθεί σε επόμενες ενότητες. Παρόλ' αυτά υπάρχουν μερικές κοινές συχνότητες που εμφανίζονται να χρησιμοποιούνται στα περισσότερα RFID συστήματα και κατά επέκταση να επηρεάζουν και το είδος των RFID tag.

Τα ραδιοκύματα συμπεριφέρονται διαφορετικά σε διαφορετικές συχνότητες λειτουργίας, και επομένως, πρέπει να γίνεται σωστή επιλογή της συχνότητας για κάθε εφαρμογή. [2]

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που προσδιορίζουν το πιο είδος tag και συχνότητας θα πρέπει να επιλέγεται για κάθε μια εφαρμογή, είναι η απόσταση στην οποία η συχνότητα θα είναι διαθέσιμη για αναγνώριση. Έτσι, όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα λειτουργίας, τόσο πιο κοντινό είναι το μήκος κύματος για την μετάδοση του σήματος. Το μικρό μήκος κύματος επηρεάζει το μέγεθος της κεραίας του tag. Οπότε, σε μικρό μήκος κύματος, αποδίδει καλύτερα η κεραία που συναντάται στα RFID tag, τόσο για την λήψη όσο και αποστολή του σήματος σε μεγαλύτερη απόσταση. Επομένως, όσο χαμηλότερη είναι η συχνότητα λειτουργίας, τόσο μικρότερη είναι η περιοχή ανάγνωσης για ένα ίδιου μεγέθους tag.

Ένας ακόμα παράγοντας που επηρεάζει την επιλογή της συχνότητας λειτουργίας έχει να κάνει με την απόδοση της συχνότητας σε σχέση με τα υλικά, στα οποία είναι τοποθετημένα τα RFID tag. Τα υλικά που περιβάλλουν το χώρο λειτουργίας των tag επηρεάζουν την απόδοση της συχνότητας των ραδιοκυμάτων. Επομένως, για την σωστή λειτουργία και τη βέλτιστη απόδοση της περιοχής αναγνώρισης μιας συχνότητας είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη και τα υλικά που θα έρχονται σε επαφή με τα ραδιοκύματα. [7], [2]

Στον παρακάτω πίνακα [ΠΙΝΑΚΑΣ 5] παρουσιάζεται η δυνατότητα των ραδιοκυμάτων να μεταφέρονται διαμέσου διαφόρων υλικών (στον πίνακα παρουσιάζονται τα πιο κοινά και πολυχρησιμοποιημένα υλικά) σε σχέση με την συχνότητά τους. Ως «Διαφανές» χαρακτηρίζεται το υλικό που επιτρέπει στο σήμα να μεταφερθεί και ως «Αδιαφανές» αυτό που το απαγορεύει. Τέλος υπάρχουν και τα υλικά («Απορροφητικά») που απορροφούν τα μεταδιδόμενα σήματα. [3]

Οι συχνότητες των RFID tag, διακρίνονται σε τρεις κύριες ζώνες σύμφωνα με το εύρος συχνοτήτων στο οποίο λειτουργούν. Έτσι έχουμε της χαμηλές συχνότητες

(Low Frequency), της υψηλής συχνότητας (High Frequency), και της πολύ υψηλής συχνότητας (Ultra High Frequency), ενώ υπάρχουν και τα μικροκύματα (Microwave), τα οποία χρησιμοποιούνται σε συγκεκριμένες εφαρμογές. Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά τους και τα πεδία στα οποία μπορούν να λειτουργήσουν. [16],[17]

- **Χαμηλές Συχνότητες – Low Frequency (LF)(125-134KHz)**

Κυρίως χρησιμοποιούνται σε κάρτες ασφαλείας για την πρόσβαση σε χώρους ελεγχόμενης εισόδου, διαχείριση περιουσιακών στοιχείων (π.χ. κάρτες τραπεζικών συναλλαγών), ιχνηλασία ζώων και παγίων. Επίσης θεωρούνται ιδανικές για αναγνώριση αντικειμένων με υψηλή περιεκτικότητα σε νερό, όπως τα φρούτα, και έχουν ακτίνα ανάγνωσης περίπου 0,3m.

- **Υψηλές Συχνότητες - High Frequency (HF) (13.56 MHz)**

Χρησιμοποιούνται όπου επιτρέπεται ένα μικρό ποσοστό δεδομένων και το εύρος ανάγνωσης είναι μεγαλύτερο του 1,5m. Αυτή η συχνότητα έχει το πλεονέκτημα ότι δεν επηρεάζεται από την παρουσία νερού ή μετάλλου. Γι' αυτό και προτιμώνται για μεταλλικά αντικείμενα, με ακτίνα ανάγνωσης ενός μέτρου.

- **Πολύ Υψηλές Συχνότητες - Ultra High Frequency (UHF) (850 MHz to 950 MHz)**

Προσφέρουν το μεγαλύτερο εύρος λειτουργίας, περίπου πάνω από 3m και υψηλή ταχύτητα ανάγνωσης. Χρησιμοποιούνται κυρίως για αναγνώριση παλετών σε αποθήκες με ακτίνα ανάγνωσης από 3,3m έως 6,6m. Σε αυτή την κατηγορία η ακτίνα ανάγνωσης μπορεί (με κάποιους περιορισμούς) να ξεπεράσει και τα 30m.

- **Μικροκυματική συχνότητα – Microwave (2.45GHz to 5.8 GHz)**

Μερικά RFID tag είναι σχεδιασμένα να αποδίδουν στη ζώνη εύρους των μικροκυμάτων, τυπικά στα 2.45GHz έως 5.8GHz. Η συχνότητα αυτή έχει παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτά των UHF αλλά αποδίδουν με μεγαλύτερο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων, ενώ από την άλλη είναι πιο ακριβά και απαιτούν περισσότερη ενέργεια για να λειτουργήσουν. Είναι κατάλληλες κυρίως για ειδικές εφαρμογές.

Συγκεντρωτικά έχουμε τους παρακάτω πίνακες:

Συχνότητα	Σύντομη Περιγραφή	Εύρος ανάγνωσης (m)	Ταχύτητα δεδομένων (tag /δευτερόλεπτο)
125-134KHz	LH	0.45m	1-10 tag/sec
13.56MHz	HF	<1m	10-40 tag/sec
850 - 950 MHz	UHF	2-5m	10-50 tag/sec
2.4 - 5GHz	Microwave	>1m	

Πίνακας 3 Χαρακτηριστικά λειτουργίας συχνοτήτων

	LF 125 KHz	HF 13.56 MHz	UHF 868 - 915 MHz	Microwave 2.45 GHz & 5.8 GHz
Ρυθμός μετάδοσης δεδομένων	Αργή	←	→	Γρήγορη
Δυνατότητα αναγνώρισης κοντά σε μέταλλο ή σε υγρές επιφάνειες	Καλύτερη	←	→	Χειρότερη
Μέγεθος tag	Μεγάλο	←	→	Μικρό

Πίνακας 4 Χαρακτηριστικά απόδοσης συχνοτήτων

ΥΛΙΚΟ	LF 125 KHz	HF 13.56 MHz	UHF 868 - 915 MHz	Microwave 2.45 GHz & 5.8 GHz
Ρούχα	Διαφανές	Διαφανές	Διαφανές	Διαφανές
Ξηρό ξύλο	Διαφανές	Διαφανές	Διαφανές	Απορροφητικό
Γραφίτης	Διαφανές	Διαφανές	Αδιαφανές	Αδιαφανές
Μέταλλο	Διαφανές	Διαφανές	Αδιαφανές	Αδιαφανές
Καύσιμο πετρέλαιο	Διαφανές	Διαφανές	Διαφανές	Διαφανές
Προϊόντα χαρτιού	Διαφανές	Διαφανές	Διαφανές	Διαφανές
πλαστικό	Διαφανές	Διαφανές	Διαφανές	Διαφανές
νερό	Διαφανές	Διαφανές	Απορροφητικό	Απορροφητικό
Υγρό ξύλο	Διαφανές	Διαφανές	Απορροφητικό	Απορροφητικό

Πίνακας 5 Επίδραση των υλικών στη μετάδοση των ραδιοκυμάτων

2.1.4 Λειτουργικότητα - *Functionality*

Η βασική λειτουργία ενός RFID tag είναι να παρέχει το ID του στον reader, ωστόσο όπως είδαμε πολλά είδη tag υποστηρίζουν επιπλέον λειτουργίες που είναι χρήσιμες σε πολλές εφαρμογές.

Ορισμένα tag έχουν την δυνατότητα να επικοινωνούν με περιβαλλοντικούς αισθητήρες και να συλλέγουν από αυτά επιπλέον πληροφορίες για τη θερμοκρασία, την υγρασία, αλλά και για τους κραδασμούς που ασκούνται επάνω στο προϊόν που είναι τοποθετημένα τα tag. Η επικοινωνία με τους αισθητήρες αυξάνει σημαντικά το κόστος και κάνει πιο περίπλοκα τα tag. Επιπλέον δεν μπορεί να γίνει χρήση της ενέργειας που μεταφέρεται μέσω των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, και για αυτό θα πρέπει να ενσωματώνεται μπαταρία στα tag. [3]

Τα tag που έχουν ενσωματωμένη μνήμη συνήθως περιέχουν μηχανισμούς ασφαλείας για να προστατεύσουν την υποκλοπή των δεδομένων από την μνήμη τους. Υπάρχουν διάφορα tag, τα οποία έχουν ενσωματωμένη μια εντολή κλειδώματος έτσι ώστε να αποτρέπεται η πρόσβαση στα δεδομένα του tag αλλά και η επιπλέον τροποποίησή τους. Ο κωδικός αυτός μπορεί να είναι μόνιμος ή να επιτρέπει στον reader να το ξεκλειδώνει ανάλογα με την περίπτωση. Η εξέλιξη της παραπάνω λειτουργίας είναι η χρήση κρυπτογραφημένων αλγόριθμων για την πρόσβαση στα δεδομένα. Ωστόσο η λειτουργία αυτή εμφανίζεται περισσότερο στις έξυπνες κάρτες (smart card) και λιγότερο στα κοινά RFID tag. [3]

Για να μπορέσουν να εφαρμοστούν οι παραπάνω λειτουργίες στα tag, θα πρέπει η μνήμη τους να είναι διαθέσιμη να μπορεί να τροποποιηθεί. Έτσι προκύπτει μια νέα κατάταξη των διαφόρων tag σύμφωνα με την δυνατότητα επεξεργασίας της μνήμης τους. Οι κατηγορίες αυτές είναι:

- **Tag «απλής ανάγνωσης» ("Read-Only")**

Στα tag αυτά εμπεριέχονται δεδομένα που έχουν εισαχθεί από τον κατασκευαστή ή το διανομέα και τα οποία είναι αδύνατον να τροποποιηθούν, συνήθως είναι παθητικά και έχουν περιορισμένη χωρητικότητα (128 bits). Στη βιβλιογραφία συνήθως παρομοιάζονται με τα bar code, λόγω του ότι περιέχουν μόνο την πληροφορία του κωδικού αναγνώρισης. Επιπλέον η κατηγορία αυτή προσφέρει έναν υψηλό βαθμό ασφάλειας, δεδομένου ότι οι πληροφορίες δεν μπορούν να αλλάξουν από τρίτους. Τα συστήματα που στηρίζονται σε tag "read-only" χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου ο κεντρικός υπολογιστής του συστήματος περιλαμβάνει και διαχειρίζεται όλες τις πληροφορίες που συνδέονται με τα προϊόντα. [16],[18],[20],[36]

- **Tag «ανάγνωσης – εγγραφής» ("Read-Write")**

Σε αυτήν την περίπτωση υπάρχει η δυνατότητα εγγραφής και διαγραφής των δεδομένων, έτσι ώστε να μπορούν να προστεθούν νέες πληροφορίες ή και να διορθωθούν οι ήδη υπάρχουσες. Τα tag αυτά έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα μνήμης και μπορούν να λειτουργήσουν ως φορητές βάσεις δεδομένων. Συνήθως τα tag αυτά έχουν ένα σειριακό αριθμό που δεν μπορούμε να διαγράψουμε, ενώ μπορούμε να "κλειδώσουμε" και κάποια δεδομένα, έτσι ώστε να μην διαγραφούν. Τα read-write tag είναι πιο ακριβά από τις read-only, αλλά είναι σχεδόν απαραίτητα για τις εφαρμογές εκείνες που η πληροφορία πρέπει να ακολουθεί το προϊόν σε όλο τον κύκλο ζωής του και συγχρόνως να μπορεί να επεξεργάζεται. [16],[18],[20],[36]

- **Tag «μονής εγγραφής» ["write once, read many" (WORM)]**

Σε αυτά ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εισαγάγει πληροφορίες (συνήθως έναν σειριακό αριθμό) μόνο μία φορά, είτε κατά την παραγωγή είτε κατά τη διαδικασία διανομής του υλικού και η συγκεκριμένη πληροφορία δεν μπορεί στη συνέχεια να διαγραφεί. Σαν αποτέλεσμα του τρόπου εγγραφής και αναγνώρισης που παρέχει αυτού του τύπου η μνήμη είναι να εξασφαλίζει την ασφάλεια της read-only μνήμης με την ενσωμάτωση μερικών λειτουργιών που έχει η read/write μνήμη.[18],[20],[36]

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑΣ

2.2 Tag Antenna

Η κεραία του tag είναι συνδεδεμένη με το chip του tag και σκοπός του είναι να απορροφήσει τα εισερχόμενα σήματα και εν συνεχεία να τα διαβιβάσει προς τα έξω με μια μικρή τροποποίηση, ενώ έχει μέγεθος μερικών εκατοστών. Οι κεραίες ενεργούν ως αγωγοί μεταξύ του tag και του reader και μπορούν να λειτουργήσουν συνεχώς ή μετά από απαίτηση, διαβάζουν τα στοιχεία που μεταδίδονται από ένα tag ή ένα reader, και σε μερικές περιπτώσεις, γράφουν τα στοιχεία επάνω σε ένα tag.

Οι κεραίες ενεργοποιούν το tag με τη συλλογή της ενέργειας από τα RF σήματα και τη διέγερση των εγκατεστημένων chip. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή ως «σύζευξη» επειδή η κεραία του tag πρέπει "να συνδέσει" τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που ο RFID reader εκπέμπει. Η ένωση αυτή περιγράφει το βαθμό, στον οποίο η δύναμη μεταφέρεται από το ένα τμήμα στο άλλο. Όλες οι tag κεραίες έχουν ένα «χωρητικό» στοιχείο για την αποθήκευση της μαγνητικής ενέργειας και ένα «επαγωγικό» στοιχείο για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας. Μια κεραία μπορεί να συντονιστεί σε μια ιδιαίτερη συχνότητα για να εργαστεί καλύτερα όταν αυτή επισυνάπτεται σε ένα προϊόν.

Το μέγεθος της κεραίας είναι κρίσιμο χαρακτηριστικό για την απόδοση του tag. Και αυτό, επειδή το μέγεθος της κεραίας καθορίζει την εμβέλεια που διαβάζει το tag. Κατά αυτό τον τρόπο μια μεγαλύτερη κεραία μπορεί να συλλέξει περισσότερη ενέργεια και επομένως να μεταδώσει ραδιοφωνικά περισσότερη ενέργεια προς τα έξω. [7]

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των κεραιών που τους επιτρέπει να στέλνουν και να λαμβάνουν τα σήματα είναι η μορφή τους. Για τις χαμηλής (LF) και υψηλής συχνότητας κεραίες (HF) χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο οι σπείρες, επειδή αυτές οι συχνότητες είναι κυρίως μαγνητικής φύσης. Οι υπερβολικά υψηλής συχνότητας (UHF) κεραίες μοιάζουν περισσότερο με τις ράδιο ή παλιές τηλεοπτικές κεραίες επειδή οι συχνότητες UHF είναι πιο ηλεκτρικής φύσης.

Ακόμα ένα κύριο χαρακτηριστικό της μορφολογίας των tag κεραιών είναι το σχέδιό τους (design). Καθορίζοντας κατά πολύ την απόδοση του tag, η κεραία κατασκευάζεται σε διαφορά μεγέθη και σχέδια και από μια μεγάλη ποικιλία υλικών.

Ένα καίριο θέμα των RFID είναι η απαραίτητη ποσότητα ενεργείας που πρέπει να μεταφερθεί στο tag chip προκειμένου να μπορέσει αποτελεσματικά αυτό με τη σειρά του να χρησιμοποιηθεί για να αποδώσει τις απαραίτητες πληροφορίες όσο είναι τοποθετημένο σε ένα αντικείμενο.

Μια από τις βασικότερες αρχές που διέπουν την τεχνολογία του RFID, και επιρεάζουν στον τρόπο με τον οποίο θα σχεδιαστεί ένα tag και η κεραία του είναι ο γνωστός από τη φυσική νόμος του Gauss. Σύμφωνα με αυτό ένα RF κύμα θα πρέπει να 'χτυπήσει' την κεραία του tag κάθετα προκειμένου να τροφοδοτηθεί αποτελεσματικά το chip με την κατάλληλη ποσότητα ενεργείας. Η προϋπόθεση αυτή είναι που επηρεάζει κατά κύριο λόγο το σχεδιασμό και τη μορφή που θα έχει ένα tag. Επίσης μια ακόμα ιδιότητα των κεραιών είναι η δυνατότητα που έχουν να αναγνωρίζονται από πολλές ή μία μόνο κατεύθυνση. Κατά συνέπεια υπάρχουν διάφορα σχήματα κεραιών που επηρεάζουν τον τρόπο εφαρμογής και τον τομέα χρήσης των ετικετών. Για παράδειγμα, οι κεραίες που είναι σε διάταξη πολλών στροφών γύρω από το κέντρο του chip αποδίδουν καλύτερα για την αναγνώριση ενός tag όταν αυτό περνάει μέσα από μια πόρτα. Από την άλλη μια μακριά ευθεία διάταξη κεραίας είναι καλύτερη για τις περιπτώσεις εκείνες όπου το σήμα που στέλνει ο reader είναι σταθερής και προκαθορισμένης κατεύθυνσης. Επίσης μια κεραία που έχει κυρτές άκρες σε πολλά σημεία της, μόνο ένα μέρος της κάθε φορά είναι κάθετα

τοποθετημένο στο RF σήμα. Στην εικόνα 4 παρουσιάζονται μερικά χαρακτηριστικά σχέδια κεραίας που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των tag καθώς και στην εικόνα 5 παρουσιάζονται μερικές κεραίες τοποθετημένες σε διαφορά σχήματα ετικετών.

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω από τα πιο σημαντικά μέρη του RFID tag είναι η εσωτερική του κεραία. Πιο πάνω παρουσιάστηκαν οι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση της κεραίας και κατά επέκταση του tag. Εν συνεχεία θα παρουσιαστούν περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τον σχεδιασμό και τον τρόπο λειτουργίας της tag κεραίας.

Η κεραία των tag διέπεται από μερικές θεωρητικές αρχές που προέρχονται από τον χώρο της ηλεκτρομαγνητικής επιστήμης. Οι βασικές αυτές αρχές προσδιορίζουν τον τρόπο λειτουργίας και τον τρόπο σχεδιασμού μιας κεραίας. Οι πιο βασικές από αυτές παρουσιάζονται εν συντομία παρακάτω.

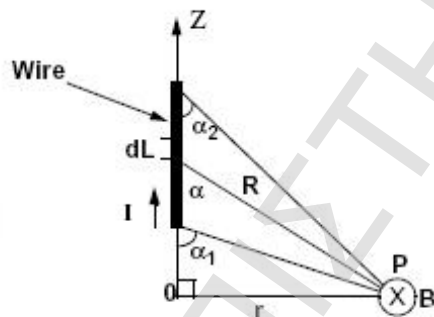
Η πρώτη θεμελιώδης αρχή για τις κεραίες των tag είναι ο νόμος του αμπερ, ο οποίος αναφέρει ότι: «η τρέχουσα ροή σε έναν αγωγό παράγει ένα μαγνητικό πεδίο γύρω από τον αγωγό». Το μαγνητικό πεδίο που παράγεται από το ρεύμα σε έναν στρογγυλό αγωγό (καλώδιο) με ένα πεπερασμένο μήκος, σύμφωνα με την θεωρία υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο[8]:

$$B_f = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1) \quad (\text{Weber/m}^2)$$

I = ρεύμα

r = απόσταση από το κέντρο του καλωδίου

μ_0 = διαπερατότητα (permeability) ελεύθερου χώρου



Η εμβέλεια του μαγνητικού πεδίου εξαρτάται άμεσα από το πλήθος των σπειρωμάτων της κεραίας. Η μαγνητική εμβέλεια της κεραίας αποτελεί έναν από τους περιοριστικούς παράγοντες για τις συσκευές αναγνώρισης των RFID tag.

Μια ακόμα αρχή που επηρεάζει τη μορφολογία και την απόδοση της κεραίας ενός tag είναι η αρχή του νόμου του Faraday. Σύμφωνα με αυτόν τον νόμο στο μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται σε μια οριακή περιοχή γύρω από έναν κλειστό βρόχο δημιουργείται ηλεκτρική τάση. Αυτή η θεμελιώδης αρχή επηρεάζει σημαντικά την λειτουργία των tag.

Η προκληθείσα τάση της σπείρας μιας κεραίας tag υπολογίζεται από τον ρυθμό μεταβολής του χρόνου συναρτήσει της μαγνητικής ροής, όπως φαίνεται στον παρακάτω τύπο.

$$V = -N \frac{d\Psi}{dt}$$

N = αριθμός στροφών της σπείρας της κεραίας

Ψ = μαγνητική ροή μέσα σε κάθε σπείρα

Το αρνητικό πρόσημο δείχνει ότι η προκληθείσα τάση ενεργεί με τέτοιο τρόπο ώστε να αντισταθεί στη μαγνητική ροή που το παράγει. Αυτό είναι γνωστό ως νόμος του Lenz και υπογραμμίζει το γεγονός ότι η κατεύθυνση της τρέχουσας ροής στο κύκλωμα είναι τέτοια που το προκληθέν μαγνητικό πεδίο που παράγεται από το προκληθέν ρεύμα θα αντιάξει το αρχικό μαγνητικό πεδίο.[8]

Από την παραπάνω αρχή προκύπτει μια από τις θεμελιώδεις προϋποθέσεις για την πιο αποτελεσματική απόδοση της κεραίας. Αυτό που απορρέει είναι ότι η συνολική μαγνητική ροή που περνά μέσω της σπείρας των κεραιών επηρεάζεται από τον προσανατολισμό των σπειρών της κεραίας. Έτσι, η μαγνητική ροή που περνά μέσω της κεραίας των tag μεγιστοποιείται όταν οι δύο κεραίες (σπείρα reader και σπείρα tag) τοποθετούνται παράλληλα ή μια στην άλλη.

Η επαγωγική ενέργεια και η διάμετρος της σπείρας της κεραίας είναι ακόμα δυο από της πιο κρίσιμες παραμέτρους που καθορίζουν την απόδοση της κεραίας.

Η διάμετρος των σπειρών που αποτελούν την κεραία επηρεάζουν την αντίσταση της. Από την θεωρία είναι γνωστό ότι ένα καλώδιο με μικρή διάμετρο παρουσιάζει μεγαλύτερη συνεχή αντίσταση (R_{DC}). Η συνεχής αντίσταση για ένα καλώδιο με ομοιόμορφη διατομή υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο[8]:

$$R_{DC} = \frac{l}{\sigma S}, (\Omega)$$

l = Συνολικό μήκος καλωδίου

σ = αγωγιμότητα

S = εμβαδόν διατομής

Η ηλεκτρική ροή ενός αγωγού παράγει ένα μαγνητικό πεδίο. Αυτό το χρονικά κυμαινόμενο μαγνητικό πεδίο είναι σε θέση να παράγει μια ροή ρεύματος μέσω ενός άλλου αγωγού. Το παραπάνω φαινόμενο είναι γνωστό ως επαγωγή. Η επαγωγή L εξαρτάται από τα φυσικά χαρακτηριστικά του αγωγού. Μια σπείρα έχει περισσότερη επαγωγή από ένα ευθύ καλώδιο του ίδιου υλικού, και μια σπείρα με περισσότερες στροφές, έχει περισσότερη επαγωγή από μια σπείρα με λιγότερες. Η επαγωγή L του πηνίου ορίζεται ως η αναλογία της μαγνητικής ροής συναρτήσει του ρεύματος μέσω του πηνίου, και υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο[8]:

$$L = \frac{N\Psi}{I}, (\text{Henry})$$

I = τρέχων ρεύμα

N = αριθμός σπειρών

Ψ = Μαγνητική ροή

Σε μια χαρακτηριστική σπείρα κεραιών RFID π.χ. για τα 125 kHz, η επαγωγή είναι μερικά mH για ένα tag και από μερικές εκατοντάδες σε μερικές χιλιάδες (μH) για έναν reader. Για μια σπειροειδή κεραία με πολλαπλό αριθμό σπειρών, η επαγωγή έχει καλύτερη απόδοση για πιο στενές μεταξύ τους σπείρες. Επομένως για το

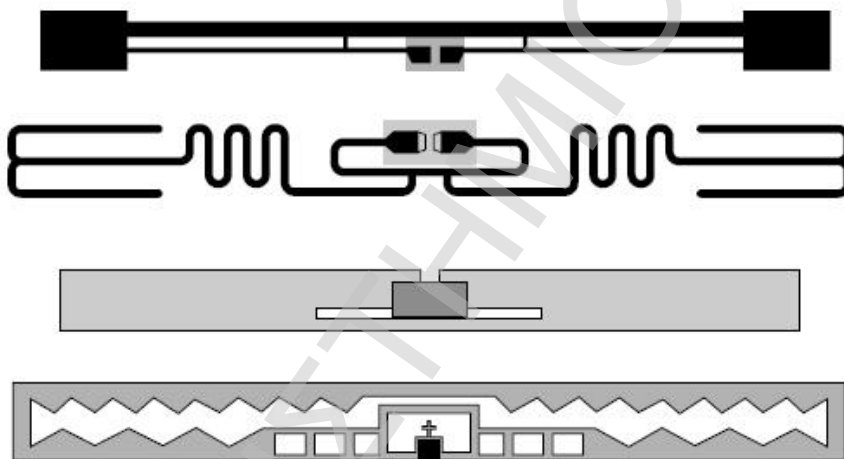
σχεδιασμό ενός tag με περιορισμένο χώρο για την κεραία προτιμάται η μείωση του αριθμού των σπειρών με την χρήση ενός πολυστρωματικού τρόπου τυλίγματος.

Η κεραία για ένα RFID tag μπορεί να διαμορφωθεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους, ανάλογα με το σκοπό της εφαρμογής και των διαστασιακών περιορισμών. Στην εικόνα 5 παρουσιάζονται διάφορες μορφές των σπειρών του tag. Η σπείρα αποτελείται χαρακτηριστικά από ένα λεπτό καλώδιο.

Για κεραίες με μεγαλύτερη εμβέλεια αναγνώρισης, η σπείρα της κεραίας πρέπει να συντονιστεί κατάλληλα στη συχνότητα ενδιαφέροντος. Η πτώση τάσης πέρα από τη σπείρα μεγιστοποιείται με τη διαμόρφωση ενός παράλληλου κυκλώματος. Ο συντονισμός ολοκληρώνεται με έναν πυκνωτή που συνδέεται παράλληλα με τη σπείρα όπως φαίνεται και στην εικόνα 6.

Τα σχέδια των tag κεραίων αποτελούν ένα συνδυασμό τέχνης και επιστήμης. Πολλές κεραίες tag σχεδιάζονται μέσα από περίπλοκα προγράμματα σχεδιασμού, και άλλα σχεδιάζονται από μηχανικούς, χρησιμοποιώντας τις ήδη γνωστές μορφές και τα σχέδια από άλλες εφαρμογές.

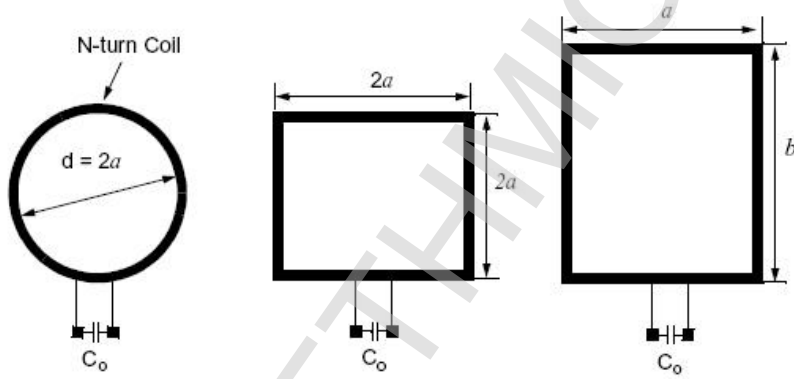
Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι πολλοί κατασκευαστές έχουν αναπτύξει τα tag με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να χρησιμοποιούν το ίδιο το προϊόν, στο οποίο είναι τοποθετημένα ως κεραίες, μια εφαρμογή που είναι σύνηθες να εμφανίζεται στους DVD δίσκους. [7]



Εικόνα 4 Σχέδια κεραίων



Εικόνα 5 Κεραίες σε διάταξη tag



Εικόνα 6 Διαστάσεις των tag κεραίων

3. RFID READERS (INTERROGATORS)

Το δεύτερο βασικό στοιχείο του βασικού συστήματος RFID είναι ο αναγνώστης (interrogator ή reader). Ο όρος reader είναι αυτός που χρησιμοποιείται περισσότερο στη βιβλιογραφία για να περιγράψει τον αναγνώστη (interrogator), ωστόσο δεν είναι και ο πλέον κατάλληλος χαρακτηρισμός. Τεχνικά οι reader είναι πομποδέκτες (transceivers). Ωστόσο λόγω του ότι ο συνηθέστερος ρόλος τους, είναι να επικοινωνούν με τα tag και να λαμβάνουν τα δεδομένα από αυτά, φαίνεται σαν να «διαβάζουν» τα tag, για αυτό και χρησιμοποιείται ο όρος “Reader”. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται ο όρος reader για να περιγράψει τον όρο RFID interrogator. Οι Reader μπορεί να περιλαμβάνουν ενσωματωμένη κεραία ή να είναι τοποθετημένοι ξεχωριστά από αυτόν. Ο reader κύρια λειτουργία έχει να ανακτά τις πληροφορίες από τα tag. Ο reader μπορεί να είναι ανεξάρτητος και να καταγράφει τις πληροφορίες στην εσωτερική του μνήμη. Αλλά, μπορεί να είναι και μέρος ενός ευρύτερου συστήματος π.χ. ενός τοπικού δικτύου (LAN) ή ενός ασύρματου (WAN). Ενώ λειτουργούν σε ένα εύρος συχνοτήτων από 100 KHz μέχρι τα 5.8 GHz. [4], [22]

Οι reader διαβάζουν και αναγνωρίζουν τα tag. Όταν ο reader διαβάζει ένα ενεργό (active) tag, ένα συνεχές σήμα από το tag αποστέλλεται κατά τη διαδικασία αναγνώρισης, στην συνέχεια ο reader στέλνει ένα σήμα πίσω στο tag και το «ακούει». Για ένα παθητικό (passive) tag, ο reader στέλνει ένα ραδιοκύμα προς αυτό. Το σήμα αυτό ενεργοποιεί το tag και το βάζει στη διαδικασία broadcasting των δεδομένων προς τον reader. [25]

Μια από τις σπουδαίες ιδιότητες των reader είναι ότι μπορούν να διαβάσουν ταυτόχρονα όλα τα tag που βρίσκονται μέσα στην εμβέλεια του σήματος τους, γεγονός που μειώνει κατά πολύ τον χρόνο αναγνώρισης και ανάκτησης των δεδομένων. Για να είναι εφικτή η πολλαπλή ταυτόχρονη αναγνώριση των tag μέσα στην ακτίνα δράσης του reader έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές. Οι τεχνικές αυτές έχουν ομαδοποιηθεί κάτω από τον όρο της “Μονοσήμαντης ταυτοποίησης”(Singulation), σύμφωνα με αυτό, δεν γίνεται αναγνώριση του κάθε ενός tag αλλά μόνο αυτά που έχουν συγκεκριμένους σειριακούς αριθμούς (serial number) ανταποκρίνονται στο κάλεσμα. Μερικές ακόμα τεχνικές επικοινωνίας που έχουν αναπτυχθεί, είναι η τεχνική «reader talks first» και η «tag talk first» που διαφοροποιούνται στον τύπο των tag που χρησιμοποιούνται και από την εφαρμογή στην οποία αυτά χρησιμοποιούνται. Στο κεφάλαιο 5 γίνεται πληρέστερη αναφορά στις παραπάνω τεχνικές επικοινωνίας.[22]

Οι reader, έχουν διάφορες μορφές, από πολύ μεγάλα τετράγωνα πλαίσια που καλύπτουν ολόκληρη την πύλη μιας αποθήκης, μέχρι και μικρούς reader που έχουν το μέγεθος μιας παλάμης. Στην συνέχεια του κεφαλαίου θα αναλυθούν τα διάφορα είδη reader που χρησιμοποιούνται από τις επιχειρήσεις.

Μια ακόμα ιδιότητα των reader είναι η δυνατότητα τους να μπορούν να γράφουν κατευθείαν στην μνήμη των tag. Αυτό σημαίνει ότι σε ένα read/write tag μπορεί να αλλάξουν τα δεδομένα που αυτό περιέχει και να προστεθούν νέα τη στιγμή της αναγνώρισης από τον reader. Η ιδιότητα αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τις περιπτώσεις εκείνες στις οποίες η άμεση αλλαγή των παραμέτρων επηρεάζει την συνοχή και λειτουργία του συστήματος. [22]

Τέλος, σημαντικό είναι, για την δυνατότητα ενοποίησης σε επίπεδο λογισμικού, και την διαμόρφωση του συστήματος, οι readers να περιλαμβάνουν κατάλληλα interfaces, π.χ. WLAN, Internet (μέσω Ethernet και TCP/IP), Point-to-point συνδέσεις: RS422 / RS232 και ασύρματης επικοινωνίας: GSM, GPRS, UMTS. [19]

3.1 Δομή του Reader

3.1.1 Ανατομία του RFID Reader

Οι reader αποτελούνται, στη δομή τους, από δυο βασικά συστατικά μέρη: Το **σύστημα ελέγχου (control system)** και τη **διεπαφή HF (HF interface)**, το οποίο αποτελείται από τον αναμεταδότη (transmitter) και το δέκτη (receiver). Το HF σύστημα συνηθίζεται να καλύπτεται από λευκοσίδηρο (tinplate) για να προστατεύεται από τις ανεπιθύμητες εκπομπές σημάτων, ενώ το σύστημα ελέγχου είναι τοποθετημένο επάνω σε ηλεκτρολογική πλακέτα. Στην εικόνα 7 παρουσιάζεται μια τυπική μορφή ενός reader, στην οποία εύκολα διακρίνονται τα δυο συστατικά μέρη. [9]



Εικόνα 7 Τυπική μορφή ενός Reader

Οι βασικές λειτουργίες που εκτελούνται από έναν reader είναι να αποδιαμορφώνει (demodulating) τα δεδομένα που ανακτώνται από το tag, να αποκωδικοποιεί τα λαμβανόμενα στοιχεία (decoding), και να ενεργοποιεί τα tag (energizing), στην περίπτωση των παθητικών και ημι-παθητικών tag.

Οι παραπάνω λειτουργίες πραγματοποιούνται κυρίως από την HF διεπαφή, η οποία αποτελείται από τα εξής στοιχεία: [23]

- ◆ Τον Αναμεταδότη (transmitter): το κύριο έργο του είναι να μεταδίδει ενέργεια και να συντονίσει το ρολόι (clock cycle) του tag
- ◆ Το Δέκτη (receiver): το κύριο έργο του στοιχείου αυτού είναι να λαμβάνει το σήμα από το tag μέσω της κεραίας. Στην συνέχεια να στέλνει το σήμα στον επεξεργαστή, όπου και εξάγεται η πληροφορία.
- ◆ Την πηγή ενέργειας (Power): το κομμάτι αυτό της HF διεπαφής τροφοδοτεί ολόκληρο τον reader με την απαραίτητη ενέργεια.

Στο σύστημα ελέγχου (control system) διενεργούνται οι εξής λειτουργίες:[9]

- ◆ Επικοινωνεί με τις εφαρμογές software και εκτελεί τις εντολές από αυτά.
- ◆ Ελέγχει την επικοινωνία με τον transmitter
- ◆ Βοηθάει στην κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση των σημάτων
- ◆ Εκτελεί αλγορίθμους αποτροπής συγκρούσεων. (anti-collision algorithm).
- ◆ Κρυπτογραφεί και αποκρυπτογραφεί τα στοιχεία που μεταφέρονται μεταξύ του tag και του reader και πραγματοποιεί έλεγχο λαθών (error checking).
- ◆ Αποδίδει την επικύρωση μεταξύ του tag και του reader.

Προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι παραπάνω λειτουργίες, μια ομάδα ηλεκτρονικών εξαρτημάτων χρειάζεται να λειτουργήσει και να αποτελέσει το control system. Τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα που αποτελούν το control system είναι τα εξής: [23]

- **Επεξεργαστής (microprocessor)**

Ο επεξεργαστής, αφού λάβει τα αποσταλμένα δεδομένα, και ανάλογα με το πρωτόκολλο που χρησιμοποιεί, σύμφωνα με συγκεκριμένες προδιαγραφές (π.χ ALOHA για τις συχνότητες HF, 'tree walking' για τις UHF συχνότητες) ψάχνει στην μνήμη του για τον αντίστοιχο πρόγραμμα και το χρησιμοποιεί για να επεξεργαστεί τα δεδομένα. Στο σημείο αυτό της διαδικασίας γίνεται και ο έλεγχος λαθών (error check).

- **Ελεγκτής (controller)**

Ο ελεγκτής είναι απαραίτητος προκειμένου να επιτευχθεί μια κοινή λειτουργία με τα εξωτερικά συστήματα. Ο ελεγκτής είναι αρμόδιος για την μετατροπή των λαμβανόμενων δεδομένων σε δυαδικό κώδικα προκειμένου να είναι αναγνωρίσιμα από τον επεξεργαστή. Ο ελεγκτής διατίθεται και σε μορφή software και σε επίπεδο hardware.

- **Διεπαφή επικοινωνίας (Communication Interface)**

Η «Διεπαφή επικοινωνίας» χρησιμοποιείται προκειμένου να μπορεί ο reader να επικοινωνεί με ένα εξωτερικό σύστημα μεταφέροντας δεδομένα, μεταβιβάζοντας ή απαντώντας στις οδηγίες. Η διεπαφή μπορεί να είναι μέρος του ελεγκτή ή ανεξάρτητο, ανάλογα με τις απαιτήσεις σε επίπεδο ολοκλήρωσης ή στην απαιτούμενη ταχύτητα επικοινωνίας.

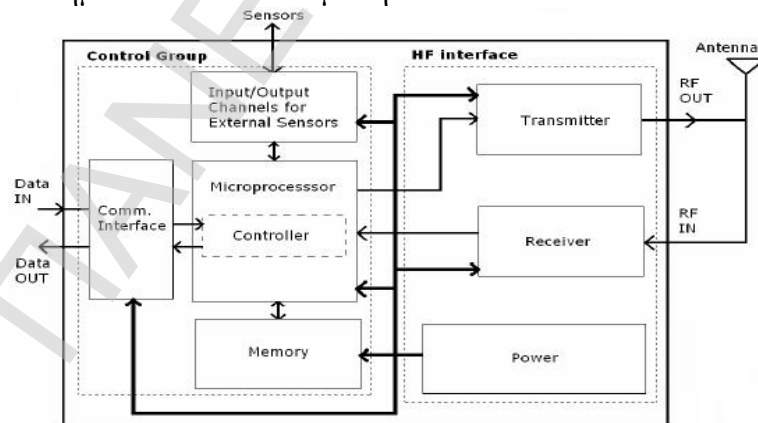
- **Μνήμη (memory)**

Η μνήμη είναι υπεύθυνη για την αποθήκευση των δεδομένων από τα tag. ενώ επιτρέπει την πρόσβαση, όταν αυτή απαιτείται, στα δεδομένα αυτά προκειμένου να αποσταλούν σε ένα εξωτερικό σύστημα

- **Κανάλια εισαγωγής/εξαγωγής για εξωτερικούς αισθητήρες. (Input/Output Channels for External Sensors)**

Είναι σύνηθες φαινόμενο τα tag να βρίσκονται εκτός της εμβέλειας αναγνώρισης των reader, φαινόμενο που οδηγεί στην άσκοπη κατανάλωση ενέργειας για να αναγνωριστούν. Η λύση σε αυτό το πρόβλημα είναι η χρήση εξωτερικών αισθητήρων, που επιτρέπουν να ανιχνεύσουν ένα αντικείμενο κοντά τους. Με τις θύρες που έχει ο reader για τους sensors είναι εφικτή η επικοινωνία αυτών.

Στην εικόνα 8 παρουσιάζονται διαγραμματικά τα διάφορα στοιχεία που αποτελούν ένα τυπικό reader όπου διακρίνονται όλα τα προηγούμενα μέλη καθώς και το σημείο που ενώνεται με την antenna.



Εικόνα 8 Απεικόνιση συνιστωσών του reader

3.1.2 Λειτουργίες του RFID Reader



Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζεται μια πιο λεπτομερή ανάλυση των λειτουργιών που λαμβάνουν χώρα στον reader. Γίνεται προσέγγιση στις βασικές λειτουργίες και σε μερικά ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που εμφανίζουν οι reader. Αρχικά, θα γίνει μια σύντομη περιγραφή του τρόπου λειτουργίας του reader με το tag.

Προσπαθώντας να γίνει κατανοητός ο κύκλος ζωής ενός RFID Reader, προκύπτουν τα παρακάτω 6 στάδια λειτουργίας του, που εμφανίζονται κοινά στην διεθνή βιβλιογραφία, για ένα απλό βασικό σύστημα RFID, όπως έχει περιγραφεί πιο πάνω. Τα στάδια αυτά είναι: [7]

1. Η απαραίτητη ενέργεια, που θα μεταφέρει (transmit) το σήμα. Μπορεί να προέρχεται από μια εσωτερική μπαταρία ή από εξωτερική πηγή. Η εξασφάλιση της απαραίτητης ενέργειας είναι το πρώτο στάδιο που ενεργοποιεί την όλη διαδικασία λειτουργίας του reader.

2. Εσωτερικά του reader ο επεξεργαστής και το control system, ελέγχουν με πολύ συγκεκριμένη μέθοδο την ροή του ηλεκτρικού φορτίου, προσαρμόζουν την συχνότητα – modulate και το εύρος κύματος του σήματος που δημιουργεί ο reader στην εμβέλεια του.

3. Το ηλεκτρικό φορτίο μεταφέρεται μέσω καλωδιώσεων στην antenna, ενώ η διαδικασία της μεταφοράς ελέγχεται από τον επεξεργαστή μέσω ενός ενσωματωμένου κυκλώματος. Ο επεξεργαστής, επίσης, προσδιορίζει και προς ποια κατεύθυνση, και κατά επέκταση antenna, θα μεταφερθεί το ηλεκτρικό φορτίο.

4. Στη συνέχεια η antenna στέλνει το RF σήμα προς τα tag, όπου περιλαμβάνει τα δεδομένα αυτών. Η διαδικασία ολοκληρώνεται μέσα από την εφαρμογή της διαμόρφωσης (modulation). Κύρια λειτουργία της διαμόρφωσης είναι η εισαγωγή μικρών αποκλίσεων στο ηλεκτρικό σήμα προκειμένου να μεταφερθεί η πληροφορία.

5. Έπειτα, η antenna λαμβάνει πίσω το σήμα από το tag. Ο reader, στη συνέχεια μεταφέρει το σήμα στα ηλεκτρικά του στοιχεία.

6. Εκεί ο επεξεργαστής με την βοήθεια των υπόλοιπων κυκλωμάτων αναγνωρίζουν τις όποιες διαφορές παρουσιάζει το κύμα του σήματος και το αποκωδικοποιούν σε χρήσιμη πληροφορία.

Η παραπάνω περιγραφόμενη διαδικασία λειτουργίας του reader προσδίδει σε αυτόν μια σειρά από βασικές παραμέτρους και ιδιότητες που πρέπει να ληφθούν υπόψη προκειμένου να γίνει καλύτερα κατανοητός ο τρόπος λειτουργίας του reader. Οι σπουδαιότεροι παράμετροι και ιδιότητες παρουσιάζονται στη συνέχεια.

3.1.2.1 Λήψη Σήματος - Receiving

Μια βασική ιδιότητα του reader είναι η διαδικασία Receiving. Η διαδικασία της λήψης ενός σήματος από τον reader ξεκινάει από την ενίσχυση του σήματος, που στέλνεται από το tag, μέσα από την κεραία του reader ενώ στη συνέχεια προχωράει στην επεξεργασία του και στην αποδιαμόρφωση μέρους της πληροφορίας που περιέχεται στο σήμα. Επίσης ο ελεγκτής/επεξεργαστής εκτελεί τις λειτουργίες επεξεργασίας των δεδομένων και διαχείρισης της επικοινωνίας του reader με εξωτερικά δίκτυα. [24]

3.1.2.2 Αποστολή Σήματος - Transmitting

Όταν δεδομένα πρέπει να σταλούν πίσω στα tag, το σήμα περνάει από την διαδικασία της διαμόρφωσης (modulation), ενώ ένα μέρος του σήματος περνάει από το κύκλωμα αποδιαμόρφωσης (demodulator). Κατά την διαμόρφωση του σήματος προστίθενται επιπλέον πληροφορίες στο προς αποστολή σήμα. Έπειτα το σήμα ενισχύεται από τον ενισχυτή και εν τέλει καθοδηγείται στην κεραία και από εκεί στο tag. Η πιο πάνω λειτουργία αναφέρεται στην ιδιότητα που έχει ένας reader να στέλνει (transmit) πληροφορίες και δεδομένα πίσω στα tag. [24]

3.1.2.3 Μέθοδοι Επικοινωνίας

Η επικοινωνία του reader με το tag εξαρτάται άμεσα από τον τύπο του RFID συστήματος, καθώς διαφορετικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται για τα active ή passive. Για τα passive και semi-passive συστήματα χρησιμοποιείται η μέθοδος backscatter για να επικοινωνούν με τον reader. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή το σήμα, που δημιουργείται από τον reader εκπέμπεται προς το tag μέσα από την κεραία. Το σήμα στη συνέχεια αποδιαμορφώνεται προκειμένου να αποκωδικοποιηθούν οι εντολές που στέλνει ο reader. Ενώ τα δεδομένα από το tag μεταφέρονται μέσα από το διαμορφωμένο σήμα (modulated signal). Εν αντιθέσει, τα active tag επικοινωνούν διαφορετικά. Δεν χρειάζεται να αντανακλάσουν το σήμα που στέλνει ο reader, καθώς τα active tag έχουν τη δική τους πηγή ενέργειας και τον δικό τους αναμεταδότη. Έτσι τα tag δεν χρειάζεται να περιμένουν τον reader προκειμένου να στείλουν το σήμα πίσω σε αυτόν, λειτουργούν ανεξάρτητα. Τα active tag μπορούν να στείλουν το σήμα τους ή και το ID τους σε συγκεκριμένα διαστήματα όπως αυτό ορίζεται από την λειτουργία του συστήματος. [24]

3.1.2.4 “Read Range” και “Write Range”

Η επικοινωνία του reader με τα tag διαφοροποιείται, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, στον τύπο του RFID συστήματος. Ωστόσο για να είναι όσο το δυνατό πιο επιτυχής η επικοινωνία αυτή, εξαρτάται από δυο βασικές παραμέτρους, που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον σχεδιασμό του συστήματος RFID. Αυτές είναι:

- ◆ Η απόσταση μεταξύ του reader με τα tag
- ◆ Ο χρόνος παραμονής ενός tag ή των tags.”Dwell Time”

Ο χρόνος παραμονής “Dwell Time” ενός tag είναι ο χρόνος κατά τον οποίο ένα ή πολλά tag βρίσκονται στο πεδίο RF του reader.

Ως **Read range**, ορίζεται η απόσταση μεταξύ του reader και του RFID tag, στην οποία το σήμα από το tag μπορεί πλήρως να διαβαστεί.

Παρομοίως, ως **Write range** του reader, ορίζεται η μέγιστη απόσταση στην οποία οι πληροφορίες μαζί με το RF σήμα, του reader, μπορούν να ληφθούν από το tag και να αποθηκευτούν στην μνήμη του. Όπως είναι λογικό χρειάζεται περισσότερη ενέργεια προκειμένου να γίνει μια εγγραφή στο tag παρά για να αναγνωριστεί. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ένα tag να χρειάζεται να είναι πιο κοντά σε μια antenna για να εγγραφεί η πληροφορία, απ’ ότι απλά για να αναγνωριστεί. Ένας γενικός κανόνας που φαίνεται να ισχύει λέει ότι η write range είναι το 50-70% της read range για μια συγκεκριμένη ζώνη κάλυψης του reader.

Λόγω των διαφορετικών διαδικασιών που λαμβάνουν μέρος, μεταξύ της εγγραφής και αναγνώρισης σε ένα tag, η εγγραφή χρειάζεται περισσότερο χρόνο για να ολοκληρωθεί απ’ ότι απλά για να γίνει η αναγνώριση του tag. Ως εκ τούτου για την εγγραφή απαιτείται και περισσότερος χρόνος παραμονής (dwell time) στο πεδίο του reader. [24]

3.1.2.5 Εντολές Reader

Σε ένα RFID σύστημα, όταν ο reader επικοινωνεί με τα διάφορα tag χρησιμοποιεί ορισμένες εντολές προκειμένου να είναι σε θέση να διαχειριστεί το σύνολο των διαφορετικών tag. Οι βασικότερες εντολές που χρησιμοποιεί ο reader είναι οι ακόλουθες:

- Ø **Select:** Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται προκειμένου να καθορίσει ποιο σύνολο των tag θα ανταποκριθούν στον reader. Πριν από οποιαδήποτε διαδικασία απογραφής των διαφόρων tag, η εντολή Select, έχει την δυνατότητα να διαχωρίζει υπό συγκεκριμένους όρους, εκείνη την ομάδα της οποίας τα tag περιέχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, όπως συγκεκριμένη ημερομηνία, ID, ή κωδικό κατασκευής. Με την εντολή αυτή ο reader έχει τη δυνατότητα να στοχεύει σε συγκεκριμένα τμήματα του EPC κώδικα. Κατά αυτό τον τρόπο μπορεί πιο εύκολα να ομαδοποιήσει τα tag, και να διαχειριστεί μόνο αυτά που περιέχουν τις κατάλληλες πληροφορίες και βρίσκονται μέσα στο πεδίο του.
- Ø **Inventory:** Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται προκειμένου να επιτρέψει στον reader να προχωρήσει στην Μονοσήμαντη Ταυτοποίηση (Singulation) συγκεκριμένων tag από ένα σύνολο.
- Ø **Access:** η εντολή αυτή χρησιμοποιείται προκειμένου να είναι δυνατή η καταχώριση εντολών στα tag που έχουν επιλεγθεί έπειτα από την προηγούμενη εντολή (inventory). Με την εντολή Access, ο reader μπορεί πλέον να προχωρήσει στην καταχώριση επιπλέον εντολών, όπως για παράδειγμα τις εντολές kill ή lock.
- Ø **Lock:** η εντολή αυτή χρησιμοποιείται προκειμένου να μπορεί ο reader να κλειδώσει τους κωδικούς πρόσβασης σε ένα συγκεκριμένο tag, να μπορεί να εμποδίσει τον επερχόμενο reader να γράψει ή και να αναγνωρίσει το tag, καθώς, επίσης, και να κλειδώσει τη μνήμη του tag αποτρέποντας κατά αυτό τον τρόπο την περαιτέρω εγγραφή σε αυτήν.
- Ø **Kill:** η εντολή αυτή θέτει εκτός λειτουργίας ένα tag από την επικοινωνία με τον reader, μετατρέποντας το σε ανενεργό. Το χαρακτηριστικό της εντολής αυτής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την διατήρηση της ασφάλειας του tag. Ωστόσο η εντολή Kill μπορεί να έχει και καταστροφικές συνέπειες για το tag. Προκειμένου να αποτραπούν αναπάντεχες θανατώσεις, η εντολή Kill συνοδεύεται από ένα κωδικό πρόσβασης καθώς οι προδιαγραφές για την θανάτωση του tag ορίζονται. [24]

3.1.2.6 Κύκλος Λειτουργίας και Ενέργειας

Ο καθορισμός της επιτρεπόμενης ενέργειας και του κύκλου λειτουργίας ενός reader, ορίζονται από τις προδιαγραφές και τους κανονισμούς του εκάστοτε κατασκευαστή του συστήματος RFID.

Ως κύκλος λειτουργίας (Duty cycle) ορίζεται το ποσοστό του χρόνου στο οποίο η συσκευή εκπέμπει ενέργεια κατά τη διάρκεια συγκεκριμένης περιόδου. Για παράδειγμα αν ένας reader επικοινωνεί για 30 δευτερόλεπτα, έχει 50% duty cycle για κάθε λεπτό.

Η διαφορά στην τεχνολογία, ανάμεσα στα active και passive συστήματα RFID, επηρεάζει και τα επίπεδα ενέργειας που ένας reader χρειάζεται. Έτσι ένας reader, χρειάζεται περισσότερη ενέργεια για να επικοινωνήσει με ένα passive tag απ' ότι με ένα active. Ο λόγος βρίσκεται στο γεγονός ότι το σήμα που χρειάζεται να φτάσει σε ένα passive tag πρέπει να είναι αρκετά δυνατό προκειμένου να μπορέσει στη συνέχεια

να επιστρέψει πίσω στον reader (διαδικασία backscatter). Ένας γενικός κανόνας που φαίνεται να ισχύει λέει ότι ο reader με μεγαλύτερη ενέργεια επικοινωνίας και μεγάλο κύκλο λειτουργίας μπορεί να διαβάσει άμεσα περισσότερα tag, πιο γρήγορα και για μεγαλύτερη απόσταση. Ωστόσο ένα τέτοιου τύπου reader έχει ως μειονέκτημα, ότι αυξάνει τον κίνδυνο να κατασκοπευτεί (eavesdropping) πιο εύκολα από ένα ανεπιθύμητο reader. [3]

3.1.2.7 Διεπαφή Υποσυστήματος - Enterprise Subsystem Interface

Όπως μελετήθηκε στη παράγραφο 3.1.1, όλοι οι reader έχουν ένα υποσύστημα προκειμένου να επικοινωνούν με τα tag που είναι γνωστό ως HF interface. Ωστόσο κάθε reader έχει και ένα δεύτερο interface, με το οποίο επιτυγχάνεται η επικοινωνία με το υπόλοιπο πληροφοριακό σύστημα. Η δεύτερη αυτή διασύνδεση είναι γνωστή ως Enterprise Subsystem Interface (ESI). Το ESI υποστηρίζει την μεταφορά των δεδομένων RFID, από την μνήμη του reader στο πληροφοριακό σύστημα του συστήματος για περαιτέρω ανάλυση και επεξεργασία. Στους περισσότερους reader, σε επίπεδο hardware, χρησιμοποιείται το Communication Interface (βλέπε 3.1.1). Το εν λόγω interface μπορεί να χρησιμοποιεί σύνδεση καλωδίου (π.χ. Ethernet) ή ασύρματη (π.χ. Wi-Fi). Ενώ διάφορα πρωτόκολλα επικοινωνίας και διαχείρισης χρησιμοποιούνται προκειμένου η κεντρική μονάδα του συστήματος να ελέγχει την κατάσταση της διαδικασίας. [3]

3.1.3 Είδη RFID Reader

Υπάρχουν διάφορα είδη και κατηγορίες readers που ομαδοποιούνται σύμφωνα με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Στη βιβλιογραφία συναντάμε τους διάφορους reader να ομαδοποιούνται σε τρεις βασικές κατηγορίες με βάση τη φορητότητά τους. Αυτές οι ομάδες είναι: [24]

- ο Σταθεροί readers (Fixed reader)
- ο Φορητοί readers (Hand-held reader)
- ο Κινητοί readers (Mobile reader)

- **Fixed readers**



Η κατηγορία αυτή χαρακτηρίζεται από τη δυνατότητα που έχουν να γράφουν και να διαβάζουν στα διάφορα tag ανάλογα με το τύπο των τελευταίων. Επίσης ο τύπος των fixed reader μπορούν να τοποθετηθούν σε διάφορες περιοχές, όπως σε τοίχους, ανάμεσα σε πόρτες ή σε άλλες δομές ενός κτηρίου. Επίσης οι reader αυτοί μπορούν να ενσωματωθούν στις γραμμές παραγωγής όπως στις μεταφορικές ταινίες, στις πύλες των πορτών και αλλού.

Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό των fixed reader έχει να κάνει με την εξωτερική πηγή ενέργειας που χρειάζονται προκειμένου να λειτουργήσουν, γεγονός που περιορίζει την φορητότητα αυτών. Ενώ μπορούν να συνδεθούν με πολλές κεραίες ασύρματα ή και μέσω καλωδίων.

- **Hand-held reader**



Οι Hand-held reader είναι σχετικά πιο μικροί απ' ό τι η προηγούμενη κατηγορία ενώ συνήθως έχουν σχήμα που παραπέμπει σε όπλο ή πλακέτα. Επίσης, οι hand-held reader μπορούν να είναι ασύρματοι (wireless) ή με καλώδιο (Ethernet). Οι ιδιότητες τους δεν διαφέρουν από αυτές των fixed παρά μόνο στο ότι έχουν μικρότερο μέγεθος. Έτσι, όπως και οι προηγούμενοι reader, έτσι και οι hand-held μπορούν πέρα από το να διαβάσουν, και να γράφουν στα tag. Παρόλα αυτά υπάρχουν πολλά μοντέλα που περιορίζονται μόνο στην αναγνώριση των tag. Η antenna, είναι τοποθετημένη επάνω στη συσκευή του reader.

Ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι Hand-held reader είναι η δυνατότητα χρήσης τους σε οποιοδήποτε περιβάλλον και σε εξωτερικούς χώρους λόγω της φορητότητας τους. Ενώ είναι ιδανικοί για χαμηλού προϋπολογισμού συστήματα RFID και για την επαλήθευση των δεδομένων των tag που είναι τοποθετημένα σε παλέτες ή κιβώτια. Τέλος συνηθίζεται οι hand-held reader να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για Barcode συστήματα και συγχρόνως και για RFID.

Όπως αναφέρθηκε, οι Hand-held reader διακρίνονται σε ενσύρματους και ασύρματους. Οι ενσύρματοι (Ethernet) είναι άμεσα συνδεδεμένοι με το υπόλοιπο πληροφοριακό σύστημα, ενώ δεν χρειάζονται επιπλέον ενέργεια καθώς την

εξασφαλίζουν μέσα από τον κεντρικό υπολογιστή. Από την άλλη, όμως, περιορίζεται αρκετά η δυνατότητα μετακίνησης τους σε μεγάλες αποστάσεις.

Από την άλλη οι wireless Hand-held reader συνδέονται με το υπόλοιπο δίκτυο ασύρματα μέσα από την χρήση LAN πρωτοκόλλων (σε αντίθετη περίπτωση μέσω ειδικού πρωτοκόλλου). Συνήθως οι reader αυτοί συνοδεύονται από εξωτερική πηγή ενέργειας, όπως μπαταρία, που τοποθετείται επάνω τους. Κύριο πλεονέκτημά τους είναι η μεγάλη φορητότητα που προσφέρουν.

- **Mobile reader**



Οι mobile reader έχουν διάφορες μορφές, μπορεί να είναι από κινητά τηλέφωνα, PDA ή συσκευές τοποθετημένες σε οχήματα. Συνήθως έχουν μια θύρα PCMCIA για να μπορούν να συνδεθούν με κάποιο υπολογιστή. Έχοντας διαφορετικό μέγεθος και σχήμα από τα head-held reader, οι mobile reader έχουν τη δική τους πηγή ενέργειας, μπαταρία, και χρησιμοποιούν ασύρματη τεχνολογία για να επικοινωνούν με το υπόλοιπο πληροφοριακό σύστημα.

Τα κινητά τηλέφωνα και τα PDAs είναι πολύ πιο μικρά σε μέγεθος και προσφέρουν αρκετά πλεονεκτήματα με την τεχνολογία που χρησιμοποιούν. Ενώ προσαρμόζονται πιο εύκολα σε βιομηχανικές εφαρμογές.

Κάθε εφαρμογή RFID είναι διαφορετική. Ο σκοπός, το περιβάλλον και η ποικιλία των παραμέτρων που λαμβάνουν μέρος στην εφαρμογή, ορίζουν διαφορετικές ανάγκες και προδιαγραφές ως προς τον τύπο του reader που πρέπει να χρησιμοποιηθεί. Η επιλογή της ενσύρματης και ασύρματης τεχνολογίας στους reader είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες. Ωστόσο η επιλογή της μεγαλύτερης φορητότητας, όπως η ασύρματη τεχνολογία, αντισταθμίζεται από την ενεργειακή κατανάλωση.

Όπως παρουσιάστηκε πιο πάνω οι διάφοροι τύποι των reader μπορούν να ομαδοποιηθούν με βάση τη φορητότητά τους. Ένας ακόμα τρόπος ομαδοποίησης είναι με βάση τον τύπο της **διεπαφής επικοινωνίας** που χρησιμοποιούν. [23]

Προκύπτουν δυο κυρίες κατηγορίες με βάση την **διεπαφή επικοινωνίας** που χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές. Αυτές είναι:

- **Serial Reader**

Στους reader αυτούς χρησιμοποιείται η διεπαφή RS-232 (Recommended Standard 232) και RS-485 – συριακές θύρες για την επικοινωνία με το κεντρικό υπολογιστή. Αυτού του τύπου οι reader έχουν μικρό ρυθμό μεταφοράς δεδομένων, συγκριτικά με άλλους τύπους, όπως τους ενσύρματους με δίκτυο reader. Επίσης, έχουν περιορισμό στο μήκος του καλωδίου που χρησιμοποιούν. Παρόλα αυτά οι serial reader εμφανίζουν μεγαλύτερη αξιοπιστία από οποιοδήποτε άλλο τύπο.

- **Network Reader**

Κύριο χαρακτηριστικό αυτής της κατηγορίας είναι η ενσύρματη και ασύρματη δυνατότητα σύνδεσης που έχουν με τον κεντρικό υπολογιστή, και επομένως χαρακτηρίζονται ως συσκευές δικτύου. Έτσι δεν έχουν περιορισμό στο μήκος του καλωδίου, από την άλλη όμως, υστερούν ως προς την αξιοπιστία τους κατά την μεταφορά των δεδομένων.

Σε κάθε εφαρμογή RFID, η επιλογή του τύπου reader που θα χρησιμοποιηθεί επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Στο κεφάλαιο αυτό αναπτύξαμε τα χαρακτηριστικά εκείνα που προσδιορίζουν τους περισσότερους reader. Προσεγγίστηκε, ο τρόπος λειτουργίας τους, οι ιδιότητες που έχουν, τα στοιχεία που αποτελούν έναν τυπικό reader. Στην συνέχεια αυτού του κεφαλαίου θα αναπτυχθεί μια ακόμα παράμετρος προκειμένου να παρουσιαστεί μια πληρέστερη εικόνα για τους reader. Έτσι ενώ μέχρι στιγμής έχουν παρουσιαστεί οι συνιστώσες του reader, δεν έχει γίνει καμία αναφορά στα χαρακτηριστικά της κεραίας του. Θέμα που αναπτύσσεται στο επόμενο μέρος αυτού του κεφαλαίου.

Στον πίνακα 6 έχουν συγκεντρωθεί τα βασικότερα τεχνικά χαρακτηριστικά που εμφανίζονται στους περισσότερους reader. Ωστόσο δεν γίνεται αναφορά στη συχνότητα λειτουργίας τους, καθώς αυτή προσδιορίζεται από τον τύπο της εφαρμογής για την οποία προορίζεται. Τα στοιχεία ομαδοποιούνται σε τρεις διαφορετικούς τύπους, με κάθε έναν να περιγράφει διαφορετικά χαρακτηριστικά. [9]

Τροφοδοσία	12V	24V	6V / 9V battery
Τύπος Κεραίας	External	External	Internal
Σύνδεση Κεραίας	BNC box, terminal screw	BNC box, terminal screw	-
Communication interface	RS232,RS485	RS485, RS422	Optional RS232
Communication protocol	X-ON/X-OFF, 3964, ASCII	3964, InterBus-S, Profibus,	-
Θερμοκρασία περιβάλλοντος	0–50 °C	–25–+80 °C	0–50 °C
Protection types, tests	-	IP 54, IP 67, VDE	IP 54
Input/output elements	-	-	LCD display, keypad

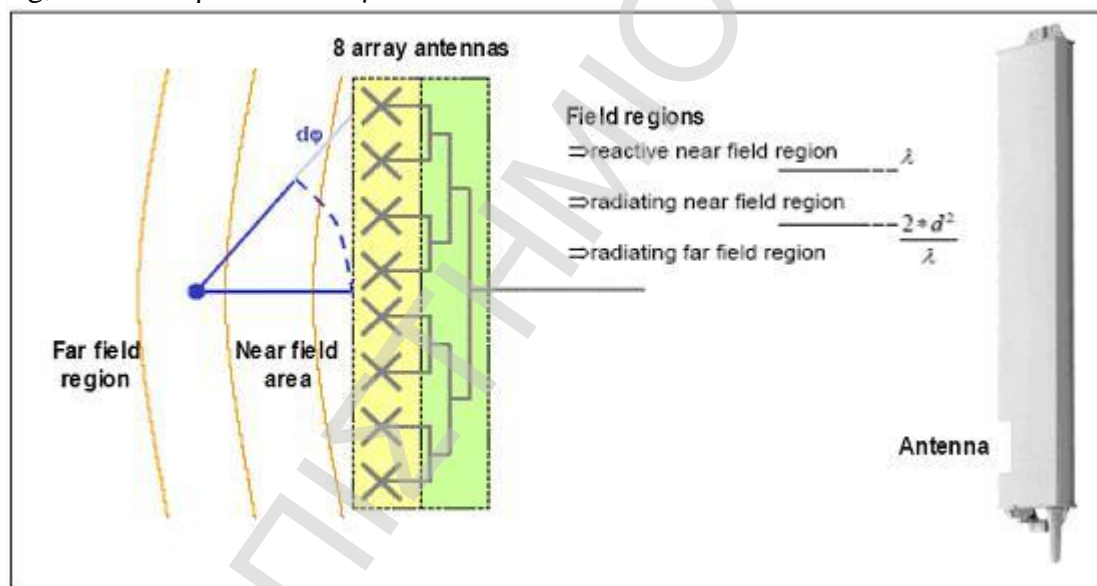
Πίνακας 6 Τεχνικές προδιαγραφές RFID reader

3.2 Reader Antenna

Η κεραία ενός συστήματος RFID είναι πάντα συνδεδεμένη (wireless ή Ethernet) σε έναν reader. Έτσι επιτρέπεται η μετάδοση δεδομένων από και προς ένα tag. [24]

Η κεραία του αναγνώστη (reader antenna) αποκαθιστά τη σύνδεση μεταξύ του ηλεκτρονικού μέρους του και του ηλεκτρομαγνητικού σήματος που υπάρχει στον αέρα. Στη ζώνη συχνοτήτων HF, η κεραία του reader είναι σε μορφή σπείρας (όπως και η κεραία του RFID). Είναι σχεδιασμένη για να παράγει μία όσο το δυνατόν πιο δυνατή σύζευξη με την κεραία του RFID tag. Στη ζώνη συχνοτήτων UHF, η κεραία του reader μπορεί να σχεδιαστεί με αρκετούς διαφορετικούς τρόπους. Κεραίες με υψηλό κατευθυντικό και υψηλό κέρδος (Highly directional, high-gain) χρησιμοποιούνται για μεγάλες αποστάσεις. Ρυθμιστικές αρχές συνήθως οριοθετούν την μέγιστη ισχύ που μπορεί να εκπέμπεται σε μια δοσμένη κατεύθυνση (την ισχύ μετάδοσης συν την απολαβή της κεραίας). [19]

Ως αποτέλεσμα, η δύναμη μετάδοσης που εκπέμπεται από τον reader στην κεραία πρέπει επίσης να ρυθμίζεται αναλόγως. Ένα πλεονέκτημα που έχουν οι κεραίες με υψηλό κατευθυντικό (highly directional antennas) είναι ότι η δύναμη του reader συχνά πρέπει να εκπέμπεται μόνο στο χώρο, στον οποίο έχουν καθοριστεί τα tag, τα οποία πρέπει να αναγνωστούν.



Εικόνα 9 Η κεραία του reader και μια σειρά κεραίων με τα πεδία εμβέλειάς τους

Γενικά μιλώντας, η ύπαρξη φυσικών αλληλεξαρτήσεων σημαίνει ότι το κέρδος της κεραίας συνδέεται με το μέγεθός της. Όσο υψηλότερο είναι το κέρδος (ή όσο μικρότερη είναι η σταθερή γωνία, υπό την οποία εκπέμπει η κεραία), τόσο μεγαλύτερη θα σχεδιαστεί η κεραία στο στάδιο του τεχνικού σχεδιασμού. Παρ' όλ' αυτά, κυριαρχεί η άποψη, ότι οι κεραίες με υψηλό κατευθυντικό (highly directional antennas) δεν χρησιμοποιούνται για φορητούς reader. Οι κεραίες που τυπικά χρησιμοποιούνται για φορητούς αναγνώστες περιλαμβάνουν κεραία σε μορφή πίνακα (patch antennas), half-wave dipoles, και κεραίες ελικοειδούς μορφής (helix antennas). [19]

Δομές μεγάλης κεραίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σταθερούς reader. Στη ζώνη συχνοτήτων UHF, συνήθως παίρνουν τη μορφή σειράς [ΕΙΚΟΝΑ 8]. Σε

αυτή την περίπτωση, πολλαπλά, μικρά εκπεμπόμενα στοιχεία είναι διασυνδεδεμένα, έτσι ώστε τα επιμέρους μέρη του σήματος συνολικά να έχουν τη σωστή κατεύθυνση. Το μέγεθος προσδιορίζει το μακρινό τομέα (far field) μιας τέτοιας κεραίας. Ο μακρινός τομέας δεν συμμετέχει ενεργά στην όλη διαδικασία μέχρι η απόσταση στην κεραία να είναι τόσο μεγάλη που οι διαφορές στις διαδρομές από τις μεμονωμένες εκπομπές να είναι αμελητέες σε σύγκριση με το μήκος κύματος. [19]

Κοντά στην κεραία, το πεδίο δεν είναι πλέον ομογενές και θα μπορούσε να μεταβεί στην κατάσταση όπου κάποιο tag δεν έχει διαβαστεί, διότι είναι σε ένα πεδίο με πολύ χαμηλή δύναμη. Κεραίες με υψηλή διευθυνσιοδότηση δεν είναι κατάλληλες για όλα τα σενάρια, κυρίως όχι στη περίπτωση των θυρών αποθήκης που έχουν εξοπλιστεί με κεραίες reader. Μια καλύτερη επιλογή θα ήταν να χρησιμοποιηθεί μια ειδικά προσαρμοσμένη κεραία, η οποία παράγει ένα πεδίο μέτρησης όσο το δυνατόν πιο ομογενές γίνεται. [19]

3.2.1 Σχεδιασμός Κεραίας - Antenna Design

Οι κεραίες μπορεί να είναι είτε μονοστατικές (mono-static) είτε αμφιστατικές (bi-static), γεγονός που εξαρτάται από το σχεδιασμό.

§ Οι μονοστατικές κεραίες (Mono-static antennas) είναι βασισμένες στην αρχή όπου μία μόνο κεραία μεταδίδει ένα σήμα, το οποίο έρχεται από τον reader και ομοίως λαμβάνει ένα σήμα που έρχεται από τα tag και αυτές οι λειτουργίες πραγματοποιούνται σε κλάσματα δευτερολέπτου. Αυτό απαιτεί έναν κυκλοφορητή (circulator) σε έναν reader, ο οποίος διαχειρίζεται τα λαμβανόμενα και προς αποστολή σήματα μέσα από μια και μόνο πύλη. Εξαιτίας της χρήσης του κυκλοφορητή, υπάρχουν απώλειες και παραμορφώσεις φάσης.

§ Οι αμφιστατικές κεραίες (Bi-static antennas) περιλαμβάνουν δύο κεραίες, όπου η μια έχει καθοριστεί για να στέλνει σήματα, και η άλλη έχει καθοριστεί για να λαμβάνει σήματα.

Και οι δύο κεραίες μπορούν να βρίσκονται στο ίδιο περίβλημα αλλά δεν είναι απαραίτητο να συμβεί κάτι τέτοιο. Στην αμφιστατική κεραία, δεν απαιτείται ο κυκλοφορητής, ο οποίος βελτιώνει την απόδοση και την ευαισθησία της κεραίας. [24]

3.2.2 Πολικότητα Κεραίας - Antenna polarity

Η πολικότητα της κεραίας (Antenna polarity) είναι πολύ σημαντική, διότι επηρεάζει την ποιότητα της επικοινωνίας μεταξύ του reader και του tag. Η κεραία του reader και η κεραία του tag πρέπει να έχουν την ίδια πολικότητα. Εάν η πολικότητα δεν δημιουργηθεί, μπορεί ένα σήμα να υποστεί μία δεινή απώλεια, συγχρόνως με μία δραστική μείωση του πεδίου ανάγνωσης, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα μια ανεπιτυχή επικοινωνία με το tag. Η πολικότητα μπορεί να είναι είτε κυκλική (circular) είτε γραμμική (linear). Η γραμμική πολικότητα (Linear polarization) είναι σχετική της επιφάνειας της γης και μπορεί να είναι είτε οριζόντια είτε κάθετη.

§ Τα σήματα με οριζόντια πολικότητα διαδίδονται παράλληλα στη γη.

§ Τα σήματα με κάθετη πολικότητα διαδίδονται κατακόρυφα στη γη.

Η κεραία με κυκλική πολικότητα μπορεί να λάβει σήματα και από τις δύο επιφάνειες (οριζόντια και κάθετη) εισάγοντάς τα σε δύο σημεία της κεραίας ενώ διαχέονται ελαφρά εκτός της φάσης (out of phase) δημιουργώντας μια περιστρεφόμενη επίδραση το πεδίο. Παρ' όλ' αυτά, υπάρχει μια ελαφριά απώλεια

της δύναμης του σήματος, εξαιτίας της εποικοδομητικής και μη εποικοδομητικής επίδρασης του πεδίου που βρίσκεται ελαφρά εκτός φάσης.

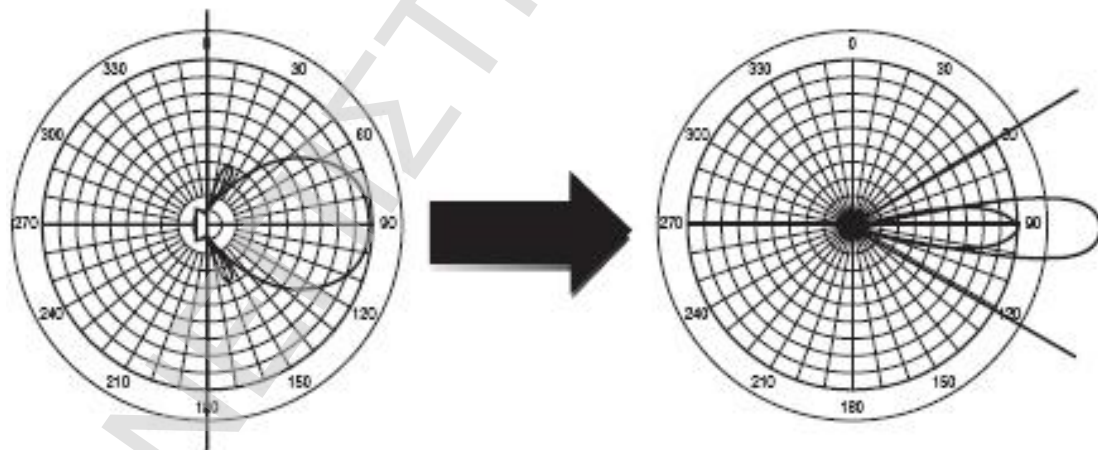
Όπου ο προσανατολισμός του tag μπορεί να επιβεβαιωθεί, συστήνεται η χρησιμοποίηση μιας γραμμικής πολωμένης κεραίας, επειδή το συνεπές κύμα (coherent wave) του σήματος και της έλλειψης διαστρέβλωσης φάσης αυξάνει την πιθανότητα της επικοινωνίας με το tag. [24]

3.2.3 Υπολογισμοί Τομέων Λειτουργίας Κεραίας

Για να γίνει αντιληπτή η απόδοση της λειτουργίας της κεραίας, της απορρόφησης ενέργειας και άλλων παραμέτρων, θα πρέπει να υπολογιστούν μεγέθη όπως το κέρδος (antenna gain) και οι απώλειες (loss calculations) της κεραίας, οι απώλειες ελεύθερου χώρου (free space loss), η αποδοτική ενέργεια του εκπεμπόμενου σήματος (effective radiated power), και η πυκνότητα του πεδίου (field density calculations). Αυτά τα μεγέθη όπως και μερικά ακόμη αναπτύσσονται παρακάτω. [24]

3.2.3.1 Κέρδος και Απώλειες Κεραίας - Antenna Gain and Loss

Το κέρδος της κεραίας (antenna gain) επιτυγχάνεται συγκεντρώνοντας την ραδιοακτινοβολία RF σε μικρότερο χώρο και έτσι διοχετεύεται περισσότερη ενέργεια από την κεραία στην ζητούμενη κάθε φορά κατεύθυνση. Στην εικόνα 10 βλέπουμε ότι η χρήση των διευθυνσιοδοτών δημιουργεί μικρότερες γωνίες και μεγαλύτερο κέρδος. Με τη χρήση ενός κατόπτρου συγκεντρώνεται η ενέργεια σε ένα και μόνο ημισφαίριο και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να διπλασιαστεί η εκπεμπόμενη ενέργεια σε αυτή την κατεύθυνση ή 3dB σε μέγεθος κέρδους. [24]



Εικόνα 10 Γραφική απεικόνιση του κέρδους της κεραίας

Το κέρδος της κεραίας είναι η σχετική αύξηση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας στο μέγιστο δυνατό και αποδίδεται σε decibel (dB).

Θεωρώντας ως βάση αναφοράς μια κεραία τύπου “half-wave dipole” με 0 dBD (μηδέν decibel που αναφέρονται στη διπολική συσκευή), το κέρδος της κεραίας υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\text{dBD} = 10 \cdot \log (\text{Power output} / \text{Power input})$$

Επίσης χρησιμοποιείται το μέγεθος dBi, το οποίο αντιπροσωπεύει το κέρδος της κεραίας μέσω της αποτίμησης μιας ιστροπικής κεραίας.

Ισχύει η σχέση: Antenna gain in dBi = antenna gain in dBd + 2.14

[24]

3.2.3.2 Αποδοτική Ενέργεια Εκπεμπόμενου Σήματος - Effective Radiated Power (ERP)

Υπάρχουν διάφοροι ορισμοί της αποδοτικής ενέργειας του εκπεμπόμενου σήματος μιας κεραίας.

Ο πιο κοινός ορισμός παρουσιάζει αυτό το μέγεθος ως την ενέργεια που διοχετεύεται στην κεραία πολλαπλασιασμένη από το κέρδος της κεραίας σε δεδομένη κατεύθυνση ή ως το αποτέλεσμα που διοχετεύεται στην κεραία και του κέρδους της κεραίας αναφορικά με μια κεραία τύπου “half-wave dipole” σε δεδομένη κατεύθυνση.

Μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

ERP (dBm) = Power of transmitter (dBm) – loss in transmission line (dB) + Antenna gain in dBd

Το μέγεθος ERP συχνά μετριέται σε Watts.

[24]

3.2.3.3 Αποδοτική Ενέργεια Εκπεμπόμενου Σήματος Ιστροπικής Κεραίας - Effective Isotropically Radiated Power (EIRP)

Αποδοτική ενέργεια εκπεμπόμενου σήματος ιστροπικής κεραίας (Effective isotropically radiated power) είναι η ενέργεια που διοχετεύεται σε μια κεραία και το κέρδος της αναφορικά με μια ιστροπική πηγή:

EIRP (dBm) = Power of transmitter (dBm) – loss in transmission line (dB) + Antenna gain in dBi

dBm = 10 *log(power out / 1mW)

[24]

3.2.3.4 Εύρος Ραδιοκύματος - Beam Width

Ο γενικά αποδεκτός όρος του εύρους ραδιοκύματος είναι η γωνία μεταξύ δύο σημείων στο ίδιο επίπεδο, όπου η ακτινοβολία μειώνεται στο μισό, περίπου 3dB κάτω από το σημείο της μέγιστης ακτινοβολίας. [24]

3.2.3.5 Σχέδιο Ακτινοβολίας - Radiation Pattern

Πρόκειται για την γραφική απεικόνιση της έντασης της ακτινοβολίας προς τη γωνία του κάθετου επιπέδου. Η απεικόνιση είναι συνήθως κυκλική και η ένταση προσδιορίζεται από την απόσταση από το κέντρο της γωνίας προς ανταπόκριση. [24]

3.2.3.6 Απώλεια Ελεύθερου Χώρου - Free Space Loss

Η απώλεια του ελεύθερου χώρου (Free space loss) είναι η ενεργειακή απώλεια του ραδιοκύματος όπως μεταφέρεται από το tag στον reader, μέσω του ελεύθερου χώρου, χωρίς άλλες απώλειες όπως αντανάκλασεις και απώλειες καλωδίων ή μονάδων σύνδεσης. Στην περίπτωση ενός συστήματος RFID, η απώλεια του ελεύθερου χώρου θα ήταν η απώλεια ενέργειας ενός ραδιοκύματος όπως μεταφέρεται από το tag στον reader. Το κέρδος δεν εκτιμάται από συγκεκριμένη κεραία. Η απώλεια προκαλείται από αποκλίσεις στο ραδιοκύμα, που είναι ενέργεια η οποία διαδίδεται σε μεγαλύτερες επιφάνειες σε μεγάλες αποστάσεις από την πηγή.

Μονάδα μέτρησης είναι το dB και εκφράζεται ως εξής:

$$FSL(dB) = 20 * \log(d) + 20 * \log(f) + K,$$

Όπου d είναι η απόσταση, f είναι η συχνότητα, log είναι με βάση το 10, και K είναι μια σταθερά που εξαρτάται από την μονάδα που χρησιμοποιείται και σχετίζεται με τα ραδιοκύμα. [24]

3.2.3.7 Πυκνότητα Πεδίου - Field Density

Πυκνότητα πεδίου ή ενέργειας (Field density ή power density) ορίζεται μέσω της παρακάτω μαθηματικής συνάρτησης

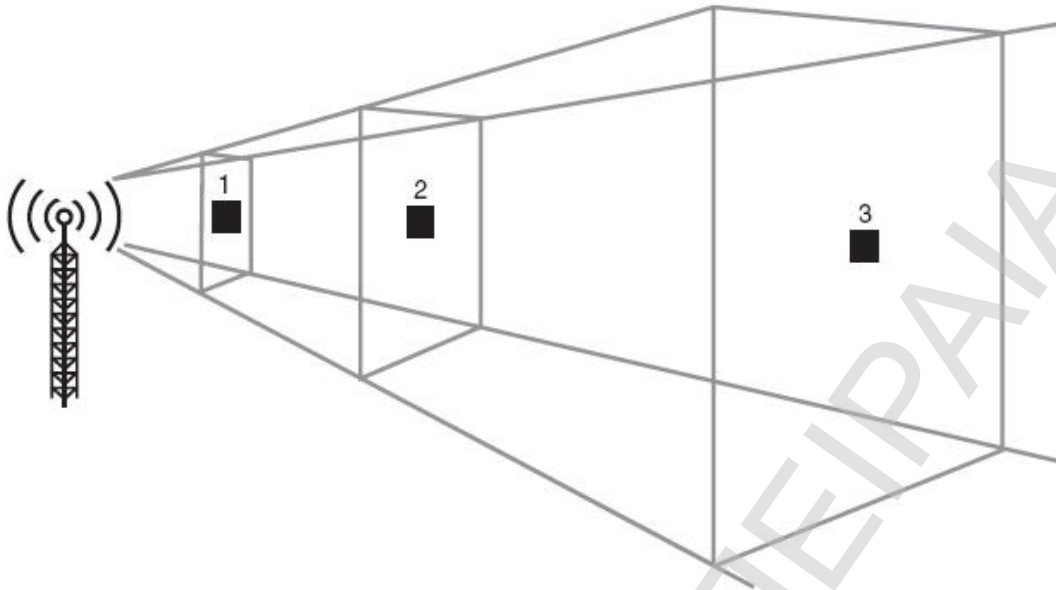
$$P_D = \frac{P_t}{4\pi R^2}$$

όπου P_D είναι η πυκνότητα της ενέργειας, P_t είναι η εκπεμπόμενη ή εισερχόμενη ενέργεια από ή προς την κεραία (είτε η μέση είτε η πιο υψηλή ενέργεια, σε σχέση πάντα με την προσέγγιση) και R είναι η απόσταση προς το κέντρο της ακτινοβολίας. Η πυκνότητα μιας διευθυνσιοδοτούμενης κεραίας είναι:

$$P_D = \frac{P_t G_t}{4\pi R^2}$$

όπου G_t είναι το κέρδος της κεραίας.

Τυπικά, δεν είναι απαραίτητο να γίνουν οι παραπάνω υπολογισμοί σε τακτά χρονικά διαστήματα. Απλά χρειάζεται να είναι σαφής η πυκνότητα του πεδίου και πώς σχετίζεται με το πεδίο λειτουργίας του reader. Στην εικόνα 11 βλέπουμε μια κεραία και τις περιοχές όπου έχουν γίνει μετρήσεις. Όσο πιο κοντά στην κεραία λαμβάνεται η μέτρηση, τόσο υψηλότερη είναι η ενέργεια που συλλέγεται, διότι το πεδίο RF είναι πυκνότερο σε αυτό το σημείο. [24]



Εικόνα 11 Μετρήσεις για την πυκνότητα πεδίου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

3.3 Παράμετροι Υλοποίησης Εγκατάστασης RFID Reader & Antenna

3.3.1 Εγκατάσταση RFID Reader

Όταν είναι να εγκατασταθεί ένας reader, δεν είναι σημαντική μόνο η βελτιστοποίηση του πεδίου του reader, αλλά και μερικές άλλες παράμετροι πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη. Αυτές είναι: [24]

- ◆ Η εγγύηση του εξοπλισμού ασφαλείας
- ◆ Η εγγύηση της ασφάλειας των εργαζομένων
- ◆ Η διατήρηση των κύριων λειτουργιών
- ◆ Η δημιουργία των κατάλληλων συνδέσεων για ενέργεια και στοιχεία
- ◆ Η κατανόηση των περιβαλλοντικών περιορισμών του εξοπλισμού

3.3.1.1 Ασφάλεια Εξοπλισμού

Μια από τις πιο σημαντικές αποφάσεις που πρέπει να πάρει κανείς είναι το που θα τοποθετηθεί ο reader έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος βλάβης ή πρόκλησης ατυχημάτων. Στην περίπτωση ενός reader αποβάθρας, για παράδειγμα, γνωρίζοντας ότι ένα μηχάνημα συλλογής προϊόντων, όπως το περονοφόρο, μπορεί να «χάσει» την πόρτα από στιγμή σε στιγμή, μας βοηθάει να επιλέξουμε την καταλληλότερη θέση για να επιβεβαιώσουμε ότι ο reader είναι σε διαδρομή που δεν θα προκαλέσει κάποιο πρόβλημα. Όμως ένας reader μπορεί να μην τοποθετηθεί χαμηλά στην αποβάθρα, αλλά στον τοίχο πίσω από το στήριγμα της κεραίας ή ψηλά από το στήριγμα της κεραίας. Αυτή η τοποθεσία βοηθάει να αποφευχθεί κάποια καταστροφή από το κινούμενο μηχάνημα.

Οι αρχικές προσπάθειες από σημαντικούς κατασκευαστές RFID να χτιστούν προκατασκευασμένες πύλες πορτών, έδειξαν ότι αυτοί οι κατασκευαστές δεν είχαν λάβει υπόψη τους τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας τους. Οι αναγνώστες σε αυτές τις πρόωρες λύσεις τοποθετήθηκαν περίπου 15,24 εκατοστά από το πάτωμα, και ήταν όχι μόνο δύσκολο να είναι προσβάσιμοι για την ανίχνευση μηχανικών βλαβών, αλλά επίσης η κίνηση οχημάτων όπως τα forklifts, έβλαψαν τις συσκευές και τις συνδέσεις τους. Οι κατασκευαστές διδάχθηκαν από αυτό και άλλα παρόμοια λάθη και πλέον εγκαθιστούν πιο «έξυπνες» εφαρμογές. [24]

3.3.1.2 Κανονική Λειτουργία - Proper Functionality

Η ιδανική τοποθέτηση για το πεδίο λειτουργίας του reader είναι ζωτικής σημασίας σχετικά με την κανονική λειτουργία του. Για να προσδιοριστεί αυτό το πεδίο, η επιδιωκόμενη κανονική λειτουργία θα πρέπει πρώτα να καθοριστεί. Μόνο τότε μπορεί να αποφασιστεί πού θα πρέπει να τοποθετηθούν ο reader και η κεραία, έτσι ώστε και ο προσανατολισμός της να την οδηγήσει στο να επιτελέσει πιο ακριβείς αναγνώσεις. Διαβεβαιώνοντας ότι η προσδοκώμενη ανάγνωση που πραγματοποιείται, είναι κρίσιμη για την επιτυχή λειτουργία του. [24]

3.3.1.3 Ασφάλεια Προσωπικού

Θα πρέπει να δοθούν στους εργαζόμενους προσεκτικές οδηγίες, κυρίως όσον αφορά την ασφάλειά τους, όταν καθοριστεί το σημείο τοποθέτησης του reader. Οι μονάδες δεν θα πρέπει να τοποθετηθούν σε σημεία όπου μπορεί να αποτελέσουν εμπόδιο. Εάν ο reader τοποθετηθούν πάνω σε όχημα, ούτε ο reader ούτε η κεραία θα

επηρεάσουν την ορατότητα ή τους ελιγμούς (maneuverability) του χειριστή κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του οχήματος. [24]

3.3.1.4 Συνθήκες Περιβάλλοντος

Οδηγίες θα πρέπει να δοθούν όσον αφορά τις συνθήκες του φυσικού περιβάλλοντος, όπου θα τοποθετηθεί ο reader. Οι παράγοντες που θα πρέπει να αξιολογηθούν σχετικά με αυτό το θέμα, είναι:

- ◆ Θερμοκρασία ελάχιστη / μέγιστη
- ◆ Υγρασία
- ◆ Shock
- ◆ Κραδασμοί
- ◆ Έκθεση σε χημικές ουσίες
- ◆ Συνθήκες εκτόξευσης υγρών (Splash conditions)
- ◆ Σκόνη

Δεν μπορούν να επιβιώσουν πολλοί reader ραφιών σε αυτές τις συνθήκες. Επιλέγοντας τον κατάλληλο reader για το κάθε περιβάλλον, είναι κρίσιμης σημασίας.

§ Η μείωση του κόστους που επέρχεται από την αντικατάσταση του συχνά κατεστραμμένου εξοπλισμού και

§ Η μείωση του χρόνου που σταματάει να δουλεύει σε συνδυασμό με την αποτυχία λειτουργίας του hardware μέρους.

Μία εκτενής μελέτη περιβάλλοντος συστήνεται πάντα ακόμη και εάν οι συνθήκες είναι φαινομενικά σε ετοιμότητα (seem to be readily apparent). [24]

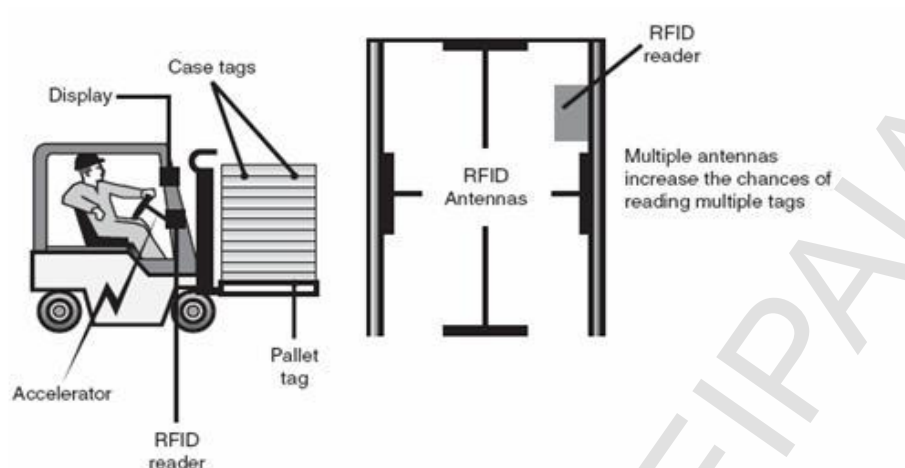
3.3.2 Εγκατάσταση RFID Antenna

Επειδή τα RFID tag παρουσιάζουν RF ανωμαλίες και θέματα προσανατολισμού, είναι συχνά επιθυμητό να γίνει χρήση ορισμένων κεραιών τοποθετημένων μαζί, αλλά που να ελέγχονται από έναν reader.

Σε εφαρμογές εφοδιαστικής αλυσίδας, οι πύλες και τα τούνελ αποτελούν τη δομή που χρησιμοποιείται ευρύτερα. Η ενεργοποίηση και η ανάγνωση των RFID tag πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο που να αυξάνεται η πιθανότητα ότι θα βρίσκεται στο πεδίο του σήματος του reader για τόσο χρόνο όσο είναι απαραίτητο για να αναγνωστεί. [24]

3.3.2.1 RFID Πύλη

Ο καλύτερος τρόπος για να γίνει κατανοητή η λειτουργία μιας RFID πύλης, είναι μέσω μιας τυπικής εφαρμογής – για παράδειγμα, σε μια αποθήκη όπου ένα περονοφόρο μεταφέρει αποθέματα μέσα από μια πόρτα αποβάθρας (dock door). Όπως το περονοφόρο αφαιρεί μια παλέτα αγαθών από ένα φορτηγό σε μια αποβάθρα παραλαβής, οι κεραιές της πύλης τοποθετούνται έτσι ώστε τα RFID tags στην παλέτα να περάσουν μέσα από το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο του reader. Οι κεραιές της πύλης μπορεί να είναι συνδεδεμένες σε έναν και μόνο reader ή κάθε μια κεραιά να είναι συνδεδεμένη στο δικό της μεμονωμένο reader. Είναι εξαρτώμενες από την εκάστοτε εφαρμογή. Ένα παράδειγμα μιας πύλης κεραιάς φαίνεται στην εικόνα 12.

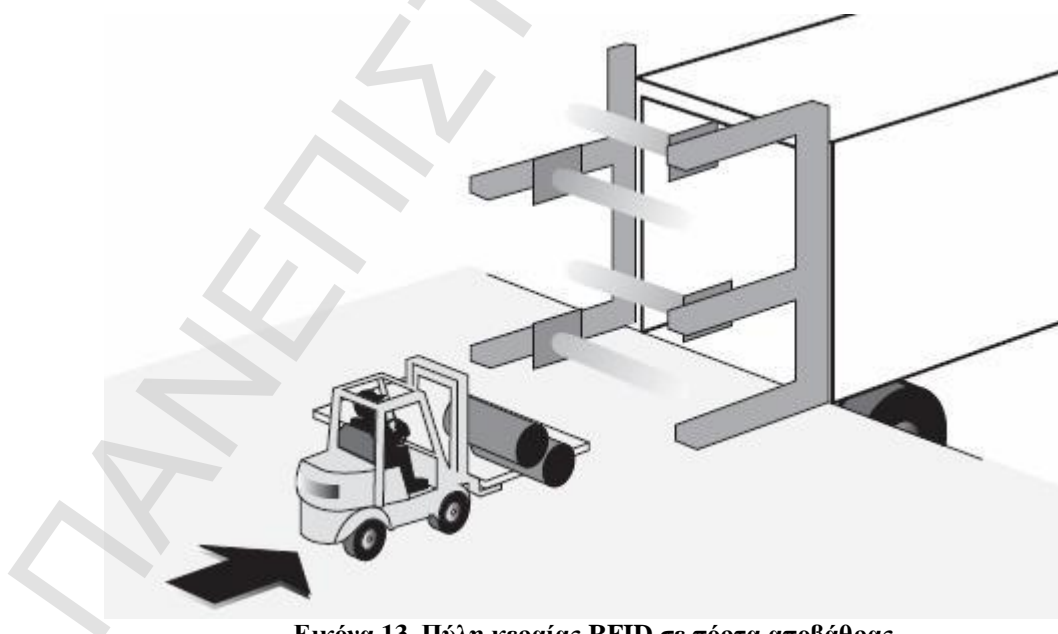


Εικόνα 12 Πύλη κεραίας RFID

Στην εικόνα 13 μπορεί να δει κάποιος τις 4 κεραίες. Εκεί υπάρχουν διάκενα στην κάλυψη.

Αυτά τα διάκενα μπορεί να είναι αποδεκτά εάν τοποθετηθούν τα tag σε σχέση με την πύλη της κεραίας – για παράδειγμα, εάν όλα τα tag σε όλα τα προϊόντα που περνάνε μέσα από την πύλη έχουν το ίδιο ύψος και θέση κάθε φορά που περνάνε από εκεί.

Όταν οι κεραίες RFID τοποθετούνται, πρέπει να επιδιωχθεί να δημιουργηθεί ένα “sweet spot”. “Sweet spot” είναι ένας όγκος χώρου όπου η πιθανότητα της επικοινωνίας με ένα RFID tag μεγιστοποιείται. Κατά τον αρχικό σχεδιασμό της πύλης πρέπει να βεβαιωθούμε ότι σχεδιάζουμε μία “sweet spot” πύλη.



Εικόνα 13 Πύλη κεραίας RFID σε πόρτα αποβάθρας

Ένα RFID tag, μόλις ενεργοποιηθεί, απαιτεί ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα για να ανταποκριθεί. Είναι σημαντικό η RF ενέργεια, η οποία ενεργοποιεί

το tag, να παραμείνει σε ένα επίπεδο επαρκές να συντηρήσει την λειτουργικότητα του tag μέχρι να ανακτήσει πλήρως όλα του τα στοιχεία ή να υποθηκεύσει στοιχεία στη μνήμη του. Επειδή το tag μπορεί να ενεργοποιηθεί μόνο αν βρίσκεται στη δέσμη ενός ραδιοκύματος (beam) μιας RFID κεραίας, το tag πρέπει να παραμείνει στη δέσμη αυτή για τόσο χρόνο όσο απαιτείται για να εκτελεστούν οι απαιτούμενες λειτουργίες. Αυτό το χρονικό διάστημα είναι γνωστό και ως “dwell time” ή “time in beam”. Εάν το διάστημα αυτό “dwell time” είναι τόσο μικρό, το tag μπορεί να μην λειτουργήσει προσωρινά και έτσι οι λειτουργίες εγγραφής και επανεγγραφής να μην ξαναλειτουργήσουν. Ένας τρόπος για να μεγιστοποιηθεί ο χρόνος παραμονής ενός tag στη δέσμη του ραδιοκύματος, είναι να τοποθετηθεί η κεραία έτσι ώστε το “sweet spot” να είναι τόσο μεγάλο όσο είναι απαραίτητο.

Το χρονικό διάστημα “Dwell time” διαφέρει, ανάλογα με την λειτουργία που πραγματοποιείται. Η ανάγνωση είναι μία λειτουργία που πραγματοποιείται γρήγορα, αλλά η εγγραφή στα tag μπορεί να διαρκέσει περισσότερο. Ο χρόνος που απαιτείται για την εγγραφή σε σχέση με το χρόνο που χρειάζεται για την ανάγνωση μπορεί να είναι και 5 φορές μεγαλύτερος. [24]

3.3.2.2 RFID Τούνελ

Τα RFID τούνελ ποικίλουν αναφορικά με το θέμα της πύλης και τυπικά χρησιμοποιούνται σε συστήματα που περιέχουν ταινιόδρους. Τα τούνελ εσωκλείονται συχνά σε υλικά που απορροφούν ραδιοκύματα, όπως ένα υλικό χωρίς ήχο (“anechoic material”). Αυτό καλείται “Faraday cage”. Εσωκλείοντας το τούνελ με αυτό τον τρόπο, βοηθάται το RF σήμα που έχει όλη την απαιτούμενη ενέργεια να εισέλθει και να παραμείνει.

Ένα τούνελ μειώνει την απαίτηση παραγωγής ενέργειας από τον reader. Εντούτοις, μπορεί τυχαία να ενεργοποιήσει ένα tag σε ένα στοιχείο που βρίσκεται σε έναν διαφορετικό ταινιόδρομο κατά λάθος. Επομένως, πρέπει να γίνει με προσοχή ο προγραμματισμός και η κατασκευή μιας σήραγγας. Όταν εγκαθίστανται οι ζώνες λειτουργίας του reader, είναι σημαντικό να εξεταστούν όλοι οι παράγοντες που αναμειγνύονται στην λειτουργία ενός συστήματος RFID, έτσι ώστε η καλύτερη επιλογή των σειρών κεραιών μπορεί να γίνει για να μεγιστοποιηθεί ο αριθμός των tag που ανιχνεύονται επιτυχώς όταν εισέρχονται στο πεδίο ανάγνωσης του reader.

Όπως με τις πύλες, οι πολλές κεραίες μαζί, αυξάνουν την πιθανότητα ανάγνωσης σε μια σήραγγα. Το γεγονός ότι εσωκλείονται σε υλικά που απορροφούν ραδιοκύματα, βοηθάει στο να εισέλθει και να συγκεντρωθεί η ενέργεια RF. Επίσης, εάν η κατασκευή που εσωκλείεται ένα τούνελ είναι η κατάλληλη, τότε αποτρέπεται η παρεμπόδιση της λειτουργίας του reader ενός ταινιόδρομου από τη λειτουργία ενός reader από άλλο ταινιόδρομο. Εάν επιλεγεί να μην χρησιμοποιηθεί ένα τούνελ, η κατάλληλη τοποθέτηση της κεραίας και η εξασθένηση από κοινού με έναν μεταφορέα μπορούν να φέρουν παρόμοια αποτελέσματα. [24]

3.3.2.3 Ατέλειες στην Κάλυψη μιας Κεραίας

Οι τρύπες μπορούν να προκληθούν από διάφορους παράγοντες :

- ◆ Αντανακλάσεις της ενέργειας RF που παρεμβαίνουν στο εκπεμπόμενο πεδίο ραδιοκυμάτων (πολλαπλών διαδρομών)
- ◆ Ατέλειες στον ανακλαστήρα της κεραίας
- ◆ Παρεμβολές από εξωτερικές πηγές

Χρησιμοποιώντας αλληλεπικαλυπτόμενα πεδία ραδιοκυμάτων, μπορούν να αντιμετωπιστούν οι παρεμβάσεις με οποιοδήποτε κύμα, οι οποίες καλούνται παρεμβάσεις πολλαπλών διαδρομών.

Αυτό μπορεί να προκαλέσει τα μηδενικά σημεία (τρύπες) καθώς επίσης και τα σημεία με το πολύ ισχυρό σήμα ή το θόρυβο RF. Μετακινώντας το αντικείμενο που φέρει το tag μέσα στο πεδίο των ραδιοκυμάτων, εξασφαλίζεται ότι το tag δεν θα παραμείνει σε μια τρύπα για πολύ καιρό. [24]

3.3.3 Παράμετροι Πεδίου Λειτουργίας Reader

Όταν εγκαθίσταται ένα σύστημα με πολλαπλούς reader, οι οποίοι ενδεχομένως να έχουν αλληλεπικαλυπτόμενο εύρος λειτουργίας, θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά συγκεκριμένοι παράμετροι. Ο έλεγχος τέτοιου είδους καταστάσεων μπορεί να γίνει μέσω της εφαρμογής [24]:

- **Πυκνής (Dense) κατάστασης reader**

Προσδίδει σε κάθε reader την ικανότητα να λειτουργήσει σε μια ελαφρώς διαφορετική συχνότητα και κατ' επέκταση να μειωθούν οι παρεμβολές μεταξύ των reader. Τεχνικές με παρόμοια αποτελέσματα είναι: "Listen Before Talk" (LBT) και "Frequency hopping", ή συνδυασμός τους.

- **Συγχρονισμού reader**

Το επίπεδο της παρεμβολής του σήματος της κεραίας ενός reader στο πεδίο λειτουργίας ενός άλλου reader εξαρτάται από παράγοντες όπως:

- Το μέγεθος και τον τύπο της κεραίας
- Την έξοδο της ενέργειας της κεραίας
- Την απόσταση μεταξύ των κεραιών
- Την παρουσία ή την απουσία του "Shielding"

Η ποικιλομορφία των τοπικών συνθηκών μπορεί να επηρεάσει το γενικό υπόβαθρο θορύβου.

Για παράδειγμα, η παρεμβολή ενός σήματος RF και ο ηλεκτρικός θόρυβος μπορεί να ταξιδέψουν από το πεδίο λειτουργίας ενός reader στο πεδίο λειτουργίας ενός άλλου μέσω μεταλλικών δομών. Αυτές οι μεταλλικές δομές μπορεί να συμπεριλαμβάνουν τα πλαίσια των μεταλλικών κτηρίων, ενισχυμένες μπάρες σε συμπαγή δάπεδα, και καλώδια ηλεκτρικά ή δεδομένων.

Οι τρεις κύριες λειτουργίες συγχρονισμού είναι:

- Συγχρονισμός Software synchronization

Χρησιμοποιείται όταν πολλοί reader συνδέονται στον ίδιο διάυλο επικοινωνίας. Οπότε ο υπολογιστής που ελέγχει τη λειτουργία τους (host computer) δίνει εντολή σε κάθε reader να εκπέμψει σε διαφορετικό χρόνο με σκοπό να μην συμπέσουν όλοι μαζί.

- Multiplexing

Σε αυτή τη μέθοδο ένας reader συνδέεται σε ένα κουτί "switching box" (MUX) με πολλές κεραίες και το σήμα που εκπέμπει κατευθύνεται σε κάθε κεραία διαδοχικά, εξασφαλίζοντας ότι μόνο μια κεραία εκπέμπει κάθε φορά.

Η μέθοδος "Multiplexing" διαχωρίζει το χρόνο που είναι διαθέσιμος για να αναγνωστεί ένα tag με τον αριθμό των καναλιών στον "multiplexer". Γι' αυτό το λόγο απαιτείται επιπρόσθετος

χρόνος που θα εξασφαλίσει ότι η ανάγνωση έχει ολοκληρωθεί, ειδικά εάν τα tag κινούνται γρήγορα μέσα από το εύρος του reader.

- **Shielding**

Προτρέπει τις παρεμβολές μεταξύ αναγνωστών και την ανίχνευση των tag από παρακείμενη κεραία που δεν είχε την εντολή αυτή.

Επίσης λειτουργεί προστατευτικά, όσον αφορά την απόδοση των reader και των tag όταν μεταλλικά φύλλα ή άλλα αντικείμενα βρίσκονται δίπλα στη κεραία. Εξαιτίας του σχήματος του πεδίου RF, το μεταλλικό πλέγμα ή φύλλο που χρησιμοποιείται για το “shielding” πρέπει να είναι περίπου δύο φορές ψηλότερο από την κεραία.

- **«Διαιτησία» (Arbitration)**

Μέθοδος που προσδιορίζει όλα τα tag στο πεδίο του reader και εξασφαλίζει ότι θα ανιχνευτούν μόνο τα tag που πρέπει. Προηγείται των μηχανισμών σύγκρουσης (anticollision mechanism). Η λειτουργία της διαφέρει ως προς τα πρωτόκολλα Generation 1 και Generation 2.

- **Πρωτόκολλα αποτροπής «συγκρούσεων» (Anti-collision protocols).**

Η κατάσταση, όπου δύο ή περισσότερα tag ανταποκρίνονται ταυτοχρόνως, καλείται “Collision”. Η κατάσταση, όπου ο reader διαχωρίζει ένα tag από τα άλλα, έτσι ώστε μόνο ένα tag να επεξεργάζεται κάθε φορά, καλείται “Anticollision”.

Ο αλγόριθμος του “Anticollision” ταξινομείται σε πιθανολογικό (probabilistic) και ντετερμινιστικό (“deterministic”). Επίσης υπάρχει ο αλγόριθμος “FM0” που χρησιμοποιείται από στα ISO πρότυπα και ο “Miller Subcarrier” που χρησιμοποιείται σε reader που υποστηρίζονται από το πρότυπο Generation 2.

4. MIDDLEWARE

4.1 Γενικά

Ο όρος middleware πρωτοεμφανίστηκε στο τέλος του 1980 για να περιγράψει το λογισμικό διαχείρισης των συνδέσεων σε ένα δίκτυο, όμως δεν απέκτησε ευρεία αποδοχή μέχρι τα μέσα του 1990, όπου και η τεχνολογία δικτύων ωρίμασε και αναπτύχθηκε. Έως τότε το middleware είχε αποκτήσει ένα πιο βοηθητικό ρόλο στην εγκατάσταση των εφαρμογών. Στην αρχή της δεκαετίας του 90 ο όρος συνδέθηκε με τις σχεσιακές βάσεις δεδομένων (relational databases), από τα μέσα της δεκαετίας και μετά ο ρόλος του, όμως, άλλαξε. Όπως και σήμερα, το middleware έχει τοποθετηθεί κυρίως κάτω από τις έννοιες των δικτυακών συστημάτων λειτουργίας (network operating systems), κατακεντρωμένων λειτουργικών συστημάτων (distributed operating systems) και του κατακεντρωμένου υπολογιστικού περιβάλλοντος (distributed computing environment).

Πολλά προγράμματα middleware έχουν χρησιμοποιηθεί κατά διαστήματα κυρίως στον τομέα των δικτύων. Από τα πιο ιστορικά είναι το Cronus, το Ede, το Apollo, ενώ στις μέρες μας η βασική δομή των middleware προγραμμάτων στηρίζεται στο HTTP. [42]

Το middleware είναι ένα λογισμικό σχεδιασμένο ειδικά για να βοηθάει στην διαχείριση των περίπλοκων και ετερογενών κατακεντρωμένων συστημάτων. Ορίζεται ως ένα επίπεδο λογισμικού που τοποθετείται πίσω από το βασικό λειτουργικό σύστημα και της εφαρμογές, για να παρέχει μια κοινή προγραμματιστική γλώσσα επικοινωνίας των διαφόρων συστημάτων και εφαρμογών. Κατά αυτό το τρόπο απαλλάσσει σημαντικά τις εφαρμογές από τις επίμονες και πολλές φορές υψηλού κινδύνου λειτουργίες προγραμματισμού.

Το middleware έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να ενώνει τα διάφορα ετερογενή επίπεδα του λειτουργικού συστήματος και των εφαρμογών μέσα σε ένα δίκτυο υπολογιστών, ενώ πολλά σύγχρονα middleware προχωράνε σε ομαλοποίηση και σε επίπεδο hardware.

Στην βιβλιογραφία συναντιούνται μερικές κατηγορίες middleware να έχουν αναπτυχθεί κατά διαστήματα και να παρέχουν προγραμματιστική ενοποίηση και επικοινωνία των ετερογενών δικτύων και του εξοπλισμού. Τα πιο σημαντικά από αυτά περιγράφονται στη συνέχεια. [42]

- **Distributed Tuples**

Τα distributed tuples προσφέρουν μια πιο αφαιρετική (abstraction) μορφή, αυτή των Κατακεντρωμένων Σχεσιακών Βάσεων Δεδομένων (Distributed Relational Database), που αποτελούν το πιο ευρέως διαδεδομένο είδος middleware. Βασισμένο σε SQL (Structured Query language) γλώσσα προγραμματισμού, επιτρέπει την διαχείριση πολλών διαφορετικών συνόλων δεδομένων μέσα από μια δομημένη μορφή και κάτω από την χρήση αυστηρών μαθηματικών δομών βασισμένα σε μαθηματική ανάλυση. Μια ακόμα απλοποίηση στις λειτουργίες, που προσφέρουν αυτού του είδους τα προγράμματα, είναι στην συναλλαγή (transaction) των διαφόρων προγραμματιστικών γλωσσών.

- **Remote Procedure Call**

Η Μέθοδος Απομακρυσμένης Επικοινωνίας (Remote Procedure Call) είναι ένα middleware που επεκτείνει την μέθοδο διεπαφής επιτρέποντας ουσιαστικά στους προγραμματιστές να απλοποιήσουν τη διαδικασία επιλογής μιας διαδικασίας που είναι αποθηκευμένη μέσα σε ένα δίκτυο. Ένα RPC σύστημα είναι ένα ενεργό πρόγραμμα που παραμετροποιείται συνέχεια, αυτό έχει ως συνέπεια να μην προσφέρεται για ενδεχόμενη αντιστοίχιση χωρίς την χρήση πολλαπλών ενεργών συνδέσεων, ενώ ακόμα, έχει περιορισμένη επέκταση σε λειτουργίες διαχείρισης.

- **Message-Oriented Middleware**

Τα Message-oriented middleware εξυπηρετούν στην καλύτερη διαχείριση των διαφόρων μηνυμάτων που βρίσκονται σε ουρά αναμονής ενός δικτύου. Η κατηγορία αυτή αποτελεί μια πιο γενική δομή των λειτουργικών προγραμμάτων του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (mailbox). Τα προγράμματα αυτά παρέχουν ευελιξία στον τρόπο με τον οποίο διαχειρίζονται τα διάφορα μηνύματα που στέλνονται και λαμβάνονται σε μια ουρά αναμονής. Προσφέρουν σταθερότητα, αντίγραφα ασφαλείας και σε πραγματικό χρόνο δεδομένα της απόδοσης της ουράς αναμονής των μηνυμάτων.

- **Distributed Object Middleware**

Το distributed Object Middleware παρέχει την δυνατότητα σε ένα απομακρυσμένο αντικείμενο να τεθεί σε λειτουργία με τον ίδιο τρόπο όπως αυτά που βρίσκονται στο ίδιο σημείο από όπου και γίνεται η κλήση. Το middleware αυτού του τύπου προσφέρει όλα τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας των λογισμικών που είναι προσανατολισμένα στα αντικείμενα.

Για τον προγραμματισμό ενός λογισμικού middleware δεν χρειάζεται να αναπτυχθεί ξεχωριστή γλώσσα προγραμματισμού, καθώς οι ήδη υπάρχουσες καλύπτουν επαρκώς τις απαιτήσεις. Έτσι γλώσσες όπως η C++ και η JAVA χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των middleware προγραμμάτων.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τρόποι για τον προγραμματισμό των middleware προγραμμάτων με τις υπάρχουσες γλώσσες προγραμματισμού. Στον πρώτο τρόπο, ένα middleware σύστημα παρέχει μια βιβλιοθήκη με τις διάφορες λειτουργίες που επιλέγονται για να αξιοποιήσουν το middleware. Από τις πιο πάνω κατηγορίες αυτή του distributed tuples είναι δομημένη κατά αυτό τον τρόπο. Ο δεύτερος τρόπος προγραμματισμού έρχεται μέσα από μια εξωτερική γλώσσα ορισμού της διεπαφής (Interface Definition Language). Σε αυτή την προσέγγιση ένα IDL αρχείο περιγράφει την διεπαφή για τα απομακρυσμένα συστατικά, και τα αντιστοιχεί μέσω του IDL με τη γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για την κωδικοποίηση. Τέλος, ο τρίτος τρόπος περιγράφει την υποστήριξη του κατανεμημένου συστήματος μέσα από την εκάστοτε γλώσσα προγραμματισμού και τον χρόνο λειτουργίας του συστήματος εξ αρχής. Παράδειγμα αποτελεί η μέθοδος Remote Method Invocation (RMI) για τη γλώσσα Java.

Η χρήση των middleware προγραμμάτων, εκτός από την ενοποίηση των διαφόρων δικτυακών εφαρμογών και λογισμικών, έχει επεκταθεί και σε άλλες εφαρμογές. Η δυνατότητα του middleware, στο να ενοποιεί και να μεταφέρει τις πληροφορίες μεταξύ των διαφόρων λειτουργικών συστημάτων, βρίσκει εφαρμογή στη χρήση της τεχνολογίας RFID, καλύπτοντας το κενό μεταξύ του RFID συστήματος και του υπόλοιπου πληροφοριακού συστήματος. [42]

4.2 RFID Middleware

4.2.1 Οι Συνιστώσες του RFID Middleware

Το RFID Middleware βοηθάει στο να γίνουν κατανοητά τα δεδομένα που είναι εγγεγραμμένα σε ένα RFID tag, αλλά αυτή δεν είναι η ακριβής ερμηνεία του τι κάνει ένα RFID middleware. Οι πωλητές και οι αναλυτές διαφωνούν όσον αφορά: το τι είναι ακριβώς το "RFID middleware" (π.χ. Αν είναι edgware, software, ή hardware), το τι κάνει (Φιλτράρισμα δεδομένων, εκτέλεση εφαρμογών, παρακολούθηση και έλεγχος συσκευών) και τη μελλοντική του θέση. [43]

Σύμφωνα με ένα πιο ελεύθερο ορισμό ένα RFID middleware, φιλτράρει, τυποποιεί ή δίνει λογική μορφή στα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί από έναν reader, έτσι ώστε να υποστούν επεξεργασία από ένα πληροφοριακό σύστημα. Αλλά ένας τέτοιος ευρύς ορισμός δεν είναι απόλυτα σωστός, διότι, για παράδειγμα, μερικές φορές τρίτα software (third-party software) που διενεργούν τις προαναφερόμενες λειτουργίες μπορεί να εγκατασταθούν απευθείας στους RFID reader. Συνεπώς δεν υπάρχει κάτι άλλο μεταξύ του reader και του πληροφοριακού συστήματος. [43]

Το RFID middleware αποτελείται από hardware και software επεξεργασίας δεδομένων, το οποίο συνδέει τον reader και τα δεδομένα που συλλέγει με τα πληροφοριακά συστήματα και τις αποθήκες δεδομένων (data repositories). Μετατρέπει δεδομένα από tag σε πληροφορίες ιχνηλασιμότητας (tracking) και εξακρίβωσης στοιχείων. Επίσης μπορεί να βοηθήσει να φιλτραριστούν πιο αποτελεσματικά τα δεδομένα και να παρακολουθούνται, να ελέγχονται και να συντηρούνται οι reader. Κύρια ζητήματα που σχετίζονται με το middleware είναι η διαλειτουργικότητα (interoperability) και η προσβασιμότητα, ο προσδιορισμός των δικτυακών προτύπων και οι υπηρεσίες που συνδέουν τις πληροφορίες του tag στα συστήματα εφαρμογών. [37]

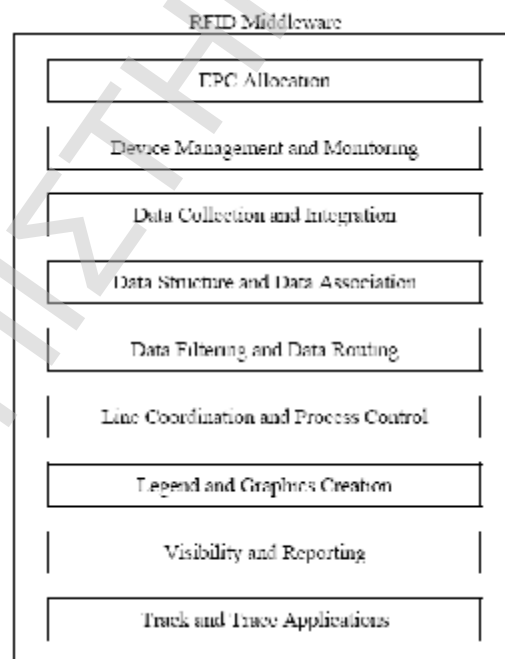
Ειδικότερα, το RFID middleware είναι υπεύθυνο για την προετοιμασία των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί από τους reader του RF υποσυστήματος για ένα πιο διευρυμένο πληροφοριακό σύστημα που υποστηρίζει απευθείας τις επιχειρηματικές διαδικασίες. Το middleware δεν εμφανίζει την πολυπλοκότητα και τις λεπτομέρειες εγκατάστασης του RF υποσυστήματος στο διευρυμένο πληροφοριακό σύστημα. Αυτό επιτρέπει σε όσους συμβάλουν στην ανάπτυξη του διευρυμένου πληροφοριακού συστήματος και στους χρήστες του να επικεντρωθούν στην συμβολή των στοιχείων που συλλέγονται μέσω της τεχνολογίας RFID παρά να ασχολούνται με την πολυπλοκότητα της ασύρματης επικοινωνίας. Για παράδειγμα, το middleware φιλτράρει τα διπλοεγγεγραμμένα, ανολοκλήρωτα και μεγάλου όγκου δεδομένα που λαμβάνει από τους reader. Ειδικά το φιλτράρισμα μέσω του middleware είναι πολύ χρήσιμο για εφαρμογές, στις οποίες μεγάλος αριθμός tag είναι σε κοντινή περιοχή και όταν σε ένα περιβάλλον RF περιέχονται υλικά που αντανακλούν. Το middleware μπορεί άμεσα να μεταφέρει τα φιλτραρισμένα δεδομένα στο διευρυμένο πληροφοριακό σύστημα ή να τα συναθροίσει (aggregate) και να τα φυλάξει για μετέπειτα ανάκτηση. [3]

Το φιλτράρισμα και η επεξεργασία δεδομένων είναι αντιπροσωπευτικές της λειτουργίας του middleware ως software. Επίσης συστήματα διαχείρισης αποθηκών (WMS) και άλλες έτοιμες εφαρμογές ίσως να έχουν διεπαφές που να δέχονται την εισαγωγή δεδομένων μέσω RFID και αντιστρόφως middleware προϊόντα που έχουν προσανατολισμό την RFID τεχνολογία ίσως να πραγματοποιούν σε αυξημένο βαθμό λειτουργίες όπως διακρίβωση στοιχείων κατά την παραλαβή ή την φόρτωση προϊόντων. [43]

Οι διαχειριστές συστημάτων επίσης χρησιμοποιούν το middleware για να παρακολουθήσουν και να διαχειριστούν τους reader. Για παράδειγμα, χρησιμοποιούν το middleware για να προσαρμόσουν την εξαγόμενη ενέργεια και το κύκλο λειτουργίας (duty cycle) με σκοπό να μειώσουν τον αριθμό των λαθών που έχουν εκτελεστεί. Πολλά προϊόντα middleware επίσης ενεργοποιούνται βασισμένα σε γεγονότα (event-based triggers) που πραγματοποιούν ενέργειες αυτόματα κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Πολλά προϊόντα middleware επίσης παρέχουν επιπρόσθετα χαρακτηριστικά, όπως το να τυπώνουν ετικέτες RFID, τα οποία παρέχουν πολύ περισσότερα προνόμια από τη διαχείριση δεδομένων και συσκευών. [3]

Παρακάτω αναπτύσσονται συγκεντρωτικά [Εικόνα 14] οι συνιστώσες του RFID middleware, οποίες είναι:

- ◆ EPC Allocation - Κατανομή EPC
- ◆ Device Management and Monitoring - Διαχείριση και παρακολούθηση συσκευών
- ◆ Data Collection and Integration - Συλλογή δεδομένων και Ενσωμάτωση
- ◆ Data Structure and Data Association - Δόμηση και συσχέτιση δεδομένων
- ◆ Data Filtering and Data Routing - Φιλτράρισμα και δρομολόγηση στοιχείων
- ◆ Line Coordination and Process Control - Συντονισμός γραμμών και Έλεγχος διαδικασιών
- ◆ Legend and Graphics Creation - Δημιουργία λεζάντας και γραφικού
- ◆ Visibility and Reporting - Ορατότητα και διαφάνεια
- ◆ Track and Trace Applications - Εφαρμογές Παρακολούθησης και ιχνηλασιμότητας



Εικόνα 14 Οι συνιστώσες του RFID middleware

Αναλυτικότερα έχουμε:

Ø **EPC Allocation - Κατανομή EPC**

Οι κωδικοί EPC πρέπει να διαχειρίζονται από τους προμηθευτές και να διατίθενται στους πόρους παραγωγής τους σε ευρύτερο, τοπικό ή και ακόμη επίπεδο γραμμών παραγωγής.

Ø **Device Management and Monitoring – Διαχείριση και παρακολούθηση συσκευών**

Η εφαρμογή των RFID tag σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας έχει ως συνέπεια τη χρήση συσκευών όπως ζυγαριές, εκτυπωτές, σταθμούς επικύρωσης και άλλες, οι οποίες πιθανώς να μην στηρίζονται σε κοινά πρότυπα. Ως εκ τούτου αυξάνεται ο βαθμός πολυπλοκότητας στην εφαρμογή τους και γίνεται δυσκολότερη η διαχείρισή τους, η οποία έχει στόχο την ομαλή ενσωμάτωσή τους σε όλο το σύστημα.

Ø **Data Collection and Integration – Συλλογή δεδομένων και Ενσωμάτωση**

Αυτό είναι το κύριο μέρος του RFID middleware. Εδώ συλλέγονται στοιχεία από πολλές ανόμοιες συσκευές και τα οποία έπειτα πρέπει να ενσωματωθούν σε άλλα συστήματα.

Ø **Data Structure and Data Association – Δόμηση και συσχέτιση δεδομένων**

Η πολυπλοκότητα εντοπίζεται όταν επιχειρήσει κάποιος να ενσωματώσει τα δεδομένα στο εκάστοτε πληροφοριακό σύστημα. Είναι κρίσιμης σημασίας η συσχέτιση, η ιεράρχηση και η επιλογή των δεδομένων.

Ø **Data Filtering and Data Routing – Φιλτράρισμα και δρομολόγηση στοιχείων**

Απαιτείται οι όγκοι των δεδομένων που παράγονται από μια υποδομή EPC/RFID να φιλτράρονται για να εξάγονται οι σημαντικότερες πληροφορίες. Το επόμενο βήμα είναι οι πληροφορίες να διανέμονται στο σωστό πρόσωπο, στη σωστή θέση, στο σωστό σύστημα ή στο σωστό χρόνο.

Ø **Line Coordination and Process Control – Συντονισμός γραμμών και Έλεγχος διαδικασιών**

Η διοχέτευση των ποικίλων πληροφοριών στη γραμμή παραγωγής σε πραγματικό χρόνο, απαιτεί αυτόνομο και ολοκληρωμένο συντονισμό γραμμών, καθώς και έλεγχο διεργασιών. Τα μοναδικά προγραμματισμένα tag εξασφαλίζεται ότι θα μπουν στα μεμονωμένα κουτιά και παλέτες, μέσω ελέγχου των ταινιόδρομων, από τους PLC, από τους αισθητήρες, από τους μηχανισμούς απόρριψης, των σειρών αναμονής και άλλα εργαλεία. Κάθε γραμμή πρέπει να τρέξει αυτόνομα ενώ όντας δικτυωμένη μέσα σε ένα μεγαλύτερο σύστημα για να εξασφαλίσει ακεραιότητα στοιχείων.

Ø **Legend and Graphics Creation – Δημιουργία λεζάντας και γραφικού**

Είναι απαραίτητο να τοποθετηθεί στα κουτιά και στις παλέτες μία έκδοση του EPC, η οποία να είναι δυνατόν να αναγνωστεί από ανθρώπους, για το ενδεχόμενο να καταστραφεί ή να αφαιρεθεί. Πιθανώς σε μορφή barcode.

Ø **Visibility and Reporting – Ορατότητα και διαφάνεια**

Η ανάγκη για τη διαφάνεια και την ορατότητα αυξάνεται σημαντικά. Αυτό συμπεριλαμβάνει τα στοιχεία για την ποσοτική και ποιοτική ανάλυση, καθώς επίσης και για τον έλεγχο της υγείας των συστημάτων.

Ø **Track and Trace Applications – Εφαρμογές Παρακολούθησης και ιχνηλασιμότητας**

Σκοπός αυτής της εφαρμογής είναι να διατίθενται περισσότερες πληροφορίες όσον αφορά την παρακολούθηση και τον εντοπισμό θέσης των διακινούμενων αγαθών μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα. Με αυτό τον τρόπο εκινείται και η

λειτουργία ενός ακόμα πλήθους νέων εφαρμογών που ενισχύουν τις επιχειρησιακές διαδικασίες και αποτελέσματα.

Άμεσος αντίκτυπος εντοπίζεται σε: [44]

- ◆ Πιο ακριβείς φορτώσεις,
- ◆ Στον εγκλωβισμό προϊόντων για λόγους ποιότητας,
- ◆ Και στην αποδοτική ανάκληση προϊόντων

4.2.2 Η θέση του middleware στην αρχιτεκτονική ενός πληροφοριακού συστήματος

Ένας βασικός διαχωρισμός μεταξύ των διαφόρων middleware γίνεται βάσει της θέσης τους στην αρχιτεκτονική ενός πληροφοριακού συστήματος. Παραδοσιακά τοποθετούνται είτε μεταξύ των server software είτε στους reader με σκοπό να μεταφέρουν τη γνώση σε όλο το σύστημα, οπότε μπορεί να ειπωθεί ότι πρόκειται για reader με νοημοσύνη στους οποίους έχει ενσωματωθεί το middleware. Υπάρχουν readers που διατίθενται στην αγορά από επιχειρήσεις ηγέτες του χώρου όπως οι “Alien Technology”, “Intermec Technologies” και “Symbol Technologies” και οι οποίοι έχουν προεγκατεστημένο το “WebSphere RFID Device Infrastructure” της IBM, το οποίο παρέχει την δυνατότητα επεξεργασίας, εκλογίκευσης, και διασύνδεσης των στοιχείων. Το να εξάγονται δεδομένα από ένα reader έτοιμα προς ενσωμάτωση στις διάφορες εφαρμογές, είναι πολύ θετικό. Οι διαφωνίες που μπορεί να υφίστανται έχουν να κάνουν με το ποια είναι η καταλληλότερη προσέγγιση. Επιχειρήσεις με εμπειρία στο χώρο υποστηρίζουν ότι η καταλληλότερη προσέγγιση κάθε φορά έχει να κάνει με την ιδιαιτερότητα και κατ’ επέκταση τις απαιτήσεις της εκάστοτε επιχείρησης. Παραδείγματος χάριν, ένας λιανοπωλητής έχει ανάγκη να αποθηκεύει και μετά να προωθεί τα στοιχεία στα καταστήματα, ενώ τα καταστήματα στη συνέχεια απαιτούν την επεξεργασία των δεδομένων. Οπότε και απαιτείται σχετική ευελιξία από όλα τα συμβαλλόμενα μέρη. [43]

4.2.3 Χαρακτηριστικά Ανάπτυξης

Το middleware, εν αντιθέσει με τις διεργασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι κεντροποιημένο. Πρέπει να βασίζεται σε πρότυπα στοιχεία (modular), εύκολο να επεκταθεί και ικανό να τεθεί σε ισχύ σε πολλά μέρη, διότι οι διεργασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας λαμβάνουν χώρα σε πολλά σημεία. Επίσης όμως πρέπει να συσχετίζει τα εισερχόμενα δεδομένα από όλους τους reader βάσει επιχειρησιακών κανονισμών που ισχύουν σε ανώτερα ιεραρχικά επίπεδα. Το RFID σύστημα θα πρέπει να επιτρέψει στο ERP σύστημα να γνωρίζει για κάποιο γεγονός αλλά δεν θα πρέπει να διαχειριστεί το γεγονός. Δηλαδή σε καμία περίπτωση δεν υποκαθιστά το ERP σύστημα. Τίθεται όμως το ερώτημα αν ένα ERP σύστημα ή άλλα πληροφοριακά συστήματα, μπορούν να υποκαταστήσουν ένα RFID σύστημα. Ήδη υφίστανται πληροφοριακά συστήματα που υποστηρίζουν τη συλλογή δεδομένων RFID. Εάν αυτού του είδους οι εφαρμογές διαδοθούν όλο και περισσότερο, τότε θα μειωθεί το ενδιαφέρον για τα middleware.

Όλες οι εταιρείες δεν λειτουργούν ένα επίσημο, κεντροποιημένο ERP σύστημα και επίσης δεν υπάρχουν πολλά πακέτα εφαρμογών RFID. Αυτό το κενό καλύπτεται από RFID middleware, το οποίο πραγματοποιεί την επεξεργασία των δεδομένων και τις λειτουργίες διεπαφής με το εκάστοτε πληροφοριακό σύστημα, καθώς επίσης προσφέρει εφαρμογές και εργαλεία ανάπτυξης. Σε αυτούς τους πάροχους περιλαμβάνονται οι “GlobeRanger” και “OATSystems”. Το “RFID middleware” ίσως είναι πιο ακριβές να κατατάσσεται στην κατηγορία των software διότι, εάν αναπτυχθεί σωστά, είναι δυνατόν να εφαρμοστεί σε πολλές τεχνολογίες και

συσκευές. Το Edgware της GlobeRanger “iMotion” μπορεί να επεξεργαστεί δεδομένα RFID, bar code, αισθητήρες και ενεργοποιητές (actuators). Έχει τοποθετηθεί πάνω στο “Microsoft .NET Framework” και περιλαμβάνει ένα kit ανάπτυξης software που βοηθάει τους χρήστες να δημιουργήσουν τις δικές τους εφαρμογές. Υποστηρίζεται ότι τα νέα πρότυπα από την EPCglobal και οι εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί από τη βιομηχανία της πληροφορικής έχουν δημιουργήσει μια ασάφεια ως προς το τι είναι το RFID Middleware και που μπορεί να χρησιμοποιηθεί. [43]

4.2.4 Τύποι του RFID Middleware

4.2.4.1 Software

Το RFID middleware είναι περισσότερο διαδεδομένο ως software που επικοινωνεί άμεσα με συσκευές RFID (reader, εκτυπωτές/ακωδικοποιητές), φίλτρα και εφαρμογές που διαβάζουν τα στοιχεία και τα μεταφέρουν σε μια άλλη εφαρμογή λογισμικού που τα χρησιμοποιεί για να εξάγει μια απόφαση ή να ολοκληρώσει μια συναλλαγή. Γνωστοί προμηθευτές σε αυτήν την κατηγορία είναι οι Acsis, GlobeRanger, IDVelocity, OATSystems, και SkandSoft. Αυτά τα προϊόντα διατίθενται συχνά στην αγορά ως δομημένα λογισμικά (frameworks) και μπορούν επίσης να υποστηρίξουν barcode, αισθητήρες και άλλους τύπους δεδομένων προς εισαγωγή. Επίσης, το συνηθισμένο RFID middleware συχνά προσφέρει κάποιο βαθμό διαχείρισης συσκευών, όπως ο μακρινός έλεγχος ή η διαμόρφωση.

Υπάρχουν software και middleware ενοποιημένα σε πληροφοριακά συστήματα που μπορούν επίσης να επεξεργαστούν RFID δεδομένα. Το πιο διαδεδομένο είναι η οικογένεια προϊόντων WebSphere της IBM, την οποία οι κατασκευαστές RFID reader, όπως οι Alien, Intermec και Symbol, προσφέρουν μαζί με τη συσκευή του reader. Άλλοι προμηθευτές που είναι ιδιαίτερα γνωστοί για τα πληροφοριακά τους συστήματα και εμπορεύονται και RFID middleware είναι οι BEA Systems, Sun Microsystems, TIBCO, VeriSign και webMethods. [45]

4.2.4.2 Hardware

Οι συσκευές RFID middleware έχουν προκύψει ως εναλλακτική λύση στο παραδοσιακό RFID middleware, το οποίο τοποθετείται σε έναν server ή εγκαθίσταται στον ίδιο τον αναγνώστη. Οι συσκευές είναι υβρίδια software-hardware που φιλτράρουν τα εισαγόμενα RFID δεδομένα, δρομολογούν και συγχρονίζουν τα στοιχεία προς τις διάφορες εφαρμογές και παρέχουν τον έλεγχο των reader. Εγκαθίστανται μεταξύ των συστημάτων reader και επιχειρησιακών πληροφοριακών συστημάτων. Ανάλογα με τον προμηθευτή, οι συσκευές μπορούν να είναι στην άκρη του δικτύου ή και πιο πίσω. Στη μια περίπτωση, η συσκευή είναι μέρος της ίδιας της υποδομής του τοπικού δικτύου LAN. Η κατηγορία των συσκευών RFID middleware είναι μικρή, αλλά περιλαμβάνει μεγάλα ονόματα. Παρακάτω μπορούμε να δούμε αυτούς τους προμηθευτές και τα προϊόντα τους. [45]

§ Blue Vector Systems δημιουργεί «ενσωματωμένους σταθμούς αισθητήρων» που επεξεργάζονται RFID και άλλα δεδομένα και τα δρομολογούν στις κατάλληλες επιχειρησιακές και B2B εφαρμογές. Οι Edge Manager μπορούν να δεχτούν την εισαγωγή δεδομένων από reader RFID και barcode, ηλεκτρονικές κλίμακες και ποικιλία αισθητήρων, συμπεριλαμβανομένων των

αισθητήρων θερμοκρασίας, εγγύτητας και κίνησης. Κάθε Edge Manager μπορεί να δεχτεί την εισαγωγή δεδομένων από 12 συσκευές και πάνω, και διαχειρίζεται την επικοινωνία μεταξύ των συσκευών συλλογής δεδομένων και των προϊόντων δικτύου Blue Vector. Το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επεξεργαστεί στοιχεία από μια και μόνο θέση ή από όλη την επιχείρηση. [45]

- § Cisco Systems δημιούργησε ένα συγκεκριμένο προϊόν RFID και το προς ενίσχυση software για την τεχνολογία δικτύων “Application Oriented Network” (AON) που έχει δημιουργήσει. Το AON είναι μια σημαντική πρωτοβουλία της Cisco με στόχο την καλύτερη σύνδεση των εφαρμογών και δικτύων. Το AON για την τεχνολογία RFID ενσωματώνει τη λειτουργία του RFID middleware στα κέντρα μεταφοράς δεδομένων Cisco (Cisco data center switches) και τους δρομολογητές κλάδων γραφείων. Οι ενότητες μπορούν να εγκατασταθούν στην άκρη δικτύων RFID ή κεντρικότερα στα κέντρα δεδομένων. Η Cisco επίσης εξετάζει τη διαχείριση συσκευών με την υπηρεσία “Wireless Location Service”, η οποία μπορεί να παρακολουθήσει τις θέσεις και τη κατάσταση χιλιάδων RFID tag, συσκευών και άλλων ασύρματων συσκευών βάσει του προτύπου 802.11 για ασύρματο τοπικό δίκτυο LAN. [45]
- § Omnitrol Networks συνδυάζει το middleware, τη διαχείριση συσκευών και τις λειτουργίες δικτύωσης σε μία ενιαία συσκευή. Κάθε συσκευή “Edge Server” της Omnitrol μπορεί να επεξεργαστεί την εισαγωγή δεδομένων από τους RFID reader, τα ειδικά scanner για barcode και τους αισθητήρες, και παρέχει την παρακολούθηση και τη διαχείριση για αυτές τις συσκευές. Επίσης μπορεί κάποιος να εξάγει δεδομένα (Raw data) φιλτραρισμένα και τροποποιημένα σε μορφή XML ή SOAP για να χρησιμοποιηθούν από το εκάστοτε επιχειρησιακό πληροφοριακό σύστημα. Η Omnitrol επίσης προσφέρει το δικό της λογισμικό εφαρμογών και υπηρεσιών που μπορούν να φορτωθούν στη συσκευή. Η συσκευή έχει συνδέσεις δικτύων Ethernet και μπορεί να χρησιμεύσει ως ένα σημείο πρόσβασης Wi-Fi (IEEE 802.11b/g). [45]
- § Reva Systems προσφέρει τον επεξεργαστή “Tag Acquisition Processor”



(TAP), ο οποίος συνδέεται με έναν διακόπτη Ethernet ή ένα ασύρματο σημείο πρόσβασης και εισάγει φιλτραρισμένα δεδομένα από RFID tag στο εκάστοτε πληροφοριακό σύστημα. Οι RFID reader δικτύου (ή αλλιώς “Tag Acquisition Network” στην ορολογία της εταιρίας Reva) στέλνουν τα ακατέργαστα δεδομένα τους στο σημείο πρόσβασης, το οποίο τα εισάγει στο TAP για να επεξεργαστούν. Το σύστημα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να επεξεργαστεί στοιχεία RFID που παρέχονται από έναν εμπορικό εταίρο μέσω ενός VPN ή άλλης πύλης. Ο TAP μπορεί να εξάγει δεδομένα σε ποικίλα πρωτόκολλα, συμπεριλαμβανομένων των EPC ALE, Java Message Service (JMS), την υποδομή Auto-ID του SAP (AII) και την γλώσσα SQL. Συγκεντρωτικά το προϊόν της Reva “Tag Acquisition Processor” (TAP) είναι μια συσκευή που μπορεί να συνδυάσει σε πραγματικό χρόνο τον έλεγχο των reader, την διαχείριση συσκευών και αισθητήρων, την επεξεργασία των δεδομένων από tag που γνωρίζει τη θέση τους και την παροχή υπηρεσιών σε εφαρμογές που χρησιμοποιούν τα δεδομένα RFID, βασιζόμενες σε συγκεκριμένα πρότυπα. Τέλος να σημειωθεί ότι πρόκειται για μια συσκευή Plug-and-Play. [45], [46]

- § Arcom Control Systems Inc. διαθέτει στην αγορά “RFID Edge Controller” που ενσωματώνουν software από την οικογένεια προϊόντων WebSphere της IBM. Οι “RFID Edge Controller” διαχωρίζονται στους “Compact Industrial Enclosures” και στους “1U rack mount enclosure”.



Συσκευές όπως RFID reader, RFID label printer, ελεγκτές παλετών και ελεγκτές ταινιοδρόμων μπορούν να ενσωματωθούν σε αυτές τις συσκευές εάν διαθέτουν την απαραίτητη διεπαφή με τον server που θα έχει εγκατεστημένο ένα από τα προϊόντα WebSphere της IBM. [47]

4.2.5 Η Υποστήριξη από ERP Συστήματα απειλεί το RFID Middleware

Τα επιχειρησιακά πληροφοριακά συστήματα δεν υποστηρίζουν τη δυνατότητα επεξεργασίας των πληροφοριών που εξάγονται από το εκάστοτε RFID σύστημα. Το middleware έρχεται να διαχειριστεί τις πληροφορίες έτσι ώστε να μπορούν να επεξεργαστούν από το εκάστοτε πληροφοριακό σύστημα.

Παρ’ όλα αυτά υπάρχει μια σαφής τάση στην αγορά που θέλει τα πληροφοριακά συστήματα να μπορούν να επεξεργαστούν RFID δεδομένα άμεσα, εφαρμόζοντας την δική τους λογική όπου θα αποφασίζουν ποια δεδομένα θα λαμβάνουν υπό όψιν τους και ποια θα αγνοούν. Οι υπολογιστικές υποδομές και υποδομές δικτύων που επικρατούν γίνονται όλο και πιο φιλικές στην τεχνολογία RFID. Αυτή η εξέλιξη πιθανώς να μην αλλάξει την ανάγκη και το ρόλο του RFID middleware σε βάθος, όμως αναμφισβήτητα θα επηρεάσει την αξία του. [48]

Οι παρακάτω εξελίξεις συντελούν αναμφίβολα στην αλλαγή της χρήσης ή καλύτερα του ρόλου του RFID middleware.

- § Τον Ιούλιο του 2006 η IBM επιτυχώς υλοποίησε το νέο πιλοτικό πρότυπο για το Electronic Product Code Information Services (EPCIS) software, το οποίο διευκολύνει τα δεδομένα EPC RFID να ενσωματωθούν ευκολότερα μεταξύ των επιχειρήσεων και των εφαρμογών τους.
- § Η EPCglobal δημιουργεί τα ανοιχτά, διαλειτουργικά πρότυπα για software συμπεριλαμβάνοντας τα Electronic Product Code Information Service (EPCIS), τα Application Level Events (ALE) και το πρωτόκολλο Low Level Reader Protocol (LLRP). Το καθένα απαλείφει τους δικούς του φραγμούς για διαλειτουργικότητα και αποδοτική επεξεργασία των δεδομένων RFID.
- § Η εταιρία Cisco Systems, παρουσιάζει την τεχνολογία “Application Oriented Networking” (AON) για την υποστήριξη της τεχνολογίας RFID. Η Cisco ενσωματώνει λειτουργίες middleware στα δίκτυα όμοιες με αυτές που παρέχονται από τις εξολοκλήρου λύσεις middleware.
- § Η εταιρία SAP έχει εγκαταστήσει το δικό της ERP software σε κατασκευαστές και λιανοπωλητές καταναλωτικών προϊόντων, οι οποίοι ευθύνονται για την διάχυση και υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID. Τώρα υποστηρίζει την ενσωμάτωση και την ανάπτυξη εφαρμογών RFID μέσω της εφαρμογής πλατφόρμας ολοκλήρωσης “NetWeaver” καθώς και της υποδομής “Auto-ID Infrastructure” (AII).
- § Η εταιρία Oracle έχει server με αισθητήρες (sensor servers) και software για να βοηθήσουν να ενσωματώσουν τα RFID δεδομένα στα επιχειρησιακά συστήματα. Η επιχείρηση συνεργάζεται επίσης με τη Intel με στόχο να επικρατήσει η τεχνολογία RFID .

- § Η Microsoft, της οποίας πλαίσιο ενσωμάτωσης επιχειρησιακών διαδικασιών μπορεί να εφαρμοστεί παντού, είναι δεσμευμένη να υποστηρίξει την τεχνολογία RFID σε μια επερχόμενη απελευθέρωση των BizTalk server. Μεταξύ των πολλών πόρων και των εργαλείων η Microsoft προγραμματίζει να απελευθερώσει διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών (APIs) που θα βοηθήσουν την διευρυμένη αναπτυξιακή της κοινότητα να δημιουργήσει και να ενσωματώσει τις εφαρμογές RFID.
- § Ηγέτες στον κλάδο των πληροφοριακών συστημάτων διαχείρισης αποθηκών “warehouse management systems” (WMS) και των πληροφοριακών συστημάτων διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας ξεκίνησαν να υποστηρίζουν την τεχνολογία RFID πριν από τους προμηθευτές ERP συστημάτων, έτσι πακέτα εφαρμογών με ενσωματωμένες διεπαφές RFID και επιχειρησιακές είναι ήδη στην αγορά.

Οι τρεις κορυφαίες επιχειρήσεις στο χώρο των επιχειρησιακών εφαρμογών έχουν τον ίδιο στόχο– καθιστούν πιο εύκολη τη χρήση της τεχνολογίας RFID. Οπότε και οι προμηθευτές middleware αντιμετωπίζουν έντονες πιέσεις ανταγωνισμού. Η εφαρμογή BizTalk που υποστηρίζει την τεχνολογία RFID τοποθετεί τη Microsoft ως ανταγωνιστή στις παραδοσιακές εταιρίες RFID middleware, οι οποίες για να αντιμετωπίσουν τον ανταγωνισμό θα πρέπει να διαφοροποιήσουν τις εφαρμογές τους με προστιθέμενα χαρακτηριστικά γνωρίσματα. Αυτές οι εξελίξεις θα απλοποιήσουν την ενσωμάτωση της τεχνολογίας RFID αλλά δεν θα την καταστήσουν άμεσα έτοιμη προς χρήση. Η υποστήριξη της τεχνολογίας RFID από τους επικρατέστερους προμηθευτές πληροφοριακών εφαρμογών, αφήνει ακόμα περιθώρια ανάπτυξης για το middleware. Σε τελική ανάλυση, πολλές επιχειρήσεις που έχουν πακέτα συστήματα ERP ενσωματώνουν ακόμα προγράμματα τρίτων και παραμετροποιημένες εφαρμογές για να έχουν την καλύτερη απόδοση. [48]

4.2.6 Πρότυπα και EPC

Οι προσπάθειες της EPCglobal μπορεί να έχουν ακόμη πιο εκτεταμένα αποτελέσματα στον τρόπο με τον οποίο το RFID middleware αναπτύσσεται και χρησιμοποιείται. Τα πρότυπα LLRP στην ανάπτυξη θα διευκολύνουν το λογισμικό να αλληλεπιδράσει με τους reader για να λάβουν συγκεκριμένα στοιχεία. Τα πρότυπα στοιχείων από tag θα βοηθήσουν το software να έχει πρόσβαση στις συγκεκριμένες πληροφορίες που χρειάζεται κάθε φορά από τα tag και να αγνοεί τις υπόλοιπες, κάτι σαν τις εφαρμογές αναγνώρισης “Application Identifiers” και τα δεδομένα αναγνώρισης “Data Identifiers” που βοήθησαν τις εφαρμογές barcode να αναπτυχθούν. Το ALE, πρότυπο της EPCglobal, παρέχει μια διεπαφή για πρόσβαση σε φιλτραρισμένα στοιχεία από tag. Τα EPCIS απλοποιούν την ανταλλαγή στοιχείων μεταξύ των επιχειρήσεων και παρέχουν κάποια διαλειτουργικότητα μεταξύ των εφαρμογών λογισμικού.

Υποστηρίζεται ότι με το να αντικατασταθούν οι χειροκίνητες εντατικές συναλλαγές στοιχείων με τις αυτοματοποιημένες διαδικασίες, είναι διαθέσιμος περισσότερος χρόνος για τη δημιουργία ανάλυσης και αξίας. Η Unilever προγραμματίζει να χρησιμοποιήσει EPCIS για να έχει πρόσβαση και να μπορεί να αναλύσει στοιχεία RFID από πελάτες της λιανικής. Ο Pete Roorman της GlobeRanger, ο οποίος προέδρευσε από κοινού με την επιτροπή EPCglobal ALE, υποστηρίζει ότι τα πρότυπα EPC standards θα είναι επιταχυντές της αγοράς για το RFID χωρίς απαραίτητα να εξασθενήσει η αγορά για το RFID middleware. Το πρότυπο παρέχει μια ενίσχυση αλλά δεν επιλύει όλες τις αλλαγές που είναι

συγκεκριμένες για κάθε χρήστη RFID, όσον αφορά την ενσωμάτωση, τη διαχείριση συσκευών και την ανάπτυξη εφαρμογών. Επίσης διευκρινίζει ότι το middleware θα συνεχίσει να είναι μέρος της λειτουργίας RFID, αλλά απλά δεν θα αποτελεί ένα φλέγον ζήτημα. Υπάρχουν σχέδια για να αυτοματοποιηθούν τα software ακόμη περισσότερο, αλλά οι άνθρωποι ακόμη μαθαίνουν σχετικά με τη χρήση και τη διαχείριση του RFID. [48]

4.2.7 Savant και EPCglobal

“Savant” είναι ένα software που ανέπτυξε το κέντρο “Auto-ID” και που ο ορισμός που έδωσε μιλούσε για ένα router δεδομένων που εκτελούσε λειτουργίες όπως συλλογή, παρακολούθηση και αποστολή δεδομένων. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα middleware, διότι μεγάλο μέρος της δουλειάς που έγινε από το κέντρο Auto-ID όσον αφορά τη δομή του και τα πρότυπα που τον στηρίζουν ενσωματώθηκε μετέπειτα σε αυτό που γνωρίζουμε σήμερα ως RFID middleware.

Όταν το κέντρο Auto-ID έκλεισε τον Οκτώβριο του 2003, η έρευνα για το “savant” περιήλθε στην EPCglobal, οπότε και αποτέλεσε πολύ σημαντικό υλικό στήριξης των προσπαθειών του Software Action Group της EPCglobal. Το Software Action Group από τον Φεβρουάριο του 2005 έχει στόχο να ορίσει πρότυπα αναφορικά με τις λειτουργίες του RFID middleware. Το “savant” είχε μελετηθεί να γίνει ένα open-source software, τελικά η EPCglobal όμως επικεντρώθηκε στην δημιουργία προτύπων σχετικά με την διεπαφή μεταξύ του RFID middleware και των software εφαρμογών, παρά στο να παρέχει ένα software ως βάση αναφοράς καθώς και προδιαγραφές σχετικά με αυτό. Τα πρότυπα που αναπτύχθηκαν έχουν να κάνουν με:

- ◆ Τη συλλογή, ασφάλιση και πρόσβαση σε δεδομένα σχετικά με τον EPC
- ◆ Την εξασφάλιση φιλτραρισμένων δεδομένων που έχουν συλλεχθεί από διάφορες πηγές (Αυτό το πρότυπο μερικές φορές αναφέρεται ως το πρότυπο ALE).
- ◆ Την ανταλλαγή δεδομένων και εντολών μεταξύ των κεντρικών υπολογιστών και των reader με σκοπό να εκτελέσουν ενέργειες όπως ανάγνωση tag, εγγραφή σε tag και καταγραφή tag.
- ◆ Τον σχηματισμό (Configuring), διάταξη (provisioning) και παρακολούθηση μεμονωμένων reader.

Πλέον η EPCglobal δεν χρησιμοποιεί επίσημα τον όρο Savant, αλλά επειδή δεν έχει εκδώσει επισήμως νέα πρότυπα για όλες αυτές τις λειτουργίες συχνά ο όρος αυτός χρησιμοποιείται εναλλακτικά με τον όρο middleware. [7]

4.2.8 RFID Middleware και Τάσεις της Αγοράς

Το middleware γενικά και συγκεκριμένα το RFID middleware θεωρούνται συχνά μια προσωρινή τεχνολογία. Αυτό που ενδεχομένως προκύπτει μέσα από την παρατήρηση των γεγονότων είναι ότι όσο οι τεχνολογίες, τα πρότυπα και οι αγορές γίνονται όλο και ωριμότερα, η ανάγκη να συνδέει το middleware τα ανόμοια συστήματα θα εξαφανιστεί. Αυτό αφήνει τους αρμόδιους για το σχεδιασμό συστημάτων να αναρωτιούνται εάν πρέπει να επενδύσουν στο RFID middleware ή στις αρχιτεκτονικές που το απαιτούν.

Ακόμη δεν διαφαίνεται ο κίνδυνος να εξαφανιστεί το middleware. Γενικά ο χώρος της πληροφορικής υποστηρίζεται από πολύ περισσότερα πρότυπα και ανοιχτά

πρωτόκολλα, απ' ότι ο τομέας του RFID, αλλά το middleware γίνεται όλο και πιο αναγκαίο. «Εξυπνοι» RFID readers με ενσωματωμένο software μπορούν να εξάγουν δεδομένα που θα είναι καθαρά και έτοιμα προς χρήση από εφαρμογές. Η Cisco μπορεί να καταστήσει δυνατά τα δίκτυα να φιλτράρουν τα RFID δεδομένα, η EPCglobal αναπτύσσει πολλαπλά πρότυπα για software; WMS, ERP και άλλοι πάροχοι ολοκληρωμένων εφαρμογών ενισχύουν τις εφαρμογές τους έτσι ώστε να υποστηρίζουν ακατέργαστα RFID δεδομένα, ενώ η Microsoft κάνει μεγάλα βήματα με το να υποστηρίζει ευρέως την τεχνολογία RFID. Αυτή την περίοδο όμως, κάθε μελέτη αγοράς για το RFID middleware προβλέπει μεγάλη ανάπτυξη.

Αυτή η αντίθεση μπορεί να εξηγηθεί με την άποψη που έχει διατυπωθεί, ότι το middleware θα είναι μέρος του μέλλοντος του RFID, αλλά τα προϊόντα middleware θα είναι πιθανώς διαφορετικά από ότι είναι τώρα. Ο Dave Macias της Omnitrol Networks, κατασκευάστρια εταιρεία συσκευών middleware, υποστηρίζει ότι το middleware είναι ιδανικό σαν μία πρώτης γενιάς λύση με σκοπό να βοηθήσει τους ανθρώπους να μάθουν για την τεχνολογία RFID και προσθέτει ότι είναι θέμα χρόνου να εξελιχθεί σε κάτι που είναι αποδοτικότερο. [49]

5. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ RFID

5.1. Τεχνολογική Προσέγγιση

Τα χαρακτηριστικά της επικοινωνίας μεταξύ του RFID Tag και του reader που επηρεάζουν την απόδοση και την ασφάλεια αφορούν το:

- ♦ Πώς τίθεται σε λειτουργία η επικοινωνία μεταξύ του RFID Tag και του reader.
- ♦ Πώς ένας reader κατευθύνει τα μηνύματα σε συγκεκριμένα tag
- ♦ Πόσο μακριά μπορεί το σήμα ενός tag ή ενός reader αξιόπιστα να ανιχνευθεί και να μεταφραστεί. [3]

5.1.1 Έναρξη Επικοινωνίας

Υπάρχουν δύο τύποι έναρξης της επικοινωνίας και ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ των Tag και του reader:

- **O reader «μιλάει» πρώτος (“Interrogator Talks First” - ITF).**

Σε μια ανταλλαγή πληροφοριών τύπου ITF, ο reader εκπέμπει ένα σήμα, το οποίο λαμβάνεται από το tag στην περιοχή εμβέλειας του reader.

Αυτά τα tag μπορεί να έχουν προγραμματισθεί έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στον reader και στη συνέχεια να συνεχίζουν την ανταλλαγή πληροφοριών μαζί του.

- **To tag «μιλάει» πρώτο (“Tag Talks First” - TTF).**

Σε μια ανταλλαγή πληροφοριών τύπου TTF, το tag «κάνει αισθητή την παρουσία του» στον reader όταν αυτό βρίσκεται στο πεδίο RF του reader. Εάν το tag είναι παθητικό, τότε ξεκινάει τη μετάδοση των δεδομένων μόλις πάρει ενέργεια από το σήμα του reader.

Εάν το tag είναι ενεργητικό, τότε ξεκινάει τη μετάδοση των δεδομένων του περιοδικά έως ότου διαρκέσει η μπαταρία του. Τέτοιου τύπου ανταλλαγές δεδομένων μπορεί να χρησιμοποιηθούν όταν είναι απαραίτητο να αναγνωρισουν αντικείμενα που προσπερνάνε έναν reader, όπως αντικείμενα σε μια ζώνη μεταφορών.

Συνήθως το RFID σύστημα του tag και του reader λειτουργεί χρησιμοποιώντας είτε τον τύπο επικοινωνίας ITF είτε τον τύπο TTF μόνο και όχι και τους δύο μαζί. Η λειτουργία του TTF μπορεί να είναι πιο εύκολη για έναν αντίπαλο να ανιχνεύσει ή να υποκλέψει στοιχεία, επειδή τα tag στέλνουν καθοδηγούμενα σήματα ακόμη και όταν δεν είναι στην παρουσία ενός reader. [3]

5.1.2 Μονοσήμαντη Ταυτοποίηση / Απομόνωση (“Singulation”)

Μονοσήμαντη ταυτοποίηση ή “Singulation” είναι η διαδικασία κατά την οποία ένας reader αναγνωρίζει ένα συγκεκριμένο tag. Αυτή η ικανότητα είναι κρίσιμη οποτεδήποτε πολλά tag βρίσκονται στην ίδια περιοχή εμβέλειας. Σε περίπτωση που ένας reader εκδίδει μια εντολή μετατροπής της μνήμης ενός tag, τα γειτονικά tag δεν θα πρέπει τυχαία να εκτελέσουν την ίδια εντολή. Ομοίως, όταν ένας reader στέλνει ένα ερώτημα στο tag, δεν θα πρέπει να λαμβάνει την «απόκριση» από πολλά tag.

Στο πρότυπο EPCglobal Class-1 Generation-2, το πρωτόκολλο της διαδικασίας “Singulation” απαιτεί ο reader να στέλνει εντολές σε κάθε tag που είναι εντός του εύρους λειτουργίας του. Ο reader «αναζητάει» tag «προς ανταπόκριση» που έχουν συγκεκριμένο περιεχόμενο μνήμης. Όταν ανταποκρίνεται το tag, παρέχει το μοναδικό κωδικό αναγνώρισης (ID) που έχει και ένα τυχαίο αριθμό, τον οποίο χρησιμοποιεί ο reader για να προσδιορίσει το tag σε επόμενη επικοινωνία. Ο τυχαίος αριθμός έχει σημαντικά λιγότερα bit από τον κωδικό αναγνώρισης, γεγονός που απλοποιεί τις επόμενες ανταλλαγές πληροφοριών. Υπάρχει μια πιθανότητα δύο tag να ανταποκριθούν με τον ίδιο τυχαίο αριθμό, αλλά η πιθανότητα αυτού του ενδεχομένου μπορεί να ελαχιστοποιηθεί μέσω του σχεδιασμού, ακόμη και κατά την παρουσία ενός μεγάλου αριθμού από tag.

Ένας τρόπος να ανατραπεί η επικοινωνία μεταξύ ενός reader και ενός tag είναι να παρεμποδιστούν οι προσπάθειες του reader να αναγνωρίσει το tag.

Για παράδειγμα, όταν ο reader βρίσκεται στη διαδικασία της μονοσήμαντης ταυτοποίησης ενός tag (“Singulation”), ένα tag τύπου “blocker” ανταποκρίνεται σαν να ήταν παρόντα όλα τα tag με τους μοναδικούς τους κωδικούς αναγνώρισης (ID). Ως αποτέλεσμα, ο reader δεν μπορεί να αναγνωρίσει επιτυχώς κανένα από αυτά τα tag. Τα tag τύπου “blocker” που ταξιδεύουν με αντικείμενα που ήδη φέρουν κάποιο tag, μπορεί να αποτρέψουν την παράνομη ανάγνωση των tag. Τα tag τύπου “blocker” διαχωρίζονται από τα αντικείμενα όταν βρίσκονται παρουσία ενός νόμιμου reader. Παρ’ όλα’ αυτά, ένας αντίπαλος μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει tag τύπου “blocker” για να αποτρέψει νόμιμες ανταλλαγές πληροφοριών. Η τεχνολογία των “blocker” tag είναι ακόμη υπό ανάπτυξη και δεν αποτελεί αποδεδειγμένη τεχνολογία. Η έρευνα επίσης κατευθύνεται σε μεθόδους αντιμετώπισης των “blocker” tag.

Κάποιες τεχνολογίες RFID δεν υποστηρίζουν την μονοσήμαντη ταυτοποίηση (“Singulation”). Παραδείγματος χάριν, το πρότυπο ISO 11785/11784 που χρησιμοποιείται σε tag για την ανίχνευση ζώων, δεν έχει μηχανισμό ανίχνευσης σύγκρουσης ή αποφυγής επειδή πολλά μαζί tag συνήθως δεν διαβάζονται σε περιοχή μικρής εμβέλειας για τέτοιου είδους εφαρμογές. [3]

5.1.3 Απόσταση Διάδοσης Σήματος

Ο σύνδεσμος επικοινωνίας μεταξύ ενός tag και ενός reader είναι αμφίδρομος.

Ο reader μεταδίδει ένα σήμα σε ένα tag πάνω από το πρωτεύον κανάλι (“forward channel”). Το tag ανταποκρίνεται στο κανάλι επιστροφής του σήματος (“back channel”), το οποίο καλείται και αντίστροφο κανάλι (“reverse channel”) ή “backscatter”. Όταν τα συστήματα RFID χρησιμοποιούν παθητικά tags, τα σήματα στο πρωτεύον κανάλι τυπικά είναι ισχυρότερα από εκείνα που έχει το κανάλι επιστροφής. Παρ’ όλα αυτά, τα σήματα στο πρωτεύον κανάλι μπορούν να εντοπιστούν ή να ληφθούν κατάλληλα σε μακρύτερες αποστάσεις. Η διαφορά αυτή έχει ενδιαφέρουσες επιπτώσεις στην ασφάλεια της επικοινωνίας μέσω RFID, περιλαμβάνοντας και την ευπάθεια της «κυκλοφορίας» του συστήματος RF και τον μηχανισμό που χρησιμοποιείται για την προστασία του. Παρακάτω δίνονται ορισμένα λειτουργικά πεδία σχετικά με διάφορους στόχους επικοινωνίας.

- **Ονομαστικό Εύρος λειτουργίας (Nominal operating range):** είναι η απόσταση, που συχνά προσδιορίζεται από πρότυπα, βάσει των οποίων αναμένονται να πραγματοποιηθούν οι εξουσιοδοτημένες ανταλλαγές πληροφοριών.
- **Εύρος υποκλοπής επιστρεφόμενου σήματος (Back channel eavesdropping range):** είναι η απόσταση στην οποία ένας παράνομος δέκτης μπορεί αξιόπιστα να ερμηνεύσει μία απόκριση ενός tag σε έναν νόμιμο reader.
- **Εύρος σάρωσης υποκλοπής (ή παρεμβολής) [Rogue skimming (or scanning) range]:** είναι η απόσταση στην οποία ένας παράνομος reader λειτουργώντας με ρυθμισμένα όρια δύναμης μπορεί αξιόπιστα να επικοινωνήσει με ένα tag,
- **Εύρος «ψεύτικων» εντολών (Rogue command range):** είναι η απόσταση στην οποία ένας παράνομος reader μπορεί να εκτελέσει μια εντολή των tag, για την οποία δεν απαιτείται ο reader να λάβει επιτυχώς τις πληροφορίες της εντολής.
- **Εύρος υποκλοπής πρωτεύοντος σήματος (Forward channel eavesdropping range):** είναι η απόσταση στην οποία ένας παράνομος reader μπορεί αξιόπιστα να «ακούσει» την μετάδοση ενός νόμιμου reader.
- **Εύρος ανάλυσης «κυκλοφορίας» πρωτεύοντος σήματος (Forward channel traffic analysis range):** είναι η απόσταση στην οποία ένας παράνομος reader μπορεί να ανιχνεύσει την παρουσία του σήματος ενός reader χωρίς να πρέπει αξιόπιστα να ερμηνεύσει το περιεχόμενό του. [3]

5.2 Πρωτόκολλο Επικοινωνίας – “Communication Protocol”

5.2.1 Προτυποποίηση

Η διαδικασία προτυποποίησης είναι σημαντικός και εν εξελίξει παράγοντας για την τεχνολογία RFID. Ήδη υπάρχουν διεθνή πρότυπα για μερικές εξειδικευμένες εφαρμογές, όπως η ανίχνευση ζώων και οι «έξυπνες κάρτες» που απαιτούν κρυπτογράφηση για την ασφάλεια των δεδομένων. Ο πιο γνωστός διεθνής οργανισμός προτυποποίησης (ISO) δουλεύει πάνω σε πρότυπα για την παρακολούθηση προϊόντων καθ' όλη τη διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας χρησιμοποιώντας tag υψηλής (ISO 18000-3) και υπερ-υψηλής συχνότητας (ISO 18000-6).

Τα πρότυπα έχουν δημιουργηθεί για να καλύψουν κάποιες περιοχές «κλειδιά» των εφαρμογών RFID και χρησιμοποιούν:

- ◆ Πρότυπα “air interface” (για την βασική tag-to-reader data επικοινωνία),
- ◆ Δεδομένα και κωδικοποίηση [data content and encoding (numbering schemes)],
- ◆ Επιβεβαίωση – συμφωνία [Conformance (testing of RFID systems)] and
- ◆ Διαλειτουργικότητα μεταξύ των εφαρμογών και του συστήματος RFID. [Interoperability between applications and RFID systems (RFID Journal, 2006)].

Κάποιοι σημαντικοί φορείς που είναι αναμεμιγμένοι στην ανάπτυξη και τον καθορισμό της τεχνολογίας RFID είναι [27], [38]:

- ◇ International Organisation of Standardisation (ISO)
- ◇ EPCglobal Inc
- ◇ European Telecommunications Standards Institute (ETSI)
- ◇ Federal Communications Commission (FCC)
- ◇ European Committee for Standardization (CEN)

Η EPCglobal¹, διαθέτει τη δική της διαδικασία προτυποποίησης που χρησιμοποιήθηκε και στα πρότυπα των barcodes. Σκοπός της EPCglobal είναι να υποβάλλει τα πρωτόκολλα EPC στον ISO, έτσι ώστε να αποτελέσουν διεθνή πρότυπα. Τα τεχνολογικά πρότυπα περιγράφουν τη βάση του εκάστοτε συστήματος RFID. Προσδιορίζουν τις συχνότητες, την ταχύτητα εκπομπής, τους κωδικούς, τα πρωτόκολλα αποτροπής συγκρούσεων (anti-collision) και άλλους παράγοντες. Ο ISO (International Organization for Standardization - Διεθνής Οργανισμός Προτυποποίησης) στοχεύει στην έκδοση αναγνωρισμένων προτύπων όπως και ο EPCglobal και τα εργαστήρια Auto-ID. Επειδή το ιδανικό ήταν τα EPC πρότυπα να είναι αναγνωρισμένα από τον ISO, η EPCglobal υπέβαλλε το 2005 τα πρότυπα δεύτερης γενιάς Generation 2 (Gen 2) στον ISO.

Ο EPC ξεκίνησε να αναπτύσσεται στο κέντρο Auto-ID του MIT (Massachusetts Institute of Technology - Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης) σχεδόν από το 1999, οπότε ξεκίνησε και να χρηματοδοτείται από το Uniform Code Council (UCC), την EAN International και κάποιες εταιρείες όπως η Gillette και η Procter & Gamble, με στόχο την ανάπτυξη ετικετών EPC μαζικής παραγωγής και χαμηλού κόστους. Αυτό το έργο έδωσε την ώθηση για την ανάπτυξη ενός δικτύου εργαστηρίων Auto-ID, μία ένωση εργαστηρίων πανεπιστημιακών ιδρυμάτων ανά τον κόσμο, όπως το

¹ Η EPCglobal Inc είναι μια μη κερδοσκοπική κοινοπραξία του EAN International και του UCC και στόχο έχει την εμπορευματοποίηση των τεχνολογιών των EPC κωδικών.

πανεπιστήμιο “St. Gallen” στην Ελβετία και το “Cambridge” στη Μεγάλη Βρετανία. Αφότου διεξήχθει μεγάλο μέρος της έρευνας, το MIT παρέδωσε την ευθύνη για το έργο “EPCglobal” και την προώθησή του στην EPCglobal Inc. Το Σεπτέμβριο του 2003 η EPCglobal Inc παρουσίασε το προϊόν στο συνεδριακό κέντρο McCormick Place στο Μίσιγκαν. Έτσι πλέον η διαχείριση των κωδικών EPC γίνεται πλέον από την EPC Global Inc., θυγατρική του GS1² (πρώην EAN Int’l). [19]

Σκοπός του GS1 είναι η ανάπτυξη και καθιέρωση ενός Συστήματος για την αποτελεσματική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας στο παγκόσμιο εμπορικό περιβάλλον. Το σύστημα αποτελείται από διεθνή και ανοικτά πρότυπα και περιλαμβάνει πρότυπα κωδικοποίησης, σήμανσης, ηλεκτρονικού εμπορίου και κατηγοριοποίησης προϊόντων. Μια από τις βασικές αρχές του Συστήματος (GS1) είναι ότι οποιοδήποτε προϊόν ή υπηρεσία, ανεξάρτητα από την προέλευση και τον προορισμό του, φέρει ένα μοναδικό κωδικό αναγνώρισης, επιτρέποντας έτσι την πρόσβαση σε σχετικές πληροφορίες, σε οποιοδήποτε σημείο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι συνηθέστερες εφαρμογές κωδικοποίησης GS1 αφορούν στις περιπτώσεις :

- ◆ των Μονάδων Εμπορίας (GTIN – Global Trade Item Number)
- ◆ των Μονάδων Logistics (SSCC – Serial Shipping Container Code)
- ◆ των θέσεων (GLN – Global Location Number)

Στην Ελλάδα μοναδικός φορέας και διαχειριστής αυτού του συστήματος είναι ο GS1 Ελλάς. [28]

5.2.2 Ηλεκτρονικός Κωδικός Προϊόντος (EPC)

Μιλώντας για τις πληροφορίες που έχει αποθηκευμένες ένα RFID tag ουσιαστικά εννοούμε τον Ηλεκτρονικό Κωδικό Προϊόντος ή EPC (Electronic Product Code). Είναι ο κωδικός που παίζει τον αντίστοιχο ρόλο του οικείου πλέον σε εμάς EAN κωδικού στις ετικέτες Bar code και η διαχείριση των κωδικών EPC γίνεται από την EPC Global Inc. Σύμφωνα με τον GS1 ο EPC είναι ένας αριθμός που αποτελείται από τον Διεθνή Κωδικό Μονάδας Εμπορίας GTIN (Global Trade Item Number) και έναν αύξοντα αριθμό για το συγκεκριμένο κάθε φορά προϊόν. [19]

Με πιο απλά λόγια μπορούμε να πούμε ότι αποτελείται από:

- ◆ Τον αριθμός έκδοσης (version number) που καθορίζει την πιθανή δομή του κωδικού,
- ◆ Τον αριθμό που αντιστοιχεί στην ταυτότητα του υπεύθυνου, για την ανάθεση του αριθμού του προϊόντος και του μοναδικού σειριακού αριθμού, ο οποίος συνήθως είναι ο κατασκευαστής του προϊόντος (domain manager number)
- ◆ Τον αριθμό του προϊόντος (object class)
- ◆ Τον μοναδικό σειριακό αριθμό (serial number)

Υπάρχουν μέχρι τώρα 4 τύποι EPC , και ανάλογα με τον αριθμό έκδοσης μπορεί να είναι 64 ή 96 bit. [19],[20],[21]

Ο πίνακας 7 παρουσιάζει για αυτούς τους 4 τύπους EPC, το μέγεθος των δεδομένων που μπορεί να δεχθεί κάθε πεδίο. [29]

² Ο GS1 είναι ένας Διεθνής μη κερδοσκοπικός Οργανισμός, ιδρύθηκε το 1977 ως EAN και εδρεύει στις Βρυξέλλες.

EPC TYPE	HEADER SIZE	FIRST BITS	DOMAIN MANAGER	OBJECT CLASS	SERIAL NUMBER	TOTAL
64 bit type I	2	01	21	17	24	64
64 bit type II	2	10	15	13	34	64
64 bit type III	2	11	26	13	23	64
96 bit +	8	00	28	24	36	96

Πίνακας 7 Οι 4 τύποι EPC βάσει χωρητικότητας δεδομένων

Η ποσότητα της πληροφορίας που μπορεί να αποθηκευτεί σε μια ετικέτα RFID εξαρτάται από τον προμηθευτή και την εφαρμογή, αλλά τυπικά δεν υπερβαίνει τα 2KB δεδομένων, αρκετά για να αποθηκεύσουν βασικές πληροφορίες για το αντικείμενο που τη φέρει.

Τα tag μπορούν να φέρουν από απλές πληροφορίες, όπως τα στοιχεία του κατόχου ενός κατοικίδιου ή τις οδηγίες καθαρισμού ενός ρούχου, έως πιο σύνθετες, όπως οδηγίες συναρμολόγησης ενός αυτοκινήτου. Μερικοί κατασκευαστές αυτοκινήτων χρησιμοποιούν συστήματα RFID στη γραμμή παραγωγής, όπου σε κάθε στάδιο η ετικέτα "πληροφορεί" τους υπολογιστές για το επόμενο στάδιο συναρμολόγησης.

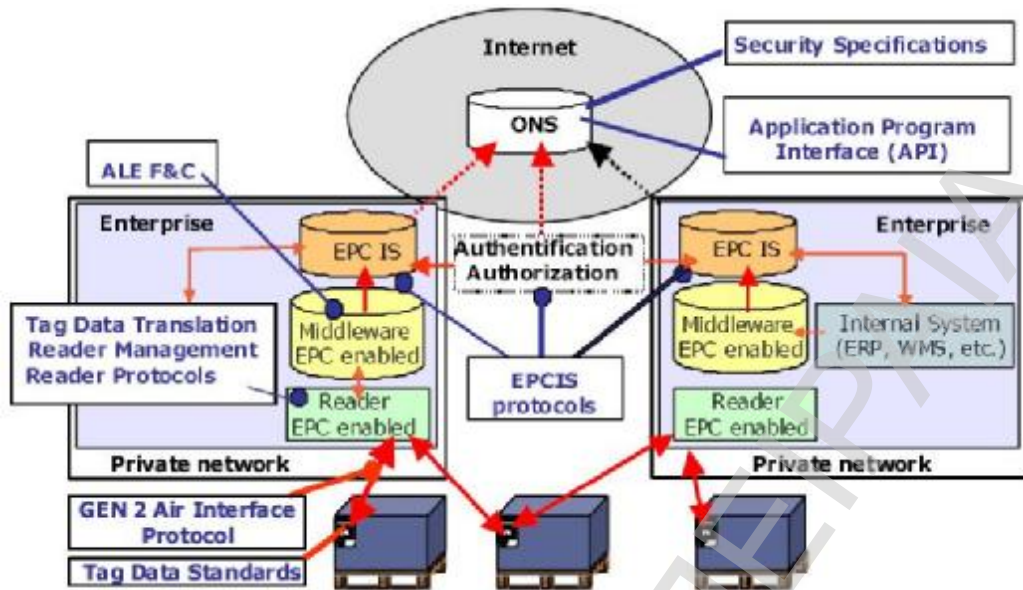
Επίσης το Auto-ID Center και αργότερα η EPC Global κατέταξαν τα RFID tags ανάλογα με τη λειτουργικότητα τους σε κάποιες τάξεις (Class), οι οποίες έχουν απλοποιηθεί και ανανεωθεί. Η βασική κατηγοριοποίηση περιλαμβάνει 5 κατηγορίες που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 8. [27]

Class	Ονομασία	Λειτουργικότητα
0	Identity Tags	Καθαρά παθητικά tag
1	Higher Functionality Tags	Καθαρά παθητικά tag + και μια επιπρόσθετη λειτουργία (π.χ. read/write memory)
2	Semi-Passive Tags	Με επιπρόσθετη ενσωματωμένη μπαταρία
3	Active 'ad hoc' Tags	Επικοινωνούν με άλλα ενεργά tag
4	Reader Tags	Είναι ικανά να παρέχουν ενέργεια για να επικοινωνήσουν με άλλα tag. π.χ. μπορεί να λειτουργήσει σαν reader, μεταδίδοντας και λαμβάνοντας ραδιοκύματα.

Πίνακας 8 Διαχωρισμός των RFID tag σε τάξεις

5.2.3 Οι Διαδικασίες Προτυποποίησης RFID της EPCglobal

Η δομή των προτύπων που αναπτύσσονται από την EPCglobal για την στήριξη της επιχειρηματικότητας σε ένα διεθνές και ταχύτατα αναπτυσσόμενο περιβάλλον, αναλύεται παρακάτω και αποδίδεται σχηματικά στην εικόνα 15.



Εικόνα 15 Δίκτυο συστήματος προτύπων EPC

- ∅ EPC Tag Data Standard
 Αυτό το πρότυπο καθορίζει πως κωδικοποιούνται και αποκωδικοποιούνται οι πληροφορίες EPC ενός tag. Εφαρμόζεται μόνο σε τύπους tag κοινής χρήσης την στιγμή της δημιουργίας τους και δεν παρέχει συγκεκριμένες οδηγίες για tag τύπου “Gen 2”. Περιλαμβάνει συγκεκριμένες δομές κωδικοποίησης που αφορούν:
 GTIN: Τον EAN.UCC αριθμό “Global Trade Item Number”
 SSCC: Τον EAN.UCC κωδικό “Serial Shipping Container Code”
 GLN: Τον EAN.UCC αριθμό “Global Location Number”
 GRAI: Τον EAN.UCC αριθμό “Global Returnable Asset Identifier”
 GIAI: Τον EAN.UCC αριθμό “Global Individual Asset Identifier”
 GID: Τον “General Identifier”
- ∅ Class 1 Generation 2 UHF Air Interface Protocol Standard Version 1.0.9: "Gen 2"
 Το πρωτόκολλο επικοινωνίας “air interface”/“Gen 2” , ρυθμίζει την επικοινωνία μεταξύ ενός reader και ενός παθητικού tag, όπου ο reader ανταποκρίνεται πρώτος (ITF) και λειτουργούν σε εύρος συχνοτήτων 860 MHz - 960 MHz.
- ∅ Πρωτόκολλο reader
 (Low Level Reader Protocol (LLRP), Version 1.0 ,
 Reader Protocol (RP) Standard, Version 1.1)
 Περιγράφει την ανταλλαγή δεδομένων και την δομή των εντολών μεταξύ του “EPC-capable middleware” και του reader.
- ∅ Reader Management (RM) Standard, Version 1.0
 Τυπικές λειτουργίες για την ανεξάρτητη πιστοποίηση ενός “EPC-capable reader” και τον έλεγχο ενός πολύπλευρου περιβάλλοντος reader.
- ∅ EPC Tag Data Translation Standard
 Η μετατροπή της πληροφορίας του κωδικού EPC από το tag σε μια μορφή συμβατή με τη μετάδοσή της μέσω διαδικτύου.

- ∅ Filter and collection ALE (F&C ALE)
(Application Level Events (ALE) Standard, Version 1.0)
Ο τρόπος που γίνεται η ανάγνωση των πληροφοριών του EPC στο περιβάλλον ενός reader και επεξεργάζονται σύμφωνα με ποικίλα κριτήρια.
- ∅ Object Naming Service (ONS) Standard, Version 1.0
Παρέχει πληροφορίες όσον αφορά την τοποθεσία μέσα στο Παγκόσμιο Δίκτυο EPC για έναν συγκεκριμένο κωδικό EPC.
- ∅ EPCIS - EPC Information Services
Περιγράφει πώς η πληροφορία του κωδικού EPC μπορεί να αποθηκευτεί και να προσπελαστεί μέσω του δικτύου της EPCglobal.
- ∅ EPCglobal Certificate Profile Standard
Πρόκειται για προδιαγραφές ασφαλούς ανταλλαγής δεδομένων και την διαβεβαίωση για ευρεία διαλειτουργικότητα και ταχεία ανάπτυξη (profile X.509).
- ∅ Πρότυπο προέλευσης φαρμάκων (Drug Pedigree Standard)
Το συγκεκριμένο πρότυπο καθορίζει το πώς θα διατηρηθούν και θα μπορούν να ανταλλαχθούν ηλεκτρονικά έγγραφα προέλευσης για να χρησιμοποιηθούν από τους συμμετέχοντες της παραφαρμακευτικής εφοδιαστικής αλυσίδας. Η δομή αυτή αφορά σε συνδυασμό με τη χρήση της σχετικής νομοθεσίας.

[19],[30]

Στον πίνακα 9 παρατίθεται η πολυεπιπεδική παράθεση (cascading) των μονάδων μεταφοράς και η αντίστοιχη σήμανση κατά ISO. Ενώ στον πίνακα 10 παρατίθενται τα κυριότερα πρότυπα ISO και EPCglobal που ισχύουν διεθνώς. [19],[27],[40],[41],[50],[51]

ΣΤΑΔΙΟ	ΕΠΙΠΕΔΟ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΠΡΟΤΥΠΟ ISO
Τεμάχιο	0	860 – 960 Mhz και 13,56 Mhz	ISO 17367
Συσκευασία προϊόντος	1	860 – 960 Mhz	ISO 17366
Μονάδα μεταφοράς	2	860 – 960 Mhz	ISO 17365
Μονάδα φορτώσεως σε παλέτα	3	860 – 960 Mhz	ISO 17364
Εμπορευματοκιβώτιο	4	433 Mhz	ISO 17363
Μεταφορά σε κινούμενο όχημα (φορτηγό- αεροπλάνο- πλοίο-τρένο)	5	-	ISO 17362

Πίνακας 9 Πολυεπιπεδική παράθεση (cascading) και σήμανση ISO

Πρότυπο	Αντικείμενο	Συχνότητα
Auto-ID Class 0	Παράμετροι για την “air interface” επικοινωνία	860-930 MHz
Auto-ID Class 1	Παράμετροι για την “air interface” επικοινωνία	860-930 MHz
ISO 14443	Κανονισμοί για contactless / proximity ID cards, με απόσταση ανάγνωσης 7-15cm.	13.56 MHz
ISO 15693	Κανονισμοί για χωρίς επαφή/ σε μεγάλο πλήθος κάρτες (contactless / vicinity cards), με απόσταση ανάγνωσης μεγαλύτερη του 1m	13.56 MHz
ISO 18000	Οικογένεια προτύπων για το “Air interface”. Παραδείγματα:	
ISO 18000 – 1	Γενικές παράμετροι προτύπων για το “Air interface”, αναφορικά με τις παγκοσμίως αποδεκτές συχνότητες.	
ISO 18000 – 2	Παράμετροι προτύπων για το “Air interface”	125, 134.2 KHz
ISO 18000 – 3	Μέγιστη απόσταση ανάγνωσης 1.5m, διάδοχος του προτύπου ISO 15693	13.56 MHz
ISO 18000 – 4	Παράμετροι προτύπων για το “Air interface”	2.45 GHz
ISO 18000 – 5	Έχει αποσυρθεί	5.8 GHz
ISO 18000 – 6	EPCglobal Generation 2 Tags	860 – 960 MHz
ISO 18000 – 6C	Παράμετροι για την “Air Interface” επικοινωνία, ως σε αντικατάσταση των “Class 0” και “Class 1”. Κατατέθηκε στον ISO στις αρχές του 2005 ως “EPCglobal Gen 2 Class 1 UHF”. Εγκρίθηκε στις 11 Ιουλίου 2006.	860-930 MHz
ISO 18000 – 7	Παράμετροι προτύπων για το “Air interface”	433,92 MHz

Πίνακας 10 ISO και EPCglobal πρότυπα

6 BARCODE ΚΑΙ RFID

6.1 Barcode

6.1.1 Ιστορική Αναδρομή

Η εμπορική εφαρμογή του Barcode έγινε πριν από 30 χρόνια και η επίδρασή του στο λιανεμπόριο ήταν ταχεία και ευεργετική. Πρόκειται για μια ευρεσιτεχνία των Αμερικανών μεταπτυχιακών φοιτητών Woodland και Silver στο Drexel Institute of Technology. Το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας τους δόθηκε το 1952, αλλά χρειάστηκαν 25 χρόνια από τη δημοσίευση της ευρεσιτεχνίας έως την ολοκληρωμένη κωδικοποίηση του Barcode για μια παγκόσμια εφαρμογή. Οι οργανισμοί EAN International και UCC συνεργάστηκαν για να φθάσουν από τον αρχικό οκταψήφιο κωδικό στον Global Trade Item Number που άρχισε να εφαρμόζεται τον Ιανουάριο του 2005.

6.1.2 Ορισμός

Ο γραμμωτός κώδικας ανήκει σε ένα τύπο τεχνολογίας που είναι γνωστότερος σαν "οπτική ανάγνωση" ή "καταχώρηση στοιχείων χωρίς πληκτρολόγιο". Το bar code χρησιμοποιεί για την απεικόνιση των χαρακτήρων μία σειρά από παράλληλες γραμμές άσπρες και μαύρες διαφορετικού πάχους σε διαφορετικούς συνδυασμούς. Οι χαρακτήρες τυπώνονται με κάποια συγκεκριμένη μεθοδολογία στο χαρτί. Από εκεί μπορούμε να τους διαβάσουμε με τον κατάλληλο ανιχνευτή και να τους μεταφέρουμε αμέσως στον υπολογιστή. [39]

6.1.3 Λειτουργία

Ο συμβολισμός με bar code όπως προαναφέρθηκε είναι ένα σύνολο ανοιχτόχρωμων και σκουρόχρωμων γραμμών. Οι γραμμές αυτές ανιχνεύονται με την βοήθεια ενός φωτεινού σημείου, αφού το φως απορροφάται από τις σκούρες γραμμές, ενώ οι ανοιχτόχρωμες γραμμές αντανακλούν μέρος του φωτός. Το bar code δεν έχει κανένα στοιχείο ούτε πληροφορία. Το μόνο που κάνει είναι να δώσει την ευκαιρία να τροφοδοτηθεί ο υπολογιστής με ένα κωδικό αριθμό, με ταχύτητα πολύ μεγαλύτερη από εκείνη της πληκτρολόγησης.

Στον υπολογιστή υπάρχουν καταχωρημένα όλα τα στοιχεία που ενδιαφέρουν το συγκεκριμένο προϊόν (συσκευασία, διαστάσεις, τιμές, κ.α.). Οι τομείς, στους οποίους ήδη εφαρμόζεται το bar code είναι η παραγωγή, ο ποιοτικός έλεγχος, η αποθήκη και η διανομή, η παραγγελιοληψία, η μισθοδοσία, αλλά κυρίως το λιανεμπόριο (super market). [39]

6.1.4 Υπάρχοντα Συστήματα

Υπάρχουν 3 τύποι γραμμωτού κώδικα που χρησιμοποιούνται ευρέως σήμερα [39]:

- ◆ για προϊόντα ευρείας κατανάλωσης: E.A.N. και U.P.C.
- ◆ για τα φαρμακευτικά προϊόντα: CIP
- ◆ για τα βιομηχανικά προϊόντα: κώδικες αλφαριθμητικοί

6.2 Σύγκριση Τεχνολογίας Barcode και RFID

Σε επίπεδο τεχνολογίας, τα barcode είναι μια "line-of-sight" τεχνολογία, που σημαίνει ότι ο scanner θα πρέπει να "βλέπει" το γραμμωτό κώδικα για να τον διαβάσει. Αντίθετα, τα RFID tag δεν απαιτούν από τον reader κάτι τέτοιο και μπορούν να διαβαστούν όσο βρίσκονται μέσα στην ακτίνα ανάγνωσής του. Επίσης, ένα RFID tag μπορεί να μεταφέρει αρκετές πιο χρήσιμες πληροφορίες από ένα barcode, όπως για παράδειγμα την ημερομηνία λήξης, στοιχείο ιδιαίτερα χρήσιμο για πολλά ευπαθή προϊόντα όπως π.χ. το γάλα. Παρ' όλ' αυτά, λόγω του υψηλού κόστους κατασκευής των RFID tag, αν και μπορούν να αντικαταστήσουν πλήρως τα Bar code, για το άμεσο τουλάχιστον μέλλον θα συνυπάρχουν. [36]

Σε επίπεδο οικονομίας και ανάπτυξης, μπορεί κάποιος άμεσα να αντιληφθεί και να συγκρίνει τον βαθμό επίδρασης των δύο τεχνολογιών στη ζωή μας, αν λάβει υπ' όψιν του ότι το Bar code έχει αποκαλεστεί «το δακτυλικό αποτύπωμα ενός προϊόντος» ενώ η τεχνολογία RFID θα μας οδηγήσει στο «Δίκτυο των πραγμάτων» ("The internet of thing").

Για μια πιο αντικειμενική σύγκριση των δύο τεχνολογιών παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους. [ΠΙΝΑΚΑΣ 11] [21]

	Υπέρ	Κατά
Barcode	<ul style="list-style-type: none"> • Ωριμη τεχνολογία. • Καθιερωμένα πρότυπα. • Χαμηλό Κόστος υλοποίησης. • Διαβάζεται από ανθρώπους. • Διάρκεια (όπως κάθε τυπωμένο χαρτί). • Ιχνηλασιμότητα 	<ul style="list-style-type: none"> • Χρειάζεται καθαρή γραμμή ανάγνωσης • Ευαισθησία στη γραμμή ανάγνωσης • Απαιτεί ανθρώπινη παρέμβαση • Ετικέτες ευαίσθητες σε εκτύπωση / τριβή • Στατική καταχώρηση δεδομένων • Μηδενική ικανότητα αποθήκευσης δεδομένων • Αντιπροσωπεύουν μόνο μια σειρά προϊόντων και όχι μεμονωμένα αντικείμενα • Η αναγνώριση γίνεται μεμονωμένα για κάθε μονάδα • Ιχνηλασιμότητα σε επίπεδο batch / lot number
RFID	<ul style="list-style-type: none"> • Δεν χρειάζεται καθαρή γραμμή ανάγνωσης. • Ταυτόχρονη ανάγνωση πολλών ετικετών • Δεν απαιτεί ανθρώπινη παρέμβαση • Δεν επηρεάζεται από το περιβάλλον • Στατική και Δυναμική καταχώρηση δεδομένων. (Δυνατότητα εγγραφής και τροποποίησης) • Δυνατότητα αποθήκευσης μεγάλου όγκου πληροφοριών • Ιχνηλασιμότητα σε επίπεδο αντικειμένου 	<ul style="list-style-type: none"> • Τεχνολογία που βρίσκεται στη φάση της ανάπτυξης • Όχι πλήρως καθιερωμένα διεθνή πρότυπα (τεχνικά και συχνοτήτων) • Μέτριο προς υψηλό κόστος υλοποίησης (εξοπλισμός και tag) • Επηρεασμός της ευαισθησίας των αναγνωστών από πολλαπλά αντικρουόμενα σήματα • Παραμόρφωση ή παρεμπόδιση των ηλεκτρονικών σημάτων από διάφορα υλικά • Κωδικοί που να διαβάζονται είναι επιπρόσθετοι

Πίνακας 11 Σύγκριση RFID με Barcode

6.3 Trends of RFID

Η χρήση της τεχνολογίας RFID, τα τελευταία χρόνια συγκεντρώνει την προσοχή των προμηθευτών καταναλωτικών προϊόντων (consumer packaged goods (CPG)), λόγω κυρίως της απαίτησης που είχε η εταιρία Wal-Mart Stores Inc από τους βασικούς της προμηθευτές να εξοπλιστούν σε αυτήν την τεχνολογία προκειμένου να συνεχίσουν την συνεργασία τους. Αποτέλεσμα αυτής της απαίτησης ήταν να αυξηθεί η ζήτηση και η δημιουργία RFID εφαρμογών.

Έτσι, λοιπόν, οι CPG προμηθευτές άρχισαν να ψάχνουν για εφαρμογές RFID που να μην απαιτούν μεγάλες επενδύσεις, ενώ να παρέχει τη διασύνδεση με μελλοντικές εξελίξεις. Καθώς διευρύνεται η χρήση του RFID, οι προμηθευτές αναζητούν καλύτερη ενοποίηση με τις διάφορες σύγχρονες διαδικασίες.

Μερικοί CRG προμηθευτές προσεγγίζουν στρατηγικά την υλοποίηση της τεχνολογίας RFID προκειμένου να αποκομίσουν τα πλεονεκτήματα που αυτή προσφέρει. Επίσης στοχεύουν να αυξήσουν τη διαφάνεια στην παρακολούθηση των πληροφοριών προκειμένου να προβούν σε καλύτερο ανασχεδιασμό των λειτουργιών τους σύμφωνα με τις σύγχρονες απαιτήσεις.

Άλλοι προμηθευτές, υποχρεώνονται να εφαρμόσουν τη νέα τεχνολογία, όχι για κάποιο άλλο λόγο, αλλά για να διαφοροποιηθούν από τον ανταγωνισμό και να είναι σε θέση να συνεργαστούν με πελάτες που προϋποθέτουν τα εμπορεύματα να συνοδεύονται από RFID tag.

Από την ανάγκη πλέον της εφαρμογής της τεχνολογίας RFID τόσο από τους προμηθευτές όσο και από τους εμπόρους, νέες τεχνολογικές προσεγγίσεις έρχονται στο προσκήνιο, καθώς απαιτείται μια πιο οικονομική προσέγγιση που να προσφέρει όμως και τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας RFID. Προς αυτήν την κατεύθυνση τα ερευνητικά εργαστήρια και οι κατασκευάστριες εταιρείες RFID εφαρμογών, φέρνουν στο προσκήνιο νέες τεχνολογικές προσεγγίσεις που συμπληρώνουν και βελτιώνουν την τεχνολογία RFID, εξαλείφοντας πολλά από τα μειονεκτήματά της.

Δυο πολύ σημαντικές εξελίξεις που έχουν προκύψει από την παραπάνω προσπάθεια, αναπτύσσονται εν συντομία στη συνέχεια. [31]

6.3.1 “ Smart Label”

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω οι προμηθευτές των εμπορικών εταιρειών ψάχνουν για μια γρήγορη λύση που να την εφαρμόσουν στις λειτουργίες τους, χωρίς όμως να χρειάζεται μεγάλη ή μεγαλύτερη επένδυση από αυτή που έχουν ήδη κάνει τα τελευταία χρόνια προκειμένου να εφαρμόσουν άλλες τεχνολογίες, ενώ ταυτόχρονα να επωφελούνται από τα πλεονεκτήματα του RFID.

Πέρα από την τυπική προσέγγιση της τοποθέτησης ενός RFID tag στο προϊόν, στην παλέτα ή στο κιβώτιο, έχει αναπτυχθεί μια εναλλακτική εφαρμογή που έρχεται να ενοποιήσει το barcode με το RFID. Η τεχνολογία αυτή έχει κερδίσει πολλούς προμηθευτές, ενώ πολλές κατασκευάστριες εταιρείες σχεδιάζουν πλέον τέτοιες εφαρμογές. Η τεχνολογία για την οποία γίνεται λόγος είναι γνωστή ως «έξυπνες ετικέτες» (smart labels). [31]

Στις πρώτες εφαρμογές RFID οι εταιρείες συνήθιζαν να τοποθετούν την κλασσική ετικέτα του barcode και στη συνέχεια τοποθετούσαν την RFID tag. Αυτό είχε ως συνέπεια να χρειάζεται, πρώτα απ’ όλα, να εγκατασταθεί ξεχωριστός εξοπλισμός που να παρέχει τα RFID tag, δίπλα σε αυτόν του barcode. Δεύτερον, είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους από την εργασία και την ετικέτα. Ενώ λίγοι ήταν εκείνοι που χρησιμοποιούσαν πραγματικά τις ετικέτες RFID, καθώς εξυπηρετούνταν με αυτή του

barcode, γεγονός που οδήγησε στην ύπαρξη μιας ετικέτας που στην ουσία παρέμενε ανενεργή αυξάνοντας μόνο το κόστος. Έτσι μια νέα μέθοδος έκανε την εμφάνισή της. [31]

Ένα smart label αποτελείται από το κλασικό RFID tag μαζί με το chip και την κεραία, όπου στο πάνω μέρος της έχει ένα δεύτερο στρώμα (αυτοκόλλητο χαρτί), στο οποίο μπορεί να τυπωθεί κείμενο ή και το barcode του προϊόντος. [Εικόνα 16] [17]



Εικόνα 16 Smart Label

Η χρήση των smart labels εξασφαλίζει τη χρήση του RFID μαζί με τις πληροφορίες εκείνες που άμεσα χρησιμοποιούνται σε κατάσταση εξακρίβωσης και απώλειας των δεδομένων του συστήματος. Ενώ διασφαλίζεται η πιο πλήρης πληροφόρηση σε όλο το μήκος της αλυσίδας τροφοδοσίας, ανεξάρτητα από τον εξοπλισμό που οι ενδιαμέσοι συνεργάτες χρησιμοποιούν.

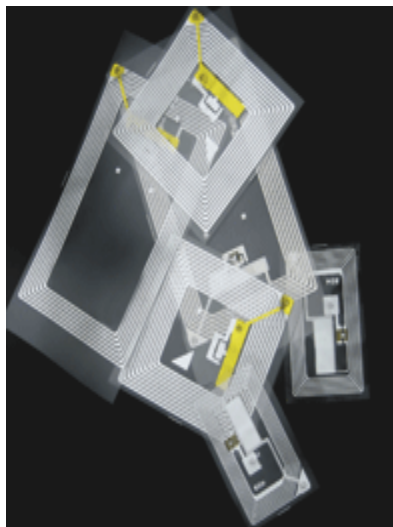
Τα smart labels είναι μια καινοτόμος εξέλιξη των RFID tag και λειτουργούν με παραπλήσιο τρόπο, ωστόσο τα smart labels περιλαμβάνουν την read range και την ανεμπόδιστη λειτουργία των RFID tag με την ευκολία και την ευελιξία των προεκτυπωμένων ετικετών και του barcode. Συνδυάζουν τόσο τον EPC κωδικό του RFID, όσο και τον UPC του barcode μαζί με λοιπές χρήσιμες πληροφορίες. Τα smart labels μπορούν να τοποθετηθούν στο ίδιο σημείο που τοποθετείται η ετικέτα του barcode, επομένως είναι ιδανική για την χρήση τόσο σε καταναλωτικά προϊόντα όσο και σε κιβώτια και παλέτες. Ενώ, επίσης, ένα smart labels μπορεί να είναι προεκτυπωμένο αλλά και προκωδικοποιημένο. [33]

Μια από τις βασικότερες τεχνολογικές εξελίξεις που βοήθησε στην εκτεταμένη χρήση των smart labels και κατά επέκταση των RFID tag, είναι η εξέλιξη των εκτυπωτών barcode που εξελίχθηκαν, έτσι ώστε να μπορούν να εκτυπώνουν επάνω στα RFID tag. Επόμενο ήταν να δημιουργηθούν μια νέα γενιά εκτυπωτών που ονομάστηκαν smart printer. Οι εκτυπωτές αυτού του τύπου, δίνουν την δυνατότητα για άμεση εκτύπωση και προγραμματισμό των tag και των στοιχείων εκείνων που ο εκάστοτε αγοραστής επιθυμεί.[Εικόνα 17]



Εικόνα 17 Εκτυπωτής smart RFID labels

6.3.2. “RuBee”



Το Ιουνίου του 2006 το Ίδρυμα IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) ανακοίνωσε ότι βρήκε ένα νέο πρότυπο πρωτοκόλλου αναγνώρισης. Το νέο πρωτόκολλο είναι γνωστό ως IEEE P1902.1, και αναφέρεται στην υλοποίηση μιας νέας τεχνολογίας, στην οποία δόθηκε και ένα πιο ελκυστικό όνομα και επομένως είναι πλέον γνωστή ως RuBee. Η επίσημη ορολογία του RuBee είναι η «μεγάλου μήκους κύματος αναγνώριση ID» LWID (Long Wavelength ID). Η τεχνολογία RuBee είναι η πιο συναρπαστική ανάπτυξη στον τομέα της αυτόματης αναγνώρισης, ενώ πολύ είναι αυτοί που πλέον θεωρούν την τεχνολογία αυτή ως “RFID 2.0,” αν και είναι διαμετρικά αντίθετη τεχνολογία από αυτή του RFID. [26]

Εικόνα 18 RuBee

Η τεχνολογία RuBee, χρησιμοποιεί αποκλειστικά μαγνητική ενέργεια, σε αντίθεση με την RFID τεχνολογία που χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια ή ράδιο συχνότητες. Οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται από την RuBee τεχνολογία είναι αρκετά χαμηλές, κάτω από τα 450kHz, με προτιμότερο πεδίο λειτουργίας στα 132kHz. Η συχνότητα αυτή είναι πολύ πιο μικρή από αυτές που χρησιμοποιούνται ακόμα και στη ζώνη AM του ραδιοφώνου. Η RuBee χρησιμοποιεί μικρο-watt μαγνητικής ενέργειας για να επικοινωνήσει μεταξύ του tag και του reader. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε ένα RuBee σύστημα οι reader είναι πιο κοντά στην έννοια του router τόσο από πλευράς σχήματος και κόστους απ’ ότι οι reader του RFID συστήματος.

Το RuBee απαλείφει πολλές από τις ανησυχίες που παρουσιάζει το RFID. Λόγω της χαμηλής συχνότητας που χρησιμοποιεί το RuBee, μπορεί να μεταδώσει μέσα από το νερό και το μέταλλο. Έτσι περιβάλλον με ψηλά επίπεδα υγρασίας ή και περιτριγυρισμένα από μέταλλο δεν είναι πρόβλημα για την επικοινωνία μέσω των RuBee tag. Ενώ παρουσιάζει πολύ καλύτερη απόδοση από τα παραδοσιακά RFID tag. Επίσης, τα RuBee έχουν αποδειχθεί ικανά να επικοινωνούν και να είναι αναγνωρίσιμα ακόμα και όταν είναι τοποθετημένα κάτω από το έδαφος.

Βασίζόμενη, σε εντελώς διαφορετική τεχνολογία από αυτή του RFID, η read range του RuBee είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή των UHF και HF των RFID. Κάνοντας χρήση σπειροειδής κεραίας, τα RuBee tag δείχνουν να έχουν μεγαλύτερη περιοχή αναγνώρισης απ’ ότι τα passive RFID tag. η read range για το RuBee κυμαίνεται να αποδίδει σε μια περιοχή ακτίνας από 2-6 μέτρα έως και 30 μέτρα, που σημαίνει μια περιοχή αναγνώρισης της τάξης του 1 τετραγωνικού μέτρου.

Μέχρι στιγμής έχουν αναπτυχθεί και κατασκευαστεί active RuBee tag, τα οποία τροφοδοτούνται από μπαταρία σε μέγεθος νομίσματος που είναι λιγότερο δαπανηρή και προσφέρει χρόνο ζωής από 10 με 15 χρόνια. Στο πρωτόκολλο IEEE P1902.1 γίνεται αναφορά στα πρότυπα για την κατασκευή passive RuBee tag, ωστόσο θα χρησιμοποιούν περισσότερη ενέργεια και θα ανταποκρίνονται στο μαγνητικό σήμα με τον ίδιο τρόπο που γίνεται και τώρα από τα passive RFID tag.

Παρ’ όλη την μεγάλη εμβέλεια αναγνώρισης που προσφέρει η τεχνολογία RuBee, μειονεκτεί έναντι των RFID συστημάτων στην ταχύτητα αναγνώρισης. Τα RuBee συστήματα έχουν μικρότερη ταχύτητα από αυτά των RFID. Ενώ ένα HF RFID tag

μπορεί να διαβαστεί 100 φορές το δευτερόλεπτο και ένα UHF tag, από 150 με 200 φορές το δευτερόλεπτο, εν' αντιθέσει με ένα RuBee tag που έχει ταχύτητα αναγνώρισης μόλις, περίπου 6-10 φορές το δευτερόλεπτο. Η χαμηλή ταχύτητα των RuBee tag, δεν τα κατατάσσει στην πρώτη επιλογή για τις περισσότερες αλυσίδες διανομής. Ωστόσο η νέα αυτή τεχνολογία κάλλιστα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εφαρμογές όπως στην αναγνώριση των ζώων, για την αναγνώριση της αυθεντικότητας των προϊόντων, και στον τομέα των ιατρικών εφαρμογών. Τέλος μπορεί η τεχνολογία RuBee να μειονεκτεί ως προς την ταχύτητα αναγνώρισης, από την άλλη όμως, σύμφωνα με τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα από τις δοκιμαστικές εφαρμογές και ελέγχους που έχει υποστεί, φαίνεται να παρέχει μεγαλύτερη ακρίβεια και ορθότητα απ' ότι τα EPC-RFID tags, και με μικρότερη ευαισθησία και εξωτερικό «θόρυβο» από άλλα RF σήματα.

Μπορεί η ταχύτητα να περιορίζει την εφαρμογή της τεχνολογία RuBee, από την άλλη, ωστόσο, δεν διαδραματίζει και τον μοναδικό παράγοντα. Η τεχνολογία RuBee προσφέρει μοναδικά τεχνολογικά πλεονεκτήματα και εννοιολογικές διαφορές στον σχεδιασμό τους από τα παραδοσιακά EPC-RFID μοντέλα.

Ο σχεδιασμός της τεχνολογίας RuBee επιτρέπει την απευθείας επικοινωνία μεταξύ των συστημάτων (peer-to-peer), τόσο ανάμεσα στα tags και στους router, αλλά και μεταξύ των tags των ίδιων. Μια ενδιαφέρουσα εφαρμογή της πιο πάνω ικανότητας των RuBee tag είναι, η δυνατότητα να προγραμματιστούν κατάλληλα έτσι ώστε να προειδοποιούν, με συναγερμό, σε περίπτωση που ένα αντικείμενο με tag μετακινηθεί παράνομα από την θέση του στα ράφια του καταστήματος, ή από μια μη εξουσιοδοτημένη μετακίνηση του, ή σε προϊόντα υψηλής αξίας.

Επίσης, σύμφωνα με το πρότυπο IEEE P1902.1, τα RuBee tag, θα έχουν την δυνατότητα του πραγματικού χρόνου διερεύνησης των tag, ενώ προβλέπεται και η σύνδεσή τους μέσω URLs με το internet, γεγονός που αυξάνει την δυνατότητα διερεύνησής τους μέσω του internet. [26]

Σε αντίθεση με το μοντέλο του EPC, όπου η μνήμη του tag περιορίζεται στο ελάχιστο δυνατό ποσοστό χρησιμοποίησης, τα tag είναι ένα μέσο σύνδεσης με τα βασικά αρχεία και τις πληροφορίες του προϊόντος που αντιπροσωπεύουν. Τα RuBee tag πρόκειται να σχεδιαστούν με χωρητικότητα μνήμης ικανή να μεταφέρει πληροφορίες για το προϊόν επάνω στο προϊόν. Έτσι θα είναι πιο εύκολη η αναζήτηση του ιστορικού ενός προϊόντος που θα είναι αποθηκευμένο μέσα σε μια αποθήκη, ενώ το κόστος αυτού του tag προβλέπεται να είναι πολύ πιο χαμηλό από το αντίστοιχο του active RFID tag, προκειμένου να πραγματοποιήσει την ίδια διαδικασία.

Όπως επισημαίνουν στελέχη βιομηχανιών και μελετητές της τεχνολογίας RFID, ένα σημαντικό ερώτημα που προκύπτει από την νέα τεχνολογία RuBee είναι αν η εν' λόγω τεχνολογία είναι ένα εργαλείο διαφάνειας (visibility) ενώ η τεχνολογία RFID είναι εργαλείο ιχνηλασιμότητας (tracking). Το RuBee οραματίζεται να αποτελέσει ένα σύστημα διαφάνειας παρέχοντας περισσότερες πληροφορίες από την απλή ανίχνευση του αντικειμένου ή προϊόντος μέσα σε μια γραμμή παραγωγής ή σε μια αποθήκη. Ενώ ένα σύστημα ανίχνευσης συλλέγει δεδομένα για το που βρίσκεται ένα αντικείμενο, τα συστήματα διαφάνειας (visibility) μπορούν να παρέχουν πληροφορίες, σε πραγματικό χρόνο, για την κατάσταση των αντικειμένων, καθώς, επίσης και ιστορικά στοιχεία για το προϊόν και την διαδρομή αυτού.

Όπως διατυπώνεται και από αναλυτές του κλάδου, η νέα αυτή τεχνολογία των RuBee tag θα έρθει και θα καλύψει το κενό της αγοράς του RFID. Κατά αυτό τον τρόπο τα RuBee είναι ιδανικά για εφαρμογές στο επίπεδο του λιανεμπορίου, σε ιατρικές εφαρμογές και φαρμακευτικά είδη, στην αναγνώριση των ζώων, καθώς και

σε όλες της εφαρμογές στις οποίες η χρήση της τεχνολογίας RFID είναι τεχνολογικά μη εφαρμόσιμη ή και υψηλού κόστους.

Στο λιανεμπόριο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία RuBee μαζί με την RFID για τα υψηλής αξίας εμπορεύματα. Τέλος, μια ακόμα δυνατότητα, που υπόσχεται να προσφέρει η τεχνολογία RuBee, έχει να κάνει στη βοήθεια της έξυπνης διαχείρισης των πόρων (smart asset management).

Σύμφωνα με τον οργανισμό IEEE το νέο πρότυπο, που ορίζει την υλοποίηση της τεχνολογίας RuBee θα είναι ολοκληρωμένο στα μέσα του 2007.

Συνοψίζοντας, τα βασικότερα πλεονεκτήματα που απορρέουν από την εφαρμογή της τεχνολογίας RuBee παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω: [25], [26]

- ¶ Δυνατότητα αναγνώρισης μέσα από μη ενδεδειγμένες επιφάνειες (νερό, μέταλλα)
- ¶ Μεγαλύτερη επιφάνια αναγνώρισης (read rage)
- ¶ Μεγαλύτερη διάρκεια της μπαταρίας
- ¶ Δυνατότητα επικοινωνίας ανάμεσα στα διάφορα tag
- ¶ Οικονομικά αποδοτικότερα από τα active RFID tag
- ¶ Η μεταφορά της πληροφορίας για κάθε αντικείμενο πραγματοποιείται μέσω της μνήμης των Chip
- ¶ Μεγαλύτερη αξιοπιστία στην αναγνώριση με μικρότερη ευαισθησία (susceptibility) από άλλα RF σήματα.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι παραπάνω ενότητες αποτελούν μια εμπειρισταωμένη εισαγωγή στην τεχνολογία RFID και τις συνιστώσες της. Προσεγγίστηκαν τα συστατικά μέρη του RFID συστήματος αναλύοντας όλες εκείνες τις παραμέτρους που επηρεάζουν την επιλογή και τον τρόπο λειτουργίας του. Πιο αναλυτικά, αναπτύχθηκε η τεχνολογία του RFID tag, η δομή του και οι διάφοροι τύποι του που απαντώνται στη διεθνή βιβλιογραφία, ενώ έγινε και αναφορά στους RFID Reader, το δεύτερο συστατικό μέρος ενός RFID συστήματος, καθώς και στις παραμέτρους υλοποίησης ενός τέτοιου συστήματος. Ένα βασικό συμπέρασμα αυτής της ανάλυσης είναι ότι η επιλογή και εγκατάσταση της κεραίας του tag αλλά και του reader αποτελούν καίριο παράγοντα για την υλοποίηση του συστήματος και γι' αυτό το λόγο αναπτύχθηκαν εκτενώς στις αντίστοιχες παραγράφους. (§2.2. και §3.2)

Στη συνέχεια, του βασικού συστήματος (subsystem) τοποθετήθηκε το Enterprise σύστημα που αντιπροσωπεύεται από το Middleware, το οποίο και αναλύθηκε επαρκώς αφού διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο στη διαχείριση των πληροφοριών από μια επιχείρηση. Το ίδιο ουσιαστική είναι και η επικοινωνία του RFID συστήματος, των προτύπων που υποστηρίζουν αυτή την επικοινωνία και των παραμέτρων τους, οπότε και αναπτύχθηκαν σε αντίστοιχη ενότητα. Τέλος έγινε μια ανασκόπηση της τεχνολογίας RFID συγκριτικά με τη τεχνολογία του Barcode ως πρόδρομό της αλλά και συγκριτικά με την τάση διαδοχής της από νέες εφαρμογές (π.χ. Rubee).

Ένα κύριο συμπέρασμα από όλα τα παραπάνω είναι ότι αυτή η τεχνολογία αιχμής επιφέρει μοναδικές βελτιώσεις στη λειτουργία και την απόδοση ενός οργανισμού, αλλά απαιτεί πολλές παραμετροποιήσεις τόσο σε τεχνολογικό όσο και σε λειτουργικό επίπεδο. Όσον αφορά σε τεχνολογικό επίπεδο πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν παράγοντες όπως η ποικιλία των RFID tag, η ποικιλία των RFID reader, ο χώρος που θα εγκατασταθεί το σύστημα και το υλικό που θα φέρει το tag, το αν η κεραία θα είναι ενσωματωμένη ή εξωτερική, τα πρότυπα επικοινωνίας και η απαραίτητη υποστήριξη λογισμικού. Σε λειτουργικό επίπεδο απαιτεί αποδοχή της τεχνολογίας από το προσωπικό και εξοικείωση με αυτή. Επίσης λόγω των δυνατοτήτων που προσφέρει η εν λόγω τεχνολογία, ενδεχομένως μια επιχείρηση να καταφύγει ακόμη και σε ανασχεδιασμό των επιχειρησιακών διεργασιών της. Ως εκ τούτου η τεχνολογία RFID αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη λύση για τις επιχειρήσεις αλλά απαιτεί μια πολύ προσεκτική εφαρμογή.

Για την εφαρμογή της θα πρέπει να ληφθούν επίσης υπόψη το νομικό και θεσμικό πλαίσιο της κάθε χώρας, με στόχο να διασφαλιστεί το απόρρητο των προσωπικών δεδομένων κάθε πολίτη. Έτσι, σε επόμενη ενότητα γίνεται αναφορά στο νομοθετικό πλαίσιο που διέπει την Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση καθώς στην επίδραση της τεχνολογίας στην ιδιωτική μας ζωή.

Επιδιώκοντας κάποιος μια πιο ουσιαστική εμβάθυνση στην τεχνολογία αυτή, βλέπει ότι συμπληρωματικό και αναπόσπαστο κομμάτι είναι οι επιπτώσεις της στην λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας. Μάλιστα μέσω αυτών των επιπτώσεων γίνονται αντιληπτοί οι λόγοι για τους οποίους η τεχνολογία αναπτύχθηκε και συνεχίζει να αναπτύσσεται. Ως άμεση συνέπεια όλων αυτών, σε επόμενη ενότητα αναπτύσσονται χαρακτηριστικά παραδείγματα εταιρειών που επωφελούνται στα διάφορα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας από τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής της τεχνολογίας RFID.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΜΕΡΟΥΣ Α΄

1. Hns, M., όνομα αρχείου pear to pear “2_RFID(good)”, E-Mule 2007
2. “The True Cost of Radio Frequency Identification (RFID)”, Αναφορά από την εταιρία “HighJump Software”, 04/2004.
www.highjumpsoftware.com/promos/download.asp?item=25
3. Karygiannis, T., Eydt, B., Barber, G., Bunn, L. & Phillips, T., “Guidance for Securing Radio Frequency Identification (RFID) Systems (Draft)Draft-SP800-98”, συστάσεις του National Institute of Standards and Technology (NIST), όνομα αρχείου “Draft-SP800-98” , 09/2007.
<http://csrc.nist.gov/publications/PubsSPs.html>
4. Thornton, F., Haines, B., Das, M. A., Bhargava, H., Campbell, A., “RFID Security”, Syngress Publishing, Inc., 2006, όνομα αρχείου pear to pear “RFID Security (Syngress 2006)”, E-Mule 2007.
5. Rao, K.V. S., “An overview of backscattered radio frequency identification system (RFID)”, Intermec Technologies Corporation, 1999.
<http://ieeexplore.ieee.org/iel5/6678/18000/00833700.pdf?tp=&isnumber=&arnumber=833700>
6. Reynolds, M., Founding Partner of ThingMagic LLC, “The physics of RFID”, ThingMagic LLC, όνομα αρχείου pear to pear “Physics Of Rfid (Read Distance)-Thingmagic”, E-Mule 2007.
7. Patrick J. Sweeney II, “RFID For Dummies”, Wiley Publishing, Inc., 2005.
<http://www.vetc.com.cn/images/RFID%E5%82%BB%E7%93%9C%E4%B9%A6.pdf>
8. Youbok Lee, “RFID Coil Design”, Microchip Technology, 2002.
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/appnotes/00678b.pdf>
9. Finkenzeller, K., “Rfid Handbook: Fundamentals And Applications In Contactless Smart Cards And Identification”, John Wiley & Sons, Ltd., 2nd Edition, 2003.
[http://home.elka.pw.edu.pl/~aelmahd/download/John%20Wiley%20&%20Sons%20-%20RFID%20Handbook%20\(2nd\).pdf](http://home.elka.pw.edu.pl/~aelmahd/download/John%20Wiley%20&%20Sons%20-%20RFID%20Handbook%20(2nd).pdf)
10. Prof. Furness, A. & Mr. Smith, G. I., “RFID Compendium & Buyer’s Guide 2004-5”, δημοσιεύτηκε από “AUTO ID SERVICE PROVIDERS Ltd”., για λογαριασμό του “AIM UK”, 2004, κεφάλαιο: “Annex – RFID Technical Basics”, σελίδες 63-70.
<http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/RFIDcomp04.pdf>
11. “Global Commerce Initiative EPC Roadmap”, δημοσιεύτηκε από την Global Commerce Initiative (GCI) σε συνεργασία με την IBM, 11/2007, όνομα αρχείου pear to pear “IBM Roadmap to implimenting RFID”, E-Mule 2007.
12. “Low Frequency Micro Evaluation Kit”, Reference Guide, Literature Number: SCBU040, Texas Instruments, 12/2001.
<http://focus.ti.com/lit/ug/scbu040/scbu040.pdf>
13. Ζεϊμπέκης, Β., & Κουρουθανάσης, Π., «Τεχνολογίες αυτόματης αναγνώρισης προϊόντων για την ολοκλήρωση της εφοδιαστικής αλυσίδας», τελικό πόρισμα, Ζ κύκλου εργασιών, ομάδας Εργασίας ΟΕ Ζ2, www.ebusinessforum.gr , Αθήνα, 12/2004.
<http://www.ebusinessforum.gr/engine/index.php?op=modload&modname=Downloads&action=downloadsviewfile&ctn=638&language=el>
14. Harmon, K. C., “Part 1: Active and Passive RFID: Two Distinct, But Complementary, Technologies for Real-Time Supply Chain Visibility”, www.autoid.org, 2002.
http://www.autoid.org/2002_Documents/sc31_wg4/docs_501-520/520_18000-7_WhitePaper.pdf
15. Bhatt, H., & Glover, B., “RFID Essentials”, O’Reilly Media, Inc, 01/2006, όνομα αρχείου pear to pear “O’Reilly,.RFID.Essentials.(2006).BBL”, E-Mule 2007.
16. Chiesa, M., Genz, R., Heubler, F., Mingo, K., Noessel, C., Sopiaeva, N., Slocombe, D., Tester, J., “RFID - a week long survey on the technology and its potential”, Harnessing Technology

- Project, Phase I – Research, [Interaction Design Institute Ivrea](#), 04/2002, όνομα αρχείου pear to pear “RFID_research”, E-Mule 2007.
17. “RFID Technology for Warehouse and Distribution Operations - AN RFID PRIMER”, LXE Inc., www.lxe.com, 02/2004, όνομα αρχείου pear to pear “90-0156 RFID”, Limeware pro 2007.
 18. Limbach, A. M. & Read, R. W., “Supply Chain Technology: RFID To Get Boost, But Investment Options Remain Limited”, Robert W. Baird & Co., USA, 10/06/2003, όνομα αρχείου pear to pear “RFID_Supply Chain Technology”, Limeware pro 2007.
 19. RFID Project Group, “RFID White Paper Technology, Systems, and Applications”, BITKOM, German Association for Information Technology, Telecommunications and New Media e.V., English Version 12/2005.
http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/White_Paper_RFID_english_12_12_2005_final.pdf
 20. Άρθρο «Η αλυσίδα παραγωγής σε «χάρτη» ακριβείας», αφιέρωμα «EXTRA / Ιχνηλασιμότητα Προϊόντων», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 29, Σεπτέμβρης – Οκτώβρης 2004, σελ. 34-36.
 21. Άρθρο «Από τους γραμμωτούς κώδικες στην RFID», αφιέρωμα «EXTRA / Ιχνηλασιμότητα Προϊόντων», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 29, Σεπτέμβρης – Οκτώβρης 2004, σελ. 40-42.
 22. Zaheeruddin Asif & Munir Mandviwalla, “Integrating the supply chain with RFID: A technical and business analysis”, Irwin L. Gross eBusiness Institute, Fox School of Business and Management, Temple University, 2005.
<http://ibit.temple.edu/programs/RFID/RFIDSupplyChain.pdf>
 23. Sabri Serkan Basat, “Design and characterization of RFID modules in multilayer configurations”, διπλωματική εργασία για την ολοκλήρωση του “Masters Of Science In Electrical And Computer Engineering”, Georgia Institute of Technology, 12/2006.
http://etd.gatech.edu/theses/available/etd-11202006-124610/unrestricted/basat_sabri_s_200612_mast.pdf
 24. Brown; M., Zeisel; E., Sabella, R., “RFID+ Exam Cram”, Exam Cram, 16/05/2006.
http://www.examcram2.com/content/images/9780789735041/samplechapter/0789735040_CH03.pdf
 25. Wyld, D., “Is RuBee the next generation of RFID?”, www.Rfidnews.org , 15/03/2007.
<http://www.rfidnews.org/library/2007/03/15/is-rubee-the-next-generation-of-rfid/>
 26. “IEEE begins wireless, long-wavelength standard for healthcare, retail and livestock visibility networks”, <http://standards.ieee.org> , 08/06/2006.
http://standards.ieee.org/announcements/pr_p19021Rubee.html
 27. Ward, M., van Kranenburg, R., “RFID: Frequency, standards, adoption and innovation”, JISC Technology and Standards Watch, 05/2006.
<http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/TSW0602.pdf>
 28. GS1 Ελλάς, 2007
www.gs1gr.org
 29. Auto-ID Center, “Draft protocol specification for a 900 MHz Class 0 Radio Frequency Identification Tag”, 23/02/2003.
http://www.epcglobalinc.org/standards/specs/900_MHz_Class_0_RFIDTag_Specification.pdf
 30. “EPCglobal Standards Overview”, EPCglobal Inc., 2007.
<http://www.epcglobalinc.org/standards>
 31. Manias, G., Vice President of “Paragon Data Systems”, “Smarter than “Smart Labels”? - Alternative for Slap-and-Ship RFID”, 2007.
<http://www.automation.com/sitepages/pid2011.php>

32. Απόφαση αριθμ. οικ. 399/34 της Εθνικής Επιτροπής Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ), «Κανονισμός Όρων Χρήσης Μεμονωμένων Ραδιοσυχνοτήτων ή Ζωνών Ραδιοσυχνοτήτων» (Αριθμ. Οικ. 399/34, ΦΕΚ 1456/Β/3-10-2006).
http://www.eett.gr/export/sites/default/sites/EETT/Electronic_Communications/Radio_Communications/Rights_Of_Use/AP399_034.pdf
33. “Transponder, smart label, Tag. What's the difference?”, www.morerfid.com, 2007.
<http://www.morerfid.com/index.php?do=faq&topic=Tag-12&display=RFID>
34. AIM Global, Resources >>General AIM Resource Links >>General AIM Information, 2007.
http://www.aimglobal.org/technologies/general_aide_resources.asp
35. Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων, 2007.
<http://www.eett.gr/EETT>
36. Άρθρο «13 απαντήσεις αποκωδικοποιούν τον όρο RFID», 2007.
http://www.go-online.gr/ebusiness/legislation/article.html?article_id=1591
37. Rfid Consultation, “About RFID / Technical Basics”, 2007.
<http://www.rfidconsultation.eu/menu/1/30.html>
38. Rfid Consultation, “Standards”, 2007.
<http://www.rfidconsultation.eu/menu/28>
39. Κονταράτος, Ι. Γ., σημειώσεις στα πλαίσια του μαθήματος «Logistics Διανομών», στο 3^ο εξάμηνο του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών στη «Διοίκηση και Οργάνωση Βιομηχανικών Συστημάτων, με ειδίκευση Logistics», Πανεπιστήμιο Πειραιά, 2006.
40. Άρθρο «RFID: Αυτοματοποιεί τα logistics», Περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 46, Μάιος 2006, σελ. 108-110.
41. Άρθρο «Συσκευασία / Εφαρμογές για διαχείριση φορτίων», Περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 48, Ιούλιος –Αύγουστος 2006, σελ. 82-86.
42. Bakken D. E., “MIDDLEWARE”, Washington State University, USA, 2002.
<http://www.eecs.wsu.edu/~bakken/middleware-article-bakken.pdf>
43. Burnell, J., “What Is RFID Middleware and Where Is It Needed?” , www.rfidupdate.com , 09/08/2006.
<http://www.rfidupdate.com/articles/index.php?id=1176>
44. Šešlija, D. & Tešić, Z., “RFID middleware as a connection between manufacturing processes and enterprise level information system”, Series: Mechanical Engineering Vol. 4, No 1, FACTA Universitatis, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia, 2006, pp. 63 – 74.
<http://facta.junis.ni.ac.yu/facta/me/me2006/me2006-08.pdf>
45. Burnell, J., “A Primer on Types of RFID Middleware”, www.rfidupdate.com , 09/08/2006.
<http://www.rfidupdate.com/articles/index.php?id=1177> ,
46. Reva Systems Corporation, Products>>Overview, 2007.
<http://www.revasystems.com/html/products/tap/overview.html>
47. Acrom Control Systems Ltd, ‘RFID Edge Controller’, 15/07/2007.
http://www.arcom.co.uk/ibm/rfid_edge_controller_datasheet.pdf
48. Burnell, J., “ERP Support Squeezes RFID Middleware”, www.rfidupdate.com , 17/08/2006.
<http://www.rfidupdate.com/articles/index.php?id=1183>
49. Burnell, J., “RFID Middleware Change is Certain, Direction is Not”, www.rfidupdate.com, 28/08/2006.
<http://www.rfidupdate.com/articles/index.php?id=1190>
50. “Tecnologia RFID, e-privacy”, 1st edition, www.ibiesse.it, όνομα αρχείου pear to pear “[eBook.ITA] violazione privacy.tramite RFID”, E-Mule 2007.
51. Δελτίο Τύπου «Το πρωτόκολλο RFID Gen 2 EPC έγινε αποδεκτό ως ISO 18000-6C», Τετάρτη, 26 Ιουλίου 2006.
<http://www.presspoint.gr/release.asp?id=93176>

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΜΕΡΟΣ Β΄
ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

8. ΕΛΛΑΔΑ

8.1. Ελληνικό Νομικό Πλαίσιο

Η χρήση ραδιοσυχνοτήτων και η λειτουργία των συσκευών ραδιοσυχνικής αναγνώρισης (RFID) στην Ελλάδα υπόκεινται κυρίως στο παρακάτω νομοθετικό πλαίσιο (με χρονολογία έκδοσης) [8]:

- ◆ Π.Δ. υπ' αριθμ 44 «Ραδιοεξοπλισμός και τηλεπικοινωνιακός τερματικός εξοπλισμός και αμοιβαία αναγνώριση της συμμόρφωσης των εξοπλισμών αυτών - Προσαρμογή της ελληνικής νομοθεσίας στην οδηγία 99/5/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 9 Μαρτίου 1999» (ΠΔ 44/2002, ΦΕΚ 44/Α/7-3-2002). [5]
- ◆ Νόμος υπ' αριθμ 3431 «Περί Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών και άλλες διατάξεις» (Ν. 3431/2006, ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006). [4]
- ◆ Απόφαση αριθμ. οικ. 17225/655 των υπουργών Εθνικής Άμυνας και Μεταφορών και Επικοινωνιών, «Έγκριση Εθνικού Κανονισμού Κατανομής Ζωνών Συχνοτήτων (ΕΚΚΖΣ)» (Αριθμ. Οικ. 17225/655, ΦΕΚ 399/Β/3-4-2006). [1]
- ◆ Απόφαση αριθμ. οικ. 390/1 της Εθνικής Επιτροπής Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ), «Κανονισμός Χρήσης και Χορήγησης Δικαιωμάτων Χρήσης Ραδιοσυχνοτήτων υπό καθεστώς Γενικής Άδειας για τη Παροχή Δικτύων ή / και Υπηρεσιών Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών» (Αριθμ. Οικ. 390/1, ΦΕΚ 750/Β/21-6-2006). [2]
- ◆ Απόφαση αριθμ. οικ. 399/34 της Εθνικής Επιτροπής Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ), «Κανονισμός Όρων Χρήσης Μεμονωμένων Ραδιοσυχνοτήτων ή Ζωνών Ραδιοσυχνοτήτων» (Αριθμ. Οικ. 399/34, ΦΕΚ 1456/Β/3-10-2006). [3]

8.2. Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (Ε.Ε.Τ.Τ.)

Η Ε.Ε.Τ.Τ. αποτελεί την Εθνική Ρυθμιστική Αρχή (NRA) σε θέματα παροχής δικτύων και υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών, συναφών ευκολιών και συναφών υπηρεσιών και συστάθηκε με το Νόμο 2246/1994. Σύμφωνα με το Νόμο 3431/2006, σε αυτή υπόκειται ο έλεγχος, η ρύθμιση και η εποπτεία της αγοράς των ηλεκτρονικών επικοινωνιών. Οι αποφάσεις της Ε.Ε.Τ.Τ. γνωστοποιούνται με μέριμνά της στον Υπουργό Μεταφορών και Επικοινωνιών.

Οι αρμοδιότητες της Ε.Ε.Τ.Τ. σχετικά με τη χρήση των ραδιοσυχνοτήτων και τη λειτουργία των συσκευών ραδιοσυχνικής αναγνώρισης είναι [4] :

- ◆ Η τήρηση του Εθνικού Μητρώου Ραδιοσυχνοτήτων.
- ◆ Ο καθορισμός και η διαχείριση των ραδιοσυχνοτήτων ή των ζωνών του φάσματος ραδιοσυχνοτήτων.
- ◆ Η χορήγηση, η ανάκληση ή ο περιορισμός των δικαιωμάτων χρήσης ραδιοσυχνοτήτων βάσει των αρμοδιοτήτων της, με την έκδοση σχετικού κανονισμού.
- ◆ Η εποπτεία και ο έλεγχος της χρήσης των ραδιοσυχνοτήτων και η επιβολή των σχετικών κυρώσεων.
- ◆ Η διενέργεια των διαγωνιστικών διαδικασιών για τη χορήγηση των δικαιωμάτων χρήσης ραδιοσυχνοτήτων.
- ◆ Η διαχείριση θεμάτων που αφορούν στις προϋποθέσεις χρήσης και διάθεσης στην αγορά του τερματικού εξοπλισμού και ραδιοεξοπλισμού, με την έκδοση σχετικού κανονισμού.

8.3. Φάσμα Συχνοτήτων Λειτουργίας Συσκευών RFID στην Ελλάδα

Συγκεκριμένα οι συχνότητες που διατίθενται χωρίς απαίτηση ατομικού δικαιώματος χρήσης για εφαρμογές RFID είναι:

- Ø Για συσκευές μικρής εμβέλειας εφαρμογών επαγωγικού βρόγχου που διατίθενται και για εφαρμογές RFID:
 - ◆ 119-135 kHz, μαγνητικό πεδίο 66 dBuA / m σε απόσταση 10m (σύμφωνες με το Π.Δ. 44/2002, την απόφαση ERC DEC (01)13 και την Σύσταση ERC/REC 70-03). [1],[3],[7]
 - ◆ 13,553–13,567 MHz, μαγνητικό πεδίο 60 dBuA / m σε απόσταση 10m (σύμφωνες με το Π.Δ. 44/2002, τις αποφάσεις ERC DEC (01)14, ERC DEC (01)15, ERC DEC (01)16 και την Σύσταση ERC/REC 70-03). [1],[3],[7]
- Ø Για μη καθορισμένες συσκευές μικρής εμβέλειας που διατίθενται και για εφαρμογές RFID:
 - ◆ 433,050-434,790 MHz, με μέγιστη ενεργό ακτινοβολούμενη ισχύ e.r.p. 10mW (σύμφωνες με το Π.Δ. 44/2002, τις αποφάσεις ERC DEC (01)03, ERC DEC (01)05, και την Σύσταση ERC/REC 70-03). [1],[3],[7]
 - ◆ 868-868,6 MHz, με μέγιστη ενεργό ακτινοβολούμενη ισχύ e.r.p. 25 mW (σύμφωνες με το Π.Δ. 44/2002, τις αποφάσεις ERC DEC (01)04 και την Σύσταση ERC/REC 70-03). [1],[3],[7]
 - ◆ 868,7-869,2 MHz, με μέγιστη ενεργό ακτινοβολούμενη ισχύ e.r.p. 25 mW (σύμφωνες με το Π.Δ. 44/2002, τις αποφάσεις ERC DEC (01)04 και την Σύσταση ERC/REC 70-03). [1],[3],[7]
 - ◆ 869,4-869,65 MHz, με μέγιστη ενεργό ακτινοβολούμενη ισχύ e.r.p. 500 mW και εύρος ζώνης 25kHz (σύμφωνες με το Π.Δ. 44/2002, τις αποφάσεις ERC DEC (01)04 και την Σύσταση ERC/REC 70-03). [1],[3],[7]
 - ◆ 869,7-870 MHz, με μέγιστη ενεργό ακτινοβολούμενη ισχύ e.r.p. 5 mW (σύμφωνες με το Π.Δ. 44/2002, τις αποφάσεις ERC DEC (01)04 και την Σύσταση ERC/REC 70-03). [1],[3],[7]
- Ø Για συσκευές μικρής εμβέλειας που χρησιμοποιούνται για εφαρμογές ραδιοσυχνικής αναγνώρισης RFID σύμφωνα με το Π.Δ. 44/2002 και την Σύσταση ERC/REC 70-03:
 - ◆ 865-868 MHz, με μέγιστη ενεργό ακτινοβολούμενη ισχύ e.r.p. 100 mW. [1],[3],[7]
 - ◆ 2446-2454 MHz, με μέγιστη ενεργό ακτινοβολούμενη ισχύ e.r.p. 500 Mw. [1],[3],[7]

8.4. Ουσιώδεις Απαιτήσεις Συμμόρφωσης Κάθε Προϊόντος Τηλεπικοινωνιακού Εξοπλισμού

Η αρμοδιότητα για θέματα τηλεπικοινωνιακού τερματικού εξοπλισμού και ραδιοεξοπλισμού δόθηκε στην ΕΕΤΤ με το Προεδρικό Διάταγμα 44/2002, όπου ρυθμίζεται η διάθεση στην αγορά και η χρήση του τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού. Οι ουσιώδεις απαιτήσεις ως προς τις οποίες θα πρέπει, σύμφωνα με το Π.Δ., να συμμορφώνεται κάθε προϊόν τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού είναι (άρθρο 3 του Π.Δ.) [9]:

- ◆ Απαιτήσεις για την προστασία της υγείας και ασφάλειας του χρήστη ή τρίτου, συμπεριλαμβανομένων των απαιτήσεων ασφαλείας σύμφωνα με την ΚΥΑ 470/ 1985 όπως τροποποιήθηκε από την ΚΥΑ Β 6467/608/88 που εναρμονίζουν στην ελληνική νομοθεσία την οδηγία 73/23/ΕΟΚ, εξαιρουμένης της επιβολής κατώτατου ορίου τάσης.
- ◆ Απαιτήσεις προστασίας για την ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα, σύμφωνα με την ΚΥΑ 94649/8682/93 που μεταφέρει στην ελληνική νομοθεσία την οδηγία 89/336/ΕΟΚ όπως τροποποιήθηκε με τις οδηγίες 92/31/ΕΟΚ και 93/68/ΕΟΚ.

- ◆ Επιπλέον για το ραδιοεξοπλισμό, ισχύει ότι θα πρέπει να κατασκευάζεται έτσι ώστε να χρησιμοποιείται αποτελεσματικά το φάσμα που έχει παραχωρηθεί σε επίγειες ή δορυφορικές ραδιοεπικοινωνίες και τους τροχιακούς πόρους και να αποφεύγονται οι επιβλαβείς παρεμβολές.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

9. ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

9.1. Ευρωπαϊκό Νομικό Πλαίσιο

Το ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο σχετικά με τη λειτουργία των συσκευών ραδιοσυχνικής αναγνώρισης (RFID) και τις συχνότητες λειτουργίας τους αποτελείται από:

- ◆ Την Σύσταση “ERC RECOMMENDATION 70-03 / Relating to the use of short range devices (SRD)”, έκδοση της 9ης Φεβρουαρίου 2007. [6]
- ◆ Την Απόφαση 2006/804/EK της επιτροπής, «Σχετικά με την εναρμόνιση του ραδιοφάσματος για συσκευές ταυτοποίησης ραδιοσυχνοτήτων (RFID) που λειτουργούν στη ζώνη υπερυψηλών συχνοτήτων (UHF)», [κοινοποιηθείσα υπό τον αριθμό E(2006) 5599], της 23ης Νοεμβρίου 2006. [17]

9.2. Φάσμα Συχνοτήτων Λειτουργίας Συσκευών RFID στην ΕΕ

Η Σύσταση ERC REC 70-03 (εκδ. 9ης Φεβρουαρίου 2007) καθορίζει χωρίς άδεια τη λειτουργία RFID στις παρακάτω περιοχές συχνοτήτων, ενώ η Απόφαση 2006/804/EK (23ης Νοεμβρίου 2006) της επιτροπής, αφορά την εναρμόνιση του ραδιοφάσματος για συσκευές RFID που λειτουργούν στη ζώνη υπερυψηλών συχνοτήτων (UHF). Πιο συγκεκριμένα έχουμε:

- Ø Για συσκευές μικρής εμβέλειας εφαρμογών επαγωγικού βρόγχου που διατίθενται και για εφαρμογές RFID:
 - ◆ 400-600 kHz, μαγνητικό πεδίο -8dBuA /m σε απόσταση 10m. [6]
 - ◆ 13,553–13,567 MHz (4), μαγνητικό πεδίο 60dBuA /m σε απόσταση 10m. [6]
- Ø Για συσκευές μικρής εμβέλειας που χρησιμοποιούνται για εφαρμογές ραδιοσυχνικής αναγνώρισης RFID:
 - ◆ 865-868 MHz με μέγιστη ενεργό ακτινοβολούμενη ισχύ e.r.p. 100 mW, εύρος ζώνης 200 kHz. [6],[17]
 - ◆ 865,6-867,6 MHz με μέγιστη ενεργό ακτινοβολούμενη ισχύ e.r.p. 2W, εύρος ζώνης 200 kHz. [6],[17]
 - ◆ 865,6-868 MHz με μέγιστη ενεργό ακτινοβολούμενη ισχύ e.r.p. 500 mW, εύρος ζώνης 200 kHz. [6],[17]
 - ◆ 2,446-2,454 GHz με μέγιστη ενεργό ακτινοβολούμενη ισχύ e.r.p. 500 mW. [6]

Παρακάτω παρατίθεται ένας πίνακας που περιέχει συγκεντρωτικά τις συχνότητες λειτουργίας για RFID εφαρμογές στην Ελλάδα και στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Σύντομη Περιγραφή ³	Κατανομή Ραδιοσυχνότητων	Συχνότητα Λειτουργίας RFID	Εύρος ανάγνωσης (m)	ERC REC 70-03	Ελληνική Νομοθεσία	Μαγνητικό πεδίο	Μέγιστη ενεργό ακτινοβολούμενη ισχύ E.R.P. & Εύρος Ζώνης
VLF	3Hz - 30kHz						
LF	30kHz - 300kHz	125-134kHz	0.45m	(119-135 kHz) Υφίσταται η συχνότητα για <u>SRD</u> ως εφαρμογές δι'επαγωγής, αλλά δεν διευκρινίζεται η χρήση τους σε εφαρμογές RFID	119-135 kHz (SRD ως εφαρμογές δι'επαγωγής)	66 dBuA / m σε απόσταση 10m	
MF	300kHz - 3MHz	400-600kHz ⁴	-	400-600kHz (SRD ως εφαρμογές δι'επαγωγής)	Δεν έχουν ενσωματωθεί.	-8dBuA /m σε απόσταση 10m	
HF	3MHz - 30MHz	13.56MHz	<1m	13,553-13,567MHz (SRD ως εφαρμογές δι'επαγωγής)	13,553-13,567 MHz (SRD ως εφαρμογές δι'επαγωγής)	60dBuA /m σε απόσταση 10m	
VHF	30MHz - 300MHz						
UHF	300MHz - 3000MHz	433,050-434,790 MHz		(433,050-434,790 MHz) Υφίσταται η συχνότητα για <u>μη καθορισμένες SRD</u> , αλλά δεν διευκρινίζεται η χρήση τους σε εφαρμογές RFID	433,050-434,790 MHz (ως μη καθορισμένες SRD)		10mW
		850 - 950 MHz	2-5m	865-868 MHz (SRD για εφαρμογές RFID)	865-868 MHz (SRD για εφαρμογές RFID)		100 mW & 200 kHz
				865,6-867,6 MHz	Δεν έχουν ενσωματωθεί		2W & 200 kHz
				865,6-868 MHz	Δεν έχουν ενσωματωθεί		500 mW & 200 kHz
				(868-868,6 MHz) Υφίσταται η συχνότητα για <u>μη καθορισμένες SRD</u> , αλλά δεν διευκρινίζεται η χρήση τους σε εφαρμογές RFID	868-868,6 MHz (ως μη καθορισμένες SRD)		25 mW
				(868,7-869,2 MHz) Υφίσταται η συχνότητα για <u>μη καθορισμένες SRD</u> , αλλά δεν διευκρινίζεται η χρήση τους σε εφαρμογές RFID	868,7-869,2 MHz (ως μη καθορισμένες SRD)		25 mW
				(869,4-869,65 MHz) Υφίσταται η συχνότητα για <u>μη καθορισμένες SRD</u> , αλλά δεν διευκρινίζεται η χρήση τους σε εφαρμογές RFID	869,4-869,65 MHz (ως μη καθορισμένες SRD)		500 mW & 25kHz
(869,7-870 MHz) Υφίσταται η συχνότητα για <u>μη καθορισμένες SRD</u> , αλλά δεν διευκρινίζεται η χρήση τους σε εφαρμογές RFID	869,7-870 MHz (ως μη καθορισμένες SRD)		5 mW				
SHF / Microwave	3GHz to 30GHz	2.4 - 5GHz	>1m	2,446-2,454 GHz (SRD για εφαρμογές RFID)	2,446-2,454 GHz (SRD για εφαρμογές RFID)		500 mW
EHF	30GHz to 300GHz						

Πίνακας 12 Συχνότητες λειτουργίας σε ΕΕ και Ελλάδα

³ Για το πλήρες όνομα της σύντομης περιγραφής βλ. Παράρτημα Ι

⁴ Βάσει της Ευρωπαϊκής Σύστασης "ERC REC 70-03"

9.4. Εναρμόνιση Χρήσης Ασύρματων Μικροσυσκευών

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέσα στο 2007 εξέδωσε τις εξής αποφάσεις:

- Ø Την απελευθέρωση των συχνοτήτων στις ασύρματες σειριακές συσκευές καθημερινής χρήσης
- Ø Την επιβολή της χρήσης του ίδιου φάσματος συχνοτήτων σε μικροσυσκευές που χρησιμοποιούνται σε ολόκληρο το ευρωπαϊκό έδαφος

Με τις δύο αυτές αποφάσεις της η Επιτροπή απελευθερώνει τις ζώνες συχνοτήτων για τις ασύρματες μικρο-συσκευές όπως σε πόρτες γκαράζ, ασύρματους συναγερμούς, όργανα ελέγχου μωρών, τηλέφωνα και μικρόφωνα που σύντομα θα λειτουργούν εναρμονισμένα σε όλη την Ευρώπη.

Από την εφαρμογή των αποφάσεων αυτών αναμένεται να απλουστευτεί η ζωή των πολιτών στην Ε.Ε. καθώς κάθε Ευρωπαίος θα είναι σε θέση να χρησιμοποιεί το ίδιο ασύρματο προϊόν οπουδήποτε στην Ε.Ε., ενώ οι κατασκευαστές θα παράγουν το ίδιο προϊόν για ολόκληρη την εσωτερική αγορά παρέχοντας στους καταναλωτές προϊόντα σε περισσότερο συμφέρουσες τιμές. Θα εναρμονιστούν επίσης και οι ραδιοσυχνότητες για τις συσκευές προσδιορισμού ραδιοσυχνότητας (RFID).

Ο αντίκτυπος από τις συγκεκριμένες αποφάσεις της Επιτροπής θα είναι ότι οι μικρές ασύρματες συσκευές -που είναι στην πλειοψηφία τους φορητά προϊόντα μαζικής αγοράς- θα μπορούν στο εξής να χρησιμοποιούνται χωρίς ειδική άδεια και να λειτουργούν με την ίδια ευκολία σε όλα τα κράτη μέλη. Δηλαδή οι καταναλωτές δεν θα είναι απαραίτητο να ελέγχουν εάν ο συγκεκριμένος εξοπλισμός θα μπορεί να χρησιμοποιείται σε κάθε κράτος μέλος ούτε θα πρέπει να ανησυχούν ότι ένα ασύρματο προϊόν που αγοράζεται σε μία ευρωπαϊκή χώρα δεν θα λειτουργεί σε μια άλλη ή ότι θα επιφέρει προβλήματα σε άλλες ασύρματες επικοινωνίες. Από τη διευκόλυνση αυτή αναμένεται τόνωση της ζήτησης, μείωση των δαπανών παραγωγής για τους κατασκευαστές και ενθάρρυνση της ανάπτυξης νέων καινοτόμων συσκευών και εφαρμογών.

Ο λιανικός τομέας είναι πιθανό να επωφεληθεί πρώτος από τις ρυθμίσεις μέσω αύξησης της αποδοτικότητας της διακίνησης των αγαθών και της αποθήκευσής τους, με συνέπεια τη σημαντική αποταμίευση. Και η παράκαμψη των εμποδίων στη μέχρι σήμερα κατακερματισμένη διαθεσιμότητα των συχνοτήτων, με την παραπάνω πρωτοβουλία της Επιτροπής θα στηρίξει άμεσα και αποφασιστικά την εσωτερική αγορά διευκολύνοντας την ελεύθερη διακίνηση αγαθών και υπηρεσιών.

Οι δύο αποφάσεις της Επιτροπής που εκδόθηκαν μετά από σειρά διαβουλεύσεων με τους εμπειρογνώμονες του ραδιο-φάσματος από τα κράτη μέλη διευκρινίζουν τους τρόπους της χρήσης των εναρμονισμένων εφαρμογών σε όλη την Ε.Ε. για μια μεγάλη σειρά συσκευών. Η πρώτη απόφαση αναφέρεται στις πρακτικές εναρμόνισης και μετρά τις καλύψεις RFID εξασφαλίζοντας εναρμονισμένες συχνότητες σε όλη την Ε.Ε. Η δεύτερη εξετάζει ορισμένες κατηγορίες ήδη εναρμονισμένου εξοπλισμού και προβλέπει για τις συσκευές αυτές, με την ενσωμάτωση κατάλληλου μηχανισμού, να τους επιτρέπει να επεκτείνονται καθώς καθημερινά αναπτύσσονται νέες συσκευές που κατακλύζουν ταχύτατα τις αγορές. [14]

9.4. Δραστηριότητα και Πολιτική της Ευρωπαϊκής Επιτροπής

Κάνοντας αναφορά στο «Δίκτυο των πραγμάτων» (“The internet of things”) εννοούμε τη δημιουργία ενός συστήματος συσκευών και αντικειμένων, «δίκτυωμένων» που θα υπηρετούν τις ανάγκες της κοινωνίας μας για επικοινωνία και πληροφόρηση. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναγνωρίζοντας τον αντίκτυπο της τεχνολογίας RFID σε οικονομικό αλλά και κοινωνικό επίπεδο και την ταχεία εξέλιξή της, οργάνωσε μια εκτεταμένη δημόσια διαβούλευση, της οποίας τα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν στο Ευρωπαϊκό Συμβούλιο και Κοινοβούλιο στα τέλη του 2006.

Οι εργασίες που προηγήθηκαν, έλαβαν χώρα σε καθορισμένες χρονικές περιόδους με συγκεκριμένη θεματολογία. Η έναρξή τους γνωστοποιήθηκε στην έκθεση CeBIT στο Ανόβερο

(Γερμανία) στις 9 Μαρτίου 2006 από την επίτροπο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για θέματα Πληροφορικής και Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης, Viviane Reding.

Οι συναντήσεις –που πραγματοποιήθηκαν με τη σειρά που παρουσιάζονται – είχαν την εξής θεματολογία:

1. Τον προσδιορισμό και την ιεράρχηση των περιοχών εφαρμογής της τεχνολογίας RFID, και της δημιουργίας προσδιοριστικών παραγόντων.
2. Την προστασία των προσωπικών δεδομένων, την υγεία και την ασφάλεια.
3. Την δημιουργία και την διαχείριση των προτύπων, τη διακυβέρνηση και τα πνευματικά δικαιώματα.
4. Την ανάπτυξη ζητημάτων που αφορούν το φάσμα των ραδιοσυχνοτήτων.

Στις 3 Ιουλίου ανακοινώθηκε η έναρξη της δημόσιας διαβούλευσης για την τεχνολογία RFID, που διήρκεσε μέχρι τις 17 Σεπτεμβρίου 2006. Η έναρξη της δημόσιας διαβούλευσης σηματοδότησε τη δεύτερη φάση των εργασιών. Σε αυτή κλήθηκαν να συμμετέχουν παράγοντες της βιομηχανίας αλλά και απλοί πολίτες και τα αποτελέσματά της παρουσιάστηκαν στο κοινό στην έκθεση CeBIT στο Ανόβερο στις 15 Μαρτίου 2007 από την Viviane Reding.

Στην έκθεση παρουσιάστηκε η πολιτική της επιτροπής, η οποία είναι η εδραίωση της τεχνολογίας RFID και η παράλληλη διασφάλιση της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας των προσωπικών δεδομένων. Η επιτροπή δεν προτίθεται να δημιουργήσει κι άλλο νομοθετικό ρυθμιστικό πλαίσιο για τον τρόπο λειτουργίας των RFID, αλλά θα προβεί στην αναθεώρηση του υπάρχοντος νομοθετικού πλαισίου όπου κριθεί αναγκαίο. Η αναθεώρησή του θα βασιστεί στα συμπεράσματα που θα βγουν από μια ομάδα παραγόντων που θα αποτελείται από εκπροσώπους της βιομηχανίας αλλά και μέλη καταναλωτικών οργανώσεων καθώς και επιστήμονες.

Η τεχνολογία RFID βρίσκεται ακόμη σε αρχικό στάδιο, συγκεκριμένα είναι αυτή τη στιγμή ένας κλάδος αγοράς που φτάνει σε αξία τα 500 εκατομμύρια ευρώ, ωστόσο, μέχρι το 2016 αναμένεται ότι θα φτάσει τα 7 δισεκατομμύρια. Επίσης με βάση πρόσφατη μελέτη της Επιτροπής υπολογίστηκε ότι η προσδοκώμενη αξία της αγοράς από την πώληση εναρμονισμένων συσκευών στην Ε.Ε. θα είναι της τάξης των 25 δισεκατομμυρίων ευρώ μέχρι το 2009, ενώ από την εναρμόνιση των συσκευών ελέγχου του ράδιο φάσματος RFID που θα υποστηρίξει την ανάπτυξη της αντίστοιχης τεχνολογίας στην Ευρώπη αναμένεται ότι η αξία της αγοράς υπηρεσιών RFID και εξοπλισμών στην Ευρώπη των 15 θα φθάσει 4 δισεκατομμύρια ευρώ μέχρι το 2010. Η ευρωπαϊκή βιομηχανία ασύρματης δικτύωσης, κινητής τηλεφωνίας και κατασκευής chip, που αποτελούν θεμελιώδεις παράγοντες δημιουργίας RFID, αναπτύσσεται με γρήγορους ρυθμούς και η Ευρώπη των 27 επιθυμεί να χρησιμοποιήσει αυτή την ανερχόμενη βιομηχανία ως μοχλό ανάπτυξης των κρατών-μελών.

Η ομάδα ειδικών που θα σχηματιστεί, θα βοηθήσει την Ε.Ε. να ανανεώσει την Οδηγία για την Ηλεκτρονική Πειρατεία (e-Piracy Directive), ενώ παράλληλα θα της δώσουν ένα σύνολο κατευθύνσεων, τις οποίες θα δώσει στις τοπικές κυβερνήσεις, για να καθορίσουν την πολιτική τους πάνω σε αυτά τα ζητήματα.

[10],[11],[12],[13],[14]

10. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ, ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID

10.1. Νομικό Πλαίσιο Προστασίας Ιδιωτικότητας και Ασφάλειας

Παρ' ολό που η τεχνολογία RFID έχει θετικές επιπτώσεις στην παραγωγή και ενισχύει την ιχνηλασία και τον εντοπισμό αντικειμένων, ζώων και ανθρώπων, ταυτόχρονα υπάρχουν και αρνητικές επιπτώσεις όσον αφορά την υγεία, την ασφάλεια και τα θεμελιώδη δικαιώματα της ιδιωτικότητας και της προστασίας των προσωπικών δεδομένων. Για την ώρα δεν είναι κοινωνικά αποδεκτό το γεγονός ότι πολίτες θα παρακολουθούνται και θα εντοπίζονται όπου και αν πηγαίνουν, οποιαδήποτε στιγμή. Γεγονός που μπορεί να γίνει μέσω κάποιας αγοράς ενός προϊόντος που φέρει ένα RFID tag, είτε μέσω της χρήσης μιας κάρτας απεριόριστων διαδρομών για τα μέσα μαζικής μεταφοράς (όπως συμβαίνει στο Παρίσι). Έτσι λοιπόν η ξεκάθαρη πληροφορία, τα ακριβή στοιχεία και η προστασία εναντίον της κατάχρησης δεδομένων αποτελούν νόμιμη απαίτηση. [15]

Οι κατευθυντήριες αρχές που προτείνονται έτσι ώστε να επιλυθούν τέτοιου είδους προβλήματα είναι οι εξής:

- Ø Κατ' αρχήν εύρεση εναλλακτικών μεθόδων που θα έχουν το ίδιο αποτέλεσμα όσον αφορά την ταυτοποίηση αντικειμένων και ανθρώπων.
- Ø Την ενσωμάτωση τεχνολογικών λύσεων στα RFID tag που θα εξασφαλίζουν την προστασία των προσωπικών δεδομένων και θα διασφαλίζουν την υγεία και την ασφάλεια των χρηστών.
- Ø Την έγκαιρη και έγκυρη ενημέρωση του καταναλωτικού κοινού για την τεχνολογία RFID, τη χρήση της και τις συνέπειες από αυτή.
- Ø Την ενσωμάτωση ενός ολοκληρωμένου νομοθετικού πλαισίου σε όλες τις χώρες, το οποίο θα αφορά αποκλειστικά την χρήση της τεχνολογία RFID και θα προσεγγίζει το θέμα από την πλευρά των κατασκευαστών, των λιανοπωλητών, των καταναλωτών και των σχετικών παραμέτρων που μπορεί να προκύψουν.

Ήδη υπάρχει νομικό πλαίσιο που στηρίζει και προσδιορίζει την προστασία των δεδομένων, την ιδιωτικότητα και ως ένα βαθμό την ασφάλεια [15] :

1. Η οδηγία της Ε.Ε. για την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και για την ελεύθερη κυκλοφορία των δεδομένων αυτών "Data Protection Directive" (1995/46/EC) [18].
2. Η οδηγία για την επεξεργασία των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και την προστασία της Ιδιωτικότητας στον τομέα των Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών "Privacy and Electronic Communications Directive" (2002/58/EC) [19].
3. Ενσωμάτωση της οδηγίας 2002/58/EC στην ελληνική νομοθεσία με το Νόμο υπ' αριθ. 3471 «Προστασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και της ιδιωτικής ζωής στον τομέα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών και τροποποίηση του ν. 2472/1997». (Ν. 3471/2006, ΦΕΚ 133/Α/28-06-2006) [23].

Αναφορικά με την προστασία της ανθρώπινης οντότητας από τις αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία ως αποτέλεσμα της έκθεσής μας στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, το σχετικό νομικό πλαίσιο συνιστάται από [15] :

1. Την σύσταση του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου "Council Recommendation 1999-519-EC", η οποία αφορά τον περιορισμό της έκθεσης των πολιτών στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (Electromagnetic Fields - EMF) [20],
2. Την οδηγία "Directive 2004-40-EC" του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου, η οποία αφορά τις ελάχιστες απαιτήσεις υγιεινής και ασφάλειας για τους εργαζομένους (Στην Ελλάδα έχει δοθεί περιθώριο έκδοσης της εναρμονισμένης νομοθεσία μέχρι την 30^η Απριλίου 2008) [21],[22], καθώς και

3. Τους διεθνείς κανονισμούς.

10.2. Εφαρμογές RFID και Ιδιωτικότητα

Η τεχνολογία RFID μπορεί να μην είναι ευρέως διαδεδομένη, αλλά πλέον απαντάται συχνά σε αντικείμενα που αφορούν την καθημερινότητά μας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το E-Pass και TEO Pass για τα δίδια. Οι δυνατότητες εφαρμογών είναι παρά πολλές και σχετίζονται με την ανάπτυξη της ποιότητας του βιοτικού μας επιπέδου καθώς και με την ασφάλειά μας. Παραδείγματος χάριν τη διασφάλιση της μεταφοράς των αποσκευών μας στα αεροδρόμια στο σωστό προορισμό, αντικλεπτικοί μηχανισμοί κ.α. Ωστόσο η χρήση της τεχνολογίας σε κάποιες εφαρμογές υπάρχει πιθανότητα να προσβάλει την ιδιωτικότητά μας, να θέσει θέμα της προστασίας των καταναλωτικών μας προτιμήσεων και κατ' επέκταση της έμμεσης αλλά δραστηκής επίδρασης στον ανταγωνισμό.

Η Visa συνδυάζει την τεχνολογία “Smart Card” και RFID, έτσι μπορούμε να κάνουμε συναλλαγές χωρίς την χρήση χαρτονομισμάτων και νομισμάτων. Κάρτες με την τεχνολογία “ Smart Card” μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε κινητά και άλλες συσκευές. Επίσης παρέχεται η δυνατότητα να πληρώσει κάποιος στο parking ή να αγοράσει κάτι χωρίς να ανοίξει το πορτοφόλι του. Ο κίνδυνος όμως που απορρέει από τα παραπάνω είναι ότι ενδέχεται να γίνει χρήση των προσωπικών μας δεδομένων για στοχευμένη προσωπική διαφήμιση, γεγονός που δεν είναι θεμιτό.

Η Michelin επρόκειτο να τοποθετήσει RFID tag στα λάστιχα. Το tag θα είχε έναν μοναδικό αριθμό για κάθε λάστιχο και αυτός ο αριθμός θα συνδεόταν με τον μοναδικό αριθμό του αυτοκινήτου (VIN - Vehicle Identification Number). Η εφαρμογή αυτή ευνοεί τη Michelin και τους κατασκευαστές αυτοκινήτων και αποτρέπει τις κλοπές, αλλά δεν εγγυάται ότι κάποιος δεν θα επιδιώξει έτσι την ανίχνευση των κινήσεών μας και τον άμεσο εντοπισμό μας κάθε στιγμή.

Η Ευρωπαϊκή Κεντρική τράπεζα είχε προτείνει να ενσωματώσει στα ευρώ RFID tag, για να αντιμετωπιστούν οι πλαστογράφοι και οι τοκογλύφοι. Όμως αυτή η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα στην τράπεζα να ελέγχει το πέρασμα των χρημάτων από πολίτη σε πολίτη και έτσι χάνεται και ο τελευταίος τρόπος να συναλλαχθεί κάποιος ανώνυμα. Επίσης έτσι θα μπορούσε κάποιος (τράπεζα ή εγκληματίας) που διαθέτει σύστημα ανίχνευσης, να γνωρίζει πόσα χρήματα εκείνη την στιγμή έχει κάποιος επάνω του. [16]

10.3. Θέματα και Προτάσεις Επίλυσης Αναφορικά με την προστασία των προσωπικών δεδομένων, της υγείας και της ασφάλειας των χρηστών της τεχνολογίας RFID

Στο «2ο Συνέδριο για το Ηλεκτρονικό Έγκλημα και την Ασφάλεια Πληροφοριακών και Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων»⁵ που έλαβε χώρα στη Θεσσαλονίκη το 2006, βασικό συμπέρασμα ήταν ότι οι νέες τεχνολογίες (RFID, Internet κ.α.) εμφανίζουν σοβαρά θέματα για τα ατομικά δικαιώματα και την προστασία των προσωπικών δεδομένων. Ως εκ τούτου κρίθηκε απαραίτητη η εγρήγορση από μέρους της πολιτείας και οι συνέργιες μεταξύ των εποπτικών φορέων που θα βοηθήσουν στο βέλτιστο συγχρονισμό των προσπαθειών τους και την καλύτερη ενημέρωση χρηστών και παρόχων ηλεκτρονικών υπηρεσιών. [24]

Ομοίως και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει απασχολήσει το ζήτημα της προστασίας των χρηστών της τεχνολογίας RFID. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα θέματα πολιτικής και οι πιθανές επιλογές πολιτικής που προέκυψαν μέσα από τις διαβουλεύσεις στην ΕΕ αναφορικά με την προστασία των προσωπικών δεδομένων, της υγείας και της ασφάλειας των χρηστών της τεχνολογίας RFID. [25]

⁵ Διοργανώθηκε από το Ινστιτούτο Ερευνών και Μελετών Τηλεπικοινωνιών και Πληροφορικής Χωρών Νοτιοανατολικής Ευρώπης (INA) σε συνεργασία με την εταιρία MD5.

	Θέματα πολιτικής , σχετικά με την προστασία των προσωπικών δεδομένων, της υγείας και της ασφάλειας των χρηστών της τεχνολογίας RFID	Πιθανές επιλογές πολιτικής , σχετικά με την με την προστασία των προσωπικών δεδομένων, της υγείας και της ασφάλειας των χρηστών της τεχνολογίας RFID
Τεχνικά Θέματα	<ul style="list-style-type: none"> ∅ Η τεχνολογία RFID αυξάνει τον κίνδυνο να κατασκοπευτούν δεδομένα (Eavesdropping) ∅ Είναι γνωστό ότι τα πρότυπα (νομικά και όσον αφορά τις αξίες) διαφέρουν παγκοσμίως ∅ Οι εφαρμογές με κωδικό αναγνώρισης (Password) θα είναι προβληματικές, διότι οι χρήστες δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν σε μεγάλο όγκο κωδικών για κάθε εφαρμογή και χρήση ∅ Οι εντολές Kill μπορεί να χρησιμοποιηθούν από ξένους παράγοντες για να απενεργοποιηθεί το tag. ∅ Τα tag μπορούν να αναγνωστούν σε μεγαλύτερη απόσταση από αυτή για την οποία έχουν σχεδιαστεί. ∅ Η απενεργοποίηση ή η «θανάτωση» (“killing”) του tag επίσης στερεί στους καταναλωτές τις δυνατότητες της χρήσης της τεχνολογίας RFID. 	<ul style="list-style-type: none"> ∅ Κρυπτογράφηση ∅ Χρήση φύλλου αλουμινίου (Δημιουργία του «Κλωβός Faraday» / “Faraday cage”) ∅ Ανίχνευση αισθητήρων RFID ∅ Ενεργός παρεμβολή παρασίτων (Active jamming) ∅ Αποφυγή των RFID Zapper (που καταστρέφουν τα tag) ∅ Απενεργοποίηση των tag ∅ Μπερδεμένο κλειδίωμα των tag (“Hash lock”) ∅ Επανα-κρυπτογράφηση των tag ∅ Αφαίρεση μέρους της κεραίας από το tag (“Clipping RFID tag”). Έτσι έχουμε μείωση του εύρους ανάγνωσης περίπου 5cm). ∅ Ενσωμάτωση στα tag λειτουργιών που θα προστατεύουν την ιδιωτικότητα ανεξαρτήτως κόστους. ∅ Υποχρεωτική χρήση τεχνολογιών που επιτείνουν την ιδιωτικότητα “Privacy-Enhancing Technologies – PET” (π.χ. κρυπτογράφηση)
Εκπαίδευση και Πληροφόρηση	<ul style="list-style-type: none"> ∅ Τεχνολογικός πατερναλισμός ∅ Μη εξουσιοδοτημένη ανάγνωση των tag ∅ Ανάκτηση των κοινωνικών δικτύων ∅ Τα πρότυπα της EPC Global παρέχουν λίγη πληροφόρηση σχετικά με τα software που χρησιμοποιούνται και την επεξεργασία στην οποία υπόκεινται τα δεδομένα. 	<ul style="list-style-type: none"> ∅ Ένδειξη της παρουσίας RFID tag στα προϊόντα (πιθανώς με ομοίμορφη εγκεκριμένη ετικέτα που θα υποδεικνύει την παρουσία του tag). ∅ Δημιουργία της δυνατότητας να επιλέγει ο καταναλωτής. ∅ Παρουσία της ενημερωμένης συγκατάθεσης (π.χ. ρητή έγκριση του φορέα του tag) ∅ Παροχή της επιβεβαίωσης ότι το tag έχει απενεργοποιηθεί.

		<ul style="list-style-type: none"> Ø Οι καταναλωτές θα έπρεπε να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα που συλλέγονται και τον έλεγχο των δεδομένων που τους αφορούν. Ø Διαφανής χρήση των δεδομένων που συλλέγονται μέσω της χρήσης RFID εφαρμογών Ø Την έναρξη συζητήσεων πάνω στις αξίες αναφορικά με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής. Ø Εκπαίδευση των καταναλωτών ή των πολιτών γενικότερα (οι πληροφορίες σχετικά με την τεχνολογία RFID πρέπει να είναι σαφείς, ευδιάκριτες και εξακριβωμένες)
Νομοθετικές Ρυθμίσεις	<ul style="list-style-type: none"> Ø Διαχειριστικές απαιτήσεις από του χρήστες RFID. Ø Διαφορετικοί κώδικες συμπεριφοράς (από διαφορετικές χώρες) μπορεί να επηρεάσουν δυσμενώς την εσωτερική αγορά και να παρεμποδίσουν το διεθνές εμπόριο Ø Η αυστηρή νομοθεσία μπορεί να εμποδίσει την ανάπτυξη της τεχνολογίας που βρίσκεται ακόμη στη φάση ανάπτυξης. Ø Δεν υφίσταται μηχανισμός συμμόρφωσης των εταιριών με τον κώδικα δεοντολογίας Ø Οι οδηγίες για την ιδιωτικότητα των καταναλωτών και την τεχνολογία που έχουν καθιερωθεί από μέρος εταιριών δεν υποστηρίζονται από όλες τις εταιρίες λιανοπωλητών. 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Ισχυρή νομική προσέγγιση. Ø Εφαρμογή ενός κώδικα δεοντολογίας. Ø Ανάπτυξη μια στρατηγικής για την ιδιωτικότητα σε σχέση με την τεχνολογία RFID. Ø Να γίνει υποχρεωτική η διενέργεια ανάλυσης των πιθανών απειλών, μέσω ενεργειών που θα βασιστούν υποχρεωτικά σε τεχνολογίες που επιτείνουν την ιδιωτικότητα “Privacy-Enhancing Technologies – PET”. Ø Θέσπιση υψηλών προστίμων όταν θα παραβιάζεται η νομοθεσία. Ø Να θεσπιστεί η παρακολούθηση της χρήσης της τεχνολογίας RFID και η ανάπτυξής της.
Διαχείριση Δεδομένων	<ul style="list-style-type: none"> Ø Η συλλογή δεδομένων εισάγει κινδύνους, καθώς τα δεδομένα μπορούν να είναι προσβάσιμα σε μη εξουσιοδοτημένους χρήστες (π.χ. εισβολή στις βάσεις δεδομένων) Ø Απώλεια της υπευθυνότητας Ø Άγνοια του ποιος ελέγχει τις πληροφορίες και ποιος έχει πρόσβαση σε αυτές 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Οι οργανισμοί που συλλέγουν δεδομένα θα πρέπει να σταθούν υπεύθυνα στην ασφαλή φύλαξή τους, αντί να υποστηρίζουν μόνο την ασφαλή αποθήκευση και μετάδοση των δεδομένων. Ø Να ελαχιστοποιηθούν οι πληροφορίες στα

	<ul style="list-style-type: none"> Ø Από τη στιγμή που ένας αριθμός RFID θα συνδεθεί με ένα άτομο, ο αριθμός αυτός θα γίνει προσωπικό δεδομένο. Ø Ποιος είναι υπεύθυνος αν τα δεδομένα ενός tag διαρρεύσουν ελεύθερα ή υποπέσουν σε κακομεταχείριση Ø Δεν υφίσταται κάποιο μοντέλο εμπιστοσύνης για την διαχείριση των πληροφοριών σε μια βάση δεδομένων. Ø Η συγκατάθεση για δύο χωριστές εφαρμογές δεν σημαίνει ότι η συνδυασμένη εφαρμογή τους είναι συμφωνημένη. 	<p>RFID tag.</p> <ul style="list-style-type: none"> Ø Να διατηρούνται χωριστές βάσεις δεδομένων για την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας να καταστραφούν ή να χαθούν δεδομένα σε περίπτωση που υπάρξει μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση των δεδομένων.
<p style="text-align: center;">Άλλα θέματα</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ø Η ανίχνευση των υπαλλήλων θέτει ανησυχίες όσον αφορά την ιδιωτικότητα. Ø Η έλλειψη σχετικών παραμέτρων κατά τον σχεδιασμό, μπορεί να προκαλέσει θέματα ιδιωτικότητας. Ø Ένα διαρκώς «ανοιχτό» (“Always on”) Internet δεν συμβαδίζει με τις αρχές για την ιδιωτικότητα του OECD που θεσπίστηκαν το 1981 Ø Η έλλειψη ιδιαιτερότητας (“Lack of specificity”) (ένα σύστημα θα έπρεπε να σχεδιαστεί συγκεκριμένα για να συλλέγει έναν περιορισμένο αριθμό δεδομένων. Ø Δεν υφίσταται περιορισμός στην συλλογή δεδομένων (ένα σύστημα θα έπρεπε να περιορίζεται όσον αφορά την έκταση ή το χρόνο που μπορούν να συλλέγονται και να αποθηκεύονται τα δεδομένα) Ø Η τεχνολογία RFID θα έπρεπε να είναι αμερόληπτη και να σέβεται την ατομική ταυτότητα του καθενός. Ø Όπως η παγκοσμιοποίηση κρίνεται αναπόφευκτη, έτσι είναι και η τυποποίηση. Ø Η εμφύτευση των RFID tag. Ø Δίνεται προτεραιότητα στα αντικείμενα. Ø Να αποτρέπονται οικονομικές και ατομικές απώλειες. Ø Υφίσταται διαμάχη ανάμεσα στο ενδιαφέρον των καταναλωτών και στο ενδιαφέρον των επιχειρήσεων. Ø Η ιδιωτικότητα αφορά κυρίως την τοποθέτηση RFID tag σε μεμονωμένα αντικείμενα. Ø Προκύπτουν μη νόμιμα θέματα ανταγωνισμού. 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Προτείνεται η ενίσχυση της ιδιωτικότητας μέσω αλλαγών στους οργανισμούς. Ø Να λαμβάνεται υπόψη η ιδιωτικότητα κατά τον σχεδιασμό (τεχνολογικά και επιχειρησιακά) Ø Διάκριση μεταξύ εφαρμογών (π.χ. ανοιχτά και κλειστά δικτυακά συστήματα) Ø Αναθεώρηση των οδηγιών της Ε.Ε. και διευκρίνιση του πραγματικού τους αντικειμένου. Ø Να δοθεί ερμηνεία στον όρο «Προσωπικά Δεδομένα» (“Personal Data”)

Πίνακας 13 Θέματα πολιτικής και οι πιθανές επιλογές πολιτικής που προέκυψαν μέσα από τις διαβουλεύσεις στην ΕΕ αναφορικά με την προστασία των προσωπικών δεδομένων, της υγείας και της ασφάλειας των χρηστών της τεχνολογίας RFID

10.4. Ανασκόπηση – Συμπεράσματα Μέρους Β΄

Η νομοθεσία της εκάστοτε χώρας για οποιοδήποτε ζήτημα, αλλά και η προστασία των πολιτών της καθορίζουν πάντα την έκβαση των γεγονότων για ποικίλα θέματα. Γνωρίζοντας τα παραπάνω κρίθηκε αναγκαίο να καταγραφεί το νομικό πλαίσιο που στηρίζει την εφαρμογή της ραδιοσυχνικής αναγνώρισης στη χώρα μας αλλά και στην Ε.Ε. Στην αρχή του δεύτερου μέρους λοιπόν, δίνεται έμφαση στην νομοθεσία που καθορίζει το φάσμα συχνοτήτων λειτουργίας των συσκευών RFID. Μάλιστα για μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα αποτυπώνεται σε συγκεντρωτικό πίνακα το φάσμα συχνοτήτων λειτουργίας των συσκευών RFID σε Ελλάδα και Ε.Ε. Επίσης γίνεται αναφορά στην Εθνική Ρυθμιστική Αρχή στην Ελλάδα για θέματα τηλεπικοινωνιών, την Ε.Ε.Τ.Τ., καθώς και στην δράση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, με σκοπό να παρουσιαστεί το μέγεθος των δραστηριοτήτων για σχετικά θέματα σε Ευρώπη και Ελλάδα.

Στη συνέχεια αφιερώνεται ενότητα για την νομοθεσία και τις προτάσεις επίλυσης για θέματα προστασίας προσωπικών δεδομένων, υγείας και ασφάλειας χρηστών της τεχνολογίας RFID, σε εγχώριο και ευρωπαϊκό επίπεδο. Ειδικότερα καταγράφεται το νομικό πλαίσιο για την προστασία της ιδιωτικότητας και ασφάλειας των προσωπικών δεδομένων και για τον καθορισμό των ελάχιστων απαιτήσεων υγιεινής και ασφάλειας των εργαζομένων, ενώ παρατίθενται ενδεικτικά παραδείγματα εφαρμογών RFID, όπου θίγονται η ασφάλεια και η ιδιωτικότητα των πολιτών. Η καταγραφή των προβλημάτων και οι προτάσεις επίλυσης που παρουσιάζονται στο τέλος του δεύτερου μέρους, γίνονται με σκοπό να απεικονιστεί η πρόοδος των συγκεκριμένων ζητημάτων.

Τέλος, απώτερος στόχος όλων των παραπάνω είναι να καταγραφεί το πολιτικό-νομικό και κοινωνικό περιβάλλον, που χαρακτηρίζει την εποχή μας αναφορικά με την τεχνολογία RFID. Πληροφορίες που επιβεβαιώνουν τη φάση ανάπτυξης, στην οποία βρίσκεται η τεχνολογία.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΜΕΡΟΥΣ Β΄

1. Απόφαση αριθμ. οικ. 17225/655 των υπουργών Εθνικής Άμυνας και Μεταφορών και Επικοινωνιών, «Έγκριση Εθνικού Κανονισμού Κατανομής Ζωνών Συχνοτήτων (ΕΚΚΖΣ)» (Αριθμ. Οικ. 17225/655, ΦΕΚ 399/Β/3-4-2006).
http://www.eett.gr/export/sites/default/sites/EETT/Electronic_Communications/Radio_Communications/TermsOfUse/FEK399.pdf
2. Απόφαση αριθμ. οικ. 390/1 της Εθνικής Επιτροπής Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ), «Κανονισμός Χρήσης και Χορήγησης Δικαιωμάτων Χρήσης Ραδιοσυχνοτήτων υπό καθεστώς Γενικής Άδειας για τη Παροχή Δικτύων ή / και Υπηρεσιών Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών» (Αριθμ. Οικ. 390/1, ΦΕΚ 750/Β/21-6-2006).
http://www.eett.gr/export/sites/default/sites/EETT/Electronic_Communications/Radio_Communications/Rights_Of_Use/FEK_750_B_21_6_06.pdf
3. Απόφαση αριθμ. οικ. 399/34 της Εθνικής Επιτροπής Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ), «Κανονισμός Όρων Χρήσης Μεμονωμένων Ραδιοσυχνοτήτων ή Ζωνών Ραδιοσυχνοτήτων» (Αριθμ. Οικ. 399/34, ΦΕΚ 1456/Β/3-10-2006).
http://www.eett.gr/export/sites/default/sites/EETT/Electronic_Communications/Radio_Communications/Rights_Of_Use/AP399_034.pdf
4. Νόμος υπ' αριθμ 3431 «Περί Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών και άλλες διατάξεις» (Ν. 3431/2006, ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006).
http://www.eett.gr/EETT/LegalFramework/TelecomslegalFramework/telec/elliniki_nomothesia/nomoi/N3431.pdf
5. Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμ 44 «Ραδιοεξοπλισμός και τηλεπικοινωνιακός τερματικός εξοπλισμός και αμοιβαία αναγνώριση της συμμόρφωσης των εξοπλισμών αυτών - Προσαρμογή της ελληνικής νομοθεσίας στην οδηγία 99/5/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 9 Μαρτίου 1999» (ΠΔ 44/2002, ΦΕΚ 44/Α/7-3-2002).
http://www.eett.gr/export/sites/default/sites/EETT/Electronic_Communications/Radio_Communications/TelecommunicationsEquipment/FEK44A.pdf
6. Σύσταση Ευρωπαϊκού Συμβουλίου υπ' αριθμ 70-03 “ERC RECOMMENDATION 70-03 / Relating to the use of short range devices (SRD), Recommendation adopted by the Frequency Management, Regulatory Affairs and Spectrum Engineering groups”, έκδοση της 9ης Φεβρουαρίου 2007.
<http://www.celectronics.com/pdf/REC7003E-2-9-07.pdf>
7. «Λειτουργίας Συσκευών Ραδιοσυχνικής Αναγνώρισης (RFID) στην Ελλάδα», ΕΕΤΤ, 2007.
http://www.eett.gr/opencms/sites/EETT/Electronic_Communications/Radio_Communications/TermsOfUse/RFID.html
8. «Δικαιώματα Χρήσης Ραδιοσυχνοτήτων», ΕΕΤΤ, 2007.
http://www.eett.gr/opencms/sites/EETT/Electronic_Communications/Radio_Communications/Rights_Of_Use/
9. «Ραδιοεξοπλισμός και Τηλεπικοινωνιακός Εξοπλισμός», ΕΕΤΤ, 2007.
http://www.eett.gr/opencms/sites/EETT/Electronic_Communications/Radio_Communications/TelecommunicationsEquipment/
10. RFID Consultation, 2007.
<http://www.rfidconsultation.eu>
11. Europe's Information Society, «RFID: Europe towards the Internet of things- European Commission press conference at CeBIT, 15 March 2007, Hanover (Germany)».
http://ec.europa.eu/information_society/events/cebit_07/rfid/index_en.htm
12. «[CeBIT 2007]: Σε αναμονή η ευρωπαϊκή νομοθεσία για το RFID», περιοδικό “PC MAGAZINE”, 19/03/2007.
<http://www.e-pcmag.gr/modules/news/article.php?storyid=2962>

13. «Όχι άλλη νομοθεσία για το RFID», περιοδικό "PC WORLD", 20/3/2007.
http://www.pcw.gr/default.php?pid=6&art_id=2311
14. Μαρκοπούλου, Μ., άρθρο «Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή απελευθερώνει τις ζώνες συχνοτήτων - Εναρμόνιση στη χρήση ασύρματων μικροσυσκευών», εφημερίδα «NAYTEMΠΟΡΙΚΗ», Παρασκευή, 26 Ιανουαρίου 2007.
15. "RFID security, data protection and privacy, health and safety issues", "Your voice on RFID/ Background document for public consultation on Radio Frequency Identification (RFID) – Summary of five workshops, Open for discussion July-September 2006", σελ. 13-19.
http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/Your_voice_on_RFID.pdf
16. Granneman, S., "RFID Chips Are Here", 26/06/2003.
<http://www.securityfocus.com/columnists/169>
17. Απόφαση 2006/804/EK της επιτροπής, «Σχετικά με την εναρμόνιση του ραδιοφάσματος για συσκευές ταυτοποίησης ραδιοσυχνοτήτων (RFID) που λειτουργούν στη ζώνη υπερυψηλών συχνοτήτων (UHF)», [κοινοποιηθείσα υπό τον αριθμό E(2006) 5599], της 23ης Νοεμβρίου 2006.
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/el/oj/2006/l_329/l_32920061125el00640066.pdf
18. Οδηγία 95/46/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου «Για την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και για την ελεύθερη κυκλοφορία των δεδομένων αυτών», της 24ης Οκτωβρίου 1995.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31995L0046:EL:HTML>
19. Οδηγία 2002/58/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου «Σχετικά με την επεξεργασία των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και την προστασία της ιδιωτικής ζωής στον τομέα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών (οδηγία για την προστασία ιδιωτικής ζωής στις ηλεκτρονικές επικοινωνίες)», της 12ης Ιουλίου 2002.
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/el/oj/2002/l_201/l_20120020731el00370047.pdf
20. Σύσταση Ευρωπαϊκού Συμβουλίου υπ' αριθμ 1999/519/EC, "COUNCIL RECOMMENDATION (1999/519/EC) on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)", της 12ης Ιουλίου 1999.
http://ec.europa.eu/enterprise/electr_equipment/lv/rec519.pdf
21. Οδηγία 2004/40/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου «Περί των ελάχιστων προδιαγραφών υγείας και ασφάλειας όσον αφορά στην έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (ηλεκτρομαγνητικά πεδία) (18η ειδική οδηγία κατά την έννοια του άρθρου 16, παράγραφος 1, της οδηγίας 89/391/EOK)» της 29ης Απριλίου 2004
http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&type_doc=Directive&an_doc=2004&nu_doc=40&lg=el
22. Υπουργείο Απασχόλησης και Κοινωνικής Προστασίας,
Path: Νομοθεσία à Ασφάλεια και Υγεία στην Εργασία à Κοινοτικό Δίκαιο à Κοινοτικές Οδηγίες Ελαχίστων Προδιαγραφών à Χρονολογικός πίνακας à Αριθμός οδηγίας: 2004/40/EK
<http://www.ypakp.gr/>
23. Νόμο υπ' αριθ. 3471 «Προστασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και της ιδιωτικής ζωής στον τομέα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών και τροποποίηση του ν. 2472/1997». (Ν. 3471/2006, ΦΕΚ 133/Α/28-06-2006).
<http://www.dpa.gr/Documents/Gre/Nomoi/JO47051.pdf>
24. Άρθρο «Συνέδριο για το ηλεκτρονικό έγκλημα - Ζήτημα προστασίας των ατομικών δεδομένων από τις νέες τεχνολογίες», εφημερίδα «NAYTEMΠΟΡΙΚΗ», Σάββατο, 17 Ιουνίου 2006.

25. Van De Voort, M., Ligtoet, A., “Towards an RFID policy for Europe”, Workshop report, προετοιμασία για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, διεύθυνση της Κοινωνίας των Πληροφοριών και των Μέσων ενημέρωσης, σελίδες 26-27, 31/08/2006.

http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/RFID_Workshop_Reports_Final.pdf

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΜΕΡΟΣ Γ΄

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID

11. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID

11.1. Εφοδιαστική Αλυσίδα και RFID

Η τεχνολογία RFID προσφέρει περισσότερα και πιο ευδιάκριτα πλεονεκτήματα απ' ό,τι η τεχνολογία του Barcode, στις εφαρμογές αυτοματοποίησης της εφοδιαστικής αλυσίδας, αν και με μια πρώτη προσέγγιση θα μπορούσε να ειπωθεί, ότι παρέχει τις ίδιες λειτουργίες με αυτές του Barcode.

Ωστόσο, μια από τις βασικότερες και σπουδαιότερες διαφορές στις δυο αυτές τεχνολογίες έχει να κάνει με τον τρόπο μεταφοράς των δεδομένων. Έτσι στην προσέγγιση του RFID τα δεδομένα μεταδίδονται αυτόματα μέσω ραδιοκυμάτων, και επομένως δεν χρειάζεται η επιτόπου ανίχνευση, με ειδικό εξοπλισμό, όπως προαπαιτεί η τεχνολογία του barcode.

Η τεχνολογία του RFID προσφέρει μεγάλη ευελιξία στην τοποθέτηση για την αναγνώριση των προϊόντων, και αυτό, λόγω του ότι αναγνωρίζει ένα tag από απόσταση. Έτσι, ένα RFID σύστημα μπορεί να αναγνωρίσει δεδομένα μέσα από περισσότερα κιβώτια και υλικά. Για παράδειγμα, τα RFID tag που είναι τοποθετημένα μέσα στα κιβώτια σε μια παλέτα, αυτόματα αναγνωρίζονται από τον RFID Reader του συστήματος χωρίς να χρειάζεται να αποσυσκευαστούν τα προϊόντα της παλέτας.

Τέλος, ένα ακόμα πλεονέκτημα της τεχνολογίας RFID, έχει να κάνει με τη δυνατότητα να αποθηκεύει περισσότερες πληροφορίες και δεδομένα απ' ό,τι είναι εφικτό να υπάρχουν σε ένα Barcode. Ενώ η δύναμη αναβάθμισης που επιδέχεται η μνήμη του RFID tag προσφέρει μια ακόμα πιο ολοκληρωμένη πληροφόρηση.

Μια από τις πιο σπουδαίες δυνατότητες της τεχνολογίας RFID είναι η δυνατότητα ανίχνευσης και on-line ενημέρωσης της θέση και του σημείου που βρίσκεται ένα προϊόν μέσα στην αποθήκη ή στο φορτηγό σε όλο το μήκος της αλυσίδας αξίας, αυξάνοντας κατά πολύ της αποτελεσματικότητα της αλυσίδας και της διαχείρισης των αποθεμάτων και μειώνοντας τα διαφορά λάθη. [1]

Συμπερασματικά, η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID επιφέρει σημαντικές αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας, βελτιώνοντας την απόδοση και την αποτελεσματικότητα της, μέσω της καλύτερης και πληρέστερης παρακολούθησης όλων των απαραίτητων στοιχείων που καλύπτουν τις ανάγκες του τελικού καταναλωτή. Ενώ, θα ήταν παράληψη να μην αναφερθούν οι θετικές, κοινωνικές αλλαγές που συνεπάγονται από τη χρήση της τεχνολογία RFID, βελτιώνοντας και απλοποιώντας πολλές από τις καθημερινές συνήθειες.

Παρακάτω παρατίθενται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα. [2],[3],[4],[5],[6],[7],[8]

Υπέρ	Κατά
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Ιχνηλασιμότητα σε επίπεδο αντικειμένου – Αύξηση βαθμού ιχνηλασιμότητας ◆ Αυτοματοποίηση παραλαβών στις κεντρικές αποθήκες και στα καταστήματα. ◆ Οικονομίες από τη διαχείριση των αποθεμάτων – Αύξηση των turnovers και μείωση αποθεμάτων ◆ Παρακολούθηση αποθεμάτων ραφιών και αποθήκης σε πραγματικό χρόνο. ◆ Μείωση των ελλειμμάτων (out-of stock) ◆ Βελτίωση επιπέδων πληρότητας και διαθεσιμότητας προϊόντων στα ράφια (Η αμερικανική εταιρία Seattle’s Best Coffee αύξησε το fill rate των παραγγελιών της από 95% σε 99,5% με τη χρήση RFID) ◆ Μείωση χρόνου φόρτωσης εμπορευμάτων ⇒ Ταχύτερη εξυπηρέτηση πελατών Εξοικονόμηση καυσίμων Μείωση κόστους ◆ Ταχύτερες και ακριβέστερες απογραφές στις κεντρικές αποθήκες και στα καταστήματα (10.000 items/hour) ◆ Μείωση απωλειών μεταφοράς από αποθήκη σε καταστήματα (Shrinkage) ◆ Τακτοποίηση τομέων καταστημάτων ◆ Μείωση προσωπικού καταστημάτων. ◆ Δραστικός περιορισμός των κλεμμένων ή απολεσθέντων αντικειμένων ◆ Βελτίωση της «ορατότητας» της πληροφορίας για κάθε προϊόν ◆ Ταχύτητα μετάδοσης των πληροφοριών. ◆ Αυτοματοποίηση εσωτερικών διαδικασιών ◆ Βελτίωση αυτοματισμού ανάγνωσης. ◆ Βελτίωση της ποιότητας και της αξιοπιστίας των δεδομένων (Εξάλειψη λαθών) ◆ Προβλέψεις για τη δραστική μείωση του κόστους των ετικετών ◆ Μείωση λειτουργικού κόστους σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας ◆ Συντονισμός κινήσεων σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας (Supply Chain Visibility) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Ανάγκη ανασχεδιασμού και επέκτασης της υπολογιστικής υποδομής. ◆ Υψηλό κόστος εξοπλισμού του καταστήματος.

Πίνακας 14 Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα.

11.2. Πεδία Εφαρμογής της Τεχνολογίας RFID

Τα RFID tag αποθηκεύουν πληροφορίες σχετικές με τους ανθρώπους ή τα αντικείμενα που τις φέρουν και μπορούν να βρουν εφαρμογή σε πληθώρα τομέων. Για παράδειγμα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη συσκευασία των προϊόντων, σε βιβλιοθήκες, σε πιστωτικές κάρτες, ή ακόμα και σε ένα σήμα ή έγγραφο ταυτοποίησης όπως η ταυτότητα, το διαβατήριο, ή το δίπλωμα οδήγησης. Επίσης χρησιμοποιούνται στην ιχνηλασιμότητα των ζώων (είτε πρόκειται για κατοικίδια ζώα, είτε για ζώα σε κτηνοτροφικές μονάδες) καθώς και στην ιχνηλασιμότητα ανθρώπων π.χ. σε βραχιόλια που φορούν ασθενείς που πάσχουν από τη νόσο του Αλτσχάιμερ, τρόφιμοι σωφρονιστικών ή άλλων ιδρυμάτων ή παιδιά που νοσηλεύονται για την αποφυγή απαγωγών.

Ενδεικτικά αναφέρονται τα παρακάτω πεδία και κατηγορίες εφαρμογών:

- ◆ Έλεγχος Εισόδου για ανθρώπους:
 - ◇ Ασφαλής είσοδος σε χώρους εργασίας
 - ◇ Ασφαλής πρόσβαση σε επικίνδυνο εξοπλισμό ή εξοπλισμό ασφαλείας
 - ◇ Πρόσβαση σε υπολογιστή ή μέσο μεταφοράς
 - ◇ Πρόσβαση σε τρένα ή λεωφορεία
 - ◇ Πρόσβαση σε εγκαταστάσεις ψυχαγωγίας.
- ◆ Έλεγχος Εισόδου για μέσα μεταφοράς:
 - ◇ Ασφαλής πρόσβαση στο μέσο
 - ◇ Συλλογή διοδίων
 - ◇ Στιγμιαία πληρωμή για καύσιμα.
- ◆ Αυτοματοποίηση Παραγωγής:
 - ◇ Έλεγχος ευέλικτων διαδικασιών παραγωγής αναγνωρίζοντας τα μέρη που κατασκευάζονται σε κάθε γραμμή παραγωγής (διευκόλυνση της μαζικής παραγωγής)
 - ◇ Σήμανση σημαντικών μερών για την μετέπειτα ανακύκλωσή τους.
- ◆ Logistics και διανομή:
 - ◇ Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας
 - ◇ Ιχνηλασία των αγαθών από την παραγωγή στη κατανάλωση
 - ◇ Ιχνηλασία των προϊόντων από την φόρτωση μέχρι και τον πελάτη
 - ◇ Έλεγχος αποθεμάτων
 - ◇ Διαθεσιμότητα προϊόντος
 - ◇ Αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα.
- ◆ Συντήρηση:
 - ◇ Εγκαταστάσεων και εξοπλισμού
 - ◇ Πάγια περιουσιακά στοιχεία
- ◆ Ασφάλεια προϊόντων:
 - ◇ Ένδειξης πλαστογράφησης
 - ◇ Γνησιότητα προϊόντος
 - ◇ Αντικλεπτικοί μηχανισμοί
- ◆ Παρακολούθηση
 - ◇ Ανθρώπων (Ασθενών)
 - ◇ Ζώων
- ◆ Διαχείριση έντυπου υλικού
 - ◇ Βιβλία
 - ◇ Έγγραφα
 - ◇ Παραστατικά
 - ◇ Διαβατήρια

12. ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ - CASE STUDY

12.1. Ιχνηλασία Εντύπων – Document tracing

12.1.1. *RFID σε Βιβλιοθήκες*

12.1.1.1. Οφέλη

Για πολλά χρόνια οι βιβλιοθήκες χρησιμοποιούσαν έναν συνδυασμό τεχνολογιών για να μειώσουν την πιθανότητα της κλοπής, να βελτιώσουν τις απογραφές και να επιταχύνουν τις διαδικασίες διάθεσης και επιστροφής των βιβλίων. Το πλεονέκτημα που αποκτάται από τη χρήση της τεχνολογίας RFID είναι ότι είναι εφικτή η ενσωμάτωσή της και η άμεση απόδοση χωρίς να εμπλακεί άλλη τεχνολογία.



Εικόνα 19 Απεικόνιση της λειτουργίας μιας βιβλιοθήκης βάσει συστήματος RFID

Για παράδειγμα ένας RFID reader δεν απαιτείται να έχει άμεση οπτική επαφή, έτσι δεν απαιτείται να προεξέχουν οι άκρες των βιβλίων ή τα βιβλία να είναι εντελώς έξω από το ράφι – όπως συμβαίνει με τα scanner των Barcode. Έτσι ο έλεγχος των αποθεμάτων μπορεί να είναι συχνότερος και ταχύτερος. Επίσης δεν απαιτείται να γίνεται η αναγνώριση του κάθε βιβλίου μεμονωμένα, όπως θα συνέβαινε αν έφερε barcode. Οι RFID reader μπορούν να ανιχνεύσουν στοίβες βιβλίων σε ελάχιστο χρόνο, εξοικονομώντας χρόνο και ενδεχομένως έτσι να μειωθούν προβλήματα υγείας που μπορεί να προκληθούν από RSI⁶. Άλλα πλεονεκτήματα από τη χρήση της τεχνολογίας RFID στις βιβλιοθήκες είναι η απλοποίηση και η επιτάχυνση της διαχείρισης των βιβλίων, η δυνατότητα να επιστρέφονται τα βιβλία χωρίς να απαιτείται βιβλιοθηκάριος (η προσέγγιση αυτή είναι όμοια αυτής της λειτουργίας των ATM) και ο ταχύς έλεγχος της θέσης των βιβλίων. [9]

Αυτά τα συστήματα επίσης επιτρέπουν την αυτονομία στον έλεγχο κατά τον δανεισμό των βιβλίων. Στην έξοδο του δανειστή από τη βιβλιοθήκη υπάρχει ένας RFID reader που ανιχνεύει και καταγράφει το βιβλίο που φεύγει από τη βιβλιοθήκη. Επίσης με αυτό τον τρόπο ελευθερώνεται το προσωπικό που χρησιμοποιείτο για αυτή τη διαδικασία.

Οι βιβλιοθήκες είναι από τους πρώτους οργανισμούς που εφάρμοσαν την τεχνολογία RFID. Στις ΗΠΑ πάνω από 300 δημόσιες βιβλιοθήκες και βιβλιοθήκες κολεγίων έχουν υιοθετήσει αυτή την τεχνολογία. Μάλιστα, αυτή η εφαρμογή αποτέλεσε ένα πρώτο τεστ της τεχνολογίας. Συγκεκριμένα ανακαλύφθηκε ότι η ρύθμιση ενός RFID reader μπορεί να είναι κρίσιμης σημασίας για την ασφάλεια ενός συστήματος, εάν υπάρχουν αντικείμενα που φέρουν RFID tag στην εγγύτητα μίας εξόδου ή

⁶ Το RSI (Repetitive Strain Injury) παρουσιάζεται την περιοχή των χεριών και των καρπών με συμπτώματα όπως κνισμός και μούδιασμα και συνδέεται με επαναλαμβανόμενες εργασίες όπως πληκτρολόγηση σε υπολογιστή.

εισόδου και μπορεί να αποφορτιστεί ή να λειτουργήσει ακούσια. Σε κάποιες περιπτώσεις μάλιστα, η λάθος ρύθμιση του πεδίου ανίχνευσης μπορεί να προκαλέσει την αποφυγή του πεδίου εντελώς.

Η υιοθέτηση δραστηριοτήτων και μεθόδων διαχείρισης υλικών από τη βιομηχανία, έχει επιφέρει βελτιώσεις στον τομέα της εξυπηρέτησης πελατών και αύξηση της αξίας του διαθέσιμου προϋπολογισμού. Η συνδυασμένη χρήση των τεχνολογιών RFID και Barcode είναι ευρέως διαδεδομένη για την ανίχνευση προϊόντων και εξοπλισμών. Βελτιώνουν την εξυπηρέτηση πελατών και επιτρέπουν στις εταιρίες να επεκταθούν συγκρατώντας τα κόστη και το επίπεδο απασχόλησης. Γι' αυτό το λόγο και συναντάται σε εφαρμογές για βιβλιοθήκες και διαχείριση εντύπων η χρήση των Smart Label. [10]

Η διάδοση του RFID είναι περιορισμένη επειδή ακόμη και τα παθητικά tag είναι σχετικά ακριβά, έτσι δεν υφίσταται λόγος σχετικά φθηνά αντικείμενα να φέρουν tag (όπως κονσέρβες). Όμως αναφορικά με τις βιβλιοθήκες, όπου μεμονωμένα βιβλία και περιοδικά μπορεί να έχουν μεγάλη αξία και μπορεί να δανειστούν και να επιστραφούν χιλιάδες φορές, το κόστος ενός tag αντισταθμίζεται από τα κέρδη αποδοτικότητας. [11]

Τα οφέλη που υπάρχουν χρησιμοποιώντας RFID στις βιβλιοθήκες παρουσιάζονται συγκεντρωτικά ως εξής [11], [12], [13] :

- Ø Δυνατότητα πλήρους αντικατάστασης των EM (Electro-Mechanical) ταινιών ασφαλείας και των Barcode.
- Ø Δυνατότητα ελέγχου όχι μόνο βιβλίων αλλά και κασέτες ή cd.
- Ø Αυτονομία και ταχύτητα στην είσοδο και στην έξοδο από τη βιβλιοθήκη.
- Ø Αυτονομία στον έλεγχο κατά τον δανεισμό των βιβλίων.
- Ø Εξοικονόμηση χρόνου μέσω αυτόματης ταξινόμησης κατά την επανατοποθέτηση.
- Ø Απλούστερη και συντομότερη διαχείριση αποθεμάτων.
- Ø Άμεσος εντοπισμός θέσης και εσωτερική παρακολούθηση των βιβλίων.
- Ø Μείωση κλοπών.
- Ø Αντικλεπτική μέθοδος καινοτόμος και ασφαλή.
- Ø Αξιοποίηση προσωπικού σε ουσιαστικότερα καθήκοντα.

12.1.1.2. Εφαρμογές σε Βιβλιοθήκες

Στη Μεγάλη Βρετανία η βιβλιοθήκη του Πανεπιστημίου της Γλασκόβης “Glasgow University” ήταν η πρώτη που το 2002 εγκατέστησε σύστημα διαχείρισης των βιβλίων βασιζόμενο στην τεχνολογία RFID και το παράδειγμά της ακολούθησαν διαδοχικά ένας μικρός αριθμός βιβλιοθηκών πανεπιστημίων όπως το “Middlesex University” και το “Nottingham Trent University”. Παρόμοια συστήματα εισήχθησαν σε δημόσιες βιβλιοθήκες όπως στις πόλεις Norwich, Essex, Haringey, Somerset και Sutton. [11]

Στο Brighton η νέα βιβλιοθήκη “Jubilee” ανακαινίστηκε το 2005 με στόχο να αυξήσει τον αριθμό των βιβλίων και του πληροφοριακού υλικού που κατέχει τρεις φορές περισσότερο από πριν καθώς επίσης να γίνει πρότυπο και για άλλες βιβλιοθήκες. Τοποθετήθηκαν Smart Label σε όλα τα αντικείμενα προς δανεισμό, σε έναν σταθερό πάγκο τοποθετήθηκαν σταθμοί με ρυθμιζόμενο ύψος, για τον δανεισμό ή την επιστροφή των βιβλίων ή άλλου πληροφοριακού υλικού και επίσης εγκαταστάθηκε σύστημα ασφαλείας με τρεις πύλες RFID. Έτσι εξασφάλισαν τον αυτοματισμό της λειτουργίας της βιβλιοθήκης, μείωσαν τον χρόνο εξυπηρέτησης και αύξησαν τον έλεγχο των προς δανεισμό αντικειμένων.

Στο πανεπιστήμιο “Nottingham Trent University” η τεχνολογία RFID έχει διευκολύνει ομοίως τον δανεισμό των βιβλίων. Ένα ειδικά ρυθμισμένο RFID tag επιτρέπει στην έξοδο να ελέγχονται πολλά βιβλία συγχρόνως με μία μόνο κίνηση. Επίσης επιτρέπει τα βιβλία να επιστραφούν

ηλεκτρονικά και να ταξινομηθούν σε κατηγορίες γρηγορότερα απ' όση γινόταν πριν με την παραδοσιακή μέθοδο. [10]

Η βιβλιοθήκη του πανεπιστημίου της Νεβάδα στο Λας Βέγκας (UNLV), η οποία απαριθμεί 600.000 βιβλία, εξοικονόμησε \$40.000 όσον αφορά το κόστος αναπλήρωσης για τα 500 χαμένα τεμάχια, τα οποία βρέθηκαν λόγω της εφαρμογής των RFID tag (Εικόνα 20). Πρόκειται για μια εφαρμογή αναγνώρισης παθητικού tag. [12]

Η βιβλιοθήκη "Farmington County" στο Ντιτρόιτ μείωσε το χρόνο εξόδου των δανειστών κατά 40% συνδυάζοντας τις τεχνολογίες RFID και Barcode. Η βιβλιοθήκη προσφέρει μια πληθώρα υπηρεσιών, οι οποίες ενισχύθηκαν με τον διπλασιασμό της σε έκταση. Το σύστημα στη βιβλιοθήκη "Farmington" χρησιμοποιεί θερμικούς εκτυπωτές (thermal transfer printers).

Η διαδικασία τοποθέτησης των RFID tag έχει ως εξής. Αρχικά αναγνωρίζεται το περιεχόμενο σε κάθε παλιό Barcode. Ύστερα στο νέο RFID tag, ενσωματώνεται ο προ-προγραμματισμένος αριθμός του με πληροφορίες από τη βάση δεδομένων για τα βιβλία και τον παλιό κωδικό του Barcode. Ταυτόχρονα, δίνεται εντολή να εκτυπωθεί μία ετικέτα, όπου τυπώνεται το Barcode πάνω σε ένα άσπρο φιλμ μαζί με το όνομα της βιβλιοθήκης και το λογότυπό της. Η ετικέτα τοποθετείται με το χέρι πάνω στο RFID tag στο εσωτερικό του εξώφυλλου.



Εικόνα 20 RFID tag στο UNLV

Η εμφάνισή του είναι όμοια μιας κλασικής ετικέτας, αλλά είναι δύσκολο να αφαιρεθεί και να διαχωριστεί το chip. Καθώς περνάει το βιβλίο από τον reader στην έξοδο, όλες οι σχετικές πληροφορίες ανιχνεύονται και ελέγχονται και εν συνεχεία απενεργοποιείται το RFID tag για να επιτραπεί στον δανειστεί να εξέλθει από τη βιβλιοθήκη. Συγχρόνως προσαρμόζεται το απόθεμα της βιβλιοθήκης και το σύστημα είναι ενημερωμένο για το ποια βιβλία είναι δανεισμένα, πότε είναι να επιστραφούν, ποιος τα δανείστηκε και τι υπάρχει στη βιβλιοθήκη. [10]

12.1.2. RFID σε Βιβλιοπωλεία



Η ολλανδική αλυσίδα βιβλιοπωλείων BGN είναι μια από τις μεγαλύτερες εταιρίες στον κλάδο της στην Ολλανδία. Το κεντρικό βιβλιοπωλείο βρίσκεται στην πόλη Μάαστριχτ, όπου στεγάζεται σε μια εκκλησία του 12^{ου} αιώνα. Το μεσαιωνικό περιβάλλον έρχεται σε αντίθεση με το σύγχρονο σύστημα διαχείρισης βιβλίων που διαθέτει η αλυσίδα βασισμένο στην τεχνολογία RFID. [14], [15]

Η BGN έχει 42 καταστήματα σε ολόκληρη τη χώρα και αποτελεί την πρώτη αλυσίδα βιβλιοπωλείων που εφαρμόζει την τεχνολογία RFID σε επίπεδο αντικειμένου (Item-level tagging). Παρά το γεγονός ότι δεν έχει αναπτυχθεί ευρέως η χρήση της τεχνολογίας σε επίπεδο αντικειμένου, η εταιρία διέκρινε τα οφέλη άμεσα και έτσι το έργο δεν καθυστέρησε να υλοποιηθεί. Η εκκίνηση των εργασιών έγινε τέλη του 2005 και βασίζεται στην συνεργασία της τεχνικής ομάδας της και των προμηθευτών της. Η

επικέντρωση του έργου ήταν καθαρά σε επίπεδο αντικειμένου και όχι σε επίπεδο αποθήκης, όπου έτρεχαν ήδη κάποια έργα, με στόχο να επιτευχθούν μεγαλύτερα οφέλη.

Σε όλα τα βιβλία μόλις φθάσουν από τον προμηθευτή στην αποθήκη της BGN τοποθετείται ένα RFID tag και λαμβάνουν έναν μοναδικό αριθμό. Όταν μια ποσότητα βιβλίων φθάσει στο κατάστημα, τοποθετείται σε έναν RFID reader, όπως αυτός στην εικόνα 21 και άμεσα διαβάζονται όλα τα RFID tag και καταχωρούνται οι πληροφορίες στο σύστημα. [16]



Εικόνα 21 RFID reader



Κάθε βιβλίο φέρει RFID tag και επιτρέπει στον λιανοπωλητή να τα παρακολουθήσει από την κεντρική αποθήκη στο κατάστημα. Μέσα από το σύστημα το προσωπικό μπορεί να ελέγξει ακριβώς που είναι ένα βιβλίο μέσα στην αλυσίδα εφοδιασμού και ομοίως μπορεί το ίδιο να κάνει και ένας πελάτης. [15]

Εικόνα 22 RFID reader για τους πελάτες

Ο RFID reader που εμφανίζεται στην εικόνα 22 τίθεται στην διάθεση των πελατών, όπου ο πελάτης περνώντας το βιβλίο μπροστά από τον reader μπορεί στιγμιαία να ελέγξει την τιμή του ή άλλες σχετικές με αυτό πληροφορίες. [16]

Κάνοντας χρήση την ιστοσελίδα του λιανοπωλητή, οι καταναλωτές μπορούν να δούν αν ότι θέλουν είναι διαθέσιμο και που μπορούν να το βρουν ή, εάν η BGN δεν έχει το βιβλίο διαθέσιμο, μπορούν να το παραγγείλουν. Έπειτα μπορούν να επιλέξουν να ειδοποιηθούν εγγράφως ή μέσω SMS όταν είναι έτοιμη η παραγγελία τους. Η BGN επίσης εφάρμοσε τη χρήση των ηλεκτρονικών περιπτέρων, όπου οι αγοραστές βιβλίων μπορούν να βρουν μέσω μιας βάσης δεδομένων, δίνοντας τον τίτλο και τον συγγραφέα, το βιβλίο που θέλουν και να μάθουν είτε αν είναι διαθέσιμο ή όχι είτε αν υπάρχει κάτι σχετικό στο κατάστημα. [15]

Στο ταμείο, όταν πλέον έχουν αγοραστεί τα βιβλία, απενεργοποιείται το RFID tag με στόχο να προστατευθεί η ιδιωτικότητα του πολίτη που θα αγοράσει το βιβλίο. Το RFID tag απενεργοποιείται οριστικά, οπότε δεν υπάρχει δυνατότητα να ξαναχρησιμοποιηθεί π.χ. σε ενδεχόμενη επιστροφή του. [17]

Μερικά οφέλη από την εφαρμογή αυτή ήταν [15] :

- Άμεσος εντοπισμός βιβλίων κατά την είσοδο και παραμονή τους στο κατάστημα.
- Η μείωση του κινδύνου να μείνουν χωρίς απόθεμα.

- Η δυνατότητα να γνωρίζουν ποια βιβλία είναι ταχυκίνητα και ποια όχι.
- Ο έλεγχος των αποθεμάτων έγινε μια εργασία ρουτίνας και δεν χρειάζεται πλέον να κλείσει το κατάστημα για μια ημέρα.
- Μείωση απωλειών από κλοπές.
- Η BGN αναμένει να δει την επιστροφή στην επένδυση (ROI) μέσα σε 14 μήνες

Για την ώρα σε κάθε βιβλίο το RFID tag τοποθετείται δίπλα από το Barcode, αλλά στόχος της εταιρίας είναι από τον επόμενο χρόνο να υπάρχει μία και μόνο ετικέτα, ένα RFID label, που θα τοποθετείται στο κέντρο διανομής. [18]

Επίσης στόχος της εταιρίας στα επόμενα χρόνια είναι να αντικαταστήσει τα υπάρχοντα ράφια με «έξυπνα ράφια» (“smart shelves”), τα οποία είναι εξοπλισμένα με RFID reader, με στόχο να μπορεί να προσδιορίσει κάποιος ποια βιβλία είναι τοποθετημένα σε κάθε σημείο άμεσα και ενδεχομένως να διορθώσει λάθος τοποθετήσεις. Η εγκατάσταση των RFID reader δεν ήταν δυνατό να γίνει στα ήδη υπάρχοντα ράφια, διότι είναι μεταλλικά και το μέταλλο εμποδίζει την ανίχνευση των RFID tag. Έτσι η εγκατάσταση των “smart shelves”, δεν θα υλοποιηθεί άμεσα, λόγω του υψηλού κόστους και του χρόνου που απαιτείται. [19]

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑΣ

12.1.3. RFID στη Διαχείριση Εγγράφων

12.1.3.1. Εφαρμογή της RF-IT

Η εταιρία RF-IT παρέχει την εφαρμογή “You-R® Document Tracing Solution” που πρόκειται για σήμανση και ιχνηλασία εντύπων μέσω της τεχνολογίας RFID που βοηθάει στην εύρεση εντύπων με ταχύ ρυθμό. Η εφαρμογή “You-R® Document Tracing Solution” υποστηρίζεται από RFID reader που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με υπολογιστή ή μόνοι τους. Επιτρέπεται ο προσδιορισμός των εντύπων και των αρχείων από τον υπολογιστή με την χρήση ενός κοινού web browser.



Εφαρμόστηκε αρχικά σε ένα δικηγορικό γραφείο στο Μόναχο. Είχε υπολογιστεί ότι ένας δικηγόρος έχανε 1,5 ώρα την εβδομάδα στην εύρεση εντύπων. Οι παράμετροι που λήφθηκαν υπόψη ήταν επίσης ότι τα κρίσιμα έντυπα έπρεπε να βρίσκονται άμεσα, το σύστημα έπρεπε να δουλεύει ακόμη και αν οι υπολογιστές ήταν κλειστοί και η εγκατάσταση του συστήματος έπρεπε να βασιστεί στο υπάρχον δίκτυο. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε περιλάμβανε, την τοποθέτηση τερματικών σε κάθε πόρτα του γραφείου, τα έντυπα έπρεπε να ανιχνεύονται μαζικά για την εξοικονόμηση χρόνου και την απλοποίηση της διαδικασίας, την χρήση εξελιγμένης τεχνολογίας πληροφορικής και RFID και την χρήση ενός κεντρικού server. [20]

Η εφαρμογή αυτή λειτουργεί από το 2001, υπολογίζεται ότι 10.000 αρχεία φέρουν smart label, οι στόχοι επιτεύχθηκαν και υπήρξε ROI μέσα σε ένα χρόνο. Συγκεντρωτικά τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι [20]:

- ◆ Η μείωση Κόστους
 - ◇ Αποταμίευση χρόνου και προσπάθειας για την εύρεση εντύπων.
 - ◇ Δυνατότητα εύρεσης οποιουδήποτε εντύπου μέσω της χρήσης ενός κοινού web browser.
 - ◇ Γρήγορος και εύκολος έλεγχος των εντύπων (bulk reading; display with booking feedback)
 - ◇ ROI, Η εφαρμογή σε δικηγορικό γραφείο στο Μόναχο εμφάνισε ROI σε 1 χρόνο.
- ◆ Εύκολο ξεκίνημα
 - ◇ Δεν υπάρχει ανάγκη για έξτρα καλώδια διότι δουλεύει με το υπάρχον Ethernet/LAN δίκτυο.
 - ◇ Γρήγορη εγκατάσταση διότι βασίζεται σε reader που διαμορφώνονται μέσω δικτύου.
 - ◇ Δεν χρειάζεται software που πρέπει να εγκατασταθεί στους επιμέρους χρήστες του δικτύου
- ◆ Χαμηλό κόστος συντήρησης
 - ◇ Δυνατότητα offline κράτησης βιβλίων μέσω των reader ακόμη και όταν το σύστημα δεν είναι 100% διαθέσιμο.
 - ◇ Οι reader είναι αυτόνομοι (ανεξάρτητοι από τη λειτουργία και την διαθεσιμότητα υπολογιστών).
 - ◇ Κεντρική παρακολούθηση των reader.
 - ◇ Μηχανισμός ασφαλείας για προστασία του συστήματος.
 - ◇ Κεντρική βάση δεδομένων διευκολύνει το backup.
- ◆ Ετοιμότητα σε μελλοντικές αλλαγές
 - ◇ Υπάρχει η δυνατότητα επέκτασης και σε άλλα μέρη (είναι απαραίτητη η χρήση intranet ή VPN σύνδεσης)

12.1.4. RFID στη Διαχείριση Ταξιδιωτικών Εγγράφων “MRTDs”

Τα νέα ταξιδιωτικά έγγραφα που είναι αναγνώσιμα από μηχάνημα αποκαλούνται MRTDs (Machine Readable Travel Documents), και αποτελούν την πλέον αμφιλεγόμενη εφαρμογή της τεχνολογίας RFID. Τα RFID tag που τοποθετούνται στα διαβατήρια είναι παθητικά και μεταδίδουν πληροφορίες σε οποιαδήποτε συσκευή ανάγνωσης που έρχεται σε επαφή μαζί τους και τους ζητά πληροφορίες. Γι' αυτό και τέθηκε εξ αρχής θέμα κινδύνου της ιδιωτικότητας των πολιτών. Η τεχνολογία των tag που χρησιμοποιείται στα ηλεκτρονικά διαβατήρια καθιστά δυνατή την ανάγνωση τους από RFID reader, οι οποίοι τοποθετούνται σε θύρες εισόδου, μόνο όταν το έγγραφο είναι τοποθετημένο σε απόσταση εκατοστών από τις συσκευές αυτές.

Τα tag υποστηρίζονται από το πρότυπο ISO 14443 και βελτιστοποιούνται για να λειτουργήσουν με τον αντίστοιχο εξοπλισμό reader από 10 έως 15cm. Η υποκλοπή της επικοινωνίας μεταξύ τέτοιων διαβατηρίων και reader από μεγαλύτερες αποστάσεις (2-10m) είναι δυνατή. Σε μελέτη που έγινε σε ένα ολλανδικό διαβατήριο, διατυπώθηκαν οι αποστάσεις για την ανάγνωση και την υποκλοπή.

Το ζήτημα που προκύπτει έχει να κάνει με:

- Τη σχεδιασμένη εμβέλεια, η οποία προδιαγράφει τη δυνατότητα ανάγνωσης του τσιπ και είναι μικρότερη από 50cm,
- Τη μέγιστη εμβέλεια, στην οποία το τσιπ είναι δυνατό να διαβαστεί και αυτή είναι μικρότερη από 5m και
- Την εμβέλεια λαθρακρόασης ή τη μέγιστη εμβέλεια, στην οποία το τσιπ είναι δυνατό να διαβαστεί με ειδικό εξοπλισμό και η οποία είναι και η οποία μικρότερη από 25m.

Κάποια MRTDs είναι εξοπλισμένα με το πρόσθετο προστατευτικό κάλυμμα στην κάλυψή τους, π.χ., τα αμερικανικά διαβατήρια περιέχουν έναν ιστό από ίνες μετάλλων που ενσωματώνεται στην μπροστινή κάλυψη. Εντούτοις, έχει γίνει γνωστό ότι εάν ένα διαβατήριο ανοίγει μόνο 1,27cm, όπως μπορεί να συμβεί μέσα σε ένα πορτοφόλι ή σακίδιο, μπορεί να αποκαλυφθεί σε έναν αναγνώστη τουλάχιστον 61cm μακριά. Στην Ελλάδα το Υπουργείο Εξωτερικών λαμβάνοντας υπόψη του τις αρνητικές συνέπειες αυτών, αποφάσισε τα διαβατήρια με RFID tag να περιλαμβάνουν «μία λεπτή ράδιο-ασπίδα στο κάλυμμα τους» που προστατεύει τα tag όταν τα διαβατήρια είναι κλειστά. Το μέτρο αυτό θα αποτρέψει την κατασκοπεία των εγγράφων όταν θα είναι κλειστά. Ωστόσο, όσοι ταξιδεύουν γνωρίζουν ότι τα διαβατήρια δεν χρησιμοποιούνται μόνο κατά το πέρασμα των συνόρων.

Συχνά πρέπει επιδεικνύεται το διαβατήριο σε ξενοδοχεία και αεροδρόμια και κατά την αλλαγή συναλλάγματος. Επίσης οι νέοι ιταλικοί κανονισμοί απαιτούν οι αλλοδαποί να δείχνουν τα διαβατήριά τους όταν χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες ενός Internet café. Ως εκ τούτου, το Υπουργείο Εξωτερικών προσέθεσε ένα δεύτερο και πιο σημαντικό χαρακτηριστικό: «τον έλεγχο πρόσβασης». Τα δεδομένα στο tag θα είναι κρυπτογραφημένα και το κλειδί θα είναι τυπωμένο στο διαβατήριο. Ένας τελωνειακός θα περνάει το διαβατήριο από έναν reader οπτικής ανάγνωσης για να λάβει το κλειδί και στη συνέχεια ένας RFID reader θα χρησιμοποιεί το κλειδί για να επικοινωνήσει με το RFID tag.

Η χρήση της τεχνολογίας RFID έχει να κάνει με το γεγονός ότι ο κάτοχος του διαβατηρίου μπορεί έτσι να ελέγχει ποιος θα αποκτάει πρόσβαση στις πληροφορίες του tag και κανείς δεν θα μπορεί να λαμβάνει πληροφορίες από το διαβατήριο χωρίς πρώτα να το ανοίξει και να διαβάσει τις πληροφορίες που εσωκλείονται. Επίσης, εξασφαλίζεται ότι κανένας τρίτος δεν μπορεί να κατασκοπεύσει την επικοινωνία μεταξύ του tag και του RFID reader, επειδή είναι κρυπτογραφημένη.

Τα RFID tag, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που ορίζονται για τα διαβατήρια των ΗΠΑ, μπορούν να αναγνωρίζονται αποκλειστικά από τη ραδιο-συμπεριφορά τους. Συγκεκριμένα, τα tag αυτά διαθέτουν ένα μοναδικό αριθμό αναγνώρισης που χρησιμοποιείται για την αποφυγή συγκρούσεων. Έτσι τα tag αποφεύγουν προβλήματα επικοινωνιών σε περίπτωση που βρεθεί ένα

πλήθος από tag δίπλα σε έναν RFID reader. Ο αριθμός αυτός έχει εισαχθεί στο tag εργοστασιακά και δεν έχει να κάνει με τα προσωπικά δεδομένα που είναι αποθηκευμένα σε αυτό.

Παρ' ολ' όλους τους κινδύνους που κρύβει για την ασφάλεια της ιδιωτικότητας η προσθήκη των tag στα διαβατήρια, κανείς δεν μπορεί να αμφισβητήσει ότι μπορεί να ωφελήσει την ασφάλεια. Τα αρχικά tag θα περιλαμβάνουν μόνο τις πληροφορίες που είναι τυπωμένες στο διαβατήριο, όμως το σύστημα αυτό σχεδιάστηκε, έτσι ώστε μακροπρόθεσμα να προστεθούν ψηφιακά βιομετρικά στοιχεία, όπως φωτογραφίες ή ακόμη και δακτυλικά αποτυπώματα, που θα καταστήσουν δυσκολότερη την πλαστογράφηση των διαβατηρίων και τη χρήση των κλεμμένων διαβατηρίων. Η τελειοποίηση του σχεδιασμού των διαβατηρίων, περιλαμβάνοντας και άλλες ασφαλιστικές δικλίδες, καθώς και η ενημέρωση των πολιτών για τον σωστό χειρισμό της τεχνολογίας, θα εξαλείψουν τις αδυναμίες της εφαρμογής. [21],[22],[23]

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑΣ

12.2. Εφαρμογές στο Λιανεμπόριο

12.2.1 “METRO Group Future Store Initiative” (“FSI”)

12.2.1.1. Η εφαρμογή

Ένα παράδειγμα εφαρμογής των RFID tag σε επίπεδο αντικειμένου στο χώρο του λιανεμπορίου είναι το πιλοτικό κατάστημα, “Extra Future Store”, που δημιούργησε η γερμανική εταιρία “Metro AG”. Συγκεκριμένα τοποθετήθηκαν RFID tag σε είδη διατροφής και οικιακής χρήσης, για την καλύτερη λειτουργία του καταστήματος και την καλύτερη εξυπηρέτηση του πελάτη. Ο τομέας που βρίσκονταν αυτά τα προϊόντα ήταν συγκεκριμένος, οπότε και ο πελάτης επέλεγε εάν ήθελε να κάνει τις αγορές του με τον πατροπαράδοτο ή τον νέο τρόπο. Το “Extra Future Store” εγκαινιάστηκε στις 28 Απριλίου του 2003 στο Ράϊνμπεργκ της Γερμανίας. Η υλοποίησή του διήρκεσε επτά μήνες.

Το έργο “METRO Group Future Store Initiative” (“FSI”) υποστηρίζεται από την συνεργασία των εταιριών “METRO Group”, “SAP”, και “Intel”, καθώς επίσης και άλλων εταιριών από τον χώρο της πληροφορικής και των καταναλωτικών αγαθών. Μέσα στο FSI, δοκιμάζονται τεχνολογίες και τεχνολογικές λύσεις υπό πραγματικές συνθήκες. Ο σκοπός ήταν να αναπτυχθούν ενιαία πρότυπα και διαδικασίες στην διαχείριση της αποθήκης και στον χώρο των πωλήσεων και να προωθηθούν καινοτόμες λύσεις στο λιανεμπόριο σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Οι κύριοι στόχοι της “METRO Group” ήταν:

- Ø Η χρήση των τεχνολογιών για την αυξηθεί η «εμπειρία» των αγορών και να είναι αισθητή και μετρήσιμη η ικανοποίηση του πελάτη.
- Ø Η χρήση των τεχνολογιών για να επιδιωχθεί χαμηλότερη τιμή πώλησης και μείωση των διαχειριστικών εξόδων.
- Ø Να διερευνηθεί πώς η ασύρματη τεχνολογία σε συνδυασμό την τεχνολογία RFID μπορεί να αυξήσει την ανταγωνιστικότητα.
- Ø Να διερευνηθούν τρόποι για να προσεγγίζουν τον καταναλωτή πιο εμπλουτισμένες πληροφορίες με πιο συναρπαστικό τρόπο.
- Ø Να αυξηθεί η παραγωγικότητα των εργαζομένων.

Η συνεργασία με την Intel είχε να κάνει με την εμπειρία της να δημιουργεί συστήματα διαχείρισης αποθεμάτων. Στόχος ήταν ο σχεδιασμός μιας υποδομής δομημένης αποκλειστικά στην αρχιτεκτονική της Intel. Ο σχεδιασμός, η δοκιμή και η υλοποίηση της υποδομής έγινε σε συνεργασία με την ομάδα της “METRO Group”. Η ομάδα της Intel διαχειρίστηκε το έργο από την αρχή μέχρι το τέλος και παρείχε πλήρη τεκμηρίωση του σχεδιασμού των λύσεων, της μεθόδου επικύρωσης και των πιλοτικών υλοποιήσεων. Επίσης παρείχε την απαραίτητη καθοδήγηση στη διαχείριση ενός υψηλού αριθμού συνεργατών και τεχνολογιών σε συνδυασμό με την πολυπλοκότητα του έργου. Η “Metro Group” επίσης έχει δημιουργήσει το κέντρο “METRO Group RFID Innovation Centre”, όπου εφαρμόζονται νέες τεχνικές RFID σε επίπεδο εργαστηριακών δοκιμών. [24],[25],[26],[27]

Από την σκοπιά του εξοπλισμού οι κύριες συνιστώσες για την υλοποίηση του έργου βασισμένες στην αρχιτεκτονική της Intel ήταν [27]:

- ◆ Οι server για την εφαρμογή του SAP με:
 - ◇ “4-way rack-mount Intel Xeon processor-based servers”,
 - ◇ “4-way Intel Xeon processor MP-based servers”,
 - ◇ “2-way Intel Xeon processor-based blade servers”.
- ◆ Τα PDA με:
 - ◇ Επεξεργαστές “Intel® Personal Internet Client Architecture (Intel PCA).

- ◆ Τα PSAs με:
 - ◇ Επεξεργαστές “Mobile Intel Pentium III – M”.
- ◆ Οι Content Bus servers με:
 - ◇ Server “2-way and 4-way Intel Xeon”
- ◆ Οι Electronic Shelf Label system servers με:
 - ◇ Server “2-way Intel Xeon processor-based”.
- ◆ Οι RFID readers με:
 - ◇ Επεξεργαστές “Intel PCA processors”
- ◆ Το δίκτυο υποστηριζόμενο από:
 - ◇ Επεξεργαστές δικτύων “Intel Internet Exchange Architecture (Intel IXA)”
- ◆ Οι επιτραπέζιοι υπολογιστές για τους χρήστες με:
 - ◇ Επεξεργαστές “Intel Pentium 4”.
- ◆ Οι φορητοί υπολογιστές για τους χρήστες με:
 - ◇ Επεξεργαστές “Intel Centrino™ mobile technology”.
- ◆ Οι σταθμοί πληροφοριών (“Information kiosks” / “Information Terminal”) με:
 - ◇ Επεξεργαστές “Intel Pentium 4”.

Οι συνιστώσες που στήριζαν το έργο στο «παρασκήνιο» και είχαν να κάνουν με τα διαχειριστικά κόστη και την βελτιστοποίηση της διαχείρισης των αποθεμάτων ήταν[27]:

- ◆ Η τεχνολογία RFID (Radio Frequency Identification)
- ◆ Τα «Έξυπνα Ράφια» (“Smart Shelves”)
- ◆ Τα PDAs (Employee Personal Digital Assistants)
- ◆ Τα «Portal εργαζομένων»:
 - ◇ Το portal “myMetro” δίνει στους εργαζόμενους πρόσβαση σε πληροφορίες της εταιρίας, προγράμματα εργασιών και εκπαίδευση.
- ◆ Tablet PC
- ◆ Ασύρματο εσωτερικό δίκτυο (In-Store Wireless LAN)
- ◆ Server Hardware
- ◆ Content Bus & content management system
 - ◇ Το “Content Bus” ενσωματώνει τις δομημένες και μη δομημένες πληροφορίες και συνιστά μια κεντρική πηγή πληροφοριών για τις εφαρμογές και τα πολυμέσα του καταστήματος.

Οι συνιστώσες του έργου που «αντιμετώπιζαν» τον καταναλωτή και είχαν να κάνουν με την αύξηση των εμπειριών του καταναλωτή μέσα από την διαδικασία της αγοράς ήταν[27]:

- ◆ Smart Loyalty Card
- ◆ Personal Shopping Assistants (PSAs)
 - ◇ Πρόκειται για Touch-screen tablet PC τοποθετημένα στα καροτσάκια και παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τα προϊόντα. Επίσης διαθέτουν ένα ενσωματωμένο barcode scanner, όπου ο πελάτης μπορεί να σκανάρει το σύνολο των προϊόντων του και να δει πόσο κοστίζουν.
- ◆ Electronic Advertising Displays
- ◆ «Σταθμοί Πληροφοριών» (Information Terminals)
- ◆ Electronic Shelf Labels
- ◆ «Έξυπνη ζυγαριά» - Intelligent Scale
 - ◇ Οι πελάτες ζυγίζουν τα προϊόντα τους στην «έξυπνη ζυγαριά» που αναγνωρίζει αυτόματα τα φρούτα ή τα λαχανικά που είναι να ζυγιστούν και τυπώνει αυτόματα μια ετικέτα με το προϊόν και την τιμή.
- ◆ Self-Checkout

- ◇ Οι πελάτες κατά την έξοδο μπορούν είτε να χρησιμοποιήσουν μόνοι τους μία οθόνη “touchscreen”, ένα “scanner” και ένα ταμείο., είτε εάν έχουν κάνει χρήση των PSA barcode reader, μπορούν να πληρώσουν κατά το πέρασμά τους χρησιμοποιώντας την λειτουργία PSA’s “check-out”, με την οποία οι πληροφορίες από το PCA μεταφέρονται στο ταμείο.

Η εφαρμογή των tag σε μεμονωμένα αντικείμενα κρίθηκε αναγκαία για δύο λόγους. Ο πρώτος είναι για καλύτερη διαχείριση των αποθεμάτων μέσω της χρήσης των «έξυπνων ραφιών» (“Smart Shelves”). Οι RFID reader ενσωματωμένοι στα ράφια σαρώνουν τα tag των προϊόντων. Οι κύριες λειτουργίες είναι ο έλεγχος των αποθεμάτων, ο έλεγχος του αν τοποθετήθηκαν τα προϊόντα σε λάθος θέση και ο ποιοτικός έλεγχος. Τα “Smart Shelves” επίσης παρέχουν πληροφορία για τα προϊόντα στους πελάτες. [26]

Ο δεύτερος λόγος έχει να κάνει με την δυνατότητα οι πελάτες να δούν ή να ακούσουν αποσπάσματα από βίντεο ή ηχογραφημένα μηνύματα. Το tag λειτουργεί σε συνδυασμό με την «Loyalty card» του πελάτη. Τα RFID tag χρησιμοποιούνται μόνο για να ενεργοποιείται ο σταθμός πληροφοριών (“Information Terminal”) και να δίνει στον πελάτη τις σχετικές πληροφορίες. Στην περίπτωση που το περιεχόμενο ενός DVD έχει περιορισμό ηλικίας, ο σταθμός πληροφοριών (“Information Terminal”) ζητάει περισσότερα στοιχεία για να διακριβώσει ότι μόνο άτομα που δικαιούνται θα δούν το περιεχόμενο. Για να λάβει αυτά τα στοιχεία ο σταθμός πληροφοριών σαρώνει το barcode στην κάρτα του πελάτη. Εάν ο πελάτης έχει ηλικία που του επιτρέπεται να δει ή να ακούσει το περιεχόμενο του μηνύματος, τότε ενεργοποιείται. Επειδή το “Future Store” γενικά δεν πουλάει υλικό που απαγορεύεται να διατεθεί σε άτομα κάτω των 18, η κάρτα που έχει διατεθεί στον πελάτη παρέχει επαρκή πληροφορία για να αποδείξει ότι η ηλικία του πελάτη πληρεί τις προϋποθέσεις. Οι κάρτες των πελατών δίνονται σε άτομα άνω των 16, επειδή η κάρτα “Extra future card” που χρησιμοποιείται στο κατάστημα είναι μέρος του προγράμματος “Payback loyalty card program” στη Γερμανία. Για να απενεργοποιηθεί το tag μετά την αγορά ενός προϊόντος, το κατάστημα είναι εξοπλισμένο με έναν Απενεργοποιητή (“De-Activator”). [26]

12.2.1.2. Θέματα προστασίας καταναλωτών

Μετά από ένα χρόνο λειτουργίας του “Future Store”, υπήρξαν αντιδράσεις σχετικά με την ασφάλεια των καταναλωτών. Κύριο ζητήματα ήταν η σύνδεση της ηλικίας των πελατών, μια πληροφορία που περιείχε η «Loyalty card» του πελάτη, με τα αποσπάσματα από βίντεο ή τα ηχογραφημένα μηνύματα για τα προϊόντα. Η εταιρία ήθελε να εξασφαλίσει ότι τα αποσπάσματα αυτά θα προβάλλονταν σε άτομα άνω των 18 ετών, όπως προέβλεπε η γερμανική νομοθεσία. Οι αρνητικές αντιδράσεις που προέκυψαν είχαν ως αποτέλεσμα η εταιρία να ανακαλέσει τις κάρτες αυτές και να επαναφέρει τα barcode. Παρ’όλ’αυτά, το κατάστημα συνέχισε να χρησιμοποιεί την τεχνολογία RFID μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα. Επίσης προβλήματα όσον αφορά την ιδιωτικότητα έχουν προκύψει με τις κάρτες αγορών που δίνουν τη δυνατότητα να ανιχνευθούν οι κινήσεις των πελατών, ενώ υπήρξαν ισχυρισμοί ότι κάποιοι απενεργοποιητές “De-Activators” βρέθηκαν αναποτελεσματικοί. [26]

Σύμφωνα με δηλώσεις του “Future Store”, δεν αποθηκεύονται προσωπικά δεδομένα των πελατών στα RFID tag αναφορικά με τις εφαρμογές στην εφοδιαστική αλυσίδα. Μάλιστα, οι πελάτες μπορούν να πάνε σε σταθμούς όπου μπορούν να δούν τι πληροφορίες έχουν τα tag. Επίσης υπήρξε ανακοίνωση ότι ποτέ δεν χρησιμοποιήθηκαν κάρτες αγορών στο κατάστημα, οι οποίες έφεραν RFID tag και είχε μόνο παρουσιαστεί μία πρότυπη κάρτα που είχε ενσωματωμένο ένα RFID reader αλλά σε καμία περίπτωση κάποιο tag. Επίσης δεν είχε διαπιστωθεί μέχρι τότε η αδυναμία λειτουργίας κάποιων απενεργοποιητών (“De-Activator”). [26]

Δικλίδες ασφαλείας για την σωστή λειτουργία των απενεργοποιητών (“De-Activators”) είναι η συνεχής ανανέωση της τεχνολογίας, οπότε και αποκλείεται να μην μπορεί να απενεργοποιηθεί

κάποιο tag νέας τεχνολογίας. Επιπρόσθετα, όταν οι απενεργοποιητές συντηρούνται, οι πελάτες ενημερώνονται ότι το μηχάνημα έχει τεθεί εκτός λειτουργίας με μία ταμπέλα που τοποθετείται πάνω στο μηχάνημα και κατευθύνονται στους πάγκους πληροφοριών όπου μπορεί να απενεργοποιηθεί το tag χειροκίνητα. [26]

Αναφορικά με την «Loyalty card» για τον πελάτη από το 2004 δεν υφίσταται πλέον RFID tag στην κάρτα. Μόνο για μια πολύ μικρή περίοδο στην αρχή της λειτουργίας του πιλοτικού καταστήματος υπήρξαν οι κάρτες “Extra future card”, οι οποίες έφεραν ένα RFID tag. Οι πελάτες που είχαν κάνει αίτηση για την κάρτα “Extra future card” είχαν ενημερωθεί προφορικά ότι ένα από τα χαρακτηριστικά της κάρτας ήταν ένα RFID tag ως μέσο επιπρόσθετης αποθήκευσης πληροφοριών, το οποίο θα έκανε δυνατή την προβολή πληροφοριών για όποιο προϊόν ήθελε ο πελάτης μέσω χρήσης πολυμέσων στον ειδικό χώρο του καταστήματος. Επίσης υπήρξε ενημέρωση των πελατών μέσω ειδικής παρουσίασης του “METRO Group Future Store” και τους δόθηκε ένα φυλλάδιο που περιείχε πληροφορίες σχετικά με όλες τις τεχνολογίες που εφαρμόστηκαν στο κατάστημα. [26]

Επίσης δεν υπάρχει κανένα προσωπικό στοιχείο όσον αφορά οποιοδήποτε RFID tag που χρησιμοποιείται από τη “METRO Group” ανεξάρτητα αν αυτό είναι τοποθετημένο σε παλέτα, σε κουτί ή σε μεμονωμένο προϊόν και επίσης δεν δύναται η πιθανότητα να γίνει ο συνδυασμός των tag με προσωπικά δεδομένα κάποιας βάσης δεδομένων. Επειδή τα RFID tag για τα προϊόντα χρησιμοποιούνται στο “Future Store” μόνο για τη λειτουργία και τον έλεγχο των “smart shelves”, τοποθετούνται στα προϊόντα στο πίσω μέρος του καταστήματος. Ο EPC κωδικός κάθε tag δεν δύναται να ανιχνευθεί κατά την έξοδο από το κατάστημα, πόσο μάλλον να συνδεθούν προσωπικά δεδομένα με αυτόν. Εντούτοις η “METRO Group” συμμορφώνεται με την ιδιωτικότητα προς όφελος των πελατών της με μια σειρά μαθημάτων. Από κοινού με τους συνεργάτες της από το λιανεμπόριο η “METRO Group” έχει εθελοντικά δεσμευθεί να χρησιμοποιήσει την τεχνολογία RFID υπεύθυνα. Στην εικόνα 23 μπορεί να δει κανείς τις οδηγίες που δίνονται στο κατάστημα για του καταναλωτές από την EPC Global. [26]

EPC global guidelines at the METRO Group

The METRO Group utilizes RFID on the basis of the Electronic Product Code (EPC). Standards of other providers are not recorded. If a supplier decides to deploy RFID (whether using EPC) or not he is requested to inform the METRO Group. A number code (EPC) is stored on the RFID transponders (Smart Chips), as used by the METRO Group. This allows information on logistic units, products or providers. The data can be accessed without contact using an RFID reading device. Authorized users use their access product and process-relevant data (e.g. product name, manufacturer, country of origin) with database.

1 Information

- Comprehensive information on deployment of the RFID technology within the METRO Group
- On the Intranet at www.metrogroup.de, www.futurestores.org
- Request by email to rfid@metro.de or via the hotline: +49 (0) 11 89 9620 54
- In the METRO Group RFID Newsletter
- In brochures and customer flyers, e.g. "The METRO Group and RFID", "Welcome to the Future Store", "METRO Group RFID Innovation Center" and "Improved stock supply with RFID and EPC"
- Open dialog with special interest groups and experts, e.g. member shop of the InformationForum RFID

2 Notification

- Comprehensive customer information as to where RFID is deployed, for example, in written notices (e.g. posters in the front store)
- Identification of all logistic units, cases and products provided with Smart Chips, with the EPC logo and additional text information
- Identification of all RFID readers

3 Freedom of Choice

- Consumers can either have the Smart Chip disabled proactively or removed on request after approval
- Participation of the METRO Group in the development of new technologies for deactivation (e.g. De-Activator)

4 Data protection

- The provisions of the Federal Data Protection Act (BDSG) are complied with when using the EPC within the METRO Group
- The EPC refers exclusively to product and process-relevant information. Personal data is not saved
- RFID transponders used by suppliers without an EPC standard are not processed by the METRO Group
- The EPC is not linked to personal data. In general, this can only occur with the consent of the customer. Irrespective of this, an anonymous purchase is always ensured when paying with cash

© 2007 METRO AG

Source: METRO Group Status: July 2007

Εικόνα 23 Οι οδηγίες για τους καταναλωτές από την EPC Global

Επίσης η “METRO Group” διενεργεί τακτικό διάλογο με καταναλωτές, μετόχους και παράγοντες που δείχνουν σχετικό ενδιαφέρον για να συζητήσει θέματα ιδιωτικότητας και

προστασίας προσωπικών δεδομένων, ενώ συνεργάζεται με επιστημονικά ιδρύματα για να διεξάγει καταναλωτικές έρευνες. Από το 2003 που εγκαινιάστηκε το “METRO Group Future Store” υπάρχει μια ηλεκτρονική διεύθυνση και μια τηλεφωνική γραμμή παραπόνων. Κάθε πελάτης που έκανε αίτηση για μια “Extra future card” είχε ενημερωθεί ότι ένα από τα νέα χαρακτηριστικά της κάρτας είναι το RFID tag. [26]

12.2.1.3. Θετικά Αποτελέσματα από τη Δημιουργία του FSI

Το 2005 η “METRO Group” διενήργησε μια έρευνα μέσω της Boston Consulting Group βάσει των δύο χρόνων λειτουργίας της. Το γενικό συμπέρασμα ήταν ότι οι πελάτες είχαν αποκτήσει θετική άποψη για το κατάστημα. Κάποια στατιστικά στοιχεία είναι τα παρακάτω [28]:

- Ø Από την ημέρα εγκαινίων του το κατάστημα κέρδισε 30% νέους πελάτες.
- Ø Ο αριθμός των χρηστών, οι οποίοι χρησιμοποίησαν έστω μια φορά τις νέες τεχνολογίες του “Future Store”, αυξήθηκε συγκριτικά με το 2004 από 79% σε 85%.
- Ø Άνθρωποι άνω των 60 ετών βρήκαν αρκετά χρηστική τη λειτουργία του «έξυπνου καλαθιού». Το ποσοστό του 52% αυξήθηκε σχεδόν στο 60%.
- Ø Η χρήση του συστήματος της αυτόνομης και αυτόματης πληρωμής κατά την έξοδο είχε τόσο θετικά αποτελέσματα που εφαρμόστηκε και σε άλλα καταστήματα της αλυσίδας “Metro Group” (Extra, Real και Praktiker), ενώ συγκεκριμένα για την αλυσίδα Praktiker εφαρμόστηκε η μέθοδος και σε ορισμένα καταστήματα στο εξωτερικό.
- Ø Ο αριθμός των πελατών που χρησιμοποιούν τα “Info-Terminals” αυξήθηκε συγκριτικά με το 2004 από 51% σε 58%. Η θετική συμβολή τους βρίσκεται ότι οι πελάτες έτσι ικανοποιούσαν την ανάγκη τους να μαθαίνουν πληροφορίες για την ποιότητα και την προέλευση των προϊόντων τους. Η “METRO Group” μέσω αυτής της εφαρμογής ήταν η πρώτη εταιρία στη Γερμανία που εφάρμοσε την οδηγία της ΕΕ για την ιχνηλασιμότητα στα τρόφιμα.

Ενώ τα ποιοτικά θετικά αποτελέσματα για την επιχείρηση αναφορικά με την λειτουργία της ήταν [27]:

- Ø Βελτίωση της διαχείρισης των αποθεμάτων
- Ø Αύξηση της παραγωγικότητας των υπαλλήλων και της λήψης αποφάσεων
- Ø Μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και συνέργεια των προγραμμάτων
- Ø Υποδομές με τελικά χαμηλότερο κόστος.

12.2.2. Η περίπτωση της “MARKS & SPENCER”

12.2.2.1. Η Δραστηριότητα της “Marks & Spencer”

Η εταιρία “Marks & Spencer” αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους λιανοπωλητές στην Μεγάλη Βρετανία, παρέχοντας μια μεγάλη γκάμα προϊόντων όπως τροφές υψηλής ποιότητας, μακιζαρισμό και άλλα προϊόντα. Απαριθμεί 600 καταστήματα παγκοσμίως, εκ των οποίων τα 450 είναι στην Μεγάλη Βρετανία.

Στις αρχές του 2002, η “M&S” ξεκίνησε ένα πρόγραμμα σε συνεργασία με την εταιρία “Intelligent” όπου ερευνούσαν πώς θα ήταν εφικτό μέσω της τεχνολογίας RFID να βελτιωθεί η εφοδιαστική αλυσίδα και συγχρόνως να αυξηθεί η εξυπηρέτηση και η αυτονομία των καταναλωτών. Ως αποτέλεσμα αυτών των εργασιών το 2003 ξεκίνησε να υλοποιείται το RFID σύστημα που σχεδιάστηκε, ενώ τώρα τρέχουν δύο έργα βάσει αυτού του συστήματος. Το ένα έργο είναι στον τομέα τροφίμων και το άλλο στον τομέα του Merchandising. [30]

Αναφορικά με τον τομέα των τροφίμων, σε περισσότερους από 6 εκατομμύρια επιστρεφόμενους δίσκους (“Returnable Transit Packaging”-RTP trays), που χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν τα τρόφιμα μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα, έχουν τοποθετηθεί RFID tag, με εμφανή τα αποτελέσματα σε όλο το μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού. Συγκεκριμένα πρόκειται για tag που λειτουργούν στην HF συχνότητα των 13.56 MHz και έχουν δυνατότητα ανάγνωσης μικρότερη του ενός μέτρου, μια επαρκή απόσταση για την χρήση, για την οποία επιλέχθηκαν. [30],[31],

Αναφορικά με τον τομέα του Merchandising, η “M&S” διατηρεί εκατομμύρια διαφορετικά στίλ και χρώματα ρούχων στα καταστήματά της και η δυσκολία στη διαχείρισή τους και την ενημέρωση του αποθέματος εξαλείφθηκε με τη χρήση RFID tag, ενσωματωμένα στην ετικέτα της τιμής. Ενώ επίσης έτσι αυξήθηκε και ο χρόνος των υπαλλήλων για την καλύτερη εξυπηρέτηση των πελατών. Τα RFID tag που χρησιμοποιήθηκαν είναι παθητικά και λειτουργούν στη UHF συχνότητα των 868MHz και επιλέχθηκαν για τις εξής ιδιότητές τους [30], [31]:

- Ø Το μεγάλο εύρος ανάγνωσης
- Ø Την δυνατότητα ανάγνωσης πολλών tag μαζί
- Ø Την δυνατότητα αποτροπής συγκρούσεων (anti-collision) που συνεπάγεται την καλύτερη διαχείριση μεγάλου αριθμού tag με μικρή απόσταση μεταξύ τους (π.χ. σάρωση εσωρούχων και νηκτικών).

Ενώ επιλέχθηκε η τεχνολογία EPC διότι προϋποθέτει σε αυτού του είδους τα tag την ενσωμάτωση λίγων στοιχείων. Παρακάτω ακολουθεί η ανάλυση αναφορικά με την εφαρμογή στον τομέα του Merchandising.

12.2.2.2. Η Εφαρμογή στον Τομέα του Merchandising

Η “M&S” είναι μια ακόμη εταιρία που χρησιμοποιεί RFID tag σε επίπεδο τεμαχίου. Το 2003 ξεκίνησε πιλοτικά την τοποθέτηση RFID tag σε ένα κατάστημα στην περιοχή “High Wycombe” κοντά στο Λονδίνο, στον τομέα του ανδρικού μακιζαρισμού, συγκεκριμένα σε κοστούμια, πουκάμισα και γραβάτες. Το πρόγραμμα χρηματοδοτήθηκε από το τμήμα Εμπορίου και Βιομηχανίας της Μεγάλης Βρετανίας ως μέρος του προγράμματος “New Wave Technology” με το ποσό των £305,000 (US\$478,846). Τοποθετήθηκαν 10,000 tag στο διάστημα από 13 Οκτωβρίου έως και 7 Νοεμβρίου και από τα προϊόντα αυτά πουλήθηκαν 7,000 κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Ο στόχος της εφαρμογής του προγράμματος πιλοτικά σε ένα μόνο κατάστημα ήταν για να γίνει μια

μελέτη σκοπιμότητας εφαρμογής του προγράμματος σε μεγαλύτερη κλίμακα και να διαπιστωθούν τα οφέλη στην πράξη. [26],[29],[31],[32],[33],[34]

Η “M&S” επέλεξε να τοποθετήσει tag σε τρεις τύπους ρούχων (κοστούμια, πουκάμισα και γραβάτες), διότι αντιπροσώπευαν τρεις διαφορετικούς τύπους μεταφοράς των ρούχων από τα κέντρα διανομής στα καταστήματα [33]:

- Ø Τα κοστούμια μεταφέρονται σε κρεμάστρες,
- Ø Τα πουκάμισα φορτώνονται επίπεδα σε επαναχρησιμοποιούμενες μεγάλες βαλίτσες και
- Ø Οι γραβάτες φθάνουν στα κέντρα διανομής σε κιβώτια και στη συνέχεια μεταφέρονται σε κρεμάστρες πριν μεταφερθούν στα καταστήματα.

Το RFID tag των 868MHz ονομάστηκε “Intelligent Label” διότι ήταν ενσωματωμένα σε χάρτινες ετικέτες που είχαν μήκος 5 inch, εύρος ανάγνωσης 0.5m, και κρεμιόταν στα ρούχα όπως οι ετικέτες τιμών. Η ετικέτα αυτή αναπτύχθηκε από τις εταιρίες “PAXAR”⁷ και “Dewhirst”⁸, με chip από την Ελβετική εταιρία “EM Microelectronic”. Το tag περιείχε τον μοναδικό αριθμό που συνδεόταν με το εκάστοτε ρούχο και αυτό στην βάση δεδομένων της “M&S” αντιστοιχούσε σε κάποιες πληροφορίες για το προϊόν αυτό, όπως το είδος, το μέγεθος και το χρώμα του. [32], [33]



Εικόνα 24 “Intelligent Label” σε σακάκι

Ο λιανοπωλητής τοποθετεί τα tag στο κέντρο διανομής και τα μεταφέρει στο κατάστημα. Τα tags είναι έτσι σχεδιασμένα για να κόβονται από τους καταναλωτές και να πετώνται μετά την αγορά. Αναφορικά με τα πουκάμισα το αυτοκόλλητο tag τοποθετούνται πάνω στην πλαστική τσάντα που τα καλύπτει. Κατά συνέπεια όταν η τσάντα πετιέται, πετιέται και το tag. [32]

Υπεύθυνη εταιρία για την εγκατάσταση του RFID συστήματος ήταν η “Intellident”, η οποία είχε αναλάβει και την εγκατάσταση του συστήματος για τη διαχείριση των δίσκων στον τομέα τροφίμων. Η “Intellident” έχει εγκαταστήσει στο κέντρο διανομής της “M&S” και στην εξέδρα φόρτωσης στο πιλοτικό κατάστημα, πύλες με σταθερούς reader (fixed reader) που υποστηρίζουν τη συχνότητα των 868MHz, οι οποίοι είναι της εταιρίας “SAMSys Technologies” και κινητούς reader (“Mobile Reader”) της ίδιας εταιρίας, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι σε καρότσι με ενσωματωμένη κεραία, με έναν υπολογιστή και μπαταρία που προσφέρει αυτονομία δύο ωρών για την σάρωση των προϊόντων μεμονωμένα μέσα στο κατάστημα. Οι RFID reader λειτουργούν σε συχνότητες και επιτρεπτά επίπεδα ενέργειας που καθορίζει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Τα όρια που θέτει είναι χαμηλότερα αυτών που ορίζουν οι ΗΠΑ, ως εκ τούτου το μέγιστο εύρος ανάγνωσης των reader φθάνει το 0.5m. Οι πύλες επιτρέπουν στους εργαζόμενους των κέντρων διανομής να προωθήσουν τις φορητές ντουλάπες για τον ιματισμό που είναι σε κρεμάστρες και τα καρότσια με τον ιματισμό που είναι σε πακέτα και να διαβαστούν ταυτόχρονα όλα τα προϊόντα. [31],[32],[33],[35]



Εικόνα 25 “Mobile Reader”

Τα φορτία με τον ιματισμό σκανάρονται καθώς φεύγουν από το κέντρο διανομής για να επιβεβαιωθεί με ακρίβεια ποια προϊόντα έχουν φορτωθεί. Εάν έχουν φορτωθεί λάθος προϊόντα, το σύστημα ειδοποιεί τον χειριστή του συστήματος για την μη ταύτιση των προϊόντων με αυτά της παραγγελίας. Καθώς η παραγγελία φθάνει στο κατάστημα, περνάει πάλι από μια πύλη για να ελεγχθεί αν είναι η σωστή. Το προσωπικό έπειτα σαρώνει τα προϊόντα μεμονωμένα, με κινητούς reader, έτσι ώστε να καταγράψουν όλα τα νεοπαρεληφθέντα προϊόντα και να ανανεώσουν το απόθεμά τους. Έτσι εξασφαλίζεται ότι η αναπλήρωση του αποθέματος γίνεται μόνο όταν υπάρχει πραγματική ανάγκη. Τα προϊόντα έχουν και bar code το οποίο χρησιμοποιείται για να διεκπεραιωθεί η αγορά του προϊόντος. [32]

⁷ Η εταιρία “PAXAR” δραστηριοποιείται σε τεχνολογίες που αφορούν το λιανικό εμπόριο και βρίσκεται στην πόλη White Plains της Νέας Υόρκης.

⁸ Η εταιρία “Dewhirst” είναι ένας από τους μεγαλύτερους προμηθευτές της “M&S”.

Αρχικά, πριν την εγκατάσταση του RFID συστήματος, το απόθεμα ελεγχόταν μέσω των bar code reader, που ήταν τοποθετημένοι σε σταθμούς στο σημείο πώλησης. Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πιλοτικού προγράμματος οι bar code reader παρέμειναν στη θέση τους και λειτουργούσαν συγχρόνως με τους RFID reader. Συγκρίνοντας τα δεδομένα που συλλέχθηκαν και από τα δύο συστήματα, διαπιστώθηκε ότι οι RFID reader έδιναν πιο αξιόπιστα αποτελέσματα. [33]

Κατά τη διάρκεια του έργου έγινε όμως και άλλη μια διαπίστωση. Οι σταθεροί reader που βρίσκονται στις πύλες ανιχνεύαν το 95% με 98% των tag που πέρναγαν μέσα από εκεί, ενώ οι κινητοί reader απέδιδαν με μεγαλύτερη ακρίβεια και συγχρόνως προσέφεραν μεγαλύτερη ευελιξία. Βέβαια αν και τέθηκε το θέμα αντικατάστασης των σταθερών reader από τους κινητούς reader, δεν πραγματοποιήθηκε κάτι τέτοιο λόγω των ενδεχόμενων πλεονεκτημάτων που έχουν οι σταθεροί από τους κινητούς reader. Στόχος της εταιρίας είναι να αλλάξει ο ρόλος των κινητών reader και από επεξεργαστής στοιχείων να γίνει μόνο πομπός δεδομένων, έτσι ώστε να μειωθεί η ενέργεια που καταναλώνεται και το μέγεθος της μπαταρίας. [33]

Το 2004 βλέποντας τα θετικά αποτελέσματα υλοποίησε την εφαρμογή σε 9 καταστήματα, αλλά σταμάτησε να τοποθετεί tag σε γραβάτες και πουκάμισα. Την άνοιξη του 2006 αποφασίστηκε να επεκταθεί η εφαρμογή σε 53 καταστήματα, όπου και τοποθετήθηκαν RFID tag σχεδόν σε όλα τα προϊόντα του ανδρικού και γυναικείου ιματισμού. Τελικά τα καταστήματα όπου εγκαταστάθηκε ο εξοπλισμός ήταν 42, ενώ tag τοποθετήθηκαν σε όλα τα τεμάχια των ειδών ένδυσης που είχαν επιλεγεί να σημανθούν, τα οποία συνολικά μέχρι τότε απαρριθμούσαν τα 49 εκατομμύρια. Συγκεκριμένα στον τομέα του ανδρικού ιματισμού έφεραν tag, τα κοστούμια, τα μπουφάν και τα επίσημα παντελόνια. Στον τομέα του γυναικείου ιματισμού έφεραν tag τα εσώρουχα και νηκτικά τα κοστούμια, τα μπουφάν καθώς και τα επίσημα παντελόνια και πουκάμισα. [26],[29],[33],[34],[36],[37],[39],[40]



Μέσα σε αυτό το διάστημα, η βάση της τεχνολογίας παρέμεινε η ίδια, αλλά μετατέθηκε το ενδιαφέρον από την τεχνολογία στην επιχείρηση και ειδικότερα στα Logistics, ενώ διευρύνθηκε το εύρος των αντικειμένων που έφεραν tag. Το παρόν σύστημα παρέχει τη δυνατότητα ενημέρωσης όσον αφορά το απόθεμα και μπορεί να δίνει πληροφορίες για τα προϊόντα που είναι διαθέσιμα. [26]

Στην εκτεταμένη δοκιμαστική περίοδο η "Intelligent Label" τροποποιήθηκε με σκοπό να μειωθούν οι ετικέτες που κρέμονταν από τα ρούχα. Έτσι το RFID tag ενσωματώθηκε σε μια ετικέτα όπου ήταν τυπωμένο και το barcode και κάποιο κείμενο. Μάλιστα το κείμενο έγραφε "Intelligent Label for stock control use" («Intelligent Label – χρήση μόνο για έλεγχο αποθέματος»), με στόχο να είναι ενήμεροι οι πελάτες σχετικά. [26],[36],[41]

Με την έκβαση θετικών αποτελεσμάτων για την περίοδο εφαρμογής του συστήματος σε 42 καταστήματα, ανακοινώθηκε τον Νοέμβριο του 2006 η επέκτασή του την Άνοιξη του 2007 σε άλλα 120 καταστήματα (μεταξύ Ιανουαρίου και Μαΐου θα γίνει η εγκατάσταση του εξοπλισμού). Ενώ το Φθινόπωρο του 2007 τα 6 είδη ρουχισμού που φέρουν tag θα γίνουν 13. Συγκεκριμένα για τους 6 μήνες μέχρι και τον Σεπτέμβριο του 2006 διαπιστώθηκε αύξηση των πωλήσεων 11% σε σύγκριση με την ίδια περίοδο το 2005. [37],[38],[39]

Συγκεντρωτικά τα θετικά αποτελέσματα αυτής της εφαρμογής είναι [31],[32],[33],[34]:

- Ø Βελτίωση της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας.
- Ø Αύξηση του διαθέσιμου χρόνου των υπαλλήλων για να εξυπηρετούν τους πελάτες.
- Ø Βελτίωση της εξυπηρέτησης του πελάτη.
- Ø Αυτονομία των πελατών.
- Ø Μείωση χρόνου ελέγχου του αποθέματος από 8 ώρες σε μία ώρα την εβδομάδα για κάθε τομέα.
- Ø Ακρίβεια στον υπολογισμό του αποθέματος και real-time ενημέρωση του κεντρικού συστήματος.
- Ø Αναπλήρωση αποθέματος στον ακριβή χρόνο και με την σωστή ποσότητα.
- Ø Εξάλειψη πιθανότητας έλλειψης κάποιου προϊόντος – 100% διαθεσιμότητα.

- Ø Εξάλειψη πιθανότητας παραλαβής λάθος προϊόντος.
- Ø Προστασία από ενδεχόμενη κλοπή.

12.2.2.3. Θέματα προστασίας καταναλωτών

Κατά τη διάρκεια δοκιμαστικών εργασιών σχεδιασμού και υλοποίησης η “Marks & Spencer” συμβουλευτήκε ομάδας προστασίας ιδιωτικού απορρήτου για ενδεχόμενες επιπτώσεις στην ιδιωτικότητα. Η C.A.S.P.I.A.N.⁹ αναγνώρισε ότι η “Marks & Spencer” είχε τοποθετηθεί υπεύθυνα απέναντι στον καταναλωτή, αλλά παρ’όλ’αυτά υποστήριξε ότι δημιουργούσε κάποιους ενδεχόμενους κινδύνους με την εφαρμογή των tag στα ρούχα. Η πολιτική της “M&S” ήταν να κάνει την ελάχιστη χρήση των tag όσον αφορά τους καταναλωτές, αποφεύγοντας έτσι την δημιουργία ζητημάτων ιδιωτικότητας. [26],[29],[32]

Η χρήση των “Intelligent Label” βασίστηκε στις αρχές της πληροφόρησης, της επιλογής και της εκπαίδευσης για τις οποίες συνηγορούν οργανισμοί όπως η EPCglobal. Έτσι οι “Intelligent Label” που φέρουν τα tag είναι μεγάλες, σε εμφανές σημείο και αποσπώνται εύκολα. Τα tag χρησιμοποιούνται κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας και στο κατάστημα για να γνωρίζουν το απόθεμα, αλλά δεν χρησιμοποιούνται κατά την διάρκεια της αγοραστικής διαδικασίας. Δεν γράφονται δεδομένα στο tag και δεν σαρώνονται στο ταμείο, οπότε δεν συνδέεται ο εκάστοτε καταναλωτής με τον μοναδικό κωδικό του προϊόντος που αγόρασε. Μάλιστα τα tag δεν σαρώνονται καθόλου κατά τη διάρκεια λειτουργίας του καταστήματος, παρά μόνο όταν δεν είναι παρόντες οι πελάτες και μόνο για τον έλεγχο του αποθέματος. Τέλος αναφορικά με την ενημέρωση των καταναλωτών, στα καταστήματα “M&S” σε όσους αγοράζουν προϊόν με RFID tag διανέμεται ένα φυλλάδιο, όπου ενημερώνονται για την τεχνολογία RFID και περιγράφονται όλες οι ενέργειες που ενδεχομένως διενεργούνται στο κατάστημα. [26],[29],[32],[33],[34]

Στο ενημερωτικό φυλλάδιο για τα RFID tag, η “M&S” υποστηρίζει ότι κάθε RFID Label [26]:

1. Δεν έχει μπαταρία.
2. Δεν επιφέρει κινδύνους.
3. Μπορεί να πεταχτεί μετά την αγορά του προϊόντος, χωρίς ο πελάτης να χάσει το δικαίωμα της επιστροφής του προϊόντος και της επιστροφής των χρημάτων.
4. Δεν θα σκανάρεται στην έξοδο και αντ’ αυτού θα σκανάρεται το bar code.

Με αυτό τον τρόπο, δεν δημιουργείται σύνδεσμος μεταξύ του προϊόντος και του πελάτη, ανεξαρτήτως της μεθόδου πληρωμής.

⁹ “Consumers Against Supermarket Privacy Invasion and Numbering” <http://www.nocards.org/>.

12.2.3. Ανασκόπηση – Συμπεράσματα Μέρους Γ΄

Στο τρίτο μέρος παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι επιπτώσεις της τεχνολογίας RFID στην λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας και τα πεδία εφαρμογών της, ως εισαγωγή για την καταγραφή ενδεικτικών μελετών περίπτωσης. Μέσα από αυτή την καταγραφή είναι φανερή η θετική σημασία της τεχνολογίας στην εφοδιαστική αλυσίδα, στην βιωσιμότητα των εκάστοτε εμπλεκόμενων επιχειρήσεων, αλλά και στην καθημερινή ζωή των πολιτών. Οι μελέτες περίπτωσης που επιλέχθηκαν αφορούν τους τομείς της ιχνηλασίας εντύπων (“Document tracing”) και του λιανεμπορίου (“Retail”) και ειδικότερα την ενσωμάτωση RFID tag σε μεμονωμένα αντικείμενα.

Η Ιχνηλασία Εντύπων (“Document tracing”) παρουσιάζει ενδιαφέρον, βλέποντας ότι βελτιώνει την λειτουργία των βιβλιοθηκών και των βιβλιοπωλείων και την διαχείριση των εγγράφων στα γραφεία, ενώ δημιουργεί προβληματισμό και ανησυχία για την χρήση της τεχνολογία στη διαχείριση ταξιδιωτικών εγγράφων “MRTDs”- των κοινών μας διαβατηρίων. Αναφορικά με το λιανεμπόριο (“Retail”) η χρήση της τεχνολογίας είναι σημαντική διότι δεν επιφέρει μόνο κέρδος στις εμπλεκόμενες επιχειρήσεις και πρόοδο στην τεχνολογία, αλλά και αναβάθμιση της ποιότητας των αγορών μας. Αν και φυσικά σε αυτή την κατηγορία εφαρμογών εγείρονται και η πλειονότητα των ενστάσεων αναφορικά με την προστασία της ιδιωτικότητας των πολιτών και των προσωπικών δεδομένων τους, καθώς και της ασφάλειάς τους. Όμως μέσα από την ανασκόπηση στις πιο δημοφιλείς εφαρμογές μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι η εγρήγορση των αρμόδιων φορέων και το ουσιαστικό ενδιαφέρον των καταναλωτών μπορούν να δώσουν θετικές λύσεις για τα ενδεχόμενα προβλήματα που προκύπτουν.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΜΕΡΟΥΣ Γ΄

1. Manias, G., Vice President of “Paragon Data Systems”, “Smarter than “Smart Labels”? - Alternative for Slap-and-Ship RFID”, 2007.
<http://www.automation.com/sitepages/pid2011.php>
2. Άρθρο «Η αλυσίδα παραγωγής σε «χάρτη» ακριβείας», αφιέρωμα «EXTRA / Ιχνηλασιμότητα Προϊόντων», Περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 29, Σεπτέμβρης – Οκτώβρης 2004, σελ. 34-36.
3. Άρθρο «Έξυπνο Σούπερ Μάρκετ», αφιέρωμα «EXTRA / Ιχνηλασιμότητα Προϊόντων», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 29, Σεπτέμβρης – Οκτώβρης 2004, σελ. 44-46.
4. Άρθρο «Πιλοτικό πρόγραμμα RFID», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 41, Δεκέμβριος 2005, σελ. 16.
5. Άρθρο «Ζωντανές ετικέτες στην καρδιά της αποθήκης», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 41, Δεκέμβριος 2005, σελ. 78-79.
6. Άρθρο «RFID: Αυτοματοποιεί τα logistics», Περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 46, Μάιος 2006, σελ. 108-110.
7. Πατσιλινάκος, Τ., «Πληροφοριακά Συστήματα Supply Chain Management & Ολικής Ιχνηλασιμότητα», αρχείο “TP_RFID_2006”, σημειώσεις στα πλαίσια του μαθήματος «Πληροφορική Συστημάτων Εφοδιασμού» στο 3ο εξάμηνο του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών στη «Διοίκηση και Οργάνωση Βιομηχανικών Συστημάτων, με ειδίκευση Logistics», Πανεπιστήμιο Πειραιά, 2006.
8. Άρθρο «13 απαντήσεις αποκωδικοποιούν τον όρο RFID», www.go-online.gr, 2007.
http://www.go-online.gr/ebusiness/legislation/article.html?article_id=1591
9. “What is RSI?”, www.rsi.deas.harvard.edu, 2007.
http://www.rsi.deas.harvard.edu/what_is.html
10. Prof. Furness, A. & Mr. Smith, G. I., “RFID Compendium & Buyer’s Guide 2004-5”, δημοσιεύτηκε από “AUTO ID SERVICE PROVIDERS Ltd”, για λογαριασμό του “AIM UK”, 2004.
<http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/RFIDcomp04.pdf>
11. Ward, M., van Kranenburg, R., “RFID: Frequency, standards, adoption and innovation”, JISC Technology and Standards Watch, 05/2006.
<http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/TSW0602.pdf>
12. Gilbert, A., “RFID, coming to a library near you”, CNET News.com, 18/10/2004.
http://news.com.com/RFID,+coming+to+a+library+near+you/2100-1012_3-5411657.html
13. “LibBest RFID Management System”, BookTec Information Co., 2007.
<http://www.rfid-library.com>
14. Best, J., “Photos: Inside the world's best known RFID bookshop - Tome for a change” www.Silicon.com, 16/04/2007.
<http://www.silicon.com/silicon/retailandleisure/0,3800011842,39166745-1,00.htm>
15. Best, J., “Bookshop tags texts with RFID - Store's plan is a hit with the readers” www.Silicon.com, 11/10/2006.
<http://www.silicon.com/retailandleisure/0,3800011842,39162846,00.htm>
16. Best, J., “Photos: Inside the world's best known RFID bookshop - Tome for a change” www.Silicon.com, 16/04/2007.
<http://www.silicon.com/silicon/retailandleisure/0,3800011842,39166745-4,00.htm>
17. Best, J., “Photos: Inside the world's best known RFID bookshop - Tome for a change” www.Silicon.com, 16/04/2007.
<http://www.silicon.com/silicon/retailandleisure/0,3800011842,39166745-8,00.htm>
18. Best, J., “Photos: Inside the world's best known RFID bookshop - Tome for a change” www.Silicon.com, 16/04/2007.
<http://www.silicon.com/silicon/retailandleisure/0,3800011842,39166745-3,00.htm>

19. Best, J., “Photos: Inside the world's best known RFID bookshop - Tome for a change”
www.Silicon.com , 16/04/2007.
<http://www.silicon.com/silicon/retailandleisure/0,3800011842,39166745-5,00.htm>
20. “You-R® Document Tracing Solution”, RF-iT Solutions GmbH, 07/2005.
<http://www.rf-it-solutions.com/downloads/Docutracing.pdf>
21. «Η ασφάλεια των διαβατηρίων RFID», <http://cryptogram.gr> , 11/2005.
<http://cryptogram.gr/read.php?mhnas=11&xronos=2005>]
22. Διακήρυξη Βουδαπέστης για τα νέα ταξιδιωτικά έγγραφα (MRTDs).
<http://www.fidis.net/press-events/press-releases/budapest-declaration-greek/>]
23. Robroch, H. (MSc) ,Director “ePassport Privacy Attack”, Riscure, Cards Asia Singapore, 26/04/ 2006.
http://www.riscure.com/2_news/200604%20CardsAsiaSing%20ePassport%20Privacy.pdf
24. Cavoukian, A., “Tag, You’re It: Privacy Implications of Radio Frequency Identification (RFID) Technology”, Information and Privacy Commissioner/Ontario, 02/2004.
[http://www.mobiforum.org/seminar/VALE/Privacy%20Implications%20of%20RadioFrequency%20Identification%20\(RFID\)%20Technology.pdf](http://www.mobiforum.org/seminar/VALE/Privacy%20Implications%20of%20RadioFrequency%20Identification%20(RFID)%20Technology.pdf)
25. “EPC RFID-based Inventory Management Solution Delivers Faster, Better Goods Logistics”,
www.mobiforum.org , 2007.
http://www.mobiforum.org/seminar/VALE/VALE_EPC%20RFID-based%20InventoryManagement%20Solution%20Delivers%20Faster,%20Better%20Goods%20Logistics.pdf
26. van’t Hof, C., & Cornelissen, J., “RFID and Identity Management in Everyday Life - Case studies on the frontline of developments Towards ambient intelligence”, Deliverable No.2, of the project “RFID & Identity Management”, commissioned by STOA , carried out by ETAG, 10/2006.
<http://www.itas.fzk.de/eng/etag/document/hoco06a.pdf>
27. “Creating the Future at METRO Group”, case study στις περιοχές “Retail” / “Business Transformation”, www.intel.com, 2007.
<http://www.intel.com/ca/business/casestudies/pdf/metro.pdf>
28. “27. April - Future Store-Technologien immer beliebter”, www.future-store.org , 27/04/2005.
http://www.future-store.org/servlet/PB/menu/1007169_11/index.html
29. Απο το προσωπικό της “Federal Trade commission” στις ΗΠΑ, “RFID ~ Radio Frequency IDentification: Applications and Implications for Consumers”, έκθεση εργασιών, 03/2005.
<http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/050308rfidrpt.pdf>
30. “Your M&S”, www.intellident.co.uk , 2007.
http://www.intellident.co.uk/en/3.00/sc_marksandspencer.php
31. “EPC in Fashion at Marks & Spencer”, RFID Journal, 11/04/2003
<http://www.rfidjournal.com/article/view/377>
32. “U.K. Trial Addresses Privacy Issue”, RFID Journal, 23/10/2003
<http://www.rfidjournal.com/article/articleview/623/1/1>
33. Collins, J., “Marks & Spencer Expands RFID Trial”, RFID Journal, 10/02/2004
<http://www.rfidjournal.com/article/articleprint/791/-1/1/>
34. Collins, J., “Marks & Spencer to Extend Trial to 53 Stores”, RFID Journal, 18/02/2005
<http://www.rfidjournal.com/article/articleprint/1412/-1/1/>
35. McCue, A., ‘Marks & Spencer starts tracking tag trials: High Wycombe store to use RFID Tags for men's clothes’, www.Silicon.com , 16/10/2003
<http://management.silicon.com/smedirector/0,39024679,10006439,00.htm>
36. Laurie, S., “Marks & Spencer Prepares To Expand Item-Level RFID Tagging”,
www.InformationWeek , 18/02/2005
<http://www.informationweek.com/story/showArticle.jhtml?articleID=60402017>

37. Computer Weekly reporter, Marks & Spencer extends RFID technology to 120 stores, www.Computerweekly.com , 20/02/2007
<http://www.computerweekly.com/Articles/2007/02/20/221914/marks-spencer-extends-rfid-technology-to-120-stores.htm>
38. Hadfield, W., “M&S ready to start national roll-out of item-level RFID”, www.Computerweekly.com , 14/11/2006
<http://www.computerweekly.com/Articles/2006/11/14/219870/ms-ready-to-start-national-roll-out-of-item-level-rfid.htm>
39. Friedlos, D., “M&S broadens use of RFID in supply chain”, www.Computing.co.uk , 30/11/2006
<http://www.computing.co.uk/computing/analysis/2169876/broadens-rfid-supply-chain>
40. “Marks & Spencer is far ahead of its peers with item-level tagging”, www.Information-age.com , 19/06/2006
http://www.information-age.com/article/2006/june/rfid_suits_marks
41. Rohde, L., (IDG News Service), “Marks & Spencer expands RFID trial, includes lingerie”, www.Pcworld.idg.com , 24/02/2005
<http://www.pcworld.idg.com.au/index.php/id;2026735508;fp;2;fpid;1;pf;1>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

I. Καθορισμός ζωνών συχνοτήτων

Όνομασία	Πεδίο λειτουργίας
VLF (Very low frequencies)	3Hz to 30kHz
LF (low frequencies)	30kHz to 300kHz
MF (medium frequencies)	300kHz to 3MHz
HF (high frequencies)	3MHz to 30MHz
VHF (very high frequencies)	30MHz to 300MHz
UHF (ultrahigh frequencies)	300MHz to 3000MHz
SHF (superhigh frequencies)	3GHz to 30GHz
EHF (extra-high frequencies)	30GHz to 300GHz

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΑΡΘΟΓΡΑΦΙΑ

I. Έντυπη

1. Άρθρο «Barcode: Η μαγεία του γραμμωτού κώδικα», αφιέρωμα «EXTRA / Τεχνολογίες Bar coding», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 21, Μάιος – Ιούνιος 2003, σελ. 30-31.
2. Άρθρο «Το μέλλον του κώδικα», αφιέρωμα «EXTRA / Τεχνολογίες Bar coding», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 21, Μάιος – Ιούνιος 2003, σελ. 32.
3. Άρθρο «Οι γραμμές της τεχνολογίας», αφιέρωμα «EXTRA / Τεχνολογίες Bar coding», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 21, Μάιος – Ιούνιος 2003, σελ. 33-34.
4. Άρθρο «Τεχνολογικές εξελίξεις στην εκτύπωση ετικετών», αφιέρωμα «EXTRA / Τεχνολογίες Bar coding», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 21, Μάιος – Ιούνιος 2003, σελ. 35-36.
5. Άρθρο «Οργάνωση αποθήκης με Radio Frequency», αφιέρωμα «EXTRA / Τεχνολογίες Bar coding», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 21, Μάιος – Ιούνιος 2003, σελ. 37.
6. Άρθρο «Η αλυσίδα παραγωγής σε «χάρτη» ακριβείας», αφιέρωμα «EXTRA / Ιχνηλασιμότητα Προϊόντων», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 29, Σεπτέμβρης – Οκτώβρης 2004, σελ. 34-36.
7. Άρθρο «Σύντομα διαφάνεια σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα», αφιέρωμα «EXTRA / Ιχνηλασιμότητα Προϊόντων», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 29, Σεπτέμβρης – Οκτώβρης 2004, σελ. 38-39.
8. Άρθρο «Από τους γραμμωτούς κώδικες στην RFID», αφιέρωμα «EXTRA / Ιχνηλασιμότητα Προϊόντων», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 29, Σεπτέμβρης – Οκτώβρης 2004, σελ. 40-42.
9. Άρθρο «Έξυπνο Σούπερ Μάρκετ», αφιέρωμα «EXTRA / Ιχνηλασιμότητα Προϊόντων», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 29, Σεπτέμβρης – Οκτώβρης 2004, σελ. 44-46.
10. Άρθρο «Τσιπκια-Ετικέτες κατακτούν τον κόσμο, RFID», “Financial Ram”, Μηνιαία έκδοση περιοδικού “RAM”, Αρ. φύλλου 5, Μάιος 2005, σελ. 52-62.
11. Άρθρο «Πιλοτικό πρόγραμμα RFID», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 41, Δεκέμβριος 2005, σελ. 16.
12. Άρθρο «Ζωντανές ετικέτες στην καρδιά της αποθήκης», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 41, Δεκέμβριος 2005, σελ. 78-79.
13. Άρθρο «Στις πινακίδες το ... DNA των φορτηγών», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 45, Απρίλιος 2006, σελ. 42-43.
14. Άρθρο «Συσκευασία / Επιτυχής συνύπαρξη RFID και Barcodes», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 45, Απρίλιος 2006, σελ. 108-109.
15. Άρθρο «Συσκευασία / Εφαρμογές για διαχείριση φορτίων», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 48, Ιούλιος – Αύγουστος 2006, σελ. 82-86.
16. Άρθρο «Αφιέρωμα / RFID Experience Center , Η τεχνολογία Αιχμής στην πράξη!», περιοδικό «Αποθήκη & Μεταφορές», τεύχος 32, Ιανουάριος – Φεβρουάριος 2006, σελ. 60-62.
17. Άρθρο «Case Study / RF στην BDF, Η εφαρμογή του συστήματος Radio Frequency της Psion Teklogix», περιοδικό «Αποθήκη & Μεταφορές», τεύχος 32, Ιανουάριος – Φεβρουάριος 2006, σελ. 74-78.
18. Άρθρο «RFID: Αυτοματοποιεί τα logistics», περιοδικό “Logistics & Management”, τεύχος 46, Μάιος 2006, σελ. 108-110.
19. Άρθρο «Συνέδριο για το ηλεκτρονικό έγκλημα - Ζήτημα προστασίας των ατομικών δεδομένων από τις νέες τεχνολογίες», εφημερίδα «ΝΑΥΤΕΜΠΟΡΙΚΗ», Σάββατο, 17 Ιουνίου 2006.
20. Κονταράτος, Ι. Γ., σημειώσεις στα πλαίσια του μαθήματος «Logistics Διανομών», στο 3ο εξάμηνο του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών στη «Διοίκηση και Οργάνωση Βιομηχανικών Συστημάτων, με ειδίκευση Logistics», Πανεπιστήμιο Πειραιά, 2006.

21. Μαρκοπούλου, Μ., άρθρο «Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή απελευθερώνει τις ζώνες συχνοτήτων - Εναρμόνιση στη χρήση ασύρματων μικροσυσκευών», εφημερίδα «ΝΑΥΤΕΜΠΟΡΙΚΗ», Παρασκευή, 26 Ιανουαρίου 2007.
22. Πατσιλινάκος, Τ., «Πληροφοριακά Συστήματα Supply Chain Management & Ολικής Ιχνηλασιμότητας», αρχείο “TP_RFID_2006”, σημειώσεις στα πλαίσια του μαθήματος «Πληροφορική Συστημάτων Εφοδιασμού» στο 3ο εξάμηνο του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών στη «Διοίκηση και Οργάνωση Βιομηχανικών Συστημάτων, με ειδίκευση Logistics», Πανεπιστήμιο Πειραιά, 2006.

II. Ηλεκτρονική

1. Acrom Control Systems Ltd, ‘RFID Edge Controller’, 15/07/2007.
http://www.arcom.co.uk/ibm/rfid_edge_controller_datasheet.pdf
2. AIM Global, Resources >>General AIM Resource Links >>General AIM Information, 2007.
http://www.aimglobal.org/technologies/general_aidc_resources.asp
3. Auto-ID Center, “Draft protocol specification for a 900 MHz Class 0 Radio Frequency Identification Tag”, 23/02/2003.
http://www.epcglobalinc.org/standards/specs/900_MHz_Class_0_RFIDTag_Specification.pdf
4. Bakken D. E., “MIDDLEWARE”, Washington State University, USA, 2002.
<http://www.eecs.wsu.edu/~bakken/middleware-article-bakken.pdf>
5. Best, J., “Photos: Inside the world's best known RFID bookshop - Tome for a change”
www.Silicon.com, 16/04/2007.
<http://www.silicon.com/silicon/retailandleisure/0,3800011842,39166745-1,00.htm>
6. Best, J., “Bookshop tags texts with RFID - Store's plan is a hit with the readers”
www.Silicon.com, 11/10/2006.
<http://www.silicon.com/retailandleisure/0,3800011842,39162846,00.htm>
7. Best, J., “Photos: Inside the world's best known RFID bookshop - Tome for a change”
www.Silicon.com, 16/04/2007.
<http://www.silicon.com/silicon/retailandleisure/0,3800011842,39166745-4,00.htm>
8. Best, J., “Photos: Inside the world's best known RFID bookshop - Tome for a change”
www.Silicon.com, 16/04/2007.
<http://www.silicon.com/silicon/retailandleisure/0,3800011842,39166745-8,00.htm>
9. Best, J., “Photos: Inside the world's best known RFID bookshop - Tome for a change”
www.Silicon.com, 16/04/2007.
<http://www.silicon.com/silicon/retailandleisure/0,3800011842,39166745-3,00.htm>
10. Best, J., “Photos: Inside the world's best known RFID bookshop - Tome for a change”
www.Silicon.com, 16/04/2007.
<http://www.silicon.com/silicon/retailandleisure/0,3800011842,39166745-5,00.htm>
11. Brown; M., Zeisel; E., Sabella, R., “RFID+ Exam Cram”, Exam Cram, 16/05/2006.
http://www.examcram2.com/content/images/9780789735041/samplechapter/0789735040_CH03.pdf
12. Burnell, J., “What Is RFID Middleware and Where Is It Needed?” , www.rfidupdate.com , 09/08/2006.
<http://www.rfidupdate.com/articles/index.php?id=1176>
13. Burnell, J., “ERP Support Squeezes RFID Middleware”, www.rfidupdate.com , 17/08/2006.
<http://www.rfidupdate.com/articles/index.php?id=1183>
14. Burnell, J., “RFID Middleware Change is Certain, Direction is Not”, www.rfidupdate.com, 28/08/2006.
<http://www.rfidupdate.com/articles/index.php?id=1190>
15. Burnell, J., “A Primer on Types of RFID Middleware”, www.rfidupdate.com , 09/08/2006.

- <http://www.rfidupdate.com/articles/index.php?id=1177> ,
16. Cavoukian, A., “Tag, You’re It: Privacy Implications of Radio Frequency Identification (RFID) Technology”, Information and Privacy Commissioner/Ontario, 02/2004.
[http://www.mobiforum.org/seminar/VALE/Privacy%20Implications%20of%20RadioFrequency%20Identification%20\(RFID\)%20Technology.pdf](http://www.mobiforum.org/seminar/VALE/Privacy%20Implications%20of%20RadioFrequency%20Identification%20(RFID)%20Technology.pdf)
 17. Computer Weekly reporter, Marks & Spencer extends RFID technology to 120 stores, www.Computerweekly.com , 20/02/2007
<http://www.computerweekly.com/Articles/2007/02/20/221914/marks-spencer-extends-rfid-technology-to-120-stores.htm>
 18. Collins, J., “Marks & Spencer Expands RFID Trial”, RFID Journal, 10/02/2004
<http://www.rfidjournal.com/article/articleprint/791/-1/1/>
 19. Collins, J., “Marks & Spencer to Extend Trial to 53 Stores”, RFID Journal, 18/02/2005
<http://www.rfidjournal.com/article/articleprint/1412/-1/1/>
 20. “Creating the Future at METRO Group”, case study στις περιοχές “Retail” / “Business Transformation”, www.intel.com, 2007.
<http://www.intel.com/ca/business/casestudies/pdf/metro.pdf>
 21. “EPCglobal Standards Overview”, EPCglobal Inc., 2007.
<http://www.epcglobalinc.org/standards>
 22. “EPC RFID-based Inventory Management Solution Delivers Faster, Better Goods Logistics”, www.mobiforum.org , 2007.
http://www.mobiforum.org/seminar/VALE/VALE_EPC%20RFID-based%20InventoryManagement%20Solution%20Delivers%20Faster,%20Better%20Goods%20Logistics.pdf
 24. “EPC in Fashion at Marks & Spencer”, RFID Journal, 11/04/2003
<http://www.rfidjournal.com/article/view/377>
 25. Europe’s Information Society, «RFID: Europe towards the Internet of things- European Commission press conference at CeBIT, 15 March 2007, Hanover (Germany)».
http://ec.europa.eu/information_society/events/cebit_07/rfid/index_en.htm
 26. Finkenzerler, K., “Rfid Handbook: Fundamentals And Applications In Contactless Smart Cards And Identification”, John Wiley & Sons, Ltd., 2nd Edition, 2003.
[http://home.elka.pw.edu.pl/~aelmahd/download/John%20Wiley%20&%20Sons%20-%20RFID%20Handbook%20\(2nd\).pdf](http://home.elka.pw.edu.pl/~aelmahd/download/John%20Wiley%20&%20Sons%20-%20RFID%20Handbook%20(2nd).pdf)
 27. Friedlos, D., “M&S broadens use of RFID in supply chain”, www.Computing.co.uk , 30/11/2006
<http://www.computing.co.uk/computing/analysis/2169876/broadens-rfid-supply-chain>
 28. Gilbert, A., “RFID, coming to a library near you”, CNET News.com, 18/10/2004.
http://news.com.com/RFID,+coming+to+a+library+near+you/2100-1012_3-5411657.html
 29. Granneman, S., ”FID Chips Are Here”, 26/06/2003.
<http://www.securityfocus.com/columnists/169>
 30. GS1 Ελλάς, 2007
www.gs1gr.org
 31. Hadfield, W., “M&S ready to start national roll-out of item-level RFID”, www.Computerweekly.com , 14/11/2006
<http://www.computerweekly.com/Articles/2006/11/14/219870/ms-ready-to-start-national-roll-out-of-item-level-rfid.htm>
 32. Harmon, K. C., “Part 1: Active and Passive RFID: Two Distinct, But Complementary, Technologies for Real-Time Supply Chain Visibility”, www.autoid.org, 2002.
http://www.autoid.org/2002_Documents/sc31_wg4/docs_501-520/520_18000-7_WhitePaper.pdf
 33. “IEEE begins wireless, long-wavelength standard for healthcare, retail and livestock visibility networks”, <http://standards.ieee.org> , 08/06/2006.
http://standards.ieee.org/announcements/pr_p19021Rubee.html

34. Karygiannis, T., Eydt, B., Barber, G., Bunn, L. & Phillips, T., "Guidance for Securing Radio Frequency Identification (RFID) Systems (Draft)Draft-SP800-98", συστάσεις του National Institute of Standards and Technology (NIST), όνομα αρχείου "Draft-SP800-98" , 09/2007.
<http://csrc.nist.gov/publications/PubsSPs.html>
35. Laurie, S., "Marks & Spencer Prepares To Expand Item-Level RFID Tagging", www.InformationWeek , 18/02/2005
<http://www.informationweek.com/story/showArticle.jhtml?articleID=60402017>
36. "LibBest RFID Management System", BookTec Information Co. , 2007.
<http://www.rfid-library.com>
37. "Low Frequency Micro Evaluation Kit", Reference Guide, Literature Number: SCBU040, Texas Instruments, 12/2001.
<http://focus.ti.com/lit/ug/scbu040/scbu040.pdf>
38. Manias, G., Vice President of "Paragon Data Systems", "Smarter than "Smart Labels"? - Alternative for Slap-and-Ship RFID", 2007.
<http://www.automation.com/sitepages/pid2011.php>
39. "Marks & Spencer is far ahead of its peers with item-level tagging", www.Information-age.com , 19/06/2006
http://www.information-age.com/article/2006/june/rfid_suits_marks
40. McCue, A., 'Marks & Spencer starts tracking tag trials: High Wycombe store to use RFID Tags for men's clothes', www.Silicon.com , 16/10/2003
<http://management.silicon.com/smedirector/0,39024679,10006439,00.htm>
41. Patrick J. Sweeney II, "RFID For Dummies", Wiley Publishing, Inc., 2005.
<http://www.vetec.com.cn/images/RFID%E5%82%BB%E7%93%9C%E4%B9%A6.pdf>
42. Prof. Furness, A. & Mr. Smith, G. I., "RFID Compendium & Buyer's Guide 2004-5", δημοσιεύτηκε από "AUTO ID SERVICE PROVIDERS Ltd"., για λογαριασμό του "AIM UK", 2004, κεφάλαιο: "Annex – RFID Technical Basics", σελίδες 63-70.
<http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/RFIDcomp04.pdf>
43. Rao, K.V. S., "An overview of backscattered radio frequency identification system (RFID)", Intermec Technologies Corporation, 1999.
<http://ieeexplore.ieee.org/iel5/6678/18000/00833700.pdf?tp=&isnumber=&arnumber=833700>
44. Reva Systems Corporation, Products>>Overview, 2007.
<http://www.revasystems.com/html/products/tap/overview.html>
45. RFID Consultation, 2007.
<http://www.rfidconsultation.eu>
46. Rfid Consultation, "About RFID / Technical Basics", 2007.
<http://www.rfidconsultation.eu/menu/1/30.html>
47. Rfid Consultation, "Standards", 2007.
<http://www.rfidconsultation.eu/menu/28>
48. RFID Project Group, "RFID White Paper Technology, Systems, and Applications", BITKOM, German Association for Information Technology,Telecommunications and New Media e.V., English Version 12/2005.
<http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/White Paper RFID english 12 122005 final.pdf>
49. "RFID security, data protection and privacy, health and safety issues", "Your voice on RFID/ Background document for public consultation on Radio Frequency Identification (RFID) – Summary of five workshops, Open for discussion July-September 2006", σελ. 13-19.
<http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/Your voice on RFID.pdf>
50. Robroch, H. (MSc) ,Director "ePassport Privacy Attack", Riscure, Cards Asia Singapore, 26/04/2006.
http://www.riscure.com/2_news/200604%20CardsAsiaSing%20ePassport%20Privacy.pdf
51. Rohde, L., (IDG News Service), "Marks & Spencer expands RFID trial, includes lingerie", www.Pcworld.idg.com , 24/02/2005

- <http://www.pcworld.idg.com.au/index.php/id:2026735508;fp:2;fpid:1;pf:1>
52. Sabri Serkan Basat, “Design and characterization of RFID modules in multilayer configurations”, διπλωματική εργασία για την ολοκλήρωση του “Masters Of Science In Electrical And Computer Engineering”, Georgia Institute of Technology, 12/2006.
http://etd.gatech.edu/theses/available/etd-11202006-124610/unrestricted/basat_sabri_s_200612_mast.pdf
 53. Šešlija, D. & Tešić, Z., “RFID middleware as a connection between manufacturing processes and enterprise level information system”, Series: Mechanical Engineering Vol. 4, No 1, FACTA Universitatis, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia, 2006, pp. 63 – 74.
<http://facta.junis.ni.ac.yu/facta/me/me2006/me2006-08.pdf>
 54. “The True Cost of Radio Frequency Identification (RFID)”, Αναφορά από την εταιρία “HighJump Software”, 04/2004.
www.highjumpsoftware.com/promos/download.asp?item=25
 55. Transponder, smart label, Tag. What's the difference?”, www.morerfid.com, 2007.
<http://www.morerfid.com/index.php?do=faq&topic=Tag-12&display=RFID>
 56. “U.K. Trial Addresses Privacy Issue”, RFID Journal, 23/10/2003
<http://www.rfidjournal.com/article/articleview/623/1/1>
 57. Van De Voort, M., Ligtvoet, A., “Towards an RFID policy for Europe”, Workshop report, προετοιμασία για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, διεύθυνση της Κοινωνίας των Πληροφοριών και των Μέσων ενημέρωσης, σελίδες 26-27, 31/08/2006.
http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/RFID_Workshop_Reports_Final.pdf
 58. van't Hof, C., & Cornelissen, J., “RFID and Identity Management in Everyday Life - Case studies on the frontline of developments Towards ambient intelligence”, Deliverable No.2, of the project “RFID & Identity Management”, commissioned by STOA , carried out by ETAG, 10/2006.
<http://www.itas.fzk.de/eng/etag/document/hoco06a.pdf>
 59. Ward, M., van Kranenburg, R., “RFID: Frequency, standards, adoption and innovation”, JISC Technology and Standards Watch, 05/2006.
<http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/TSW0602.pdf>
 60. “What is RSI?”, www.rsi.deas.harvard.edu , 2007.
http://www.rsi.deas.harvard.edu/what_is.html
 61. Wyld, D., “Is RuBee the next generation of RFID?”, www.Rfidnews.org , 15/03/2007.
<http://www.rfidnews.org/library/2007/03/15/is-rubee-the-next-generation-of-rfid/>
 62. Youbok Lee, “RFID Coil Design”, Microchip Technology, 2002.
<http://www1.microchip.com/downloads/en/appnotes/00678b.pdf>
 63. “You-R® Document Tracing Solution”, RF-iT Solutions GmbH, 07/2005.
<http://www.rf-it-solutions.com/downloads/Docutracing.pdf>
 64. “Your M&S”, www.intellident.co.uk , 2007.
http://www.intellident.co.uk/en/3.00/sc_marksandspencer.php
 65. Zaheeruddin Asif & Munir Mandviwalla, “Integrating the supply chain with RFID: A technical and business analysis”, Irwin L. Gross eBusiness Institute, Fox School of Business and Management, Temple University, 2005.
<http://ibit.temple.edu/programs/RFID/RFIDSupplyChain.pdf>
 66. “27. April - Future Store-Technologien immer beliebter”, www.future-store.org , 27/04/2005.
http://www.future-store.org/servlet/PB/menu/1007169_11/index.html
 67. Απο το προσωπικό της “Federal Trade commission” στις ΗΠΑ, “RFID ~ Radio Frequency IDentification: Applications and Implications for Consumers”, έκθεση εργασιών, 03/2005.
<http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/050308rfidrpt.pdf>
 68. Άρθρο «13 απαντήσεις αποκωδικοποιούν τον όρο RFID», www.go-online.gr , 2007.
http://www.go-online.gr/ebusiness/legislation/article.html?article_id=1591

69. Δελτίο Τύπου «Το πρωτόκολλο RFID Gen 2 EPC έγινε αποδεκτό ως ISO 18000-6C», Τετάρτη, 26 Ιουλίου 2006.
<http://www.presspoint.gr/release.asp?id=93176>
70. Διακήρυξη Βουδαπέστης για τα νέα ταξιδιωτικά έγγραφα (MRTDs).
<http://www.fidis.net/press-events/press-releases/budapest-declaration-greek/>]
71. «Δικαιώματα Χρήσης Ραδιοσυχνοτήτων», EETT, 2007.
http://www.eett.gr/opencms/sites/EETT/Electronic_Communications/Radio_Communications/Rights_Of_Use/
72. Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων, 2007.
<http://www.eett.gr/EETT>
73. Ζεϊμπέκης, Β., & Κουρουθανάσης, Π., «Τεχνολογίες αυτόματης αναγνώρισης προϊόντων για την ολοκλήρωση της εφοδιαστικής αλυσίδας», τελικό πόρισμα, Ζ κύκλου εργασιών, ομάδας Εργασίας OE Z2, www.ebusinessforum.gr, Αθήνα, 12/2004.
<http://www.ebusinessforum.gr/engine/index.php?op=modload&modname=Downloads&action=downloadsviewfile&ctn=638&language=el>
74. «Η ασφάλεια των διαβατηρίων RFID», <http://cryptogram.gr>, 11/2005.
<http://cryptogram.gr/read.php?mhnas=11&xronos=2005>]
75. «Λειτουργίας Συσκευών Ραδιοσυχνικής Αναγνώρισης (RFID) στην Ελλάδα», EETT, 2007.
http://www.eett.gr/opencms/sites/EETT/Electronic_Communications/Radio_Communications/TermsOfUse/RFID.html
76. «Όχι άλλη νομοθεσία για το RFID», περιοδικό “PC WORLD”, 20/3/2007.
http://www.pcw.gr/default.php?pid=6&art_id=2311
77. «Ραδιοεξοπλισμός και Τηλεπικοινωνιακός Εξοπλισμός», EETT, 2007.
http://www.eett.gr/opencms/sites/EETT/Electronic_Communications/Radio_Communications/TelecommunicationsEquipment/
78. «[CeBIT 2007]: Σε αναμονή η ευρωπαϊκή νομοθεσία για το RFID», περιοδικό “PC MAGAZINE”, 19/03/2007.
<http://www.e-pcmag.gr/modules/news/article.php?storyid=2962>

III. Peer – to –peer

1. Hns, M., όνομα αρχείου pear to pear “2_RFID(good)”, E-Mule 2007
2. Thornton, F., Haines, B., Das, M. A., Bhargava, H., Campbell, A., “RFID Security”, Syngress Publishing, Inc., 2006, όνομα αρχείου pear to pear “RFID Security (Syngress 2006)”, E-Mule 2007.
3. Reynolds, M., Founding Partner of ThingMagic LLC, “The physics of RFID”, ThingMagic LLC, όνομα αρχείου pear to pear “Physics Of Rfid (Read Distance)-Thingmagic”, E-Mule 2007.
4. “Global Commerce Initiative EPC Roadmap”, δημοσιεύτηκε από την Global Commerce Initiative (GCI) σε συνεργασία με την IBM, 11/2007, όνομα αρχείου pear to pear “IBM Roadmap to implimenting RFID”, E-Mule 2007.
5. Bhatt, H., & Glover, B., “RFID Essentials”, O'Reilly Media, Inc, 01/2006, όνομα αρχείου pear to pear “OReilly,.RFID.Essentials.(2006).BBL”, E-Mule 2007.
6. Chiesa, M., Genz, R., Heubler, F., Mingo, K., Noessel, C., Sopiaeva, N., Slocombe, D., Tester, J., “RFID - a week long survey on the technology and its potential”, Harnessing Technology Project, Phase I – Research, [Interaction Design Institute Ivrea](http://www.interactiondesigninstitute.com), 04/2002, όνομα αρχείου pear to pear “RFID_research”, E-Mule 2007.
7. “RFID Technology for Warehouse and Distribution Operations - AN RFID PRIMER”, LXE Inc., www.lxe.com, 02/2004, όνομα αρχείου pear to pear “90-0156 RFID”, Limeware pro 2007.

8. Limbach, A. M. & Read, R. W., "Supply Chain Technology: RFID To Get Boost, But Investment Options Remain Limited", Robert W. Baird & Co., USA, 10/06/2003, όνομα αρχείου pear to pear "RFID_Supply Chain Technology", Limeware pro 2007.
9. "Tecnologia RFID, e-privacy", 1st edition, www.ibiesse.it, όνομα αρχείου pear to pear "[eBook.ITA] violazione privacy.tramite RFID", E-Mule 2007.

IV. Νομοθεσία

1. Απόφαση αριθμ. οικ. 17225/655 των υπουργών Εθνικής Άμυνας και Μεταφορών και Επικοινωνιών, «Έγκριση Εθνικού Κανονισμού Κατανομής Ζωνών Συχνοτήτων (ΕΚΚΖΣ)» (Αριθμ. Οικ. 17225/655, ΦΕΚ 399/Β/3-4-2006).
http://www.eett.gr/export/sites/default/sites/EETT/Electronic_Communications/Radio_Communications/TermsOfUse/FEK399.pdf
2. Απόφαση αριθμ. οικ. 390/1 της Εθνικής Επιτροπής Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ), «Κανονισμός Χρήσης και Χορήγησης Δικαιωμάτων Χρήσης Ραδιοσυχνοτήτων υπό καθεστώς Γενικής Άδειας για τη Παροχή Δικτύων ή / και Υπηρεσιών Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών» (Αριθμ. Οικ. 390/1, ΦΕΚ 750/Β/21-6-2006).
http://www.eett.gr/export/sites/default/sites/EETT/Electronic_Communications/Radio_Communications/Rights_Of_Use/FEK_750_B_21_6_06.pdf
3. Απόφαση αριθμ. οικ. 399/34 της Εθνικής Επιτροπής Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ), «Κανονισμός Όρων Χρήσης Μεμονωμένων Ραδιοσυχνοτήτων ή Ζωνών Ραδιοσυχνοτήτων» (Αριθμ. Οικ. 399/34, ΦΕΚ 1456/Β/3-10-2006).
http://www.eett.gr/export/sites/default/sites/EETT/Electronic_Communications/Radio_Communications/Rights_Of_Use/AP399_034.pdf
4. Απόφαση 2006/804/ΕΚ της επιτροπής, «Σχετικά με την εναρμόνιση του ραδιοφάσματος για συσκευές ταυτοποίησης ραδιοσυχνοτήτων (RFID) που λειτουργούν στη ζώνη υπερυψηλών συχνοτήτων (UHF)», [κοινοποιηθείσα υπό τον αριθμό Ε(2006) 5599], της 23ης Νοεμβρίου 2006.
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/el/oj/2006/l_329/l_32920061125el00640066.pdf
5. Νόμος υπ' αριθμ 3431 «Περί Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών και άλλες διατάξεις» (Ν. 3431/2006, ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006).
http://www.eett.gr/EETT/LegalFramework/TelecomslegalFramework/telec/elliniki_nomothesia/nomoi/N3431.pdf
6. Νόμο υπ' αριθ. 3471 «Προστασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και της ιδιωτικής ζωής στον τομέα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών και τροποποίηση του ν. 2472/1997». (Ν. 3471/2006, ΦΕΚ 133/Α/28-06-2006).
<http://www.dpa.gr/Documents/Gre/Nomoi/JO47051.pdf>
7. Οδηγία 95/46/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου «Για την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και για την ελεύθερη κυκλοφορία των δεδομένων αυτών», της 24ης Οκτωβρίου 1995.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31995L0046:EL:HTML>
8. Οδηγία 2002/58/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου «Σχετικά με την επεξεργασία των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και την προστασία της ιδιωτικής ζωής στον τομέα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών (οδηγία για την προστασία ιδιωτικής ζωής στις ηλεκτρονικές επικοινωνίες)», της 12ης Ιουλίου 2002.
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/el/oj/2002/l_201/l_20120020731el00370047.pdf
9. Οδηγία 2004/40/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου «Περί των ελάχιστων προδιαγραφών υγείας και ασφάλειας όσον αφορά στην έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (ηλεκτρομαγνητικά πεδία) (18η ειδική οδηγία κατά την έννοια του άρθρου 16, παράγραφος 1, της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ)» της 29ης Απριλίου 2004

http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&type_doc=Directive&an_doc=2004&nu_doc=40&lg=el

10. Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμ 44 «Ραδιοεξοπλισμός και τηλεπικοινωνιακός τερματικός εξοπλισμός και αμοιβαία αναγνώριση της συμμόρφωσης των εξοπλισμών αυτών - Προσαρμογή της ελληνικής νομοθεσίας στην οδηγία 99/5/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 9 Μαρτίου 1999» (ΠΔ 44/2002, ΦΕΚ 44/Α/7-3-2002).
http://www.eett.gr/export/sites/default/sites/EETT/Electronic_Communications/Radio_Communications/TelecommunicationsEquipment/FEK44A.pdf
11. Σύσταση Ευρωπαϊκού Συμβουλίου υπ' αριθμ 1999/519/EC, “COUNCIL RECOMMENDATION (1999/519/EC) on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)”, της 12ης Ιουλίου 1999.
http://ec.europa.eu/enterprise/electr_equipment/lv/rec519.pdf
12. Σύσταση Ευρωπαϊκού Συμβουλίου υπ' αριθμ 70-03 “ERC RECOMMENDATION 70-03 / Relating to the use of short range devices (SRD), Recommendation adopted by the Frequency Management, Regulatory Affairs and Spectrum Engineering groups”, έκδοση της 9ης Φεβρουαρίου 2007.
<http://www.celectronics.com/pdf/REC7003E-2-9-07.pdf>