

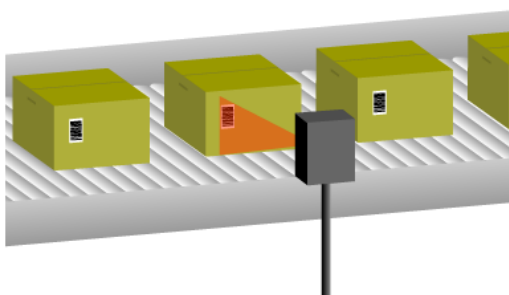


ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

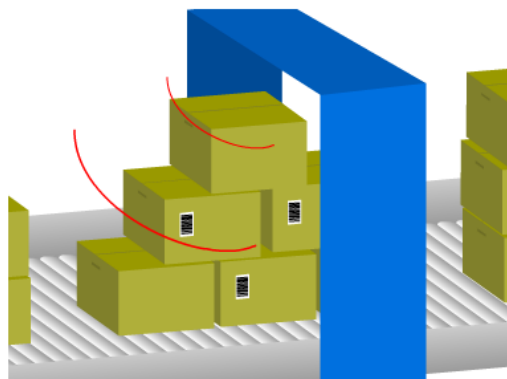
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Διπλωματική Εργασία : Περιγραφή Τεχνολογίας RFID. Εξέταση περίπτωσης Πολεμικής Αεροπορίας. Πιλοτική Εφαρμογή

Before RFID



After RFID



Επιβλέπων καθηγητής : Βασίλειος Μουστάκης
Εκπόνηση Διπλωματικής : Γεώργιος Χουζούρης

XANIA 2012

Αφιερώνεται στους γονείς μου

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή **Βασίλειο Μουστάκη** για την αμέριστη βοήθεια και γνώση που μου παρείχε κατά τη διάρκεια της συνεργασίας μας. Ιδιαίτερα όμως θα ήθελα να τον ευχαριστήσω ως τον μοναδικό καθηγητή μεταξύ αυτών που απευθύνθηκα, που δέχτηκε να αναθέσει διπλωματική εργασία και να συνεργαστεί με φοιτητή που διαμένει και εργάζεται μακριά από την Κρήτη τα τελευταία χρόνια. Η υποστήριξη του ήταν αρκετά χρήσιμη και πραγματικά με βοήθησε να βγω από το αδιέξοδο στο οποίο είχα περιέλθει και έτσι να έχω τη δυνατότητα να ολοκληρώσω τις σπουδές μου.

Πρόλογος

«*Good Logistics is Combat Power*» ισχυρίζονται οι Αμερικάνοι, θέλοντας να αναφερθούν στη σημασία μιας ισχυρής Εφοδιαστικής Αλυσίδας ως ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι του αντιπάλου, κατά την ανάπτυξη των δυνάμεων τους σε πολεμικές επιχειρήσεις.

Οι τεχνολογίες αυτόματης αναγνώρισης και ταυτοποίησης συμβάλλουν στην αυξημένη αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα των λειτουργιών logistics των επιχειρήσεων. Η τεχνολογία της ραδιοσυχνικής αναγνώρισης, ευρέως γνωστή ως RFID, αποτελεί ενδεχομένως την πιο εξελικτική μορφή που επιφέρει μία επαναστατική αλλαγή στον τρόπο που οι επιχειρήσεις διαχειρίζονται και επιβλέπουν τη ροή των υλικών και των πληροφοριών από τις πρώτες ύλες ως το τελικό προϊόν.

Σκοπός του παρόντος συγγράμματος είναι η περιγραφή της ανερχόμενης αυτής τεχνολογίας, η ανάλυση των προοπτικών εφαρμογής στην εφοδιαστική αλυσίδα και η ανάδειξη των δυνατοτήτων που προκύπτουν για το χώρο της αεροδιαστημικής και ειδικότερα για την Πολεμική Αεροπορία της Χώρας μας.

Συγκεκριμένα έπειτα από την εισαγωγή και ιστορική ανασκόπηση του 1^{ου} Κεφαλαίου, ακολουθεί στο 2^ο Κεφάλαιο λεπτομερής περιγραφή της τεχνολογίας, των παραμέτρων που τη συνιστούν, των λειτουργιών τους καθώς και των προτύπων, κανονισμών που τη διέπουν. Στο 3^ο Κεφάλαιο περιγράφεται πως διαμορφώνονται οι λειτουργίες της αποθήκης, της διανομής και του καταστήματος μετά την εφαρμογή του RFID, αναλύονται τα οφέλη και οι δυνατότητες για την εφοδιαστική αλυσίδα από τη νέα τεχνολογία και παρουσιάζονται τα εμπόδια που πρέπει να ξεπερασθούν, οι δυσκολίες και οι προβληματισμοί που υφίστανται καθώς και οι προοπτικές για το μέλλον.

Στο πρώτο μέρος του 4^{ου} Κεφαλαίου, μέσα από την περιγραφή πραγματικών εφαρμογών που είτε βρίσκονται στο στάδιο της ανάπτυξης είτε αυτό έχει ολοκληρωθεί και εξελίσσονται κανονικά, αναλύονται οι δυνατότητες που επιφυλάσσει η τεχνολογία RFID για την αεροπλοΐα επικεντρώνοντας σε εκείνες που θα ενδιέφεραν μελλοντικά την Πολ. Αεροπορία της Χώρας. Στο δεύτερο μέρος του 4^{ου} Κεφαλαίου εξετάζεται η περίπτωση της ΠΑ, με τη μελέτη πιλοτικής εφαρμογής σε μια από τις κεντρικές αποθήκες του Κέντρου Εφοδιασμού. Αφού γίνει αναφορά στις αρχές αεροπλοϊμότητας που αφορούν την τεχνολογία και πρέπει να ληφθούν υπόψη, ακολουθεί προσπάθεια υπολογισμού του κόστους εγκατάστασης συστήματος RFID και εκτίμηση της απόδοσης της επένδυσης (ROI) με χρήση της μεθοδολογίας Προστιθέμενης Αξίας Γνώσης, γνωστή ως KVA (Knowledge Value Added). Τα γενικότερα συμπεράσματα αναφέρονται στο 5^ο Κεφ. Τέλος στο Παράρτημα ως χρήσιμο ενημερωτικό υλικό για την καλύτερη και πρακτική κατανόηση των περιγραφόμενων στο 2^ο και κυρίως στο 3^ο Κεφ., παρατίθενται μελέτες περιπτώσεων εφαρμογής της τεχνολογίας στους σημαντικότερους κλάδους της βιομηχανίας.

Πίνακας Περιεχομένων

Πρόλογος.....	iv
Ευρετήριο Εικόνων.....	viii
Ευρετήριο Πινάκων	x
Ακρωνύμια.....	xi
Κεφάλαιο 1.....	1
1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Εισαγωγή στην τεχνολογία RFID	1
1.2 Ιστορική ανασκόπηση.....	1
1.3 Η εξέλιξη από την τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα στο RFID	2
Κεφάλαιο 2.....	3
2. Τεχνολογία RFID.....	3
2.1 Πώς λειτουργεί το RFID	3
2.1.1 Συστήματα RFID.....	3
2.1.2 Λειτουργία	4
2.1.3 Αποφυγή Σύγκρουσης (Anti-collision).....	6
2.2 Ετικέτες (tags) RFID.....	6
2.2.1 Κατασκευή.....	7
2.2.2 Coil-on-Chip τεχνολογία RFID.....	9
2.2.3 Το ολοκληρωμένο κύκλωμα (IC) των ετικετών.....	9
2.2.4 Κατηγοριοποίηση ετικετών RFID βάση πηγή ενέργειας	11
2.2.5 Κατηγοριοποίηση ετικετών RFID βάση μεθόδου αποκωδικοποίησης.....	13
2.2.6 Κατηγοριοποίηση ετικετών RFID βάση συχνότητα επικοινωνίας.....	15
2.2.7 Επιλογή ετικέτας.....	19
2.3 Πώς επικοινωνούν οι ετικέτες.....	20
2.3.1 Κοντινά και μακρινά πεδία	20
2.3.2 LF, HF Ετικέτες	20
2.3.3 UHF Ετικέτες.....	21
2.3.4 Προσανατολισμός ετικέτας (πόλωση/polarization)	22
2.4 Πρότυπα και κανονισμοί.....	24
2.4.1 Πρότυπα ετικετών.....	25
2.4.2 Τοπικοί Κανονισμοί και Καταχώρηση Συχνοτήτων	27
2.5 Αναγνώστες RFID.....	28
2.5.1 Βασικά κριτήρια για τους αναγνώστες.....	29
2.5.2 Φορητοί (handheld) Αναγνώστες.....	30
2.5.3 Εκτυπωτές αυτοκόλλητων ετικετών (label) RFID	31
2.5.4 Κεραίες αναγνωστών	32
2.6 Ενδιάμεσο Λογισμικό (Middleware)	34
2.7 Ηλεκτρονικός Κώδικας Προϊόντος (Electronic Product Code, EPC).....	34
2.7.1 Προέλευση του EPC	34
2.7.2 Διάταξη του EPC	35

2.7.3 Υποδομή του EPC.....	37
2.7.4 Σχηματική απεικόνιση της εφαρμογής του RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα	40
Κεφάλαιο 3.....	41
3. Χρήση της Τεχνολογίας RFID στην Εφοδιαστική Αλυσίδα	41
3.1 Εφοδιαστική Αλυσίδα	41
3.1.1 Η έννοια της εφοδιαστικής αλυσίδας.....	41
3.1.2 Συμβολή της τεχνολογίας RFID στη βελτίωση της αποδοτικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας.....	41
3.1.3 Σύγκριση barcodes και RFID.....	42
3.2 Εφαρμογή τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα.....	43
3.2.1 Επισκόπηση της εφοδιαστικής αλυσίδας	44
3.2.2 Παρούσες και μελλοντικές διαδικασίες με τη χρήση RFID: Λειτουργίες στο εργοστάσιο και αποθήκη εμπορευμάτων κατασκευαστών.....	44
3.2.3 Παρούσες και μελλοντικές διαδικασίες με τη χρήση RFID: Λειτουργίες διανομής.....	47
3.2.4 Παρούσες και μελλοντικές διαδικασίες με τη χρήση RFID: Λειτουργίες στο κατάστημα λιανικής πώλησης.....	53
3.3 Οφέλη χρήσης και δυνατότητες εφαρμογών τεχνολογίας RFID	59
3.3.1 Οφέλη χρήσης	59
3.3.2 Δυνατότητες εφαρμογών κατά την παραγωγική διαδικασία.....	64
3.3.3 Δυνατότητες εφαρμογών κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας.....	65
3.3.4 Δυνατότητες εφαρμογών εντός καταστήματος	72
3.3.5 Άλλες δυνατότητες εφαρμογών	78
3.4 Περιορισμοί, προβληματισμοί, προκλήσεις.....	79
3.4.1 Τεχνολογικοί περιορισμοί	80
3.4.2 Επιχειρηματικοί προβληματισμοί	81
3.4.3 Προκλήσεις	83
3.5 Ιδιωτικότητα και Ασφάλεια στα συστήματα RFID.....	87
3.6 Κινούμενοι προς τα εμπρός.....	90
Κεφάλαιο 4.....	93
4. Εφαρμογή της Τεχνολογίας RFID στην Πολεμική Αεροπορία.....	93
4.1 Δυνατότητες που παρέχει η Τεχνολογία RFID στην Αεροδιαστημική.....	93
4.2 Πιλοτική Εφαρμογή της Τεχνολογίας RFID στην Πολεμική Αεροπορία.....	113
4.2.1 Εισαγωγή.....	113
4.2.2 Αεροπλοϊμότητα (Airworthiness) και RFID	115
4.2.3 Υπολογισμός κόστους (Cost calculator)	119
4.2.4 Αξιολόγηση επένδυσης	124
4.2.5 Εισαγωγή στη θεωρία KVA	125
4.2.6 Εφαρμογή της μεθοδολογίας KVA και υπολογισμός ROI κατά τη Διαχείριση Αποθέματος στο 201ΚΕΦΑ	129
4.2.7 Παρουσίαση αποτελεσμάτων.....	133
4.2.8 Επισκόπηση αποτελεσμάτων	139
5. Συμπεράσματα	141
Παράρτημα «Α».....	143
Μελέτες Περίπτωσης	143

A-1	Κλάδος Καταναλωτικών Ειδών	143
A-2	Κλάδος Ένδυσης	146
A-3	Κλάδος Logistics και Μεταφορών	153
A-4	Κλάδος Τροφίμων	155
A-5	Κλάδος Ηλεκτρονικών Ειδών	159
A-7	Κλάδος Αυτοκινητοβιομηχανίας.....	161
A-8	Υγεία	163
Αναφορές (References).....		167
Βιβλιογραφία (Books).....		167
Άρθρα (Articles)		167
Πτυχιακές Εργασίες (Theses)		168
Παρουσιάσεις (Presentations).....		168
Διαδίκτυο (web sources)		169

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 2.1: Τυπικό Σύστημα RFID	3
Εικόνα 2.2: Αρχιτεκτονική συστήματος RFID	4
Εικόνα 2.3: Λειτουργία συστήματος RFID	5
Εικόνα 2.4: Βασική Συναρμολόγηση Ετικέτας	7
Εικόνα 2.5: παραδείγματα διαφορετικών τύπων ετικέτας.....	8
Εικόνα 2.6: Coil-on-Chip RFID τεχνολογία.....	9
Εικόνα 2.7: chip σε μέγεθος τελείας.....	9
Εικόνα 2.8: Ολοκληρωμένο κύκλωμα ετικέτας.....	10
Εικόνα 2.9: Κατηγοριοποίηση ετικετών	11
Εικόνα 2.10: Δυο διαφορετικοί τρόποι μεταφοράς ενέργειας και πληροφοριών μεταξύ του αναγνώστη και της ετικέτας	20
Εικόνα 2.11: Διαμόρφωση φορτίου με υποφέρουσα.....	21
Εικόνα 2.12: Προσανατολισμός ετικετών HF με διαφορετικές διαμορφώσεις κεραίας ..	23
Εικόνα 2.13: RFID αναγνώστες τούνελ.....	24
Εικόνα 2.14: Αναγνώστης HF και αναγνώστης UHF EPC	29
Εικόνα 2.15: Φορητός αναγνώστης RFID συχνότητας HF	31
Εικόνα 2.16: Εκτυπωτής αυτοκόλλητων ετικετών (label) RFID.....	31
Εικόνα 2.17: Διάφοροι τύποι κεραίων.....	33
Εικόνα 2.18: Διάταξη κωδικού EPC μήκους 96 bits	36
Εικόνα 2.19: Τα βασικά βήματα της Υποδομής EPC.....	37
Εικόνα 3.1: Η ροή των προϊόντων σε μια τυπική εφοδιαστική αλυσίδα.....	44
Εικόνα 3.2: Φορητός σαρωτής κωδικών bar code.....	60
Εικόνα 3.3: Flow-through warehouse	61
Εικόνα 3.4: Personal Digital Assistant	72
Εικόνα 3.5: Δυναμική Τιμολόγηση RFID-ενεργοποιημένη υπηρεσία συνεργασίας.....	75
Εικόνα 3.6: Διαχείριση προωθήσεων εντός του καταστήματος	76
Εικόνα 4.1: Τεχνικός της Lufthansa χρησιμοποιεί φορητό ανακριτή, για την ανάγνωση των εντύπων συντήρησης που φέρουν ετικέτα και που συνοδεύουν παρελκόμενα Α/Φ..95	
Εικόνα 4.2: Τα ανταλλακτικά προσδιορίζονται από ετικέτες RFID, τοποθετημένες επί των σημαιών κόκκινου χρώματος.....	96
Εικόνα 4.3: Τιμή πώλησης της Gen2 Ετικέτας για διαφορετικές ποσότητες προμήθειας....	122
Εικόνα 4.4: Θεμελιώδης παραδοχή της KVA	126

Εικόνα 4.5: Διαδικασία εφαρμογής μεθοδολογίας KVA	126
Εικόνα 4.6: Μέτρηση εκροής	127
Εικόνα 4.7: Σύγκριση των οφελών (εσόδων) παραδοσιακής λογιστικής με την αξία βασιζόμενη σε διαδικασίες	128
Εικόνα A.1: Polo Ralph Lauren Digital Archive	147
Εικόνα A.2: Levi's Magic Mirror	147
Εικόνα A.3: Xtag για μωρά.....	165

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 2.1: Σύγκριση Παθητικών και Ενεργών ετικετών	12
Πίνακας 2.2: Τάξεις ετικετών	14
Πίνακας 2.3: Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες συχνότητες RFID για τις παθητικές ετικέτες-Περιληπτική σύνοψη	17
Πίνακας 2.4: Διαχείριση του προβλήματος προσανατολισμού της ετικέτας	23
Πίνακας 2.5: ISO πρότυπα τεχνολογίας RFID και τα χαρακτηριστικά τους	26
Πίνακας 2.6: EPCglobal πρότυπα και εξέλιξη.....	26
Πίνακας 3.1: Σύγκριση γραμμωτού κώδικα (barcode) και RFID.....	43
Πίνακας 3.2: Παρούσες και μελλοντικές διαδικασίες με τη χρήση RFID για τον κατασκευαστή	47
Πίνακας 3.3: Παρούσες και μελλοντικές διαδικασίες με χρήση RFID για το κέντρο διανομής.....	53
Πίνακας 3.4: Παρούσες και μελλοντικές διαδικασίες με τη χρήση RFID για το κατάστημα.....	58
Πίνακας 4.1: Υπολογισμός κόστους πιλοτικής εφαρμογής στην ΠΑ	122
Πίνακας 4.2: Υπολογισμός κόστους εξοπλισμού (Bottom-up calculation of hardware expenses).....	123
Πίνακας 4.3: Ανάλυση Παραμέτρων Διαδικασίας Διαχείρισης Αποθέματος πριν την εφαρμογή RFID	134
Πίνακας 4.4: Υπολογισμός ROK, ROI Διαδικασίας Διαχείρισης Αποθέματος πριν την εφαρμογή RFID	135
Πίνακας 4.5: Κόστος Κύκλου Ζωής (Life Cycle Cost, LCC) εφαρμογής RFID	136
Πίνακας 4.6: Ανάλυση Παραμέτρων Διαδικασίας Διαχείρισης Αποθέματος μετά την εφαρμογή RFID	137
Πίνακας 4.7: Υπολογισμός ROK, ROI Διαδικασίας Διαχείρισης Αποθέματος μετά την εφαρμογή RFID	138
Πίνακας 4.8: Σύγκριση ROK, ROI πριν και μετά την εφαρμογή RFID.....	140

Ακρωνύμια

201ΚΕΦΑ	201 Κέντρο Εφοδιασμού Αεροπορίας
3PL	Third-party Logistics
A/Φ	Αεροσκάφος, η
E/Π	Ελικόπτερο, α
ΛΟΖ	(υλικό) Λήξη Ορίου Ζωής
ΛΟΛ	(υλικό) Λήξη Ορίου Λειτουργίας
ΜΗΣΠΥ	Μηχανογραφημένο Σύστημα Παρακολούθησης Υλικών
ΠΑ	Πολεμική Αεροπορία
ADC	Automatic Data Collection
ALT	Actual average Learning Time
AMARG	Aerospace Maintenance and Regeneration Group
APEI	Arkansas Power Electronics International
ASN	Advanced Shipping Notice
AVIONICS	Aviation electrONICS
BAF	Brazilian Air Force
BAP	Battery Assisted Passive (tag)
BRIDGE	Building Radio frequency IDentification for the Global Environment
CABW	Brazilian Aeronautical Commission in Washington
CEPT	European Conference of Posts and Telecommunications
CPFR	Collaborative Planning Forecasting and Replenishment
CRP	Continuous Replenishment Program
DARJ	Depósito da Aeronáutica Rio de Janeiro
DNS	Domain Naming Service
DOD	Department of Defense (USA)
DSD	Direct Store Delivery
EAS	Electrical Article Surveillance
EASA	European Aviation Safety Agency
EDI	Electronic Data Interchange
EEPROM	Electrical Programmable Read-Only Memory
EIRP	Effective Isotropic Radiated Power
ERP	Effective Radiated Power
ERP	Enterprise Resource Planning
EPC	Electrical Product Code
FAA	Federal Aviation Administration
FMCG	Fast Moving Consumer Goods
GDLS	General Dynamic Land Systems
GSE	Ground Support Equipment
GTIN	Global Trade Item Number
HF	High Frequency
IATA	International Air Transport Association
IC	Integrated Circuit
ISM	Industrial Scientific and Medical
ISO	International Standards Organization

IT	Information Technology
ITU	International Telecommunication Units
KSC	Kennedy Space Center
LCC	Life Cycle Cost
LF	Low Frequency
LHT	Lufthansa Technic
LOS	Line of Sight
LRUs	Line Replacement Units
LTL	Lufthansa Logistics
MCR	Market Comparable Revenue
MRO	Maintenance Repair Overhaul
NPV	Net Present Value
NVM	Non Volatile Memory
ONS	Object Naming Service
PDA	Personal Digital Assistant
PML	Physical Markup Language
POS	Point of Sales
PV	Present Value
RAF	Royal Air Force
RF	Radio Frequency
RFID	Radio Frequency Identification
ROI	Return on Investment
ROK	Return on Knowledge
ROKA	Return on Knowledge Assets
ROKI	Return on Knowledge Investment
RTLS	Real Time Locating System
SAE	Society of Automotive Engineers
SCM	Supply Chain Management
SKU	Stock Keeping Unit
SRDs	Short Range Devices
UCC	Uniform Code Council
UHF	Ultra High Frequency
ULD	Unit Loads
UPC	Universal Product Code
VAC	Vehicle Asset Communicator
VMI	Vendor Management Inventory
VMS	Vehicle Management System
WMS	Warehouse Management System
WORM	Write Once Read Many (tag)

Κεφάλαιο 1

1. Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγή στην τεχνολογία RFID

Σε γενικές γραμμές, η ραδιοσυχνική αναγνώριση (Radio Frequency Identification, RFID) είναι ένα μέσο ταυτοποίησης ενός προσώπου ή ενός αντικειμένου μέσω ραδιοσυχνοτήτων. Η διάδοση του RFID συνιστά σημαντικό στάδιο στην ανάπτυξη πολυάριθμων τομέων, συμπεριλαμβανομένων των μεταφορών, της υγείας και του λιανικού εμπορίου. Οι εφαρμογές της εκτείνονται από την ιχνηλασιμότητα των τροφίμων έως τις αυτοματοποιημένες πληρωμές ή την παρακολούθηση πασχόντων από την ασθένεια του Αλσχάιμερ. Συνεπώς δύναται να βελτιώσουν αισθητά τη ζωή των πολιτών.

Ως RFID, λοιπόν, ορίζεται η Τεχνολογία Ραδιοσυχνικής Αναγνώρισης που χρησιμοποιεί τα ραδιοκύματα (radio waves) με σκοπό να αναγνωρίζει (identify), να εντοπίζει (track), να συλλέγει και να αποθηκεύει πληροφορίες (data capture) έμψυχων και άψυχων αντικειμένων αυτόματα. [\[17\]](#)

Η τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση, παρακολούθηση, ιχνηλάτηση, ταξινόμηση ή εντοπισμό ευρύτατης ποικιλίας αντικειμένων. Το κύριο χαρακτηριστικό της τεχνολογίας είναι ότι επιτρέπει την προσάρτηση ενός αποκλειστικού αναγνωριστικού στοιχείου και άλλων πληροφοριών - με χρήση μικροπλινθίου - σε οποιοδήποτε αντικείμενο, ζώο ή και πρόσωπο και στη συνέχεια την ανάγνωση των πληροφοριών αυτών μέσω ασύρματης διάταξης. Το RFID δεν είναι απλώς «ηλεκτρονική ετικέτα» ή «ηλεκτρονικός ράβδος κώδικας». Εφόσον συνδεθεί με βάσεις δεδομένων και δίκτυα επικοινωνιών, όπως το Ιντερνέτ, η τεχνολογία αυτή συνιστά αποδοτικότερο τρόπο παροχής νέων υπηρεσιών και εφαρμογών, σχεδόν σε όλα τα πεδία.

1.2 Ιστορική ανασκόπηση

Το **RFID** είναι τα αρχικά του όρου **Radio Frequency IDentification** και η απόδοση του στα ελληνικά ορίζεται ως «*ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων*». Χρησιμοποιείται ως γενικός όρος των τεχνολογιών που χρησιμοποιούν ραδιοκύματα για να προσδιορίσουν αυτόματα ανθρώπους ή αντικείμενα και αποτελεί την τεχνολογική εξέλιξη των barcode. Η τεχνολογία RFID είναι γνωστή εδώ και 50 χρόνια. Χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από την πολεμική αεροπορία της Αγγλίας κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου πολέμου, για την αναγνώριση και τη διάκριση των εχθρικών από τα φιλικά αεροπλάνα. Στη συνέχεια, άρχισε να χρησιμοποιείται για εμπορικούς λόγους, σαν αντικλεπτικό σύστημα το οποίο χρησιμοποιούσε ραδιοκύματα για να καθορίζει εάν το προϊόν έχει πληρωθεί ή όχι και λίγο αργότερα η χρήση του επεκτάθηκε στον εντοπισμό οχημάτων και ζώων. Το RFID εφαρμόζεται πλέον σε διάφορους τομείς όπως στα δρόμια, ασφαλή πρόσβαση σε κτίρια, εργοστάσια, αυτοκινητοβιομηχανίες, στην επιστήμη, τοποθετείται σε λεωφόρους, σε γέφυρες, βοηθά στον εντοπισμό φορτίων και με τις διάφορες μορφές του έχει γίνει πλέον μέρος της καθημερινής ζωής.

1.3 Η εξέλιξη από την τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα στο RFID

Ο γραμμωτός κώδικας ή αλλιώς bar-coding είναι μια μέθοδος αυτόματης αναγνώρισης και ταυτοποίησης, προγενέστερη του RFID που έχει ήδη αποκτήσει

κυρίαρχη θέση κατά μήκος ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Από τα Συστήματα Διαχείρισης Αποθηκών (Warehouse Management Systems, WMS) μέχρι εφαρμογές που χρησιμοποιούνται στα σημεία πώλησης (Point of Sales, POS), οι λύσεις που παρέχονται για την ιχνηλασία και παρακολούθηση των αποθεμάτων, εξαρτώνται μέχρι σήμερα κυρίως από τα bar codes. Ωστόσο πολλοί είναι εκείνοι που έχουν αρχίσει να αντιλαμβάνονται ότι η ώρα της αλλαγής και της αναβάθμισης των υφιστάμενων εφαρμογών έχει πλησιάσει.

Το ενδιαφέρον για εφαρμογή της τεχνολογίας RFID έχει ενταθεί τα τελευταία χρόνια, κυρίως λόγω του Αμερικάνικου Υπ. Εθν. Άμυνας (Department of Defense, DOD) που έχει επιβάλλει στους μεγάλους προμηθευτές του την τοποθέτηση ετικετών RFID στα υλικά, των μεγάλων λιανέμπορων (π.χ. Wal-Mart που κινείται στην ίδια κατεύθυνση με το DOD), των εταιρειών καταναλωτικών αγαθών, των ινστιτούτων ακαδημαϊκής έρευνας και των πάροχων λύσεων αυτόματης αναγνώρισης. Οι υπόψη οργανισμοί ισχυρίζονται ότι δύναται να διασωθούν τεράστια ποσά από την εκμετάλλευση της τεχνολογίας RFID, ενώ πρόσφατες έρευνες υπόσχονται να υπερκαλύψουν το κόστος, τα πρότυπα και τους τεχνολογικούς φραγμούς που περιορίζουν την εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνολογίας. Επιπλέον δυνητικά οφέλη από την υιοθέτηση του RFID είναι:

- Η αυτοματοποίηση των υφιστάμενων διαδικασιών, οδηγώντας σε περισσότερο αποδοτικές λειτουργίες.
- Η καθιέρωση νέων ή τροποποιημένων επιχειρηματικών διαδικασιών και καινοτόμων υπηρεσιών καταναλωτή, όπως ο έλεγχος της διαθεσιμότητας του προϊόντος στο ράφι ή τα αυτόματα ταμεία, δηλ. χωρίς ταμία (consumer self check-out).
- Η βελτίωση διαφορετικών διαστάσεων της ποιότητας της πληροφορίας, όπως η ακεραιότητα, η ακρίβεια, η επικαιρότητα κτλ.
- Ο σχηματισμός νέων τύπων πληροφορίας, που οδηγούν σε μια πιο πραγματική αναπαράσταση του φυσικού περιβάλλοντος, όπως η ακριβής θέση ενός προϊόντος στο κατάστημα, το ιστορικό πώλησης ενός συγκεκριμένου προϊόντος κτλ.

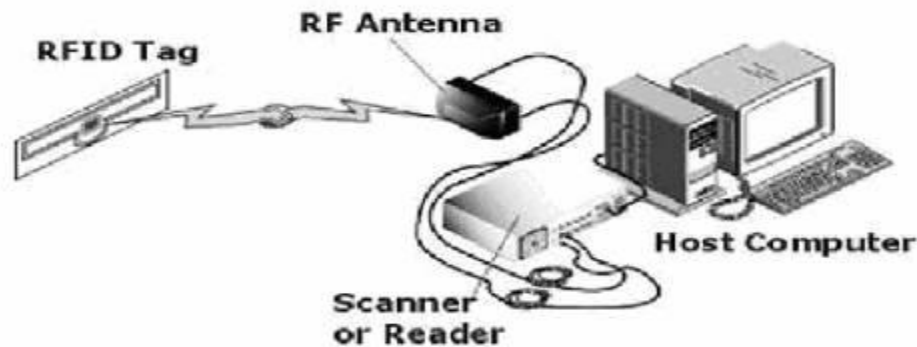
Το ευρέως χρησιμοποιούμενο bar-coding είναι μια εγγυημένη και καθιερωμένη τεχνολογία που όμως απαιτεί σάρωση σε οπτική ευθεία (line-of-sight scan) με αποτέλεσμα να χρειάζεται επιπρόσθετη εργασία, ενώ παράλληλα η απαραίτητη ύπαρξη του ανθρώπινου παράγοντα μειώνει την ακρίβεια και την ταχύτητα της ροής της πληροφορίας. Η υπόσχεση/προοπτική της τεχνολογίας RFID για ελεύθερη σάρωση σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι αρκετά ελκυστική για να αγνοηθεί.

Κεφάλαιο 2

2. Τεχνολογία RFID

2.1 Πώς λειτουργεί το RFID

2.1.1 Συστήματα RFID



Εικόνα 2.1: Τυπικό Σύστημα RFID (πηγή [9])

Η τεχνολογία RFID βρίσκεται στα άκρα ενός πληροφοριακού συστήματος. Είναι στην ουσία ένας διαφορετικός τρόπος διασύνδεσης με αντικείμενα για τα οποία υφίσταται επιθυμία εντοπισμού, αναγνώρισης και συλλογής πληροφοριών για αυτά. Η διασύνδεση είναι ασύρματη και βασίζεται στα ραδιοκύματα τα οποία μεταδίδονται στον αέρα. Παράλληλα η αναγνώριση αντικειμένων δεν απαιτεί οπτική επαφή (σε αντίθεση με τον γραμμωτό κώδικα που έχει μέσο διασύνδεσης τις υπέρυθρες και απαιτεί οπτική επαφή). Ένα σύστημα RFID περιλαμβάνει τρία βασικά στοιχεία: [44]

α. Την Ετικέτα (tag), η οποία αναφέρεται στη βιβλιογραφία και ως πομποδέκτης (transponder) και στην οποία συνδέεται ένας δίσκος πυριτίου (silicon wafer) με μια κεραία.

β. Τον Αναγνώστη (reader), ο οποίος αναφέρεται στη βιβλιογραφία και ως ανακριτής (interrogator) καθώς ανακρίνει την ετικέτα για τα δεδομένα της, αποτελείται από την κεραία (antenna) και τη μονάδα ελέγχου (control unit) και μεταξύ του οποίου και της ετικέτας λαμβάνει χώρα επικοινωνία.

γ. Και το Ενδιάμεσο Λογισμικό (Middleware), το οποίο λειτουργεί ως «γέφυρα» επικοινωνίας μεταξύ του αναγνώστη και του πληροφοριακού συστήματος. Το Middleware συμπιέζει χιλιάδες σήματα ετικετών σε μια συγκεκριμένη αναγνώριση και επίσης δρα σαν κανάλι μεταφοράς μεταξύ των στοιχείων RFID hardware και των συστημάτων software της εφαρμογής του πελάτη, όπως το απόθεμα, η παραλαβή και τα logistics. [37]

Η αρχιτεκτονική του συστήματος R.F.I.D. απεικονίζεται στην εικόνα 2.2 και αφορά τα τρία στοιχεία, που αναφέρθηκαν, δηλαδή τις ετικέτες, τους αναγνώστες και το ενδιάμεσο λογισμικό.



Εικόνα 2.2: Αρχιτεκτονική συστήματος RFID (πηγή [44])

Σε ένα τυπικό σύστημα οι ετικέτες (tags) προσαρτώνται στα αντικείμενα. Κάθε ετικέτα διαθέτει συγκεκριμένη ποσότητα εσωτερικής μνήμης (Electrical Erasable Programmable Read-Only Memory, EEPROM), στην οποία αποθηκεύονται πληροφορίες για τα υλικά, όπως ο μοναδικός αριθμός ταυτότητας ID ή σε ορισμένες περιπτώσεις περισσότερες λεπτομέρειες συμπεριλαμβανομένου την ημερομηνία κατασκευής και τη σύνθεση του προϊόντος. Όταν οι ετικέτες διέρχονται από ένα πεδίο που παράγεται από έναν αναγνώστη (reader), μεταβιβάζουν την ανωτέρω πληροφορία στον αναγνώστη, προκειμένου να αναγνωρισθεί (ταυτοποίηση) το αντικείμενο. Μέχρι πρόσφατα το ενδιαφέρον της τεχνολογίας RFID επικεντρωνόταν κυρίως σε ετικέτες και αναγνώστες για χρήση σε συστήματα, όπου σχετικά μικρές ποσότητες δεδομένων εμπλέκονταν. Αυτό είναι σήμερα που αλλάζει, καθώς στην εφοδιαστική αλυσίδα το RFID αναμένεται να αποφέρει τεράστιες ποσότητες δεδομένων, οι οποίες θα πρέπει να φιλτράρονται και να δρομολογούνται στο υποκείμενο πληροφοριακό σύστημα υποστήριξης (backend IT system). Για την επίλυση αυτού του προβλήματος, οι εταιρίες έχουν αναπτύξει ειδικά πακέτα λογισμικού γνωστά ως savants, τα οποία λειτουργούν ως ενδιάμεσες μνήμες (buffers) ανάμεσα στην RFID αρχική επεξεργασία (front end) και στην IT τελική επεξεργασία. Τα savants είναι ισοδύναμα με το ενδιάμεσο λογισμικό (middleware) στην IT βιομηχανία. [9]

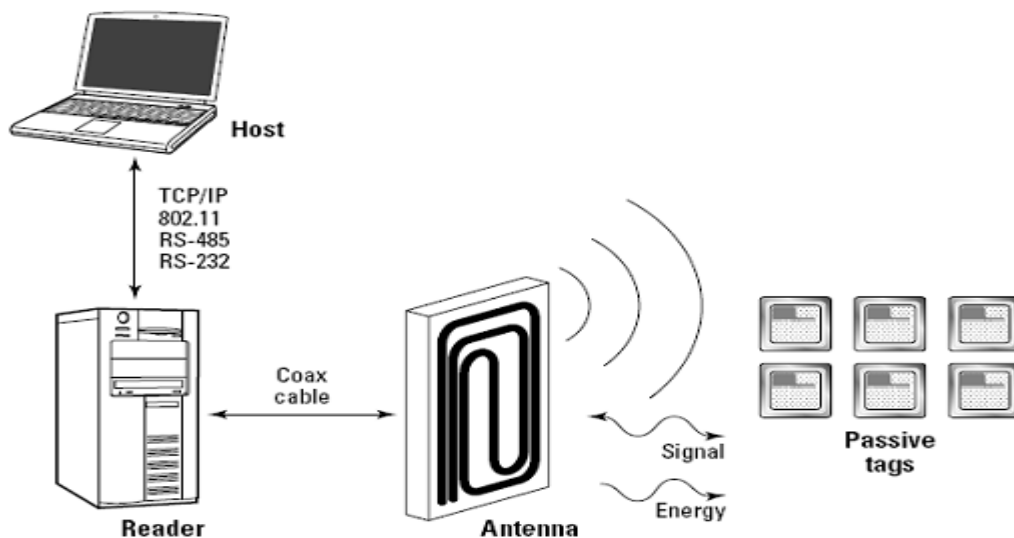
2.1.2 Λειτουργία

Η διαδικασία της επικοινωνίας μεταξύ του αναγνώστη και της ετικέτας ελέγχεται με ένα από τα αρκετά πρωτόκολλα, όπως ISO 15693 και ISO 18000-3 για τη συχνότητα HF ή ISO 18000-6 και EPC για τη UHF. Βασικά αυτό που συμβαίνει είναι ότι όταν ο

αναγνώστης τίθεται σε λειτουργία, ξεκινά την εκπομπή ενός σήματος στην επιλεγθείσα συχνότητα (τυπικά 860-915MHz για UHF ή 13.56MHz για HF). Κάθε αντίστοιχη ετικέτα, στην γειτονιάζουσα περιοχή του αναγνώστη, θα εντοπίσει το σήμα και θα χρησιμοποιήσει την ενέργεια από αυτό προκειμένου να ενεργοποιηθεί και να τροφοδοτήσει με λειτουργική ισχύ τα εσωτερικά της κυκλώματα. Μόλις η ετικέτα έχει αποκωδικοποιήσει το σήμα ως έγκυρο, ανταποκρίνεται στον αναγνώστη και φανερώνει την παρουσία της συντονίζοντας (επηρεάζοντας) το πεδίο του αναγνώστη. [9]

Ας θεωρηθεί ένα παθητικό σύστημα RFID και μια παθητική ετικέτα. Η ακόλουθη διαδικασία δείχνει πως δουλεύει το σύστημα: [37]

1. Η ετικέτα ενεργοποιείται όταν διαπερνά ένα πεδίο ραδιοσυχνότητας, το οποίο έχει δημιουργηθεί από μια κεραία και τον αναγνώστη.
2. Η ετικέτα στέλνει μια προγραμματισμένη απόκριση.
3. Η κεραία, η οποία δημιούργησε το πεδίο αρχικά και είναι προσαρμοσμένη στον αναγνώστη, εντοπίζει αυτήν την απόκριση.
4. Ο αναγνώστης στέλνει τα δεδομένα στο middleware.
5. Το middleware στέλνει την πληροφορία που περιέχεται στις ετικέτες στο σύστημα που τη χρειάζεται.



Εικόνα 2.3: Λειτουργία συστήματος RFID (πηγή [37])

Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιεί ραδιοκύματα για αυτόματη αναγνώριση αντικειμένων. Η αναγνώριση γίνεται με την αποθήκευση ενός σειριακού αριθμού (ταυτότητα αντικειμένου), ίσως και άλλων πληροφοριών, σε ένα μικροτσιπ (RFID tag/ετικέτα) που προσαρτάται σε μια κεραία. Οι πληροφορίες της ετικέτας μεταφέρονται με ραδιοκύματα, μέσω της κεραίας, σε ένα δέκτη/αναγνώστη (RFID scanner/reader). Ο αναγνώστης μετατρέπει τα ραδιοκύματα σε ψηφιακή πληροφορία, η οποία μπορεί στη συνέχεια να αποθηκευθεί σε ένα πληροφοριακό σύστημα. [37]

Η κεραία εκπέμπει ράδιο- σήματα ώστε να ενεργοποιήσει την ετικέτα για να διαβάσει και να εγγράψει τα στοιχεία σε αυτήν. Οι κεραίες είναι οι αγωγοί μεταφοράς ανάμεσα στην ετικέτα και τον πομποδέκτη, ο οποίος ελέγχει την επικοινωνία και την κατοχή των δεδομένων του συστήματος. Συχνά η κεραία συσκευάζεται με τον πομποδέκτη και τον αποκωδικοποιητή για να γίνει αναγνώστης, ο οποίος μπορεί να διαμορφωθεί είτε ως φορητή είτε ως σταθερή συσκευή. Η συσκευή ανάγνωσης εκπέμπει τα ραδιοκύματα σε απόσταση μιας ίντσας έως 100 πόδια ή και περισσότερο, ανάλογα με την ισχύ εξόδου του και τη ραδιοσυχνότητα που χρησιμοποιείται. Όταν μια ετικέτα RFID περνά μέσω της ηλεκτρομαγνητικής θερμικής ζώνης ανιχνεύει το σήμα ενεργοποίησης του αναγνώστη. Η συσκευή ανάγνωσης αποκωδικοποιεί τα στοιχεία που έχουν κωδικοποιηθεί στο ενσωματωμένο κύκλωμα της ετικέτας (silicon chip) και τα στοιχεία περνούν στον υπολογιστή για επεξεργασία. [37]

2.1.3 Αποφυγή Σύγκρουσης (Anti-collision)

Όταν πολλές ετικέτες είναι παρούσες τότε όλες θα ανταποκρίνονται την ίδια χρονική στιγμή, κατά την οποία στο τερματικό του αναγνώστη θα διαπιστώνεται σύγκρουση σημάτων και μια ένδειξη πολλαπλών ετικετών. Ο αναγνώστης διαχειρίζεται το υπόψη πρόβλημα χρησιμοποιώντας έναν αλγόριθμο αποφυγής σύγκρουσης (anti-collision), σχεδιασμένο να επιτρέπει στις ετικέτες να ταξινομούνται και ξεχωριστά να επιλέγονται. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι αλγορίθμων (δυαδικό δένδρο, ALOHA κτλ.) τα οποία ορίζονται ως μέρος των προτύπων πρωτόκολλου. Ο αριθμός των ετικετών, που δύνανται να αναγνωρισθεί, εξαρτάται από τη συχνότητα και το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται και τυπικά κυμαίνεται από 50 ετικέτες για την υψηλή συχνότητα (HF) έως και τις 200 ετικέτες για την υπέρ υψηλή συχνότητα (UHF).

Μόλις μια ετικέτα επιλεχθεί, ο αναγνώστης είναι ικανός να εκτελέσει έναν αριθμό από λειτουργίες όπως ανάγνωση του αριθμού ταυτοποίησης των ετικετών, ή εγγραφή πληροφοριών στην περίπτωση ετικέτας ανάγνωσης/εγγραφής. Έπειτα της ολοκλήρωσης της διαλογικής με την ετικέτα, ο αναγνώστης μπορεί είτε να την αφαιρέσει από τη λίστα ή να την θέσει σε κατάσταση αναμονής για μια επόμενη φορά. Η υπόψη διαδικασία συνεχίζεται, υπό τον έλεγχο του αλγορίθμου αποφυγής σύγκρουσης, έως ότου επιλεχθούν όλες οι ετικέτες. [9]

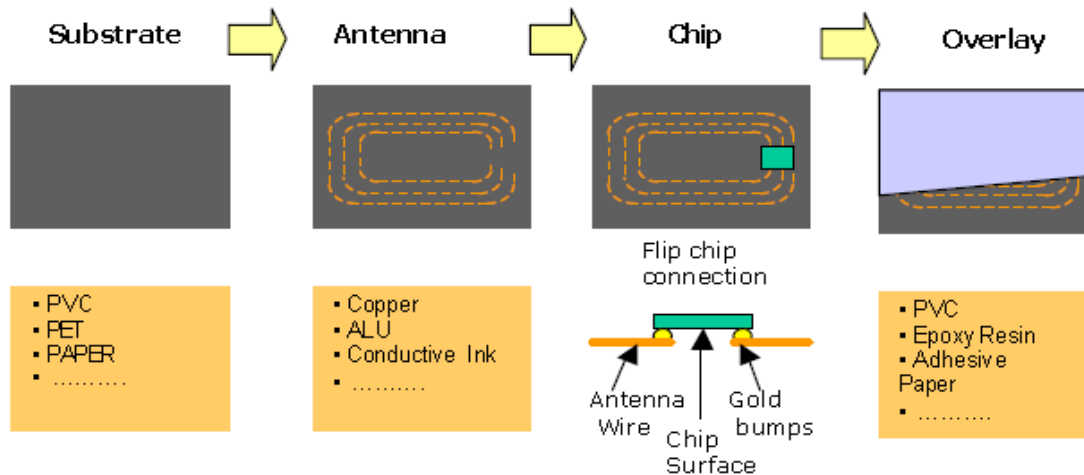
2.2 Ετικέτες (tags) RFID

Όλες οι τεχνολογίες αυτόματης αναγνώρισης απαιτούν ένα μέσο για την αποθήκευση πληροφοριών, που μετέπειτα πρόκειται να ανακτηθούν από ποικίλες εφαρμογές για διεργασία. Το RFID χρησιμοποιεί τις ετικέτες για την ηλεκτρονική κωδικοποίηση των πληροφοριών. Οι ετικέτες ικανοποιούν μια ποικιλία μεγεθών και σχεδίων και υπάρχουν αναρίθμητοι τύποι, καθένας εκ των οποίων κατασκευάστηκε για να πληροί συγκεκριμένες απαιτήσεις. Η ετικέτα τοποθετείται στο υπό αναγνώριση αντικείμενο και περιλαμβάνει δυο (2) εξαρτήματα κλειδιά: **ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα (Integrated Circuit- IC chip) και μια κεραία**. Το chip καθορίζει την εκπομπή ή λήψη δεδομένων από/προς τον αναγνώστη (reader), ενώ η κεραία καθιστά εφικτή την αμφίδρομη ή μονόδρομη επικοινωνία σήματος με τον αναγνώστη μέσω ραδιοκυμάτων. Η πληροφορία αποθηκεύεται στη μνήμη του chip και μεταβιβάζεται στον εξωτερικό κόσμο διαμέσου της κεραίας. Η ετικέτα και η κεραία μπορούν να ελασματοποιηθούν σε πλαστικές κάρτες, να τοποθετηθούν σε πλαστικά περιβλήματα ή να ενσωματωθούν σε πινακίδες. Η ποσότητα της πληροφορίας που δύνανται να αποθηκευτεί στο chip ποικίλει

ανάλογα με τη σχεδιάσή του. Οι ετικέτες RFID κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με τρία (3) χαρακτηριστικά τους: [12]

- Πηγή ενέργειας (Power source).
- Συχνότητα (Frequency).
- Μέθοδος αποκωδικοποίησης (Encoding method).

2.2.1 Κατασκευή



Εικόνα 2.4: Βασική Συναρμολόγηση Ετικέτας (πηγή [9])

Οι ετικέτες κατασκευάζονται σε μια ευρεία γκάμα τύπων (format), σχεδιασμένων για διαφορετικές εφαρμογές και περιβάλλοντα. Η βασική διαδικασία συναρμολόγησης (βλ. 2.4) συνίσταται θέτοντας αρχικά ως υπόστρωμα (substrate) ένα υλικό (χαρτί, PVC, PET κτλ.), πάνω στο οποίο τοποθετείται μια **κεραία** κατασκευασμένη από ένα εκ των πολλών διαφορετικών αγωγίμων υλικών που διατίθενται όπως αλουμίνιο, χαλκός ή ασημί μελάνι (silver ink, 2.5(ζ)). Έπειτα το ολοκληρωμένο κύκλωμα (chip) της ετικέτας συνδέεται με την κεραία, χρησιμοποιώντας τεχνικές όπως καλωδιακή διασύνδεση (wire bonding) ή διασύνδεση πλινθίων αναστρέψιμης τοποθέτησης (flip chip, βλ. εικόνα 2.4). Τέλος ένα προστατευτικό επίστρωμα κατασκευασμένο από υλικά όπως έλασμα PVC, εποξική ρητίνη ή αυτοκόλλητο χαρτί, προστίθεται προαιρετικά για να υποστηρίξει την ετικέτα ενάντια ορισμένων φυσικών καταστάσεων που συναντούνται σε πολλές εφαρμογές όπως γδάρισμα, διάβρωση και πρόσκρουση. [9]

Παραδείγματα διαφορετικών τύπων (formats)

- Εύκαμπτα επισήματα (labels) μεγέθους πιστωτικής κάρτας με αυτοκόλλητο στο πίσω μέρος (εικόνα 2.5(α)).
- Κέρμα (εικόνα 2.5(β)).
- Ενσωματωμένες ετικέτες (εικόνα 2.5(γ)) – χύτευση με έγχυση σε πλαστικά προϊόντα, όπως κιβώτια.

- Ετικέτες περικάρπια (εικόνα 2.5(δ)).
- Αντικλεπτικές ετικέτες με κάλυμμα (εικόνα 2.5(ε)).
- Μπρελόκ (εικόνα 2.5(στ)).
- Ετικέτες ειδικά σχεδιασμένες για παλέτες και χαρτοκιβώτια.
- Χάρτινες ετικέτες (εικόνα 2.5(ζ), (η)).

(α)



(β)



(γ)



(δ)



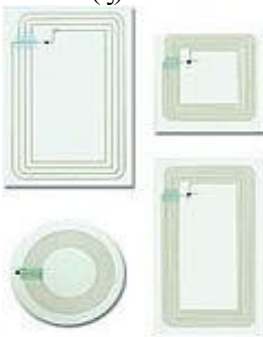
(ε)



(στ)



(ζ)



(η)



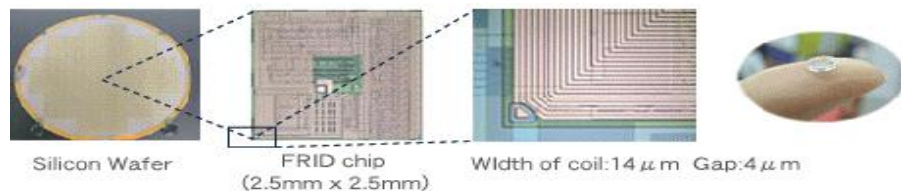
Paper labels with conductive silver ink antennas Flexible label with an aluminum antenna

Εικόνα 2.5: παραδείγματα διαφορετικών τύπων ετικέτας (πηγή [\[9\]](#))

2.2.2 Coil-on-Chip τεχνολογία RFID

Πρόκειται για μια σύγχρονη και εντυπωσιακή εξέλιξη στις ετικέτες RFID, όπου το πηνίο της κεραίας (antenna coil) είναι απευθείας τοποθετημένο στην επιφάνεια του δίσκου πυριτίου (silicon wafer), με απλά λόγια η κεραία είναι ενσωματωμένη στο ολοκληρωμένο κύκλωμα (chip). Παρόλο που η απόσταση επικοινωνίας περιορίζεται στα 3 m περίπου, το αποτέλεσμα είναι μια μικροσκοπική ετικέτα, απόκρυψη της οποίας μπορεί να γίνει για παράδειγμα σε χαρτονομίσματα, όπως άλλωστε προτάθηκε από τη Hitachi-Maxell. Αμφότερες οι Maxell και Inside contactless έχουν αναπτύξει λειτουργικές εκδόσεις αυτών των ετικετών στις UHF, HF (Maxell) και HF (Inside) συχνότητες. [9]

Οι περισσότεροι κατασκευαστές RFID επικεντρώνουν τις προσπάθειές τους στην κατασκευή αποτελεσματικών μεγάλης απόστασης συσκευών ιχνηλάτησης, παρέχοντας έτσι υψηλής συχνότητας συστήματα RFID με ικανότητα ανάγνωσης δεδομένων σε μεγάλες αποστάσεις. Στην αντίπερα, η εταιρία Maxell ειδικεύεται στη σχεδίαση εφαρμογών όπου η ασφάλεια και η ιδιωτικότητα των πληροφοριών αποτελούν κρίσιμο θέμα, με τις εφαρμογές αυτές να λειτουργούν σε κοντινή απόσταση για την προστασία των δεδομένων από αναρμόδια πρόσβαση. Τα RFID συστήματα της Maxell σχεδιάζονται για βιομηχανίες όπως η αμυντική, οι επιστήμες της ζωής (ιατρική, βιολογία) και η φαρμακευτική έρευνα, όπου η ιδιωτικότητα είναι θέμα μέγιστης σημασίας. Το πιο πρόσφατο επίτευγμα της Maxell στην σχεδίαση RFID, το Coil-on-Chip, είναι επαναγράψιμο, λειτουργεί στη βέλτιστη συχνότητα για την ασφάλεια των δεδομένων και στη βιομηχανία είναι η μικρότερη σε μέγεθος, μόλις 2.5mm x 2.5mm, ετικέτα με ενσωματωμένη κεραία και ως εκ τούτου εύκολα προσκολλάται ή ενσωματώνεται στα περισσότερα αντικείμενα. [29]



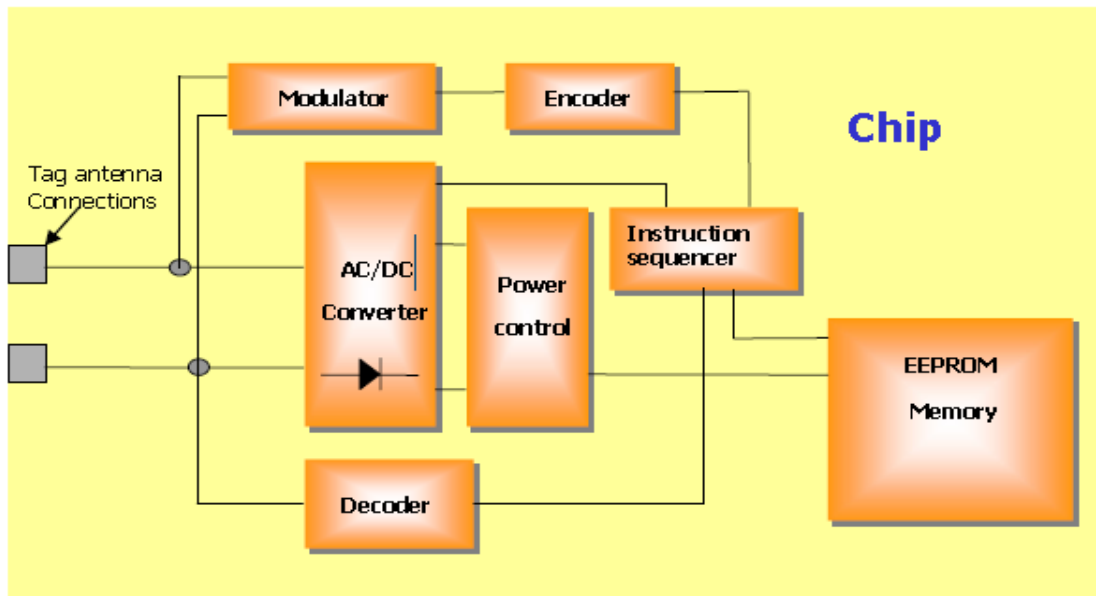
Εικόνα 2.6: Coil-on-Chip RFID τεχνολογία (πηγή [9])

2.2.3 Το ολοκληρωμένο κύκλωμα (IC) των ετικετών

Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα των ετικετών RFID σχεδιάζονται και κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας ορισμένες από τις πιο προοδευτικές και γεωμετρικά μικρότερες, διαθέσιμες διαδικασίες πυριτίου (Silicon processes). Το αποτέλεσμα είναι εντυπωσιακό κρίνοντας από το μέγεθος του chip της UHF ετικέτας, περίπου 0.5 mm², όπως για παράδειγμα το μέγεθος της τελείας:

Εικόνα 2.7: chip σε μέγεθος τελείας (πηγή [9])





Εικόνα 2.8: ολοκληρωμένο κύκλωμα ετικέτας (πηγή [9])

Σε όρους πληροφορικής, οι ετικέτες RFID είναι κάτι σαν ένα μέσο μετά - αποθήκευσης (dump), δεδομένου ότι περιέχουν μόνο βασική λογική και καθιστούν ικανές τις μηχανές να αποκωδικοποιήσουν απλές οδηγίες. Ωστόσο δεν είναι απλές στη σχεδιάσή τους. Στην πραγματικότητα οι προκλήσεις είναι πολύ σοβαρές, όπως η επίτευξη πολύ χαμηλής κατανάλωσης ισχύος, η διαχείριση θορυβωδών σημάτων ραδιοσυχνότητας (RF) και η συμμόρφωση με αυστηρούς κανονισμούς εκπομπών. Κάποια σημαντικά κυκλώματα επιτρέπουν στο chip να μεταφέρει ισχύ από το πεδίο σημάτων του αναγνώστη και να τη μετατρέπει μέσω ενός ανορθωτή (ρεκτιφιε) σε τάση τροφοδοσίας. Το ρολόι του πλινθίου (chip clock) ανακτάται επίσης από το σήμα του αναγνώστη. Οι περισσότερες ετικέτες RFID περιέχουν συγκεκριμένη ποσότητα μη πτητικής μνήμης¹ (Non volatile Memory, NVM), όπως η EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), προκειμένου να αποθηκεύουν δεδομένα.

Η ποσότητα των δεδομένων που αποθηκεύεται, εξαρτάται από την προδιαγραφή του chip και μπορεί να κυμαίνεται από την αποθήκευση των αριθμών αναγνώρισης μόνο, μεγέθους 96 bits, έως και την αποθήκευση πολύ περισσότερων πληροφοριών για το προϊόν, φθάνοντας τα 32 Kbits. Ωστόσο, μεγαλύτερη χωρητικότητα δεδομένων και δυνατότητα αποθήκευσης (μέγεθος μνήμης) σημαίνουν μεγαλύτερα μεγέθη πλινθίου οπότε και πιο ακριβές ετικέτες. Το έτος 1999 το AUTO-ID center (σήμερα EPC Global) με έδρα στο MIT (Massachusetts Institute of Technology), μαζί με έναν αριθμό από εταιρίες ηγέτες, ανέπτυξε την ιδέα του μοναδικού κωδικού ηλεκτρονικής αναγνώρισης γνωστού ως Ηλεκτρονικού Κωδικού Προϊόντος (Electronic Product Code, EPC). Η δομή του Ηλεκτρονικού Κωδικού Προϊόντος είναι ανάλογη με εκείνη του Παγκόσμιου Κωδικού

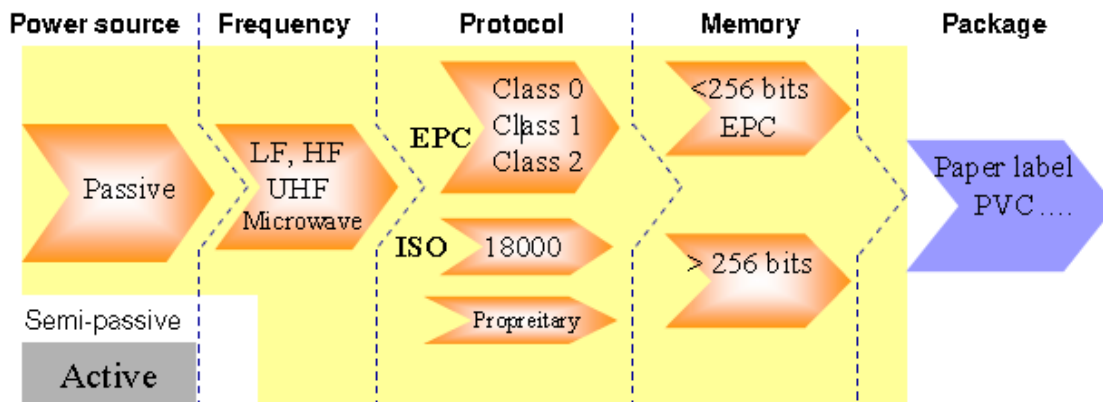
¹ Πτητική ή πρόσκαιρη μνήμη (volatile memory) είναι εκείνη η οποία "χάνει" την πληροφορία που είναι αποθηκευμένη σε αυτή, μόλις σταματήσει η παροχή ηλεκτρικής ισχύος, δηλαδή μόλις σταματήσει η τροφοδοσία της μνήμης. Στην αντίθετη περίπτωση η μνήμη είναι μη-πτητική (non-volatile memory). Για παράδειγμα, η δευτερεύουσα μνήμη είναι μη-πτητική, αφού η πληροφορία διατηρείται στους δίσκους, τις δισκέτες, τα CD ROMs, τις ταινίες ακόμη και όταν "κλείσουμε" το υπολογιστικό σύστημα. Μη-πτητική μνήμη είναι και η ROM

Προϊόντος (Universal Product Code, UPC) που χρησιμοποιείται σήμερα στα barcodes. Διαθέτοντας έναν απλό κωδικό μεγέθους των 256 bits μόλις, το EPC οδηγεί σε μικρότερου μεγέθους ολοκληρωμένα κυκλώματα και ως εκ τούτου σε χαμηλότερου κόστους ετικέτες, κάτι που αναγνωρίζεται ως η παράμετρος κλειδί για μια ευρεία υιοθέτηση του RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα. Οι ετικέτες οι οποίες αποθηκεύουν μόνο τον αριθμό αναγνώρισης ταυτότητας (ID number) συχνά καλούνται ως ετικέτες αδείας (License Plate Tags). [9]

2.2.4 Κατηγοριοποίηση ετικετών RFID βάση πηγή ενέργειας

Η εικόνα 2.9 δείχνει ότι κατά τη θεώρηση μιας ετικέτας η πρώτη βασική επιλογή είναι ανάμεσα στην **παθητική (passive)**, **ήμι-παθητική (semi-passive)** ή **ενεργή (active)** ετικέτα. Οι παθητικές ετικέτες χρησιμοποιώντας τη ζώνη συχνοτήτων UHF δύνανται να αναγνωσθούν σε απόσταση 4 έως 5 μέτρα, ενώ οι λοιποί τύποι ετικετών (ήμι-παθητικές και ενεργές) μπορούν να επιτύχουν πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις ανάγνωσης έως και 100 μέτρα για τις ημι-παθητικές, και αρκετά χιλιόμετρα για τις ενεργές. Η μεγάλη αυτή διαφορά στην απόδοση της επικοινωνίας μπορεί να εξηγηθεί βάση των ακόλουθων: [6], [9]

- Οι παθητικές ετικέτες, λειτουργούν χωρίς μπαταρία και χρησιμοποιούν το πεδίο του αναγνώστη ως πηγή ενέργειας για το ολοκληρωμένο κύκλωμα (chip) και για την επικοινωνία από και προς τον αναγνώστη. Η διαθέσιμη ισχύς από το πεδίο του αναγνώστη όχι μόνο μειώνεται πολύ γρήγορα λόγω απόστασης, αλλά επίσης ελέγχεται από αυστηρούς κανονισμούς, συμβάλλοντας έτσι σε μια περιορισμένη απόσταση επικοινωνίας των 4 με 5 μέτρων, κατά τη χρήση της UHF ζώνης συχνοτήτων (860 MHz-930 MHz).



Εικόνα 2.9: Κατηγοριοποίηση ετικετών (πηγή [9])

- Οι ημι-παθητικές ετικέτες οπισθοσκέδασης (backscatter) είναι υποστηριζόμενες από μπαταρία και ως εκ τούτου δεν απαιτείται ενέργεια από το πεδίο του αναγνώστη για την παροχή ισχύος στο chip. Αυτό επιτρέπει στις ετικέτες να λειτουργούν σε πολύ πιο χαμηλή στάθμη ισχύος σήματος (signal power levels), με αποτέλεσμα μεγαλύτερες αποστάσεις έως και 100 μέτρα. Η μπαταρία δεν χρησιμεύει στη μετάδοση ραδιοκυμάτων προς τον αναγνώστη παρά μόνο στη λειτουργία του chip. Η απόσταση περιορίζεται κυρίως λόγω του γεγονότος ότι η ετικέτα δεν διαθέτει ένα ολοκληρωμένο πομπό και είναι υποχρεωμένη να χρησιμοποιεί το πεδίο του αναγνώστη

για την επικοινωνία με αυτόν, αφού η μπαταρία μιας ενεργής ετικέτας ποτέ δεν παρέχει ισχύ για τη μετάδοση της πληροφορίας στον αναγνώστη, αλλά εξυπηρετεί αποκλειστικά την τροφοδοσία του chip. Η απόσταση ανάγνωσης αυτών των ετικετών είναι μεγαλύτερη από αυτή των παθητικών και μικρότερη από αυτή των ενεργών. Η μετάδοση πληροφορίας από την ετικέτα προς τον αναγνώστη και αντίστροφα βασίζεται αποκλειστικά στην ενέργεια του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου που εκπέμπεται από τον αναγνώστη (ηλεκτρομαγνητική σύζευξη οπισθοσκέδασης). Πρόκειται δηλ. για ένα συνδυασμό "ενεργής" και "παθητικής" ετικέτας.

- Οι ενεργές ετικέτες είναι συσκευές με ενσωματωμένη δική τους πηγή ενέργειας (μπαταρία) και έχουν ενσωματωμένο στην πλακέτα έναν ενεργό αναμεταδότη. Αντίθετα με τις παθητικές, οι ενεργές ετικέτες παράγουν ενέργεια ραδιοσυχνότητας (RF energy) την οποία και εφαρμόζουν στην κεραία. Η αυτονομία αυτή σε σχέση με τον αναγνώστη σημαίνει δυνατότητα επικοινωνίας με αυτόν σε αποστάσεις ακόμα και μερικών χιλιομέτρων. Κατά συνέπεια χρησιμεύουν κυρίως για την ταυτοποίηση αντικειμένων υψηλής αξίας που πρέπει να παρακολουθούνται σε μεγάλες αποστάσεις. Οι ενεργές ετικέτες μεταφέρουν πληροφορίες σε πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις από ότι οι παθητικές ετικέτες, κοστίζουν όμως πολύ περισσότερο.

Η εμπειρία που έχει αποκτηθεί από διάφορες εταιρίες έχει αποδείξει ότι από τις διαφορετικές RFID συχνότητες (LF, HF, UHF και μικροκύματα), οι συχνότητες HF και UHF αρμόζουν καλύτερα στην εφοδιαστική αλυσίδα. Επιπρόσθετα η συχνότητα UHF, λόγω της ανώτερης κλίμακας ανάγνωσης, αναμένεται να γίνει η επικρατούσα συχνότητα. Ωστόσο κάτι τέτοιο δεν σημαίνει ότι οι συχνότητες LF και μικροκύματα δεν πρόκειται να χρησιμοποιούνται σε συγκεκριμένες περιπτώσεις.

Πίνακας 2.1: Σύγκριση Παθητικών και Ενεργών ετικετών (πηγή [\[9\]](#))

	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Παρατηρήσεις
Παθητικές	• Μεγαλύτερος χρόνος ζωής • Χαμηλό κόστος • Οι ετικέτες είναι μηχανικά πιο ευέλικτες • Ευρύτερο φάσμα παραγόντων μορφής • Μικρό βάρος • Απεριόριστη διάρκεια λειτουργίας	• Η απόσταση περιορίζεται στα 4 με 5 μέτρα (UHF) • Αυστηρά ελεγχόμενες από τοπικές νομοθεσίες • Απαιτούν την ύπαρξη συσκευής ανάγνωσης	Πολύ χρησιμοποιημένες σε εφαρμογές RFID. Οι ετικέτες είναι LF, HF και UHF συχνότητας.
Ημι-παθητικές	• Μεγαλύτερη απόσταση επικοινωνίας • Μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση άλλων συσκευών όπως αισθητήρες (θερμοκρασία, πίεση κτλ.) • Δεν εμπίπτουν στις ίδιες αυστηρές νομοθεσίες για την ισχύ, που επιβάλλονται	• Ακριβές εξαιτίας της μπαταρίας και της κατασκευής της ετικέτας • Αξιοπιστία: δύσκολο να καθορισθεί αν η μπαταρία είναι καλή ή όχι, ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα που υπάρχουν πολλοί αναμεταδότες • Η εκτεταμένη εξάπλωση	Χρησιμοποιούνται κυρίως σε real time συστήματα για την παρακολούθηση υλικών υψηλής αξίας ή εξοπλισμού σε κάθε σημείο ενός εργοστασίου. Οι ετικέτες είναι UHF συχνότητας.

Ενεργές	στις παθητικές συσκευές. • Έχουν μεγαλύτερο εύρος ανάγνωσης σε σχέση με τις παθητικές ετικέτες.	πολλών ενεργών πομπών παρουσιάζει έναν περιβαλλοντικό κίνδυνο, λόγω ενδεχόμενων τοξικών στις μπαταρίες • Μεγάλο μέγεθος. • Μεγάλο κόστος • Χαμηλός μ.ο. ζωής	Χρησιμοποιούνται στα logistics για τον εντοπισμό των κοντέινερ σε τρένα, φορτηγά κτλ Οι ετικέτες είναι συχνότητας UHF ή μικροκύματα.
---------	--	---	---

2.2.5 Κατηγοριοποίηση ετικετών RFID βάση μεθόδου αποκωδικοποίησης. Οι Τάξεις των Ετικετών

Οι ετικέτες επίσης κατηγοριοποιούνται ανάλογα και με τον τρόπο που η πληροφορία αποκωδικοποιείται σε αυτές. Οι μέθοδοι αποκωδικοποίησης διακρίνονται σε επανεγγράψιμες ή «ανάγνωσης-εγγραφής» (read/write), «μιας εγγραφής-πολλών αναγνώσεων» (write once/read many, WORM) και αναγνώσιμες ή «μόνο για ανάγνωση» (read only). Οι επανεγγράψιμες (read/write) ετικέτες επιτρέπουν την καταγραφή της πληροφορίας πολλαπλές φορές και υπάρχει η δυνατότητα τα δεδομένα τους να τροποποιούνται απεριόριστα με τη χρήση ενός κατάλληλου αναγνώστη, οι «μιας εγγραφής-πολλών αναγνώσεων» (write once/read many) εγγράφονται κατά την κατασκευή τους, αλλά και μία ακόμη φορά από τον αναγνώστη και στη συνέχεια παραμένουν απλώς αναγνώσιμες και τέλος οι Αναγνώσιμες (read only) ετικέτες κωδικοποιούνται με δεδομένα (αριθμός ταυτότητας) κατά τη διάρκεια της κατασκευής τους τα οποία μπορεί στη συνέχεια να διαβάσει ένας αναγνώστης, αλλά όχι να τροποποιήσει. Προφανώς οι read/write ετικέτες αποτελούν την πιο ακριβή έκδοση. [\[12\]](#)

Οι αναμεταδότες «μόνο ανάγνωσης» (read only) είναι συνήθως παθητικοί και δεν μπορούν να τροποποιηθούν τα δεδομένα τους. Επίσης, είναι προγραμματισμένοι με ένα μοναδικό σύνολο στοιχείων (συνήθως 32 έως 128 bits) που δεν μπορούν να αλλάξουν. Οι ενεργές ετικέτες RFID είναι κατά κύριο λόγο «Ανάγνωσης-Εγγραφής» (Read Write). Επιπλέον οι ετικέτες «Ανάγνωσης-Εγγραφής» έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα σε πληροφορία. Με τους αναμεταδότες «Ανάγνωσης-Εγγραφής», ο χρήστης έχει τον έλεγχο της τεχνολογίας στην οποία επένδυσε. Όταν οι απαιτήσεις ενός πελάτη αλλάζουν, οι χρήστες μπορούν να τις ακολουθήσουν χωρίς να επενδύσουν σε νέα τεχνολογία. Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι ένας λιανοπωλητής απαιτεί από τους προμηθευτές του να τοποθετούν στις παλέτες τους ένα 10-ψήφιο κωδικό. Αργότερα, όμως, αλλάζει την απαίτησή του σε 12-ψήφιο κωδικό. Όσοι προμηθευτές χρησιμοποιούσαν ετικέτες «Ανάγνωσης-Εγγραφής», μπορούν να εκπληρώσουν τη νέα απαίτηση με ελάχιστο κόστος, επανεγγράφοντας στις υπάρχουσες ετικέτες το νέο 12-ψήφιο κωδικό. [\[6\]](#)

Από την ανωτέρω κατηγοριοποίηση οι τάξεις (classes) που προκύπτουν, ως προς τη λειτουργικότητα των ετικετών, είναι οι ακόλουθες: [\[9\]](#)

CLASS-0, Μόνο Ανάγνωσης (Read Only), Εργοστασιακός Προγραμματισμός (Factory Programmed).

Πρόκειται για τους πιο απλούς τύπους ετικετών όπου τα δεδομένα, τα οποία συνήθως είναι απλά ο αριθμός ταυτότητας (ID number), εγγράφονται στην ετικέτα μόνο μια φορά κατά τη διάρκεια της κατασκευής και στη συνέχεια δύναται να αναγνωσθούν

από έναν αναγνώστη, όχι όμως και να τροποποιηθούν. Η μνήμη έπειτα καθίσταται ανίκανη για κάθε επιπλέον ενημέρωση. Οι ετικέτες Class-0 χρησιμοποιούνται επιπλέον για τον ορισμό μιας κατηγορίας ετικετών που καλούνται αντικλεπτικές συσκευές προστασίας εμπορευμάτων (electronic article surveillance, EAS), οι οποίες δεν έχουν κωδικό αναγνώρισης ID, απλά ανακοινώνουν την παρουσία τους κατά τη διέλευσή τους από το πεδίο της κεραίας. Οι ετικέτες Μόνο Ανάγνωσης είναι παθητικές.

CLASS-1, Μιας Εγγραφής Πολλών Αναγνώσεων (Write Once Read Many, WORM), Εργοστασιακός ή Προγραμματισμός Χρήστη (Factory or User Programmed)

Σε αυτή την περίπτωση η ετικέτα κατασκευάζεται χωρίς την εγγραφή δεδομένων στη μνήμη. Τα δεδομένα δύναται να εγγραφούν είτε από τον κατασκευαστή της ετικέτας ή από τον χρήστη-μια όμως μόνο φορά. Ακολουθώς δεν επιτρέπονται επιπλέον εγγραφές και η ετικέτα μπορεί μόνο να αναγνωσθεί. Οι ετικέτες αυτού του τύπου συνήθως ενεργούν ως απλά αναγνωριστικά.

CLASS-2, Επανεγγραψίμες, Ανάγνωσης Εγγραφής (Read Write)

Πρόκειται για τον πιο ευέλικτο τύπο ετικέτας, όπου οι χρήστες έχουν πρόσβαση στην ανάγνωση και εγγραφή δεδομένων στη μνήμη της ετικέτας. Τυπικά χρησιμοποιούνται ως καταγραφικά δεδομένων (data loggers) και ως εκ τούτου διαθέτουν περισσότερο χώρο μνήμης από τη μνήμη που απαιτείται για την καταχώρηση μόνο ενός απλού αριθμού ταυτότητας ID.

Πίνακας 2.2: Τάξεις ετικετών (πηγή [9])

Class	Γνωστή ως	Μνήμη	Πηγή ισχύος	Εφαρμογή
0	EAS EPC	Καθόλου EPC	Παθητική	Αντικλεπτική ID
1	EPC	Read-Only	Οποιαδήποτε	Μόνο αναγνώριση
2	EPC	Read-Write	Οποιαδήποτε	Καταγραφή δεδομένων
3	Sensor Tags	Read-Write	Ημι-παθητικές/ Ενεργές	Αισθητήρες
4	Smart Dust ²	Read-Write	Ενεργές	Αυτοοργανωμένη δικτύωση ³

CLASS-3, Ανάγνωσης Εγγραφής με Αισθητήρες επί της πλακέτας (Read Write with on board sensors)

² Smart Dust (ή αλλιώς «Εξυπνη Σκόνη») είναι ένα δίκτυο πολλών μικροσκοπικών μικρό ηλεκτρομηχανικών συστημάτων (MEMS) όπως αισθητήρες, ρομπότ ή άλλες συσκευές, ικανές να ανιχνεύσουν για παράδειγμα φώς, θερμοκρασία, δόνηση, μαγνητισμό ή χημικά. Συνήθως είναι ασύρματα δικτυωμένοι, κατανεμημένοι σε δεδομένη περιοχή για την εκτέλεση εργασιών, όπως η τηλεπισκόπηση (sensing), που είναι η συλλογή πληροφοριών για ένα αντικείμενο χωρίς φυσική επαφή με αυτό.

³ Ad Hoc networking ή αλλιώς αυτοοργανούμενο δίκτυο ή δίκτυο κατ' απαίτηση, είναι ένας αποκεντρωμένος τύπος ασύρματου δικτύου. Το δίκτυο είναι ad hoc επειδή δε βασίζεται σε κάποια προϋπάρχουσα υποδομή, όπως δρομολογητές στα ενσύρματα δίκτυα ή ασύρματα access points στα διαχειριζόμενα ασύρματα δίκτυα. Αντίθετα, κάθε κόμβος λαμβάνει μέρος στη δρομολόγηση προωθώντας τα δεδομένα προς τους άλλους κόμβους και έτσι ο καθορισμός του ποιοι κόμβοι προωθούν δεδομένα γίνεται δυναμικά με βάση τη συνδεσιμότητα του δικτύου.

Οι ετικέτες αυτές διαθέτουν στην πλακέτα τους αισθητήρες για την καταγραφή παραμέτρων όπως θερμοκρασία, πίεση και κίνηση. Οι υπόψη παράμετροι δύνανται να καταγραφούν με εγγραφή στη μνήμη της ετικέτας. Δεδομένου ότι οι αναγνώσεις των αισθητήρων απαιτείται να ληφθούν εν απουσία ενός αναγνώστη (reader), οι ετικέτες είναι είτε ημι-παθητικές ή ενεργές.

CLASS-4, Ανάγνωσης Εγγραφής με ολοκληρωμένους αναμεταδότες (Read Write with integrated transmitters)

Πρόκειται για ετικέτες που ομοιάζουν σε μινιατούρες συσκευές ράδιο και οι οποίες δύνανται να επικοινωνήσουν με άλλες ετικέτες και συσκευές χωρίς την παρουσία αναγνώστη. Ως εκ τούτου είναι πλήρως ενεργές ετικέτες με δική τους πηγή ισχύος.

2.2.6 Κατηγοριοποίηση ετικετών RFID βάση συχνότητα επικοινωνίας

Επειδή τα συστήματα RFID παράγουν και ακτινοβολούν ηλεκτρομαγνητικά κύματα, κατατάσσονται στην κατηγορία των ραδιοσυστημάτων. Η χρήση άλλων ραδιοσυστημάτων δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να διαταράσσεται ή να φθείρεται από τη χρήση των RFID. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να διασφαλισθεί ότι τα συστήματα RFID δεν παρεμβάλλουν με κάποιο ραδιόφωνο ή τηλεόραση, με κάποια κινητή ραδιοσυσκευή (αστυνομία, υπηρεσίες ασφαλείας, βιομηχανία), με ναυτικές και αεροναυτικές συσκευές και κινητά τηλέφωνα.

Εξαιτίας αυτής της πιθανής παρεμβολής με άλλα ραδιοσυστήματα, περιορίζεται σημαντικά το εύρος συχνότητας λειτουργίας των συστημάτων RFID και συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται συχνότητες που έχουν δεσμευτεί ειδικά για βιομηχανικούς, ιατρικούς και επιστημονικούς σκοπούς. Αυτές οι συχνότητες, που είναι παγκοσμίως γνωστές ως ISM συχνότητες, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε RFID εφαρμογές. Γενικά οι συχνότητες επικοινωνίας κυμαίνονται από 125KHz έως 2.45GHz και εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την εφαρμογή. Προκειμένου να ελεγχθούν οι εκπομπές και να αποτραπεί παρεμβολή με άλλον βιομηχανικό, επιστημονικό και ιατρικό εξοπλισμό (Industrial, Scientific and Medical, ISM) επιβάλλονται σχετικοί κανονισμοί από τα περισσότερα κράτη (ομαδοποιούνται σε 3 Περιοχές). [9]

Οι ετικέτες RFID είναι τυπικά σχεδιασμένες να μεταβιβάζουν δεδομένα σε μια μόνο συχνότητα. Οι συχνότητες που παρέχονται από τους προμηθευτές των ετικετών, κατηγοριοποιούνται σε χαμηλής (low, LF), υψηλής (high, HF), υπέρ υψηλής (ultra high, UHF) και μικροκύματα. Γενικότερα, ισχύει ο κανόνας ότι όσο πιο χαμηλή είναι η συχνότητα τόσο πιο κοντινή είναι η απόσταση ανάγνωσης και τόσο πιο μικρή είναι η ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων.

Εύρος Χαμηλών Συχνοτήτων

- Χαμηλές Συχνότητες (LF): 125-134 KHz
- Υψηλές Συχνότητες (HF): 13.56 MHz

Εύρος Υψηλών Συχνοτήτων

- Υπερύψηλες Συχνότητες (UHF): 860-960 MHz

- Μικροκύματα (microwave): 2.5 GHz και άνω

Η επιλογή της συχνότητας λειτουργίας του συστήματος RFID επηρεάζει διάφορα χαρακτηριστικά όπως θα αναφερθεί ακολούθως:

Εμβέλεια Ανάγνωσης

Στις χαμηλότερες συχνότητες, η εμβέλεια ανάγνωσης των παθητικών ετικετών δεν ξεπερνάει τα λίγα εκατοστά. Αυτό οφείλεται στην ασθενή ενίσχυση του σήματος της κεραίας (στις χαμηλές συχνότητες το μήκος των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι πολύ μεγάλο και συνεπώς πολύ μεγαλύτερο από το μέγεθος των κεραιών που είναι τοποθετημένες στο ολοκληρωμένο κύκλωμα. Η ενίσχυση του σήματος της κεραίας είναι ανάλογη του μεγέθους της κεραίας και σχετική με το μήκος κύματος). Στις υψηλότερες συχνότητες η εμβέλεια αυξάνεται, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται ενεργές ετικέτες. Επειδή όμως οι πάρα πολύ υψηλές συχνότητες είναι επιβλαβείς για τον άνθρωπο, τέθηκε ένα άνω όριο, το οποίο είναι οι UHF συχνότητες και τα μικροκύματα και η εμβέλεια μειώθηκε στα λίγα μέτρα στην περίπτωση των παθητικών ετικετών.

Παθητικές και Ενεργές ετικέτες

Για ιστορικούς λόγους, οι παθητικές ετικέτες λειτουργούν συνήθως στις συχνότητες LF και HF, ενώ οι ενεργές ετικέτες χρησιμοποιούνται στις UHF συχνότητες και στα μικροκύματα. Τα πρώτα συστήματα RFID λειτουργούσαν στις συχνότητες LF και HF με παθητικές ετικέτες, επειδή την εποχή εκείνη το κόστος ήταν απαγορευτικό για να πράξουν διαφορετικά. Σήμερα, με τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας τα δεδομένα έχουν αλλάξει και η επιλογή είναι πιο ευέλικτη.

Υγρά και Μέταλλα

Η απόδοση των RFID συστημάτων επηρεάζεται με διαφορετικό τρόπο από τα μέταλλα και από την υγρασία. Τα συστήματα σε HF συχνότητες, λόγω του μεγάλου μήκους κύματος, δρουν πιο ικανοποιητικά στο νερό. Αντίθετα, τα συστήματα σε UHF συχνότητες δε λειτουργούν καλά σε υγρασία. Για το λόγο αυτό, οι HF ετικέτες είναι η καλύτερη επιλογή σε χώρους εργασίας όπου υπάρχει υγρασία.

Τα μέταλλα ανακλούν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα και τα ραδιοκύματα δεν μπορούν να τα διαπεράσουν. Στην περίπτωση που βρεθεί ένα μέταλλο μεταξύ του αναγνώστη και της ετικέτας, τα αποτελέσματα μπορεί να είναι καταστροφικά. Επίσης αν κάποιο μέταλλο τοποθετηθεί πολύ κοντά στην κεραία τα χαρακτηριστικά της αλλοιώνονται. Η συχνότητα UHF επηρεάζονται πολύ περισσότερο από τα μέταλλα, από ότι οι LF και HF συχνότητες. Κατά συνέπεια, σε χώρους εργασίας όπου υπάρχουν πολλά μέταλλα η καλύτερη επιλογή είναι οι LF, HF ετικέτες. [\[33.1\]](#)

Ρυθμός Μετάδοσης

Τα συστήματα RFID που λειτουργούν στο εύρος LF έχουν χαμηλό ρυθμό μετάδοσης, της τάξης μερικών Kbits. Ο ρυθμός αυξάνεται σε συστήματα στις υψηλές συχνότητες, φτάνοντας και τα Mbits στα μικροκύματα.

Μέγεθος και τύπος κεραίας

Το γεγονός ότι τα ραδιοσήματα στις χαμηλές συχνότητες έχουν μεγάλο μήκος κύματος, προκειμένου να πετύχουμε ικανοποιητική ενίσχυση σήματος απαιτείται η κατασκευή μεγαλύτερου μεγέθους κεραιών σε LF και HF συστήματα από ότι σε UHF και μικροκύματα. Αυτό όμως, έρχεται σε αντίθεση με τον στόχο του RFID που είναι η δημιουργία μικρών και φθηνών ετικετών. Οι περισσότεροι σχεδιαστές θυσιάζουν την ενίσχυση του σήματος της κεραίας ελέω κόστους, με αποτέλεσμα η εμβέλεια των αναγνωστών να είναι μικρότερη σε LF και HF συστήματα. Υπάρχει όμως ένα κάτω όριο στο πόσο μικρές μπορεί να είναι οι ετικέτες. Συνέπεια αυτού, οι ετικέτες LF και HF να είναι πάντα μεγαλύτερες από τις ετικέτες σε UHF και μικροκύματα. Η συχνότητα λειτουργίας επηρεάζει και τον τύπο της κεραίας που χρησιμοποιούνται σε συστήματα RF. Έτσι σε συστήματα LF και HF χρησιμοποιούνται επαγωγικές κεραίες ενώ σε συστήματα UHF και μικροκύματα χωρητικές κεραίες.

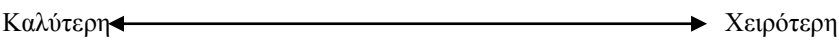
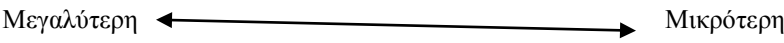
Μέγεθος και κόστος ετικετών RFID

Τα πρώτα συστήματα RFID χρησιμοποιούσαν το εύρος ζώνης χαμηλών συχνοτήτων, για το λόγο ότι οι ετικέτες σε αυτές τις συχνότητες ήταν εύκολες στην κατασκευή. Έχουν όμως πολλά μειονεκτήματα, όπως μεγάλο μέγεθος το οποίο μεταφράζεται σε υψηλότερο κόστος. Σήμερα το εύρος ζώνης HF είναι το πιο διαδεδομένο παγκοσμίως και το κόστος είναι πολύ μικρότερο από αυτό των LF ετικετών. Πρόσφατες όμως εξελίξεις στην τεχνολογία των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων έχουν μειώσει δραματικά το κόστος για συστήματα σε UHF και μικροκύματα, γεγονός που τα καθιστά άκρως ανταγωνιστικά. Στον ακόλουθο πίνακα διακρίνονται τα χαρακτηριστικά των RFID συχνοτήτων για τις παθητικές ετικέτες.

Πίνακας 2.3: Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες συχνότητες RFID για τις παθητικές ετικέτες-
Περίληπτική σύνοψη (πηγή [\[9\]](#))

	LF	HF	UHF	Microwave
Κλίμακα Συχνοτήτων	<135 KHz	13.56 MHz	860-930 MHz	2.45 GHz
Πρότυπα	ISO/IEC 18000-2	ISO/IEC 18000-3 AutoID HF class-1 ISO 15693, ISO 14443 (A/B)	ISO/IEC 18000-6 AutoID class 0, class 1	ISO/IEC 18000-4
Απόσταση ανάγνωσης	<0.5m	~1m	~4-5m	~1m

Γενικά	- Μεγαλύτερες κεραίες που συντελούν σε υψηλότερα κόστη ετικετών. - Κατ' ελάχιστο επιρρεπής σε υποβάθμιση απόδοσης εξαιτίας μετάλλων και υγρών.	- Λιγότερο ακριβές από τις LF ετικέτες. - Ταιριάζουν καλύτερα σε εφαρμογές όπου δεν απαιτείται μακρινής απόστασης ανάγνωση μεγάλου αριθμού ετικετών. - Έχουν ευρύτερο πεδίο εφαρμογών.	- Έχουν δυναμική να είναι φθηνότερες από τις LF ή HF, λόγω πρόσφατων προόδων στην IC σχεδίαση. - Κατάλληλες για ανάγνωση πολλαπλών καρτών σε μακρινή απόσταση. - Επηρεάζονται περισσότερο από τις LF & HF σε υποβάθμιση απόδοσης εξαιτίας μετάλλων & υγρών.	- Παρόμοια χαρακτηριστικά με τις UHF αλλά με γρηγορότερες ταχύτητες ανάγνωσης. - Μειονέκτημα ότι είναι πολύ πιο επιρρεπής σε υποβάθμιση της απόδοσης εξαιτίας μετάλλων και υγρών.
Πηγή ισχύος ετικέτας	- Κυρίως παθητικές. - Χρησιμοποιούν ηλεκτρική, επαγωγική σύζευξη (πλησίον στο πεδίο).	- Κυρίως παθητικές - χρησιμοποιούν ηλεκτρική, επαγωγική σύζευξη (πλησίον στο πεδίο).	- Ενεργές και παθητικές ετικέτες - Χρησιμοποιούν την οπισθοσκέδαση του ηλεκτρικού πεδίου σε μακρινή περιοχή.	- Ενεργές και παθητικές ετικέτες - Χρησιμοποιούν την οπισθοσκέδαση του ηλεκτρικού πεδίου σε μακρινή περιοχή.
Σημειώσεις	Η μεγαλύτερη εγκατεστημένη βάση λόγω ώριμης τεχνολογίας. Ωστόσο θα προσπελασθεί από υψηλότερες συχνότητες.	Η πιο ευρέως διαθέσιμη υψηλή συχνότητα παγκοσμίως λόγω υιοθέτησης των έξυπνων καρτών στις μεταφορές.	Διαφορετικές συχνότητες και ισχύς που κατανέμεται από διαφορετικά κράτη. US: 4W(EIRP) 915MHz, Europe: 0.5W(ERP) 868MHz	5.8GHz λιγότερο ή περισσότερο για RFID
Τυπικές εφαρμογές	Έλεγχος πρόσβασης, ιχνηλάτηση ζώων, immobilizers αυτοκινήτων	Έξυπνες κάρτες, έλεγχος πρόσβασης, πληρωμές, ID, ιχνηλάτηση αντικειμένων, έλεγχος αποσκευών, βιομετρικά, βιβλιοθήκες, πλυντήρια, μεταφορές, ένδυση.	Τοποθέτηση ετικετών σε παλέτες και κιβωτία, χειρισμός αποσκευών, συλλογή ηλεκτρονικών διοδίων.	Συλλογή ηλεκτρονικών διοδίων, εντοπισμός αγαθών σε πραγματικό χρόνο
Ταχύτητα ανάγνωσης πολλαπλών ετικετών	Πιο αργά ←————→ Πιο γρήγορα			

Ικανότητα ανάγνωσης πλησίον μετάλλων ή υγρών	
Μέγεθος παθητικής ετικέτας	

2.2.7 Επιλογή ετικέτας

Η επιλογή της κατάλληλης ετικέτας για μια συγκεκριμένη εφαρμογή RFID αποτελεί μια σημαντική θεώρηση και θα πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τους παράγοντες που καταγράφονται ακολούθως: [\[9\]](#)

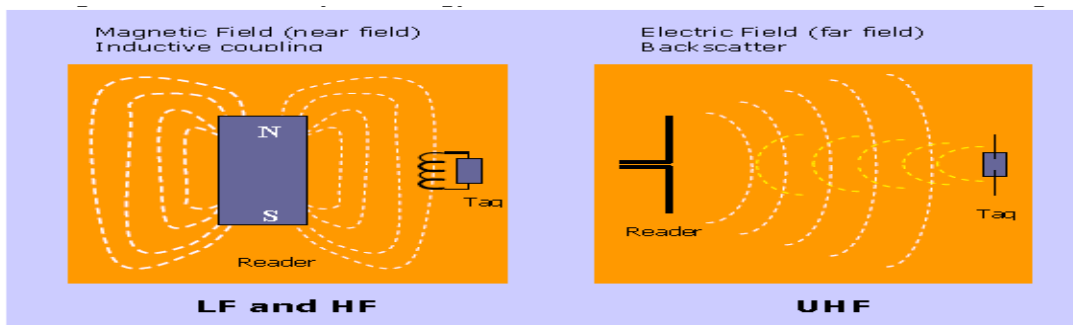
- Παράγοντας μέγεθος και τύπος (που θα πρέπει να τοποθετηθεί η ετικέτα;).
- Πόσο κοντά πρόκειται να είναι οι ετικέτες μεταξύ τους.
- Αντοχή (θα πρέπει η ετικέτα να έχει ισχυρή εξωτερική προστασία έναντι σε μεθοδική φθορά και σχισίματα;).
- Είναι η ετικέτα επαναχρησιμοποιήσιμη;
- Ανθεκτικότητα σε δριμύ περιβάλλοντα (διάβρωση, αέρας).
- Πόλωση (ποιος θα είναι ο προσανατολισμός των ετικετών σε σχέση με το πεδίο του αναγνώστη;).
- Έκθεση σε διαφορετικές περιοχές θερμοκρασιών.
- Απόσταση επικοινωνίας.
- Επίδραση υλικών όπως μέταλλα και υγρά.
- Περιβάλλον (ηλεκτρικός θόρυβος, λοιπές ράδιο συσκευές και εξοπλισμός).
- Συχνότητα λειτουργίας (LF, HF ή UHF).
- Υποστηρικτικά πρότυπα και πρωτόκολλα επικοινωνίας (ISO, EPC).
- Τοπική Νομοθεσία (ΗΠΑ, Ευρώπη και Ασία).
- Αν τα δεδομένα που θα απαιτηθεί να αποθηκευθούν στην ετικέτα είναι περισσότερα από τον απλό ID αριθμό.
- Αποφυγή σύγκρουσης (πόσες ετικέτες θα υπάρξουν στο πεδίο την ίδια στιγμή και πόσο γρήγορα θα πρέπει να ανιχνευθούν).
- Πόσο γρήγορα οι ετικέτες θα κινούνται εντός του πεδίου του αναγνώστη.

- Υποστήριξη αναγνώστη (ποιοι αναγνώστες είναι ικανοί να αναγνώσουν την ετικέτα).
- Χρειάζεται ο αναγνώστης να έχει ασφάλεια (προστασία δεδομένων με απόκρυψη);

2.3 Πώς επικοινωνούν οι ετικέτες

2.3.1 Κοντινά και μακρινά πεδία

Προκειμένου να λαμβάνουν ενέργεια και να επικοινωνούν με τον αναγνώστη, οι παθητικές ετικέτες χρησιμοποιούν μια από τις δυο ακόλουθες μεθόδους που διακρίνονται στην εικόνα 2.10. Πρόκειται είτε για κοντινό πεδίο όπου ασκείται επαγωγική σύζευξη της ετικέτας με το μαγνητικό πεδίο που σχηματίζεται γύρω από την κεραία του αναγνώστη (όπως σε έναν μετασχηματιστή), είτε για μακρινό πεδίο όπου εφαρμόζονται παρόμοιες τεχνικές με το ραντάρ (ανάκλαση οπισθοσκέδασης/backscatter reflection) όπου υφίσταται σύζευξη με το ηλεκτρικό πεδίο. Το κοντινό πεδίο χρησιμοποιείται γενικότερα από συστήματα RFID που λειτουργούν σε εύρος συχνοτήτων LF, HF, ενώ το μακρινό πεδίο για μεγαλύτερες αποστάσεις ανάγνωσης των UHF και μικροκυμάτων (microwave) συστημάτων RFID. Το θεωρητικό όριο μεταξύ των δυο πεδίων εξαρτάται από τη συχνότητα που χρησιμοποιείται και στην πραγματικότητα είναι ανάλογο του μεγέθους $\lambda/2\pi$, όπου λ είναι το μήκος κύματος. Αυτό για παράδειγμα δίδει θεωρητικό όριο γύρω στα 3.5m για ένα HF σύστημα και 5cm για ένα UHF, αμφότερα των οποίων δύναται να μειωθούν περαιτέρω αν ληφθούν υπόψη και άλλοι παράγοντες. [9]



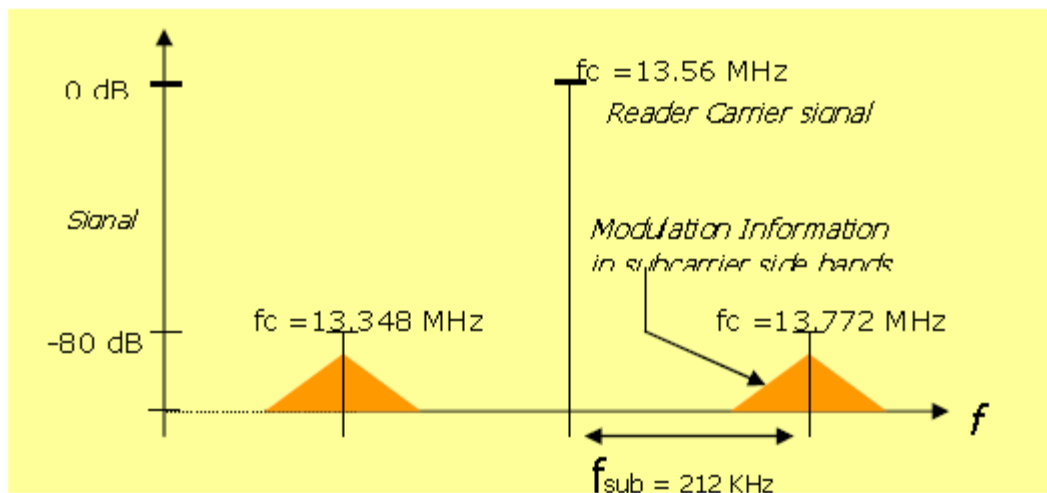
Εικόνα 2.10: Δυο διαφορετικοί τρόποι μεταφοράς ενέργειας και πληροφοριών μεταξύ του αναγνώστη και της ετικέτας (πηγή [9])

2.3.2 LF, HF Ετικέτες

Οι ετικέτες σε αυτές τις συχνότητες χρησιμοποιούν την επαγωγική σύζευξη μεταξύ των πηνίων (κεραία αναγνώστη και κεραία ετικέτας-βλέπε εικόνα 2.10), προκειμένου να τροφοδοτηθεί με ενέργεια η ετικέτα και να στείλει τις πληροφορίες. Τα πηνία από μόνα τους είναι συντονισμένα LC κυκλώματα, τα οποία όταν ρυθμιστούν στην κατάλληλη συχνότητα (13.56MHz), μεγιστοποιούν την ενέργεια που μεταφέρεται από τον αναγνώστη στην ετικέτα. Υψηλότερη συχνότητα σημαίνει ότι απαιτούνται λιγότερες περιελίξεις (η συχνότητα 13.56 MHz τυπικά χρησιμοποιεί 3 με 5 περιελίξεις). Η επικοινωνία από τον αναγνώστη προς την ετικέτα συμβαίνει με τον αναγνώστη να διαμορφώνει (modulate) το πλάτος του πεδίου του (field amplitude) ανάλογα με τις ψηφιακές πληροφορίες που πρέπει να μεταβιβασθούν (σήμα βάσης ζώνης, base band

signal). Το αποτέλεσμα είναι η πολύ γνωστή τεχνική AM ή Amplitude Modulation ή Διαμόρφωση Πλάτους. Το κύκλωμα δέκτη της ετικέτας είναι ικανό να εντοπίσει το διαμορφωμένο πεδίο και να αποκωδικοποιήσει τις πρωτότυπες πληροφορίες από αυτό. Ωστόσο και ενώ ο αναγνώστης διαθέτει την ισχύ να μεταβιβάζει και να διαμορφώνει το πεδίο του, μια παθητική ετικέτα δεν την έχει. Πώς τότε επιτυγχάνεται η επικοινωνία από την ετικέτα προς τον αναγνώστη;

Η απάντηση βρίσκεται στην επαγωγική σύζευξη, όπως ακριβώς συμβαίνει σε έναν μετασχηματιστή όταν το δευτερεύων πηνίο (κεραία ετικέτας) μεταβάλλει το φορτίο και το αποτέλεσμα φαίνεται στο πρωτεύων (κεραία αναγνώστη). Το τσιπ (πλινθίο) της ετικέτας επιτυγχάνει την ίδια επίδραση, μεταβάλλοντας την αντίσταση της κεραίας του μέσω ενός εσωτερικού κυκλώματος, που διαμορφώνεται στην ίδια συχνότητα με το σήμα του αναγνώστη. Η πραγματικότητα είναι λίγο πιο περίπλοκη από αυτό, διότι αν οι πληροφορίες περιέχονται στην ίδια συχνότητα με τον αναγνώστη, τότε πρόκειται να τελεματωθούν από αυτόν και πολύ δύσκολα να εντοπισθούν εξαιτίας της αδύνατης σύζευξης μεταξύ του αναγνώστη και της ετικέτας. Για την επίλυση του υπόψη προβλήματος, συχνά οι πραγματικές πληροφορίες διαμορφώνονται στην πλευρική ζώνη (side-band) μιας υψηλότερης υπό-φέρουσας (sub-carrier) συχνότητας, η οποία εντοπίζεται ευκολότερα από τον αναγνώστη (βλ. εικόνα 2.11). [9]



Εικόνα 2.11: Διαμόρφωση φορτίου με υποφέρουσα (πηγή [9])

2.3.3 UHF Ετικέτες

Οι παθητικές ετικέτες οι οποίες λειτουργούν στην UHF και υψηλότερες συχνότητες χρησιμοποιούν παρόμοιες τεχνικές διαμόρφωσης (AM) όπως οι ετικέτες χαμηλότερης συχνότητας και επίσης λαμβάνουν τη δική τους ισχύ από το πεδίο του αναγνώστη. Αυτό που διαφέρει όμως, είναι ο τρόπος με τον οποίο η ενέργεια μεταφέρεται και η σχεδίαση των κεραιών που απαιτούνται για τη σύλληψή της. Ήδη έχει αναφερθεί ότι απαιτείται η χρήση του μακρινού πεδίου, το οποίο επί της ουσίας στην Ηλεκτρομαγνητική Θεωρία, είναι η περιοχή όπου τα συστατικά ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου ενός αγωγού (κεραία) αποσυνδέονται και διαδίδονται σε ελεύθερο χώρο, όπως ένα συνδυασμένο κύμα. Σε αυτό το σημείο, δεν υφίσταται περαιτέρω δυνατότητα επαγωγικής σύζευξης όπως στα HF συστήματα, διότι το μαγνητικό πεδίο δεν συνδέεται πλέον με την κεραία. Η μεταβίβαση αυτού του κύματος στο μακρινό πεδίο αποτελεί τη βάση όλων των σύγχρονων ράδιο επικοινωνιών. Σε ορισμένα συστήματα,

όπως οι γραμμές μεταβίβασης (ομοαξονικά καλώδια), η διάδοση αυτών των κυμάτων περιορίζεται τόσο όσο είναι δυνατό μέσω ειδικής θωράκισης, καθώς αποτελούν πηγή απώλειας ισχύος. Για τις κεραίες όμως συμβαίνει το αντίθετο, καθώς η διάδοση ενθαρρύνεται. Όταν το διαδιδόμενο από τον αναγνώστη κύμα, συγκρούεται με την κεραία της ετικέτας σε μορφή δίπολου (βλ. εικόνα 2.10), μέρος της ενέργειας απορροφάται για να δώσει ισχύ στην ετικέτα και ένα μικρό μέρος ανακλάται πίσω στον αναγνώστη σε μια τεχνική γνωστή ως οπισθοσκέδαση (backscatter). Η θεωρία αναφέρει ότι για ευνοϊκότερη μεταφορά ενέργειας το μήκος του δίπολου θα πρέπει να είναι ίσο με $\lambda/2$, το οποίο δίδει μια διάσταση των 16 cm περίπου. Στην πραγματικότητα το δίπολο είναι κατασκευασμένο από δυο $\lambda/4$ μήκη. Οιαδήποτε απόκλιση από αυτές τις διαστάσεις μπορεί να επιφέρει σοβαρή επίδραση στην απόδοση.

Ακριβώς όπως συμβαίνει με τις χαμηλότερης συχνότητας ετικέτες που χρησιμοποιούν την επαγωγική σύζευξη των κοντινών πεδίων, ομοίως μια παθητική UHF ετικέτα δεν διαθέτει την ισχύ να μεταδίδει ανεξάρτητα. Η επικοινωνία από την ετικέτα προς τον αναγνώστη επιτυγχάνεται εναλλάσσοντας εγκαίρως την εμπέδηση (αντίσταση) εισόδου της κεραίας με τη ροή δεδομένων που πρόκειται να μεταβιβασθούν. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η ισχύς που ανακλάται πίσω στον αναγνώστη να αλλάζει εγκαίρως με τα δεδομένα, με άλλα λόγια να διαμορφώνεται.

Από πλευράς εφαρμογών, χρησιμοποιώντας την τεχνική του μακρινού πεδίου της διαμόρφωσης με οπισθοσκέδαση, υφίστανται πολλά προβλήματα τα οποία δεν είναι τόσο γνώριμα στα HF και χαμηλότερων συχνοτήτων συστήματα. Ένα από τα σημαντικότερα οφείλεται στο γεγονός ότι το πεδίο που εκπέμπεται από τον αναγνώστη δεν ανακλάται μόνο από την κεραία της ετικέτας, αλλά επίσης από οποιοδήποτε αντικείμενο με διαστάσεις στη σειρά του μήκους κύματος που χρησιμοποιείται. Αυτά τα ανακλαστικά πεδία, εάν υπερθέσουν του κύριου πεδίου του αναγνώστη, δύναται να οδηγήσουν σε απόσβεση του πλάτους της ταλάντωσης ακόμα και σε ακύρωση. [9]

2.3.4 Προσανατολισμός ετικέτας (πόλωση/polarization)

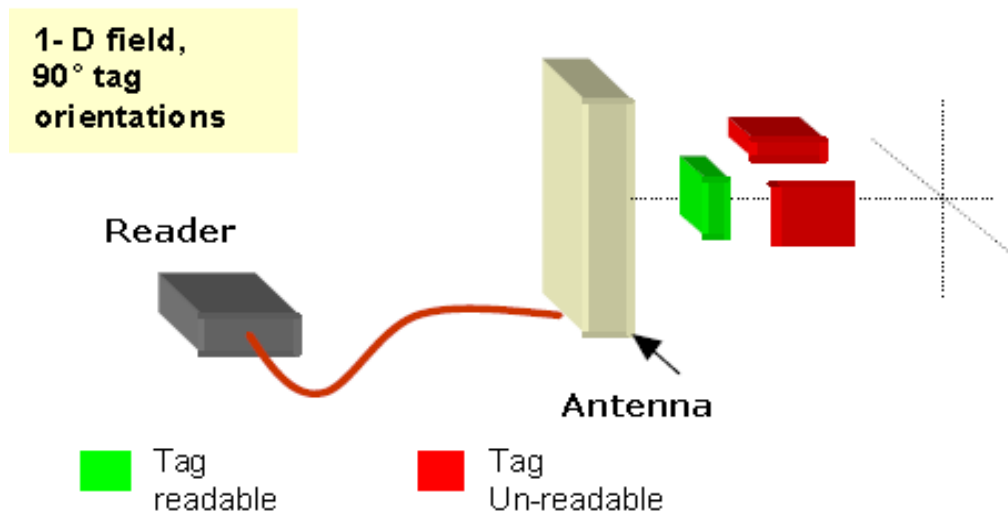
Η τοποθέτηση των ετικετών σε σχέση με την πόλωση⁴ του πεδίου του αναγνώστη, ενδέχεται να έχει σημαντική επίδραση στην απόσταση επικοινωνίας για αμφότερες τις HF & UHF ετικέτες, επιφέροντας μείωση στην κλίμακα λειτουργίας της τάξεως έως και 50% και στην περίπτωση της ετικέτας που μετατοπίζεται 90° (βλ. εικόνα 2.12) να μην είναι εφικτή η ανάγνωση της. Ο καταλληλότερος προσανατολισμός για τις HF ετικέτες είναι η τοποθέτηση των δυο πηνίων κεραίας (του αναγνώστη και της ετικέτας) το ένα παράλληλα στο άλλο όπως διακρίνεται ακολούθως στην εικόνα 2.12. Οι ετικέτες UHF είναι ακόμα πιο ευαίσθητες στην πόλωση εξαιτίας της κατευθυντήριας φύσης των δίπολων πεδίων. Το πρόβλημα της πόλωσης δύναται να ξεπεραστεί σε μεγάλο βαθμό με την εφαρμογή διάφορων τεχνικών, είτε στον αναγνώστη είτε στην ετικέτα, όπως διακρίνεται στον ακόλουθο πίνακα. [9]

⁴ Η κεραία είναι ένας μετατροπέας, που μετατρέπει τη ραδιοσυχνότητα του ηλεκτρικού ρεύματος σε ηλεκτρομαγνητικά κύματα, τα οποία έπειτα εκπέμπονται στο χώρο. Η πόλωση μιας κεραίας είναι η κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου (E-plane) των ραδιοκυμάτων σε σχέση με την επιφάνεια της γης και καθορίζεται από την κατασκευή της κεραίας και τον προσανατολισμό της. Έτσι μια απλή άμεση ασύρματη κεραία θα έχει κάποια πόλωση όταν στήνεται κάθετα και κάποια διαφορετική πόλωση, όταν στήνεται οριζόντια. Η πόλωση της κεραίας είναι μια σημαντική παράμετρος και θεώρηση κατά την επιλογή μιας κεραίας. Τα περισσότερα συστήματα ασύρματης επικοινωνίας χρησιμοποιούν είτε γραμμική (οριζόντια, κάθετη) ή κυκλική πόλωση.

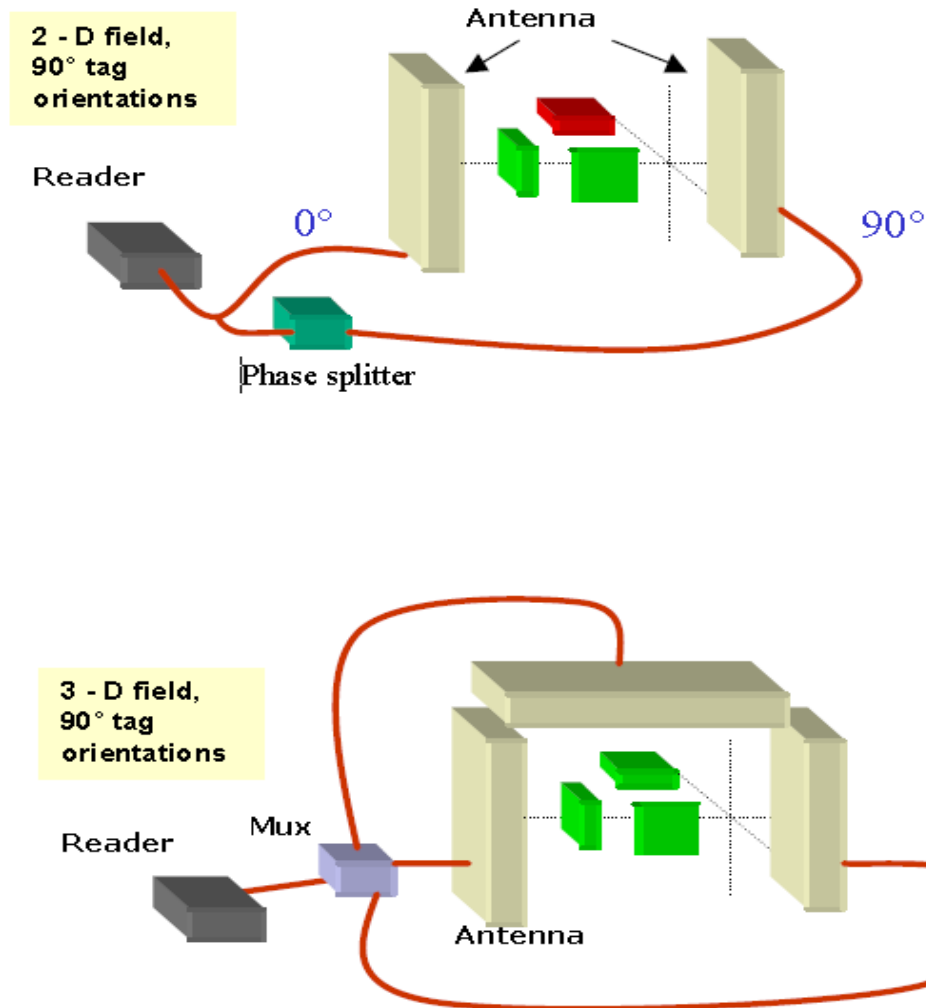
Πίνακας 2.4: Διαχείριση του προβλήματος προσανατολισμού της ετικέτας (πηγή [9])

Αναγνώστης-Κεραία	Ετικέτα
• UHF: Κυκλική πόλωση⁵ του πεδίου της κεραίας (Antenna Circular field polarization). • HF: Οι κεραίες τοποθετούνται σε διαφορετικές θέσεις με διαφορετικούς προσανατολισμούς (XYZ). • Δύο κεραίες με διαφορά φάσης 90°. • 3D αναγνώστης τούνελ (βλ. εικόνα 2.13).	• UHF: Δύο πολωμένες κεραίες με 90° διαφορά φάσης, π.χ. οι κεραίες διπλού δίπολου (double dipole) της εταιρείας Matrics.

Εικόνα 2.12: Προσανατολισμός ετικετών HF με διαφορετικές διαμορφώσεις κεραίας (πηγή [9])



⁵ Σε μια κυκλικά πολωμένη κεραία, το επίπεδο της πόλωσης εναλλάσσεται σε κύκλο κάνοντας μια πλήρη περιστροφή στη διάρκεια της περιόδου ενός κύματος. Ένα κυκλικά πολωμένο κύμα εκπέμπει ενέργεια στα οριζόντια, στα κάθετα επίπεδα καθώς και σε κάθε επίπεδο στο ενδιάμεσο. Το κυριότερο πλεονέκτημα της Κυκλικής Πόλωσης είναι ότι δεν επηρεάζεται από τις ανακλάσεις, οι οποίες επιφέρουν πολλές φορές ανεπιθύμητη αλλαγή πόλωσης στην διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Συνεπώς, αποφεύγονται οι διακυμάνσεις του σήματος από τις αλλαγές φάσεως, συμπεριλαμβανομένων και των προσθαφαιρέσεων που εμφανίζονται από τα απευθείας και τα εξ' ανακλάσεως λαμβανόμενα σήματα



Εικόνα 2.13: RFID αναγνώστες τούνελ (πηγή [\[30\]](#))



2.4 Πρότυπα και κανονισμοί

Μια πολύ σημαντική πτυχή της τεχνολογίας RFID είναι τα πρότυπα και οι κανονισμοί, τα οποία είναι σχεδιασμένα προκειμένου να εξασφαλίσουν την ασφαλή λειτουργία σε σχέση με άλλον ηλεκτρικό και ράδιο εξοπλισμό και να εγγυηθούν τη διαλειτουργικότητα μεταξύ αναγνωστών και ετικετών κατασκευής διαφορετικών κατασκευαστών. Οι κανονισμοί ενδιαφέρονται κυρίως για τις εκπομπές ενέργειας και την καταχώρηση των ζωνών συχνότητας, ενώ τα πρότυπα όπως το ISO (International

Standards Organization) ορίζουν την ράδιο επαφή επικοινωνίας μεταξύ Αναγνώστη → Ετικέτας και Ετικέτας → Αναγνώστη και περιλαμβάνουν παραμέτρους όπως: [\[9\]](#)

- Πρωτόκολλα επικοινωνίας.
- Τύποι διαμόρφωσης σήματος.
- Κωδικοποίηση δεδομένων και πλαίσια.
- Ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων.
- Αντί-σύγκρουση (εντοπισμός και ταξινόμηση πλήθους ετικετών στο πεδίο του Αναγνώστη την ίδια χρονική στιγμή).

2.4.1 Πρότυπα ετικετών

Η διαδικασία προτυποποίησης της τεχνολογίας RFID βρίσκεται σε εξέλιξη. Ήδη υπάρχουν διεθνή πρότυπα για μερικές εξειδικευμένες εφαρμογές, όπως η ανίχνευση ζώων και οι έξυπνες κάρτες οι οποίες απαιτούν κρυπτογράφηση για την ασφάλεια των δεδομένων ενώ πολλές πρωτοβουλίες για τη δημιουργία προτύπων βρίσκονται σε διαπραγμάτευση. Πρωτόκολλα για την επικοινωνία μεταξύ των tags και των readers έχουν προταθεί από διάφορους οργανισμούς και κατασκευαστές εξοπλισμού RFID αλλά οι δύο πιο σημαντικοί οργανισμοί για την καθιέρωση standards είναι ο διεθνής οργανισμός προτυποποίησης ISO (International Standards Organisation) και ο EPCglobal. Ο πιο γνωστός διεθνής οργανισμός προτυποποίησης (ISO) δουλεύει πάνω σε πρότυπα για την παρακολούθηση προϊόντων καθ' όλη τη διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας χρησιμοποιώντας ετικέτες υψηλής (ISO 18000-3) και υπερ-υψηλής συχνότητας (ISO 18000-6). [\[38\]](#)

Η ιστορία των προτύπων RFID τα τελευταία χρόνια είναι δυστυχώς μακριά από το ιδεώδες, οδηγώντας σε πολλές εκδόσεις και ως εκ τούτου σε σύγχυση. Η κατάσταση για την εφοδιαστική αλυσίδα και τη διαχείριση των υλικών δεν είναι καθόλου διαφορετική παρά τα δυο πρότυπα ράδιο επαφής που πρόσφατα προτάθηκαν από την ISO και την EPCglobal (βλ. πίνακα 2.5). Κάποιες πρωτοβουλίες που έχουν δρομολογηθεί προσπαθούν να εναρμονίσουν τα δυο σε ένα παγκόσμιο πρότυπο, κάτι το οποίο σίγουρα θα αποτελούσε την ενδεδειγμένη οδό για να εξασφαλισθεί η ευρέως διαδεδομένη υιοθέτηση και η χρήση μεγάλων ποσοτήτων σε ετικέτες RFID εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας. [\[9\]](#)

Οι διαφοροποιήσεις του EPC προτύπου που διατίθενται είναι αρκετές. Η τάξη 1, πρώτης γενιάς (Class 1-Generation 1) θεωρείται σχετικά πρόσφατη έκδοση, η οποία ωστόσο δεν είναι συμβατή με την τάξη 0. Οι ετικέτες τάξης 0 και 1, πέρα του ότι παρουσιάζουν διαφορές στη δομή των δεδομένων και στη λειτουργία, επιπλέον χρησιμοποιούν διαφορετικά πρωτόκολλα και διεπαφές (air interface) για να επικοινωνήσουν. Έτσι ενώ και οι δυο ετικέτες αναγνώρισης εφαρμόζουν τις απαιτούμενες λειτουργίες, ωστόσο δεν είναι εφικτό να επικοινωνήσουν μεταξύ τους. Οι ετικέτες και των δυο τάξεων μπορούν να συνυπάρχουν σε ένα περιβάλλον, απαιτούνται όμως αναγνώστες που «ομιλούν τη γλώσσα τους» για να αναγνωρισθούν.

Πίνακας 2.5: ISO πρότυπα τεχνολογίας RFID και τα χαρακτηριστικά τους (πηγή [38])

Πρωτόκολλο	Χαρακτηριστικά
ISO 1800-1 (Part 1):	Γενικές παράμετροι που αφορούν τις επικοινωνίες για τις παγκοσμίως αποδεκτές συχνότητες.
1800-2 (Part 2)	Παράμετροι για επικοινωνία κάτω των 135 kHz.
1800-3 (Part 3)	Παράμετροι για επικοινωνία στα 13.56MHz.
1800-4 (Part 4)	Παράμετροι για επικοινωνία στα 2.45GHz.
1800-5 (Part 5)	Παράμετροι για επικοινωνία στα 5.8GHz.
1800-6 (Part 6)	Παράμετροι για επικοινωνία στα 860-930MHz.
1800-7 (Part 7)	Παράμετροι για επικοινωνία στα 433MHz.
ISO 14443	Διεθνές standard για κάρτες αναγνώρισης (proximity cards) που λειτουργούν στα 13.56MHz και σε πολύ κοντινή ακτίνα με την κεραία του αναγνώστη, εντός ακτίνας 10 cm.
ISO 15963	Διεθνές standard για κάρτες αναγνώρισης (vicinity cards) που λειτουργούν στα 13.56MHz και σε κοντινή ακτίνα με την κεραία του αναγνώστη, εντός ακτίνας 1 m.
ISO 11784 & 11785	Αφορούν την αναγνώριση ζώων μέσω της RFID τεχνολογίας. Κάποια χαρακτηριστικά είναι: λειτουργία στα 134,2KHz, magnetic coupling, load modulation, 4191 bps.

Πίνακας 2.6: EPCglobal πρότυπα και εξέλιξη (πηγή [38])

Πρωτόκολλο	Συχνότητα	Χαρακτηριστικά
EPC Generation 1, Class 0	UHF	Read-only, προγραμματισμός στο εργοστάσιο, παθητικές ετικέτες (64 bits)
EPC Generation 1, Class 0 Plus	UHF	Write once, Read many έκδοση του EPC Class 0
EPC Generation 1, Class 1	UHF, HF	Write Once, Read Many (WORM) Παθητικές ετικέτες (96 bits)
EPC Generation 2.0, Class 1	UHF	Write Once, Read Many (WORM) Πιο γρήγορες & αξιόπιστες αναγνώσεις, δυνατότητα χρήσης παγκοσμίως, καλύτερη συμβατότητα με άλλα standards. Συγχωνεύει Class 0, Class 1 και ίσως ISO 18000-6.
Class 2	UHF	Παθητικές ετικέτες, 65KB, read-write (96 bits)
Class 3		Ήμι-παθητικές ετικέτες, 65 KB, read-write, ενσωματωμένη μπαταρία
Class 4		Ενεργές ετικέτες, ενσωματωμένη μπαταρία.
Class 5		Αναγνώστες

Η Wal-Mart διατείνεται ότι θα υποστηρίξει και τις δυο τάξεις (0 & 1), ωστόσο προτιμά να κατασταλάξει στο πρότυπο Τάξης 1-Γενιάς 2, όταν τελειοποιηθεί. Η πρόσφατη, λοιπόν, προσπάθεια του EPCglobal είναι γνωστή ως UHF Generation 2 (UHF Gen 2), πρόκειται για μια ετικέτα μονής εγγραφής πολλαπλής ανάγνωσης (Write Once Read Many), με περισσότερη μνήμη (96 bits έναντι 64) σε σχέση με προγενέστερες εκδόσεις των ετικετών της τάξης 0 & 1 και μπορούν να αποθηκεύουν πέρα από τον EPC κώδικα και άλλες πληροφορίες. Η UHF Gen 2 ακόμα θα αποτελέσει

ένα γεφύρωμα για την μελλοντική ετικέτα Τάξης 2, Υψηλής Μνήμης, πολλαπλής ανάγνωσης και εγγραφής. Πριν την ετικέτα UHF Gen 2, χρησιμοποιήθηκαν οι ετικέτες EPC Τάξης 0 και 1, οι οποίες όμως δεν ήταν εναλλακτές μεταξύ τους. Συνεπώς, κάποια εταιρεία λιανικής που χρησιμοποιεί μια λύση EPC, όπως είναι και η Wal-Mart, θα χρειαστεί διαφορετικούς αναγνώστες για να αναγνώσει διαφορετικές ετικέτες ειδικά για να αναγκαστεί να ωθήσει όλους τους προμηθευτές προς μια τεχνολογία. Η UHF Gen 2 θα συγχωνεύσει τα πρότυπα Τάξης 0 και Τάξης 1 σε ένα παγκόσμιο, εναλλακτό EPC πρότυπο.

Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό της 2ης γενιάς EPC ετικετών RFID είναι ότι σχεδιάστηκαν για να λειτουργούν σε διεθνές επίπεδο, γεγονός που δε μπορούσε να συμβεί με τις ετικέτες της πρώτης γενιάς κυρίως λόγω των διαφορετικών ραδιοφωνικών συχνοτήτων εκπομπής στις χώρες ανά τον κόσμο - οι μεγαλύτεροι κατασκευαστές κυκλωμάτων και tags βασίζονται σε αυτό. Αυτός ο ανταγωνισμός προφανώς θα οδηγήσει σε αύξηση της παραγωγής και σε μείωση της τιμής, κάτι που θα επιφέρει μεγαλύτερη αποδοχή της RFID τεχνολογίας. [\[38\]](#)

2.4.2 Τοπικοί Κανονισμοί και Καταχώρηση Συχνοτήτων

Οι ετικέτες και οι αναγνώστες RFID ανήκουν στην κατηγορία των συσκευών μικρής εμβέλειας (short range devices, SRD's), οι οποίες παρόλο που φυσιολογικά δεν χρειάζονται άδεια, εντούτοις ελέγχονται από νομοθεσίες και κανονισμούς που ποικίλουν από κράτος σε κράτος. Σήμερα η μοναδική παγκοσμίως αποδεκτή ζώνη συχνοτήτων είναι αυτή των HF 13.56MHz. Για τις παθητικές UHF ετικέτες RFID το πρόβλημα είναι αρκετά πιο περίπλοκο καθώς οι συχνότητες που καταχωρούνται σε ορισμένα κράτη, σε άλλα δεν επιτρέπονται εξαιτίας της εγγύτητάς τους σε ήδη καταχωρημένες ζώνες συχνοτήτων σε συσκευές όπως τα κινητά τηλέφωνα και οι συναγερμοί.

Η υπόψη ασυνέχεια έχει οδηγήσει τη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU-International Telecommunications Unit) στη διαίρεση του κόσμου σε τρεις (3) περιοχές νομοθεσίας, οι οποίες είναι:

- 1^η Περιοχή: Ευρώπη, Μέση Ανατολή, Αφρική και οι χώρες της πρώην ΕΣΣΔ συμπεριλαμβανομένου της Σιβηρίας.
- 2^η Περιοχή: Βόρεια και Νότια Αμερική και Ανατολική Ακτή Ειρηνικού.
- 3^η Περιοχή: Ασία, Αυστραλία και Δυτική Ακτή Ειρηνικού.

1^η Περιοχή: Στην Ευρώπη την ευθύνη για την καταχώρηση των συχνοτήτων επωμίζεται η Ευρωπαϊκή Διάσκεψη Ταχυδρομείων και Τηλεπικοινωνιών (European Conference of Posts and Telecommunications, CEPT). Το ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο σχετικά με τις συσκευές ραδιοσυχνικής αναγνώρισης (RFID) και τις συχνότητες λειτουργίας τους αποτελείται από:

- Τη Σύσταση «ERC RECOMMENDATION 70-73/ Relating to the use of short range devices (SRD)», έκδοση 9 Φεβ. 2007. Η υπόψη Σύσταση καθορίζει τη χωρίς άδεια λειτουργία RFID σε συγκεκριμένες περιοχές συχνοτήτων, η αναφορά των οποίων δεν αποτελεί αντικείμενο του παρόντος.

- 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) 5559, της 23 Νοε. 2006. Η καταχωρημένη ζώνη συχνοτήτων UHF είναι 850-950MHz.

2^η Περιοχή: Στις Η.Π.Α. υπεύθυνη ορίζεται η Ομοσπονδιακή Επιτροπή Επικοινωνιών (Federal Communications Commission, FCC), η οποία για τη ζώνη UHF έχει εκδώσει τη σχετική νομοθεσία FCC-Part 15 (15.249).

3^η Περιοχή: Στην Ιαπωνία υπεύθυνο είναι το Υπουργείο Τηλεπικοινωνιών, που έχει θεσπίσει σχετική νομοθεσία (Standards Association of Radio Business and Industries, ARIB). Η περιοχή συχνοτήτων UHF έχει ορισθεί στα 950 MHz. [\[9\]](#)

ERP and EIRP

Ενεργή Ακτινοβολούμενη Ισχύς (Effective Radiated Power, ERP) και Ενεργή Ισοτροπική Ακτινοβολούμενη Ισχύς (Effective Isotropic Radiated Power, EIRP). [\[9\]](#)

Πρόκειται για δυο (2) παραμέτρους αναφοράς που χρησιμοποιούνται για να ορίσουν την επιτρεπόμενη ακτινοβολούμενη ισχύς σε συστήματα ραδιοσυχνοτήτων (RF). Συνήθως παρατίθενται στις προδιαγραφές των αναγνώστων και ετικετών RFID. Η τάση είναι οι ΗΠΑ να χρησιμοποιούν την EIRP και η Ευρώπη την ERP. Η σχέση μεταξύ των δυο μεγεθών ορίζεται ως εξής:

$$EIRP = ERP * 1.64.$$

2.5 Αναγνώστες RFID

Μία RFID συσκευή ανάγνωσης αποτελείται από μία τουλάχιστον κεραία και τη μονάδα ελέγχου και επιτελεί δύο λειτουργίες: Πρώτον, λαμβάνει εντολές από το λογισμικό της εφαρμογής και δεύτερον επικοινωνεί με τις RFID ετικέτες. Το σήμα, που αποστέλλει αρχικά η κεραία του reader, επιστρέφει από τις ετικέτες μεταφέροντας τα πολύτιμα δεδομένα τους. Ο reader μετατρέπει τα ραδιοκύματα σε μορφή κατάλληλη για επεξεργασία από ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Πιο αναλυτικά, ο αναγνώστης των RFID ετικετών, βασισμένος στην κυψελοειδή τεχνολογία, υλοποιεί τη σάρωση των ετικετών και το διάβασμα των πληροφοριών από αυτές, όταν εισέλθουν εντός του πεδίου εμβέλειάς του. Συγκεκριμένα, μεταδίδει και λαμβάνει σήματα ραδιοσυχνοτήτων από τις ετικέτες και αποκωδικοποιεί τις πληροφορίες που λαμβάνει, ταυτοποιώντας έτσι τα αντικείμενα πάνω στα οποία βρίσκονται οι ετικέτες. Τα κυκλώματα των ετικετών πραγματοποιούν την αποστολή και λήψη των ραδιοσυχνοτήτων με τη βοήθεια των κεραίων τους. Μετά την ανάγνωση των ετικετών, ο αναγνώστης μεταδίδει το σύνολο των πληροφοριών που συνέλεξε προς έναν υπολογιστή, ο οποίος τις αποθηκεύει και τις καθιστά διαθέσιμες για επεξεργασία από κάθε μορφής πληροφοριακά συστήματα, όπως διοικητικά πληροφοριακά συστήματα ή συστήματα διαχείρισης αποθήκης. [\[38\]](#)

Οι αναγνώστες RFID ανακτούν πληροφορίες, που είναι αποθηκευμένες σε μια ετικέτα, εκπέμποντας σήμα μέσω της κεραίας τους. Αυτή η μετάδοση προτρέπει την ετικέτα RFID να ανταποκριθεί με τη δική της μετάδοση. Οι αναγνώστες RFID παίζουν τον ίδιο βασικό ρόλο με τους σαρωτές (scanners) γραμμωτού κώδικα. Ωστόσο ο

barcode σαρωτής λαμβάνει κάθε φορά πληροφορία από έναν και μόνο barcode, ενώ ο αναγνώστης RF έχει δυνατότητα να αναγνώσει πολλαπλές ετικέτες εντός του πεδίου μετάδοσης. [12]

Οι αναγνώστες RFID εμφανίζονται σε δυο βασικές διαμορφώσεις: **φορητοί και σταθεροί**. Οι σταθεροί αναγνώστες οι οποίοι περιέχουν τουλάχιστον μια κεραία, έχουν δυνατότητα επεξεργασίας σήματος και ικανότητα δικτύωσης σε ανεξάρτητους TCP/IP κόμβους. Είναι τοποθετημένοι σε διάταξη εντός πύλης (portal like array), όπου το προϊόν με την ετικέτα διαβάζεται κατά τη μετακίνηση του διαμέσου της πύλης. Η ιδέα της πύλης είναι ιδανική για αποβάθρες παραλαβής αποστολής, όπου η παλέτα των κιβωτίων που φέρουν ετικέτα διαβάζεται καθώς ο οδηγός του ανυψωτικού εισέρχεται στην πύλη. Ανάλογα με τις δυνατότητες των RFID αναγνωστών, διακρίνονται σε ευκίνητους (agile readers) – διαβάζει ετικέτες διαφορετικών συχνοτήτων ή μεθόδων επικοινωνίας μεταξύ ετικετών και αναγνωστών, ευφυείς (intelligent readers) – όχι μόνο τρέχει διαφορετικά πρωτόκολλα αλλά φιλτράρει τα στοιχεία, άλαλοι (dumb) – διαβάζει μόνο έναν τύπο ετικέτας χρησιμοποιώντας μια συχνότητα και ένα πρωτόκολλο. [38]

2.5.1 Βασικά κριτήρια για τους αναγνώστες

Οι αναγνώστες RFID (Readers ή interrogators όπως ορισμένες φορές αποκαλούνται) είναι το στοιχείο κλειδί σε κάθε σύστημα RFID και ως εκ τούτου αποτελούν μέρος της αξιολόγησης του προϊόντος και της διαδικασίας επιλογής. Μέχρι την πρόσφατη απότομη ανάπτυξη για την εφοδιαστική αλυσίδα και τις ετικέτες EPC (Electronic Product Code), οι αναγνώστες χρησιμοποιούνταν κυρίως σε συστήματα ελέγχου πρόσβασης και σε άλλες χαμηλής δυναμικότητας εφαρμογές RFID, το οποίο σήμαινε ότι η επεξεργασία πολύ μεγάλου αριθμού ετικετών και μεγάλης ποσότητας δεδομένων δεν ήταν ένα καίριο ζήτημα. Φυσικά η εν λόγω κατάσταση εδώ και καιρό αλλάζει και πολλοί κατασκευαστές αναγνωστών έχουν ξεκινήσει να αναπτύσσουν τη νέα γενιά προϊόντων προκειμένου να χειρισθούν τα προβλήματα των εφαρμογών τα οποία θα είναι σαφή για την εφοδιαστική αλυσίδα και την υποδομή EPC. Τα βασικά κριτήρια επιλογής αναγνώστη είναι τα ακόλουθα: [9]



Εικόνα 2.14: Αναγνώστης HF και αναγνώστης UHF EPC (πηγή [9])

- Συχνότητα λειτουργίας (HF ή UHF). Ορισμένες εταιρίες αναπτύσσουν αναγνώστες για πολλές συχνότητες.

- Ευελιξία στα πρωτόκολλα. Υποστήριξη για διαφορετικά Πρωτόκολλα Ετικετών (EPC, ISO, ιδιοταγές). Οι περισσότερες εταιρίες προσφέρουν υποστήριξη σε πολλά πρωτόκολλα, δεν τα υποστηρίζουν όμως όλα.

- Διαφορετικοί κανονισμοί ανά περιοχή.
 - Συχνότητα UHF 902-930 MHz στις ΗΠΑ και 869 MHz στην Ευρώπη.
 - Κανονισμοί ισχύος: 4 Watts στις ΗΠΑ και 500 mW στην Ευρώπη.
 - Διαχείριση Αναπήδησης Συχνότητας (Frequency Hopping) στις ΗΠΑ και διαχείριση του κύκλου δράσης (Duty Cycle⁶) στην Ευρώπη.
- Δυνατότητα δικτύωσης πολλών αναγνωστών μαζί, μέσω:
 - Του ενδιάμεσου λογισμικού (middleware).
 - Συγκεντρωτών (concentrators).
- Δυνατότητα αναβάθμισης του σταθερού λογισμικού (Firmware) του αναγνώστη στον τομέα, μέσω:
 - Του διαδικτύου (internet).
 - Της διεπαφής του ξενιστή (host interface).
- Διαχείριση πολλών κεραιών.
 - Τυπικά τέσσερις κεραίες ανά αναγνώστη.
 - Πως επιτυγχάνεται η πολυπλεξία ή σταθμοσκόπηση των κεραιών.
- Προσαρμογή στις συνθήκες της κεραίας. Δυναμικός αυτόματος συντονισμός.
- Διασύνδεση με προϊόντα ενδιάμεσου λογισμικού.
- Ψηφιακή είσοδος/έξοδος (I/O) για εξωτερικούς αισθητήρες και κυκλώματα ελέγχου.

2.5.2 Φορητοί (handheld) Αναγνώστες

Οι φορητοί αναγνώστες οι οποίοι περιέχουν μια κεραία, έχουν δυνατότητα επεξεργασίας σήματος και ικανότητα ασύρματης δικτύωσης σε TCP/IP κόμβους και απευθείας σύνδεσης σε servers. Συνήθως χρησιμοποιούνται ως περιφερειακές συσκευές σε handhelds ή σε vehicle mounted terminals και ως εκ τούτου μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τον ίδιο τρόπο όπως ένας ολοκληρωμένος bar code σαρωτής

⁶ Duty Cycle ή κύκλος δράσης, είναι το μέρος του χρόνου κατά το οποίο ένα εξάρτημα, μια συσκευή ή ένα σύστημα είναι σε λειτουργία και εκφράζεται ως λόγο ή ως ποσοστό. Για παράδειγμα ένα disc drive λειτουργεί για 1 sec, έπειτα σταματά η λειτουργία του για 99 sec, έπειτα επαναλειτουργεί για 1 sec και πάει λέγοντας. Το drive λειτουργεί για ένα από τα 100 sec, και το duty cycle του είναι 1/100 ή 1%.

συλλαμβάνοντας ένα ξεχωριστό σήμα καθώς κινείται ένα αντικείμενο. Οι υπόψη αναγνώστες χρησιμοποιούνται για χειροκίνητη παρέμβαση όπου η ετικέτα ενδέχεται να απαιτείται να ελεγχθεί ή ακόμα και να ενημερωθεί εκτός σύνδεσης. Σήμερα κυκλοφορούν βιομηχανικά προϊόντα για τη συχνότητα HF από εταιρίες όπως η PSION TEKLOGIX. Προϊόντα υπάρχουν και για τη UHF, αλλά κυρίως βασίζονται σε εμπορικές PDA συσκευές και ως εκ τούτου δεν ταξινομούνται ως βιομηχανικού επιπέδου προϊόντα. [9]



Εικόνα 2.15: Φορητός αναγνώστης RFID συχνότητας HF (πηγή [9])

2.5.3 Εκτυπωτές αυτοκόλλητων ετικετών (label) RFID

Οι συμβατοί με την τεχνολογία RFID εκτυπωτές αυτοκόλλητων ετικετών σχεδιάζονται για να προγραμματίσουν δεδομένα σε χάρτινες αυτοκόλλητες ετικέτες, κατά τη διέλευσή τους από τη συσκευή για κανονική εκτύπωση. Ο εκτυπωτής διαθέτει ενσωματωμένο έναν αναγνώστη UHF ή HF (ή και τα δυο), ικανό για την εκτέλεση ενός πρώτου βασικού ελέγχου λειτουργικότητας της ετικέτας, στον οποίο έλεγχο αν η ετικέτα αποτύχει, ο εκτυπωτής προβαίνει στην τύπωση εμφανούς σήματος απόρριψης επί της χάρτινης επιφάνειας των ετικετών. Οι ετικέτες απαιτείται να έχουν τον κατάλληλο τύπο καρουλίου για συγκεκριμένους εκτυπωτές. Οι εκτυπωτές των RFID αυτοκόλλητων ετικετών, όπως αυτός της παρακάτω εικόνας της εταιρείας PRINTRONIX, είναι ικανοί για εκτύπωση και προγραμματισμό κατά μέσο όρο 1,5 ετικέτα ανά δευτερόλεπτο, κάτι που εξαρτάται από το μήκος της ετικέτας. [9]



Εικόνα 2.16: Εκτυπωτής αυτοκόλλητων ετικετών (label) RFID (πηγή [9])

2.5.4 Κεραίες αναγνώστων

Αναφορικά με τις κεραίες των αναγνώστων, θεωρείται ότι σε ένα σύστημα RFID είναι το πλέον δύσκολο τμήμα να σχεδιαστεί. Σε εφαρμογές HF χαμηλής ισχύος και κοντινής εμβέλειας ($<10\text{ cm}$), όπως για παράδειγμα είναι οι εφαρμογές ελέγχου πρόσβασης, η κεραία έχει την τάση να ενοποιείται με τον αναγνώστη. Για μεγαλύτερης εμβέλειας εφαρμογές HF ($10\text{cm} < r < 1\text{m}$) ή UHF ($< 3\text{m}$), η κεραία είναι σχεδόν πάντα εξωτερική και συνδέεται σε κάποια απόσταση με τον αναγνώστη, μέσω ενός θωρακισμένου, προσαρμοσμένης εμπεδήσης, ομοαξονικό καλώδιο. [9]

Σχεδίαση

Παρόλο που οι κεραίες είναι δυνατό να προμηθεύονται ως τελικά προϊόντα, είναι συχνά αναγκαίο να αναπτύσσονται εφαρμογές ειδικών εκδόσεων. Η σχεδίαση και οι αρχές που διέπουν τις κεραίες είναι θεμελιωδώς διαφορετικές ανάμεσα στο φάσμα συχνοτήτων LF, HF και σε αυτό των UHF. Στην πραγματικότητα δεν είναι απολύτως αληθές να ειπωθεί ότι τα συστήματα επαγωγικής σύζευξης όπως είναι αυτά των HF χρησιμοποιούν κεραίες, δεδομένου ότι λειτουργούν σε κοντινά πεδία όπου δεν υπάρχει ηλεκτρομαγνητική (EM) διάδοση.

Η πλειονότητα των κεραιών RFID απαιτείται να συντονιστούν στη συχνότητα λειτουργίας. Καθίστανται έτσι επιρρεπείς στις εξωτερικές επιδράσεις, οι οποίες μπορούν να έχουν σοβαρό αντίκτυπο στην απόσταση επικοινωνίας αποσυντονίζοντας τις κεραίες. Οι αιτίες ποικίλουν ανάλογα με τη συχνότητα λειτουργίας και μπορεί να οφείλονται σε οτιδήποτε από:

- Μεταβολές ραδιοσυχνότητας (RF)
- Περιβαλλοντικές μεταβολές
- Επιφανειακά φαινόμενα
- Αρμονικά φαινόμενα
- Απώλειες λόγω εγγύτητας με μέταλλα
- Παρεμβολές από άλλες RF πηγές
- Διάλειψη σήματος
- Διονορεύματα (Eddy fields)
- Απώλειες καλωδίωσης κεραίας
- Ανακλάσεις σήματος.
- Εγγύτητα με άλλες κεραίες αναγνώστων
- Διαφωνία (Cross talk)

Το πρόβλημα του αποσυντονισμού της κεραίας προκαλείται από τα φαινόμενα που αναφέρονται ανωτέρω και δύναται να διορθωθεί με δυναμικά κυκλώματα αυτόματου συντονισμού, τα οποία λειτουργούν με ανάδραση από τις παραμέτρους συντονισμού των κεραιών. Το πλάνο αυτό εγγυάται σταθερότητα και μέγιστη απόδοση για την επιλεχθείσα συχνότητα.

Απόδοση

Κατά τη σχεδίαση των κεραιών για τη βέλτιστη απόδοση σε όρους απόστασης επικοινωνίας, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθες βασικές παράμετροι:

- Περιοχή συχνοτήτων λειτουργίας.
- Εμπέδηση, αντίσταση (τυπικά 50 Ohms).
- Μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς.
- Απολαβή (gain) κεραίας.
- Διάγραμμα ακτινοβολίας κεραίας (πολικότητα XY, κυκλική).

Τύποι

Οι κεραίες RFID που χρησιμοποιούνται σε συστήματα Αυτόματης Συλλογής Δεδομένων (Automatic Data Collection, ADC), διακρίνονται στους ακόλουθους τύπους:

- Κεραία θύρας (gate antenna), ορθογωνική χρήση
- Κεραία ράβδος (stick antenna) κατευθυντική κεραία
- Ορθογώνια κεραία μικροταινίας (patch antenna)
- Δίπολη ή πολλών πόλων κεραία.
- Κυκλικά πολωμένη
- Γραμμικά πολωμένη
- Παγκατευθυντική κεραία (Omni directional antenna)
- Προσαρμοστική (adaptive), σχηματισμού δέσμης (beam forming) ή φασικά ελεγχόμενη κεραιοσυστοιχία (phased-array element antennas).



HF Reader, GATE Antenna (13.56MHz)



Stick antenna



patch antenna

Dipole antennas



Εικόνα 2.17: Διάφοροι τύποι κεραιών

2.6 Ενδιάμεσο Λογισμικό (Middleware)

Το ενδιάμεσο λογισμικό μεσολαβεί για την επικοινωνία α) των δεδομένων και των εντολών που λαμβάνει από τον αναγνώστη με αποδέκτη το πληροφοριακό σύστημα και β) των δεδομένων και των εντολών που λαμβάνει από το πληροφοριακό σύστημα με αποδέκτη τον αναγνώστη. Οι εντολές αυτές σχετίζονται με αλλαγή ρυθμίσεων και κωδικών του αναγνώστη, καθώς επίσης και με ανάγνωση και εγγραφή δεδομένων της ετικέτας.

Οι πληροφορίες που συλλέγονται από τον αναγνώστη RFID πρέπει να μεταφραστούν σωστά προτού προωθηθούν σε ολόκληρο το σύστημα εφαρμογής. Μια ατομική ετικέτα μπορεί να ανταποκριθεί πολλαπλές φορές σε ένα σήμα του αναγνώστη. Όταν πολλές ετικέτες βρίσκονται στο πεδίο εκπομπής ενός αναγνώστη, το αποτέλεσμα είναι μια какоφωνία των αποκρίσεων η οποία πρέπει να διαχειρισθεί και να τεθεί σε διαδικασία με έναν πιο τακτικό τρόπο. Αυτή είναι η δουλειά του λογισμικού που είναι εγκατεστημένο σε συσκευές λήψης δεδομένων ή σε ειδικευμένους ελεγκτές (controllers) και εξυπηρετητές (servers). Οι ακριβείς λειτουργίες, που πρέπει να εκτελέσει το λογισμικό, ποικίλουν ανάλογα με τις εφαρμογές που απαιτείται να υποστηρίξουν. Ελέγχει ένα δίκτυο από αναγνώστες έτσι ώστε μόνο ένα σήμα από ανακριτή ετικέτας να στέλνεται στην κύρια εφαρμογή. Σε άλλο σενάριο δύναται να παρέχει λογική επεξεργασίας, η οποία περιστασιακά επικοινωνεί με εξωτερικές εφαρμογές βασιζόμενη στην κατάσταση των ετικετών που ελέγχει. [\[12\]](#)

2.7 Ηλεκτρονικός Κώδικας Προϊόντος (Electronic Product Code, EPC)

Ο Ηλεκτρονικός Κώδικας Προϊόντος (Electronic Product Code, EPC) χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την τεχνολογία RFID προκειμένου να βελτιώσει κυρίως την αποτελεσματική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και επιπλέον να μειώσει τα λειτουργικά κόστη. Ο Ηλεκτρονικός Κωδικός Προϊόντος, που εγγράφεται στη μνήμη της ετικέτας, στοχεύει στον μοναδικό προσδιορισμό φυσικών αντικειμένων σε παγκόσμιο επίπεδο μέσω της τεχνολογίας RFID. Ο EPC είναι αποτέλεσμα ενός παγκόσμιου εγχειρήματος προκειμένου να επιτευχθεί καλύτερη συνεννόηση μεταξύ των μελών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτός ο κώδικας παρέχει γρήγορες και λεπτομερείς πληροφορίες για ένα προϊόν σε οποιοδήποτε σημείο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ο στόχος δεν ήταν να αντικαταστήσει το γραμμωτό κώδικα, αλλά να αποτελέσει ένα βήμα για να γίνει πιο εύκολο το πέρασμα στην τεχνολογία RFID. Χωρίς αυτόν και τους βιομηχανικούς κολοσσούς υποστηρικτές του, όπως η Wal-Mart, το RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα θα βρίσκονταν ακόμα εκεί που ήταν στο ξημέρωμα της νέας χιλιετίας, μια τεχνολογία που αναζητεί επιχειρηματική περίπτωση. [\[9\]](#)

2.7.1 Προέλευση του EPC

Τον Οκτώβριο του 1999, στο Τμήμα Μηχανολογικής Σχεδίασης του MIT δημιουργήθηκε από ηγετικές προσωπικότητες το κέντρο Auto-ID center. Τα εν δυνάμει οφέλη των ετικετών RFID είχαν ήδη αναγνωρισθεί πολύ καιρό πριν, ωστόσο στην εφοδιαστική αλυσίδα η υιοθέτηση της νέας τεχνολογίας εμποδιζόταν από το κόστος των ετικετών και την έλλειψη κυρίαρχων προτύπων. Το Auto-ID center αναγνώρισε ότι για την επίλυση του εν λόγω προβλήματος, οι ετικέτες χρειάζεται να είναι όσο το δυνατό πιο απλές και να μην ενεργούν όπως οι δείκτες (pointers) στις πληροφορίες που συγκρατούνται στους εξυπηρετητές (servers), αλλά να δράττον ακριβώς με τον ίδιο τρόπο που οι πληροφορίες αποθηκεύονται στο ιντερνέτ. Έτσι οδηγήθηκαν στην ιδέα του

EPC, το οποίο σχεδιάστηκε να παρέχει γρήγορες και λεπτομερείς πληροφορίες για τα προϊόντα οπουδήποτε εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας. [9]

Συνεργαζόμενο με ηγέτες εκπροσώπους του λιανεμπορίου και εταιρίες συσκευασίας αγαθών, το Auto-ID Center επιχείρησε να κατευθύνει την ανεπάρκεια κυρίαρχων προτύπων, μέσω της ανάπτυξης των Electronic Product Code standards. Τα πρότυπα πρόκειται να καλύψουν όλες τις προοπτικές της τεχνολογίας από τη συχνότητα έως πως οι αναγνώστες θα επικοινωνούν με τον εξωτερικό κόσμο, επικεντρώνονται ωστόσο στην ιδέα του ηλεκτρονικού κώδικα προϊόντος (EPC), το οποίο μοναδικά προσδιορίζει το αντικείμενο. Ένα αντικείμενο μπορεί να είναι μια παλέτα, ένα κιβώτιο ή ένα ατομικό Stock Keeping Unit (SKU). Όπως με τον Universal Product Code (UPC), ο κωδικός EPC μπορεί να προσδιορίσει και τον κατασκευαστή και το SKU. Επιπρόσθετα περιλαμβάνει ένα μοναδικό σειριακό αριθμό. Υπάρχει μια πληθώρα από διαφορετικούς τύπους EPC οι οποίοι διαφέρουν στην ποσότητα και στη δομή της πληροφορίας που διοχετεύεται στις ετικέτες. [12]

Το Auto-ID Center πρότεινε τον Ηλεκτρονικό Κωδικό Προϊόντος ως το επόμενο πρότυπο για την αναγνώριση των προϊόντων. Σκοπός δεν είναι η αντικατάσταση του υπάρχοντος προτύπου bar code, αλλά η δημιουργία ενός μονοπατιού μετάβασης από τα πρότυπα των bar codes σε αυτό του νέου EPC. Για την ενθάρρυνση αυτής της εξέλιξης, έχουν υιοθετηθεί οι βασικές δομές του Global Trade Item Number (GTIN), που πρόκειται για μια ομπρέλα κάτω από την οποία όλα τα πρότυπα του bar code ανήκουν. Δεν υπάρχει καμία εγγύηση ότι το EPC θα υιοθετηθεί παγκοσμίως, εντούτοις η πρόταση έχει την στήριξη του Συμβουλίου Τυποποίησης Κωδικών (Uniform Code Council, UCC) και της EAN International, που αποτελούν τους δυο κύριους οργανισμούς που εποπτεύουν διεθνώς τα πρότυπα bar code. [12]

Το Auto-ID Center έπαψε και επίσημα τη λειτουργία του στις 26 Οκτ. 2003. Η τελευταία Σύνοδος του Συμβουλίου έλαβε χώρα στο Τόκυο, Ιαπωνία. Το Κέντρο είχε ολοκληρώσει το έργο του οπότε και μετέφερε την τεχνογνωσία του στο EPCglobal το οποίο από τότε και έπειτα διαχειρίζεται και αναπτύσσει τα πρότυπα EPC. Το EPCglobal είναι ένας οργανισμός αποτελούμενος από διαφορετικούς φορείς, με αντικείμενο την ανάπτυξη προτύπων της τεχνολογίας RFID ώστε να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα και να περιορισθούν τα λάθη στην λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτό θα καταστεί δυνατό με την αυτοματοποίηση του εντοπισμού προϊόντων με την βοήθεια της τεχνολογίας RFID μέσω ενός παγκόσμιου δικτύου ανταλλαγής πληροφοριών (EPC Global Network). [9]

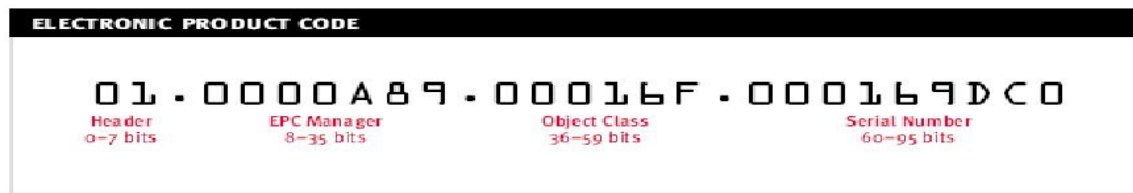
Η ιδέα που αναπτύχθηκε από το Auto-ID Center βαίνει καλώς, πέρα από το να παρέχει ένα πλαίσιο για την ταυτοποίηση των προϊόντων. Παρέχει μια βάση για ένα δίκτυο που θα κατευθύνει πώς η πληροφορία για ένα προϊόν θα ανταλλάσσεται μεταξύ των μελών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Το EPC Global Network είναι ένα δίκτυο το οποίο επιτρέπει την αυτόματη αναγνώριση, σε πραγματικό χρόνο, αντικειμένων σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας, ανεξαιρέτως κατασκευάστριας εταιρείας, οικονομικού τομέα και τοποθεσίας παγκοσμίως. [12]

2.7.2 Διάταξη του EPC

Οι ετικέτες EPC σχεδιάστηκαν ώστε να μπορεί να αναγνωρισθεί κάθε παραγόμενο προϊόν ξεχωριστά, σε αντίθεση με τους γραμμωτούς κώδικες οι οποίοι περιέχουν απλά τον κατασκευαστή και την κατηγορία των προϊόντων. Έτσι, ο κωδικός

EPC βρίσκεται αποθηκευμένος σε μια ετικέτα RFID και αφότου ανακτηθεί μπορεί να συσχετισθεί με δυναμικά δεδομένα όπως ο τόπος προέλευσής του προϊόντος και η ημερομηνία παραγωγής του. Στόχος είναι η αποτελεσματικότερη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, η μείωση του λειτουργικού κόστους αλλά και η καλύτερη συνεννόηση μεταξύ των μελών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ο κωδικός EPC είναι παρόμοιος με τον Παγκόσμιο Κωδικό Προϊόντος (Universal Product Code, UPC), ο οποίος χρησιμοποιείται στους γραμμωτούς κωδικούς. Αυτό που κάνει το EPC να ξεχωρίζει από τα bar codes είναι ο σειριακός του αριθμός (serial number), που επιτρέπει να διακρίνεται η μοναδικότητα του αντικειμένου και να ιχνηλατείται από την αρχή μέχρι τέλους της εφοδιαστικής αλυσίδας. [38]

Εικόνα 2.18: Διάταξη κωδικού EPC μήκους 96 bits (πηγή [9])



Για την ακρίβεια, ο EPC είναι ένας μοναδικός αριθμός αποτελούμενος από 64 - 256 bits και περιλαμβάνει τέσσερα (4) διακριτά πεδία: [38]

Αριθμημένη Λίστα-Επικεφαλίδα ή Header (0-7) bits

Αποτελείται από 8 bits και προσδιορίζει τον αριθμό έκδοσης (version number) του EPC, δηλαδή το μήκος του. Επίσης δίνει την δυνατότητα να διαιρεθούν με διαφορετικούς τρόπους τα τμήματα του EPC κωδικού που αφορούν τα δεδομένα, δηλαδή η κλάση του αντικειμένου και ο σειριακός αριθμός. Με τον τρόπο αυτό επιτρέπεται σε έναν κατασκευαστή που παράγει μεγάλες ποσότητες μερικών μόνο προϊόντων να μετακινεί ψηφία από το τμήμα της κλάσης αντικειμένου (object class) στο τμήμα του σειριακού αριθμού (serial number). Συμπερασματικά, η επικεφαλίδα (8 bits) αναγνωρίζει τον αριθμό έκδοσης του EPC (EPC's version number) και έτσι επιτρέπει διαφορετικά μήκη (lengths) και τύπους (types) EPC. Στο παράδειγμα το 01 δείχνει τύπο κωδικού EPC αριθμού 1 το οποίο είναι 96 bits σε μήκος.

Διαχειριστής Ηλεκτρονικού Κωδικού Προϊόντος ή EPC manager (8-35) bits

Προσδιορίζει τον κατασκευαστή του προϊόντος στο οποίο θα προσκολληθεί ο EPC κωδικός.

Κλάση του αντικειμένου ή Object Class (36-59) bits

Αποτελεί ένα αριθμό που αναφέρεται στον ακριβή τύπο του αντικειμένου και είναι αντίστοιχος του αριθμού προϊόντος (product number). Είναι γνωστός και ως Μονάδα Διατήρησης Αποθέματος (Stock Keeping Unit, SKU).

Σειριακός αριθμός ή Serial Number (60-96) bits

Είναι ένας αριθμός μοναδικός για κάθε τεμάχιο προϊόντος. Δυνατότητα καταχώρησης έως 2^{96} προϊόντων.

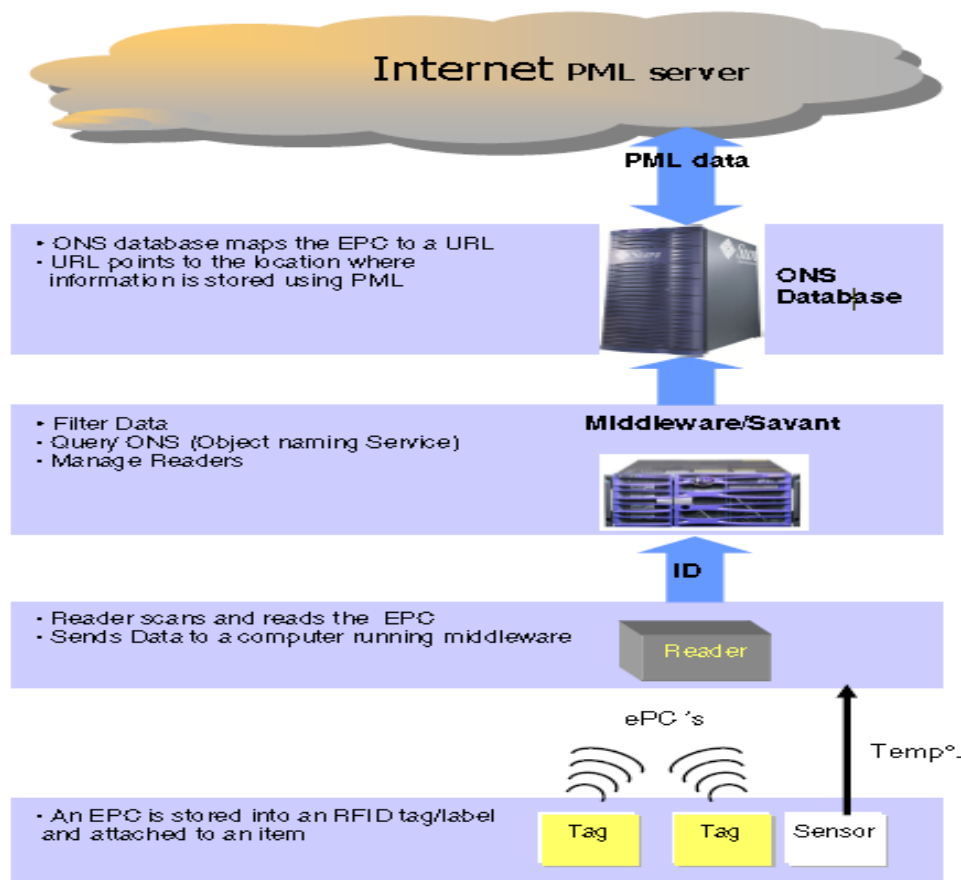
Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ο EPC χωρίζεται σε διάφορα τμήματα και ο διαχωρισμός αυτός επιτρέπει την αναζήτηση αντικειμένων, τα οποία έχουν ένα συγκεκριμένο κωδικό κατασκευαστή ή ένα συγκεκριμένο κωδικό προϊόντος. Επίσης οι αναγνώστες μπορούν να προγραμματισθούν ώστε να αναζητούν EPCs με τον ίδιο κωδικό κατασκευαστή και προϊόντος, τα οποία όμως έχουν μοναδικούς αριθμούς σε μια συγκεκριμένη σειρά/αλληλουχία. **Έτσι π.χ είναι δυνατόν να μπορούν γρήγορα να εντοπιστούν προϊόντα τα οποία προσεγγίζουν την ημερομηνία λήξης ή τα οποία πρέπει να ανακληθούν.**

Ο EPC κωδικός, τα πρωτόκολλα και τα πρότυπα που σχετίζονται με αυτόν ελέγχονται από τον EPCglobal οργανισμό.

2.7.3 Υποδομή του EPC

Η υποδομή του EPC επιτρέπει την άμεση πρόσβαση σε πληροφορίες, οι οποίες όχι μόνο βελτιστοποιούν υπάρχουσες υπηρεσίες όπως η ASN, αλλά επίσης διαθέτουν τη δυναμική να δημιουργήσουν νέες, για παράδειγμα: ένας λιανέμπορος θα μπορεί αυτόματα να μειώσει τις τιμές καθώς πλησιάζει η ημερομηνία λήξης του προϊόντος ή ένας κατασκευαστής θα μπορεί να ανακαλέσει μια συγκεκριμένη παρτίδα προϊόντων λόγω θεμάτων υγείας και αν χρειαστεί να αναζητήσει την πηγή του προβλήματος σε ένα μοναδικό προϊόν. [\[9\]](#)

Εικόνα 2.19: Τα βασικά βήματα της Υποδομής EPC (πηγή [\[9\]](#))



Εξειδικευμένο λογισμικό ενδιάμεσου (Middleware) ή «Έξυπνο» λογισμικό (Savant Software)

Λογισμικό που διαχειρίζεται τα EPC δεδομένα, που λαμβάνονται από τους αναγνώστες και ελέγχουν τη ροή των πληροφοριών μεταξύ των αναγνωστών και των εφαρμογών. Πιο αναλυτικά:

Η ξεκάθαρη δυναμική τεράστιου όγκου δεδομένων, που θα δημιουργηθούν από τις δισεκατομμύρια ετικέτες EPC, πολύ γρήγορα θα οδηγήσει τα υπάρχοντα επιχειρησιακά λογισμικά και τις υποδομές τεχνολογίας πληροφορικής των εταιριών σε στασιμότητα. Η απάντηση σε αυτό το πρόβλημα είναι το εξειδικευμένο λογισμικό ενδιάμεσου (middleware) ή τα «έξυπνα» λογισμικά (savants). Τα RFID savants λειτουργούν όπως ένας προσωρινός καταχωρητής, μια ενδιάμεση μνήμη (buffer), η οποία στέκεται σχεδόν άορα ανάμεσα στους αναγνώστες RFID και στους εξυπηρετητές (servers) που αποθηκεύουν τις πληροφορίες των προϊόντων. Πρόκειται δηλ. για μια «γέφυρα» επικοινωνίας μεταξύ του αναγνώστη και του πληροφοριακού συστήματος, που επιτρέπει στις εταιρίες να επεξεργάζονται σχετικά μη δομημένες πληροφορίες των ετικετών, οι οποίες λαμβάνονται από πολλούς αναγνώστες RFID και στέλνονται στα αρμόδια πληροφοριακά συστήματα. Τα savants είναι ικανά να εκτελέσουν πολλές διαφορετικές λειτουργίες, όπως να ελέγχουν τους αναγνώστες RFID, να διαχειρίζονται λανθασμένες αναγνώσεις, να «κρύβουν» δεδομένα και τέλος να εξετάζουν την Υπηρεσία Ονοματοδοσίας Αντικειμένου (Object Naming Service, ONS). [\[9\]](#)

Υπηρεσία Ονοματοδοσίας Αντικειμένου (Object Naming Service, ONS)

Υπηρεσία δικτύου που χρησιμοποιείται για να εντοπίσει που αποθηκεύεται η πληροφορία, για ένα συγκεκριμένο κωδικό EPC. Η θέση αποθήκευσης μπορεί να είναι ένας απομονωμένος server στον οποίο γίνεται πρόσβαση μέσω του διαδικτύου. Πιο αναλυτικά:

Η Υπηρεσία Ονοματοδοσίας Αντικειμένου (ONS) αντιστοιχεί τον κωδικό EPC με τις πληροφορίες για το προϊόν μέσω ενός μηχανισμού αναζήτησης παρόμοιου με το Σύστημα Τομεακής Ονοματοδοσίας (Domain Naming System, DNS) που χρησιμοποιείται στο ιντερνέτ, η οποία είναι ήδη αποδεδειγμένα μια ικανή τεχνολογία χειρισμού μεγάλου όγκου δεδομένων, που αναμένονται και στα συστήματα EPC των RFID. Ο εξυπηρετητής της υπηρεσίας ONS παρέχει τη διεύθυνση πρωτοκόλλου ιντερνέτ (IP address) ενός PML server, που αποθηκεύει πληροφορίες σχετικές με τον κώδικα EPC. [\[9\]](#)

Γλώσσα Φυσικής Σήμανσης (Physical Markup Language, PML)

Πρόκειται για τη **γλώσσα** που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά λεπτομερών πληροφοριών σχετικά με το προϊόν, μεταξύ των εφαρμογών της εφοδιαστικής αλυσίδας κατά μήκος του EPC δικτύου. Πιο αναλυτικά:

Και ενώ ο κωδικός EPC είναι ικανός να προσδιορίζει την ταυτότητα ενός μοναδικού προϊόντος, οι πραγματικές χρήσιμες πληροφορίες εγγράφονται σε μια νέα πρότυπη γλώσσα λογισμικού που ονομάζεται Γλώσσα Φυσικής Σήμανσης (PML). Η PML βασίζεται σε μια ευρέως χρησιμοποιημένη και αποδεκτή γλώσσα, την Γλώσσα Επεκτάσιμης Σήμανσης (XML), η οποία είναι σχεδιασμένη σαν μια μορφή εγγράφου για την ανταλλαγή δεδομένων μέσω του ιντερνέτ. Δεν εκπλήσσει λοιπόν, δεδομένου και των

στοιχείων που έχει δανειστεί ο EPC από το ιντερνέτ (DNS, XML...), ότι συχνά αναφέρεται και ως το ιντερνέτ των υλικών “the internet of things”.

Η PML είναι σχεδιασμένη να αποθηκεύει κάθε σχετική πληροφορία για ένα προϊόν, για παράδειγμα:

1) Πληροφορίες θέσης αναζήτησης π.χ. η ετικέτα X εντοπίστηκε από τον αναγνώστη Y, ο οποίος βρίσκεται στην αποβάθρα φόρτωσης.

2) Πληροφορίες τηλεμετρίας (φυσικές ιδιότητες ενός αντικειμένου π.χ. η μάζα του, φυσικές ιδιότητες του περιβάλλοντος στο οποίο τοποθετείται μια ομάδα αντικειμένων, θερμοκρασία περιβάλλοντος).

3) Πληροφορίες σύνθεσης π.χ. η σύνθεση μιας ξεχωριστής μονάδας logistics που αποτελείται από μια παλέτα, χαρτοκιβώτια και αντικείμενα. Το μοντέλο πληροφοριών περιλαμβάνει επίσης το ιστορικό διάφορων στοιχείων πληροφορίας που καταγράφονται ανωτέρω, όπως η συλλογή διάφορων μεμονωμένων αναγνώσεων θέσης αναζήτησης που θα έχουν ως τελικό αποτέλεσμα μια ιχνηλασία θέσης.

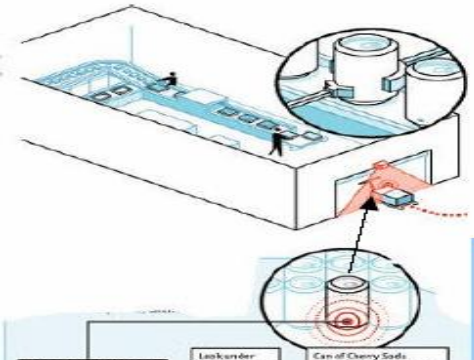
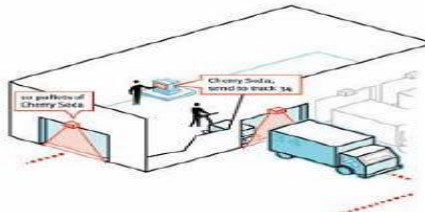
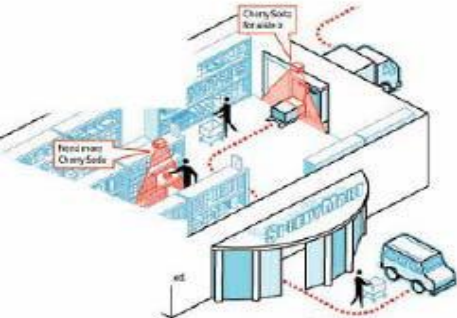
4) Ημερομηνίες κατασκευής/ παραγωγής και λήξης. [\[9\]](#)

Το δίκτυο EPC Network σχεδιάστηκε για τη διανομή πληροφοριών στο Internet. Θεωρητικά επιτρέπει σε έναν οργανισμό να εντοπίσει και να ανακτήσει λεπτομερείς πληροφορίες για ένα προϊόν που είναι αποθηκευμένες σε servers, οι οποίοι συντηρούνται από άλλη εταιρεία, για ένα οποιοδήποτε EPC κωδικό. Το ONS παρέχει την κατάλληλη διεύθυνση δικτύου ή URL όπου είναι αποθηκευμένη η πληροφορία και το PML παρέχει τα μέσα στην αιτούσα εφαρμογή ώστε να ανακτήσει την πληροφορία.

Το EPC Network παρέχει ένα όραμα για το RFID, το οποίο βαίνει πέρα από τις παραδοσιακές τεχνολογίες αυτόματης αναγνώρισης. Παρέχει τη δομή για την ιχνηλάτηση της διακίνησης των προϊόντων εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι κατάλληλα ενημερωμένοι και συντηρημένοι PML servers δύναται να παρέχουν το πλήρη ιστορικό σε επίπεδο αντικειμένου από τον κατασκευαστή μέχρι τον τελικό χρήστη.

Η υποστήριξη και η συνεχής ανάπτυξη των EPC προτύπων έχει αναληφθεί από το EPC Global, ένα από κοινού εγχείρημα των EAN International και Uniform Code Council, που μεταξύ άλλων συντηρούν το UCC/EAN σύστημα bar code. Χτίζοντας στην εργασία που έχει κάνει ήδη το Auto-ID Center, πρωταρχικός στόχος του EPC Global είναι το τελικό EPC πρότυπο να τεθεί ως ένα διεθνώς παγκόσμιο πρότυπο και να προωθηθεί η παγκόσμια αποδοχή του EPC Network μέσω της συμμόρφωσης των προδιαγραφών, της εκπαίδευσης και των κατευθυντήριων οδηγιών. Κλειδί σε αυτή την προσπάθεια είναι μια συνδρομητική υπηρεσία που εκχωρεί ONS συμβατούς αριθμούς ή EPC διαχειριστές στους κατασκευαστές και διανομείς σε όλο τον κόσμο. [\[12\]](#)

2.7.4 Σχηματική απεικόνιση της εφαρμογής του RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα

Πως το RFID θα αυτοματοποιήσει την εφοδιαστική αλυσίδα								
Στον κατασκευαστή	1. Κάθε προϊόν περιέχει μια ετικέτα RFID που έχει αποθηκευμένο στη μνήμη της ένα μοναδικό αριθμό EPC. Τα κιβώτια και οι παλέτες των προϊόντων φέρουν επίσης μοναδικές ετικέτες. 2. Τα προϊόντα μπορούν έτσι να προσδιοριστούν αυτόματα και χωρίς επιπλέον κόστος (κυρίως χρονικό), να μετρηθούν και να δρομολογηθούν. 3. Καθώς οι παλέτες μετακινούνται έξω από το χώρο του κατασκευαστή, μία συσκευή ανάγνωσης RFID τοποθετημένη στην είσοδο του εργοστασίου ή των αποθηκών εκπέμπει σήμα και ενεργοποιεί τις ετικέτες.							
	4. α) Οι ετικέτες «ανακοινώνουν» τον μοναδικό τους αριθμό EPC στον αναγνώστη, ο οποίος άμεσα ενεργοποιεί και απενεργοποιεί τις ετικέτες μέσω του EPC αριθμού τους (αποφυγή σύγκρουσης) έως ότου αναγνωσθούν όλες. β) Ο αναγνώστης διαβιβάζει τον EPC σε έναν υπολογιστή, που ονομάζεται Savant™ και ο οποίος με τη σειρά του μέσω διαδικτύου αποθηκεύει τα στοιχεία σε μια βάση δεδομένων - Object Naming Service (ONS). Η ONS διασταυρώνει τον EPC με τα στοιχεία του προϊόντος σε έναν εξυπηρετητή (server) – Physical Markup Language server (PML). γ) Ο PML διατηρεί στοιχεία για τους κατασκευαστές. Επειδή γνωρίζει τον κατασκευαστή κάθε προϊόντος, σε περίπτωση που εμφανιστεί κάποιο πρόβλημα σε προϊόντα που κινούνται στο κανάλι διανομής, έχει τη δυνατότητα να ανακαλέσει αυτά τα προϊόντα κατευθείαν προς τον κατασκευαστή τους.	<table><tr><td>Savant Computer</td><td>ONS server</td><td>PML server</td></tr><tr><td>EPC Fxyz3t0nn; 4x;CC</td><td>Look under Super Cola Inc.</td><td>Can of Cherry Soda, shipped from Boston, MA</td></tr></table>		Savant Computer	ONS server	PML server	EPC Fxyz3t0nn; 4x;CC	Look under Super Cola Inc.
Savant Computer	ONS server	PML server						
EPC Fxyz3t0nn; 4x;CC	Look under Super Cola Inc.	Can of Cherry Soda, shipped from Boston, MA						
Στο κέντρο διανομής	5. Εάν στην περιοχή ξεφόρτωσης υπάρχει μία συσκευή ανάγνωσης RFID, δε χρειάζεται να ανοιχτούν τα κιβώτια ή οι συσκευασίες για να εξεταστεί το περιεχόμενό τους. Ένας H/Y Savant™ παρέχει έναν κατάλογο με το περιεχόμενο του φορτίου και έτσι κάθε παλέτα καθοδηγείται γρήγορα στο κατάλληλο φορτηγό.							
Στο κατάστημα	6. Μόλις φθάσει η παραγγελία, τα συστήματα διαχείρισης παραγγελιών του λιανοπωλητή ενημερώνονται ώστε να καταγράψουν κάθε νέο προϊόν που παραλαμβάνεται. Με αυτόν τον τρόπο τα καταστήματα μπορούν να εντοπίζουν τα αποθέματά τους αυτόματα και με χαμηλότερο κόστος. 7. Τα «έξυπνα ράφια» μπορούν αυτόματα να παραγγείλουν τα προϊόντα που λείπουν από το σύστημα και επομένως να διατηρείται το απόθεμα σε οικονομικά αποδοτικό και αποτελεσματικό επίπεδο.							

Κεφάλαιο 3

3. Χρήση της Τεχνολογίας RFID στην Εφοδιαστική Αλυσίδα

3.1 Εφοδιαστική Αλυσίδα

3.1.1 Η έννοια της εφοδιαστικής αλυσίδας

Με τον όρο Εφοδιαστική Αλυσίδα εννοούμε όλες εκείνες τις δραστηριότητες που σχετίζονται με ροή των αγαθών από το στάδιο των πρώτων υλών μέχρι τον τελικό αποδέκτη, καθώς και τη ροή των πληροφοριών που σχετίζονται με τις παραπάνω διαδικασίες. Η ροή αυτή είναι αμφίδρομη. Η διαχείριση της αλυσίδας προμηθειών σχετίζεται με την ολοκλήρωση των παραπάνω δραστηριοτήτων με σκοπό την απόκτηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. [\[1\]](#)

Η εφοδιαστική αλυσίδα είναι μια πολύπλοκη πολυβάθμιδη διαδικασία που περιλαμβάνει τα πάντα, από την προμήθεια πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή προϊόντων έως και τη μεταφορά τους στους πελάτες μέσω αποθηκών και κέντρων διανομής. Εφοδιαστικές αλυσίδες υφίστανται σε οργανισμούς συντήρησης, κατασκευής και λιανικής πώλησης. Εντούτοις η πολυπλοκότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας ενδέχεται να ποικίλει από βιομηχανία σε βιομηχανία και από εταιρία σε εταιρία. Η διοίκηση της εφοδιαστικής αλυσίδας (Supply Chain Management, SCM) μπορεί να γίνει αντιληπτή ως τη διαχείριση πληροφοριών και οικονομικών πόρων για τα υλικά, στα πλαίσια της μετακίνησής τους μέσω διαφορετικών διαδικασιών, λειτουργία που επιτυγχάνεται με συντονισμό και ενοποίηση των ροών εντός και μεταξύ των διαφορετικών επιχειρήσεων που εμπλέκονται.

Η αποδοτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας έχει άμεση επίδραση στην κερδοφορία μιας επιχείρησης. Ως εκ τούτου δεν αποτελεί έκπληξη η διαπίστωση ότι πολλές μεγάλες εταιρικές επιχειρήσεις έχουν θέσει την εφοδιαστική αλυσίδα ως παράγοντα κλειδί στη στρατηγική τους και επενδύουν σε μεγάλο βαθμό σε πληροφοριακά συστήματα (ERP, WMS...) και σε υποδομή τεχνολογίας πληροφορικής κατάλληλα σχεδιασμένη για να ελέγχουν το απόθεμα, να ιχνηλατούν τα προϊόντα και να διαχειρίζονται τα συσχετιζόμενα οικονομικά μεγέθη. [\[9\]](#)

3.1.2 Συμβολή της τεχνολογίας RFID στη βελτίωση της αποδοτικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας

Το RFID θα φέρει μια νέα διάσταση στη διοίκηση της εφοδιαστικής αλυσίδας παρέχοντας έναν πιο αποδοτικό τρόπο αναγνώρισης και ιχνηλάτησης των αντικειμένων στα διάφορα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Θα επιτρέψει την αυτόματη σύλληψη δεδομένων και ως εκ τούτου θα είναι πολύ πιο γρήγορα διαθέσιμη για χρήση σε άλλες διαδικασίες όπως το προχωρημένο σημείωμα αποστολής (Advanced Shipping Notice, ASN), η διαχείριση του αποθέματος και η πραγματικόχρονη έκδοση λογαριασμών (real time billing). [\[9\]](#)

Η χρήση της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα υπόσχεται να φέρει επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο τα προϊόντα περνούν από τον κατασκευαστή στο λιανοπωλητή και έπειτα στον καταναλωτή.

Το RFID δεν απαιτεί καμία οπτική επαφή, τα προϊόντα μπορούν να προσδιοριστούν αυτόματα και ταυτόχρονα κατά τη διέλευση μιας παλέτας προϊόντων από μια συσκευή ανάγνωσης. Αυτό επιτρέπει στους λιανοπωλητές και στους κατασκευαστές να έχουν ακριβέστερη πληροφόρηση τόσο για μεγάλες ποσότητες αγαθών, όσο και για τη ροή του προϊόντος από τα εργοστάσια στις αποθήκες εμπορευμάτων και στα καταστήματα. [6]

Οι δυνατότητες του RFID είναι απεριόριστες. Η συγκεκριμένη τεχνολογία παρέχει στις επιχειρήσεις ποικιλία υλικού και λογισμικού, εναλλακτικές διαδικασίες και νέες μορφές συνεργασίας. Οι επιχειρήσεις που εξετάζουν τη χρήση του RFID συχνά αναρωτιούνται: Από πού αρχίζω; Πώς μπορώ να χρησιμοποιήσω αυτήν την τεχνολογία για να βελτιώσω την επιχείρησή μου;

Η χρήση της τεχνολογίας RFID κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας θα προσδώσει σημαντικά οφέλη που αφορούν κυρίως τη μείωση των λειτουργικών δαπανών και κατά συνέπεια την αύξηση κερδών. Πολλοί αναλυτές προτείνουν ότι αυτό θα συμβεί αρχικά σε τέσσερις τομείς:

- Μειωμένο απόθεμα.
- Εξάλειψη φυσικών φθορών.
- Μειωμένες δαπάνες εργασίας σε καταστήματα και αποθήκες εμπορευμάτων.
- Μειωμένα εμπορεύματα εκτός αποθέματος (out-of-stock).

3.1.3 Σύγκριση barcodes και RFID

Για να μπορέσει να προσδιοριστεί η χρησιμότητα μίας νέας τεχνολογίας σε οποιοδήποτε αντικείμενο, χρειάζεται να γίνει αναφορά στην υφιστάμενη τεχνολογία και σύγκριση. Η τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα (bar codes) χρησιμοποιείται κατά κόρον σήμερα για την αναγνώριση και την ιχνηλάτηση προϊόντων στο σύνολο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Παρόλο που με τη χρήση των bar codes δύναται να επιτευχθεί αποτελεσματικότητα στις παραγγελίες της τάξης του 90%, εντούτοις ακόμα σημειώνεται ένας αριθμός από ατέλειες της υπόψη τεχνολογίας, για τις οποίες το RFID είναι ικανό να παρέχει μια καλύτερη λύση και περαιτέρω βελτιστοποίηση. [9]

Αυτό που παρατηρείται είναι ότι η τεχνολογία των RFID προσφέρει περισσότερα και πιο ευδιάκριτα πλεονεκτήματα στις εφαρμογές αυτοματοποίησης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ωστόσο, μια από τις βασικότερες και σπουδαιότερες διαφορές στις δύο αυτές τεχνολογίες έχει να κάνει με τον τρόπο μεταφοράς των δεδομένων. Στην περίπτωση του RFID, λοιπόν, τα δεδομένα μεταδίδονται αυτόματα μέσω ραδιοκυμάτων, με αποτέλεσμα να μην χρειάζεται η επί τόπου ανίχνευση, με ειδικό εξοπλισμό, όπως απαιτείται με την τεχνολογία του barcode.

Η τεχνολογία του RFID προσφέρει μεγάλη ευελιξία στην αναγνώριση των προϊόντων, λόγω του γεγονότος ότι αναγνωρίζει τα δεδομένα πολλών αντικειμένων ακόμα και μέσα σε κιβώτια ή άλλα υλικά. Για παράδειγμα, οι ετικέτες RFID που βρίσκονται τοποθετημένες μέσα στα κιβώτια μίας παλέτας, αναγνωρίζονται αυτόματα από τον αναγνώστη του συστήματος, χωρίς να απαιτείται αποσυσκευασία των

προϊόντων της παλέτας, με αποτέλεσμα η συνολική διαδικασία να απαιτεί κατά πολύ λιγότερο χρόνο.

Σημαντική εφαρμογή της τεχνολογίας RFID, η οποία την διαφοροποιεί από την υφιστάμενη τεχνολογία, αποτελεί η δυνατότητα σε κάθε ετικέτα να φέρει περισσότερες από μία πληροφορίες και δεδομένα απ' ό,τι είναι εφικτό να συμπεριλαμβάνονται στις υφιστάμενες ετικέτες που χρησιμοποιούνται στα προϊόντα. Επιπλέον υπάρχει δυνατότητα για αναβάθμιση της μνήμης των ετικετών RFID, σημείο σημαντικό για μια ολοκληρωμένη πληροφόρηση και ιχνηλασιμότητα των προϊόντων.

Εξίσου σημαντική εφαρμογή της τεχνολογίας RFID αποτελεί η δυνατότητα ανίχνευσης On-line της θέσης και του σημείου που βρίσκεται ένα προϊόν μέσα στην αποθήκη ή στο φορτηγό σε όλο το μήκος της αλυσίδας αξίας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθεί σημαντικά η αποτελεσματικότητα της αλυσίδας και της διαχείρισης των αποθεμάτων, καθώς μειώνονται σφάλματα που μπορεί να προκύψουν στην διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Μειονεκτήματα Bar code 	Βελτιωμένη λύση RFID 
Τεχνολογία οπτικής επαφής (Line of Sight). Ανιχνεύεται και διαβάζεται μόνο από πολύ μικρή απόσταση και συγκεκριμένη γωνία.	Ικανό να σαρώνει και να αναγιγνώσκει από διάφορες γωνίες και μεγαλύτερες αποστάσεις ακόμη κι αν παρεμβάλλονται ορισμένα υλικά.
Μη ικανό να αντέχει σε δύσκολες συνθήκες (σκόνη, διάβρωση), πρέπει να είναι καθαρό και μη παραμορφωμένο	Ικανό να λειτουργεί σε πολύ πιο δύσκολες συνθήκες.
Καμία προοπτική για αναβάθμιση της τεχνολογίας.	Πιθανή αναβάθμιση της τεχνολογίας μέσω νέων ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (chip) και τεχνικών συσκευασίας των αγαθών.
Ικανό μονάχα να αναγνωρίζει υλικά γενικά και όχι ως μοναδικά, μονοσήμαντα (unique) αντικείμενα.	Ο EPC κωδικός έχει μέγεθος αρκετά μεγάλο για να αναγνωρίζει μονοσήμαντα, τυπικά έως και 2^{96} αντικείμενα.
Τεχνολογία φτωχή σε ιχνηλάτηση, που απαιτεί εντατική και χρονοβόρα εργασία.	Δυνατότητα για παρακολούθηση υλικών σε πραγματικό χρόνο καθώς κινούνται κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας.
Απόσταση ανάγνωσης: μερικά εκατοστά	Απόσταση ανάγνωσης: μερικά εκατοστά μέχρι μερικά μέτρα
Τροποποίηση δεδομένων: Αnéφικτη	Τροποποίηση δεδομένων: Εφικτή
Τυπική χωρητικότητα: 1-100 Bytes	Τυπική χωρητικότητα: 128 Bytes–8 Kbytes
Μέσο επικοινωνίας: Υπέρυθρες	Μέσο επικοινωνίας: Ραδιοκύματα

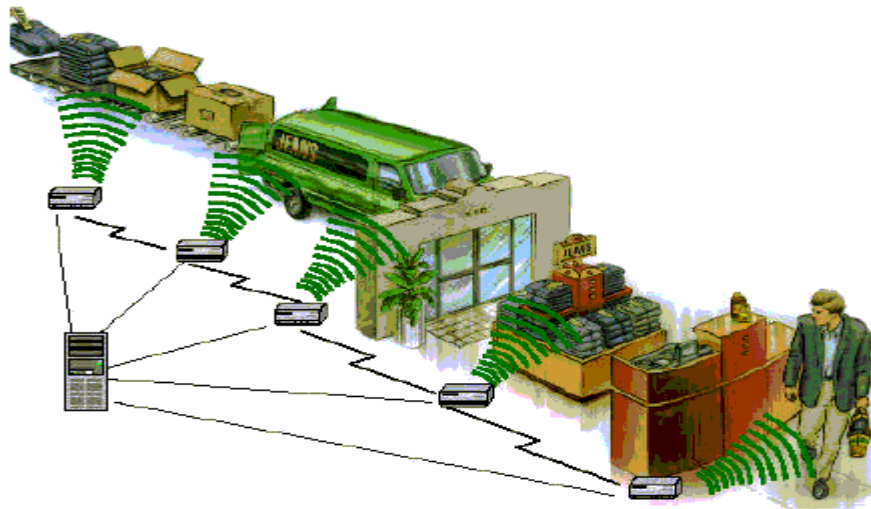
Πίνακας 3.1: Σύγκριση γραμμωτού κώδικα (barcode) και RFID (πηγή [\[6\]](#), [\[9\]](#), [\[17\]](#))

3.2 Εφαρμογή τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται μία επισκόπηση της ροής των προϊόντων σε μια «χαρακτηριστική» εφοδιαστική αλυσίδα λιανεμπορίου, περιγράφεται ο τρόπος εφαρμογής της τεχνολογίας RFID στην τυπική διαδικασία εφοδιασμού και αναλύονται τα οφέλη, που αναμένεται να προκύψουν.

3.2.1 Επισκόπηση της εφοδιαστικής αλυσίδας

Στις εγκαταστάσεις του κατασκευαστή, οι παλέτες συγκεντρώνονται αμέσως μετά από τη γραμμή παραγωγής και είτε αποθηκεύονται στην αποθήκη, είτε προωθούνται προς ένα από τα κέντρα διανομής. Για την εφοδιαστική αλυσίδα που θα εξεταστεί, οι περισσότερες παραδόσεις προϊόντων που φθάνουν τελικά στο κατάστημα στέλνονται απευθείας από την αποθήκη των εργοστασίων στο κατάστημα λιανικής πώλησης. Προκειμένου να ετοιμαστεί μια παράδοση εμπορευμάτων για ένα κέντρο διανομής, οι παλέτες μεταφέρονται από την περιοχή αποθήκευσης των εμπορευμάτων και τοποθετούνται στην περιοχή δρομολόγησης όπου φορτώνονται στα φορτηγά. Όταν τα φορτηγά φθάνουν στο κέντρο διανομής τα εμπορεύματα ξεφορτώνονται, ελέγχονται και αποθηκεύονται. Μερικές από τις παλέτες στέλνονται από το κέντρο διανομής στα καταστήματα ως πλήρεις (περιέχουν προϊόντα του ίδιου είδους), αλλά η πλειοψηφία των παλετών είναι μικτές (περιέχουν διαφορετικά είδη προϊόντων). Πριν από την αποστολή, οι παλέτες που ανήκουν σε μια παραγγελία συγκεντρώνονται στην περιοχή δρομολόγησης και όταν το φορτηγό φθάνει, αυτές φορτώνονται και αποστέλλονται στο κατάστημα λιανικής. Το κατάστημα παραλαμβάνει εμπορεύματα από περισσότερα του ενός κέντρα διανομής ή ακόμη κι άμεσα από τους κατασκευαστές. Οι υπάλληλοι των καταστημάτων ελέγχουν τις παλέτες και τις τοποθετούν στην αποθήκη του καταστήματος (backroom) μέχρι να χρειαστεί να μεταφερθούν στο χώρο του καταστήματος (store floor) προς πώληση. Σε μερικές περιπτώσεις, ο λιανοπωλητής εντοπίζει ελλιπή ή πρόσθετα προϊόντα σε μια παράδοση ή ελαττωματικά προϊόντα, γεγονός το οποίο δημιουργεί προβλήματα επιστροφών ή επαναποστολής. [6] Η ροή των αγαθών από τη γραμμή παραγωγής μέχρι την αγορά του τελικού προϊόντος από τον καταναλωτή φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 3.1: Η ροή των προϊόντων σε μια τυπική εφοδιαστική αλυσίδα (πηγή [6])

3.2.2 Παρούσες και μελλοντικές διαδικασίες με τη χρήση RFID: Λειτουργίες στο εργοστάσιο και αποθήκη εμπορευμάτων κατασκευαστών

Εφαρμογή RFID ετικετών στις παλέτες

- Συγκέντρωση παλετών: Μετά από τη συγκέντρωση των παλετών στο εργοστάσιο, μια ετικέτα γραμμωτού κώδικα που είναι συνήθως ενσωματωμένη στην

παλέτα ανιχνεύεται με χειρωνακτικό τρόπο προκειμένου να συνδεθεί ο γραμμωτός κώδικας με την παλέτα. Το μέγεθος του οφέλους που μπορεί να επιτευχθεί με την αυτοματοποίηση αυτού του βήματος διαδικασίας εξαρτάται από το χρόνο που απαιτείται για έναν χειριστή για να προσδιορίσει την παλέτα και τον αριθμό παλετών που έχουν ληφθεί. Ο κατασκευαστής μπορεί επίσης να αποφασίσει να συνάψει επάνω στην παλέτα και ένα γραμμωτό κώδικα με επιπλέον πληροφορίες για εκείνους τους συνεργάτες της αλυσίδας που δεν χρησιμοποιούν ακόμα RFID.

- Παραλαβή αγαθών: Με τη χρήση RFID σε επίπεδο παλετών το βήμα της χειρωνακτικής ανίχνευσης του γραμμωτού κώδικα στην παλέτα, όταν αυτή μεταφέρεται ή αποθηκεύεται, αυτοματοποιείται. Επιπλέον, η αποδοχή της παράδοσης μπορεί να επιβεβαιωθεί αυτόματα στον εμπορικό εταίρο.

- Οργάνωση αποθήκης εμπορευμάτων: Οι ετικέτες RFID εξαλείφουν την ανάγκη για χειρωνακτική ανίχνευση μιας παλέτας όταν αποθηκεύεται μέσα ή εξέρχεται από την περιοχή αποθήκευσης. Επιπλέον, εάν οι θέσεις αποθήκευσης είναι επίσης εξοπλισμένες με ετικέτες RFID, μπορεί αυτόματα να ελεγχθεί η θέση αποθήκευσης. Έτσι εξοικονομείται χρόνος εργασίας. Μερικές φορές υποστηρίζεται ότι το RFID μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του αριθμού των τοποθετημένων σε λάθος μέρος παλετών σε μια αποθήκη εμπορευμάτων. Αφετέρου, οι ετικέτες RFID στις παλέτες μπορούν να οδηγήσουν σε μια αλλαγή της διαδικασίας αποθήκευσης των παλετών στην αποθήκη εμπορευμάτων. Έχει διαπιστωθεί ότι οι επιχειρήσεις ορίζουν συχνά μια σταθερή θέση αποθήκευσης μιας παλέτας κάποιο χρόνο προτού να φθάσει πραγματικά η παλέτα. Η θέση είναι έπειτα τυπωμένη στην ετικέτα κάθε παλέτας. Εντούτοις, η βέλτιστη περιοχή αποθήκευσης μπορεί να αλλάξει και οι επιχειρήσεις μπορούν να αποκτήσουν ένα όφελος από την ανάθεση των θέσεων αποθήκευσης δυναμικά μόνο τη στιγμή που φθάνει μια παλέτα. Όταν η ετικέτα RFID στην παλέτα διαβάζεται, το σύστημα διαχείρισης εμπορευμάτων της αποθήκης καθορίζει τη θέση αποθήκευσης και μεταφέρει αυτές τις πληροφορίες στον οδηγό του ανυψωτικού μηχανήματος. Το οικονομικό αντίκτυπο αυτών των οφελών μπορεί π.χ. να αξιολογηθεί με την εξέταση του εάν αυτή η αλλαγή διαδικασίας μπορεί να οδηγήσει σε μια μείωση του χρονικού διαστήματος που απαιτείται για να αποθηκευτούν και να ανακτηθούν τα προϊόντα.

- Συγκέντρωση φορτίων φορτηγών: Αντί της συγκέντρωσης των παλετών που γίνεται πριν από την άφιξη του φορτηγού, οι παλέτες μπορούν να παρασχεθούν σε just-in-time περίοδο και να κινηθούν άμεσα επάνω στο φορτηγό. Αυτό θα σήμαινε μια νέα διαδικασία στην οποία τα αιτήματα για την εξαγωγή παλετών από την αποθήκη εμπορευμάτων θα ορίζονται δυναμικά βασιζόμενα στην άφιξη των φορτηγών. Αυτή η διαδικασία μπορεί επίσης να πραγματοποιηθεί και με τη χρήση γραμμωτού κώδικα. Οι ετικέτες RFID, εντούτοις, μπορούν να επιτρέψουν τη χρονική ελαχιστοποίηση αυτής της διαδικασίας, δεδομένου ότι με το γραμμωτό κώδικα απαιτείται επιπλέον χρόνος για το χειρωνακτικό έλεγχο των παλετών προτού να μπορέσουν να μεταφερθούν επάνω στο φορτηγό. Αυτή η νέα διαδικασία μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του χρόνου απασχόλησης για τη συγκέντρωση ενός φορτίου φορτηγών και μπορεί επίσης να ελευθερώσει χώρο στην περιοχή συγκέντρωσης των φορτίων έτσι ώστε έπειτα να τεθεί σε άλλη χρήση.

- Φόρτωση φορτηγών: Προκειμένου να ελεγχθεί η ορθότητα των στοιχείων των προϊόντων προς παράδοση, οι γραμμωτοί κώδικες σε όλες τις παλέτες που κινούνται επάνω σε ένα φορτηγό ανιχνεύονται συχνά. Οι ετικέτες RFID στις παλέτες μπορούν να αυτοματοποιήσουν αυτό το βήμα, όπως έχει αναφερθεί ήδη ανωτέρω, εξοικονομώντας

χρόνο εργασίας για κάθε παλέτα. Αυτή η διαδικασία αυτοματοποιημένης επαλήθευσης μπορεί ή όχι να πραγματοποιηθεί από κοινού με τη νέα διαδικασία για τη συγκέντρωση των φορτίων των φορτηγών. [6]

Εφαρμογή RFID ετικετών στα κιβώτια

- Συγκέντρωση παλετών: Με την ανάγνωση των ετικετών RFID που επισυνάπτονται επάνω σε ένα κιβώτιο, ο κατασκευαστής μπορεί αυτόματα να ελέγξει ότι οι παλέτες είναι πλήρεις. Αυτό μπορεί να μειώσει την ανάγκη για επανάληψη χειρωνακτικών βημάτων στα μεταγενέστερα στάδια της διαδικασίας. Σε αυτό το σημείο επίσης δίνεται η δυνατότητα στον κατασκευαστή να ορίσει τον αύξοντα αριθμό των κιβωτίων που τοποθετούνται σε κάθε παλέτα.

- Επιστροφές/επεξεργασία ανάκλησης προϊόντων: Οι λιανοπωλητές κάνουν τις επιστροφές όταν ανιχνεύουν σε μια παράδοση προϊόντα με ποιοτικά προβλήματα ή προϊόντα που δεν έχουν παραγγελθεί. Αυτές οι επιστροφές πρέπει να αντιμετωπιστούν στην αποθήκη εμπορευμάτων. Οι ετικέτες RFID στις περιπτώσεις αυτές μπορούν να μειώσουν το χρόνο διαχείρισης των συγκεκριμένων βημάτων, καθώς οι επιστροφές μπορούν να καταχωρηθούν αυτόματα. Επιπλέον, οι κατασκευαστές μπορούν να ωφεληθούν από τις ετικέτες RFID στις περιπτώσεις των ανακλήσεων προϊόντων. Οι ανακλήσεις εκδίδονται για διάφορους λόγους. Οι κατασκευαστές πρέπει να έχουν τοποθετήσει στα προϊόντα ειδικές ενδείξεις για τους κινδύνους υγείας, που μπορεί να αντιμετωπίσουν οι καταναλωτές από λανθασμένη χρήση του προϊόντος, και επίσης να ζητούν από τους λιανοπωλητές να επιστρέψουν τα προϊόντα σε περιπτώσεις π.χ. που εντοπίσουν ανακριβείς περιγραφές προϊόντων. Αρχικά, οι επιστροφές προϊόντων μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικότερα, επειδή τα κιβώτια που επιστρέφονται μπορούν να προσδιοριστούν αυτόματα. Αφετέρου, οι κατασκευαστές θα είναι σε θέση να εκδώσουν πιο συγκεκριμένα αιτήματα επιστροφών, το οποίο οδηγεί σε χαμηλότερο κόστος καταστροφής προϊόντων. Τρίτον, η γνώση ότι τα προϊόντα επισημαίνονται σε ένα πολύ αρχικό επίπεδο της αλυσίδας αξίας πιθανότατα θα αυξήσει την εμπιστοσύνη των καταναλωτών στην ποιότητα του προϊόντος και θα βελτιώσει τις πωλήσεις και το περιθώριο κέρδους. (Η εξασφάλιση της υγείας των καταναλωτών και της ασφάλειας είναι ένας από τους σημαντικότερους αρχικούς λόγους ύπαρξης των συστημάτων ανίχνευσης). [6]

Εγκαταστάσεις και αποθήκη εμπορευμάτων κατασκευαστή	Παρούσα διαδικασία	Αλλαγές με τη χρήση RFID ετικετών στις παλέτες	Αλλαγές με τη χρήση RFID ετικετών στα κιβώτια
Συγκέντρωση παλετών	Τα κιβώτια τοποθετούνται στις παλέτες. Όταν συμπληρωθούν και συγκεντρωθούν οι παλέτες, συσκευάζονται κατάλληλα και τους ενσωματώνεται από μια ετικέτα.	Ο αριθμός EPC στην παλέτα διαβάζεται αυτόματα προκειμένου να προσδιοριστεί μοναδικά η κάθε παλέτα.	
Παραλαβή αγαθών	Ο γραμμωτός κώδικας ανιχνεύεται με χειροκίνητη συσκευή προκειμένου να συνδεθεί με το περιεχόμενο των εμπορευμάτων και με αυτόν τον τρόπο να δημιουργηθεί ένα αίτημα αποθήκευσης.	Ο αριθμός EPC συνδέεται αυτόματα με το περιεχόμενο της παλέτας.	
Οργάνωση	Ο γραμμωτός κώδικας	Ο αριθμός EPC στην παλέτα	

αποθηκών	ανιχνεύεται με το χέρι προκειμένου να μπορεί να προσδιοριστεί η παλέτα κατά την αποθήκευση και την έξοδο της από την αποθήκη. Μερικές φορές, ελέγχεται επίσης η θέση αποθήκευσης (π.χ. με ανίχνευση γραμμωτού κώδικα στη θέση αποθήκευσης).	διαβάζεται αυτόματα προκειμένου να προσδιοριστεί η κάθε παλέτα. Ο αριθμός EPC στην περιοχή αποθήκευσης και δρομολόγησης διαβάζεται αυτόματα προκειμένου να ελεγχθεί η θέση.	
Συγκέντρωση φορτίου φορτηγών	Οι παλέτες τοποθετούνται στην περιοχή δρομολόγησης.	Οι παλέτες δε συγκεντρώνονται στην περιοχή δρομολόγησης πριν από την άφιξη του φορτηγού. Αντ' αυτού, το αντίστοιχο αίτημα για συγκέντρωση των παλετών από την περιοχή αποθήκευσης ορίζεται δυναμικά όταν φθάνουν τα φορτηγά. Ο αριθμός EPC στην παλέτα ανιχνεύεται αυτόματα όταν η παλέτα μετακινείται επάνω στο φορτηγό.	
Φόρτωση φορτηγών	Ο γραμμωτός κώδικας που βρίσκεται στην παλέτα ανιχνεύεται με χειροκίνητη συσκευή προκειμένου να επιβεβαιωθεί το περιεχόμενο της παράδοσης.		
Επιστροφές/ανακλήσεις προϊόντων	Ο κατασκευαστής ενημερώνει τους λιανοπωλητές και τους πελάτες του για τα προϊόντα που επιστρέφονται ή ανακλούνται. Η διαχείριση των επιστρεφόμενων προϊόντων γίνεται με χειρωνακτικό τρόπο.		Ανιχνεύοντας αυτόματα τους αύξοντες αριθμούς των κιβωτίων, ο κατασκευαστής μπορεί να ενημερώσει τους λιανοπωλητές ποια συγκεκριμένα κιβώτια πρέπει να επιστραφούν ή έχουν ανακληθεί. Τα επιστρεφόμενα κιβώτια μπορούν να προσδιοριστούν μέσω των αριθμών EPC και να καταχωρηθούν αυτόματα.

Πίνακας 3.2: Παρούσες και μελλοντικές διαδικασίες με τη χρήση RFID για τον κατασκευαστή (πηγή [6])

3.2.3 Παρούσες και μελλοντικές διαδικασίες με τη χρήση RFID: Λειτουργίες διανομής

Η παρούσα ενότητα αναφέρεται στον πυρήνα των δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδας συμπεριλαμβανομένων των κέντρων διανομής του κάθε συμμετέχοντα στην αλυσίδα προστιθέμενης αξίας του κλάδου, είτε πρόκειται για τον κατασκευαστή, τον πωλητή, 3PL κλπ. Συγκεκριμένα η ενότητα αυτή περιλαμβάνει την παράδοση και παραλαβή των προϊόντων μεταξύ των εμπορικών εταιρών, τη διακίνηση των εμπορευμάτων μεταξύ των κέντρων διανομής και τη διαχείριση των logistics περιουσιακών στοιχείων. Στις τρέχουσες διαδικασίες (χωρίς τη χρήση RFID) συμβαίνουν τα εξής όπως φαίνονται και στο παρακάτω σχήμα: [36]



[Πηγη:GS1]

(1) Διαδικασία παραλαβής (Receiving Process):

- Γίνεται χειροκίνητο σκανάρισμα κιβωτίων ή παλετών το οποίο απασχολεί άσκοπα εργατικό δυναμικό.
- Η επανατοποθέτηση ετικετών σε φθαρμένα προϊόντα ή σε προϊόντα χωρίς ετικέτα προκαλεί επιπρόσθετα εργατικά κόστη και καθυστερεί τη διαδικασία της λήψης παραγγελίας.

(2) Αναγνώσεις στην ταινία μεταφοράς (Conveyor Reads):

- Οι λανθασμένες αναγνώσεις οδηγούν σε απομόνωση προϊόντων τα οποία απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή.

(3) Διαχείριση αποθέματος (Inventory Management):

- Ανακριβής πληροφορία αποθέματος.
- Υψηλά εργατικά κόστη καταμέτρησης του φυσικού αποθέματος.

(4) Αποθήκη προμηθευτή (Supplier Depot):

- Εκτέλεση επιλογής καταστημάτων για ευρεία γκάμα πελατών.
- Απαιτήση για αρκετό εργατικό προσωπικό ώστε να ελέγχουν την ακρίβεια της παραγγελίας.
- Πολλαπλές διανομές και όγκος παραγγελιών μπορεί να προκαλέσουν λάθη.

(5) Περιοχή Cross-Docking:

- Οι έλεγχοι συμμόρφωσης περιέχουν λάθη, ακόμα και αν βασίζονται στο barcode scanning.

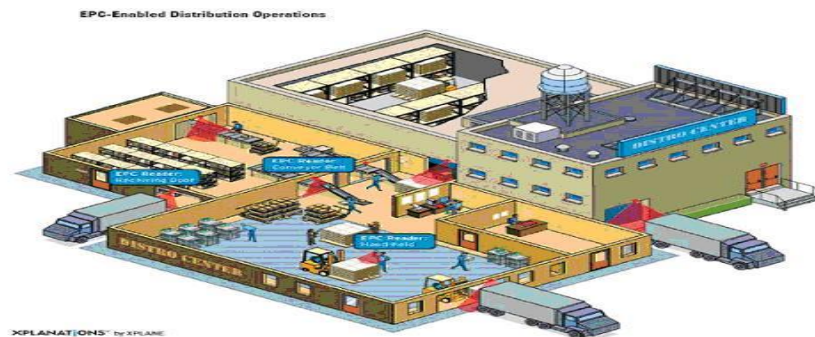
(6) Διαδικασία αποστολής εμπορευμάτων (Shipment Process):

- Λάθος προϊόντα, λάθος αγαθά αποστέλλονται στο λάθος κατάστημα.
- Ή απαιτούνται ακριβές διαδικασίες ελέγχου ποιότητας (π.χ. audits ελέγχου).

(7) Έλεγχος RTI/αγαθών (RTI/Asset Control):

- Τα απαιτούμενα αγαθά δεν είναι διαθέσιμα όταν χρειάζεται.
- Ανεπαρκής αποθήκευση/έλεγχος οδηγεί σε κλοπές.
- Μη αποδοτικές διαδικασίες επιστροφών.

Με τη χρήση της τεχνολογίας RFID, οι παραπάνω διαδικασίες γίνονται πολύ πιο αποδοτικές και μετατρέπονται ως εξής: [\[36\]](#)



[Πηγή:GS1]

(1) Διαδικασία παραλαβής (Receiving Process):

- Όλες οι παλέτες αναγνωρίζονται αυτόματα.
- Αυτόματο “three-way match” των λαμβανομένων προϊόντων και δελτίων αποστολής.
- Χειροκίνητη παρέμβαση απαιτείται μόνο για εισβολές/ζημιές.

(2) Αναγνώσεις στην ταινία μεταφοράς (Conveyor Reads):

- Πολύ υψηλότερα ποσοστά ανάγνωσης.
- Λιγότερες ‘απορρίψεις’ που απαιτούν χειροκίνητο χειρισμό.

(3) Διαχείριση αποθέματος (Inventory Management):

- Ακριβής πληροφορία αποθέματος.
- Μειωμένη ανάγκη για χειροκίνητη καταμέτρηση.

(4) Αποθήκη προμηθευτή (Supplier Depot):

- Βελτιωμένη διαχείριση της αποθήκης.
- Βελτιωμένη παρακολούθηση των προϊόντων.

(5) Περιοχή Cross-Docking:

- Βελτιωμένη ακρίβεια cross-docking.

(6) Διαδικασία αποστολής (Shipment Process):

- Αυτοματοποιημένη “green light” αποστολή μέσω επιβεβαίωσης (“pick, pack & ship” match).
- Βελτιωμένη συμμόρφωση “σωστό προϊόν, σωστή πόρτα, σωστό κατάστημα”.

(7) Έλεγχος RTI/αγαθών (RTI/Asset Control):

- Βελτιωμένη χρησιμοποίηση.
- Μειωμένες κλοπές.
- Βελτιωμένες διαδικασίες επιστροφών.

Εφαρμογή RFID ετικετών στις παλέτες

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

- Οργάνωση παλετών: Οι βελτιώσεις εδώ είναι παρόμοιες με τις βελτιώσεις που αναφέρθηκαν στη διαδικασία οργάνωσης των αποθηκών των κατασκευαστών. Ο αυτόματος προσδιορισμός της θέσης των παλετών και της θέσης αποθήκευσης μπορεί πάλι να εξοικονομήσει κάποιο χρόνο εργασίας.

- Αντικατάσταση παλέτας: Στα κέντρα διανομής μπορεί να χρειαστεί να αντικατασταθεί μια παλέτα (π.χ. που δεν είναι ακόμα έτοιμη για παράδοση) με μια άλλη. Παρόμοια με τη διαδικασία συγκέντρωσης, εξοικονομείται χρόνος εργασίας όταν προσδιορίζονται αυτόματα οι παλέτες.

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

- Φόρτωση φορτηγών: Όπως για τον κατασκευαστή, όμοια και στο κέντρο διανομής οι γραμμωτοί κώδικες στις ετικέτες των παλετών ανιχνεύονται συνήθως για να ελέγξουν μια παράδοση. Η εξάλειψη της χειρωνακτικής διαδικασίας ανίχνευσης μπορεί να ελευθερώσει χρόνο για το προσωπικό της αποθήκης. [\[6\]](#)

Εφαρμογή RFID ετικετών στα κιβώτια

- **Παραλαβή αποστολών:** Στην περιοχή παραλαβής των προϊόντων στο κέντρο διανομής, ελέγχονται η ποιότητα και η ποσότητα των παραδοθέντων προϊόντων. Οι ετικέτες RFID σ' αυτό το στάδιο μπορούν να εξαλείψουν την ανάγκη να ελεγχθεί ο αριθμός των κιβωτίων σε μια παλέτα. Εάν οι σημειώσεις παράδοσης είναι διαθέσιμες ηλεκτρονικά, οι παραδόσεις μπορούν αυτόματα να επιβεβαιωθούν. Αυτό μειώνει σημαντικά τη χειρωνακτική διαδικασία ελέγχου.

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

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

- **Κατάλογος αποθεμάτων:** Ένα μεγάλο μέρος της προσπάθειας για τον υπολογισμό των αποθεμάτων στα κέντρα διανομής αφορά στον έλεγχο του αριθμού κιβωτίων στις παλέτες που τοποθετούνται στην περιοχή επιλογής. Επειδή με την ανάγνωση των ετικετών RFID στα κιβώτια είναι δυνατό να καθοριστεί ακριβώς πόσα κιβώτια ενός προϊόντος είναι σε μια παλέτα, η χειρωνακτική διαδικασία μέτρησης μπορεί να μειωθεί δραστικά. [6]

Κέντρο διανομής	Παρούσα διαδικασία	Αλλαγές με τη χρήση RFID ετικετών στις παλέτες	Αλλαγές με τη χρήση RFID ετικετών στα κιβώτια
Παραλαβή αποστολών	Ο γραμμωτός κώδικας στην παλέτα διαβάζεται με χειροκίνητη συσκευή όταν η παλέτα εκφορτώνεται. Ο αριθμός των κιβωτίων σε μια παλέτα μετριέται με το χέρι για να συγκριθεί η φυσική παράδοση με τα στοιχεία του δελτίου παράδοσης. Επιπλέον, το δελτίο παράδοσης συγκρίνεται με τη διαταγή παραγγελίας. Η ποιότητα των	Ο αριθμός EPC της ετικέτας RFID, που είναι ενσωματωμένη στην παλέτα, διαβάζεται αυτόματα κατά την εκφόρτωση. Ο αριθμός EPC χρησιμοποιείται για το μετέπειτα προσδιορισμό και την παρακολούθηση κάθε παλέτας στο κέντρο διανομής (δηλ. δε χρειάζεται να ενσωματωθεί	Οι αριθμοί EPC των κιβωτίων που περιέχονται στις παλέτες ανιχνεύονται κατά την εκφόρτωση. Οι πληροφορίες για τα κιβώτια κάθε φυσικής παράδοσης συγκρίνονται αυτόματα με το αντίστοιχο ηλεκτρονικό σημείωμα παράδοσης (π.χ. συγκρίνονται εντολές που στάλθηκαν ηλεκτρονικά

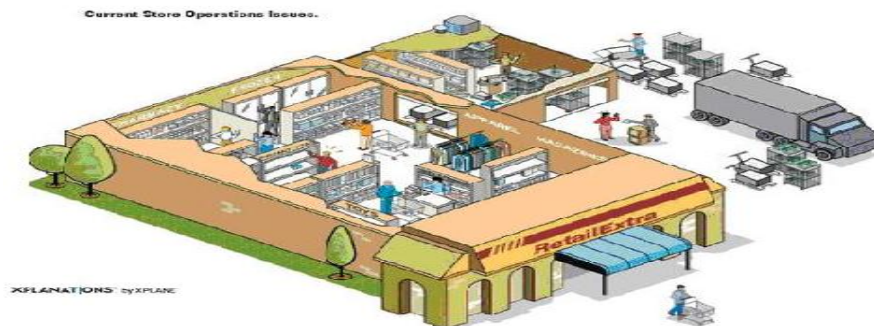
	εμπορευμάτων (π.χ. φορτές) ελέγχεται χειρωνακτικά και έπειτα ενσωματώνεται μια νέα ετικέτα γραμμωτού κώδικα.	νέα ετικέτα όπως περιγράφεται στην περίπτωση του γραμμωτού κώδικα).	πριν από την άφιξη της φυσικής παράδοσης).
Οργάνωση παλετών	Ο οδηγός του ανυψωτικού μηχανήματος ανιχνεύει με μια χειροκίνητη συσκευή το γραμμωτό κώδικα στην παλέτα για να προσδιορίσει τα στοιχεία της συγκεκριμένης παλέτας. Η παλέτα μεταφέρεται στη θέση αποθήκευσης. Η θέση αποθήκευσης ελέγχεται με την ανάγνωση του γραμμωτού κώδικα που την προσδιορίζει.	Ο αριθμός EPC ανιχνεύεται αυτόματα όταν το ανυψωτικό μηχάνημα πλησιάζει για να προσδιορίσει κάθε παλέτα. Ο αριθμός EPC στη θέση αποθήκευσης διαβάζεται επίσης αυτόματα προκειμένου να επιβεβαιωθεί η θέση αποθήκευσης.	
Μετακινήσεις/ Μεταφορές παλετών	Ο οδηγός του ανυψωτικού μηχανήματος ανιχνεύει με χειροκίνητη συσκευή το γραμμωτό κώδικα στην παλέτα προκειμένου να ελεγχθεί η ταυτότητά της. Η παλέτα μεταφέρεται στην περιοχή επιλογής.	Ο αριθμός EPC ανιχνεύεται αυτόματα όταν το ανυψωτικό μηχάνημα πλησιάζει για να προσδιορίσει κάθε παλέτα.	
Επιλογή μικτών παλετών	Επιλέγεται ο ενδεδειγμένος αριθμός κιβωτίων από την περιοχή επιλογής. Ο αριθμός των επιλεγμένων κιβωτίων καταγράφεται για επιβεβαίωση.		Οι ετικέτες RFID των κιβωτίων ανιχνεύονται με σκοπό να καταγραφεί και να ελεγχθεί το σύνολο των επιλεγμένων κιβωτίων.
Συγκέντρωση παραγγελιών	Οι συγκεντρωμένες παλέτες μετακινούνται προς την περιοχή δρομολόγησης και συσκευάζονται. Ενσωματώνεται νέα ετικέτα γραμμωτού κώδικα που προσδιορίζει το περιεχόμενο της κάθε παλέτας. Ανιχνεύεται ο γραμμωτός κώδικας της περιοχής επιλογής προκειμένου να επιβεβαιωθεί η θέση κάθε παλέτας. Ελέγχονται δείγματα των επιλεγμένων παλετών με σκοπό να διαπιστευτεί η ακρίβεια επιλογής.	Ο αριθμός EPC ανιχνεύεται αυτόματα προκειμένου να προσδιοριστεί μοναδικά το περιεχόμενο κάθε παλέτας. Ο αριθμός EPC στην περιοχή δρομολόγησης ανιχνεύεται αυτόματα προκειμένου να επιβεβαιωθεί η θέση κάθε παλέτας.	Καθώς η ακρίβεια της επιλογής έχει ελεγχθεί στο προηγούμενο βήμα της διαδικασίας επιλογής, δεν υπάρχει πλέον η ανάγκη για δειγματοληπτικό έλεγχο του περιεχομένου των εμπορευμάτων.
Φόρτωση φορτηγών	Ο γραμμωτός κώδικας κάθε παλέτας ανιχνεύεται με χειροκίνητη συσκευή προκειμένου να ελεγχθεί το σύνολο της παράδοσης.	Ο αριθμός EPC κάθε παλέτας διαβάζεται προκειμένου να ελεγχθεί το σύνολο της παράδοσης.	
Επιστροφές/ ανακλήσεις προϊόντων	Το κέντρο διανομής ενημερώνει τα καταστήματα λιανικής για τα προϊόντα που επιστρέφονται / έχουν ανακληθεί. Η διαχείριση των επιστροφών γίνεται χειρωνακτικά.		Βάσει της αρίθμησης που έχει προηγηθεί για τον προσδιορισμό και την παρακολούθηση των εμπορευμάτων, το κέντρο διανομής έχει τη δυνατότητα να εντοπίσει αυτόματα ποια καταστήματα λιανικής έχουν παραλάβει προϊόντα που πρέπει να επιστραφούν / ανακληθούν και τα

			ενημερώνει. Τα κιβώτια που πρέπει να επιστραφούν αναγνωρίζονται μέσω των αριθμών EPC και καταχωρούνται αυτόματα.
Καταγραφή αποθέματος	Το απόθεμα στην περιοχή επιλογής συνήθως καταγράφεται με το χέρι.		Οι ετικέτες RFID των κιβωτίων κάθε παλέτας στην περιοχή επιλογής ανιχνεύονται τακτικά. Αυτό εξαλείφει την ανάγκη για χειρωνακτικούς υπολογισμούς αποθεμάτων.

Πίνακας 3.3: Παρούσες και μελλοντικές διαδικασίες με χρήση RFID για το κέντρο διανομής (πηγή [6])

3.2.4 Παρούσες και μελλοντικές διαδικασίες με τη χρήση RFID: Λειτουργίες στο κατάστημα λιανικής πώλησης

Η παρούσα ενότητα αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο συνεισφέρει η τεχνολογία RFID στην παραλαβή προϊόντων από το κέντρο διανομής («store replenishment») και τη μετακίνηση των προϊόντων μέσα στο ίδιο το κατάστημα («shelf replenishment»). Στις τρέχουσες διαδικασίες, οι οποίες πραγματοποιούνται στο κατάστημα (χωρίς τη χρήση RFID), συμβαίνουν τα εξής όπως φαίνονται και στο παρακάτω σχήμα: [36]



[Πηγή:GS1]

(1) Ως προς τους αποθηκευτικούς χώρους (Backroom):

- Επικρατεί η λογική της 'τυφλής λήψης παραγγελιών' ('blind receiving'). Ενώ παλαιότερα οι υπάλληλοι της αποθήκης απλά κατέγραφαν ό,τι έβλεπαν, τώρα με την αυτοματοποίηση της διαδικασίας, γίνεται και matching του δελτίου αποστολής με το δελτίο παραλαβής και υπάρχουν alerts σε τυχόν ασυμφωνίες.

- Δεν υπάρχει ακριβής απογραφή αποθέματος.

- Επικρατεί δυσκολία στην εύρεση προϊόντων για αναπλήρωση των ραφιών (shelf replenishment).

(2) Στους Χώρους Πωλήσεων (Sales Floor) επικρατεί:

- Ανεπαρκής πληροφορία για το απόθεμα.
- Ανεπαρκής διαθεσιμότητα on-shelf (δυσκολία στην εύρεση προϊόντων και στην πρόβλεψη out-of-stocks).
- Υψηλά κόστη εργασίας λόγω καθυστερήσεων στην εύρεση του κατάλληλου προϊόντος από τους πωλητές.
- Αυταρχικές ρουτίνες αναπλήρωσης που δεν υπακούουν την πραγματική ζήτηση

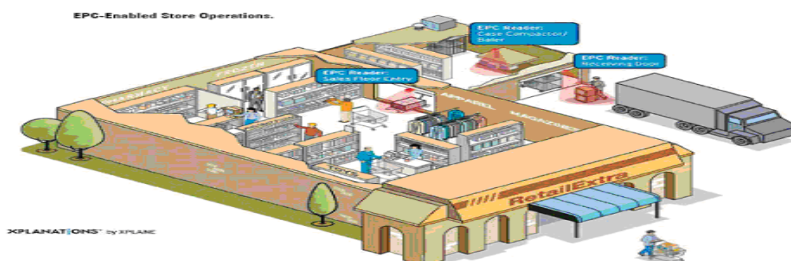
(3) Στις Διανομές στα καταστήματα (Store Deliveries):

- Οι λιανέμποροι απαιτούν διανομές “in hours” ώστε οι εργαζόμενοι στα καταστήματα να μπορούν να ελέγχουν χειροκίνητα την ακρίβεια της παραγγελίας.
- Τα περιθώρια της διανομής στενεύουν και τα οχήματα του λιανέμπορου έχουν προτεραιότητα σε σχέση με αυτά των προμηθευτών άμεσης διανομής στο κατάστημα, καθυστερώντας έτσι κατά τη φόρτωση-εκφόρτωση.
- Γίνονται λάθη στις πολυδιανομές (λάθος προϊόν, λάθος μαγαζί).
- Ανεπαρκείς διαδικασίες ελέγχου (υψηλά εργατικά κόστη, στενωποί - bottlenecks).
- Υπερβολικός χρόνος ξοδεύεται στη διόρθωση εσωτερικών δεδομένων για το παραληφθέν αγαθό.

(4) Στην Αποθήκη (Yard):

- Μη ασφαλείς πόρτες λήψης της παραγγελίας.
- Μη εξουσιοδοτημένη μετακίνηση προϊόντων/ αγαθών (συμπεριλαμβανομένης και της κλοπής).

Με τη χρήση της τεχνολογίας RFID οι κατασκευαστές και οι λιανοπωλητές πιστεύουν ότι οι εργαζόμενοι στο κατάστημα θα έχουν περισσότερες δυνατότητες για την βελτίωση της ακρίβειας στην απογραφή, την παρακολούθηση της κυκλοφορίας του προϊόντος από την αποθήκη ως τον χώρο των πωλήσεων, την γρηγορότερη εύρεση των προϊόντων και γενικότερα την καλύτερη διαχείριση της αναπλήρωσης στο ράφι, που βελτιώνει γενικότερα την διαθεσιμότητα του προϊόντος. Πιο συγκεκριμένα οι παραπάνω διαδικασίες με την εισαγωγή της τεχνολογίας RFID μετατρέπονται ως εξής: [\[36\]](#)



[Πηγή:GS1]

(1) Ως προς τους αποθηκευτικούς χώρους (Backroom):

- Η λήψη της παραγγελίας γίνεται με επαλήθευση - “hands free” receiving, με συναγερμούς στην περίπτωση ασυμφωνιών.

- Ακριβής πληροφορία για το απόθεμα.
- Καλύτερη διαχείριση της τοποθεσίας του αποθέματος.

(2) Σχετικά με τους Χώρους των πωλήσεων (Sales Floor):

- Ακριβής πληροφορία για το απόθεμα.
- Βελτιωμένη διαθεσιμότητα on-shelf.
- Μειωμένες διαχειριστικές ενέργειες.
- Πιο αποδοτική αναπλήρωση προϊόντων.

(3) Σχετικά με την Διανομή στα καταστήματα (Store Deliveries):

- Βελτιωμένη ακρίβεια λήψης της παραγγελίας.
- Μειωμένη συμφόρηση / Βελτιωμένοι χρόνοι φόρτωσης – εκφόρτωσης.
- Καλύτερη χρησιμοποίηση εργατικού δυναμικού.
- Δυνατότητα για “off hours” check-in και διανομή.
- Αυτοματοποιημένο ταίριασμα παραληφθέντων προϊόντων και δελτίου αποστολής.
- Βελτιωμένοι χρόνοι φόρτωσης – εκφόρτωσης και χρησιμοποίηση του στόλου των προμηθευτών άμεσης διανομής στο κατάστημα

(4) Στον χώρο της Αποθήκης (Yard):

- Ασφαλείς πόρτες στο χώρο λήψης της παραγγελίας.
- Καλύτερος έλεγχος προϊόντων/αγαθών και επιστροφών.

(5) Στην Περιοχή απορριμμάτων (Waste Area):

- Τοποθέτηση αναγνώστη ώστε να επιβεβαιώνει ότι οι θήκες άδειασαν και αφαιρέθηκαν από το αρχείο του αποθέματος.

Ακολουθεί μια πιο λεπτομερή αναφορά σε συγκεκριμένες δυνατότητες εφαρμογών που προκύπτουν από τη χρήση της τεχνολογίας RFID.

Εφαρμογή RFID ετικετών στις παλέτες

- Παραλαβή παραγγελίας: Στο κατάστημα λιανικής, οι ληφθείσες παλέτες συνήθως ελέγχονται με το χέρι και τα στοιχεία τους συγκρίνονται με τη σημείωση στο δελτίο παράδοσης και τη διαταγή παραγγελίας. Με τις ετικέτες RFID στις παλέτες, το βήμα του προσδιορισμού των παλετών μπορεί να αυτοματοποιηθεί και έτσι εξοικονομείται χρόνος για το προσωπικό των καταστημάτων.

Εφαρμογή RFID ετικετών στα κιβώτια

- Παραλαβή παραγγελίας: Σε αντίθεση με τις παραδόσεις από κέντρα διανομής, οι οποίες συχνά δεν ελέγχονται στο κατάστημα, το προσωπικό των καταστημάτων ελέγχει όλες τις άμεσες παραδόσεις που παραλαμβάνονται από τους κατασκευαστές. Υπό τον όρο ότι οι ετικέτες RFID σε όλα τα κιβώτια που είναι σε μια παλέτα μπορούν να διαβαστούν, ο χρόνος για τους χειρωνακτικούς ελέγχους μειώνεται. Επιπλέον, με την αυτοματοποίηση της διαδικασίας ελέγχου το κατάστημα λιανικής έχει τη δυνατότητα να ανιχνεύσει λάθη στις παραδόσεις, που δεν ανιχνεύθηκαν σε προηγούμενα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η τιμολόγηση προϊόντων που δεν έχουν παραδοθεί.

- Επίδραση των αλλαγών στη διαδικασία επιλογής μικτών παλετών στο κατάστημα:

- Η αυξανόμενη ακρίβεια επιλογής, που αναφέρθηκε προηγουμένως στο κέντρο διανομής, όχι μόνο οδηγεί σε οφέλη εκεί αλλά ασκεί επίδραση και στην απόδοση των καταστημάτων. Αρχικά, μια υψηλότερη ακρίβεια σημαίνει λιγότερα ελλιπή προϊόντα σε μια παράδοση που μπορεί να αυξήσει τη διαθεσιμότητα των προϊόντων για το κατάστημα (εξαρτάται από το εάν τα προϊόντα απαιτούνται πραγματικά για το ξαναέμισμα ραφιών προκειμένου να αποφευχθεί η κατάσταση εξάντλησης του αποθέματος στο κατάστημα προτού να φθάσει η επόμενη παράδοση). Αφετέρου, εάν τα λάθη σε μια παράδοση δεν ανιχνεύονται, οδηγούν επίσης σε λανθασμένη πληροφόρηση του συστήματος διαχείρισης αποθεμάτων όσον αφορά το πραγματικό διαθέσιμο απόθεμα που υπάρχει στο κατάστημα.

- Μερικά καταστήματα χρησιμοποιούν πληροφοριακά συστήματα για να εξάγουν αυτόματα τα δελτία παραγγελίας. Εάν αυτά τα δελτία είναι βασισμένα σε ανακριβείς πληροφορίες, υπάρχει η περίπτωση να παραγγελθούν περισσότερα ή λιγότερα προϊόντα από τα απαιτούμενα. Στην πρώτη περίπτωση, αυτό οδηγεί σε υπερβολικό απόθεμα. Στη δεύτερη περίπτωση, εμφανίζεται σύντομα εξάντληση αποθέματος. Έχει υπολογιστεί ότι το ένα τρίτο μέχρι και οι μισές από τις περιπτώσεις εξάντλησης αποθέματος στις αποθήκες των καταστημάτων οφείλονται σε ανακριβή δελτία παραγγελίας και πρόβλεψης ζήτησης των καταστημάτων.

- Τρίτον, μερικές φορές υπάρχουν προϊόντα σε μια παράδοση τα οποία δεν έχουν παραγγελθεί. Εάν τα προϊόντα διατίθενται στο κατάστημα, αυτό οδηγεί σε πρόσθετο απόθεμα στο κατάστημα. Αυτό προκαλεί κάποιο συμπληρωματικό κόστος εκμετάλλευσης αποθεμάτων. Αλλά αυτές οι δαπάνες είναι πιθανό να είναι αμελητέες έναντι της περίπτωσης όπου παραδίδονται προϊόντα που δεν διατίθενται από το συγκεκριμένο κατάστημα. Αυτά τα προϊόντα μπορούν να επιστραφούν στο κέντρο διανομής, αλλά δεδομένου ότι το κόστος για τις επιστροφές είναι μάλλον υψηλό, μερικοί λιανοπωλητές επιλέγουν απλά να πετάξουν τα προϊόντα.

- Ο ανεφοδιασμός του ραφιού: Η εφαρμογή του RFID στο κιβώτιο επιτρέπει το διαχωρισμό του αποθέματος στις αποθήκες (backroom) και του αποθέματος στο χώρο (store floor) των καταστημάτων. Αυτός ο διαχωρισμός δεν υπάρχει προς το παρόν και μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της εξάντλησης αποθέματος με δύο τρόπους:

- Αρχικά, η ακριβής πληροφόρηση για το απόθεμα που βρίσκεται στην αποθήκη του καταστήματος μπορεί να βοηθήσει τους υπαλλήλους να έχουν πλήρη εικόνα ακόμα και για το απόθεμα που δεν είναι άμεσα ορατό από αυτούς. Οι υπάλληλοι μπορούν έπειτα να αναζητήσουν συγκεκριμένα προϊόντα. Εάν αυτή η διαδικασία δε λειτουργεί, τα προϊόντα εμφανίζονται να είναι σε έλλειψη στα ράφια ενώ στην πραγματικότητα υπάρχουν διαθέσιμα στην αποθήκη του καταστήματος. Έρευνα αποδεικνύει ότι το ένα τρίτο των προϊόντων που εμφανίζονται σε έλλειψη, στην πραγματικότητα υπάρχουν στο κατάστημα αλλά όχι στο ράφι (Coca-Cola Retailing Research Council, 1996).

- Από την άλλη μεριά, ο διαχωρισμός των προϊόντων που βρίσκονται στο κατάστημα και του αποθέματος, μπορεί να βοηθήσει στην εκτίμηση κατά προσέγγιση του αριθμού των προϊόντων που βρίσκονται ακόμα στο ράφι. Αυτή η εκτίμηση μπορεί να προκύψει από το συνδυασμό των πληροφοριών που έχουμε για τον αριθμό κιβωτίων, που μετακινούνται στο κατάστημα και για τον όγκο των πωλήσεων που υπολογίζεται στο σημείο πώλησης (Point of sales-POS). (Αυτή η εκτίμηση δεν θα είναι ποτέ εξ ολοκλήρου ακριβής γιατί κλοπές, ζημιές, κ.λπ. οδηγούν σε ανακριβή στοιχεία αποθέματος).

- Εάν η κατάσταση εξάντλησης αποθέματος πλησιάζει και υπάρχει ακόμα απόθεμα στην αποθήκη, μπορεί να δημιουργηθεί αυτόματα ένα αίτημα να ξαναγεμιστούν τα ράφια με τα προϊόντα από την αποθήκη του καταστήματος. Η εξάντληση αποθέματος δεν οδηγεί απαραίτητα σε απωλεσθείσες πωλήσεις. Οι εκτιμήσεις ποικίλλουν, αλλά έχει διαπιστωθεί ότι κατά μέσον όρο οι πελάτες τείνουν να αγοράζουν διαφορετικό προϊόν σε δύο από τις τρεις περιπτώσεις (Emmelhainz et al, 1991). Αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τον υπολογισμό του αντίκτυπου που έχει αυτή η κατάσταση στην κερδοφορία των καταστημάτων.

- Ο κατασκευαστής μπορεί επίσης να ωφεληθεί από την αυξανόμενη διαθεσιμότητα των προϊόντων, δεδομένου ότι όλο και λιγότεροι καταναλωτές μεταπηδούν στα ανταγωνιστικά εμπορικά σήματα όταν ένα προϊόν της προτίμησής τους έχει εξαντληθεί στο ράφι. Για τον κατασκευαστή, δεν είναι τόσο σημαντικό εάν ο καταναλωτής αγοράζει ένα διαφορετικό προϊόν στο κατάστημα. Εντούτοις, είναι σημαντικό να είναι γνωστό εάν τελικά αγοράζει ένα άλλο προϊόν από τον ίδιο κατασκευαστή, το ίδιο προϊόν σε ένα διαφορετικό κατάστημα ή ένα προϊόν ανταγωνιστικού εμπορικού σήματος (ή κανένα προϊόν). Η χαμηλή διαθεσιμότητα προϊόντων έχει αρνητικό αντίκτυπο στην πίστη των πελατών όσον αφορά το εμπορικό σήμα του προϊόντος και τη φήμη των καταστημάτων λιανικής πώλησης, αλλά αυτό είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί.

- Οι ετικέτες RFID στα κιβώτια (ή ακόμα και στα μεμονωμένα προϊόντα στο μέλλον) δεν μπορούν να εξαλείψουν πλήρως τις καταστάσεις εξάντλησης αποθέματος. Αλλά οι ετικέτες RFID μπορούν να αντιμετωπίσουν μερικές από τις πρωταρχικές αιτίες στις οποίες οφείλεται η ανακρίβεια στα στοιχεία αποθέματος.

- Επιστροφές/διαδικασίες ανάκλησης και επιλογής: Υπάρχουν δύο ζητήματα που πρέπει να εξεταστούν:

➤ Το πρώτο σχετίζεται με τη χειρωνακτική διαχείριση των προϊόντων. Οι ετικέτες RFID στα κιβώτια μπορούν να βοηθήσουν στη διαδικασία καταγραφής των κιβωτίων που είναι για επιστροφή, ανεξάρτητα από το εάν τα προϊόντα επιστρέφονται λόγω μιας ανάκλησης είτε επειδή το κατάστημα έχει διαπιστώσει ότι τα προϊόντα που παρέλαβε δεν συμπεριλαμβάνονταν στην παραγγελία του είτε παρουσιάζουν κάποιο ελάττωμα.

➤ Το δεύτερο σχετίζεται με τον προσδιορισμό των προϊόντων που πρέπει να επιστραφούν σε περίπτωση ανάκλησης. Εάν το κατάστημα λάβει ένα αίτημα να επιστραφούν ορισμένα προϊόντα, το προσωπικό του καταστήματος ξεκινά την αναζήτηση αυτών των προϊόντων μέσα στο κατάστημα. Με την υπάρχουσα κατάσταση, το κατάστημα δεν μπορεί να καθορίσει εάν τα συγκεκριμένα προϊόντα βρίσκονται στην αποθήκη του καταστήματος ή στα ράφια. Ο διαχωρισμός του καταλόγου αποθεμάτων και των προϊόντων που βρίσκονται στο ράφι μειώνει την προσπάθεια για τον εντοπισμό αυτών των προϊόντων στο κατάστημα.

➤ Επιπλέον, βασιζόμενο στους αύξοντες αριθμούς των κιβωτίων, το κέντρο διανομής είναι σε θέση να ενημερώσει μόνο εκείνα τα καταστήματα που έχουν λάβει τα συγκεκριμένα προϊόντα αντί όλων των καταστημάτων. Αυτό σημαίνει ότι τα καταστήματα που δεν έλαβαν κάποιο από αυτά τα προϊόντα δε θα ξοδέψουν χρόνο ψάχνοντας άδικα.

➤ Η επίτευξη αυτού του οφέλους εξαρτάται από την πολιτική του λιανοπωλητή όσον αφορά τις ανακλήσεις προϊόντων. Παραδείγματος χάριν, σε περίπτωση πιθανών κινδύνων υγείας από κάποια παρτίδα προϊόντων, οι λιανοπωλητές τείνουν να απομακρύνουν όλα τα προϊόντα από τα ράφια, ακόμα κι αν ξέρουν ότι μόνο ορισμένες παρτίδες έχουν το πρόβλημα. Αυτό γίνεται επειδή οι λιανοπωλητές θέλουν να αποδείξουν στους καταναλωτές ότι έχουν λάβει τα απαραίτητα μέτρα προστασίας της υγείας τους (δεδομένου ότι οι καταναλωτές τείνουν να μην διακρίνουν αν το πρόβλημα εμφανίζεται σε όλα τα προϊόντα ή μόνο σε μια παρτίδα τους). [6]

Πίνακας 3.4: Παρούσες και μελλοντικές διαδικασίες με τη χρήση RFID για το κατάστημα [6]

Κέντρο διανομής	Παρούσα διαδικασία	Αλλαγές με τη χρήση RFID ετικετών στις παλέτες	Αλλαγές με τη χρήση RFID ετικετών στα κιβώτια
Παραλαβή παραγγελιών	Κάθε παλέτα προσδιορίζεται με χειρωνακτικό τρόπο. Οι παραδόσεις που παραλαμβάνονται απευθείας από το κέντρο διανομής δε χρειάζονται πρόσθετο έλεγχο ποιότητας και ακρίβειας. Για τα εμπορεύματα που παραλαμβάνονται απευθείας από καταστήματα, ελέγχεται με το χέρι ο αριθμός των κιβωτίων κάθε παλέτας για να συγκριθεί η φυσική παράδοση με το δελτίο παραγγελίας. Με χειρωνακτικό τρόπο εξετάζεται επίσης και η ποιότητα της παράδοσης (π.χ. έλεγχος για φθορές).	Ο αριθμός EPC κάθε παλέτας ανιχνεύεται αυτόματα κατά την εκφόρτωση προκειμένου να αναγνωριστεί η κάθε παλέτα.	Οι αριθμοί EPC των κιβωτίων που περιέχονται στις παλέτες ανιχνεύονται κατά την εκφόρτωση. Οι πληροφορίες για τα κιβώτια κάθε φυσικής παραγγελίας συγκρίνονται αυτόματα με το αντίστοιχο ηλεκτρονικό σημείωμα παραγγελίας (π.χ. συγκρίνονται εντολές που στάλθηκαν ηλεκτρονικά πριν από την άφιξη της φυσικής παραγγελίας).
Ανεφοδιασμός	Τα κιβώτια μετακινούνται μεταξύ της αποθήκης και του		Ανιχνεύονται οι ετικέτες RFID των κιβωτίων που

ραφιδίου	χώρου του καταστήματος. Συνήθως δεν υπάρχει πληροφόρηση εάν τα προϊόντα που περιλαμβάνονται σε ένα κιβώτιο είναι ακόμα στην αποθήκη ή έχουν ήδη μεταφερθεί στο χώρο του καταστήματος.		μετακινούνται μεταξύ της αποθήκης και του χώρου του καταστήματος. Το σύστημα διαχείρισης αποθεμάτων εξυπηρετεί στον ακριβή διαχωρισμό μεταξύ του αποθέματος της αποθήκης και των ποσοτήτων που βρίσκονται στο χώρο του καταστήματος.
Προσδιορισμός επιστροφών	Το προσωπικό του καταστήματος λιανικής ελέγχει τα προϊόντα. Η έλλειψη πληροφόρησης εάν τα προϊόντα που πρέπει να επιστραφούν / ανακληθούν έχουν ήδη μεταφερθεί στο χώρο του καταστήματος, μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένες επιστροφές.		Μόνο εκείνα τα καταστήματα που έχουν πραγματικά λάβει προϊόντα που πρέπει να επιστραφούν/ ανακληθούν χρειάζεται να αναζητήσουν τα συγκεκριμένα προϊόντα. Αυτά τα καταστήματα έχουν τη δυνατότητα να εντοπίσουν αυτόματα τα συγκεκριμένα προϊόντα, βάσει της πληροφόρησης που θα έχουν για την ακριβή αρίθμηση των εμπορευμάτων που βρίσκονται στην αποθήκη και το χώρο του καταστήματος.
Επιστροφές/ Επεξεργασία ανάκλησης προϊόντων	Η διαχείριση των επιστρεφόμενων εμπορευμάτων γίνεται με χειρωνακτικό τρόπο.		Τα κιβώτια που πρέπει να επιστραφούν αναγνωρίζονται μέσω των αριθμών EPC και καταχωρούνται αυτόματα.

3.3 Οφέλη χρήσης και δυνατότητες εφαρμογών τεχνολογίας RFID

3.3.1 Οφέλη χρήσης

Σύμφωνα με τους υποστηρικτές της, η τεχνολογία RFID υπόσχεται να διασώσει εκατομμύρια δολάρια, μέσω της αυξανόμενης αποδοτικότητας στη διανομή και της μειωμένης συρρίκνωσης και επιπλέον να αλλάξει ριζοσπαστικά τον τρόπο που δουλεύει η εφοδιαστική αλυσίδα. Εντούτοις, ακόμα και οι πιο θερμοί υποστηρικτές θα πρέπει να παραδεχτούν ότι τα οφέλη ποικίλουν ιδιαίτερα, ανάλογα με τις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η τεχνολογία RFID παρέχει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι του bar coding. Προτού οποιοσδήποτε οργανισμός μελετήσει τη χρήση του RFID για να υποστηρίξει τις τεχνολογίες του, θα πρέπει να έχει μια σαφή κατανόηση των οφελών που η υπόψη τεχνολογία παρέχει.

Αποδοτικότητα

Ο κύριος λόγος που η Wal-Mart και άλλες εταιρείες ηγέτες, ενδιαφέρονται για την τεχνολογία RFID είναι ότι πιστεύουν ότι θα μειώσουν το κόστος λόγω των πλέον πιο αποδοτικών διανομών. Οι εν λόγω εταιρείες ήδη διαθέτουν συστήματα bar coding. Απαιτούν από τους προμηθευτές τους να εφαρμόζουν ετικέτες bar code στις αποστολές,

έτσι ώστε να μην είναι υποχρεωμένοι χειρονακτικά να ταυτοποιούν τα προϊόντα στις αποβάθρες παραλαβής. Ωστόσο, αν και χρησιμοποιούν αποτελεσματικά το bar coding, πιστεύουν ότι το RFID θα επιτρέψει πιο αποδοτικές λειτουργίες διανομής.

Παρόλο που το bar coding επιτρέπει στις επιχειρήσεις διανομείς και μεταφορές να βελτιώσουν την επιχειρησιακή τους αποδοτικότητα, ωστόσο για την ολοκλήρωση της συναλλαγής η υπόψη τεχνολογία απαιτεί σάρωση με άμεση οπτική επαφή (line-of-sight, LoS). Οι εργαζόμενοι στις αποθήκες, δεδομένου ότι αποτελούν μέρος της διακίνησης των υλικών, τυπικά εκτελούν τις ανωτέρω σαρώσεις με έναν φορητό σαρωτή (hand-held scanner, βλ. εικόνα 3.2). Αν και ο χρόνος που απαιτείται εξαρτάται από το χειρισμό που εκτελείται, η διαδικασία της απόκτησης και σάρωσης των κωδικών bar code ενδέχεται να χρειαστεί ιδιαίτερα σημαντικό χρονικό διάστημα σε ένα αρκετά απασχολημένο κέντρο διανομής.



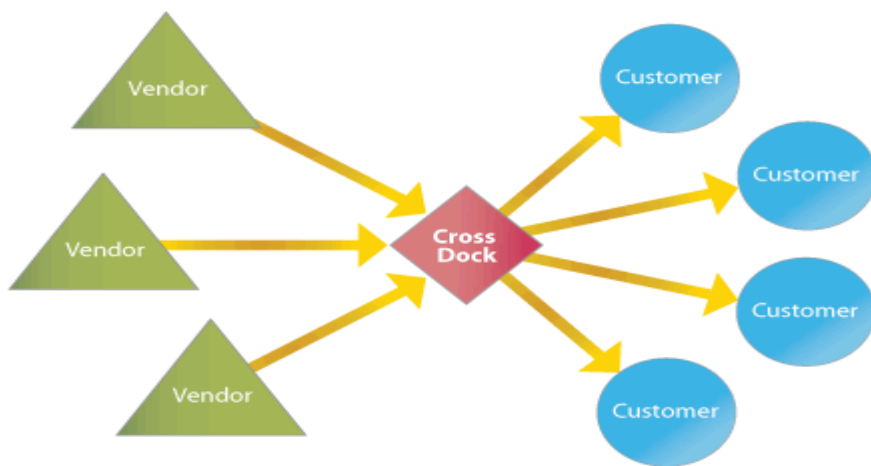
Εικόνα 3.2: Φορητός σαρωτής κωδικών bar code

Η παραλαβή πολύ συχνά αναφέρεται ως η λειτουργία που δύναται να ωφεληθεί τα μέγιστα από την τεχνολογία RFID. Η εργασία που εξοικονομείται, σχετίζεται άμεσα με τον τύπο της παραλαβής που εκτελείται κάθε φορά. Η παραλαβή σε επίπεδο κιβωτίου απαιτεί περισσότερες σαρώσεις από ότι η παραλαβή σε επίπεδο παλέτας, οπότε είναι δεδομένο ότι η πρώτη περίπτωση θα ωφεληθεί περαιτέρω από τη χρήση RFID σε σχέση με τη δεύτερη περίπτωση. Σε κάθε περίπτωση η αποκόμιση οφέλους είναι ξεκάθαρη. Ετικέτες παλέτας ή κιβωτίου αναγνωρίζονται αυτόματα καθώς το προϊόν μετακινείται μέσω της πύλης του RFID (RFID portal), στην αποβάθρα παραλαβής. Οι εργατοώρες που εξοικονομούνται ισοδυναμούν με το χρόνο που χρειάζεται για να εντοπιστεί κάθε ετικέτα bar code και έπειτα να σαρωθεί, καθώς η πύλη του RFID μπορεί να αναγνώσει πολλαπλές ετικέτες ταυτόχρονα οπότε ο χρόνος και η εργασία, που κερδίζεται κατά την παραλαβή των κιβωτίων ή των παλετών, είναι ιδιαίτερα μεγάλος.

Η εργασία αυτή, που εξοικονομείται, δεν περιορίζεται μόνο στον πραγματικό χρόνο της σάρωσης. Το προσωπικό θα σπαταλήσει ιδιαίτερα σημαντικό χρόνο στην τοποθέτηση των προϊόντων κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η μετέπειτα ανάγνωση των ετικετών bar code. Δεν είναι ασύνηθες να παρατηρείται η αποστολή προϊόντων σε επίπεδο κιβωτίου, όπου όλες οι ετικέτες των κιβωτίων στην παλέτα αποστολής είναι κατευθυνόμενες προς τα έξω, έτσι ώστε να μπορούν να σαρωθούν πριν τη φόρτωση. Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία RFID, οι παλέτες μπορούν να κτιστούν και τα κιβώτια να στοιβαχτούν άσχετα με την κατεύθυνση των ετικετών. Επιπρόσθετα είναι πολύ σημαντικό το ότι οι τα κιβώτια δύναται να τοποθετηθούν σε

περιοχές εσωτερικά της παλέτας, δεδομένου ότι ο εντοπισμός με RFID δεν απαιτεί την άμεση οπτική επαφή.

Η αξία των πιθανών οφελών σε επίπεδο εργασίας ποικίλει ανάλογα με τις λειτουργίες που εκτελούνται. Η παραλαβή, με τη χρήση RFID σε επίπεδο παλέτας, ίσως να σημαίνει περισσότερα για μια λειτουργία που βασίζεται στη φιλοσοφία flow-through (δηλ. παράκαμψη των κέντρων διανομής και αποθήκευσης με άμεση αποστολή των αγαθών στους καταναλωτές, βλ. εικόνα 3.3), από ότι να σημαίνει για μια λειτουργία που βασίζεται στην κλασσική φιλοσοφία receive-store-pick warehouse. Μια επιχείρηση η οποία προβαίνει σε αυστηρό έλεγχο ποιότητας εισερχομένων (inbound quality inspection) ίσως να ωφεληθεί λιγότερο από τη χρήση RFID από μια εταιρεία με πιο χαλαρό πρόγραμμα διασφάλισης ποιότητας.



Εικόνα 3.3: Flow-through warehouse

Από άποψη αποδοτικότητας, θεμελιώδη στόχο αποτελεί ο ολοκληρωτικά άνευ σάρωση προϊόντων χειρισμός (entirely scan free operation). Η ικανότητα να ελέγχεις την παραλαβή-αποστολή των υλικών (putaways), την αναπλήρωση (replenishment), τη συλλογή (picking), την αποτίμηση (count) και άλλες εργασίες της αποθήκης χωρίς να είναι απαραίτητη η σάρωση του κωδικού bar code, παρέχει σημαντικό κέρδος σε εργατοώρες και βελτιώνει τη ροή των αγαθών. Λειτουργίες, που απαιτούν τη συλλογή περαιτέρω πληροφοριών κατά την εκτέλεση συναλλαγών απογραφής, ενδεχομένως να αποκτήσουν ακόμη μεγαλύτερη αποδοτικότητα μέσω της χρήσης των ετικετών EPC. Παράδειγμα αποτελεί η συλλογή (picking) φαρμακευτικού υλικού, όπου υφίστανται όρια ζωής, καθώς η χρήση ετικετών EPC καθιστά πλέον μη απαραίτητη τη σάρωση ή την είσοδο (καταγραφή) των lot numbers. Αν και η πρακτικότητα αυτών των ενεργειών ελεύθερης σάρωσης ενδεχομένως να είναι χρονιά μπροστά, εντούτοις καταδεικνύουν τη δυναμική εξοικονόμησης κόστους της νέας τεχνολογίας. [\[12\]](#)

Ακρίβεια

Τα συστήματα χρήσης γραμμωτού κώδικα (barcode) ενδέχεται να είναι εξαιρετικά ακριβή, δεδομένου ότι παρέχουν σχεδόν τέλεια ταυτοποίηση των υλικών. Τυπικά όμως έχουν ένα αδύναμο σημείο, καθώς εξαρτώνται από τον ανθρώπινο παράγοντα, κατά πόσο δηλαδή ο χειριστής εκτελεί πράγματι τη σάρωση. Συνεπώς, το απόθεμα ακόμα «χάνεται» και λανθασμένες αποστολές ακόμα συμβαίνουν, λόγω του ότι κάποιος

συνάδελφος που εργάζεται στην αποθήκη εκτέλεσε μια διακίνηση του αποθέματος χωρίς να εκτελέσει την αντίστοιχη συναλλαγή σάρωσης. Αντίθετα το RFID έχει τη δυνατότητα να παρέχει ένα μηχανισμό ταυτοποίησης των προϊόντων, που δεν εξαρτάται από τη σάρωση της ανθρώπινης πρωτοβουλίας. Οι συναλλαγές εκτελούνται και καταγράφονται αυτόματα καθώς το προϊόν εισέρχεται στην αποθήκη.

Η επιβεβαίωση του φορτίου αποστολής (outbound load confirmation) αποτελεί ένα σαφές παράδειγμα για το πως το RFID μπορεί να συμβάλει στην ακρίβεια. Σε ένα σύστημα που βασίζεται στο barcode, κατά την παλετοποίηση των κιβωτίων αποστολής και διανομής (outbound cases) ενδεχομένως να προσαρτάται συστηματικά μια ετικέτα barcode, η οποία σαρώνεται (scan) κατά τη φόρτωση της παλέτας στο ρυμουλκούμενο (τρέιλερ). Η μέθοδος αυτή είναι μια ακριβής μέθοδος επιβεβαίωσης των φορτίων αποστολής, εφόσον ο εργαζόμενος που έχει αναλάβει τη φόρτωση της παλέτας σαρώνει ή καταγράφει κάθε κιβώτιο κατά την τοποθέτησή του στην παλέτα. Μια εναλλακτική μέθοδος με τη χρήση RFID, η οποία διαβάζει όλες τις ετικέτες των κιβωτίων καθώς η παλέτα μετακινείται μέσω της πύλης αποστολής, θα εξάλειφε τόσο την ανάγκη για σάρωση κατά την παλετοποίηση όσο και το λάθος που πιθανόν θα συνέβαινε εάν η σάρωση ενός κιβωτίου δεν πραγματοποιούνταν. Ως εκ τούτου θα υπάρξει περαιτέρω όφελος σε εργατώρες, δεδομένου ότι δε θα υφίσταται η ανάγκη για έλεγχο στη γραμμή αποστολής για μη καταγεγραμμένα κιβώτια. Βέβαια αναγκαία προϋπόθεση αποτελεί η επικόλληση ετικέτας RFID σε κάθε εξερχόμενο κιβώτιο. Οποιοδήποτε κιβώτιο χωρίς αναγνώσιμη ετικέτα μπορεί να φορτωθεί, χωρίς όμως να καταγράφεται η φόρτωση.

Υπό την προϋπόθεση διάθεσης ικανοποιητικού αριθμού ετικετών και αναγνωστών, το RFID δύναται να παρέχει την ικανότητα παρακολούθησης των κινήσεων του αποθέματος μέσα σε ένα κέντρο διανομής. Όλες οι φυσικές κινήσεις θα μπορούσαν συστηματικά να ιχνηλατηθούν, χωρίς να υφίσταται η ανάγκη ύπαρξης ενός χειριστή για την καταγραφή των συναλλαγών στο σύστημα. Λανθασμένες συλλογές (picking) και εσφαλμένες αποστολές/παραλαβές όπου το λάθος barcode επιβεβαιώνεται, θα εξαλειφθούν. Το κόστος και οι τεχνολογικοί φραγμοί καθιστούν επί του παρόντος το ανωτέρω επίπεδο ιχνηλάτησης μη πρακτικό για τις περισσότερες επιχειρήσεις, εντούτοις αποτελεί θεωρητική πιθανότητα ότι η εν λόγω τεχνολογία θα γίνει πραγματικότητα στο άμεσο μέλλον. [\[12\]](#)

Ορατότητα

Το δίκτυο EPC Network παρέχει τη δυναμική για επέκταση και επαύξηση της ορατότητας των προϊόντων πέρα από τους τέσσερις τοίχους ενός κέντρου διανομής. Έτσι και ενώ η παραδοσιακή εφαρμογή Electronic Data Interchange (EDI) παρέχει ένα μηχανισμό για ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των εμπορευματικών συνεργατών, το RFID και το EPC Network μπορεί να παρέχει τη βάση για πιο σφικτές συνεργασίες και για πιο μεγάλη ορατότητα των προϊόντων σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα. Διαμέσου των PML servers, ένας κεντρικός διαχειριστής (administrator) όπως είναι ο κατασκευαστής, μπορεί να παρέχει μια βάση δεδομένων και πληροφοριών σχετικά με το προϊόν. Αυτή η βάση δεδομένων μπορεί να περιέχει πληροφορίες σε επίπεδο αντικειμένου και να ενημερώνεται σε πραγματικό χρόνο καθώς το προϊόν μετακινείται διαμέσου της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Το EPC Network μπορεί να παρέχει εκτεταμένη ορατότητα του προϊόντος από την κατασκευή μέχρι την πώληση στον τελικό καταναλωτή και ακόμα περαιτέρω. Ο εμπορευματικός συνεργάτης που πραγματοποιεί οποιαδήποτε συναλλαγή, μπορεί να

ενημερώσει (ή αλλιώς να «ποστάρει» όπως είναι ευρέως γνωστό) μέσω του αρμόδιου PML server για την κάθε κίνηση αγαθού ή ενέργεια την ώρα που συμβαίνει. Ένας κατασκευαστής θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει την ανωτέρω ευκολία για ιχνηλάτηση και διατήρηση πληροφοριών σχετικά με την εγγύηση. Επιπρόσθετα θα επέτρεπε σε έναν μεταφορέα να ειδοποιήσει, μέσω του δικτύου, τους παραλήπτες των αποστολών των προϊόντων για την κατάσταση κάθε κιβωτίου όπως πραγματικά συμβαίνει. Επιπρόσθετα το δίκτυο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη του συγχρονισμού του καταλόγου προϊόντων μεταξύ του προμηθευτή και του διανομέα, εξαλείφοντας την ανάγκη για διατήρηση των πινάκων με αριθμούς ανά αντικείμενο πελάτη ή κατασκευαστή.

Η παρακολούθηση των αριθμών παρτίδας (lot numbers) είναι ένα εξαιρετικό παράδειγμα για το πώς η εκτεταμένη ορατότητα, που παρέχει το EPC Network, μπορεί να ωφελήσει την εφοδιαστική αλυσίδα. Εξετάζεται η διαδικασία ανάκλησης ενός συγκεκριμένου κωδικού (Stock Keeping Unit, SKU) παρτίδας, διαδικασία στην οποία απαιτείται να υποβληθεί μια φαρμακοβιομηχανία. Το υπάρχων εφοδιαστικό τους σύστημα πιθανών να αναγνωρίζει μόνο τον άμεσο παραλήπτη της παρτίδας. Ο παραλήπτης αυτός ενδεχομένως να είναι ένας χονδρέμπορος, ένα νοσοκομείο/κλινική, ένα φαρμακείο ή ένας λιανέμπορος, ο οποίος με τη σειρά του διανέμει το προϊόν σε άλλο μέλος εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ένα ξεχωριστό αγαθό ενδεχομένως να ακολουθήσει αρκετούς ενδιάμεσους προορισμούς μέχρι να καταλήξει στον τελικό καταναλωτή.

Το EPC Network θα μπορούσε να αξιοποιηθεί ως μια διευκόλυνση για την ιχνηλάτηση της κίνησης των προϊόντων της φαρμακοβιομηχανίας διαμέσου της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αν κάποια στιγμή υφίσταται η ανάγκη για την ανάκληση μιας συγκεκριμένης παρτίδας, ο κατασκευαστής με αναφορά σε έναν PML server θα μπορούσε να προσδιορίσει την τελευταία γνωστή τοποθεσία αποστολής για κάθε προϊόν της παρτίδας. Αυτό το σκεπτικό θα μπορούσε να ικανοποιήσει και τους κανονισμούς που υποχρεώνουν τους χονδρέμπορους να παρέχουν «γενεαλογικά χαρτιά» με καταγραφή της ιχνηλάτησης των φαρμάκων από τον κατασκευαστή έως τον τελευταίο προμηθευτή.

Οι ανωτέρω προοπτικές εξαρτώνται από την αποδοχή και την ενεργή συμμετοχή στο EPC Network όλων των σχετικών εμπορευματικών συνεργατών εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τα μέλη της εφοδιαστικής αλυσίδας θα πρέπει να βελτιώσουν τα συστήματά τους προκειμένου να υποστηρίξουν την υπόψη ροή πληροφοριών. Θα πρέπει να ξεπεράσουν τους υπάρχοντες τεχνολογικούς φραγμούς, προκειμένου να διευρύνουν την ανάπτυξη των συστημάτων RFID. Το EPC Network επί του παρόντος αποτελεί περισσότερο σκεπτικό παρά πραγματικότητα. Ο ρυθμός προόδου στον οποίο θα εξελιχθεί, ποικίλει ανάλογα με τον τύπο της βιομηχανίας. Για παράδειγμα η έκκληση για αυτόν τον τύπο ορατότητας πιθανόν να σημαίνει περισσότερα για τη φαρμακοβιομηχανία από ότι για τις κατασκευαστικές εταιρείες. [\[12\]](#)

Ασφάλεια

Δεδομένου ότι το RFID μπορεί να ιχνηλατήσει τη διακίνηση ενός ξεχωριστού προϊόντος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά παρόμοιο τρόπο με ένα ηλεκτρονικό σύστημα προστασίας εμπορευμάτων και οποιαδήποτε άλλη αντικλεπτική τεχνολογία προκειμένου να βοηθήσει στη μείωση των απωλειών λόγω κλοπής. Λιανέμποροι, διανομείς και κατασκευαστές με τη χρήση της πύλης RFID δύναται να εντοπίσουν τη μη

εξουσιοδοτημένη διακίνηση των προϊόντων. Η χρήση των ετικετών EPC μπορεί να παίξει διπλό ρόλο για τα σημεία πώλησης (PoS) και τα κέντρα διανομής: αναγνώριση των προϊόντων και αντικλεπτικό σύστημα ασφαλείας. Ωστόσο θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι ετικέτες RFID είναι ευαίσθητες στην παρεμβολή, ένα λεπτό φύλλο μεταλλικού ελάσματος αρκεί για να μπλοκάρει το σήμα από πολλούς τύπους ετικετών.

Η αυθεντικότητα-πιστοποίηση του προϊόντος είναι άλλος ένας τομέας που ενδεχομένως προτρέπει τις επιχειρήσεις να στραφούν στη χρήση του RFID για μεγαλύτερη ασφάλεια. Εάν κάθε υλικό έχει μια μοναδική ταυτότητα και λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με το υλικό είναι αποθηκευμένες σε έναν PML server, κάθε προμηθευτής δύναται να πιστοποιήσει την αυθεντικότητα του αντικειμένου ελέγχοντας την EPC ετικέτα του. Αυτό θα τροφοδοτούσε τους κατασκευαστές με ένα πολύ ισχυρό εργαλείο στη μάχη ενάντια στην απομίμηση των προϊόντων.

Οι συνεχείς βελτιώσεις της τεχνολογίας και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της επιτρέπουν να προσφέρει καινοτόμες λύσεις τόσο κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας (open-loop systems) όσο και – κυρίως - εντός των επιχειρήσεων (closed-loop systems). [\[12\]](#)

3.3.2 Δυνατότητες εφαρμογών κατά την παραγωγική διαδικασία

Αυτοματοποίηση στην παραγωγική διαδικασία

Στο σημείο αυτό θα μπορούσε να γίνει μία σύντομη αναφορά σε έναν από τους στόχους της τεχνολογίας RFID, ο οποίος είναι η αυτοματοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας σε όλο το μήκος της. Παράδειγμα αποτελούν εργοστάσια με γραμμές παραγωγής, στις οποίες τα διάφορα εξαρτήματα κατά την συναρμολόγηση επεξεργάζονται κάτω από συνθήκες που δεν επιτρέπουν την εύκολη παρακολούθηση από ανθρώπινο παράγοντα λόγω των ακραίων συνθηκών (π.χ. πολύ χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες). Στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί μία ετικέτα RFID (με ιδιαίτερες κατασκευαστικές ιδιότητες, έτσι ώστε να είναι ανθεκτική στο περιβάλλον που πρόκειται να λειτουργήσει) σε κάθε εξάρτημα, υπάρχει η δυνατότητα να παρακολουθείται η διαδικασία συναρμολόγησης του τελικού προϊόντος. Η συγκεκριμένη λειτουργία έχει εφαρμοστεί στην αυτοκινητοβιομηχανία FORD, μέσω του ονομαζόμενου συστήματος wireless Kanban, με το οποίο υπάρχει πλήρης ενημέρωση για τις ακριβείς ανάγκες κάθε κέντρου εργασίας. Συνεπώς, μπορούμε να πούμε ότι με αυτόν τον τρόπο, η τεχνολογία RFID αυτοματοποιεί και βελτιώνει τη διανομή των διαφόρων εξαρτημάτων μέσα στον χώρο κατασκευής, ο οποίος μπορεί να περιορίζεται σε ένα κτήριο ή να αποτελείται από ένα περίπλοκο σύστημα αποτελούμενο από συνεργαζόμενες επιχειρήσεις και υπερβολάδους, στο οποίο κάθε εξάρτημα μετακινείται από επιχείρηση σε επιχείρηση και καθεμία εφαρμόζει συγκεκριμένη διεργασία. Αυτοματοποίηση στην παραγωγική διαδικασία προκύπτει και με τον έλεγχο ευέλικτων διαδικασιών παραγωγής, αναγνωρίζοντας τα εξαρτήματα/συγκροτήματα που κατασκευάζονται σε κάθε γραμμή παραγωγής (διευκόλυνση της μαζικής παραγωγής).

Κατά όμοιο τρόπο, οι ετικέτες RFID μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση των εργαλείων, μέσα σε μία παραγωγική επιχείρηση. Σε αυτή την περίπτωση, εάν τοποθετηθεί μία ετικέτα RFID σε κάθε εργαλείο, είναι δυνατή η αυτοματοποιημένη ανίχνευση και η χρήση αυτών σε μία αυτοματοποιημένη παραγωγή.

Μετά την κατασκευή του τελικού προϊόντος, τοποθετείται μία ετικέτα RFID είτε σε κάθε προϊόν χωριστά ή στους περιέκτες περισσότερων από ενός προϊόντων (π.χ. παλέτα, container). Στην ετικέτα θα είναι αποθηκευμένος μοναδικός αριθμός EPC. Με αυτόν τον τρόπο, τα προϊόντα μπορούν να προσδιοριστούν αυτόματα, να μετρηθούν και να δρομολογηθούν με πολύ υψηλές ταχύτητες.

Μαρκάρισμα ελαττωματικών προϊόντων

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της RFID ετικέτας είναι ότι έχει την ικανότητα να «διαφημίζει» την παρουσία της. Είναι δηλαδή δυνατό να γνωρίζει κανείς που βρίσκεται – ή που δεν βρίσκεται – ένα προϊόν. Αυτό το χαρακτηριστικό αξιοποιείται από επιχειρήσεις για το μαρκάρισμα των ελαττωματικών προϊόντων κατά την ανάλυσή τους, ώστε να εξασφαλιστεί ότι δεν θα προχωρήσουν μη συμμορφούμενα προϊόντα στα επόμενα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας. [7]

Ταυτοποίηση εξαρτημάτων κατά την συναρμολόγηση

Για να λειτουργήσει το RFID, δεν απαιτείται οπτική επαφή μεταξύ της ετικέτας και του πομποδέκτη, αντίθετα με τις ετικέτες barcode όπου χρειάζεται να επικολλούνται στην εξωτερική επιφάνεια των συσκευασιών. Το χαρακτηριστικό αυτό του RFID είναι χρήσιμο σε εφαρμογές που για διάφορους λόγους (marketing, προστασία ετικέτας από φθορά) δεν μπορεί να υπάρχει barcode στη συσκευασία. Για παράδειγμα, η τεχνολογία χρησιμοποιείται για την καταγραφή των serial numbers εξαρτημάτων τα οποία προστίθενται σε διάφορα στάδια της επεξεργασίας και συναρμολογούνται σε ένα τελικό προϊόν. Με τη χρήση του RFID, μπορεί να επιβεβαιωθεί η ενσωμάτωση ή όχι των απαραίτητων εξαρτημάτων στο τελικό προϊόν και να εξασφαλιστεί η ιχνηλασιμότητά τους μέσω κωδικών παρτίδας. [7]

Δυναμική διαχείριση αποθήκης

Με τη χρήση του RFID, ένα σύστημα διαχείρισης αποθήκης (WMS), μπορεί να αποκτήσει καλύτερη ορατότητα στην χωροταξική κατανομή. Με τα barcodes, απαιτείται η επικόλληση ετικετών σε κάθε ράφι, ενώ με το RFID το WMS ενημερώνεται δυναμικά και βοηθά έτσι στη βέλτιστη σχεδίαση, διαχείριση του διαθέσιμου χώρου αποθήκευσης. [7]

Διαχείριση εξοπλισμού

Η χρήση ενεργών ετικετών RFID βοηθά τις επιχειρήσεις να εντοπίσουν ανά πάσα στιγμή ευκολότερα τον διαθέσιμο εξοπλισμό τους. Για παράδειγμα, ένα σύστημα RFID μπορεί να εντοπίσει την τοποθεσία ενός εργαλείου που είναι κρίσιμο μια δεδομένη στιγμή σε μια γραμμή παραγωγής, χωρίς να απαιτείται ένα χρονοβόρο σταμάτημα για την αναζήτησή του. [7]

3.3.3 Δυνατότητες εφαρμογών κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας

Η χρήση της τεχνολογίας των RFID σήμερα, βρίσκει ως σημαντικότερο τομέα εφαρμογής της, την Διαχείριση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Logistics). Καθημερινά πληθαίνουν οι επιχειρήσεις που υιοθετούν την τεχνολογία τόσο στις ενδοεπιχειρησιακές τους διαδικασίες, όσο και στη σύνδεση ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωση. Συγκεκριμένα, υπάρχουν γνωστές επιχειρήσεις (π.χ. Wal Mart), στις οποίες για να είναι δυνατή η προμήθεια των προϊόντων από

οποιαδήποτε εταιρεία, απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί η ύπαρξη ετικέτας RFID σε κάθε προϊόν που τους παραδίδεται.

Όπως κάθε καινούργια μορφή τεχνολογίας έτσι και τα συστήματα RFID κρύβουν πολλές δυνατότητες που μπορούν να συμβάλλουν στην βελτίωση των διαδικασιών και στον τρόπο με τον οποίο γίνεται η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Να σημειωθεί ότι η τεχνολογία RFID έχει αρχίσει να εφαρμόζεται πρακτικά και με αυξανόμενους ρυθμούς τα τελευταία μόλις χρόνια, βρίσκοντας εφαρμογή ακόμα και σε εξειδικευμένους τομείς. Παράδειγμα είναι η επιβολή χρήσης της τεχνολογίας RFID στα προϊόντα που παραδίδονται στο Υπουργείο Εθνικής Άμυνας της Αμερικής από όλους τους μεγάλους προμηθευτές, δεδομένου ότι απαιτείται να είναι διαθέσιμη σε κάθε προμήθεια που παραδίδεται από τους μεγάλους προμηθευτές, μετά το 2005.

Ιχνηλασιμότητα σε επίπεδο αντικειμένου

Ως ιχνηλασιμότητα ορίζεται η δυνατότητα να ανιχνευθεί η ιστορία, εφαρμογή και θέση μιας οντότητας (προϊόντων), μέσω καταγεγραμμένων αναγνωριστικών στοιχείων (ISO 1995). Στην Ελλάδα αποδίδονται με τον όρο ιχνηλασιμότητα και οι δύο ξένοι όροι tracking και tracing, οι οποίοι όμως στην ουσία έχουν διαφορετική ερμηνεία. Πιο συγκεκριμένα:

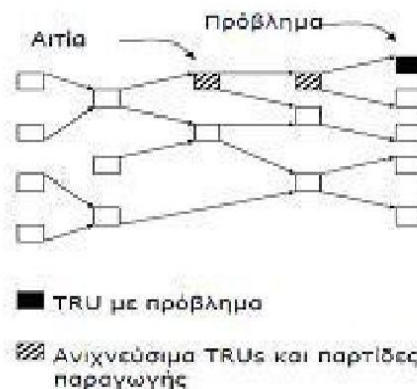
Με τον όρο tracing αναφερόμαστε στην προς τα πίσω ιχνηλασιμότητα, δηλαδή την εξακρίβωση της προέλευσης του προϊόντος (backward traceability ή tracing).

Με τον όρο tracking αναφερόμαστε στον εντοπισμό του προϊόντος (Forward traceability ή tracking).

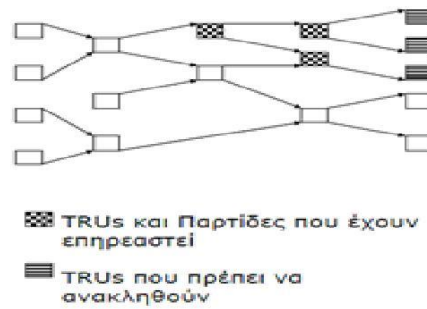
Το εύρος εφαρμογής της ιχνηλασιμότητας διακρίνεται σε:

- Εσωτερική Ιχνηλασιμότητα.
- Εξωτερική ή ιχνηλασιμότητα στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Προκειμένου να γίνει ανάκληση ενός προϊόντος αρχικά πρέπει να γίνει tracing, δηλαδή να γίνει προσπάθεια εύρεσης της πηγής του προβλήματος:



και στη συνέχεια tracking, για να γίνει εντοπισμός των προβληματικών προϊόντων:

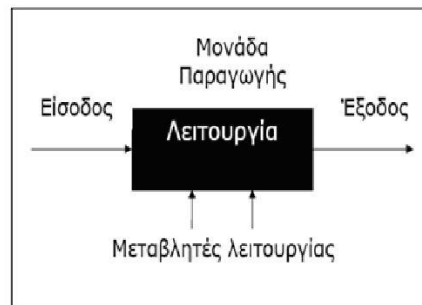


Λόγω κόστους η ιχνηλασιμότητα σήμερα εφαρμόζεται σε επίπεδο παρτίδας, στην ιδανική περίπτωση όμως θα έπρεπε να εφαρμόζεται σε επίπεδο μονάδας προϊόντος. Παρ' όλα αυτά η κοινοτική οδηγία ορίζει να είναι εταιρική η απόφαση του επιπέδου της ιχνηλασιμότητας.

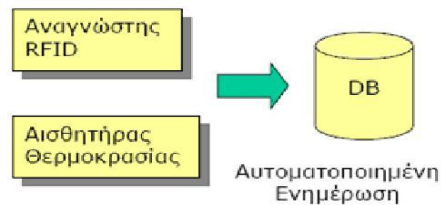


Με τη χρήση του RFID στην υποστήριξη της ιχνηλασιμότητας επιτυγχάνονται τα εξής:

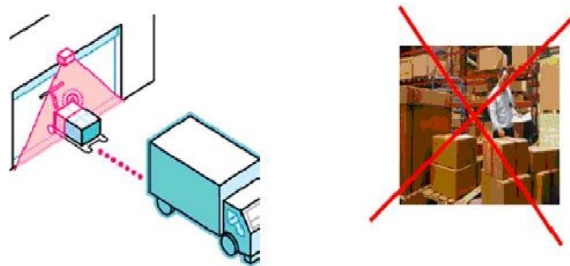
- Μοναδική αναγνώριση, όχι μόνο σε επίπεδο παρτίδας παραγωγής, αλλά και ανά τεμάχιο προϊόντος.
- Παρακολούθηση θέσης και συνθηκών συντήρησης των προϊόντων σε κάθε στάδιο παραγωγής και διανομής τους.



- Αυτοματοποιημένη ενημέρωση της πληροφορίας σε πραγματικό χρόνο χωρίς τα κόστη και τα λάθη της ανθρώπινης παρέμβασης.



- Αποτελεσματική ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των εμπορικών εταιρών κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού. Συγκεκριμένα εξαλείφεται η ανάγκη για συγχρονισμό των δεδομένων. Η πληροφορία μεταφέρεται μαζί με το προϊόν μέσω του RFID tag και γίνεται αυτόματη αναγνώριση από τους RFID αναγνώστες. [36]



Η ιχνηλασιμότητα σε επίπεδο αντικειμένου και γενικά η αύξηση του βαθμού ιχνηλασιμότητας, είναι πολύ σημαντική και χρήσιμη δυνατότητα ειδικότερα στην περίπτωση που οι επιχειρήσεις χρειάζεται να τεκμηριώσουν την ολοκληρωμένη εφαρμογή συστήματος ιχνηλασιμότητας μέσω της πιστοποίησης, σύμφωνα με το ISO 22005 ή γενικά τις απαιτήσεις των βασικών προτύπων ISO 9001 και ISO 22000.

Παρακολούθηση επαναχρησιμοποιούμενων συσκευασιών

Η δυνατότητα της RFID ετικέτας να επικοινωνήσει με το δέκτη χωρίς οπτική επαφή, επιτρέπει στις επιχειρήσεις να παρακολουθήσουν τις επαναχρησιμοποιούμενες συσκευασίες κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Έτσι, οι επιχειρήσεις είναι σε θέση να γνωρίζουν το ιστορικό κάθε συγκεκριμένης συσκευασίας (τι περιεχόμενο είχε, πόσες φορές χρησιμοποιήθηκε, σε ποιόν πελάτη εστάλη, αν πρέπει να αποσυρθεί, κτλ). Επίσης, η δυνατότητα για ενσωμάτωση επιπλέον πληροφοριών σε μια ετικέτα RFID, επιτρέπει την ανανέωση της πληροφορίας, ώστε να ταυτίζεται με το εκάστοτε περιεχόμενο της συσκευασίας (LOT no, κωδικό προϊόντος, ημερομηνία λήξης, κτλ) σε κάθε στάδιο της αλυσίδας. [7]

Έλεγχος Ποιότητας

Η προαναφερθείσα δυνατότητα για ανανέωση της πληροφορίας που αποθηκεύεται σε μια ετικέτα επιτρέπει την επίγνωση του πλήρους ιστορικού των συνθηκών αποθήκευσης και διακίνησης ευπαθών προϊόντων (νωπά και κατεψυγμένα). Εφόσον λοιπόν απαιτείται, υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου από τα Τμήματα Ποιότητας κάποιων ειδικών συνθηκών, όπως η θερμοκρασία, που ακολουθήθηκαν σε όλη την πορεία μεταφοράς – αποθήκευσης – συντήρησης των προϊόντων, με δυνατότητα να προσδιοριστεί εάν το προϊόν είναι κατάλληλο για βρώση ή υπάρχει πιθανότητα αλλοίωσης λόγω τροποποίησης κάποιου κρίσιμου παράγοντα (π.χ. αύξηση της θερμοκρασίας σε γαλακτοκομικά με συνέπεια το σπάσιμο της ψυκτικής αλυσίδας). [7]

Αντιμετώπιση πλαστών προϊόντων

Το πρόβλημα των πλαστών προϊόντων (counterfeiting) είναι από τα πιο κρίσιμα ζητήματα που αντιμετωπίζει η Βιομηχανία – και κυρίως η Φαρμακοβιομηχανία - σήμερα. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας υπολογίζει ότι 5-8% των φαρμάκων που διακινούνται παγκοσμίως είναι πλαστά. Στην Αμερική, ο FDA συστήνει την προσέγγιση του “Mass Serialization”, δηλαδή την ταυτοποίηση κάθε μονάδας μεταφοράς με έναν μοναδικό σειριακό αριθμό και την καταχώρηση του αριθμού αυτού σε ένα κεντρικό σύστημα. Έτσι, όλοι οι εμπλεκόμενοι στην φαρμακευτική εφοδιαστική αλυσίδα, από τον παραγωγό έως το φαρμακείο, μπορούν να επιβεβαιώσουν την γνησιότητα (authentication) του σκευάσματος. Ο FDA προτείνει τη χρήση RFID για την υλοποίηση αυτής της ιδέας διότι ένα σύστημα γνησιότητας με βάση το RFID αντιγράφεται πολύ δύσκολα. [7]

Συντονισμός κινήσεων

Ο συντονισμός των κινήσεων, όπως ήδη έχει αναφερθεί εκτενώς, επιτυγχάνεται μέσα από την εποικοδομητική συνεργασία των επιχειρήσεων κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας και την ανταλλαγή πληροφοριών, δυνατότητα που παρέχεται από ευκολίες όπως το δίκτυο EPC Network.

Αυτοματοποίηση

Βασική δυνατότητα που παρέχει η τεχνολογία RFID είναι η αυτοματοποίηση των παραλαβών στις κεντρικές αποθήκες και τα καταστήματα μίας επιχείρησης καθώς και η βελτίωση του αυτοματισμού ανάγνωσης.

Οικονομίες κλίμακας

Με την τεχνολογία RFID δύναται να επιτευχθούν οικονομίες κλίμακας, από την διαχείριση των αποθεμάτων. Γενικά μπορεί να υπάρξει αύξηση των turnovers και μείωση των αποθεμάτων.

Ολική διαχείριση αποθεμάτων

Παρακολούθηση των αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο με αποτέλεσμα τον καλύτερο έλεγχο του αποθηκευτικού κυκλώματος και της εφοδιαστικής αλυσίδας και την μεγαλύτερη αξιοποίηση αποθηκευτικών χώρων. Εξίσου σημαντικό είναι ότι μειώνονται τα αποθέματα και περιορίζεται η πιθανότητα έλλειψης αποθέματος (out-of-stock goods), μέσω της βελτίωσης της συνεργασίας μεταξύ των διαφόρων μερών – επιχειρήσεων που συμμετέχουν σε αυτήν.

Οι εμπορικοί εταίροι μπορούν να εκμεταλλευτούν την ευρύτερη, πιο αναλυτική, σε πραγματικό χρόνο παρακολούθηση του αποθέματος (που παρέχεται από το RFID) προκειμένου να μειώσουν τα συνολικά επίπεδα αποθέματος σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Χωρίς τη χρήση RFID, υπάρχουν τα εξής προβλήματα:

- Ανεπαρκής ορατότητα downstream αποθέματος.

- Αποκομμένες δραστηριότητες πρόβλεψης και σχεδιασμού.
- Λανθασμένες ενδείξεις για τη ζήτηση στα καταστήματα.

Με τη χρήση του RFID, επιτυγχάνονται:

- Ορθότερες ενδείξεις για τη ζήτηση.
- Βελτιωμένος σχεδιασμός και πρόβλεψη.
- Μείωση των αποθεμάτων ασφαλείας σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα.
- Οφέλη στην upstream εφοδιαστική αλυσίδα.

Οι upstream προμηθευτές, κατασκευαστές και λιανέμποροι, οι οποίοι είναι ικανοί να συνεργάζονται με τους εμπορικούς εταίρους τους με αυτούς τους τρόπους είναι πιθανό να είναι ικανοί να απελευθερώσουν πολύτιμο κεφάλαιο, που τώρα καταναλώνεται στο υπερβολικό απόθεμα. [\[36\]](#)

Περιορισμός των μη διακινηθέντων αποθεμάτων

Περιορίζονται τα μη διακινηθέντα αποθέματα (slow moving goods), τα οποία προσδιορίζονται και είτε ξεκινούν να διακινούνται ή σταματάει η διαθεσιμότητα του εν λόγω κωδικού.

Μείωση του χρόνου φόρτωσης

Επίσης η τεχνολογία RFID συνεισφέρει στην μείωση του χρόνου φόρτωσης εμπορευμάτων με αποτέλεσμα την ταχύτερη εξυπηρέτηση των πελατών, την εξοικονόμηση καυσίμων και τελικά την μείωση του κόστους.

Ταχύτερες και ακριβέστερες απογραφές

Με τη χρήση ετικετών RFID επιτυγχάνονται ταχύτερες και ακριβέστερες απογραφές στις κεντρικές αποθήκες και στα καταστήματα με ταχύτητες που αγγίζουν τα 10.000 αντικείμενα την ώρα, ενώ η τεχνολογία συνεχώς βελτιώνεται και αυξάνει η εν λόγω απόδοση.

Διαχείριση των απωλειών

Οι εταιρείες σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας δύναται να κερδίσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα από τα RFID δεδομένα διακίνησης των προϊόντων για την καλύτερη εξακρίβωση και έλεγχο των απωλειών. Πιο συγκεκριμένα οι πηγές και οι λόγοι των απωλειών (χωρίς τη χρήση RFID), έχουν μελετηθεί εκτενώς και σε γενικές γραμμές οι απώλειες μπορεί να προέρχονται από: [\[36\]](#)

- Κλοπές από εξωτερικούς παράγοντες (πελάτες).
- Κλοπές από εσωτερικούς παράγοντες (υπαλλήλους).
- Αποτυχίες στις διαδικασίες (λανθασμένες παραλαβές).
- Ενδοεπιχειρησιακή απάτη (διαφωνίες στις τιμές ή στις παραγγελίες).

Έτσι, υπάρχει πρόβλημα έλλειψης ορατότητας σε συνδέσμους κλειδιά της εφοδιαστικής αλυσίδας, έλλειψης έγκαιρης πληροφόρησης σχετικά με το πού και πότε συμβαίνουν οι απώλειες και εμποδίων ασφαλείας. Όμως με τη χρήση του RFID, επιτυγχάνεται: [\[36\]](#)

- Μείωση της σημασίας και των συνεπειών των απωλειών.
- Βελτίωση της γραμμής παραγωγής.
- Μείωση των απωλειών μεταφοράς από την αποθήκη στο κατάστημα (shrinkage), που πραγματοποιείται μέσω του περιορισμού των ακούσιων λαθών, αλλά και των κλοπών και πλαστογραφιών κατά την εκτέλεση των παραγγελιών.
- Δραστικός είναι και ο περιορισμός των κλεμμένων ή απολεσθέντων από το κατάστημα αντικειμένων.

Μείωση προσωπικού καταστημάτων

Μείωση του προσωπικού των καταστημάτων ή ενασχόληση του προσωπικού με άλλες εργασίες περισσότερο παραγωγικές από π.χ. την συνεχή καταμέτρηση των αποθεμάτων ή των εισροών – εκροών.

Ποιότητα και αξιοπιστία δεδομένων

Η βελτίωση της ποιότητας και της αξιοπιστίας των δεδομένων (εξάλειψη λαθών), σε συνεργασία με την αύξηση της παραγωγικότητας αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα.

Μείωση λειτουργικού κόστους

Μείωση του λειτουργικού κόστους σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς η βελτίωση των διαδικασιών διαχείρισης έχει ως αποτέλεσμα να μειωθεί και το συνολικό κόστος.

3.3.4 Δυνατότητες εφαρμογών εντός καταστήματος

Ορατότητα αποθήκης καταστήματος (Backroom visibility)

Δίδεται η δυνατότητα σε λιανέμπορους και προμηθευτές των προϊόντων να έχουν μια ξεκάθαρη εικόνα του αποθέματος ενός προϊόντος στο κατάστημα καθώς και των πωλήσεων του προϊόντος και να συνεργάζονται στην τοποθέτηση των παραγγελιών για τον ανεφοδιασμό του καταστήματος. Το προσωπικό του καταστήματος λαμβάνει πληροφορίες από το σύστημα σε πραγματικό χρόνο, σχετικά με το επίπεδο του αποθέματος της αποθήκης καταστήματος (backroom) για κάθε προϊόν. Όταν παρατηρούνται ελλείψεις στο ράφι (out-of-shelf) για ένα προϊόν, αλλά υπάρχει διαθέσιμο απόθεμα στην αποθήκη του καταστήματος, το προσωπικό ειδοποιείται για την αναπλήρωση του ραφίου, διαφορετικά αν δεν υπάρχει απόθεμα (out-of-stock) μια νέα παραγγελία τοποθετείται και αποστέλλεται στο κέντρο διανομής. Ο πωλητής των προμηθευτών άμεσης διανομής (direct-store-delivery, DSD) ⁷ έχει επίσης άμεση πρόσβαση σε αυτές τις πληροφορίες μέσω του δικού του PDA (Personal Digital Assistant).



Εικόνα 3.4: Personal Digital Assistant

Όταν ο πωλητής του προμηθευτή επισκέπτεται το κατάστημα λιανικής, επισκέπτεται τα ράφια του ένα-ένα για να διαπιστώσει αν είναι άδεια και την ποσότητα των προϊόντων που απαιτείται για να συμπληρωθεί κάθε ράφι. Το σύστημα ανανεώνεται αυτόματα με τα στοιχεία του αποθέματος της αποθήκης του καταστήματος και στέλνει τις σχετικές πληροφορίες στο PDA του πωλητή του προμηθευτή. Ο πωλητής ενημερώνει τον υπάλληλο του καταστήματος για τον εφοδιασμό του ραφίου, ενώ σε περίπτωση που δεν υπάρχει απόθεμα στην αποθήκη του καταστήματος προετοιμάζει μια παραγγελία, βασιζόμενη στις πληροφορίες για το απόθεμα, που παρέχονται από το σύστημα. Έπειτα μετακινείται στο επόμενο ράφι. Στο επιτελείο του λιανέμπορου μπορούν να ελέγξουν τις παραγγελίες που έχει τοποθετήσει ο πωλητής του προμηθευτή. Ο πωλητής αφήνει το κατάστημα ικανοποιημένο, δεδομένου ότι επέτυχε στην προώθηση των προϊόντων του στο ράφι, και επίσης έλαβε αποδοτικές αποφάσεις παραγγελίας προκειμένου να αποφύγει καταστάσεις έλλειψης αποθέματος (out-of-stock) και έλλειψης στο ράφι (out-of-shelf). Οι ετικέτες εφαρμόζονται σε επίπεδο χαρτοκιβωτίου και αντικειμένου. Οι αναγνώστες των ετικετών τοποθετούνται στην είσοδο της αποθήκης και στην είσοδο από την αποθήκη προς το τμήμα πωλήσεων. [\[11\]](#)

Απόκριση έλλειψης στο ράφι (out-of-shelf Response)

Τα τελευταία 50 χρόνια το πρόβλημα της έλλειψης προϊόντων στο ράφι, είναι ένα κρίσιμο θέμα στις επιχειρήσεις λιανικής, τόσο για τον προμηθευτή όσο και για το

⁷ DSD: μέθοδος μεταφοράς προϊόντων απευθείας στο κατάστημα λιανικής, παρακάμπτοντας δηλ. την αποθήκη του λιανέμπορου. Ο προμηθευτής διαχειρίζεται τα προϊόντα από την παραγγελία έως το ράφι.

λιανέμπορο. Από τη μια ο λιανέμπορος θα πρέπει να γνωρίζει το χρόνο που μετακινούνται τα υλικά από την αποθήκη του καταστήματος στο ράφι και από την άλλη ο προμηθευτής θα πρέπει να ελέγχει το επίπεδο της έλλειψης στο ράφι των καταστημάτων, προκειμένου να είναι γνώστης των προβλημάτων και να λαμβάνει τις κατάλληλες διορθωτικές ενέργειες για το επίπεδο εξυπηρέτησης νέων προϊόντων στον τελικό καταναλωτή.

Το σύστημα ελέγχει το απόθεμα στην αποθήκη και στα ράφια και όταν υπάρχουν περιπτώσεις ελλείψεων στο ράφι, παράγει μια ειδοποίηση (alert) και στέλνει συγκεκριμένες οδηγίες στο PDA του προσωπικού της αποθήκης, για το ποια αγαθά θα πρέπει να μετακινηθούν από την αποθήκη του καταστήματος στο ράφι. Το προσωπικό ανεφοδιάζει το ράφι, ακολουθώντας τις οδηγίες του PDA. Επιπρόσθετα ο μάνατζερ του προμηθευτή έχει πρόσβαση σε μια εβδομαδιαία λεπτομερή αναφορά της διαθεσιμότητας των προϊόντων στο ράφι και τα επίπεδα του αποθέματος. Οι ετικέτες εφαρμόζονται σε επίπεδο χαρτοκιβωτίου και αντικειμένου. Οι αναγνώστες των ετικετών τοποθετούνται στα ράφια, στην είσοδο της αποθήκης και στην είσοδο από την αποθήκη στο τμήμα πωλήσεων.

Το προσωπικό του καταστήματος καθίσταται ικανό να διαχειρίζεται καλύτερα τη διαδικασία αναπλήρωσης του ραφιού, που επί του παρόντος αποτελεί ένα από τα κύρια αίτια του προβλήματος ελλείψεων στο ράφι. Η ανταλλαγή ειδοποιήσεων (alerts) ελλείψεων στο ράφι με τους προμηθευτές των προϊόντων είναι επίσης σημαντική, ειδικότερα στις DSD διανομές όπου ο προμηθευτής είναι υπεύθυνος για τον ανεφοδιασμό του καταστήματος, προκειμένου ο προμηθευτής να ελέγχει καλύτερα το πρόβλημα καθώς και να αναπτύσσει πιο ακριβείς προβλέψεις ζήτησης. Και ενώ για την επίτευξη της προηγούμενης δυνατότητας απαιτείτο πραγματικού χρόνου ροές πληροφοριών για την υποστήριξη καθημερινών λειτουργιών, η παρούσα λειτουργία είναι περισσότερο προϊόν επιχειρηματικής ευφυΐας και υποστήριξης αποφάσεων. [\[11\]](#)

Εξ αποστάσεως διαχείριση ραφιού (Remote shelf management)

Στους λιανέμπορους και στους προμηθευτές παρέχονται πληροφορίες πραγματικού χρόνου σχετικά με την πραγματική διάταξη των ραφιών και έτσι δίδεται η ευκαιρία να συνεργαστούν στη διαχείριση της κατανομής και εμφάνισης του ραφιού. Οι αναγνώστες RFID «σαρώνουν» και «διαβάζουν» το ράφι παρέχοντας έτσι την «ψηφιακή του εικόνα», συμπεριλαμβανομένου στοιχεία για το μέγεθος, τη θέση συγκεκριμένων προϊόντων και τη διάταξη, καθώς και πληροφορίες για την απόδοση του ραφιού.

Χρησιμοποιώντας το σύστημα, ο προμηθευτής είναι πλέον ικανός να τσεκάρει εάν τα προϊόντα κατέχουν το χώρο που αξίζουν στο ράφι και αν συστηματικά τοποθετούνται σύμφωνα με το πλανόγραμμα του ραφιού (shelf planogram⁸). Εάν ο προμηθευτής παρατηρήσει ότι κάποια από τα προϊόντα έχουν λιγότερες εμπρόσθιες εμφανίσεις (facings⁹) στο ράφι, από αυτές που έχουν συμφωνηθεί με τον λιανέμπορο ή ότι κάποιος χώρος στο ράφι έχει μείνει ελεύθερος πληροφορεί τον λιανέμπορο, καθώς

⁸ Πλανόγραμμα (planogram): πρόκειται για ένα διάγραμμα ή μοντέλο που δείχνει την τοποθέτηση των προϊόντων λιανικής στα ράφια, προκειμένου να μεγιστοποιηθούν οι πωλήσεις.

⁹ Facing: ένα κοινό εργαλείο της λιανικής βιομηχανίας, που χρησιμοποιείται για να δημιουργηθεί η εικόνα ενός τέλει τροφοδοτούμενου καταστήματος (ακόμα και αν δεν είναι) προωθώντας όλα τα προϊόντα εμπροσθεν του ραφιού ή της οθόνης, καθώς και στοιβάζοντας όλα τα κονσερβοποιημένα αντικείμενα και αυτά που δύναται να στοιβαχτούν. Επίσης το facing γίνεται για να δοθεί η εικόνα ενός τακτοποιημένου και οργανωμένου καταστήματος.

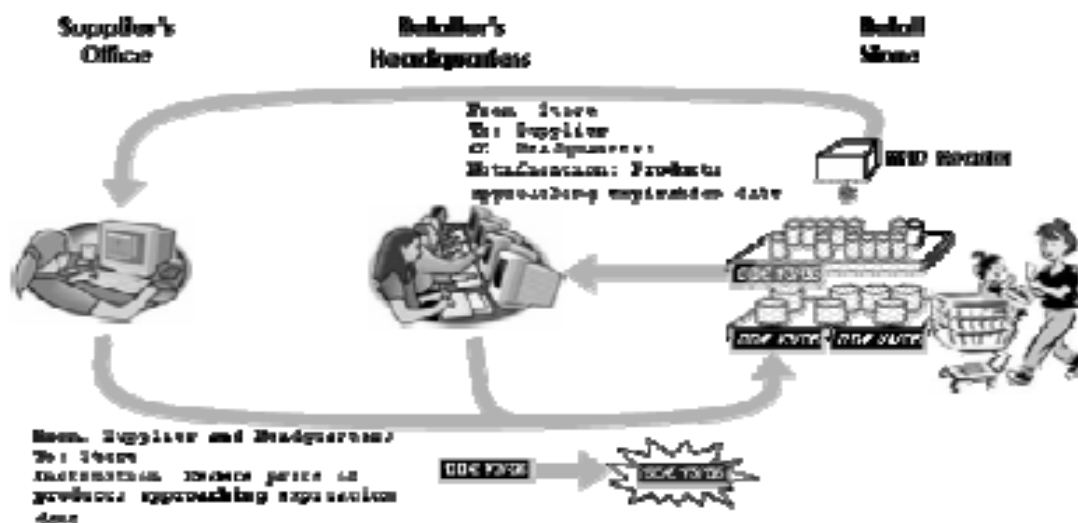
και τον έμπορο να επισκεφθεί το κατάστημα και να επιληφθεί για το ράφι. Επιπλέον, ο προμηθευτής ελέγχει την απόδοση του ραφίου (πωλήσεις ραφίου) και μπορεί να παρατάξει μια νέα πρόταση πλανογράμματος για τον λιανέμπορο. Αμφότεροι, προμηθευτής και λιανέμπορος, είναι ικανοποιημένοι δεδομένου ότι μπορούν καλύτερα να διαχειρισθούν τον περιορισμένο, αλλά τόσο πολύτιμο χώρο του ραφίου. Οι ετικέτες εφαρμόζονται σε επίπεδο αντικειμένου και οι αναγνώστες RFID τοποθετούνται στα ράφια. Η διαδικασία της διαχείρισης του ραφίου βασίζεται ήδη σε μεγάλο βαθμό στη συνεργασία προμηθευτή-λιανέμπορου, αλλά επί του παρόντος περιλαμβάνει πολλά χειρονακτικά και χρονοβόρα βήματα, κάνοντας το αρκετά δυσκίνητο. Η υιοθέτηση των RFID μετασχηματίζει τη διαδικασία αυτοματοποιώντας αρκετά βήματα ή ακόμα καθιστώντας τα μη αναγκαία. [\[11\]](#)

Δυναμική Τιμολόγηση (Dynamic Pricing)

Λιανέμπορος και προμηθευτής έχουν την ευκαιρία να γνωρίζουν τα προϊόντα τα οποία είναι κοντά στην ημερομηνία λήξης τους ή βρίσκονται ακόμα στο ράφι για μεγάλο χρονικό διάστημα, οπότε και δυναμικά μειώνουν την τιμή τους προκειμένου να ενισχύσουν την καταναλωτική ζήτηση και να μειώσουν τη φθορά. Αυτή η συνεργατική υπηρεσία (εικόνα 3.5) είναι πολύ χρήσιμη για φρέσκα προϊόντα, όπως τα γαλακτοκομικά αγαθά, ψωμί, κρέας κτλ.

Όταν οι καταναλωτές επισκέπτονται το κατάστημα με τη λίστα ψώνιων τους, προμηθεύονται συνήθως προϊόντα με τη μεγαλύτερη ημερομηνία λήξεως, αφού κοστίζουν το ίδιο. Έτσι προκειμένου να αποφευχθεί ένα μεγάλο διαθέσιμο απόθεμα από ληγμένα προϊόντα, το σύστημα εκτελεί περιοδικούς ελέγχους του διαθέσιμου αποθέματος προκειμένου να ταυτοποιηθούν τα αγαθά που πλησιάζουν την ημερομηνία λήξης και έπειτα ενημερώνει τον προμηθευτή. Ο προμηθευτής, βασιζόμενος στις συστάσεις του συστήματος, προτείνει στον λιανέμπορο να μειώσει την τιμή αυτών των προϊόντων. Ο λιανέμπορος αποδέχεται την πρόταση του προμηθευτή για μείωση των τιμών. Δυναμικά μειώνεται η τιμή των συγκεκριμένων προϊόντων και προβάλλεται σε ηλεκτρονικά καρτελάκια ή οθόνες στο ράφι. Σε αυτή την περίπτωση, οι καταναλωτές αντιμετωπίζουν ένα δίλλημα, αν θα πρέπει να «θυσιάσουν» τη μεγαλύτερη ημερομηνία λήξεως για την καλύτερη τιμή. Ωστόσο, λόγω των οικονομικών δυσκολιών, συνήθως επιλέγουν το φθηνότερο. Σαν αποτέλεσμα, οι καταναλωτές νιώθουν ευχαριστημένοι που κατόρθωσαν να γλιτώσουν χρήματα και αμφότεροι λιανέμπορος και προμηθευτής είναι επίσης ικανοποιημένοι διότι κατόρθωσαν να πουλήσουν ένα προϊόν που διαφορετικά θα ήταν άχρηστο. Οι ετικέτες εφαρμόζονται σε επίπεδο χαρτοκιβωτίου και αντικειμένου. Οι αναγνώστες των ετικετών τοποθετούνται στα ράφια, στην είσοδο της αποθήκης και στην είσοδο από την αποθήκη προς το τμήμα πωλήσεων. [\[11\]](#)

Σύμφωνα με σχετική μελέτη (McKinsey των Marn, Roegner και Zawada) μια καλή τιμολόγηση αποτελεί τον ιδανικότερο τρόπο για αύξηση των εσόδων των επιχειρήσεων.



Εικόνα 3.5: Δυναμική Τιμολόγηση RFID-ενεργοποιημένη υπηρεσία συνεργασίας (πηγή [11])

Διαχείριση προωθήσεων εντός του καταστήματος και αξιολόγηση προωθήσεων

Εξετάζονται κάποια από τα θέματα και τις ευκαιρίες που σχετίζονται με την εκτέλεση προωθητικών ενεργειών, εκδηλώσεων και εισαγωγής νέων προϊόντων, περιλαμβάνοντας δραστηριότητες από το κέντρο διανομής του κατασκευαστή ως τον χώρο του λιανέμπορου.

Στην τρέχουσα κατάσταση (χωρίς την χρήση του RFID), η τεχνολογία RFID μπορεί να βοηθήσει στην αντιμετώπιση ζητημάτων των εμπορικών εταιρών, που προκύπτουν από την έλλειψη ορατότητας στην εκτέλεση προωθητικών ενεργειών στο επίπεδο του καταστήματος. Πιο συγκεκριμένα οι διαδικασίες χωρίς την χρήση του RFID εκτελούνται ως εξής: [36]

- Καθυστερημένη συμμόρφωση ή μη συμμόρφωση από τα καταστήματα.
- Εκτροπή των προϊόντων που προωθούνται προς λάθος καταστήματα.
- Ανεπαρκής συντονισμός με τα διαφημιστικά προγράμματα, που οδηγούν σε out-of-stocks, χαμένες πωλήσεις, μειωμένη ικανοποίηση των καταναλωτών και περίσσεια markdowns ή επιστροφών.

Προκειμένου να αντιμετωπιστούν αυτά τα θέματα οι εμπορικοί εταίροι μπορούν να αναπτύξουν περαιτέρω τις EPC ικανότητες, που περιγράφονται στην ενότητα «λειτουργίες στο κατάστημα», προκειμένου να ενισχύσουν την επικοινωνία και την συνεργασία μεταξύ των επιχειρηματικών εταιρών σε συνδυασμό με τις προωθητικές ενέργειες και τις δραστηριότητες εισαγωγής νέων προϊόντων. Έτσι με τη χρήση του RFID οι διαδικασίες βελτιώνονται και προκύπτει:

- Βελτίωση ορατότητας σε επίπεδο καταστήματος (store level). Με τους EPC αναγνώστες να βρίσκονται στις πόρτες εισόδου στον χώρο παραλαβής και πωλήσεων του καταστήματος, τα δεδομένα πραγματικού χρόνου θα είναι διαθέσιμα να βοηθήσουν

τις επιχειρήσεις να βεβαιωθούν ότι τα προϊόντα τους, που είναι σε πρόγραμμα προώθησης και τα προωθητικά αντικείμενα, πηγαίνουν στο κατάστημα και μετακινούνται στο χώρο των πωλήσεων που είναι σύμφωνα με το πρόγραμμα των προωθητικών ενεργειών. [36]

- Ενεργή και πιο αποδοτική παρακολούθηση συμμόρφωσης. Επειδή οι πληροφορίες αυτές μοιράζονται μεταξύ των λιανοπωλητών και των προμηθευτών, οι κατασκευαστές θα έχουν μεγαλύτερη ορατότητα στις προωθητικές ενέργειες στο κατάστημα και πιθανόν να μειώσουν τον αριθμό των επισκέψεων στα καταστήματα, που πρέπει να κάνουν προκειμένου να διαχειριστούν θέματα μη συμμόρφωσης. [36]

- Οι καταναλωτές λαμβάνουν άμεση ενημέρωση για ειδικές προσφορές και προωθητικές ενέργειες σχετικές με το προϊόν που μόλις πήραν από το ράφι. Όταν ο καταναλωτής παίρνει το προϊόν, ο προσαρμοσμένος αναγνώστης ετικετών το σαρώνει και ο καταναλωτής λαμβάνει ένα μήνυμα προώθησης (προσωποποιημένες πληροφορίες και προτάσεις προσφορών για το προϊόν που μόλις πήρε από το ράφι) σε ειδική οθόνη πληροφόρησης. Το σύστημα ξεχωρίζει ανάμεσα στις πωλήσεις του ραφιού και στις πωλήσεις των stands προώθησης. Ο προμηθευτής χρησιμοποιεί το σύστημα για να ελέγχει τις πωλήσεις των προϊόντων σε κάθε κατάστημα και λαμβάνει βοήθεια για το σχεδιασμό νέων εντός του καταστήματος προωθητικών γεγονότων. Το σύστημα ακόμα προμηθεύει τον προμηθευτή με στατιστικά, αναφορές εκτίμησης, συστάσεις και συγκεκριμένους χώρους για χρήση εντός του καταστήματος, με βάση την απόδοση και το κόστος τους. Οι ετικέτες εφαρμόζονται σε επίπεδο αντικειμένου και οι αναγνώστες τοποθετούνται στα ράφια, στα προωθητικά stands και κοντά στις ειδικές οθόνες πληροφόρησης.



Shelf tag



future store 3D displays



Εικόνα 3.6: Διαχείριση προωθήσεων εντός του καταστήματος

Έτσι, μπορεί να βελτιωθεί ή on-shelf διαθεσιμότητα για τα προϊόντα προς προώθηση και παράλληλα να επιτευχθεί υψηλή ικανοποίηση πελατών και πωλήσεις και

για τους δύο εμπορικούς συνεργάτες. Οι κατασκευαστές μπορούν να παρακολουθούν καλύτερα την αποδοτικότητα των επενδύσεών τους για διαφήμιση και να μειώνουν τα εργατικά κόστη που σχετίζονται με τη διαχείριση συμμόρφωσης. [\[11\]](#)

Διαχείριση Ζήτησης (Demand management)

Λιανέμπορος και προμηθευτής τίθενται ικανοί να ελέγχουν το απόθεμα και τις πωλήσεις των προϊόντων σε κάθε κατάσταση και να τους αλλάζουν θέση, εάν απαιτείται (π.χ. σε περίπτωση ενός ειδικού προωθητικού γεγονότος) προκειμένου να εξαλειφθούν ευκαιρίες χαμένων πωλήσεων. Χρησιμοποιώντας το σύστημα, ενημερώνονται σε πραγματικό χρόνο από κάθε κατάσταση για το διαθέσιμο επίπεδο αποθέματος στην αποθήκη του καταστήματος, στο ράφι, ακόμα και στα stand προώθησης. Λαμβάνουν επίσης στοιχεία πωλήσεων και από το σύστημα του σημείου πώλησης (POS). Για παράδειγμα, εάν ο προμηθευτής «τρέχει» μια καμπάνια προώθησης για ένα προϊόν Α και παρατηρεί ότι το συγκεκριμένο προϊόν είναι σχεδόν εκτός αποθέματος (out-of-stock) στο κατάστημα Υ, που έχει υψηλό δείκτη πωλήσεων, αλλά στο κατάστημα Χ υπάρχει αρκετό απόθεμα προϊόντων που δεν πωλείται, τότε δίδει μια εντολή μετακίνησης προϊόντων Α από το κατάστημα Χ στο κατάστημα Υ. Οι ετικέτες εφαρμόζονται σε επίπεδο χαρτοκιβωτίου και αντικειμένου. Οι αναγνώστες των ετικετών τοποθετούνται στην είσοδο της αποθήκης, στην είσοδο από την αποθήκη προς το τμήμα πωλήσεων, στα ράφια και στα stands προώθησης. [\[11\]](#)

Πληροφορίες Ιχνηλασιμότητας (traceability information)

Ο καταναλωτής στο σημείο πώλησης (κατάστημα λιανικής) έχει μια ξεκάθαρη εικόνα του ιστορικού και της προέλευσης του προϊόντος. Όταν ο καταναλωτής φθάνει στο ράφι, δεν μπορεί να είναι σίγουρος για την ποιότητα και την ασφάλεια του προϊόντος. Έτσι παίρνει το προϊόν και ο σταθερός αναγνώστης ετικετών το σαρώνει και από την ειδική οθόνη πληροφόρησης, ο καταναλωτής λαμβάνει λεπτομερή στοιχεία, για την ημερομηνία και προέλευση παραγωγής, ημερομηνία λήξης και άλλες πληροφορίες για το μοναδικό προϊόν που βεβαιώνουν την αυθεντικότητα και ασφάλεια του προϊόντος. Οι ετικέτες εφαρμόζονται σε επίπεδο αντικειμένου και οι αναγνώστες τοποθετούνται πλησίον των ειδικών οθόνων πληροφόρησης. Τα στοιχεία ιχνηλασιμότητας, που ανήκουν στον προμηθευτή, παρέχονται και στους λιανέμπορους προκειμένου να ενεργοποιήσουν αυτή τη συνεργατική υπηρεσία. [\[11\]](#)

- Η ετικέτα RFID, που βρίσκεται στη συσκευασία προϊόντος, συσχετίζει το προϊόν με τη «διαδρομή» του από όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας.
- Το προϊόν όταν φτάσει στο ράφι περιέχει ακριβείς και μοναδικές πληροφορίες για το ιστορικό του. Πού παράχθηκε, πού αποθηκεύθηκε, πώς μεταφέρθηκε κλπ.
- Η τοποθέτηση ετικετών στα τρόφιμα (food labeling) παρέχεται ως δυναμική και πλούσια πληροφόρηση για τον καταναλωτή.

Έξυπνη ανάκληση (Smart Recall)

Ο λιανέμπορος και ο προμηθευτής έχουν την ικανότητα να ταυτοποιούν τη θέση των προϊόντων με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και να τα ανακαλούν γρήγορα και με το ελάχιστο κόστος από την αγορά, π.χ. σε περίπτωση που υφίσταται κίνδυνος με την ασφάλεια των καταναλωτών.

Όταν συμβαίνει μια κρίση και τα προϊόντα συγκεκριμένης παρτίδας (lot) παραγωγής κρίνονται ελαττωματικά, ο μάνατζερ ποιότητας του προμηθευτή εκδίδει οδηγία ανάκλησης της ελαττωματικής παρτίδας από την αγορά. Το σύστημα ταυτοποιεί τα προϊόντα και παρέχει όλες τις θέσεις των καταστημάτων των λιανέμπορων όπου έχουν σταλεί τα προϊόντα της συγκεκριμένης παρτίδας παραγωγής. Το προσωπικό του καταστήματος ειδοποιείται να αποσύρει τα προϊόντα από τα συγκεκριμένα ράφια, προωθητικά stands και την αποθήκη του καταστήματος και να προετοιμάσει τα υλικά για επιστροφή στον προμηθευτή. Ως αποτέλεσμα, ο λιανέμπορος έχει αποφύγει την απογοήτευση των καταναλωτών και ο προμηθευτής δεν υποχρεώθηκε να ανακαλέσει όλα τα προϊόντα αυτής της κατηγορίας (παρά μόνο μια συγκεκριμένη παρτίδα παραγωγής). Οι ετικέτες εφαρμόζονται σε επίπεδο χαρτοκιβωτίου και αντικειμένου και οι αναγνώστες των ετικετών τοποθετούνται στην είσοδο της αποθήκης, στην είσοδο από την αποθήκη προς το τμήμα πωλήσεων, στα ράφια και στα stands προώθησης. [\[11\]](#)

3.3.5 Άλλες δυνατότητες εφαρμογών

Έλεγχος πρόσβασης/ Συστήματα ασφαλείας:

Έλεγχος Εισόδου για ανθρώπους σε συγκεκριμένους χώρους περιορισμένης πρόσβασης, με στόχο την:

- Ασφαλή είσοδο σε χώρους εργασίας. Προστασία εργαζόμενων από πρόσβαση σε επικίνδυνες για αυτό περιοχές.
- Ασφαλή πρόσβαση σε επικίνδυνο εξοπλισμό ή εξοπλισμό ασφαλείας.
- Πρόσβαση σε υπολογιστή ή μέσο μεταφοράς.
- Προστασία απόρρητων πληροφοριών της επιχείρησης. Επιτρέπεται η είσοδος σε ειδικές περιοχές μόνο σε συγκεκριμένους υπαλλήλους, ενώ παράλληλα υπάρχει καταγραφή για αυτούς που εισέρχονται και εξέρχονται στους ελεγχόμενους χώρους, έτσι ώστε να υπάρχουν ιστορικά στοιχεία προς διερεύνηση, σε περίπτωση που προκύψει οποιοδήποτε πρόβλημα. Παρόμοια κατάσταση δημιουργείται με την ελεγχόμενη είσοδο οχημάτων σε συγκεκριμένες επιχειρήσεις ή χώρους αυτών.

- Πρόσβαση σε τρένα ή λεωφορεία.
- Πρόσβαση σε εγκαταστάσεις ψυχαγωγίας.

Έλεγχος Εισόδου για μέσα μεταφοράς με στόχο την:

- Ασφαλή πρόσβαση στο μέσο.
- Συλλογή διοδίων.
- Στιγμιαία πληρωμή για καύσιμα.

Η τεχνολογία RFID εφαρμόζεται σε ηλεκτρονικές ταυτότητες (πρόσβαση σε κρίσιμες υποδομές), σε κάρτες διοδίων, σε αντικλεπτικά (immobilizer, ρούχα, χαρτονομίσματα, κ.ά.) – EAS.

Υγεία

Η τεχνολογία RFID στον τομέα της υγείας μπορεί να εφαρμοστεί για:

- Έλεγχο διανομής φαρμάκων.
- Ταυτοποίηση ιατρικών δειγμάτων.
- Συλλογή και μετάδοση βιομετρικών δεδομένων.
- Παρακολούθηση ασθενών.

Γενικότερα

Η τεχνολογία RFID συναντάται και στα ακόλουθα πεδία εφαρμογών:

- Ταυτοποίηση, παρακολούθηση ζώων.
- Συλλογή απορριμμάτων.
- POS/συστήματα ταχείας πληρωμής
- Συστήματα πρόσβασης/χρέωσης σε πολυχώρους.
- Συστήματα διαχείρισης αποσκευών.
- Χρονομέτρηση αθλητών.
- Αποφυγή απαγωγών σε μικρά παιδιά(!).
- Διαχείριση βιβλιοθηκών.
- Διαχείριση έντυπου υλικού (βιβλία, έγγραφα, παραστατικά, διαβατήρια).
- Συντήρηση (εγκαταστάσεων, εξοπλισμού, παγίων περιουσιακών στοιχείων).

3.4 Περιορισμοί, προβληματισμοί, προκλήσεις

Σήμερα, η τεχνολογία RFID βρίσκεται ακόμα στα αρχικά στάδια ανάπτυξής της. Παρόλο που μεγάλες αλυσίδες λιανικού εμπορίου (Wal-Mart, Metro, Best Buy, Target) και Φαρμακοβιομηχανίες (GlaxoSmithKline) ξεκίνησαν πιλοτικές εφαρμογές στις εφοδιαστικές τους αλυσίδες, τα συστήματα είτε εγκαταλείφθηκαν (GlaxoSmithKline), είτε καθυστερούν στην υλοποίησή τους (Target, Best Buy). Οι βασικότερες αιτίες των καθυστερήσεων εντοπίζονται κυρίως σε δυο παράγοντες: [\[7\]](#)

- Προβλήματα τεχνικής φύσεως που προκύπτουν από τους περιορισμούς της τεχνολογίας RFID.

- Μη συμμόρφωση των προμηθευτών, λόγω του ότι τα άμεσα οφέλη δεν ξεπερνούν το κόστος επένδυσης.

3.4.1 Τεχνολογικοί περιορισμοί

Πολλές από τις αρχικές πιλοτικές εφαρμογές σχεδιάστηκαν με βάση υπερεκτιμημένες δυνατότητες των συστημάτων RFID. Για παράδειγμα, είχε προβλεφθεί ότι η συσκευασία της παλέτας και η καταγραφή των περιεχομένων προϊόντων από ένα σύστημα RFID θα αρκούσε για τη διαδικασία της προετοιμασίας και αποστολής μιας παραγγελίας. Στην πράξη όμως, αυτό δεν είναι εφικτό: ένα σύστημα RFID δεν μπορεί ακόμα να καταγράψει αξιόπιστα τα περιεχόμενα μιας παλέτας. Στις τρέχουσες εφαρμογές, τα συστήματα RFID χρησιμοποιούνται μόνο για την επιβεβαίωση του περιεχομένου των παλετών. Η μη εκπλήρωση των υψηλών προσδοκιών οφείλεται κυρίως σε προβλήματα τεχνικής φύσεως που αναδείχθηκαν κατά την εφαρμογή της τεχνολογίας: [7]

Μη συμβατότητα προτύπων

Για να λειτουργήσει ένα σύστημα RFID σε μια εφοδιαστική αλυσίδα, απαιτείται όλοι οι εμπλεκόμενοι να χρησιμοποιούν κοινά πρότυπα. Όμως δεν υπάρχει ένα κοινό πρότυπο για τις ετικέτες και τους αναγνώστες και οι συχνότητες λειτουργίας διαφέρουν: υπάρχουν προϊόντα που λειτουργούν σε UHF και σε HF. Έτσι, δεν μπορεί να είναι κανείς σίγουρος ότι μια ετικέτα θα αναγνωστεί σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ακόμα και με την εισαγωγή του διεθνούς προτύπου Gen2 το 2004, η επικοινωνία μεταξύ των προϊόντων RFID παραμένει δύσκολη. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ορίσει για τις επιχειρήσεις ένα εύρος ζώνης UHF (2MHz) πολύ μικρότερο από αυτό της Αμερικής (26MHz). Από αυτή την ασυμβατότητα προκύπτουν προβλήματα ευελιξίας και κόστους: αν μια εταιρεία τροφίμων που έχει επενδύσει σε τεχνολογία UHF λάβει οδηγία από κάποιον πελάτη της στο εξωτερικό να παραδίδει τις παλέτες με RFID σε HF, θα χρειαστεί να επενδύσει εκ νέου σε εξοπλισμό. [7]

Παρόλο που η τεχνολογία RFID έχει αναπτυχθεί αρκετά, η βιομηχανία δεν έχει καταφέρει ακόμη να αναπτύξει διεθνή πρότυπα που θα μπορούσαν να αναπτύξουν τις τεχνολογίες πιο εύκολα. Προβλήματα όπως η μορφή των ψηφιακών ετικετών, η συχνότητα που θα λειτουργούν τέτοια συστήματα και οι τρόποι που θα λειτουργούν τα διάφορα συστήματα μεταξύ τους, πρέπει να λυθούν. Σήμερα οι επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν αυτού του είδους τεχνολογία δεν κάνουν χρήση στο έπακρο τα πλεονεκτήματα που θα μπορούσαν να έχουν στην εφοδιαστική τους αλυσίδα, καθώς τα πρότυπα κάθε κατασκευάστριας εταιρείας RFID διαφοροποιούνται από αυτά των άλλων εταιριών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην μπορούν τα πληροφοριακά συστήματα των επιχειρήσεων που παίρνουν μέρος σε μια εφοδιαστική αλυσίδα να επικοινωνούν σε ικανοποιητικό βαθμό μεταξύ τους. Πολλές βέβαια προσπάθειες γίνονται για να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα και να δημιουργηθούν διεθνώς αποδεκτά πρότυπα.

Ιδιαιτερότητες υλικών

Τα προϊόντα RFID είναι ηλεκτρομαγνητικές συσκευές. Η πληροφορία μεταφέρεται με ΗΜ κύματα, η διάδοση των οποίων εξαρτάται από παράγοντες όπως από το υλικό πάνω στο οποίο είναι προσκολλημένες οι ετικέτες, από το υλικό που παρεμβάλλεται και από την ύπαρξη ΗΜ θορύβου. Για παράδειγμα, τα μέταλλα και τα υγρά δυσχεραίνουν την επικοινωνία των ετικετών με τις κεραίες των αναγνώστών. [7]

Οι αναγνώστες RFID ίσως να αποτυγχάνουν να αναγνώσουν σωστά τις ετικέτες για διάφορους λόγους. Η απόσταση και ο προσανατολισμός της ετικέτας σε σχέση με

τον αναγνώστη είναι δυο βασικοί λόγοι αποτυχίας σωστής ανάγνωσης. Συγκεκριμένα υλικά όπως το μέταλλο ή τα υγρά μπορούν να διαστρέψουν ή ακόμα και να απορροφήσουν τα RFID σήματα. Η συσκευασία και το γύρω περιβάλλον, καθώς και τα προϊόντα χειρισμού ενδέχεται να επηρεάσουν τον βαθμό επιτυχίας της ανάγνωσης. Επιπλέον ηλεκτρομαγνητικός περιβάλλον θόρυβος που προκαλείται από άλλο εξοπλισμό μπορεί να προξενήσει προβλήματα. Ακόμα και η ταχύτητα με την οποία οι ετικέτες διέρχονται από τους αναγνώστες επηρεάζει την ικανότητα επιτυχούς σύλληψης και ανάγνωσης.

Επιπρόσθετα, οι ανωτέρω παράγοντες ποικίλλουν σε σημασία ανάλογα με τον τύπο ετικέτας που χρησιμοποιείται. Για παράδειγμα, χαμηλής συχνότητας ετικέτες θα είναι μια καλή επιλογή για την ιχνηλάτηση κλιματιστικών με την προϋπόθεση οι αναγνώσεις να εκτελούνται διακριτά και σε μικρή κλίμακα. Ωστόσο οι ίδιες ετικέτες ενδεχομένως να μην είναι κατάλληλες για τη λήψη επιβεβαιώσεων εξωτερικών φορτώσεων σε αποστολές ενδυμάτων, κατά την οδήγηση μέσω πόρτας μιας παλέτας κιβωτίων που φέρουν ετικέτες. Μια UHF ετικέτα συνίσταται σε αυτή την περίπτωση. [\[12\]](#)

Δυσκολίες εγκατάστασης και λειτουργίας

Στην περίπτωση των barcodes, η προετοιμασία για μια εγκατάσταση μπορεί να περιοριστεί στην εξασφάλιση της οπτικής επαφής μεταξύ αναγνώστη και barcode και στον συνυπολογισμό της ταχύτητας με την οποία κινείται το barcode ως προς τον αναγνώστη. Αντίθετα, στις εφαρμογές RFID απαιτείται η επί τόπου επίσκεψη, δοκιμές με τα προτεινόμενα υλικά, δοκιμαστικές τοποθετήσεις εξοπλισμού (αναγνώστες, δικτύωση) και πιθανόν η διεξαγωγή μιας πιλοτικής εφαρμογής. Όσον αφορά την λειτουργία, οι ετικέτες RFID δεν είναι τόσο “ανεκτικές” στην κακομεταχείριση όσο οι ετικέτες barcodes: το τσάκισμα μιας ετικέτας RFID μπορεί να σημάνει την πλήρη καταστροφή της πληροφορίας, ενώ κάτω από τις ίδιες συνθήκες μια ετικέτα barcode παραμένει αναγνώσιμη. [\[7\]](#)

Αλλαγή του τρόπου λειτουργίας της κάθε επιχείρησης

Με τη χρήση ολοένα και περισσότερων ψηφιακών ετικετών, θα συσσωρευτεί ένας τεράστιος όγκος πληροφοριών σε μεγάλες βάσεις δεδομένων, για την ανάκτηση των οποίων απαιτούνται εξειδικευμένα προγράμματα, έτσι ώστε να γίνει κατάλληλη χρησιμοποίησή τους κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Για να είναι εφικτή η συνεχής εξόρυξη πληροφοριών, απαιτείται η στενή συνεργασία των διαφόρων εταιριών (μερών) που συμμετέχουν στην εφοδιαστική αλυσίδα. Έτσι, είναι ανάγκη να αλλάξει σε πολλές περιπτώσεις και ο τρόπος που μέχρι τώρα λειτουργούσαν αυτές οι επιχειρήσεις. Βέβαια πολλά υπάρχοντα πληροφοριακά συστήματα μπορούν να δεχτούν πληροφορίες από σαρωτές RFID, ωστόσο λίγα είναι τα συστήματα που μπορούν να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία RFID σε πλήρη κλίμακα, δηλαδή κατά μήκος όλης της εφοδιαστικής αλυσίδας.

3.4.2 Επιχειρηματικοί προβληματισμοί

Ο αρχικός σχεδιασμός της ανάπτυξης της τεχνολογίας RFID έγινε με βάση την υπόθεση ότι η ζήτηση θα μείωνε σταδιακά τα κόστη της τεχνολογίας. Όμως, οι παραπάνω τεχνολογικοί περιορισμοί καθυστερούν την πτώση των τιμών που απαιτείται για την ευρύτερη αποδοχή της. Ενώ η έρευνα σήμερα προσανατολίζεται στις λύσεις αυτών των τεχνικών ζητημάτων, οι επιχειρήσεις που εξετάζουν το ενδεχόμενο

υλοποίησης ενός συστήματος RFID προβληματίζονται κυρίως από τον παράγοντα κόστος, ο οποίος σχετίζεται με την απόκτηση και λειτουργία του απαιτούμενου εξοπλισμού. [7], [39]

Μη βέλτιστη σχέση κόστος / όφελος

Για εταιρίες κολοσσούς όπως η Wal-Mart, έχει αποδειχθεί ότι η διαχείριση αποθεμάτων με την χρήση RFID μπορεί να μειώσει τα κόστη διευκολύνοντας τις διαδικασίες παραλαβών και αποστολών. Για τους προμηθευτές της Wal-Mart όμως, και γενικά για όσες επιχειρήσεις τροφίμων προμηθεύουν με προϊόντα αλυσίδες λιανεμπορίου, τα οφέλη είναι λιγότερο εμφανή, ειδικά για όσες εταιρίες έχουν ήδη επενδύσει σε συστήματα barcode. [7], [39]

Κόστος Εξοπλισμού

Ένας από τους μεγαλύτερους προβληματισμούς αφορά το κόστος εξοπλισμού. Το κόστος του εξοπλισμού αποτελεί πρόβλημα για την επιτάχυνση της υιοθέτησης της τεχνολογίας RFID. Το σημαντικότερο ίσως μειονέκτημα του RFID είναι το κόστος της κάθε ετικέτας και συγκεκριμένα ενός ενεργού tag. Οι περισσότερες εταιρίες που πωλούν RFID tags δεν αναφέρουν τις τιμές, αφού αυτές εξαρτώνται από τον όγκο των πωλήσεων, την ποσότητα μνήμης της ετικέτας, το περίβλημα της ετικέτας (π.χ. πλαστικό περίβλημα), αν είναι ενεργή ή παθητική και άλλα χαρακτηριστικά. Οι παθητικές ετικέτες είναι σαφώς φθηνότερες από τις ενεργές, διότι δεν διαθέτουν πηγή ενέργειας και πολλή μνήμη. Σε γενικές γραμμές, μια παθητική 96-bit EPC tag κοστίζει από 0,07\$ έως 0,30\$, ενώ η τιμή των ενεργών ετικετών κυμαίνεται από 5\$ έως και 100\$¹⁰.

Ωστόσο οι ετικέτες αποτελούν ένα μέρος του κόστους RFID. Οι ετικέτες ακόμα και τώρα απαιτείται να εφαρμόζονται στα αντικείμενα με κάποιο είδος μέσου στερέωσης (κόλλα) ή εμποδώνοντας την ετικέτα στο υλικό. Οι ετικέτες χρειάζονται τους αναγνώστες. Οι αναγνώστες RFID ποικίλουν σε κόστος, από μερικές εκατοντάδες (readers χαμηλής και υψηλής συχνότητας) έως μερικές χιλιάδες ευρώ (UHF readers). Παρόλο που οι δαπάνες προμήθειας των αναγνωστών θα μειωθούν δεδομένου ότι η απαίτηση κεντρίζει την παραγωγή, εντούτοις παραμένει ακόμα μια μεγάλη επένδυση για κάθε εφαρμογή RFID και σαφέστατα είναι ακόμα πιο δαπανηροί από τους λείζερ σαρωτές. Επιπρόσθετα, παράγοντες απόδοσης ενδεχομένως να προκαλέσουν άλλα κόστη με τους πιθανούς χρήστες RFID να επανασχεδιάζουν τη συσκευασία ή να μετασκευάζουν τις εγκαταστάσεις προκειμένου να υλοποιήσουν την εφαρμογή τους. [39], [12]

Υγεία και RFID

Ένας μεγάλος προβληματισμός που απασχολεί όχι μόνο τις επιχειρήσεις αλλά και τους χρήστες της τεχνολογίας RFID έχει να κάνει με τον βαθμό στον οποίο η ακτινοβολία που εκπέμπεται επηρεάζει αρνητικά την υγεία των ανθρώπων. Συχνά αναφέρεται ότι ορισμένοι από τους αναγνώστες RFID εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ανάλογη με εκείνη που συνεπάγεται η χρήση ενός κινητού τηλεφώνου της τεχνολογίας GSM. Παρ' όλα αυτά αξίζει να σημειωθεί ότι στην πλειονότητά τους οι RFID αναγνώστες εκπέμπουν ακτινοβολία σε πολύ χαμηλές συχνότητες, γεγονός που υποδηλώνει ότι δεν επηρεάζεται η ανθρώπινη υγεία από αυτούς. [39]

¹⁰ <http://rfid.net/best-practices/43-best-practices/135-passive-rfid-smart-label-buyers-guide>,
http://www.sagedata.com/learning_centre/active-rfid-tags.html, <http://www.rfidjournal.com/faq/20/85>

Απουσία οφέλους μετάβασης από barcodes σε RFID

Η ταυτοποίηση προϊόντων με χρήση barcode είναι ακριβής σε ποσοστό 99,90%. Με την χρήση RFID το ποσοστό αυτό μπορεί – υπό προϋποθέσεις – να ανέβει σε 99,99%. Αναρωτιέται κανείς εάν μία βελτίωση της τάξης του 0,09% επαρκεί για να δικαιολογήσει το κόστος της εισαγωγής μιας νέας τεχνολογίας. Πόσο μάλιστα που στην πράξη αποδεικνύεται ότι το RFID δεν είναι όσο αξιόπιστο είναι το barcode. [7], [39]

Κατάρτιση ανθρωπίνου δυναμικού

Η εισαγωγή ενός συστήματος RFID επιφέρει σημαντικές αλλαγές στις διαδικασίες παραλαβών, αποθήκευσης και αποστολής των προϊόντων, οι οποίες επηρεάζουν τις μέχρι τώρα καθημερινές εργασίες των εργαζομένων. Επιπλέον ενδέχεται να απαιτηθεί καταρτισμένο ανθρώπινο δυναμικό. Για τη μετάβαση λοιπόν σε ένα σύστημα RFID, απαιτείται εκπαίδευση του υπάρχοντος δυναμικού και πιθανόν επένδυση σε νέο. [7]

3.4.3 Προκλήσεις

Δεδομένης της σύγχρονης κατάστασης της τεχνολογίας RFID, οι προκλήσεις και οι τεχνολογικοί φραγμοί καθιστούν το RFID μη πρακτικό για πολλές περιπτώσεις. Όπως κάθε άλλη τεχνολογική εφαρμογή, το RFID θα πρέπει να παρέχει μια αποδεκτή απόδοση της επένδυσης (Return on Investment, ROI), προκειμένου να αποτελεί μια βιώσιμη λύση σε κάθε λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ωστόσο το RFID εξελίσσεται με ρυθμό κάποιας δυναμικής και το ερώτημα που τίθεται είναι ποιές είναι οι προκλήσεις σήμερα και πως αυτές θα ξεπεραστούν. [12]

Κόστος

Τα σχέδια της Wal-Mart και άλλων κατόχων RFID, στηρίζονται σε ετικέτες χαμηλού κόστους. Το Auto-ID Center στο MIT έχει προβλέψει ότι 0.05\$ ανά ετικέτα είναι το περιθώριο κόστους που απαιτείται ώστε να καθιστά το RFID πρακτικό για ευρεία χρήση στην εφοδιαστική αλυσίδα. Ωστόσο χρόνια μετά, τα 5 cents παραμένουν ζητούμενο ενώ το αντίστοιχο κόστος για μια ετικέτα barcode είναι 0.2 cents. Σύμφωνα με τα παραπάνω, είναι σαφές ότι με τις παρούσες τιμές μια μικρομεσαία επιχείρηση λιανικής πώλησης θα πρέπει να δαπανήσει πάρα πολλά χρήματα μόνο για την αγορά χιλιάδων ετικετών, αν θέλει να υλοποιήσει μια τέτοια εφαρμογή για να αυτοματοποιήσει τις λειτουργίες προμήθειας, αποθήκευσης και διανομής των προϊόντων της. Έχει υπολογιστεί ότι για να φθάσουν τα συστήματα RFID να αντικαταστήσουν τον γραμμωτό κώδικα (barcode), θα πρέπει η τιμή της κάθε ετικέτας να μειωθεί στο 1 cent του δολαρίου ή και περισσότερο.

Το γεγονός αυτό έχει γίνει αντιληπτό από όλους τους φορείς που δραστηριοποιούνται στο χώρο και οι εταιρίες παραγωγής τους προσπαθούν να μειώσουν το κόστος, μέσω νέας σχεδίασης αλλά και περικοπής κάθε περιττής λειτουργίας των ετικετών. Σύγχρονοι πρόοδοι στην κατασκευή των ετικετών υπόσχονται να επιτύχουν τον ανωτέρω σκοπό. Επίσης, οι οδηγίες συμμόρφωσης της εταιρείας Wal-Mart και του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας προσανατολίζουν τους κατασκευαστές μικροεπεξεργαστών προς αυτή την κατεύθυνση. Το κόστος των ετικετών θα συνεχίσει να μειώνεται (το 2004 οι παθητικές ετικέτες κόστιζαν 0.20\$ έως 10\$). [12]

Για τις εταιρίες βέβαια, που διακινούν μεγάλα ή πολύ ακριβά προϊόντα, όπως οχήματα ή container, είναι πολύ πιο εύκολο να πληρώσουν ετικέτες RFID του ενός δολαρίου, γιατί τα πλεονεκτήματα από τη χρήση τους είναι πολύ σημαντικά.

Εξελικτικός ρυθμός

Τα εν δυνάμει οφέλη της τεχνολογίας RFID και του EPC Network είναι αρκετά ανταγωνιστικά. Ωστόσο είναι ακόμα περισσότερο μια ιδέα παρά μια πραγματικότητα στην πλειονότητα των οραμάτων που διατυπώνονται από τους υποστηρικτές της τεχνολογίας. Πολλοί από τους υπάρχοντες τεχνολογικούς και οικονομικούς φραγμούς θα ξεπεραστούν με την κερτημένη ταχύτητα που αναπτύσσονται οι εφαρμογές RFID της εφοδιαστικής αλυσίδας, χωρίς ωστόσο να είναι κανείς σε θέση με σιγουριά να προσδιορίσει πόσο γρήγορα αυτό θα συμβεί. Επιπρόσθετα το τελικό αποτέλεσμα ίσως να μην συμπίπτει απόλυτα με τις σύγχρονες προσδοκίες.

Η τεχνολογία RFID θα συνεχίσει να εξελίσσεται μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα με ρυθμό που καθορίζεται από το κόστος, την απόδοση και την αποδοχή της εμπορευματικής κοινότητας. Οι οδηγίες συμμόρφωσης της Wal-Mart και του Υπουργείου Άμυνας (DoD) ενδεχομένως να έχουν προσφέρει μια σημαντική ώθηση, ωστόσο αυτό δεν σημαίνει ότι έχει εξασφαλιστεί η αποδοχή της τεχνολογίας μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα καθώς συγκεκριμένα θέματα θα είναι δύσκολο να ξεπεραστούν. Για παράδειγμα οι ανησυχίες, που σχετίζονται με την προστασία των προσωπικών δεδομένων στα πλαίσια τοποθέτησης ετικετών στα αντικείμενα, ενδεχομένως να αποτρέψουν πολλούς λιανοπωλητές από την ιχνηλάτηση RFID. Αυτή η αποστροφή θα είναι αποτέλεσμα της κοινωνικής αντίληψης-διάισθησης και όχι απόρροια τεχνικών θεμάτων. Εάν αυτό συμβεί, το μέλλον του RFID θα είναι διαφορετικό από ένα μέλλον, όπου η λιανική ιχνηλάτηση σε επίπεδο αντικειμένου θα είναι ένας εφικτός στόχος. [\[12\]](#)

Διαδικασίες επανασχεδιασμού

Πολλά από τα οφέλη απόδοσης και ακρίβειας που υπόσχεται το RFID, μπορούν να αποκτηθούν μόνο αν χρησιμοποιηθεί η υπόψη τεχνολογία κατά διαφορετικό τρόπο από αυτή που ακολουθούν τα συστήματα που βασίζονται στη φιλοσοφία των bar codes. Το κύριο πλεονέκτημα του RFID έναντι του bar code είναι ότι επιτρέπει την ταυτοποίηση των αντικειμένων με έναν μη παρεμβατικό τρόπο. Ωστόσο πολλές από τις υπάρχουσες εφαρμογές της εφοδιαστικής αλυσίδας απαιτούν την απευθείας σύλληψη των κωδικών bar codes μέσω των σαρώσεων του χρήστη και ως εκ τούτου μια αποθήκη «απελευθερωμένη» από σαρώσεις θα χρειαστεί διαφορετικές διαδικασίες από αυτές που χρειάζεται μια αποθήκη η οποία στηρίζεται στη φιλοσοφία του γραμμωτού κώδικα.

Η παραλαβή με την τεχνολογία RFID είναι μια ελκυστική προοπτική για τις περισσότερες εταιρείες διανομής. Ωστόσο τα πραγματικά οφέλη παραγωγής, θα προέρθουν περισσότερο διαμορφώνοντας τη διανομή σε διαδικασία που στηρίζεται στη φιλοσοφία flow-through, παρά από την απλή αντικατάσταση της bar code σάρωσης από τον RFID αναγνώστη. Η εφαρμογή από μια επιχείρηση διαδικασίας flow-through παραλαβής, ενδεχομένως να απαιτήσει αλλαγές στον έλεγχο (check-in) των αποστολών, στην ποιότητα, στην πιστοποίηση, στον ειδικό χειρισμό και στις διαδικασίες αξιολόγησης των προμηθευτών. [\[12\]](#)

Συνεργασία, ανταλλαγή πληροφοριών

Από τις αρχές της δεκαετίας 1990, υπήρξε μια αναπτυσσόμενη κατανόηση ότι η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας θα έπρεπε να κτιστεί γύρω από την ανταλλαγή πληροφοριών και τη συνεργασία ανάμεσα στους εταίρους της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η συνεργασία εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας στο λιαν εμπόριο και στη βιομηχανία των ταχέως κινούμενων καταναλωτικών αγαθών (Fast Moving Consumer Goods, FMCG), έχει κυρίως εκφραστεί υπό τη μορφή πρακτικών όπως η διαχείριση αποθέματος από τον προμηθευτή (Vendor Managed Inventory, VMI) το πρόγραμμα συνεχούς ανεφοδιασμού (Continuous Replenishment Program, CRP) και ο συνεργατικός προγραμματισμός, πρόβλεψη και ανεφοδιασμός (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment, CPFR).

Το VMI είναι ίσως η πρώτη σχέση εμπιστοσύνης μεταξύ των προμηθευτών και των πελατών, στην οποία ο κατασκευαστής (προμηθευτής) έχει τη μοναδική ευθύνη διαχείρισης της πολιτικής αποθεμάτων του πελάτη, συμπεριλαμβανομένου της διαδικασίας αναπλήρωσης, βασιζόμενο στη διακύμανση του επιπέδου του αποθέματος στην κύρια αποθήκη του πελάτη ή στο κέντρο διανομής. Το CRP κινείται ένα βήμα παραπέρα και αποκαλύπτει τη ζήτηση στα καταστήματα λιανικής. Η πολιτική των αποθεμάτων βασίζεται πλέον στην πρόβλεψη των πωλήσεων, που δημιουργείται από ιστορικά δεδομένα ζήτησης και δεν βασίζεται πια εντελώς στις αποκλίσεις του επιπέδου του αποθέματος στις κύριες αποθηκευτικές εγκαταστάσεις του πελάτη. Το CPFR αποτελεί μια εξέλιξη των VMI και CRP, κατευθύνοντας όχι μόνο την αναπλήρωση αλλά επίσης την από κοινού πρόβλεψη της ζήτησης και τον προγραμματισμό προωθήσεων, με έμφαση στην προώθηση και στα κρίσιμα υλικά. Το CPFR βασίζεται σε εκτεταμένη ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ του λιανέμπορου και του προμηθευτή, συμπεριλαμβανομένου δεδομένα των σημείων πώλησης (point-of-sales, POS), προβλέψεις και σχέδια προώθησης. Βασιζόμενοι στις ανωτέρω περιγραφές, διαπιστώνεται ότι τα VMI & CRP είναι πιο αποτελεσματικά για την αναπλήρωση και τον εφοδιασμό, ενώ το CPFR προσδίδει μεγαλύτερη έμφαση στην πλευρά της ζήτησης.

Η τεχνολογία της πληροφορικής (Information Technology, IT) έχει διαδραματίσει ένα καθοριστικό ρόλο σε όλες αυτές τις πρακτικές συνεργασίας και οι μετέχοντες στη βιομηχανία συχνά χρησιμοποιούν τους όρους «ενδυναμωτές» (enablers) και ολοκληρωτές (integrators), όταν αναφέρονται σε τεχνολογικά στοιχεία όπως electronic data interchange EDI, πρότυπα, διαδίκτυο κτλ. Υπάρχει μια σαφής πορεία εξέλιξης των ικανοτήτων και εκλέπτυνση της υποκείμενης υποδομής πληροφορικής, όσον αφορά την ποσότητα των πληροφοριών που ανταλλάσσονται μεταξύ των εμπορικών εταίρων και των διαδικασιών που ενεργοποιούνται από την εν λόγω ανταλλαγή πληροφοριών. Συγκρίνοντας με τα παραδοσιακά συστήματα παραγγελίας, τα VMI/CRP και ιδιαίτερα το CFRP αυξάνουν σημαντικά το συνολικό όγκο των πληροφοριών που ανταλλάσσονται μεταξύ των λιανέμπορων και των προμηθευτών σε καθημερινή βάση. Ο όγκος των πληροφοριών και η ένταση της αλληλεπίδρασης αυξάνονται δραματικά, όταν οι προηγμένες δυνατότητες συλλογής δεδομένων της τεχνολογίας RFID εφαρμόζονται σε συνδυασμό με την τεχνολογία μοναδικής ταυτοποίησης του προϊόντος και συγκέντρωσης πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο. Η εμφάνιση του RFID αναμένεται να φέρει επανάσταση σε πολλές από τις διεργασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας, κυρίως εκείνες που αφορούν συνεργαζόμενους εταίρους. Πρόσφατη βιομηχανική έκθεση (GCI, 2005), αναφέρεται στις νέες υπηρεσίες συνεργασίας της εφοδιαστικής αλυσίδας που θα ενδυναμωθούν μέσω της χρήσης της τεχνολογίας RFID και της ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ των εμπορικών εταίρων, όπως καταπολέμηση των απομιμήσεων,

ανάκληση του προϊόντος και αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα (reverse logistics), εντός καταστήματος συνεργαζόμενη διαχείριση προώθησης και διαχείριση ολικού αποθέματος.

Πέρα από την αυτόματη αναγνώριση μοναδιαίων προϊόντων, την ιχνηλάτηση των αγαθών, την ανταλλαγή πληροφοριών για τα υλικά και την παρακολούθηση πόρων, η τεχνολογία RFID υπόσχεται να «κλείσει» κάποια κενά πληροφόρησης στην εφοδιαστική αλυσίδα και επίσης να εξυπηρετήσει ως θεμέλιο ένα ευρύ φάσμα από εφαρμογές του εφοδιασμού στη βιομηχανία του λιανεμπορίου, που κυμαίνονται από το ανάντη (upstream) σύστημα αποθήκευσης και διαχείρισης διανομής έως τις κατάντη (downstream) επιχειρήσεις λιανικής outlet, συμπεριλαμβανομένου της αποδοτικής διαχείρισης αποθέματος, της διαχείρισης ραφιών, της διαχείρισης προωθήσεων και τις καινοτομικές υπηρεσίες πελατών, καθώς και εφαρμογές που εκτείνονται σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα, όπως η ιχνηλασιμότητα των προϊόντων. Επί του παρόντος, οι εφαρμογές RFID λαμβάνουν χώρα εσωτερικά της εκάστοτε εταιρίας με σκοπό κυρίως να αυτοματοποιήσουν τις διαδικασίες διαχείρισης της αποθήκευσης ή τις λειτουργίες των καταστημάτων. Κοιτώντας προς το μέλλον, μια πρόσφατη έκθεση (CGI, 2005) που συγκεντρώνει τις απόψεις ηγετών της βιομηχανίας και πολλών διαφορετικών εταιριών σε παγκόσμια βάση, αναγνωρίζει την ανάγκη για θέσπιση ξεκάθαρων πρακτικών και υποδομών ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ των εμπορευματικών συνεργατών, την ανάγκη για υποστήριξη της χρήσης ελεύθερης, βασισμένης σε πρότυπα ανταλλαγής πληροφοριών και την ανάγκη να καταστούν ικανές επιχειρηματικές διαδικασίες μέσω της τεχνολογίας RFID σε συγκεκριμένες περιοχές εφαρμογής (ειδικότερα λειτουργίες στο κατάστημα, λειτουργίες διανομής, άμεση διανομή στο κατάστημα, προωθητικές ενέργειες, ολική διαχείριση αποθέματος και διαχείριση απωλειών). [\[11\]](#)

Τα οφέλη από την υιοθέτηση του RFID σε ποικίλες περιοχές εφαρμογών μπορούν να αναζητηθούν στους ακόλουθους άξονες:

- Αυτοματοποίηση των υφιστάμενων διαδικασιών, οδηγώντας σε εξοικονόμηση χρόνου/κόστους και σε περισσότερο αποδοτικές λειτουργίες.
- Καθιέρωση νέων ή τροποποιημένων επιχειρηματικών διαδικασιών και καινοτομικών υπηρεσιών καταναλωτή, όπως ο έλεγχος της διαθεσιμότητας του προϊόντος στο ράφι ή τα αυτόματα ταμεία, δηλ. χωρίς ταμία (consumer self check-out).
- Βελτίωση διαφορετικών διαστάσεων της ποιότητας της πληροφορίας, όπως η ακεραιότητα, η ακρίβεια, η επικαιρότητα κτλ. [\[4\]](#)
- Σχηματισμός νέων τύπων πληροφορίας, που οδηγούν σε μια πιο ακριβή αναπαράσταση του φυσικού περιβάλλοντος, όπως η ακριβής θέση ενός προϊόντος στο κατάστημα, το ιστορικό πώλησης ενός συγκεκριμένου προϊόντος κτλ.

Για την πλήρη αποκομιδή των οφελών, θα πρέπει η εκμετάλλευση των πληροφοριών να μην είναι τοπική αλλά απαιτείται να γίνει ανταλλαγή πληροφοριών με τους εμπορικούς εταίρους σε ένα περίπλοκο δίκτυο σχέσεων και διαμόρφωσης αποφάσεων. Εάν η τεχνολογία RFID αξιοποιηθεί μόνο εσωτερικά από έναν ηγεμόνα δικτύου αποβλέποντας αποκλειστικά σε εσωτερικά οφέλη, π.χ. έναν μεγάλο λιανέμπορο που προσπαθεί να βελτιώσει τις λειτουργίες καταστήματος, τότε οι προμηθευτές θα αντιμετωπίσουν το RFID ως μια ακόμη δυσμενής στρατηγική αναγκαιότητα. Πρόκειται για μια ήδη υπάρχουσα τάση στην αγορά που αναμένεται να έχει αρνητική επιρροή στην αποδοχή της αγοράς για τη τεχνολογία RFID και στο βαθμό υιοθέτησής της. Υπό αυτή

την προοπτική, μια προτεινόμενη αρχιτεκτονική καταμετρημένου δικτύου εφαρμόζεται για να καταστήσει ικανές διαδικασίες συνεργασίας και συστήματα υποστήριξης αποφάσεων, αξιοποιώντας τις προαναφερόμενες δυνατότητες του RFID έτσι ώστε όχι μόνο οι λιανέμποροι— ηγέτες του δικτύου, αλλά επίσης και οι προμηθευτές να δύνανται να ωφεληθούν από την εφαρμογή του RFID. [11]

Ολοκλήρωση

Δεδομένων των υφιστάμενων προοπτικών, το RFID δύσκολα αποτελεί μια λύση έτοιμη προς χρήση. Απαιτεί σημαντικό προγραμματισμό, σχεδιασμό (engineering) και συντονισμό εργασίας σε ένα περιβάλλον παραγωγής. Αν και η διαδικασία της ολοκλήρωσης θα γίνεται ολοένα και πιο εύκολη καθώς η τεχνολογία RFID ωριμάζει, εντούτοις κάθε οργανισμός που επί του παρόντος μελετά την υιοθέτηση του RFID, θα πρέπει να είναι προετοιμασμένος για διάθεση σημαντικών πόρων προκειμένου η υπόψη λύση να αποδώσει. Δεδομένου ότι η χρήση του δεν είναι ιδιαίτερα διευρυμένη στην εφοδιαστική αλυσίδα, οι επιδέξιοι πόροι ολοκλήρωσης RFID είναι ακόμα σπάνιοι, όπερ σημαίνει ότι αρκετές εταιρείες είναι υποχρεωμένες να στραφούν για συνεργασία σε λύσεις 3PL (third party logistics). [12]

3.5 Ιδιωτικότητα και Ασφάλεια στα συστήματα RFID

Τα θέματα της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας στην τεχνολογία RFID αναδεικνύονται από το γεγονός ότι οι άνθρωποι δεν μπορούν να αντιληφθούν την RF ακτινοβολία που χρησιμοποιείται για την ανάγνωση των ετικετών και επιπλέον οι ετικέτες δεν κρατούν ιστορικό του τι διαβάστηκε και από ποιόν. Ως αποτέλεσμα, οι ετικέτες μπορούν να διαβαστούν από οντότητες διαφορετικές από αυτές των κατόχων τους και χωρίς οι κάτοχοι τους να έχουν επίγνωση. [40]

Οι ετικέτες RFID που χρησιμοποιούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα περιέχουν δεδομένα όπως οι απλοί αριθμοί αναγνώρισης (EPC) αλλά και σημαντικότερες πληροφορίες για ένα προϊόν. Για παράδειγμα, στον κλάδο της υγείας, θα μπορούσε να είναι ο τύπος αίματος ενός δείγματος. Ο κύριος στόχος ασφάλειας οποιουδήποτε συστήματος που έχει σκοπό να προστατεύσει τις πληροφορίες που αποθηκεύονται στα διάφορα μέσα αποθήκευσης που χρησιμοποιούνται, όπως οι ετικέτες, οι δίσκοι των υπολογιστών ή οι έξυπνες κάρτες, είναι βασικά να αποτραπεί οποιοδήποτε αναρμόδιο πρόσωπο:

- Να αποκτήσει πρόσβαση και να μάθει το περιεχόμενο των πληροφοριών.
- Να αποκτήσει πρόσβαση και να παραποιήσει, να προσθέσει ή να διαγράψει δεδομένα
- Να αντιγράψει το περιεχόμενο των πληροφοριών.

Σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα, η ασφάλεια των δεδομένων όπως περιγράφηκε παραπάνω, περιλαμβάνει όχι μόνο το μέσο αποθήκευσης, αλλά επίσης και τον τρόπο που τα δεδομένα δημιουργούνται και μεταφέρονται από την κεντρική μονάδα διαχείρισης (host) στο αποθηκευτικό μέσο (ή αντίστροφα). Παραδείγματος χάριν, όταν ένας μηχανικός «έσπασε» την ασφάλεια μιας πιστωτικής κάρτας γαλλικής τράπεζας μερικά χρόνια πριν, το έκανε όχι αποκωδικοποιώντας το αντίστοιχο τσιπ ασφαλείας, αλλά με την παραβίαση των κωδικών ασφαλείας του τερματικού ανάγνωσης των καρτών (ATM).

Τα ακόλουθα είναι σενάρια παρανομίας και γενικά μη εξουσιοδοτημένης χρήσης που θα μπορούσαν να συμβούν στην εφοδιαστική αλυσίδα:

- Σαμποτάζ – κάποιος που είναι αντίθετος με τις δραστηριότητες μιας επιχείρησης μπορεί να παραποιήσει τα δεδομένα στις ετικέτες χρησιμοποιώντας μια χειροκίνητη συσκευή και να σβήσει ή να τροποποιήσει το περιεχόμενό τους.

- Βιομηχανική κατασκοπεία – ένας ανταγωνιστής μπορεί να επιθυμεί να μάθει πόσα και τι είδους προϊόντα κατασκευάζει και δρομολογεί ο «αντίπαλός» του. Θα μπορούσε ενδεχομένως να μάθει ό,τι τον ενδιαφέρει με τους ακόλουθους παράνομους τρόπους:

- α. Κρυφακούγοντας – να ακούσει μέσα από τηλεπικοινωνιακά συστήματα μεγάλου εύρους, όπως το UHF, που μεταδίδουν ραδιοφωνικά σήματα (αν και συνήθως αυτά είναι αρκετά αδύναμα) σε αποστάσεις μέχρι 100 μέτρων.

- β. Τοποθετώντας καλά κρυμμένες συσκευές ανάγνωσης που θα συνδέονται με έναν Η/Υ κάπου εντός του εύρους των ετικετών που κινούνται μέσω της γραμμής παραγωγής.

- γ. Χρησιμοποιώντας διάφορες άλλες χειροκίνητες συσκευές.

- Πλαστογράφηση – κάποιος μπορεί να επιδιώξει να διαβάσει τα στοιχεία που αναγράφονται σε μια ετικέτα και τα οποία προσδιορίζουν μοναδικά ή πιστοποιούν την ταυτότητα ενός προϊόντος. Μόλις τα στοιχεία αυτά γίνουν γνωστά, ο «πλαστογράφος» θα μπορούσε να αγοράσει παρόμοιες ετικέτες ανάγνωσης/εγγραφής και να τις ενημερώσει με αυθεντικά στοιχεία, δημιουργώντας έτσι πλαστά προϊόντα τα οποία θα προστατεύονται από μια γνήσια ετικέτα. [\[6\]](#)

Πέρα από το θέμα της ασφάλειας των δεδομένων κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, υφίσταται και θέμα ιδιωτικότητας. Η ιδιωτικότητα στο RFID αφορά το πρόβλημα κακόβουλων readers που διαβάζουν πληροφορίες από tags στα οποία δεν έχουν εξουσιοδότηση. Οι περισσότεροι κίνδυνοι παραβίασης της προσωπικής ζωής των πολιτών προκύπτουν από το γεγονός ότι τα tags με τη μοναδικότητα του σειριακού αριθμού τους, μπορούν εύκολα να συσχετιστούν με τη ταυτότητα ενός ατόμου: [\[40\]](#)

- Προστασία Προσωπικών Δεδομένων - ανησυχίες σχετικά με την ιχνηλασιμότητα, τις συνήθειες εξόδων, οικονομικές πληροφορίες, ιατρικά δεδομένα, ακόμα και πόσες σόδες καταναλώνει κάποιος και άλλες ατέλειωτες δυνατότητες, μπορεί να αποτελέσουν στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν από τρίτους.

- Παρακολούθηση του πληθυσμού – κανένα μυστικό σταδιακά δεν θα μπορεί να κρυφτεί. Ο τόπος που πηγαίνει κάποιος διακοπές, πόσο καιρό κοιμάται, οι αγοραστικές του συνήθειες κτλ.

- Κίνδυνος παρακολούθησης των κινήσεων ενός ατόμου. Μπορεί να βγει ένα συμπέρασμα για τη συμπεριφορά ενός ατόμου με βάση τα δεδομένα που λαμβάνεται από μια ομάδα tags.

- Κίνδυνος συσχέτισης. Όταν ένας πελάτης αγοράσει ένα προϊόν το οποίο φέρει ένα tag, η ταυτότητα αυτού του ατόμου μπορεί να συσχετιστεί με τον ηλεκτρονικό σειριακό αριθμό του αντικειμένου.

- Κίνδυνος αποκάλυψης θέσης. Άτομα τα οποία φέρουν ένα tag μοναδικού σειριακού αριθμού μπορεί να παρακολουθούνται στο χώρο και η τοποθεσία τους να φανερώνεται, με την προϋπόθεση αυτός που κάνει την παρακολούθηση να γνωρίζει την αντιστοιχία ατόμου με tag.

- Κίνδυνος αποκάλυψης προτιμήσεων. Επιπλέον το tag σε ένα αντικείμενο φανερώνει τον κατασκευαστή, τον τύπο του, την μοναδική ταυτότητα του αλλά και την τιμή του. Αυτό αποκαλύπτει τις προτιμήσεις του πελάτη σε ανταγωνιστικές εταιρίες ή άλλα αδιάκριτα άτομα.

- Κίνδυνος κατηγοριοποίησης ανθρώπων. Κάποιοι μπορούν να κατηγοριοποιήσουν τα άτομα σε διάφορες ομάδες με βάση τα tags που φέρουν, και να τα εντοπίσουν χωρίς καν να γνωρίζουν την ταυτότητα τους.

- Κίνδυνος αποκάλυψης συναλλαγών. Όταν ένα αντικείμενο που φέρει tag αλλάξει ομάδα μπορεί κάποιος να συμπεράνει μια συναλλαγή μεταξύ των ατόμων που συσχετίζονται με αυτές τις ομάδες.

- Κίνδυνος απαρχαιωμένων στοιχείων. Οι καταχωρήσεις που αφορούν ένα άτομο σε μια βάση δεδομένων δεν ενημερώνονται όταν το άτομο αποκόπτεται από το προϊόν που φέρει το tag αλλά το συσχετίζουν εφόρου ζωής με αυτόν με αποτέλεσμα σε πολλές περιπτώσεις να εξάγονται λάθος συμπεράσματα για το άτομο αυτό.

Για τα προβλήματα και τους κινδύνους των συστημάτων RFID έχουν προταθεί διάφοροι τρόποι επίλυσής τους: [\[40\]](#)

- Καταστροφή των tags κατά την αγορά τους, μέσω ενός kill command ή αφαίρεση της ετικέτας χειροκίνητα όπου αυτό επιτρέπεται. Σαν μέτρο αποφυγής κακόβουλων kill commands απαιτείται ο reader, που θα αποστέλλει το kill command, να έχει μεταδώσει και συγκεκριμένο PIN, το οποίο θα επαληθεύσει την ενέργεια αυτή. Η πρόταση της καταστροφής των tags, εξαλείφει όλα τα πλεονεκτήματα του RFID που μπορεί να αξιοποιήσει ο καταναλωτής. Για τα επαναχρησιμοποιήσιμα tags μία πρόταση είναι η απενεργοποίηση τους μέσω κάποιας sleep command και η ενεργοποίησή τους με κάποια wake up command, κάτι που όμως περικλείει προβλήματα αυθεντικοποίησης των readers ή διαχείρισης κωδικών.

- Η ασφάλεια των tags μπορεί ακόμα να επιτευχθεί με χρήση απλών υλικών από μέταλλο τα οποία μπλοκάρουν και διαχέουν την RF ακτινοβολία, για παράδειγμα μια κονσέρβα ή 27mm περιτύλιγμα με αλουμινόχαρτο είναι ικανά να θωρακίσουν το tag. Επίσης υλικά με υγρότητα απορροφούν τα RFID σήματα, για παράδειγμα 1mm περίβλημα θαλασσινού νερού έχει το ίδιο αποτέλεσμα. Ακόμα και τα πλαστικά αλλά και κάθε αγωγίμο υλικό έχει σαν αποτέλεσμα την αποδυνάμωση του σήματος της κεραίας, για παράδειγμα ένα tag μέσα σε μια ανθρώπινη γροθιά θα μπορούσε ίσως να αποτρέψει την ικανότητα ανάγνωσης του. Τέλος μπορεί να αποτραπεί πλήρως η λήψη ενέργειας από ένα tag αν απλώς τοποθετηθεί μέσα σε ένα κλωβό Faraday ενώ παρομοίως μπορεί να αποτραπεί η επιτυχής αποστολής σημάτων από έναν reader αν αυτός τοποθετηθεί

σε μία τέτοιου είδους περίφραξη η οποία εμποδίζει τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, όπως είναι ο κλωβός Faraday.

- Χρήση κωδικών πρόσβασης στο tag για την εξουσιοδοτημένη χρήση του. Απαραίτητη είναι η επίλυση του προβλήματος της διαχείρισης των κωδικών. Επιπλέον παράδοξο για κάποιες περιπτώσεις εφαρμογών είναι το γεγονός ότι ο reader συνήθως δε ξέρει ποιο κωδικό να μεταδώσει σε κάποιο tag παρά μόνο αν ξέρει την ταυτότητά του.

- Χρήση κρυπτογράφησης κατά την επικοινωνία μεταξύ tag και reader. Σε αυτή την περίπτωση υφίσταται το πρόβλημα της διαχείρισης των κλειδιών καθώς και της κατακόρυφης αύξησης του κόστους των tags προκειμένου αυτά να εκτελούν δυναμικές λειτουργίες κρυπτογράφησης.

- Χρήση πολλών εναλλασσόμενων ψευδωνύμων με σκοπό την αντικατάσταση της παρουσίας ενός μοναδικού σειριακού αριθμού του tag με άλλους τυχαίους ή μη ανιχνεύσιμους αριθμούς.

- Χρήση blocker tags, τα οποία μπλοκάρουν τους μη εξουσιοδοτημένους readers προσομοιώνοντας πολλά tags ταυτόχρονα. Ο κίνδυνος εξελιγμένοι readers να είναι ικανοί να φιλτράρουν επιτυχώς τα σήματα του blocker tag είναι υπαρκτός.

- Χρησιμοποιώντας ένα επιπλέον κύκλωμα, ένα tag μπορεί να κάνει μια "σήμα προς θόρυβο" ανάλυση ώστε να προσδιορίσει την απόσταση του reader και ανάλογα να ορίσει τη συμπεριφορά του. Η τεχνική αυτή δεν είναι επαρκής για να εγγυηθεί κάτι αλλά είναι συμπληρωματική των προαναφερθέντων τεχνικών.

- Proxying προσέγγιση. Χρήση προσωπικών συσκευών αυτοπροστασίας από αναγνώστες RFID για διαφύλαξης της ιδιωτικότητας, όπως για παράδειγμα το "Watchdog Tag", μία συσκευή παρακολούθησης και ελέγχου της RFID δραστηριότητας ή το "RFID Guardian", μία συσκευή που λειτουργεί σαν κάποιο είδος RFID firewall.

Όλα τα προαναφερθέντα σενάρια αποτελούν πιθανούς κινδύνους, εάν δεν εφαρμόζεται καμία ασφάλεια στην ετικέτα και τη συσκευή ανάγνωσης RFID. Η σημασία προστασίας των δεδομένων κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας θα εξαρτηθεί από την ίδια την εφαρμογή του RFID και τη στρατηγική που θα ακολουθήσουν οι επιχειρήσεις σχετικά με την ασφάλεια. Σε μερικές περιπτώσεις, οι διαδικασίες προστασίας των δεδομένων θα επιβάλλονται από κατάλληλη νομοθεσία. Φυσικά, οι γραμμωτοί κώδικες που χρησιμοποιούνται σήμερα, μπορούν εύκολα να διαβαστούν, να αποκρυπτογραφηθούν, ακόμη και να καταστραφούν, αλλά όχι τόσο αυτοματοποιημένα και σε τόσο μεγάλη κλίμακα όσο πιθανώς θα μπορεί να συμβεί με το RFID. Όμως, ακόμα και η απλούστερη μορφή ασφάλειας απαιτεί επιπλέον δαπάνες για τοποθέτηση πυριτίου στις ετικέτες, πράγμα που αυξάνει την τελική τιμή των ετικετών. Αυτό εμποδίζει τις πρόσφατες προσπάθειες που γίνονται να παραχθεί η μικρότερη και φθηνότερη δυνατή ετικέτα. Κάθε επιχείρηση επομένως βρίσκεται αντιμέτωπη με το ζήτημα των φθηνότερων αλλά ακάλυπτων από άποψη ασφάλειας ετικετών και τους πιθανούς κινδύνους ασφάλειας που αυτό συνεπάγεται. [6]

3.6 Κινούμενοι προς τα εμπρός

Παρά τις πρόσφατες εξελίξεις, το μέλλον του RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα δεν είναι τελείως ξεκάθαρο. Αρκετές προκλήσεις θα πρέπει να ξεπερασθούν, προτού η

χρήση τους αποτελέσει μια κοινοτυπία. Αλλά η εν δυνάμει επιρροή-επίδρασή του είναι τεράστια. Ακόμα και αν τα στοιχειώδη οράματα των πιο θερμόαιμων υποστηρικτών του αποτύχουν να υλοποιηθούν, το RFID θα έχει ακόμα τεράστια επίδραση στην εφοδιαστική αλυσίδα των επιχειρήσεων για περισσότερο από μια δεκαετία.

Οι επιχειρήσεις δεν μπορούν να αγνοήσουν το RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα. Αυτό δεν σημαίνει ότι κάθε λειτουργία logistics θα πρέπει «επιθετικά» να προμηθεύεται εφαρμογές RFID. Όπως για κάθε αναδυόμενη τεχνολογία, υπάρχει το κατάλληλο χρονικό σημείο για τον οργανισμό υιοθέτησης του νέου εργαλείου. Ο σωστός χρόνος για αυτή την υιοθέτηση εξαρτάται από αρκετές μεταβλητές. Μια επιχείρηση που κινείται πολύ γρήγορα ή πολύ αργά, ενδέχεται να ρισκάρει την ανταγωνιστική της θέση.

Οι λειτουργίες logistics πρέπει να αντιμετωπίσουν τις ενδεχόμενες χρήσεις του RFID με ένα συστηματικό τρόπο. Δεδομένης της σύγχρονης κατάστασης της τεχνολογίας στην εφοδιαστική αλυσίδα, η εν λόγω ενέργεια δεν είναι τόσο εύκολη όσο ακούγεται, απαιτεί αρκετή δουλειά. Συγκεκριμένα οι εταιρείες logistics θα πρέπει:

- Να δημιουργήσουν μια βάση γνώσεων RFID. Το RFID είναι μια σύνθετη πρόταση, δεν είναι μια τεχνολογία «plug-and-play». Το πρώτο βήμα για την προς τα εμπρός κίνηση με το RFID είναι να αναπτυχθεί ένας σταθερός έλεγχος των συστατικών, οφελών, προκλήσεων και εφαρμογών. Δεδομένου ότι η τεχνολογία εξακολουθεί να εξελίσσεται, θα είναι μια συνεχή διαδικασία. Το εμπόριο και η βιομηχανία των μέσων ενημέρωσης, οι πάροχοι λύσεων, οι επιχειρήσεις της βιομηχανίας και το EPCglobal είναι καλές πηγές υποστήριξης.

- Να διατηρήσουν μια στρατηγική προοπτική. Οι επιχειρήσεις απαιτείται να υπολογίσουν το RFID στη στρατηγική διαδικασία σχεδιασμού της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτό δε σημαίνει ότι κάθε οργάνωση πρέπει να έχει ένα επίσημο σχέδιο RFID. Ωστόσο, κάθε λειτουργία logistics θα πρέπει να αξιολογήσει πιθανές επιπτώσεις του RFID για τα στρατηγικά και τακτικά της σχέδια.

- Να κατανοήσουν ότι το RFID δεν είναι απλά μια άλλη μορφή του bar coding. Κάθε επιχείρηση που επιδιώκει να χρησιμοποιήσει την τεχνολογία RFID όπως το bar code, ρισκάρει στο να απολέσει τα πραγματικά οφέλη που η τεχνολογία δύναται να προσφέρει. Το RFID θα πρέπει να εφαρμοστεί σε συνδυασμό με την επανασχεδίαση της διαδικασίας που θα αξιοποιήσει τα οφέλη της τεχνολογίας και θα αντιμετωπίσει πλήρως τις προκλήσεις της. Η επιχείρηση θα πρέπει να είναι προετοιμασμένη στο να εξετάσει τα πάντα, από τη συσκευασία έως τη διάταξη των εγκαταστάσεων, καθώς οτιδήποτε μπορεί να επιδράσει άμεσα στην επιτυχία της νέας τεχνολογίας RFID.

- Να αναγνωρίσουν ότι το RFID και τα bar codes θα συνυπάρχουν. Ενδεχομένως το RFID με τον καιρό να αντικαταστήσει τα bar codes, ως πρωτεύων αναγνωριστικό στα συστήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αλλά είναι πολύ πιο πιθανό ότι το RFID και τα bar codes θα συνυπάρχουν για πολλά χρόνια- αν όχι επ' αόριστον. Μια επιχείρηση ενδεχομένως να χρησιμοποιήσει το RFID για τις μετακινήσεις των παλετών και των χαρτοκιβωτίων, αλλά θα βασίζεται ακόμα στα bar codes για τις συναλλαγές των αντικειμένων. Ένας διανομέας που λαμβάνει ένα προϊόν με ετικέτα RFID από «μεγαλύτερο» προμηθευτή, ενδεχομένως να είναι ακόμα σε διαδικασία αποστολής προϊόντων με bar code από μικρότερους προμηθευτές. Αυτή η διπλή προσέγγιση θα συνεπάγεται πρόσθετο κόστος επεξεργασίας, λογισμικού και εξοπλισμού (hardware and software) για τα επόμενα χρόνια.

- Να δημιουργήσουν τη σωστή επένδυση στη διαδικασία του σχεδιασμού. Η εφαρμογή του RFID δεν είναι ένα απλό τεχνολογικό έργο. Διότι το RFID έχει τόσα πολλά επιχειρησιακά, προϊόντων και συστημάτων σημεία επαφής, που είναι απαραίτητο όλοι οι επηρεαζόμενοι τομείς να έχουν εκπροσώπηση στην ομάδα σχεδίασης. Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή σε κάθε πεδίο δράσης του έργου έτσι ώστε κάθε εν δυνάμει σημείο επαφής να αντιμετωπίζεται επαρκώς. Απαιτείται χρόνος και προσπάθεια ώστε να οριοθετηθεί διεξοδικά κάθε αναμενόμενο όφελος και πρόκληση.

- Να έχουν ρεαλιστικές προσδοκίες. Το RFID είναι ακόμα μια εξελισσόμενη τεχνολογία. Κάθε λειτουργία logistics, που εξετάζει ένα έργο RFID, θα πρέπει να είναι ρεαλιστική στην εκτίμηση των εν δυνάμει οφελών, εξόδων και δυσκολιών. Και ενώ αυτό φαίνεται προφανές, δεν είναι εύκολο να ακολουθηθεί λόγω της κεκτημένης ταχύτητας της αναπτυσσόμενης τεχνολογίας. Κάθε επιχείρηση που αναλαμβάνει ένα έργο RFID, θα πρέπει να είναι προετοιμασμένη για πολλές προκλήσεις.

- Να κοιτάζουν όχι μόνο στο σήμερα, αλλά και προς το αύριο. Το RFID είναι μια μακροπρόθεσμη επενδυτική πρόταση, η οποία θα πρέπει να αξιολογηθεί στο πλαίσιο του συνόλου της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η Wal-Mart και άλλες εταιρείες ηγέτες στην τεχνολογία RFID κατευθύνονται να εφαρμόσουν Flow-through παραλαβή (βλ. σελ. 61 & 84). Προβλέπουν αρκετές εν δυνάμει λύσεις που επί του παρόντος δεν είναι βιώσιμες. Πιστεύουν ότι η τεχνολογία θα συνεχίσει να ωριμάζει και η δυναμική του κόστους θα βελτιώνεται εν μέρει. Πολλοί πρωτοπόροι χρήστες, που δεν έχουν διαπιστώσει πραγματικά οφέλη στα πρώτα τους βήματα, αναμένουν μεγαλύτερες επιστροφές στο μέλλον.

- Να είναι έτοιμοι να λειτουργούν όντας δέκτες περισσότερων πληροφοριών. Το RFID και το EPC Network μπορούν να προσφέρουν μια πληθώρα πληροφοριών σε επίπεδο υλικού, σε σχεδόν πραγματικό χρόνο. Αν και αυτές οι πληροφορίες πρόκειται να βελτιώσουν σημαντικά την ορατότητα και τη συνεργασία εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας, εντούτοις παρουσιάζουν σημαντικές προκλήσεις για τα συστήματα πληροφόρησης. Αρκετές λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας έχουν ήδη πλημμυρίσει από πληροφορίες. Το RFID υπόσχεται να αυξηθεί η δεξαμενή των δεδομένων σε ωκεανό. Η αύξηση αυτή θα στρεσάρει τις υπάρχουσες υποδομές του συστήματος.

Κάθε επιχείρηση και εφοδιαστική αλυσίδα πρέπει να καθορίσει της θέση στην καμπύλη υιοθέτησης της τεχνολογίας RFID. Κάποιοι απαιτείται να γίνουν άμεσοι αποδέκτες, καθώς κάποιοι άλλοι συνίσταται να περιμένουν έως ότου η τεχνολογία ωριμάσει πλήρως. Οι περισσότερες εταιρείες κυμαίνονται κάπου στο ενδιάμεσο. Ο καθορισμός του πότε, του πού και του πώς δεν είναι εύκολη πρόταση. Αλλά το διακύβευμα είναι αρκετά υψηλό για να μην δοκιμάσουν. [\[12\]](#)

Κεφάλαιο 4

4. Εφαρμογή της Τεχνολογίας RFID στην Πολεμική Αεροπορία

4.1 Δυνατότητες που παρέχει η Τεχνολογία RFID στην Αεροδιαστημική

Στην παρούσα ενότητα γίνεται αναφορά στις δυνατότητες, που προσφέρονται στο χώρο της αεροδιαστημικής, από την αξιοποίηση της τεχνολογίας RFID. Για την περιγραφή των δυνατοτήτων χρησιμοποιούνται πραγματικές εφαρμογές, για τις οποίες πέρα από την πρακτική άποψη, παρουσιάζονται τα οφέλη αλλά και οι δυσκολίες που προέκυψαν. Η επιλογή μέσα από μια πλειάδα εφαρμογών, που αντλήθηκαν από συγκεκριμένη ιστοσελίδα στο διαδίκτυο [32], έγινε με βάση την προοπτική για μελλοντική χρήση στην Πολεμική Αεροπορία της χώρας μας (εφικτότητα εφαρμογής) και βεβαίως με γνώμονα το ενδιαφέρον της ΠΑ για τις υπόψη περιπτώσεις καθώς και το ενδεχόμενο αποκόμισης οφελών (σκοπιμότητα). Κατά συνέπεια η μελέτη επικεντρώνεται κυρίως στο πεδίο της συντήρησης του αεροπορικού υλικού καθώς και στον εφοδιασμό του, λιγότερο στην παραγωγή ενώ δεν απασχολεί καθόλου το θέμα της εξυπηρέτησης των πελατών. Προφανώς και η εξυπηρέτηση των πελατών δεν αποτελεί αντικείμενο ενός στρατιωτικού οργανισμού, εντούτοις δεδομένου ότι απασχολεί ιδιαίτερα τις αεροπορικές εταιρίες, μεγάλος αριθμός εφαρμογών RFID έχουν αναπτυχθεί διαχρονικά που αφορούν τη διαχείριση των επιβατών και των αποσκευών τους, την ασφάλεια των πολιτικών αεροδρομίων και των ταξιδιών με αεροπλάνο, την επιτάχυνση των διαδικασιών επιβίβασης κτλ.

Ιχνηλάτηση αεροπορικού υλικού κατά την παραγωγή

Με την εφαρμογή της τεχνολογίας στο αεροπορικό υλικό, που είναι ιδιαίτερα ακριβό, επιτυγχάνεται πλήρης ιχνηλασιμότητά του. Αυτό συνεπάγεται καλύτερη διαχείριση των ανταλλακτικών, εξάλειψη συμβάντων απολεσθέντων υλικών ή λάθος δρομολογημένων αποστολών, οπότε και οικονομικά προκύπτει κέρδος δεδομένου των σημαντικά μειωμένων εργατωρών που σπαταλούνται για τον εντοπισμό των υλικών που χάνονται, καθώς και των εργατωρών που δαπανώνται για την εκτέλεση των συναφών ρυθμίσεων τους αποθέματος. Στην περίπτωση δε της παραγωγής με την υψηλή ιχνηλασιμότητα του αεροπορικού υλικού επιτυγχάνεται συνεχής ροή του από τις αποθήκες ή τα κέντρα διανομής στις παραγωγικές μονάδες, έως και 100% στον προγραμματισμένο χρόνο (on-time-delivery), με αποτέλεσμα να μην παρουσιάζονται απώλειες λόγω διακοπής της παραγωγικής διαδικασίας.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εταιρεία **Bell Helicopter**, κατασκευαστής πολιτικού και στρατιωτικού τύπου αεροσκαφών και ελικοπτέρων, η οποία έχει επιτύχει 99,81% on-time μεταφορά των ανταλλακτικών από το κεντρικό σημείο διανομής στις οχτώ μονάδες συναρμολόγησης (τελικής και εξαρτημάτων) καθώς και μείωση των ρυθμίσεων του αποθέματος κατά 27,6%, έπειτα από την εφαρμογή RFID το 2011 για την παρακολούθηση των εσωτερικών κινήσεων των ανταλλακτικών και των κοντίνερ.

Ιχνηλάτηση αεροπορικού υλικού κατά τη διαδικασία συντήρησης

Όταν ένα μείζον συγκρότημα όπως ο αεροκινητήρας επισκευάζεται ή συντηρείται, κάθε εξάρτημα υποβάλλεται σε μια σύνθετη διαδρομή που περιλαμβάνει καθαρισμό, επιθεώρηση και επισκευή, με το έργο να επιτελείται σε πολυάριθμα διαφορετικά

μηχανήματα και σταθμούς εργασίας. Η παρακολούθηση κάθε εξαρτήματος είναι απολύτως κρίσιμη, αν κάποιος από τα παρελκόμενα λείπει ενδέχεται να προκληθούν καθυστερήσεις που οφείλονται στη χειρωνακτική αναζήτηση αυτού του εξαρτήματος και του σχετικού εγγράφου που το συνοδεύει (περιέχει λεπτομέρειες όπως το part number, το serial number και τον αριθμό της επισκευής, καθώς και συγκεκριμένες λεπτομέρειες για τον κινητήρα, όπως το serial number του module και την εργασία που έχει παραγγελθεί).

Λύση στην ανάγκη για ορατότητα κάθε παρελκομένου του κινητήρα σε πραγματικό χρόνο (real-time visibility) παρέχει η τεχνολογία RFID, γεγονός που αντιλήφθηκε η канаδική εταιρεία συντήρησης και επισκευής αεροκινητήρων **Vector Aerospace Engine Services**. Τα εξαρτήματα των κινητήρων που στέλνονται στη Vector, έπειτα από την αποσυναρμολόγηση του κύριου συγκροτήματος, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: σε εκείνα που πρέπει να αντικατασταθούν (και για αυτό απορρίπτονται), σε εκείνα που δεν απαιτείται επισκευή και στέλνονται απευθείας στο τελικό στάδιο συναρμολόγησης και τέλος σε εκείνα που απαιτούν επισκευή. Σύμφωνα με τη Vector οι περισσότεροι κινητήρες έχουν 80 περίπου επισκευάσιμα εξαρτήματα, τα οποία μεταφέρονται σε καροτσάκια στα πολλαπλά τμήματα του επισκευαστικού κέντρου και στα πολλαπλά συνεργεία εντός των τμημάτων. Εάν ένα εξάρτημα χρειάζεται να εντοπισθεί, τότε κάποιος ή κάποιοι τεχνικοί θα χρειασθεί να επισκεφθούν τα τμήματα αναζητώντας το σχετικό έντυπο (paperwork) που συνοδεύει το συγκεκριμένο παρελκόμενο.

Για να δοκιμαστεί η αποτελεσματικότητα ενός συστήματος RFID, η Vector ξεκίνησε με ένα πιλοτικό πρόγραμμα παρακολούθησης συγκεκριμένου αριθμού επισκευάσιμων εξαρτημάτων του κινητήρα εφαρμόζοντάς το από το μηχανουργείο, στο οποίο εκτελείται μεγάλο μέρος των εργασιών επισκευής, έως το χώρο τελικής συναρμολόγησης, όπου αναμένουν τα παρελκόμενα σε αποθήκευση ώσπου όλα να συγκεντρωθούν για την εκ νέου επιθεώρηση και επανασυναρμολόγηση στον κινητήρα. Με τη χρήση του RFID, οι υπεύθυνοι της εταιρείας είναι σε θέση να γνωρίζουν ποια χρονική στιγμή κάθε εξάρτημα που φέρει ετικέτα προωθείται για επισκευή, καθώς και τότε ολοκληρώνει την επισκευή και εξέρχεται από το συγκεκριμένο χώρο και τότε τίθεται τελικά σε αποθήκευση. Έπειτα από τέσσερις μήνες πιλοτικής εφαρμογής, η Vector έχει τοποθετήσει ετικέτες σε 123 εξαρτήματα και τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι ότι το σύστημα αποδίδει αρκετά καλά. Σύμφωνα με τους ιθύνοντες, οι κύριες ευκαιρίες που παρουσιάζονται είναι η χρήση του συστήματος RFID για: την παρακολούθηση των εργασιών που βρίσκονται σε εξέλιξη, την ανάλυση του απαιτούμενου χρόνου εργασιών και παραμονής στις εγκαταστάσεις και για τη λήψη ειδοποιήσεων όταν ένα παρελκόμενο υποπίπτει από την προγραμματισμένη πορεία επισκευής του (αν σταλεί στο χώρο τελικής συναρμολόγησης πριν ολοκληρωθούν όλες οι επισκευές, για παράδειγμα). Οι υπεύθυνοι της Vector πιστεύουν βασιζόμενοι στα οφέλη που μέχρι σήμερα έχουν ποσοτικοποιήσει, ότι η σε πραγματικό χρόνο ορατότητα πρόκειται να παρέχει σημαντική εξοικονόμηση χρόνου και αύξηση της αποτελεσματικότητας.

Άλλη περίπτωση που αναφέρεται είναι αυτή της **Lufthansa Technik (LHT)**, που αποτελεί το σκέλος συντήρησης, επισκευής και γενικής επισκευής (Maintenance- Repair- Overhaul, MRO) της Lufthansa και η οποία εφαρμόζει τεχνολογία RFID για την ιχνηλάτηση των εξαρτημάτων των αεροσκαφών, τοποθετώντας ετικέτες στα έντυπα συντήρησης (paperwork) και εγκαθιστώντας τον απαραίτητο εξοπλισμό στην είσοδο κάθε επισκευαστικού κέντρου. Η διαδρομή που ακολουθεί ένα εξάρτημα στη Lufthansa

κατά τη συντήρησή/επισκευή του είναι αρχικά η αποστολή του σε ένα από τα κέντρα διανομής (αποθήκες) και από εκεί σε ένα από τα επισκευαστικά κέντρα. Μετά την επισκευή του υλικού, το εξάρτημα συνοδεύει του paperwork επιστρέφει στην αποθήκη και έπειτα για τοποθέτηση στο αεροσκάφος. Το paperwork περιλαμβάνει λεπτομέρειες όπως το είδος του εξαρτήματος, τον κάτοχό του και τις απαιτήσεις επισκευής. Πριν τη χρήση του RFID, τα έντυπα αυτά διαβάζονταν χειρονακτικά και τα δεδομένα καταχωρούνταν στο σύστημα όταν τα εξαρτήματα στέλνονταν για επισκευή καθώς και όταν επέστρεφαν, όποτε και επρόκειτο για μια επίπονη εργασιακή διαδικασία. Η εργασία αυτή αυτοματοποιείται με χρήση της τεχνολογίας RFID. Πλέον στη Lufthansa, από το 2007, τοποθετούνται στα paperwork παθητικές ετικέτες RFID. Οι ετικέτες κωδικοποιούνται με ένα μοναδικό αναγνωριστικό αριθμό που συνδέεται με το back-end σύστημα των Logistics της Lufthansa (LTL) σε δεδομένα σχετικά με το υλικό και το χρονοδιάγραμμα επισκευής του. Οι ετικέτες αυτές στη συνέχεια διαβάζονται από σταθερούς ανακρίτες RFID, πριν το υλικό επισκευαστεί και πάλι μετά την επισκευή για την επιστροφή του. Μετά από τέσσερις μήνες εφαρμογής πιλοτικού προγράμματος στην έδρα της εταιρείας στο Αμβούργο και σε δυο εξωτερικές εγκαταστάσεις συντήρησης, η εταιρεία αποφάσισε την επέκταση του συστήματος στο σύνολο των εντός Γερμανίας εγκαταστάσεων συντήρησης, καθώς διαπίστωσε σημαντική επιτάχυνση της διαδικασίας του κύκλου επισκευής των εξαρτημάτων, δεδομένου ότι μειώθηκε δραστικά ή και εξαλείφθηκε η ανάγκη για χειροκίνητη εισαγωγή δεδομένων.

Από το Φεβ. 2009 η LHT έχει προχωρήσει ένα βήμα παραπέρα, ξεκινώντας την εγκατάσταση συστήματος εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο (Real Time Locating System, RTLS), για την ανάγνωση των ίδιων με πριν ετικετών επί των paperwork των εξαρτημάτων, τώρα όμως και κατά τη μεταφορά τους από και προς το επισκευαστικό κέντρο του Αμβούργου (επί του παρόντος πιλοτική εφαρμογή) και όχι μόνο εσωτερικά του κέντρου. Η ενέργεια αυτή θα παρέχει στη Lufthansa τη δυνατότητα αυτόματης καταχώρησης του πότε ένα εξάρτημα εισέρχεται ή αναχωρεί από την περιοχή διαχείρισης. Όταν η εργασία επισκευής ή συντήρησης έχει ολοκληρωθεί, το υλικό συνοδεύει του paperwork επιστρέφει πίσω μέσω της περιοχής διαχείρισης, εκεί δηλ. που ενεργοποιείται η ετικέτα του paperwork για τη μετάδοση του αριθμού ταυτότητας στον αναγνώστη. Αυτή η ανάγνωση της ετικέτας, μαζί με μια χρονοσήμανση, μεταδίδονται στη συνέχεια στο back-end σύστημα, ώστε να αναγνωρισθεί πότε το υλικό επιστρέφει από τη συντήρηση στην αποθήκη της εταιρείας.



Εικόνα 4.1: Τεχνικός της Lufthansa χρησιμοποιεί φορητό ανακριτή, για την ανάγνωση των εντύπων συντήρησης που φέρουν ετικέτα και που συνοδεύουν παρελκόμενα των Α/Φ, (πηγή [32]: <http://www.rfidjournal.com/aerospace/news/9>)

Επισημαίνεται ότι η Lufthansa βρίσκεται σε διαδικασία εξέτασης τοποθέτησης ετικετών RFID απ' ευθείας στα εξαρτήματα των Α/Φ (και όχι στα έντυπα συντήρησης), κάτι που αναμένεται να πραγματοποιήσει όταν υπάρξει διαθέσιμος βιομηχανικά αποδεκτός τύπος ετικέτας, που να πληροί τις απαιτούμενες προδιαγραφές. Οι ετικέτες που θα τοποθετούνται σε παρελκόμενα αεροσκαφών πρέπει να πληρούν μια ποικιλία από απαιτήσεις ασφαλείας και να ανταποκρίνονται σε πολύ υψηλά τεχνικά πρότυπα, όπως να αντέχουν στις σκληρές καιρικές συνθήκες, στις δραστικές θερμοκρασίες και στις διάφορες χημικές ουσίες και υγρά που χρησιμοποιούνται στον τομέα της αεροπλοΐας. Απαιτείται να υποβληθούν σε εξετάσεις ευφλεκτότητας και να εμφανίσουν ηλεκτρομαγνητική ανοχή. Ολόκληρος ο εξοπλισμός RFID πρέπει να είναι πιστοποιημένος για χρήση σε εκρηκτικό περιβάλλον και οι ετικέτες απαιτείται να είναι σχετικά μικρές, έτσι ώστε να μπορούν να χωρέσουν σε ένα ευρύ φάσμα του εξοπλισμού.

Ένα ενεργό σύστημα RFID δοκιμάζεται πιλοτικά και από τη **Βρετανική Βασιλική Πολεμική Αεροπορία (RAF)**, οπότε και εξετάζεται αν η τεχνολογία δύναται να βοηθήσει στην περικοπή του κόστους και στον εκσυγχρονισμό των εργασιών συντήρησης για τα αεροσκάφη Harrier (Α/Φ ικανότητας κάθετης απογείωσης και προσγείωσης). Στα πλαίσια του προγράμματος τοποθετήθηκαν ενεργές ετικέτες RFID σε 1.200 κρίσιμα/υψηλής αξίας υλικά, συγκεκριμένα σε 500 τεμάχια εξοπλισμού εξωτερικού φορτίου και εξαρτημένου ρόλου, όπως δεξαμενές καυσίμου, εκτοξευτές πυραύλων και άλλα εξαρτήματα που ποικίλλουν ανάλογα με την αποστολή της πτήσης, σε 400 υλικά που αντικαθίστανται στη Γραμμή Πτήσεως (Line Replacement Units, LRUs) και τα οποία είναι ανταλλακτικά των αεροσκαφών και σε 300 συσκευές εξοπλισμού δοκιμών που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της σωστής ή μη λειτουργίας των συστημάτων και εξαρτημάτων των αεροσκαφών. Οι ετικέτες RFID είναι ραμμένες στις σημαίες κόκκινου συνήθως χρώματος, που παραδοσιακά χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό των ανταλλακτικών και οι φέρουσες ετικέτα σημαίες έπειτα προσδένονται στα εξαρτήματα και στον εξοπλισμό δοκιμών. Και ενώ οι ετικέτες επί του εξοπλισμού δοκιμών παραμένουν σε κάθε επίγεια συσκευή καθ' όλη τη διάρκεια του προγράμματος, οι ετικέτες που είναι τοποθετημένες σε εξοπλισμό εξωτερικού φορτίου και σε LRUs, αφαιρούνται πριν την εγκατάσταση των υλικών επί του αεροσκάφους. Τα πρώτα συμπεράσματα της πιλοτικής εφαρμογής αποδεικνύουν την ικανότητα της τεχνολογίας RFID για βελτίωση της αποδοτικότητας των επιχειρήσεων των Α/Φ Harrier, λόγω εύκολου εντοπισμού των συσκευών και των ανταλλακτικών, αλλά και λόγω μειωμένων απαιτήσεων αποθέματος.



Εικόνα 4.2: Τα ανταλλακτικά προσδιορίζονται από ετικέτες RFID, τοποθετημένες επί των σημαιών κόκκινου χρώματος (πηγή [32]: <http://www.rfidjournal.com/aerospace/news/14>)

Παρακολούθηση επίγειου εξοπλισμού υποστήριξης

Ο επίγειος εξοπλισμός υποστήριξης (Ground Support Equipment, GSE) είναι ο εξοπλισμός που βρίσκεται σε ένα αεροδρόμιο, συνήθως στο χώρο στάθμευσης και εξυπηρέτησης. Ο εξοπλισμός αυτός χρησιμοποιείται για την εξυπηρέτηση του αεροσκάφους μεταξύ των πτήσεων. Όπως υποδηλώνει το όνομά του, το GSE είναι εκεί για να υποστηρίξει τις λειτουργίες του αεροσκάφους στο έδαφος. Οι υπηρεσίες που ο εξοπλισμός παρέχει περιλαμβάνουν παροχή ρεύματος στο Α/Φ, μεταφορά Α/Φ, εργασίες φόρτωσης (για επιβάτες και φορτίο), πλήρωση Α/Φ με καύσιμο και τα επίγεια μέσα που τον αποτελούν μπορεί να είναι κηροζινοφόρα, οχήματα τεχνικών συντήρησης, μονάδες παροχής ρεύματος στο Α/Φ, φορτοεκφορτωτές, ρυμουλκά και τρακτεράκια μεταφοράς Α/ΦΩΝ, μονάδες παροχής υδραυλικής ισχύος, μονάδες φόρτωσης οπλισμού (για μαχητικά αεροσκάφη), οχήματα που μεταφέρουν σκάλες κτλ. Η παρακολούθηση του GSE με τη βοήθεια της τεχνολογίας RFID μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση της ασφάλειας πτήσεων και εδάφους (flight and ground safety), στην ελάττωση των λειτουργικών εξόδων καθώς και στη βελτίωση των αεροπορικών επιχειρήσεων εξασφαλίζοντας την αποτελεσματική συντήρηση, φόρτωση και εκφόρτωση του.

Ο τοπικός μεταφορέας **American Eagle**, μεταφορέας της **American Airlines**, εφαρμόζει ένα σύστημα RFID, αισθητήρων και GPS προκειμένου να διαχειρισθεί καλύτερα το στόλο του επίγειου εξοπλισμού του στο διεθνές αεροδρόμιο του Dallas/Fort Worth. Ο αερομεταφορέας έχει εγκαταστήσει σε εκατοντάδες μέσα του επίγειου εξοπλισμού του ένα ασύρματο σύστημα διαχείρισης του οχήματος (Vehicle Management System, VMS), το οποίο περιλαμβάνει ενεργές ετικέτες RFID, γνωστές ως VACs (Vehicle Asset Communicators) και στις οποίες ετικέτες είναι τοποθετημένες μονάδες GPS, προκειμένου να εντοπίζεται η θέση του οχήματος. Η θέση αναγιγνώσκεται από τους εγκατεστημένους σε κτίρια ανακριτές RFID με εξωτερικές κεραίες, η δε ετικέτα VAC διαθέτει εμβέλεια ανάγνωσης μισού έως ένα μιλίου.

Πώς όμως αξιοποιεί η American Eagle την τεχνολογία RFID; Προκειμένου οι εργαζόμενοί της να χρησιμοποιήσουν ένα από τα επίγεια μέσα, χρειάζεται να προσεγγίσουν το δικό τους πάσο με δυνατότητα RFID πλησίον στον αναγνώστη που είναι μέρος της ετικέτας VAC του οχήματος. Εφόσον η ετικέτα αναγνωρίσει το μοναδικό αριθμό ταυτότητας, που είναι κωδικοποιημένος στο πάσο του υπαλλήλου, τότε επιτρέπεται το άτομο αυτό να εκκινήσει τη μηχανή του επίγειου. Έπειτα αισθητήρες, που είναι εγκατεστημένοι στο επίγειο, πρόκειται να μεταβιβάσουν πληροφορίες στην ετικέτα VAC του οχήματος. Ένα αισθητήρας κίνησης, για παράδειγμα, ενημερώνει τη VAC αν το επίγειο κινείται ή όχι και σε περίπτωση που το όχημα είναι σε κατάσταση ρελαντί για πολύ χρόνο η ετικέτα VAC σταματάει την ανάφλεξη, εξοικονομώντας χιλιάδες δολάρια λόγω μείωσης κατανάλωσης καυσίμου (είναι πολύ συχνό το φαινόμενο οι εργαζόμενοι λόγω εργασιακής πίεσης να μη σβήνουν τις μηχανές των οχημάτων και να τις αφήνουν σε κατάσταση ρελαντί). Επιπλέον, με τη μείωση των νεκρών χρόνων, η American Eagle προσδοκά να μειώσει το αποτύπωμα άνθρακα της και έτσι να ωφελήσει το περιβάλλον.

Κάθε επίγειο διαθέτει επίσης έναν αισθητήρα ταχύτητας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για την προειδοποίηση του οδηγού όσο και της διοίκησης. Η υπερβολική ταχύτητα, η οποία μπορεί να προκαλέσει ατυχήματα, είναι μια σημαντική ανησυχία στις αεροπορικές επιχειρήσεις. Σύμφωνα με τη Διεθνή Ένωση Αερομεταφορών, 109 αεροπορικά ατυχήματα συνέβησαν το 2008, με περισσότερους από 500 νεκρούς. Το δεκαεπτά τοις εκατό των ατυχημάτων αποδίδεται σε περιστατικά στο έδαφος, με κόστος 4 δισεκατομμύρια δολάρια το χρόνο και η ταχύτητα είναι σίγουρα

μέρος της στατιστικής. Οι προειδοποιήσεις στον οδηγό διακρίνονται τόσο οπτικά (μέσω LED οθόνης που είναι μέρος του VAC) όσο και ηχητικά. Οι ειδοποιήσεις που κοινοποιούνται στη διοίκηση αποστέλλονται μέσω του δικτύου RFID στο Web-based λογισμικό. Επιπλέον, το υπόψη σύστημα VMS επιτρέπει στην αεροπορική εταιρεία να παρακολουθεί τα επίγεια μέσα της, προκειμένου να κρατήσει έξω από επικίνδυνο δρόμο οδηγούς που έχουν ειδοποιηθεί, για παράδειγμα αν έχουν βρεθεί με όχημα σε απαγορευμένη περιοχή όπως ένα ενεργός αεροδιάδρομος, και σε ορισμένες περιπτώσεις το σύστημα απενεργοποιεί αυτόματα τη μηχανή του οχήματος.

Αισθητήρες σύγκρουσης είναι επίσης εγκατεστημένοι στα επίγεια για να αναφέρουν στη VAC αν ένα όχημα έχει εμπλακεί σε σύγκρουση. Σύμφωνα με τους υπεύθυνους της εταιρείας, κανείς εργαζόμενος δεν θέλει να αναφέρει ένα ατύχημα προκειμένου να αποφύγει «μπελάδες». Για παράδειγμα και βάση περιγραφών των μέσων ενημέρωσης, το Μάιο του 2007 εργαζόμενοι εδάφους κάλυψαν ένα ατύχημα, όπου το ρυμουλκό τους προξένησε ζημιά στην άτρακτο A/Φ McDonnell Douglas DC-9 της Northwest Airlines, με συνέπεια να επιτραπεί η απογείωση του A/Φ, που όμως αποσυμπιέστηκε κατά την άνοδο στα 20.000 πόδια. Κατόπιν τούτου το A/Φ οδηγήθηκε σε αναγκαστική κάθοδο στα 10.000 πόδια, στη συνέχεια εκτροπή από την πορεία πτήσης και προσγείωση στο έδαφος, χωρίς ευτυχώς τραυματισμούς κατά τη διάρκεια του συμβάντος. Προφανώς αν το σύστημα είχε εγκατασταθεί δεν θα ήταν στη διακριτική ευχέρεια του οδηγού και του πληρώματος εδάφους να μην αναφερθεί το συμβάν. Τέλος η American Eagle πρόκειται να επωφεληθεί επίσης από σύστημα VMS μέσω της δυνατότητας ελέγχου και παρακολούθησης των επιθεωρήσεων συντήρησης σε κάθε επίγειο. Συγκεκριμένα κάθε φορά που ένας οδηγός ξεκινά ένα όχημα, η ετικέτα VAC καθοδηγεί τον οδηγό μέσω μια σειράς ερωτημάτων, προκειμένου να ελέγξει τη βασική συντήρηση του οχήματος. Αν υπάρχει πρόβλημα, ο οδηγός μπορεί να αναθέσει στην ετικέτα την αυτόματη ενημέρωση του συνεργείου συντήρησης.

Παρακολούθηση συσκευών και εργαλείων

Η παρακολούθηση των συσκευών ελέγχου και των εργαλείων, είναι μια από τις πρωταρχικές δραστηριότητες στο χώρο της αεροπλοΐας που επωφεληθήκαν από τη χρήση της τεχνολογίας RFID. Αεροπορικές βιομηχανίες, στρατιωτικές υπηρεσίες, επιβατικές αερογραμμές έχουν αναπτύξει συστήματα RFID για την παρακολούθηση του εξοπλισμού συντήρησης. Τα οφέλη εξαιρετικά σημαντικά:

- Το κυριότερο είναι η βελτίωση της Ασφάλειας Πτήσεων και Εδάφους.
- Εξοικονόμηση τεράστιου οικονομικού κέρδους, από τη μείωση των αεροπορικών ατυχημάτων, τη διάσωση των αεροσκαφών και των αεροκινητήρων.
- Ψυχολογική υποστήριξη στο Ιπτάμενο προσωπικό. Ανάπτυξη αισθήματος ασφαλείας λόγω αυξημένης εμπιστοσύνης στην εργασία των τεχνικών.
- Περιορισμός δαπανών λόγω αισθητής μείωσης των εργατοωρών, ελάττωσης του αποθέματος εφεδρικού εξοπλισμού, μείωσης των απολεσθέντων εργαλείων κα.

Μια από τις πιο διαδεδομένες περιπτώσεις στη βιβλιογραφία και στο διαδίκτυο χρήσης τεχνολογίας RFID για την παρακολούθηση εργαλείων, είναι η **Robins Air Force Base**, στη Τζόρτζια των Η.Π.Α. Στην υπόψη αεροπορική βάση αναπτύχθηκε ένα σύστημα RFID πρωτίστως για την παρακολούθηση των εργαλείων αλλά και για

ορισμένα κρίσιμα εξαρτήματα των αεροσκαφών, με σκοπό την εξοικονόμηση χρημάτων και τη βελτίωση της ασφάλειας πτήσεων και εδάφους. Το σύστημα παρακολούθησης πόρων έχει ήδη αναπτυχθεί σε πέντε άλλες βάσεις και θα μπορούσε να γίνει μέρος μια λύσης πρότυπο για την Πολεμική Αεροπορία των ΗΠΑ (και όχι μόνο).

Οι ειδικοί στη συντήρηση στη Robins Air Force Base αντιλήφθηκαν ότι η παρακολούθηση και η οργάνωση των κρίσιμων εργαλείων και εξαρτημάτων δεν είναι απλά μια καλή ιδέα, αλλά ένας δυνητικός ναυαγοσώστης. Ένα κατσαβίδι μπορεί να καταλήξει κάπου και να καταστρέψει έναν κινητήρα τριών εκατομμυρίων δολαρίων. Με άλλα λόγια, μια απροσεξία ή παράλειψη, θα μπορούσε εύκολα να οδηγήσει σε καταστροφή στα 30.000 πόδια.

Με το σύνθημα «Ασπίδα για τις Επιχειρήσεις» η 78^η Μοίρα Επικοινωνιών αποσκοπεί στο να αποτελέσει για το Αμερικάνικο Υπουργείο Εθν. Άμυνας (DOD), την κορυφαία, προοδευτική και δυναμική οργάνωση υποστήριξης στον κυβερνοχώρο. Στο Robins, η 78^η Μοίρα βασίζεται στην τεχνολογία RFID προκειμένου να διασφαλισθεί ότι τα εργαλεία είναι πάντα εκεί που πρέπει να είναι, έτοιμα για άμεση χρήση και δεν βρίσκονται ξεχασμένα κάπου μέσα στην πτέρυγα, στον κινητήρα ή στην άτρακτο. Η 78^η Μοίρα ενδιαφέρθηκε πρώτη φορά για το RFID στα τέλη του 2003, όταν αξιωματούχοι της USAF ζήτησαν μια καλύτερη μέθοδο παρακολούθησης και καταγραφής των γυροσκοπίων (κρίσιμης σημασίας συστήματα πλοήγησης των αεροσκαφών, εύθραυστες και δαπανηρές συσκευές που χρειάζονται συχνή συντήρηση). Το πρόβλημα που τέθηκε ήταν ότι απαιτείτο πιο άμεση πρόσβαση σε αυτά τα υλικά, οπότε και το τμήμα τεχνολογιών αυτόματης αναγνώρισης (AIT) της 78^{ης} Μοίρας στράφηκε σε τεχνολογίες που παρέχουν αυτή τη δυνατότητα.

Περίπτωση παρακολούθησης συσκευών και εργαλείων, με χρήση της τεχνολογίας RFID, αποτελεί και η **309^η Μοίρα Συντήρησης και Ανακαίνισης Α/Φ** (Aerospace Maintenance and Regeneration Group, AMARG), η οποία έχει υιοθετήσει ένα σύστημα που συνδυάζει Wi-Fi ενεργές RFID ετικέτες με την τεχνολογία GPS, προκειμένου να είναι σε θέση να εντοπίζει τον εξοπλισμό της σε μια τεράστια έκταση 110 εκατομμυρίων τετραγωνικών ποδιών (ή 10,2 τετραγωνικών χιλιομέτρων), που βρίσκεται στην πολεμική αεροπορική βάση Davis-Monthan στην Αριζόνα των Η.Π.Α. Το σύστημα, που ξεκίνησε να είναι επιχειρησιακό από τον Ιαν. 2009, είναι σχεδιασμένο να καθιστά τους χρήστες ικανούς να εντοπίζουν τη θέση ενός περιουσιακού στοιχείου σε ολόκληρη την τεράστια έκταση, ακόμα και σε απομακρυσμένες περιοχές όπου τα σημεία πρόσβασης Wi-Fi είναι αραιά.

Η γιγαντιαία αυτή αεροπορική βάση είναι χώρος αποθήκευσης και συντήρησης αεροσκαφών της Πολεμικής Αεροπορίας των ΗΠΑ, περιλαμβάνει περισσότερα από 4.400 αεροσκάφη και απασχολεί 550 εργαζομένους-σχεδόν όλοι από τους οποίους είναι πολίτες. Η διαχείριση ενός νεοεισερχόμενου στην βάση αεροσκάφους γίνεται με τρεις διάφορους τρόπους: είτε οδηγείται σε αποθήκευση, είτε υποβάλλεται σε εργασίες συντήρησης και επισκευής προτού επιστρέψει σε υπηρεσία για τον αμερικανικό στρατό, ή ανακαινίζεται προκειμένου να πωληθεί σε άλλη πηγή όπως μια φιλική ξένη (FF) κυβέρνηση. Μετά την αποδοχή μιας εντολής για τη συντήρηση αεροσκάφους, οι τεχνικοί πρέπει να κινηθούν άμεσα προκειμένου να επισκευάσουν το Α/Φ και να το αποστείλουν στους χρήστες το συντομότερο δυνατό. Τυπικά, σε μια βάση αυτού του μεγέθους, ο εντοπισμός του εξοπλισμού συντήρησης που πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε κάθε αεροσκάφος μπορεί να αποβεί χρονοβόρα διαδικασία. Οι εργαζόμενοι έως το 2009, αναγκάζονταν συχνά να εισέρχονται σε ένα όχημα και να αναζητούν τα εργαλεία ή τον

εξοπλισμό (π.χ. μία γεννήτρια ή άλλο κινητό εξοπλισμό πάνω σε τροχούς) που απαιτείτο για την ολοκλήρωση της εργασίας. Έτσι η AMARG αναζήτησε ένα σύστημα που θα καθιστούσε τη διαδικασία επισκευής και συντήρησης πιο αποτελεσματική.

Ωστόσο το μέγεθος και μόνο της ερμηικής αυτής περιοχής, όπου εξοπλισμός και αεροσκάφη φυλάσσονται και χρησιμοποιούνται, δημιουργεί εμπόδιο για τις πιο παραδοσιακές λύσεις RFID. Η ανάπτυξη υποδομής με αναγνώστες RFID, ικανής να παρέχει σε πραγματικό χρόνο τη θέση του εξοπλισμού οπουδήποτε στη βάση, θα ήταν υπερβολικά δαπανηρή και θα απαιτούσε την ανέγερση στύλων και εγκατάσταση κεραιών σε αυτούς, σε ένα μεγάλο ανοιχτό χώρο όπου τα αεροσκάφη διέρχονται συχνά. Ως εκ τούτου, η AMARG χρησιμοποιεί ένα νέο σύστημα που παρέχει μια εναλλακτική λύση, συνδυάζοντας GPS με Wi-Fi ενεργές ετικέτες RFID. Οι υπόψη ετικέτες περιλαμβάνουν ένα Wi-Fi RFID chip, ένα GPS chip, μια κεραία, αισθητήρα κίνησης και μπαταρία.

Το λογισμικό του συστήματος επιτρέπει στους χρήστες να εντοπίσουν ένα αντικείμενο που φέρει ετικέτα, με βάση την ισχύ μετάδοσης του σήματος της ετικέτας, καθώς το σήμα λαμβάνεται από πολλαπλά σημεία πρόσβασης Wi-Fi, που λειτουργούν επίσης ως ανακριτές RFID. Όταν όμως μια GPS Wi-Fi ετικέτα είναι πολύ μακριά για να ληφθεί το σήμα της από τουλάχιστον τρία σημεία πρόσβασης Wi-Fi, τότε ο ενσωματωμένος στην ετικέτα δέκτης GPS την καθιστά ικανή να προσδιορίσει το γεωγραφικό μήκος και πλάτος της μέσω δορυφόρου και στη συνέχεια να διαβιβάσει τα δεδομένα μέσω Wi-Fi μετάδοσης. Κατά τη λειτουργία σε mode GPS, η ετικέτα μπορεί να εντοπισθεί εντός 5 έως 10 μέτρων, ενώ σε λειτουργία Wi-Fi η απόσταση περιορίζεται στα 3 έως 5 μέτρα. Ωστόσο, το GPS δεν λειτουργεί άριστα σε κάθε περιβάλλον. Ορισμένες τοποθεσίες αποθήκευσης είναι εντός υπόστεγου και ως εκ τούτου ίσως να μην είναι σε θέση να λάβουν δορυφορικές μεταδόσεις. Η αεροπορική βάση διαθέτει 42 σημεία πρόσβασης Wi-Fi, που επιτρέπουν στο δίκτυο Wi-Fi να λαμβάνει μεταδόσεις από μια ετικέτα ανεξάρτητα από τη θέση της (π.χ. αν είναι εντός υπόστεγου) στην έκταση των 110-εκατομμυρίων-τετραγωνικών ποδιών. Οι ετικέτες αποστέλλουν ένα αριθμό ταυτότητας και διαμόρφωση GPS σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα, αλλά χάρη στον ενσωματωμένο αισθητήρα κίνησης, μπορούν να ρυθμιστούν να εκπέμπουν λιγότερο συχνά όταν είναι στάσιμες, ή πιο συχνά όταν μετακινούνται.

Δεδομένων των δυσκολιών που αντιμετωπίζει η εφοδιαστική αλυσίδα (τεράστια έκταση κάλυψης, περιορισμένα σημεία πρόσβασης Wi-Fi, αποθήκευση εξοπλισμού σε υπόστεγα – δυσκολία λήψης δορυφορικών μεταδόσεων), η AMARG ξεκίνησε την ανάπτυξη του συστήματος στον πιο κρίσιμο εξοπλισμό συντήρησης και τεχνικής υποστήριξης, ήτοι σε 1.000 τεμάχια περίπου. Ωστόσο εξετάζεται η επέκταση τοποθέτησης ετικετών και σε εξαρτήματα του αεροσκάφους καθώς και σε άλλα υλικά. Παρά τα όποια εμπόδια, η εκτέλεση εντολής για παροχή συντήρησης σε Α/Φ γίνεται πλέον αρκετά πιο αυτοματοποιημένα, καθώς μετά τον προσδιορισμό του εξοπλισμού που απαιτείται, αρκεί η πληκτρολόγηση του εργαλείου (π.χ. μια φορητή γεννήτρια) και το λογισμικό εμφανίζει με ένα εικονίδιο, στο χάρτη της βάσης, τη θέση του υλικού που ζητείται.

Πέρα από τις στρατιωτικές υπηρεσίες που αναφέρθηκαν, χρήση της τεχνολογίας RFID για την παρακολούθηση των εργαλείων και συσκευών κάνουν και κατασκευαστές αεροσκαφών, όπως οι κολοσσοί Airbus και Boeing. Η **Airbus**, έπειτα από εννεάμηνη πιλοτική εφαρμογή της τεχνολογίας, αποφάσισε στα μέσα του 2009 την καθολική χρήση RFID για την παρακολούθηση των εργαλείων, στις εγκαταστάσεις παραγωγής στο Filton της Αγγλίας. Κύριος σκοπός της εταιρείας ήταν να μειώσει το χρόνο που απαιτείτο για

την παραλαβή και επιστροφή των εργαλείων, που χρειάζονται στις διάφορες εργασίες. Μέχρι τότε, οι τεχνικοί ήταν υποχρεωμένοι να προσέρχονται στο εργαλειοδοτήριο, να είναι στην αναμονή (να στέκονται δηλ. στην ουρά) και να ζητούν τα υλικά που χρειάζονται για τη δεδομένη ημέρα εργασίας. Ο υπεύθυνος του εργαλειοδοτηρίου παρέδιδε τα απαραίτητα εργαλεία, αφού προηγουμένως τα κατέγραφε όπως και το όνομα του παραλήπτη. Όταν τα υλικά επιστρέφονταν, ο αρμόδιος υπάλληλος τα παραλάμβανε και σημείωνε την επιστροφή.

Μετά την ολοκλήρωση εφαρμογής της τεχνολογίας, οι εργαζόμενοι διέρχονται (χωρίς δηλ. αναμονή) πλέον από το εργαλειοδοτήριο και υποβάλλουν σε ανάγνωση τα εργαλεία που χρειάζονται και φέρουν ετικέτα RFID, με τη βοήθεια αναγνώστη που βρίσκεται τοποθετημένος κάτω από έδρανο. Το σύστημα αναγνωρίζει το εργαλείο μέσω του μοναδικού αριθμού ταυτότητας της ετικέτας του και συσχετίζει αυτή την πληροφορία με τον εργαζόμενο, μέσω του διακριτικού (πάσο) που έχει και το οποίο συμμορφώνεται με το RFID. Η Airbus πρόκειται να τοποθετήσει ετικέτες σε χιλιάδες εργαλεία χειρός, προκειμένου να μειωθεί ο χρόνος που απαιτείται για τον έλεγχο κατά την παραλαβή και επιστροφή τους.

Εκτός από το κέρδος μείωσης του χρόνου ελέγχου, η Airbus υποστηρίζει ότι θα επωφεληθεί και από το γεγονός ότι θα έχει πιο αξιόπιστα και ακριβή δεδομένα σχετικά με τον αριθμό των κύκλων χρησιμοποίησης των εργαλείων οπότε και αναμένεται βελτίωση της διαδικασίας διακρίβωσης των εργαλείων. Μέχρι την εφαρμογή RFID, η Airbus προγραμματίζει τη διακρίβωση των εργαλείων βασιζόμενη σε προκαθορισμένες σταθερές ημερομηνίες (ημερολογιακή επιθεώρηση). Ωστόσο, η αξιόπιστη και ακριβή γνώση της συχνότητας χρησιμοποίησης των εργαλείων, παρέχει στην εταιρεία τη δυνατότητα να προγραμματίζει τη διακρίβωση του εξοπλισμού βάση των κύκλων χρήσης τους, οπότε προσφέρεται η ευκαιρία επέκτασης χρονικά της περιόδου διακρίβωσης και ενδεχομένως μειώνονται άσκοπες εργασίες.

Πέρα από την Airbus και η **Boeing** εφαρμόζει το RFID ως σύστημα πραγματικού χρόνου εντοπισμού των εργαλείων της. Η εταιρεία, πρωτοστάτης στην εφαρμογή της τεχνολογίας RFID σε σημαντικό αριθμό των δραστηριοτήτων της, χρησιμοποιεί ένα σύστημα εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο (RTLS), στο Διαστημικό κέντρο Kennedy (Kennedy Space Center, KSC), προκειμένου να μειώσει τις εργατοώρες που ξοδεύονται για την καταγραφή των εργαλείων και για να διασφαλισθεί ότι ουδέν εργαλείο δεν ξεχάστηκε, μετά το πέρας των εργασιών, στην εξέδρα εκτόξευσης. Μεγάλο μέρος των εργασιών που εκτελούνται στα διαστημόπλοια και στην εξέδρα εκτόξευσης γίνονται τη νύχτα, έτσι ώστε να αποφεύγεται η παρέμβαση στις καθημερινές δραστηριότητες του KSC και να περιορίζονται οι επιδράσεις στην πλειοψηφία του προσωπικού του κέντρου. Ωστόσο στο σκοτάδι είναι δύσκολο να εντοπισθούν τα εργαλεία, κάτι που σημαίνει ότι πριν από την αναχώρησή του ο συνεπής ανάδοχος θα πρέπει να ξοδέψει όσο χρόνο απαιτείται για να εντοπίσει όλα τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο χώρο. Ένα ξεχασμένο τεμάχιο του εξοπλισμού ή ένα εργαλείο αφημένο στο χώρο εκτόξευσης μπορεί να επιφέρει καταστροφικές συνέπειες, δεδομένου ότι θα μπορούσε να προκληθεί ζημιά στο διαστημικό σκάφος κατά την απογείωση. Ακόμα και μια απλή βλάβη θα μπορούσε να αποβεί μοιραία.

Η Boeing λαμβάνει πολύ σοβαρά υπόψη της την υπόθεση παρακολούθησης του αποθέματος. Όταν η εταιρεία ξεκίνησε να αναζητεί ένα σύστημα που θα αποτρέψει τυχόν απώλειες εργαλείων, ενδιαφερόταν επίσης για μια μέθοδο εύκολης παρακολούθησης για πολλά από τα 70.000 περιουσιακά της στοιχεία οπουδήποτε στις πολλαπλές

εγκαταστάσεις του KSC. Ως το 2007, η επιχείρηση απασχολούσε μια ομάδα εργαζομένων για την παρακολούθηση και απογραφή των περιουσιακών της στοιχείων σε τακτική βάση, απλά και μόνο με χειρονακτική αναζήτηση και καταγραφή σε έντυπη μορφή.

Παρόλο ότι έως τότε η εταιρεία χρησιμοποιούσε στις εφαρμογές τις παθητικές ετικέτες RFID, στη συγκεκριμένη περίπτωση αποφάσισε τη χρήση ενεργών ετικετών προκειμένου να είναι εφικτή η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο. Ωστόσο η παρακολούθηση των περιουσιακών στοιχείων είναι πάντα μια πρόκληση σύμφωνα και με τους υπεύθυνους της Boeing. Αρκετές είναι οι δυσκολίες που προέκυψαν κατά την ανάπτυξη του συστήματος RFID στο Διαστημικό Κέντρο. Μια δυσκολία είναι το ιδιαίτερα μεταλλικό περιβάλλον, ενώ άλλη είναι η προϋπόθεση κατασκευής ενός έργου που δεν θα παρεμβαίνει στις ραδιοσυχνότητες των συστημάτων που είναι ήδη σε χρήση από τη NASA στο KSC. Η εταιρεία ξεκίνησε την εγκατάσταση του συστήματος μέσα στο 2007, ήταν πλήρως λειτουργικό το Φεβρουάριο 2008, ωστόσο η λειτουργία στην εξέδρα εκτόξευσης καθυστέρησε μέχρι τον Απρίλιο εν αναμονή έγκρισης της τεχνολογίας RFID από τη NASA. Κατά την αρχική ανάπτυξη τοποθετήθηκαν περίπου 600 ετικέτες, με σχεδιασμό για τοποθέτηση σε 3.000 ακόμα εργαλεία και άλλα υλικά του εξοπλισμού. Κάθε ενεργή ετικέτα διαθέτει ένα ενσωματωμένο τσιπ RFID με ένα μοναδικό αριθμό ταυτότητας, που συνδέεται σε μια βάση δεδομένων με τον σειριακό αριθμό και την περιγραφή του εργαλείου στο οποίο η ετικέτα τοποθετείται. Επίσης, διαθέτει μια μπαταρία διάρκειας ζωής πέντε με επτά ετών περίπου και μια κεραία. Επιπλέον κάθε ετικέτα μπορεί να ρυθμιστεί να εκπέμπει σε έναν προκαθορισμένο ρυθμό, δεδομένου ότι η αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ της ετικέτας και του ανακριτή, που επιτρέπει στις ετικέτες να απενεργοποιούνται μέχρι οι αναγνώστες να τις ανακρίνουν, είναι συνήθως πιο δαπανηρή και για τις ετικέτες και για τους αναγνώστες και επιπλέον καταναλώνει περισσότερη διάρκεια ζωής της μπαταρίας.

Η Boeing έχει εγκαταστήσει και 40 σταθερούς αναγνώστες, κυρίως στις οροφές και στους τοίχους των εγκαταστάσεων στο χώρο του κέντρου, οι οποίοι μπορούν να συλλάβουν τους αριθμούς ταυτότητας των ετικετών έως 160 πόδια μακριά σε εσωτερικούς χώρους και έπειτα να προωθήσουν τα δεδομένα αυτά στο back-end σύστημα της Boeing, είτε μέσω καλωδιακής σύνδεσης, είτε μέσω του υπάρχοντος ασύρματου δικτύου της εταιρείας. Κατά την επόμενη φάση της εγκατάστασης, η Boeing σχεδιάζει να αναβαθμιστεί στην τελευταία πλατφόρμα λογισμικού, καθώς επίσης να προστεθούν επιπλέον αναγνώστες για να ενισχυθούν περαιτέρω οι δυνατότητες εντοπισμού. Τόσο με την παρούσα πλατφόρμα λογισμικού όσο και με τη μελλοντική, η Boeing καθίσταται ικανή να αναζητήσει ένα συγκεκριμένο εργαλείο ή να εκτελέσει απογραφή όλων των υλικών που φέρουν ετικέτα εντός της μονάδας. Το σύστημα μπορεί να στείλει μια προειδοποίηση για να ενημερώσει τους χρήστες όταν ένα υλικό αφήνει ένα συγκεκριμένο χώρο, όπως το κτίριο στο οποίο είναι αποθηκευμένο.

Τα βαν που μεταφέρουν εργαλεία στις εξέδρες εκτόξευσης είναι επίσης εξοπλισμένα με σταθερούς αναγνώστες καθώς και με φορητούς υπολογιστές, που επιτρέπουν στον οδηγό του βαν να προβεί σε απογραφή του συνόλου των υλικών που φέρουν ετικέτα εντός του φορτηγού. Όταν ένα υλικό αφαιρεθεί από το όχημα, ο αναγνώστης δεν λαμβάνει πλέον μετάδοση από αυτή την ετικέτα, οπότε το λογισμικό εμφανίζει αυτό το στοιχείο στον υπολογιστή του φορτηγού με μια κόκκινη επισήμανση, που δείχνει ότι δεν είναι πλέον φορτωμένο στο όχημα. Όλα τα υλικά που βρίσκονται στο φορτηγό, εμφανίζονται στην οθόνη με πράσινη επισήμανση. Όταν τα εργαλεία επιστρέψουν στο όχημα, η κατάστασή τους στην οθόνη αλλάζει σε πράσινη ένδειξη. Εάν

ένας οδηγός παρατηρεί οποιαδήποτε κόκκινη ένδειξη στην οθόνη όταν είναι έτοιμος να αποχωρήσει, τότε είναι σε θέση να γνωρίζει ότι κάποιο υλικό λείπει. Σε αυτό το σημείο, μπορεί να χρησιμοποιήσει έναν φορητό αναγνώστη προκειμένου να αναζητήσει το εργαλείο γύρω από το χώρο της εξέδρας εκτόξευσης. Τα δεδομένα αποθηκεύονται στον υπολογιστή του βαν μέχρι το όχημα να περιέλθει εντός της εμβέλειας του ασύρματου συστήματος της Boeing στο KSC. Σε εκείνο το σημείο, η κατάσταση του εξοπλισμού του βαν διαβιβάζεται στη βάση δεδομένων διαχείρισης του αποθέματος της Boeing.

Η Boeing δεν αναφέρει το κόστος ανάπτυξης του συστήματος, διατείνεται ωστόσο ότι ήδη έχει παρατηρήσει απόδοση της επένδυσης από την άποψη της μείωσης των εργατοωρών που ξοδεύονταν για την αναζήτηση των υλικών. Επίσης ισχυρίζεται ότι έχει αποκομίσει άυλα οφέλη στα πλαίσια της ασφάλειας που προσφέρει στη NASA, εξασφαλίζοντας ότι όλα τα εργαλεία έχουν αφαιρεθεί από το χώρο της εξέδρας εκτόξευσης με την ολοκλήρωση της εκάστοτε εργασίας, κατορθώνοντας να μην παρεμβάλει στη συχνότητες RF της NASA.

Περίπτωση που χρήζει αναφοράς είναι και αυτή της **General Dynamics Land Systems (GDLS)**, εταιρεία κατασκευής αμφίβιων οχημάτων μάχης για τον Αμερ. Στρατό, το Σώμα των Πεζοναυτών και για συμμάχους, θυγατρική της General Dynamics (βιομηχανία αεροδιαστημικής και άμυνας, κατασκευαστής έως το 1993 του Α/Φ F-16). Η GDLS εφαρμόζει την τεχνολογία RFID για την παρακολούθηση των υψηλού κόστους εργαλείων, όπως δυναμόκλειδα (ροπόκλειδα) που αξίζουν χιλιάδες δολάρια και τα οποία χρησιμοποιεί η εταιρεία για την κατασκευή, επισκευή και έλεγχο των τεθωρακισμένων αρμάτων. Σκοπός, σύμφωνα με τους μηχανικούς της εταιρείας, είναι η διαχείριση των ακριβών εργαλείων και των συσκευών ελέγχου, εξοπλισμός που μοιράζεται μεταξύ 60 εργαζομένων. Η GDLS υποστηρίζει ότι η εφαρμογή τη βοηθά να προετοιμαστεί για συμμόρφωση με τις απαιτήσεις που έχουν τεθεί στους προμηθευτές από το DOD, περί τοποθέτησης παθητικών ετικετών στα κιβώτια και στις παλέτες μεταφοράς των υλικών.

Η GDLS έχει εγκαταστήσει μια πύλη RFID στην είσοδο του εργαλειοδοτηρίου, όπου φυλάσσονται τα εργαλεία και οι συσκευές ελέγχου, στις εγκαταστάσεις παραγωγής στο Οχάιο. Η εταιρεία έχει τοποθετήσει παθητικές Gen 2 EPC ετικέτες RFID στο σύνολο του εξοπλισμού και επίσης έχει ενσωματώσει ετικέτες στα διακριτικά (πάσο) που φέρουν οι τεχνικοί. Οι εργαζόμενοι, που χρειάζονται εργαλεία, για να ξεκλειδώσουν το εργαλειοδοτήριο πρέπει να παρουσιάσουν το διακριτικό τους στον ανακριτή RFID (αναγνώστης). Ο αναγνώστης έπειτα σαρώνει οποιοσδήποτε ετικέτες RFID τοποθετημένες επί του εξοπλισμού που λαμβάνεται από τον υπόψη χώρο, καταγράφοντας παράλληλα τους εργαζόμενους και τον εξοπλισμό που αφαιρέθηκε. Μόλις οι εργαζόμενοι επιστρέψουν τον εξοπλισμό, ο αναγνώστης σαρώνει ξανά τα διακριτικά τους και τις ετικέτες που φέρουν τα εργαλεία.

Ο πρόεδρος της εταιρείας υποστηρίζει ότι το σύστημα RFID παρέχει στην GDLS μια εναλλακτική λύση, αντί αγοράς εφεδρικού εξοπλισμού. Η GDLS δεν ανησυχούσε ότι οι εργαζόμενοι θα έπαιρναν τα εργαλεία στίπι τους ή ότι επρόκειτο να κλαπούν, αλλά είχε συμβεί αρκετές φορές οι τεχνικοί στο τέλος της βάρδιας τους να κλειδώνουν άθελα τους στα ερμάρια τους τα εργαλεία που είχαν χρησιμοποιήσει, με συνέπεια να παραμένουν εκεί έως την επόμενη μέρα δυσκολεύοντας το έργο της δεύτερης βάρδιας, που ουκ ολίγες φορές ξέμενε από εργαλεία ή δεν γνώριζε που βρίσκονται. Αντί λοιπόν να προμηθευθούν ένα σωρό από πλεονάζοντα ακριβά εργαλεία προκειμένου να υπάρχουν πάντα διαθέσιμα για την κάλυψη των αναγκών τους, πλέον με τη βοήθεια του συστήματος RFID έχουν άμεση πρόσβαση στην πληροφορία για το ποιος έχει δανειστεί

το εργαλείο που χρειάζονται, χωρίς την ανάγκη απασχόλησης υπαλλήλου στο εργαλειοδοτήριο.

Η κύρια δυσκολία που αντιμετώπισε η εταιρεία ήταν η εύρεση ετικετών για το σύνολο του συστήματος, καθώς έπρεπε να βρεθεί λύση για θέματα όπως οι παρεμβολές των ραδιοσυχνοτήτων που προκαλούνται από το μέταλλο στα εργαλεία και στην είσοδο που οδηγεί στο εργαλειοδοτήριο. Επίσης, απαιτείτο να διευθετηθούν θέματα όπως σε ποιο σημείο θα τοποθετηθούν οι ετικέτες πάνω στα εργαλεία και αν οι εργαζόμενοι θα φορούν τα διακριτικά γύρω από το λαιμό τους ή θα τα κυματίζουν καθώς διέρχονται μπροστά από τον ανακριτή. Η εταιρεία μετά από πολλές δοκιμές με διαφορετικές διαμορφώσεις ετικετών, κατέληξε στον για αυτή τέλειο συνδυασμό, τις Gen 2 ετικέτες λόγω απόδοσης πολύ αξιόπιστων αναγνώσεων. Το πρώτο εξάμηνο του 2006, που ολοκληρώθηκε το έργο, η GDLS δαπάνησε μεταξύ \$ 35.000 και \$ 40.000, συμπεριλαμβανομένου του απαραίτητου εξοπλισμού, λογισμικού, της εγκατάστασης και της κατάρτισης του προσωπικού.

Παρακολούθηση ωρών πτήσης

Η ανάγκη για παρακολούθηση των ωρών πτήσης ενός σημαντικού αριθμού εξαρτημάτων των Α/Φ και Ε/Π είναι επιτακτική δεδομένου ότι πρόκειται για υλικά τα οποία η διάρκεια ζωής τους εξαρτάται από τις πτήσιμες ώρες και αφού καλυφθεί ένας συγκεκριμένος αριθμός ωρών (όριο ζωής ή λειτουργίας) απαιτείται η αντικατάστασή τους. Ωστόσο θεωρείται αρκετά δύσκολη και χρονοβόρα διαδικασία η χειρονακτική παρακολούθηση των ωρών πτήσης και αναμφισβήτητα δεδομένης της αποστολής που εξυπηρετούν τα υλικά, πρόκειται για διαδικασία που δεν επιδέχεται το παραμικρό λάθος. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το τι είναι δύσκολο να αναγνωσθεί ο σειριακός αριθμός (serial number) που είναι τυπωμένος στο εξάρτημα μετά την εγκατάστασή του επί του αεροσκάφους (σε ορισμένες περιπτώσεις υλικών ο αριθμός δεν είναι εξ αρχής τυπωμένος), οδήγησε την κατασκευάστρια εταιρία **Eurocopter** στη χρήση συστήματος RFID, με γνώμονα την αντιμετώπιση των προβλημάτων που έχει το προσωπικό συντήρησης και την αυξημένη ασφάλεια του αεροσκάφους και του πληρώματος.

Το σύστημα, η ανάπτυξη του οποίου ξεκίνησε το 2008 και ολοκληρώθηκε πρόσφατα Μαρ. 2012 μετά από ενδελεχείς ελέγχους διάρκειας ενός έτους, εγκαταστάθηκε σε ένα ελικόπτερο τύπου Dauphin και συνίσταται από τρεις αναγνώστες (readers) εκ των οποίων οι δυο είναι τοποθετημένοι εξωτερικά και εσωτερικά του σκάφους και ο τρίτος επί του στροφείου. Επιπλέον έχουν τοποθετηθεί 135 ετικέτες, τύπου IronTag high-memory on-metal EPC Gen 2 passive UHF RFID tags, επί αντίστοιχου αριθμού εξαρτημάτων του κινητήρα καθώς και σε άλλα μηχανικά μέρη του Ε/Π. Κάθε αναγνώστης είναι συνδεδεμένος με έναν υπολογιστή PC που βρίσκεται εντός του Ε/Π. Η Eurocopter ανέπτυξε δικό της λογισμικό για τη διαχείριση των αναγνώσιμων στοιχείων και την αποθήκευση των πληροφοριών που αφορούν κάθε υλικό.

Η λειτουργία του συστήματος έχει ως εξής: όταν ο πιλότος του ελικοπτέρου θέσει σε λειτουργία τον κινητήρα, το σύστημα μεταφέρει ένα σήμα ενεργοποίησης στους αναγνώστες προκειμένου να συλλάβουν τους αριθμούς RFID και τα στοιχεία κάθε ετικέτας, που βρίσκεται εντός της περιοχής ανάγνωσης τους. Οι πληροφορίες αυτές συνδέονται στο λογισμικό με μια χρονική σήμανση και αποθηκεύονται στο PC. Με την επιστροφή του ελικοπτέρου από την πτήση και την παύση λειτουργίας του κινητήρα, άλλη μια ανάγνωση εκτελείται από τους τρεις αναγνώστες, με μια νέα χρονική σήμανση. Τότε το λογισμικό υπολογίζει το χρόνο πτήσης και ο αναγνώστης καταγράφει τον

επιπρόσθετο χρόνο στην ετικέτα και όταν αυτή φτάσει έναν προκαθορισμένο αριθμό ωρών πτήσης τότε το λογισμικό θα προβάλλει προειδοποιητικό alert. Το σύστημα χρησιμοποιείται και από τους τεχνικούς κατά τη συντήρηση. Οι φορητοί υπολογιστές που χρησιμοποιούν είναι ενοποιημένοι με τους αναγνώστες RFID προκειμένου να συλλέγουν στοιχεία στη διάρκεια της συντήρησης, όπως την ταυτότητα του εξαρτήματος που επιθεωρείται και επιβεβαίωση των ωρών πτήσης που έχει το εξάρτημα. Παράλληλα είναι δυνατό να εγγραφούν νέες πληροφορίες στην ετικέτα, όπως η συντήρηση ή η επιθεώρηση που εκτελέστηκε, καθώς και τότε αυτή συνέβη. Τέλος θα πρέπει να αναφερθεί ότι σκοπός της Eurocopter είναι η εγκατάσταση του συστήματος σε όσο το δυνατόν περισσότερα Dauphin ελικόπτερα.

Αποστολή κ Παραλαβή αεροπορικού υλικού

Όπως ήδη έχει αναφερθεί η χρήση τεχνολογίας RFID επιταχύνει τις διαδικασίες logistics και ειδικότερα την αποστολή και παραλαβή των υλικών. Κάτι τέτοιο αντιλήφθηκε η **Βραζιλιάνικη Πολεμική Αεροπορία (BAF)**, που έχει εφαρμόσει σύστημα RFID για τη διακίνηση του αεροπορικού υλικού από τον Βραζιλιάνο Αεροπορικό Ακόλουθο (CABW) στην Ουάσιγκτον στο Κέντρο Εφοδιασμού της BAF στο Ρίο (DARJ), τοποθετώντας δυο RFID portals στο CABW για μεταφορά των υλικών, είτε μέσω θαλάσσης είτε αεροπορικώς, και αλλά δυο RFID portals στο DARJ για την παραλαβή, αποθήκευση και αποστολή των υλικών. Όπως υποστηρίζουν στη BAF η χρήση του RFID έχει οδηγήσει σε σημαντική βελτίωση της διαδικασίας χειρισμού και διακίνησης των φορτίων. Ο απαιτούμενος χρόνος φόρτωσης των υλικών αποστολής από το CABW στο DARJ, πριν την εφαρμογή της τεχνολογίας, ήταν κατά μέσο όρο 3 με 4 ημέρες ενώ σήμερα χρειάζονται μόλις 3 ώρες. Ένεκα της πολυπλοκότητας των μεταφερόμενων υλικών, η διαδικασία παράδοσης στο παρελθόν οδηγούσε σε αποκλίσεις της τάξης του 2% μεταξύ των εγγράφων αποστολής και του ιδίου του φορτίου. Με το RFID, το ποσοστό σφάλματος έκτοτε μειώθηκε σε 0,005%. Επιπλέον ο απαιτούμενος χρόνος προετοιμασίας των εγγράφων για την αποστολή των υλικών μειώθηκε από ώρες στο ένα λεπτό. Παράλληλα η παραλαβή στο DARJ ενός κοντέινερ με αεροπορικό υλικό πραγματοποιείται σε 45 λεπτά από οχτώ ώρες που γινόταν προηγουμένως, δεδομένου ότι πλέον δεν απαιτείται η μοναδική για κάθε παραληφθέν υλικό μέτρηση και ανάγνωση του bar code (ορισμένα υλικά δεν διαθέτουν καν γραμμωτό κώδικα), αλλά είναι δυνατό να αναγνωρισθούν 300 υλικά συγχρόνως κατά τη διέλευσή τους από το RFID portal. Συνεπώς η χρήση της τεχνολογίας RFID έχει αυξήσει τα επίπεδα παραγωγικότητας (έως και 600%) και ακρίβειας κατά την παραλαβή και αποστολή των υλικών και αναμένεται να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα των logistics σε ασκήσεις ή κυρίως σε πολεμικές επιχειρήσεις.

Παρακολούθηση σύνθετων υλικών

Καθώς η αεροπορική βιομηχανία μεταβαίνει από τη χρήση του μετάλλου στα σύνθετα υλικά για τα αεροσκάφη της, προκειμένου να είναι ελαφρύτερα, οι κατασκευαστές των εξαρτημάτων θα πρέπει να εναρμονισθούν με αυτή την αλλαγή και να χρησιμοποιούν σύνθετα υλικά στις κατασκευές τους, τα οποία όμως ορισμένες φορές έχουν μικρή διάρκεια ζωής και απαιτούν πολύ θερμές και πολύ ψυχρές συνθήκες. Συγκεκριμένα, οι πρώτες ύλες θα πρέπει να αποθηκεύονται σε υπερβολικά χαμηλές θερμοκρασίες (ψύξη) προκειμένου να αποφευχθεί οποιαδήποτε υποβάθμιση των ιδιοτήτων τους και αφού πρωτίστως έχει προηγηθεί η μορφοποίηση (καλούπτι) της πρώτης ύλης σε πτέρυγα αεροσκάφους ή άλλο παρελκόμενο, απαιτείται θέρμανση σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες κατά τη φάση της θερμικής επεξεργασίας (πολυμερισμός και

σκλήρυνση, αγγλ. curing). Ο έλεγχος αυτής της διαδικασίας (αποθήκευση, μορφοποίηση, θερμική επεξεργασία) με τη βοήθεια της τεχνολογίας RFID, είναι μια πρόκληση δεδομένου ότι οι ετικέτες RFID τυπικά δεν είναι τόσο ανθεκτικές για να αντέχουν θερμοκρασίες των 149 βαθμών Κελσίου (300 βαθμούς Φαρενάιτ) κατά τη φάση της επεξεργασίας ή θερμοκρασίες ψύξης κατά την αποθήκευση.

Ωστόσο κορυφαίος κατασκευαστής συστημάτων RFID έχει αναπτύξει λύση (γνωστή ως Extreme RFID), προκειμένου οι ετικέτες να αντέχουν τις υπόψη θερμοκρασίες και έτσι να παρακολουθούνται τα σύνθετα υλικά και τα προϊόντα τους στις εγκαταστάσεις κατασκευής. Μια εταιρεία στις ΗΠΑ, η οποία κατασκευάζει πτέρυγες αεροσκαφών και ορισμένα μέρη της ατράκτου, χρησιμοποιεί το νέο αυτό σύστημα από το φθινόπωρο του 2011 προκειμένου να παρακολουθεί τα σύνθετα υλικά, από τη στιγμή που παραλαμβάνονται έως τη στιγμή τοποθέτησης στους κλιβάνους (autoclaves) για τη διαδικασία της θερμικής επεξεργασίας, καθώς και για την παρακολούθηση του εξοπλισμού (καλούπια) που απαιτείται για τη μορφοποίηση της πρώτης ύλης και που επίσης είναι από σύνθετα υλικά και ως εκ τούτου εκτίθενται σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες, κατά τη σκλήρυνση, οπότε έχουν και αυτά περιορισμένη διάρκεια ζωής.

Το λογισμικό του συστήματος RFID καθιστά ικανό το χρήστη να παρακολουθεί το χρόνο παραμονής των πρώτων υλών εκτός ψυχρής αποθήκευσης και έτσι να είναι σε θέση να γνωρίζει το υπόλοιπο διάρκειας ζωής. Οι πρώτες ύλες θα πρέπει να αποθηκεύονται στους 0 βαθμούς Φαρενάιτ (δηλ. στους -18 βαθμούς Κελσίου) και δύναται να διατηρηθούν σε θερμοκρασία δωματίου μόνο για 400 ώρες, χρονικό σημείο στο οποίο τίθενται άχρηστες. Έτσι όταν ένα σύνθετο υλικό πλησιάζει τις 300 ώρες εκτός ψυχρής αποθήκευσης, το λογισμικό προειδοποιεί με alert το αρμόδιο προσωπικό. Ομοίως και τα καλούπια έχουν ένα προτεινόμενο κύκλο ζωής για χρήση εντός του κλιβάνου, οπότε μετά από έναν συγκεκριμένο αριθμό ωρών χρήσης απαιτείται η απόρριψή τους. Το λογισμικό παρακολουθεί τις ώρες χρήσης των καλουπιών και εβδομαδιαίως ενημερώνει το χρήστη για το που βρίσκονται και για πόσο χρόνο παρέμειναν στην υπόψη περιοχή. Η συγκεκριμένη εταιρεία κατασκευής πτερύγων Α/Φ προτίθεται να εφαρμόσει την τεχνολογία σε ολόκληρη τη διαδικασία, συμπεριλαμβανομένου δε και τη σκλήρυνση σε υψηλές θερμοκρασίες εντός του κλιβάνου, ενώ δεν κρύβει την ικανοποίησή της για τη μέχρι τώρα εξέλιξη, αναφέροντας ότι το επίπεδο της ακρίβειας που επιτυγχάνεται με το RFID δεν θα ήταν δυνατό να επιτευχθεί με άλλο τρόπο και αυτό το επίπεδο τους καθιστά ικανούς να εξασφαλίσουν υψηλότερα επίπεδα αποδοτικότητας και ποιότητας στις κατασκευαστικές τους λειτουργίες και να μειώσουν το πλεονάζων απόθεμα και τη σπατάλη υλικών.

Παρακολούθηση ιστορικού συντήρησης αεροσκαφών

Η χρήση της τεχνολογίας RFID μπορεί να οδηγήσει σε οφέλη και στη διαδικασία παρακολούθησης του ιστορικού συντήρησης των αεροσκαφών. Πληροφορίες που αφορούν ένα συγκεκριμένο εξάρτημα ή συγκρότημα δύναται να εγγραφούν στη μνήμη μιας ετικέτας RFID και τα δεδομένα ύστερα μπορούν να αναγνωσθούν και να τροποποιηθούν από το τεχνικό προσωπικό, κατά τη συντήρηση, επισκευή ή επιθεώρηση του εξαρτήματος, συγκροτήματος. Με αυτό τον τρόπο, τα μητρώα συντήρησης αναθεωρούνται αυτοματοποιημένα, πολύ πιο εύκολα, με ακριβή στοιχεία και με το δυνατό λιγότερα λάθη, τα οποία συνήθως συμβαίνουν κατά τη χειρονακτική ή με την πληκτρολογημένη καταχώρηση των στοιχείων συντήρησης σε έντυπα μητρώα ή μητρώα στον υπολογιστή αντίστοιχα. Πιο αναλυτικά, οι χρήστες είναι σε θέση να διαβάζουν από ή να εγγράφουν πληροφορίες σε μια ετικέτα, με τη βοήθεια ενός

αναγνώστη και έπειτα να μεταβιβάζουν αυτές τις πληροφορίες μέσω Wi-Fi σύνδεσης ή μέσω ενός συστήματος διασύνδεσης. Στο υποκείμενο σύστημα (back-end system), το λογισμικό μεταφράζει τα αναγνώσιμα από την ετικέτα δεδομένα, ως την πιο πρόσφατη ημερομηνία συντήρησης, τον τύπο της συντήρησης που παρασχέθηκε και το πότε μια προγραμματισμένη επιθεώρηση απαιτείται ή πότε θα λήξει το όριο ζωής ή λειτουργίας ενός εξαρτήματος. Το λογισμικό αποθηκεύει τα υπόψη στοιχεία και μπορεί οποτεδήποτε να τα παρουσιάσει στον χρήστη, είτε μέσω υπολογιστή είτε μέσω ενός φορητού αναγνώστη. Για παράδειγμα, το λογισμικό μπορεί να παρουσιάσει τη διάταξη ενός αεροσκάφους, όπως το εσωτερικό της καμπίνας και με εικόνες σε πράσινο ή κόκκινο, να εμφανίσει για ποια υλικά απαιτείται επιθεώρηση, αντικατάσταση ή επισκευή.

Ανάλογη λύση έχει αναπτύξει η γνωστή αεροπορική βιομηχανία **Boeing**, για διαχείριση, έλεγχο, συντήρηση ή επισκευή σε πέντε διαφορετικούς τύπους παρελκόμενων ή συγκροτημάτων: εξοπλισμός ανάγκης, περιστρεφόμενα συγκροτήματα, επισκευάσιμα υλικά, δομική επισκευή και διαχείριση υποβάθμισης ατράκτου και τέλος χώρος καμπίνας. Το λογισμικό, που έχει αναπτυχθεί παρέχει πληροφορίες απαραίτητες στους χρήστες για κάθε μια από αυτές τις περιοχές-από τα πιο απλά στοιχεία (ημερομηνία κατασκευής του υλικού, κατασκευαστής, serial number) έως πιο σύνθετες πληροφορίες όπως έλεγχος της κατάστασης (status) του επισκευάσιμου εξοπλισμού ή του εξοπλισμού ασφαλείας για το χώρο της καμπίνας. Η λύση, γνωστή ως RFID Integrated Solutions, υπεβλήθη αρχές του 2012 στην αρμόδια αρχή FAA για έγκριση αεροπλοϊμότητας και σύμφωνα με τους ιθύνοντες, το σύστημα RFID πρόκειται να εγκαθίσταται ως στάνταρ εξοπλισμός σε κάθε νέο 737, 777 και 787 επιβατικό αεροσκάφος που κατασκευάζεται, καθώς και σε όλα τα στρατιωτικά αεροσκάφη τύπου P-8, C-17 και KC-46. Στη Boeing αναμένουν η λύση να βελτιώσει την επιχειρησιακή αποδοτικότητα του προσωπικού συντήρησης των αεροσκαφών. Οι μηχανικοί ξοδεύουν μεγάλο μέρος του χρόνου τους εκτελώντας εργασία που το σύστημα RFID σκοπεύει να εξαλείψει, όπως τον έλεγχο των εξαρτημάτων και τον καθορισμό της χρονικής στιγμής και του είδους της συντήρησης που εκτελέστηκε σε αυτά.

Έλεγχος κατάστασης αεριωθούμενων (jet) κινητήρων

Οι τριβείς (έδρανα, bearings) των κινητήρων των στρατιωτικών και πολιτικών αεροσκαφών, απαιτείται περιοδικά να αντικαθίστανται προς διασφάλιση της υγιούς λειτουργίας του κινητήρα. Τυχόν αστοχία του τριβέα κατά την πτήση ενδέχεται να έχει καταστροφικά αποτελέσματα. Για να εξασφαλισθεί ότι κάτι τέτοιο δεν πρόκειται να συμβεί, οι περισσότερες αεροπορικές εταιρείες και στρατιωτικές υπηρεσίες αντικαθιστούν τους τριβείς έπειτα από ένα συγκεκριμένο αριθμό ωρών λειτουργίας. Ωστόσο αυτό σημαίνει ότι τα έδρανα συχνά αντικαθίστανται πολύ πριν προσεγγίσουν το τέλος της ζωής τους, δηλ. για προληπτικούς λόγους αντικαθίστανται πολύ πριν αστοχήσουν, κάτι που κοστίζει χρήματα, όχι μόνο γιατί ένα ακριβό υλικό τίθεται για λόγους πρόληψης άχρηστο, αλλά και γιατί κοστίζει σε εργατοώρες η απαιτούμενη εργασία εκτέλεσης των περιπτώσεων αντικαταστάσεων. Η λύση, που ως στόχο έχει να παράσχει στους τεχνικούς αεροσκαφών μεγαλύτερη γνώση σχετικά με την κατάσταση των τριβέων του κινητήρα, μπορεί να προέλθει από ένα σύστημα αισθητήρων προσδιορισμού της κατάστασης ενός εδράνου, με βάση τον αριθμό των κραδασμών, δονήσεων που προέρχονται από αυτό, καθώς και τη θερμοκρασία του.

Η Nextreme Thermal Solutions, εταιρεία κατασκευής θερμοηλεκτρικών προϊόντων και η Arkansas Power Electronics International (APEI) αναπτύσσουν, για λογαριασμό **στρατιωτικής υπηρεσίας των ΗΠΑ**, ένα σύστημα ασύρματων αισθητήρων

για έλεγχο της κατάστασης των τριβών ενός μονοθέσιου, μονοκινητήριου αεριωθούμενου Α/Φ F-35, με προοπτική τη μελλοντική εγκατάσταση του συστήματος σε στρατιωτικούς αεροκινητήρες. Το σύστημα γνωστό ως Thermal Energy Harvester for Turbine Health Sensor System, θα λαμβάνει θερμότητα του κινητήρα για την παραγωγή ηλεκτρισμού και την παραγωγή ισχύος μετάδοσης των δεδομένων του αισθητήρα, δεδομένα τα οποία θα αφορούν την κατάσταση των τριβών της τουρμπίνας του κινητήρα. Η λύση περιλαμβάνει αισθητήρες, ασύρματο πομπό και μια συσκευή συλλογής ενέργειας, που παρέχει η Nextreme στην ΑΡΕΙ, η οποία κατασκευάζει τους αισθητήρες.

Πιο συγκεκριμένα, η λύση που αναπτύσσεται βασίζεται σε αισθητήρες για την παροχή των δεδομένων των τριβών, χωρίς τη χρήση καλωδίων. Κάθε επιπλέον εξάρτημα που τοποθετείται στο αεροσκάφος, μπορεί να οδηγήσει στην ανάγκη για αυξημένη κατανάλωση καυσίμου προκειμένου το Α/Φ να λειτουργεί στα επιθυμητά επίπεδα. Η απουσία καλωδίων δηλ. σημαίνει μείωση του βάρους. Η συσκευή συλλογής ενέργειας της Nextreme ζυγίζει περίπου 5 χιλιοστόγραμμα (0,0002 ουγκιές), ενώ το βάρος του όλου συστήματος (συμπεριλαμβανομένου αισθητήρες, πομπούς και δέκτες) δεν είναι ακόμη γνωστό. Η συσκευή συλλογής θερμικής ενέργειας περιλαμβάνει μια διεπαφή για την έλξη θερμότητας από τον κινητήρα και τη μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι συλλέκτες ενέργειας παράγουν ηλεκτρική ενέργεια μέσω του φαινομένου Seebeck Effect, κατά το οποίο η τάση παράγεται λόγω διαφοράς θερμοκρασίας, που οφείλεται στη θερμότητα που ρέει διαμέσου της συσκευής.

Η ΑΡΕΙ θα παρέχει τα υψηλής θερμοκρασίας ηλεκτρονικά για τη ρύθμιση της τάσης, καθώς και ένα ασύρματο πομπό που λειτουργεί παρόμοια με μια ετικέτα RFID για την αποθήκευση των δεδομένων των αισθητήρων (αισθητήρες θερμότητας και κραδασμών θα είναι ενσωματωμένοι στον πομπό) μαζί με ένα μοναδικό αριθμό ταυτότητας και θα χρησιμοποιούν αυτή την ηλεκτρ. ενέργεια για να διαβιβάσουν τον εν λόγω αριθμό ταυτότητας και τις πληροφορίες των αισθητήρων σε έναν δέκτη ή αναγνώστη που θα μπορούσε να εγκατασταθεί εντός του αεροσκάφους. Ο αναγνώστης, για παράδειγμα, θα μπορούσε να τοποθετηθεί κάπου στην άτρακτο, όπου ο πιλότος του Α/Φ θα μπορούσε να παρακολουθεί την κατάσταση του κάθε τριβέα ή να λαμβάνει ειδοποιήσεις όταν κάτι φαίνεται να είναι εκτός ορίων, όπως η υπερθέρμανση του εδράνου. Οι αναγνώστες δύναται να τοποθετηθούν με βίδες στο αυλάκι του τριβέα, αν και η μεθοδολογία τοποθέτησης δεν έχει ακόμη προσδιορισθεί από τη Nextreme. Οι αναγνώστες θα πρέπει να σχεδιαστούν για να μεταδίδουν σήματα σε ένα περιβάλλον που περιέχει πολλά μέταλλα. Τα δεδομένα από τους αισθητήρες και ο μοναδικός αριθμός ταυτότητας αφού ληφθούν από έναν αναγνώστη στο Α/Φ, δύναται έπειτα να αποθηκευτούν σε έναν υπολογιστή επί του σκάφους ή να σταλούν μέσω ραδιοκυμάτων σε έναν διακομιστή (server) στο έδαφος, όπου αποθηκεύονται και παρακολουθούνται στοιχεία σχετικά με την πτήση.

Η Nextreme σήμερα εμπορεύεται τη λύση του συλλέκτη θερμικής ενέργειας με τη μορφή ασύρματης γεννήτριας (WPG-1) για άλλα συστήματα RFID και εφαρμογές ασύρματων αισθητήρων, διότι η πρακτική συλλογής θερμικής ενέργειας βοηθά τους χρήστες να διασώσουν χρήματα, που διαφορετικά θα έπρεπε να δαπανηθούν για αντικαταστάσεις μπαταριών ή καλωδιώσεις. Επειδή η τεχνολογία θερμικής-ενέργειας είναι μακράς διάρκειας ζωής, οι εκτιμήσεις της εταιρείας είναι ότι οι συλλέκτες δεν θα χρειαστεί να αντικατασταθούν για δεκαετίες. Επιπλέον οι ασύρματοι αισθητήρες, που οι Nextreme και ΑΡΕΙ αναπτύσσουν, δεν αντλούν ενέργεια από μπαταρίες οπότε δύναται να είναι πολύ μικροί, δεν απαιτούν αντικατάσταση μπαταρίας και είναι σχετικά φθηνοί

(εκτιμάται ότι οι συσκευές αισθητήρων που θα χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση της κατάστασης των τριβών θα κοστίσουν \$ 1 ή λιγότερο ανά τεμάχιο για μεγάλο όγκο προμήθειας).

Παρακολούθηση επικίνδυνων υλικών σε αερομεταφορά

Ένα σύστημα RFID μπορεί να αξιοποιηθεί για την εξασφάλιση ότι οι επικίνδυνες ουσίες δεν στοιβάζονται ή μια δίπλα στην άλλη, κατά την τοποθέτηση σε παλέτες. Υπάρχουν αυστηροί κανονισμοί σχετικά με τη συνδυασμένη αποθήκευση και αποστολή των διαφόρων ουσιών, για παράδειγμα χημικά και καύσιμα. Πολλές ουσίες δεν δύναται να αποσταλούν μαζί, λόγω της εκρηκτικής φύσης τους. Με τον εντοπισμό των επικίνδυνων υλικών πριν τη φόρτωσή τους σε αεροπλάνο, ο μεταφορέας είναι σε θέση να αποφεύγει λάθη, όπως τη λανθασμένη φόρτωση των παλετών, με ασύμβατες ουσίες να τοποθετούνται στην ίδια παλέτα.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η **Lufthansa Cargo**, με εγκατάσταση RFID συστήματος στην 50.000 τετραγωνικών ποδιών αποθήκη στο αεροδρόμιο της Φρανκφούρτης, όπου τα φορτία στοιβάζονται σε παλέτες και αποθηκεύονται πριν από τη φόρτωσή τους στο αεροσκάφος. Η εταιρεία τοποθετεί παθητικές EPC GEN 2 ετικέτες σε όλα τα υλικά που περιέχουν εκρηκτικές ουσίες. Ο αναγνωριστικός αριθμός σε κάθε ετικέτα, μαζί με πληροφορίες σχετικά με την εν λόγω ουσία, καθώς τον προορισμό και τον ιδιοκτήτη της, αποθηκεύονται στη συνέχεια στο λογισμικό SAP της Lufthansa Cargo. Το λογισμικό εκδίδει μια προειδοποίηση αν δύο προϊόντα έλθουν σε ορισμένη απόσταση μεταξύ τους, δείχνοντας έτσι ότι είναι στην ίδια παλέτα.

Παρακολούθηση υλικών λήξης ορίου ζωής και υλικών λήξης ορίου λειτουργίας

Η τεχνολογία RFID μπορεί να προσφέρει λύσεις για την παρακολούθηση υλικών, που χρησιμοποιούνται σε αεροσκάφη και τα οποία έχουν όριο ζωής (ΛΟΖ) ή όριο λειτουργίας (ΛΟΛ), όπως σωσίβια, σωστικά μέσα, ιατρικός εξοπλισμός, σελ πρώτων βοηθειών.

Η λύση αυτή εφαρμόζεται από τη **Lufthansa** πιλοτικά επί του παρόντος, όπου ετικέτες έχουν τοποθετηθεί στον εξοπλισμό ενός αεροσκάφους για λόγους δοκιμών. Ο ID αναγνωριστικός αριθμός της κάθε ετικέτας συνδέεται με τον αριθμό παρτίδας του υλικού, την περιγραφή του και την ημερομηνία λήξης στο λογισμικό που χρησιμοποιεί η Lufthansa Technik για τη διαχείριση των δεδομένων RFID. Οι εργαζόμενοι στη συνέχεια διέρχονται με τα πόδια γύρω από το αεροπλάνο και αντί της αφαίρεσης κάθε εξαρτήματος και του οπτικού ελέγχου της ημερομηνίας λήξης που αναγράφεται στο υπόψη υλικό, δύναται πλέον να χρησιμοποιήσουν ένα φορητό (χειρός) ανακριτή RFID για τη λήψη κάθε μοναδικού αναγνωριστικού αριθμού εξοπλισμού που βρίσκεται σε χώρους όπως τα ερμάρια πάνω από το προσκέφαλο, κάτω από τα καθίσματα και άλλες περιοχές. Εάν η ημερομηνία λήξης πλησιάζει, οι εργαζόμενοι λαμβάνουν μια προειδοποίηση στην οθόνη του φορητού ανακριτή. Στη συνέχεια όλες οι πληροφορίες από τις αναγνώσεις των ετικετών αποστέλλονται στο back-end λογισμικό μέσω Wi-Fi σύνδεσης.

Παρακολούθηση έκθεσης εξαρτημάτων Avionics σε υγρασία

Στην αεροναυπηγική ο όρος Avionics (AViation electrONICS) αναφέρεται στα ηλεκτρονικά των αεροσκαφών. Τα εξαρτήματα που χρειάζονται για την κατασκευή των

κυκλωμάτων Avionics δεν πρέπει να εκτίθεται στην υγρασία, διότι όταν έπειτα θερμαίνονται κατά τη συναρμολόγησή τους, δεν ενώνονται μεταξύ τους κατάλληλα. Ορισμένα εξαρτήματα μπορούν να αντέξουν επαφή με την ατμόσφαιρα 156 ώρες ή περισσότερο πριν την απορρόφηση αρκετής υγρασίας, ενώ άλλα δύναται να αντέξουν μόνο περίπου 50 ώρες. Αν τα εξαρτήματα πλησιάζουν στο όριο έκθεσής τους, θα πρέπει να υποβληθούν σε θερμική κατεργασία αμέσως, διαφορετικά απορρίπτονται ως άχρηστα.

Η κατασκευάστρια εταιρεία ηλεκτρονικών αεροσκαφών **Universal Avionics**, κατά την κατασκευή των κυκλωμάτων, συναρμολογεί τα εξαρτήματα και ακολουθεί έπειτα διαδικασία θερμικής κατεργασίας και συγκόλλησής τους. Ωστόσο γνωρίζοντας τους ανωτέρω περιορισμούς έκθεσης στην ατμόσφαιρα, έχει καταφύγει σε λύση εφαρμογής συστήματος RFID, προκειμένου να ελέγξει το χρόνο που υποβάλλονται τα εξαρτήματα σε υγρασία. Μέχρι πρότινος η εταιρεία παρακολουθούσε χειρονακτικά το χρόνο έκθεσης των εξαρτημάτων στην ατμόσφαιρα, κάτι το οποίο είναι σαφώς χρονοβόρο. Συγκεκριμένα τα εξαρτήματα αποθηκεύονταν σε αεροστεγής συσκευασίες, ταυτοποίηση των οποίων γινόταν μέσω επισυναπτόμενης χάρτινης ετικέτας και ένας εργαζόμενος ήταν υπεύθυνος για την καταγραφή στην ετικέτα του χρόνου που ανοιγόταν ή ξανά σφραγιζόταν η συσκευασία.

Με το νέο σύστημα RFID, η Universal τοποθετεί τα εξαρτήματα σε δίσκους ή σε ρόλους, κυλίνδρους (trays or reels), οι οποίοι έπειτα αποθηκεύονται σε ξηρά κιβώτια, όπου χρησιμοποιείται αέριο άζωτο για να εκτοπισθεί ο γεμάτος υγρασία αέρας. Σε κάθε δίσκο είναι τοποθετημένη EPC Gen 2 RFID ετικέτα. Έτσι εάν ένας δίσκος αφαιρεθεί από το κιβώτιο, ο αναγνώστης θα αποτύχει να λάβει μήνυμα από την ετικέτα RFID του συγκεκριμένου δίσκου και θα στείλει προειδοποίηση στο back-end σύστημα, χρονική στιγμή κατά την οποία το σύστημα θα αρχίσει να παρακολουθεί για πόσο χρόνο ο δίσκος βρίσκεται εκτός του κουτιού. Το λογισμικό έχει σχεδιαστεί για τη συσχέτιση συγκεκριμένου αριθμού ετικετών RFID με αυτόν τον αναγνώστη, έτσι ώστε ο ανακριτής να στείλει μια προειδοποίηση εφόσον υπάρξει συγκεκριμένη ετικέτα που είναι απύσχα. Κάθε κουτί είναι 2 με 4 πόδια σε ύψος, χωράει αρκετές εκατοντάδες δίσκους ή κυλίνδρους, καθένας εκ των οποίων περιέχει 16 με 56 εξαρτήματα.

Η εταιρεία αναφέρει ότι το σύστημα RFID πρόκειται να είναι ένα τεράστιο κέρδος χρόνου και χρημάτων, δεδομένου ότι εκτιμά ότι θα εξοικονομήσει περίπου 5.280 δολάρια ετησίως σε ανθρώπινο δυναμικό που μέχρι πρότινος απασχολούνταν στην καταγραφή των χρόνων στις ετικέτες και επιπλέον 20.000 δολάρια περίπου που δαπανώνται στη θερμική κατεργασία των εξαρτημάτων που έχουν πλησιάσει πάρα πολύ κοντά στο όριο ζωής τους και πρέπει να υποβληθούν σε αυτή τη διεργασία, πριν τεθούν ως άχρηστα και χρειαστεί να απορριφθούν. Η διαδικασία της θερμικής κατεργασίας αποτελεί υψηλό κόστος για την εταιρεία και δεν είναι πάντα απαραίτητη ακόμα και αν τα εξαρτήματα δεν έχουν τη δυνατότητα να παραμένουν εκτός της αεροστεγούς συσκευασίας ή του ξηρού κενού κουτιού, για πάρα πολύ χρόνο.

Ανάθεση εργασίας στο προσωπικό αεροδρομίου

Σε πολλές περιπτώσεις το RFID χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό και παρακολούθηση ζώων και ανθρώπων (π.χ. ασθενών). Ωστόσο η τεχνολογία μπορεί να αξιοποιηθεί και σε περιπτώσεις εντοπισμού και ανάθεσης εργασίας σε εργαζόμενους που απασχολούνται σε τεράστιους χώρους, όπως τα αεροδρόμια (πολιτικά ή στρατιωτικά). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί στη Φιλανδία η εταιρεία **Northport**, εταιρεία παροχής υπηρεσιών αεροδρομίου, παρακλάδι της **Finn air**, η οποία

χρησιμοποιεί κινητά τηλέφωνα με δυνατότητα RFID, για την αναβάθμιση των συστημάτων προγραμματισμού εργασίας, αναφορικά με τον εντοπισμό των υπαλλήλων και προκειμένου αυτοί να λαμβάνουν νέες αναθέσεις εργασίας.

Το νέο σύστημα της Northport, που πάντρεψε τις δυο τεχνολογίες, RFID και κινητή τηλεφωνία, προήλθε έπειτα από συνεργασία με τις Nokia (που παρείχε τα κινητά τηλέφωνα) και IBM (που παρείχε υπηρεσίες ολοκλήρωσης του συστήματος). Σύμφωνα με την εταιρεία, το σύστημα βελτιώνει τη διαθεσιμότητα, τη ροή των εργασιών, το χειρισμό των αποσκευών και των εργασιών check-in, παρέχοντας πληροφορίες στο σύστημα διαχείρισης εργασίας του αεροδρομίου σχετικά με την ακριβή θέση του προσωπικού εδάφους μετά την ολοκλήρωση κάθε έργου. Όταν κάποιος εργαζόμενος ολοκληρώσει ένα έργο και είναι έτοιμος για νέο, χρησιμοποιεί έναν αναγνώστη RFID για την ανάγνωση ετικετών που είναι τοποθετημένες σε συγκεκριμένα σημεία του αεροδρομίου (ενσωματωμένες σε πλαστικό περίβλημα και τοποθετημένες στο ίδιο σημείο σε κάθε γραφείο check-in, ώστε οι εργαζόμενοι να γνωρίζουν ακριβώς που βρίσκονται). Κρατώντας τον αναγνώστη RFID του τηλεφώνου σε κοντινή απόσταση από την ετικέτα, ενεργοποιείται το τηλέφωνο για μεταβίβαση του αριθμού ID του τηλεφώνου και της ετικέτας αυτόματα, οπότε και ενημερώνεται το σύστημα διαχείρισης εργασίας του αεροδρομίου για τη θέση του υπαλλήλου και τη διαθεσιμότητά του για άλλη εργασία. Οι αναθέσεις εργασίας έπειτα μεταβιβάζονται αυτόματα στο τηλέφωνο του εργαζόμενου και εμφανίζονται στην οθόνη. Με το προηγούμενο σύστημα, το προσωπικό θα έπρεπε να τηλεφωνήσει και να αναμένει ή να προβεί σε αναζήτηση σε μενού, προκειμένου να γνωρίζει τη νέα του εργασία. Οι πληροφορίες πραγματικού χρόνου καθιστούν το σύστημα διαχείρισης εργασίας της Northport ικανό να γνωρίζει ποιοι εργαζόμενοι είναι πλησιέστερα σε περιοχές εναπομενουσών εργασιών, κερδίζοντας έτσι σε χρόνο και βελτιώνοντας την αποδοτικότητα στον προγραμματισμό της εργασίας.

Αυτοματοποίηση διαδικασιών εξυπηρέτησης (turnaround) αεροσκαφών

Ως turnaround αεροσκάφους αναφέρεται μια αλληλουχία από υπηρεσίες στο έδαφος, από τη στιγμή τοποθέτησης των chocks μετά την προσγείωση έως και τη στιγμή αφαίρεσής τους για την απογείωσή του και οι οποίες ενέργειες απαιτούνται προκειμένου το Α/Φ να εξυπηρετηθεί και να είναι διαθέσιμο για την επόμενη πτήση. Τόσο στην πολιτική όσο και στην πολεμική αεροπορία, ο χρόνος turnaround πρέπει να είναι ο μικρότερος δυνατός, για αυτό και απαιτείται οι υπηρεσίες επίγειας εξυπηρέτησης να χαρακτηρίζονται από ακρίβεια, αποτελεσματικότητα και ταχύτητα. Το turnaround είναι πολύπλοκη διαδικασία και οι καθυστερήσεις που οφείλονται σε αυτή είναι εξαιρετικά δαπανηρές, ειδικότερα για την πολιτική αεροπορία όπου καταλογίζονται πρόστιμα και ρήτρες αλλά και για τα μαχητικά αεροσκάφη όπου σε καιρό πολέμου ή ασκήσεων η άμεση διαθεσιμότητά τους είναι μεγίστης σημασίας. Η διαδικασία turnaround περιλαμβάνει έναν αριθμό από διεργασίες, που απαιτείται να αναληφθούν κατά σειρά, ενδεικτικά:

- Τοποθέτηση των chocks (μπλοκ από καουτσούκ, κίτρινου συνήθως χρώματος, που εμποδίζουν τα αεροσκάφη από ολίσθηση), έμπροσθεν των τροχών του αεροσκάφους μετά την προσγείωση.
- Εκφόρτωση των επιβατών και των αποσκευών (για επιβατικά αεροσκάφη).
- Μετά την πτήση διαχείριση (μετά την πτήση επιθεώρηση του Α/Φ, καταγραφή δεδομένων πτήσης στη φόρμα του Α/Φ).

- Ανεφοδιασμός Catering (μόνο για την πολιτική αεροπορία).
- Φόρτωση με όπλα του αεροσκάφους (μόνο για μαχητικά Α/Φ).
- Καθαρισμός αεροσκάφους.
- Πριν από την πτήση διαχείριση (πλήρωση του αεροσκάφους με καύσιμο, εκ νέου ταχεία επιθεώρησή του, καταγραφή στοιχείων σε φόρμα πτήσης).
- Έλεγχοι ασφαλείας.
- Φόρτωση επιβατών και αποσκευών (μόνο για επιβατικά αεροσκάφη).
- Αφαίρεση chocks και διάθεση Α/Φ για πτήση.

Η έως τώρα αναφορά στην εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στο χώρο της αεροπλοΐας, παρουσιάζει περιπτώσεις παρακολούθησης και τοποθέτησης ετικετών είτε σε υλικά (σωσίβια, ανιόνics, επικίνδυνα ή πολύτιμα φορτία, εργαλεία, επίγειος εξοπλισμός κτλ.) είτε σε προσωπικό. Ωστόσο η περίπτωση του turnaround των Α/Φ διαφέρει, δεδομένου ότι δεν πρόκειται να παρακολουθούνται πόροι αλλά γεγονότα και καταστάσεις.

Η IATA (International Air Transport Association) σε συνεργασία με τη SITA (εταιρεία παροχής υπηρεσιών πληροφορικής και επικοινωνιών στο χώρο των αερομεταφορών) και το εργαστήριο Auto-ID Lab του Πανεπιστημίου Cambridge έχουν προβεί σε μελέτη του προβλήματος μεγιστοποίησης της αξιοποίησης του αεροσκάφους και επίτευξης βέλτιστων χρόνων turnaround καθώς και σε ανάπτυξη εργαλείου ανάλυσης για την διαχείριση του turnaround. Το έργο γνωστό ως IATA/SITA/Cambridge Turnaround Project, χρηματοδοτείται από κοινού και από τους τρεις φορείς. Σύμφωνα με τον RFID project manager της IATA, το πρόγραμμα δεν αφορά τη συνήθη χρήση του RFID της διαχείρισης των πόρων, αλλά μια νέα προοπτική αυτή της διαχείρισης των γεγονότων που σχετίζονται με την εξυπηρέτηση του Α/Φ. Σε μόνιμη βάση τίθενται ερωτήματα όπως αν το αρμόδιο προσωπικό έχει προσέλθει στο χώρο εξυπηρέτησης ή αν η απαιτούμενη διεργασία έχει ολοκληρωθεί (επιθεωρήθηκε από τους μηχανικούς; έγινε πλήρωση με καύσιμο; φορτώθηκε με όπλα ή με αποσκευές; είναι το πλήρωμα έτοιμο να αναλάβει; κτλ.).

Επί του παρόντος, ένας υπάλληλος (γνωστός ως αξιωματικός Γραμμής στην πολεμική ή Red Car στην πολιτική αεροπορία) έχει αναλάβει να δίδει απαντήσεις στα ανωτέρω ερωτήματα. Ωστόσο το συγκεκριμένο πρόσωπο δεν μπορεί να βρίσκεται παντού και να παρατηρεί τα πάντα, ειδικά όταν συμβαίνουν παρεκκλίσεις (π.χ. βλάβες) από την προγραμματισμένη διαδικασία. Εδώ είναι όπου η τεχνολογία και ειδικότερα το RFID μπορεί να βοηθήσει, δημιουργώντας ένα πλέγμα RFID γύρω από το χώρο εξυπηρέτησης του Α/Φ, όπου απλά θα καταγράφεται όταν για παράδειγμα ένα όχημα που φέρει ετικέτα εισέρχεται ή εξέρχεται της αναγνώσιμης ζώνης του ανακριτή RFID. Το όχημα μπορεί να είναι το κηροζινοφόρο, το τρέιλερ με το φορτίο ή τις αποσκευές, η μονάδα φόρτωσης του Α/Φ με όπλα, το όχημα που μεταφέρει τις σκάλες, το όχημα αποπαγοποίησης, το όχημα που αδειάζει τις τουαλέτες, το catering, το όχημα με το συνεργείο καθαρισμού, τους μηχανικούς, το πλήρωμα, κλπ. Συνδέοντας την τεχνολογία με ένα χρονοδιάγραμμα για το πότε οι επιμέρους διεργασίες πρέπει να συμβούν, ο Red Car ή κάποιος αρμόδιος ακόμα και σε ένα απομακρυσμένο γραφείο θα μπορούν να

ενημερωθούν για κάτι που δεν έχει συμβεί ακόμη, απλώς και μόνο επειδή ο αναγνώστης RFID δεν έχει διαβάσει τη σχετική ετικέτα στην περιοχή αρμοδιότητας/εμβέλειας του. Έτσι πρόκειται να βοηθηθεί η ανάλυση και η κατανόηση του τι πραγματικά συμβαίνει. Διότι σε μια πολύπλοκη διαδικασία, όπως το turnaround, όπου συνεργάζεται προσωπικό διαφορετικών ειδικοτήτων, συνεργειών ή εταιρειών, με διαφορετικούς σκοπούς και οφέλη, συμβαίνει συχνά κάποιο άτομο/ εταιρεία /διαδικασία να παραδέχεται ότι πρόκειται να αργήσει και να προκαλεί μια καθυστέρηση της οποίας αναλαμβάνει την ευθύνη, αλλά της καθυστέρησης αυτής να επωφελούνται άλλα άτομα /εταιρείες/διαδικασίες και να καθυστερούν επίσης, ενδεχομένως επί μόνιμου βάσεως, χωρίς ωστόσο αυτή η παράλληλη καθυστέρηση να παρατηρείται και να καταγράφεται προκειμένου να ληφθούν οι απαραίτητες διορθωτικές ενέργειες. [\[13\]](#), [\[35\]](#)

4.2 Πιλοτική Εφαρμογή της Τεχνολογίας RFID στην Πολεμική Αεροπορία

4.2.1 Εισαγωγή

Η μελέτη (case study) εφαρμογής του RFID στην περίπτωση της ΠΑ, έχει ως σκοπό να καταδείξει τα πολλαπλά οφέλη από την εφαρμογή της ανερχόμενης τεχνολογίας για το νευραλγικό τομέα των Ένοπλων Δυνάμεων εν γένει και ειδικότερα για την Πολεμική Αεροπορία. Η ΠΑ αποτελεί το πιο σύγχρονο και πολυδάπανο όπλο και λόγω του αντικειμένου που υπηρετεί είναι υποχρεωμένη να παρακολουθεί στενά τις εξελίξεις και την πρόοδο στον χώρο της επιστήμης, να εξετάζει τη δυνατότητα και σκοπιμότητα αγοράς νέων οπλικών συστημάτων καθώς και την υιοθέτηση νέων τεχνολογικών εφαρμογών. Ωστόσο η εξαιρετικά δύσκολη οικονομική κατάσταση στην οποία έχει περιέλθει η Χώρα, υποχρεώνει τις Ένοπλες Δυνάμεις για δραστικές περικοπές στις δαπάνες τους. Στα πλαίσια αυτά αποτελεί υποχρέωση ύψιστης σημασίας η αναζήτηση τεχνολογιών, που να συμβάλλουν στη μείωση του υψηλού κόστους των υφιστάμενων διαδικασιών και παράλληλα να διατηρούν σε αξιόμαχα επίπεδα την ετοιμότητα του προσωπικού και των μέσων.

Η εφαρμογή του RFID δύναται να δώσει λύσεις στους τομείς Συντήρηση (Maintenance), Τεχνική κ Εφοδιαστική Υποστήριξη (Logistics), Ασφάλεια Πτήσεων και Εδάφους (Flight and Ground Safety), Ασφάλεια Αεροδρομίων και στρατιωτικών μονάδων (airport security). Η αυτοματοποίηση, η ιχνηλασιμότητα κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, η ακρίβεια, η ασφάλεια, είναι δυνατότητες της τεχνολογίας που υπόσχονται, τεράστιες περικοπές των δαπανών από τη διάσωση αεροκινητήρων και αεροσκαφών, ελαχιστοποίηση των απαιτούμενων λειτουργιών, μείωση του κόστους λόγω μείωσης προσωπικού και διαδικασιών και αύξηση της διαθεσιμότητας των υφιστάμενων οπλικών συστημάτων και μέσων, καθιστώντας έτσι την Πολεμική Αεροπορία αξιόμαχη, σύγχρονη, εναρμονισμένη με τα νέα δεδομένα και πρότυπα.

Η πιλοτική εφαρμογή του RFID στην υπόψη διπλωματική εργασία, εξετάζεται στον τομέα του εφοδιασμού της ΠΑ. Πιο συγκεκριμένα, η μελέτη περιορίζεται σε μια από τις δέκα πέντε (15) Κεντρικές Αποθήκες (Warehouses) του Τομέα T4 Αποθηκών του 201 Κέντρου Εφοδιασμού Αεροπορίας - 201ΚΕΦΑ (Supply Depot), που εδρεύει στο Στρατιωτικό Αεροδρόμιο της Ελευσίνας. Το 201ΚΕΦΑ αποτελεί την καρδιά της εφοδιαστικής υποστήριξης στην Πολεμική Αεροπορία, εκεί επιτελείται ποσοστό άνω του 80% του συνόλου των εφοδιαστικών διεργασιών της ΠΑ. Το 201ΚΕΦΑ έχει επιμεριστεί με την ευθύνη παροχής έγκαιρης και ικανοποιητικής εφοδιαστικής υποστήριξης στις Μονάδες Αεροσκαφών και Ελικοπτέρων καθώς και στις λοιπές Υπηρεσίες της ΠΑ, για την επίτευξη υψηλού επιπέδου διαθεσιμότητας αεροπορικών δυνάμεων σε ειρηνική και

πολεμική περίοδο. Η δομή του εφοδιαστικού κέντρου δεν είναι ιδιαίτερα περίπλοκη και παρουσιάζει ομοιότητες με τη δομή εταιρείας logistics. Συγκεκριμένα χωρίζεται σε Τομείς, ένας εκ των οποίων είναι ο Τομέας T4 Διοίκησης Υλικού-Αποθηκών.

Ο Τομέας των Αποθηκών είναι ο μεγαλύτερος από άποψη προσωπικού και εγκαταστάσεων στο 201ΚΕΦΑ, εντούτοις παρουσιάζει τη μικρότερη συνεισφορά της τεχνολογίας στην εφαρμογή του εφοδιαστικού έργου. Η χρήση του Μηχανογραφικού Συστήματος Παρακολούθησης Υλικού (ΜΗΣΠΥ), δηλ. του συστήματος ERP (Enterprise Resource Planning) που χρησιμοποιεί η ΠΑ για τη διαχείριση του συνόλου των υλικών, αποτελεί τη μοναδική παρουσία νέων τεχνολογιών. Σε κάθε αποθήκη είναι εγκατεστημένος ένας τερματικός υπολογιστής για τη manual καταχώρηση των μεταβολών του αποθέματος και οποιασδήποτε άλλης δοσοληψίας πραγματοποιείται. Δεδομένου ότι για την καταχώρηση των στοιχείων δεν χρησιμοποιούνται barcode readers ή κάποια άλλη μορφή αυτοματισμού, η εικόνα του αποθέματος και της διακίνησης που εμφανίζεται στο ΜΗΣΠΥ δεν αναφέρεται σε πραγματικό χρόνο αλλά σε κατάσταση που επικρατούσε 24 ή ακόμα και 48 ώρες πριν. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι δοσοληψίες καταχωρούνται με τα γραμμάτια δοσοληψιών, που εκδίδονται την προηγούμενη ημέρα από τον Τομέα T3 Μηχανοργάνωσης και διανέμονται την επόμενη σε κάθε διαχειριστή (warehouse manager) ξεχωριστά.

Στον Τομέα T7 Αποστολών-Παραλαβών στο χώρο των Παραλαβών, εξαιτίας του μεγάλου πλήθους κωδικών χρησιμοποιούνται δυο (2) RF Scanners για την άμεση καταχώρηση των στοιχείων στο ΜΗΣΠΥ. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την άμεση εικόνα των εισερχομένων, χωρίς όμως να είναι γνωστή η θέση (αποθήκη και ράφι) στην οποία είναι τοποθετημένο το υλικό, εξαιτίας της έλλειψης αυτοματισμού σε κάθε αποθήκη ξεχωριστά. Η όποια χρήση αυτοματοποίησης που γίνεται στον Τομέα T7, έχει ήδη συμβάλει σημαντικά στη μείωση του χρόνου εισαγωγής των εισερχομένων υλικών και ταυτόχρονα στην αύξηση της παραγωγικότητας του προσωπικού. Το έργο γίνεται ευκολότερο καθώς μεγάλο ποσοστό του συνόλου των συσκευασιών συνοδεύεται από ετικέτα barcode και δεδομένου ότι η πλειονότητα των προμηθευτών χρησιμοποιεί σύστημα κωδικοποίησης NATO.

Από τα ανωτέρω καθίσταται σαφές ότι είναι επιβεβλημένη η χρήση τεχνολογίας αυτοματισμού στον Τομέα των Αποθηκών, που θα συμβάλει στην αποδοτικότητα των λειτουργιών τους, θα ενισχύσει περαιτέρω την αποτελεσματική αξιοποίηση της υπάρχουσας τεχνολογίας (ΜΗΣΠΥ, RF Scanners) και θα επιφέρει άμεσα αποτελέσματα κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας της ΠΑ, αυξημένη δηλ. διαθεσιμότητα αεροσκαφών, ελικοπτέρων, εξοπλισμού και μέσων.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία η μελέτη εφαρμογής RFID περιορίζεται, όπως ήδη αναφέρθηκε, σε μια από τις δεκαπέντε κεντρικές αποθήκες του 201ΚΕΦΑ. Η εξέταση εφαρμογής της τεχνολογίας στο σύνολο της εφοδιαστικής αλυσίδας, αναμφισβήτητα θα συνιστούσε μια πιο πλήρη και αξιόπιστη ανάλυση. Ωστόσο κάτι τέτοιο είναι ιδιαίτερα χρονοβόρο και σύνθετο, δεδομένης της πολυπλοκότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας της ΠΑ, που δεν απαρτίζεται μόνο από το 201ΚΕΦΑ αλλά και από έναν πολύ μεγάλο αριθμό τοπικών αποθηκών που φροντίζουν για τον εφοδιασμό, κυρίως με αεροπορικό υλικό, των πολεμικών Μονάδων σε όλη την Επικράτεια. Ως εκ τούτου για το εγχείρημα αυτό, θα απαιτείτο η σύσταση Ομάδας Εργασίας επανδρωμένη από προσωπικό της ΠΑ διαφόρων ειδικοτήτων (Μηχανικοί, Εφοδιαστές, Οικονομικοί) και από διαφορετικές Υπηρεσίες (Επιτελείο, 201ΚΕΦΑ, Μονάδες Α/Φ & Ε/Π), που πέρα από τις εξειδικευμένες γνώσεις, θα είχαν αυτεπάγγελα πρόσβαση σε απόρρητα στοιχεία. Στο

όλο εγχείρημα απαραίτητη κρίνεται και η συμβολή εξωτερικών συνεργατών που έχουν εμπειρία από παρόμοια projects. Παρόλα αυτά και με δεδομένο ότι στην παρούσα εξετάζεται η πιλοτική εφαρμογή της τεχνολογίας και ότι σκοπός αποτελεί η ανάδειξη της χρησιμότητας των τεχνολογιών αυτοματισμού, η υπόψη προσέγγιση κρίνεται ικανοποιητική και ικανή να αποτελέσει τη βάση για μελλοντική έρευνα, που σε συνδυασμό με πιο ευνοϊκές οικονομικές συνθήκες, ενδεχομένως να οδηγήσουν στην πλήρη υιοθέτηση της τεχνολογίας.

4.2.2 Αεροπλοΐμότητα (Airworthiness) και RFID

Πριν τον υπολογισμό του κόστους, κρίνεται αναγκαία η αναφορά σε ισχύοντα διεθνή αεροπορικά πρότυπα, η απαίτηση συμμόρφωσης με τα οποία πρόκειται να οδηγήσει στην επιλογή της κατάλληλης ετικέτας για την εφαρμογή που εξετάζεται.

FAA (Federal Aviation Administration)

Η πολιτικής της FAA αναφέρεται στο από 13 Μαΐου 2005 Memorandum και επί της ουσίας επέτρεψε στις μεγάλες αεροπορικές βιομηχανίες (για παράδειγμα Boeing και Airbus) να χρησιμοποιούν την τεχνολογία RFID για την ιχνηλάτηση επιμέρους εξαρτημάτων των αεροσκαφών.

Οι ανησυχίες της FAA εστιάζονταν στο ότι οι συσκευές RFID ίσως να αστοχήσουν λόγω παρεμβολής με τον εξοπλισμό που φέρει το αεροπλάνο, απαραίτητο για τη συνεχή ασφαλή πτήση και προσγείωσή του. Για την αντιμετώπιση αυτών των ανησυχιών, δημιουργήθηκε μια ομάδα, από μηχανικούς αεροσκαφών της FAA και από τμήματα συντήρησης αεροσκαφών, για να εξετάσει την επίδραση της τεχνολογίας RFID. Οι δοκιμές έγιναν σε αεροπλάνα της Boeing και με βάση τα αποτελέσματα, η FAA ανέπτυξε κριτήρια αεροπλοΐμότητας προκειμένου να είναι δυνατός ο προσδιορισμός των ετικετών RFID, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς να διακυβεύεται η ασφάλεια.

Το Memorandum αναφέρει ότι η χρήση της «Παθητικής-μόνο» τεχνολογίας δεν ενέχει κανένα κίνδυνο για τα αεροπλάνα κατά την πτήση, ωστόσο ξεχωριστές αξιολογήσεις θα πρέπει να γίνουν και με τις ενεργές και τις με μπαταρία υποβοηθούμενες ετικέτες, προκειμένου να διαπιστωθεί κατά πόσο επηρεάζουν τη λειτουργία ενός αεροπλάνου. Το Memorandum συνεχίζει σημειώνοντας ότι οι παθητικές ετικέτες RFID μπορεί να χρησιμοποιηθούν υπό τις εξής προϋποθέσεις:

- Οι ετικέτες πρέπει να λειτουργούν στην «παθητική-μόνο» κατάσταση (mode).
- Οι ετικέτες δεν πρέπει να ανακλούν πίσω, περιβάλλοντος ενέργεια RF των 35 decibels αναφερόμενη στο 1 microvolt ανά μέτρο (αυτό γίνεται για να εξασφαλισθεί ότι οι ετικέτες δεν θα συγκεντρώνουν την ενέργεια που εκπέμπεται από τον κινητήρα ή άλλες συσκευές και έπειτα πιθανώς να την ανακλούν πίσω παρεμβάλλοντας στα συστήματα των αεροσκαφών).
- Η συχνότητα που χρησιμοποιείται από τις ετικέτες πρέπει να είναι έξω από τις δημοσιευμένες ζώνες συχνοτήτων αεροπορίας για την αποφυγή παρεμβολών στα συστήματα των αεροσκαφών (οι πιο κοινές συχνότητες RFID-2.45 MHz, 915 MHz και 13,56 MHz-δεν συμπίπτουν με τις συχνότητες που χρησιμοποιούνται στην αεροπορία οπότε είναι αποδεκτή η τοποθέτηση ετικετών σε υλικά).

- Οι παθητικές ετικέτες πρέπει να παρακολουθούνται ή να διαβάζονται μόνο στο έδαφος, όταν δηλ. το αεροπλάνο δεν είναι σε λειτουργία.

- Οι ετικέτες πρέπει να λειτουργούν σωστά μετά την τοποθέτησή τους και να σχεδιαστούν για να λειτουργούν σε ένα αεροπορικό επιχειρησιακό περιβάλλον με ισχυρή σταθερότητα ραδιοσυχνοτήτων.

Η πολιτική της FAA ισχύει για παθητικές ετικέτες που έχουν τοποθετηθεί μόνιμα σε εξαρτήματα αεροσκαφών, σε εξοπλισμό και σε εμπορευματοκιβώτια (cargo containers), όπως παλέτες και μονάδες αποστολής (unit loads- ULDs), καθώς και για τις παθητικές ετικέτες που είναι τοποθετημένες προσωρινά σε φορτίο, καροτσάκια ή αποσκευές που μεταφέρονται στο αεροσκάφος. Το Memorandum ανοίγει το δρόμο για την τοποθέτηση ετικετών όχι μόνο στα εξαρτήματα του αεροπλάνου, αλλά και για τη σήμανση των αποσκευών, του αεροπορικού φορτίου, ακόμη και τα δέματα ενδέχεται τελικά να εξοπλισθούν με παθητικές ετικέτες RFID. [\[33\]](#)

Society of Automotive Engineers Aerospace Standard, SAE AS5678

Οι απαιτήσεις για τις RFID ετικέτες που χρησιμοποιούνται στην αεροδιαστημική βιομηχανία, είναι κατά πολύ πιο διαφορετικές από αυτές που συναντούνται σε μη αεροπορικές χρήσεις. Τα αεροπορικά υλικά είναι μεγάλης αξίας και είναι συνήθως σε λειτουργία για περισσότερο από δέκα χρόνια. Η επίτευξη ανάγνωσης και εγγραφής σε μια μέτρια απόσταση και για το σύνολο της ζωής των υπόψη εξαρτημάτων που φέρουν ετικέτα, αναμένεται να εκπληρώσει την υπόσχεση αυτοματοποίησης των δεδομένων για ακρίβεια και εξοικονόμηση κόστους. Επιπλέον η αεροδιαστημική βιομηχανία υπόκειται σε μοναδικές θεωρήσεις σχετικά με την καταλληλότητα, τους κανονισμούς και την ασφάλεια, οι οποίες επιβάλλονται από αρχές, όπως οι FAA, EASA, FCC, κ.λπ. Αυτές οι απαιτήσεις σε συνδυασμό με το σχετικά χαμηλό όγκο παραγωγής, ανεβάζουν το ανά εξάρτημα κόστος των ετικετών που αναπτύχθηκε για την αεροδιαστημική βιομηχανία, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί η ανάγκη για ένα μοναδικό σύνολο ετικετών RFID που έχουν σχεδιαστεί ειδικά για χρήση σε αεροσκάφη.

Η υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID στην Αεροδιαστημική βιομηχανία πρόκειται να ενισχυθεί σημαντικά με την τυποποίηση των ετικετών. Η συμμόρφωση με το πρότυπο **SAE AS5678** θα μειώσει το κόστος της ανάπτυξης των χαμηλού όγκου παραγωγής, υψηλής ικανότητας όμως ετικετών RFID. Το πρότυπο αυτό καθορίζει την τεκμηρίωση που απαιτείται για την ανάπτυξη μιας «παθητικής μόνο» ετικέτας RFID. Το πρότυπο αυτό δεν καλύπτει:

- Τον αναγνώστη (ανακριτή)-Οι αναγνώστες θα πρέπει να αντιμετωπιστούν κατάλληλα από την FAA και μεμονωμένους υποψήφιους χρήστες.

- Ενεργές ή με μπαταρία υποβοηθούμενες παθητικές (Battery Assisted Passive, BAP) συσκευές RFID.

- Ετικέτες RFID που έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν εκτός του φάσματος συχνοτήτων 860-960 MHz.

Σκοπός του προτύπου είναι:

- Η παροχή στους κατασκευαστές ετικετών RFID ενός επίσημου εγγράφου με απαιτήσεις για την κατασκευή «μόνο παθητικών» UHF ετικετών RFID, για χρήση στην αεροδιαστημική βιομηχανία.

- Ο προσδιορισμός των ελάχιστων απαιτήσεων απόδοσης ειδικά για τις παθητικές UHF RFID ετικέτες, που χρησιμοποιούνται σε εξαρτήματα των αεροσκαφών, ώστε να υπάρχει πρόσβαση μόνο κατά τη διάρκεια των επίγειων διαδικασιών.

- Ο καθορισμός των απαιτήσεων δοκιμών ειδικά για τις παθητικές UHF RFID ετικέτες για εναέρια χρήση τους, επιπλέον των RTCA DO-160E ¹¹ απαιτήσεων συμμόρφωσης που ξεχωριστά αναφέρονται στο υπόψη έγγραφο.

- Ο προσδιορισμός των υφιστάμενων προδιαγραφών που ισχύουν για τις παθητικές UHF RFID ετικέτες.

- Η παροχή πιστοποιητικού (certification) συμμόρφωσης με το πρότυπο σε όσα εξαρτήματα και ανταλλακτικά αεροσκαφών είναι μόνιμα τοποθετημένες ετικέτες RFID.

Οι λειτουργικές προδιαγραφές/απαιτήσεις που θέτει το πρότυπο για το RFID chip (τσιπ, ολοκληρωμένο κύκλωμα) είναι:

- Παθητικό μόνο.
- Πρωτόκολλο «Reader talks first»¹².
- Εύρος συχνοτήτων 860 - 960 MHz.
- Μνήμη ανάγνωσης/ εγγραφής με ασφάλεια.
- Να πληροί τις απαιτήσεις EPCglobal™ class 1, gen. 2 ή υψηλότερες για διεπαφή αέρα.
- Να συμμορφώνεται με την προδιαγραφή ATA SPEC 2000, Κεφάλαιο 9 (data format)¹³.

Όσον αφορά την κατασκευή των ετικετών:

¹¹ RTCA DO-160E, Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment: Τυποποιημένες διαδικασίες και περιβαλλοντικά κριτήρια δοκιμών για τον έλεγχο του εναέριου εξοπλισμού για όλο το φάσμα των αεροσκαφών, από ελαφριού τύπου αεροπλάνα γενικής αεροπορίας και ελικόπτερα έως τα «τζάμπο τζετ» και υπερηχητικά (SST) αεροσκάφη. Παραδείγματα δοκιμών που καλύπτονται περιλαμβάνουν δόνηση, απορροφούμενη ισχύς, ευαισθησία ραδιοσυχνοτήτων, κεραυνοί και ηλεκτροστατική εκκένωση.

¹² Το πρωτόκολλο προϋποθέτει ότι ο πομπός θα ανταποκριθεί μόνο κατόπιν αίτησης του αναγνώστη. Σε μια "Reader talks first" κατάσταση ο αναγνώστης δημιουργεί ένα ενεργοποιημένο πεδίο που διαμορφώνεται με τα μηνύματα κλήσης στους αναμεταδότες. Ετικέτες που εισέρχονται στο πεδίο, συλλέγουν την ενέργεια αυτή στους αναμεταδότες τους, τη μετατρέπουν σε ενέργεια λειτουργίας και «ακούνε» μηνύματα από τον αναγνώστη, που διαμορφώνονται στο πεδίο ενεργοποίησης. Ο αναγνώστης αναζητεί για αναμεταδότες στην περιοχή ανάγνωσής του, ρωτώντας «Αναμεταδότης αριθμός 1, είσαι εκεί;» Εάν ο αναμεταδότης υπ αριθμό 1 είναι εκεί, τότε απαντά "Ναι" και η ταυτότητά του είναι πλέον γνωστή στον αναγνώστη. Αυτό επαναλαμβάνεται για όλα τα πιθανά νούμερα των πομποδεκτών που είναι παρόντες.

¹³ Air Transport Association SPEC2000 : Το παρόν έγγραφο περιέχει τις προτεινόμενες προδιαγραφές, που έχουν αναπτυχθεί για τα θέματα που καλύπτονται. Το κεφ. 9, Automated Identification and Data Capture (AIDC), προσδιορίζει τις απαιτήσεις για μόνιμη σήμανση και ιχνηλασιμότητα των εξαρτημάτων και περιλαμβάνει πρότυπα όπως bar coding, 2D Data Matrix και RFID.

- Είναι «παθητικές-μόνο».
- Έχουν εγκριθεί για την εγκατάσταση σε αεροσκάφη («αεροπορική χρήση»), (οι κανονισμοί περιορίζουν τη λειτουργία τους μόνο κατά την επίγεια χρήση).
- Λειτουργούν στη ζώνη συχνοτήτων 860 έως 960 MHz (UHF) και δεν εκπέμπουν παράσιτα που παρεμβαίνουν σε κρίσιμο ή ουσιώδες ηλεκτρικό εξοπλισμό του αεροπλάνου.
- Μπορούν να ενσωματωθούν σε labels με αναγνώσιμα από μηχάνημα και αναγνώσιμα από τον άνθρωπο δεδομένα (εκτύπωση barcode).
- Χρησιμοποιούν ένα EPCglobal™ Class 1 Gen 2 ολοκληρωμένο κύκλωμα (chip) για τη μνήμη και την επικοινωνία.
- Χρησιμοποιούνται για την πιστοποίηση νέου αεροπλάνου καθώς και κατά τη μετασκευή (τροποποίηση) ήδη πιστοποιημένου αεροσκάφους.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως εξάρτημα των συστημάτων RFID, όπου ο αναγνώστης: έχει εγκατασταθεί στο αεροσκάφος ή έχει εγκατασταθεί σε επίγειο εξοπλισμός ή είναι φορητή συσκευή.
- Χρησιμοποιούν ψηφιακά δεδομένα για συμπληρωματική σήμανση και ιχνηλάτηση των εξαρτημάτων, αλλά αυτά τα δεδομένα δεν υπάρχει λόγος να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της αξιοπλοΐας.
- Η ανάγνωση τους πρέπει να περιορίζεται μόνο στο έδαφος, δηλαδή για τα αεροσκάφη που δεν είναι εν κινήσει και δεν είναι σε διαδικασία τροχοδρόμησης.

Οι ετικέτες πρέπει να:

- Μην έχουν καμία (επί της ετικέτας) πηγή ενέργειας και κανέναν ενεργό πομπό, δηλαδή να λειτουργούν σε «παθητική-μόνο» κατάσταση.
- Να εκτελούν λειτουργία εδάφους και να εκτελούν μη ουσιώδες λειτουργία (δηλαδή η απουσία ή η αποτυχία μιας ετικέτας RFID δεν θα έχει καμία επίδραση στην ασφάλεια ή την κανονική λειτουργία του αεροσκάφους), και
- Δεν πρέπει να είναι πιθανές πηγές παρεμβολής ραδιοσυχνοτήτων (RF) ή RF ευπάθειας.

Η επιτροπή SAE G-18 «Παθητικής Τεχνολογίας RFID για Αεροδιαστημικές Εφαρμογές», χρησιμοποιώντας μια τροποποιημένη διάταξη δοκιμής συμφώνως RTCA DO-160, E Rev. Section 21 (εκπομπές ακτινοβολίας), προέβη σε ανάλυση και εργαστηριακές δοκιμές ηλεκτρομαγνητικής επίδρασης που δείχνουν ότι δεν υπάρχει επιζήμια περιβαλλοντική επίδραση από την RF οπισθοσκέδαση. Αυτό δείχνει ότι οι ετικέτες RFID, από μόνες τους καλύπτουν το στόχο των διατάξεων του υπομνήματος της FAA Πολιτικής της 13ης Μαΐου 2005, που αποτρέπει τις ετικέτες από παρέμβαση σε κρίσιμο ή ουσιώδες εξοπλισμό ή συστήματα του αεροσκάφους. Ωστόσο, οι κατασκευαστές ανταλλακτικών διατηρούν την ευθύνη διασφάλισης ότι η μορφή, η εφαρμογή και η λειτουργία των εξαρτημάτων τους δεν θα επηρεαστούν δυσμενώς από

την εγκατάσταση της προβλεπόμενης από το πρότυπο AS5678-συμβατής ετικέτας RFID. [\[21\]](#)

4.2.3 Υπολογισμός κόστους (Cost calculator)

Ο υπολογισμός του κόστους βασίστηκε σε μελέτες περιπτώσεων, που εξετάστηκαν στα πλαίσια του έργου BRIDGE¹⁴ [\[8\]](#), σε συνδυασμό με πληροφορίες που αντλήθηκαν από άρθρο γνωστού διαδικτυακού περιοδικού [\[34\]](#), που θεωρείται ότι κατέχει ηγετικό ρόλο στην ενημέρωση γύρω από την τεχνολογία RFID. Εντοπίστηκαν διάφορα στοιχεία κόστους, που είναι γενικής εφαρμογής για όλες τις επιχειρηματικές RFID καθιστάμενες υπηρεσίες και που συνθέτουν δυο (2) μεγάλες κατηγορίες δαπανών, το κόστος εγκατάστασης που πληρώνεται μια φορά (one-time set-up cost) και το ετήσιο κόστος (annual cost). Οι δαπάνες εγκατάστασης συντίθενται από τα έξοδα διαβούλευσης και προγραμματισμού, έξοδα εξοπλισμού και λογισμικού (hardware and software) και ολοκλήρωσης του συστήματος (system integration). Τα ετήσια έξοδα προέρχονται από το κόστος προμήθειας των ετικετών και τοποθέτησης τους στα υλικά καθώς και από τα έξοδα συντήρησης του συστήματος. Η τοποθέτηση ετικετών θα γίνει σε επίπεδο υλικού (item-level tagging). Η αναζήτηση των τιμών έγινε στο διαδίκτυο με γνώμονα την πιο συμφέρουσα τιμή και σε ορισμένες περιπτώσεις (επιλογή ετικέτας και αναγνώστη) την καταλληλότητα χρήσης σε αεροπορικό υλικό. Σημειώνεται ότι στην πιλοτική εφαρμογή που εξετάζεται, λαμβάνεται ως υπόθεση εργασίας ότι η τοποθέτηση των ετικετών RFID θα γίνεται κατά την παραλαβή των υλικών στην αποθήκη (και όχι στον Τομέα Παραλαβών που προηγείται).

Κόστος εγκατάστασης

- Τα έξοδα Συμβούλων και προγραμματισμού (consulting and planning) λαμβάνουν χώρα όταν η επιχείρηση απαιτείται, κατά τη φάση του σχεδιασμού εγκατάστασης του συστήματος, να στηρίζεται σε εξωτερική τεχνογνωσία και εργατικό δυναμικό. Αυτή είναι η περίπτωση, που η εταιρεία δεν διαθέτει την απαραίτητη τεχνογνωσία ή πηγές πληροφόρησης για τη χρήση RFID. Στην παρούσα μελέτη το κόστος αυτό θα προσδιοριστεί συντηρητικά στα 30.000 €, λαμβάνοντας υπόψη το ποσό που δαπανήθηκε στα δυο case studies του BRIDGE (100.000 και 25.000 € αντίστοιχα). Σαφέστατα το κόστος των 30.000 € θα είναι μεγαλύτερο, όταν αφορά το σύνολο της εφοδιαστικής αλυσίδας, οπότε εν προκειμένω για το μέγεθος μιας αποθήκης θεωρείται αρκετά ικανοποιητικό.

- Οι δαπάνες εξοπλισμού (hardware) περιλαμβάνουν το κόστος απόκτησης για τους αναγνώστες (readers) και τις κεραίες, τους σταθμούς εργασίας (work stations), τους διακομιστές (servers), τους εκτυπωτές RFID και για την υποδομή δικτύου (network infrastructure). Ο απαιτούμενος εξοπλισμός εξαρτάται από την περίπτωση και τις ιδιαιτερότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας, για παράδειγμα η τοποθέτηση ετικετών σε επίπεδο αντικειμένου απαιτεί περισσότερους αναγνώστες από αυτήν σε επίπεδο παλέτας. Η επιλογή του συγκεκριμένου μοντέλου αναγνώστη UHF EPC Gen 2 Alien 9900+ RFID Reader (ALR-9900+), έγινε έπειτα από σχετική αναζήτηση σε συγκεκριμένη

¹⁴ BRIDGE (Building Radio frequency IDentification for the Global Environment): Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο project 13 εκ. ευρώ, που εξετάζει τρόπους επίλυσης των εμποδίων εφαρμογής του EPCglobal Network (Δικτύου) στην Ευρώπη. Ξεκίνησε τον Ιουλ. 2006, χρηματοδοτείται μερικώς από την ΕΕ και είναι μια κοινοπραξία (consortium) 30 εταιριών, συμπεριλαμβανομένου GSI οργανισμών, πανεπιστημίων, υπηρεσιών παροχής λύσεων και ιδιωτικών εταιριών, στην Ευρώπη και την Κίνα.

ιστοσελίδα στο διαδίκτυο [32], η οποία παρέχει υπηρεσίες και λύσεις σχετικές με την τεχνολογία RFID στην αεροπορική βιομηχανία. Στην παρούσα μελέτη περίπτωσης κρίθηκε ικανοποιητική η χρήση δυο (2) σταθερών αναγνώστων στο χώρο της κεντρικής αποθήκης. Ο υπόψη αναγνώστης διαθέτει τέσσερις (4) θύρες για σύνδεση με εξωτερικές κεραίες. Η τιμή αγοράς του αναγνώστη δεν περιλαμβάνει το κόστος των κεραιών και της απαιτούμενης καλωδίωσης. Αναλυτική αναφορά κόστους προμήθειας του απαιτούμενου εξοπλισμού (με παραπομπή στις σχετικές ιστοσελίδες) γίνεται στον πίνακα 4.1.

- Τα έξοδα λογισμικού (software) περιλαμβάνουν τις άδειες λογισμικού που χρειάζονται για τους σταθμούς εργασίας, τους servers και για το λογισμικό (middleware) του RFID, για τη διάρκεια απόσβεσης της επένδυσης (εδώ λογίζεται ως τέσσερα έτη). Η διάρκεια απόσβεσης της επένδυσης δε συμπίπτει με τη διάρκεια εφαρμογής της επένδυσης (εδώ εξετάζεται για 15 έτη). Στη βιβλιογραφία τα έξοδα λογισμικού ακολουθούν τα έξοδα εξοπλισμού. Επιπρόσθετα θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η ετήσια συνδρομή άδειας του λογισμικού, περίπου στο 12-15% της αρχικής αξίας αγοράς. Η ανανέωση της άδειας περιλαμβάνει νέες αναθεωρήσεις (κυκλοφορίες) που παρέχουν βελτιωμένες δυνατότητες και χαρακτηριστικά και στο παρόν θεωρούνται ως μέρος των ετήσιων δαπανών συντήρησης του συστήματος. Στην παρούσα πιλοτική εφαρμογή, εκτιμάται ότι το κόστος του RFID middleware είναι 1.000 ευρώ ανά αναγνώστη και το μέσο κόστος λογισμικού ανά server, work station και εκτυπωτή RFID είναι επίσης 1.000 ευρώ. [8]

- Το κόστος ολοκλήρωσης του συστήματος (system integration costs) αποτελείται από την εγκατάσταση και τη διαμόρφωση του εξοπλισμού και του λογισμικού, συμπεριλαμβανομένης της εγκατάστασης του αναγνώστη και των servers, καθώς και την ενσωμάτωση σε προϋπάρχοντα συστήματα, όπως το ERP (το ΜΗΣΠΥ εν προκειμένω), το σύστημα παραγωγής (για εταιρίες παραγωγής) ή το σύστημα στο σημείο πώλησης (για καταστήματα). Θεωρείται ότι η ολοκλήρωση του συστήματος επιτυγχάνεται κατόπιν συνεργασίας του εσωτερικού τμήματος πληροφορικής (IT department) της ΠΑ συγκεκριμένα, με τους προμηθευτές λογισμικού και εξοπλισμού. Επίσης στα case studies του BRIDGE, εκτιμάται ότι τα έξοδα ολοκλήρωσης του συστήματος ανέρχονται σε 20.000€ για την πρώτη μονάδα παραγωγής ή συσκευασίας όπου τοποθετούνται οι ετικέτες RFID (10.000€ για κάθε επόμενη μονάδα) και 10.000€ για το πρώτο κέντρο διανομής, αποθήκη ή κατάστημα λιανικής όπου οι ετικέτες διαβάζονται (5.000€ για κάθε επόμενο). Η μείωση του κόστους ολοκλήρωσης στις επόμενες μονάδες οφείλεται στην απόκτηση γνώσης και εμπειρίας καθώς και στην επίτευξη οικονομίας κλίμακας [8]. Στην παρούσα πιλοτική εφαρμογή λαμβάνεται υπόψη το κόστος που αναλογεί μόνο σε μια αποθήκη, ωστόσο δεδομένου ότι η αποθήκη αποτελεί το χώρο όπου τοποθετούνται οι ετικέτες (και όχι κάποια μονάδα παραγωγής ή συσκευασίας) και επιπλέον διαβάζονται, το κόστος ολοκλήρωσης τελικά είναι ίσο με 20.000€.

- Ενδέχεται να είναι αναγκαίες αλλαγές στη γραμμή παραγωγής, με το ανάλογο κόστος, προκειμένου να είναι εφικτή η τοποθέτηση ετικετών στα υλικά στη μονάδα παραγωγής. Στην προκειμένη περίπτωση το κόστος αυτό είναι μηδενικό, δεδομένου ότι δεν αναφερόμαστε σε παραγωγική μονάδα και επιπλέον επειδή η τοποθέτηση ετικετών έχει υποτεθεί ότι θα συμβαίνει κατά την παραλαβή των υλικών στην αποθήκη.

- Η εσωτερική ομάδα για την εγκατάσταση του project περιλαμβάνει εργαζόμενους από το Τμήμα Πληροφορικής καθώς και εργαζόμενους γνώστες των σχεδιαζόμενων αλλαγών. Μια εσωτερική ομάδα εργασίας χρειάζεται να σχεδιάζει και να

διαχειρίζεται το μετασχηματισμό των διαδικασιών που η εισαγωγή του RFID αντιπροσωπεύει και είναι δυνατό να αποτελείται από υπάρχοντες υπαλλήλους. Αυτές οι δαπάνες είναι κυρίως κόστος ευκαιρίας. Λογίζονται όσο και το κόστος διαβούλευσης [8], στη συγκεκριμένη όμως μελέτη που αφορά στρατιωτικό προσωπικό, το κόστος της εσωτερικής ομάδας θεωρείται αρκετά πιο χαμηλό, δίνοντας περισσότερη βαρύτητα στο κόστος των συμβούλων δεδομένης και της τεχνογνωσίας που παρέχουν.

- Αρχική χρέωση συνδρομής στο EPCglobal ζητείται από τους συνδρομητές. Το ποσό εξαρτάται από τον κύκλο εργασιών της εταιρείας και τη χώρα που η επιχείρηση εδρεύει [8]. Έπειτα από σχετική αναζήτηση στο διαδίκτυο [46], διαπιστώθηκε ότι για κυβερνητικούς και εκπαιδευτικούς οργανισμούς το πόσο της ετήσιας συνδρομής ανέρχεται στα 1.500 AUD (ή 1.167 ευρώ) και το ποσό της αρχικής συνδρομής υπολογίζεται στο πενταπλάσιο της ετήσιας, δηλ. 5.835 ευρώ.

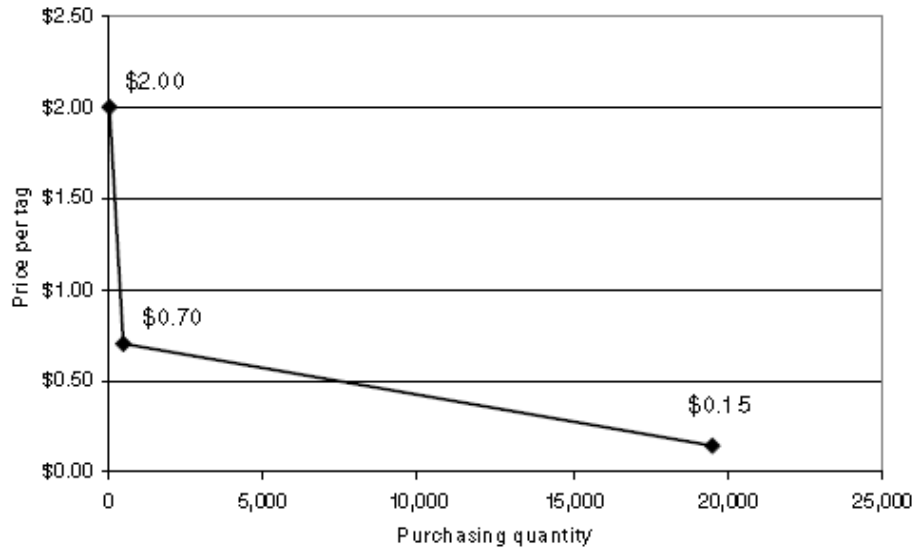
- Επένδυση απαιτείται και στην κατάρτιση των εργαζομένων, ιδιαίτερα για τους μηχανικούς οι οποίοι θα διαχειρίζονται τους αναγνώστες στην παραγωγή και στις εγκαταστάσεις της αποθήκης, καθώς και για το προσωπικό που θα εργαστεί στα συστήματα που διαχειρίζονται τα δεδομένα RFID [34]. Στην πιλοτική εφαρμογή κρίνεται απαραίτητη η εκπαίδευση τριών Αξιωματικών. Στο κόστος θα πρέπει να συνυπολογιστεί το κόστος μετάβασης του προσωπικού στις Η.Π.Α, όπου πρόκειται να γίνει η εκπαίδευση, ενώ το κόστος της εκπαίδευσης ανά άτομο εκτιμάται γύρω στα 718€. [31]

- Επιπλέον του κόστους προμήθειας των ετικετών, για το οποίο αναφορά θα γίνει ακολούθως, απαιτείται να ληφθεί υπόψη και το κόστος ελέγχου των ετικετών, δεδομένου ότι το ποσοστό αστοχίας μεταξύ των ετικετών κυμαινόταν από 0 έως 20% το 2004 για τις UHF ετικέτες EPC. Παρόλο που το ποσοστό αυτό βελτιώνεται, καθώς οι κατασκευαστές γίνονται πιο εξειδικευμένοι, εντούτοις οι ετικέτες πρέπει ακόμα να δοκιμάζονται για να εξασφαλιστεί ότι λειτουργούν και ίσως ακόμα να χρειαστεί η αγορά επιπλέον ετικετών για την αντιστάθμιση των ελαττωματικών που απορρίπτονται. Δοκιμαστικός έλεγχος απαιτείται και για τους αναγνώστες (αναγνώστες ιδίου μοντέλου και ίδιας κατασκευής δεν αποδίδουν το ίδιο). Το κόστος ενός RFID Tester εκτιμάται στα 15.982€. [28]

Ετήσιο μεταβλητό κόστος

- Η επιλογή της ετικέτας έγινε με γνώμονα τις προϋποθέσεις που αναφέρονται στην ενότητα 4.2.2. Ως εκ τούτου επιλέχθηκε η ετικέτα Confidex Ironside Rugged Gen2 On-Metal-RFID-Tag, η οποία προτείνεται σε συγκεκριμένη ιστοσελίδα [32] και στα χαρακτηριστικά της αναφέρεται η συμμόρφωσή της με τις αυστηρές απαιτήσεις που επιβάλλει το πρότυπο αεροδιαστημικής SAE AS5678. Σχετικά με το κόστος αγοράς, είναι 5,90\$ τα 25 τεμάχια και με επιλογή κωδικοποίησης EPC ανέρχεται σε 6,15\$, δηλ. 0,246\$ ή 0,189€ η ετικέτα [24]. Πρωτεύων ρόλο στην τιμή πώλησης των ετικετών κατέχει ο αριθμός ετικετών που παραγγέλλεται, για αυτό και συχνά δεν αναφέρεται από τους προμηθευτές η τιμή ανά ετικέτα. Στην εικόνα 4.3 γίνεται αντιληπτό πόσο σημαντικά μειώνεται η τιμή πώλησης ανά ετικέτα με αύξηση της ποσότητας παραγγελίας, τέτοια ώστε να είναι δυνατή η αγορά ετικέτας με 0,15\$ το τεμάχιο για ποσότητα παραγγελίας 20.000 τεμαχίων. Στην παρούσα εφαρμογή υπολογίζεται ότι ετησίως ο αριθμός των ανταλλακτικών που θα φέρουν ετικέτα είναι περίπου 26.400 (περίπου 100 κωδικοί παραλαμβάνονται καθημερινά από την αποθήκη), οπότε με μια ιδιαίτερα συντηρητική προσέγγιση η τιμή προμήθειας ανά ετικέτα λαμβάνεται ίση με 0,17 €.

- Το κόστος της τοποθέτησης είναι το μεταβλητό κόστος που οφείλεται στην τοποθέτηση των ετικετών RFID στα υλικά και περιλαμβάνει το μεταβλητό κόστος των υλικών (αυτό των εκτυπωτών RFID, κόλλες κτλ.) και το κόστος εργασίας (π.χ. τα κιβώτια που φέρουν ετικέτα διαβάζονται με το χέρι). Το κόστος αυτό προστιθέμενο με την τιμή πώλησης της ετικέτας και πολλαπλασιαζόμενο με τον αριθμό των ετικετών αποτελούν το συνολικό ετήσιο κόστος ετικετών και τοποθέτησης.



Εικόνα 4.3: Τιμή πώλησης της Alien Gen2 Ετικέτας για διαφορετικές ποσότητες προμήθειας

- Τα έξοδα συντήρησης, συμπεριλαμβανομένου την επιχειρησιακή υποστήριξη, χρειάζονται για τη διατήρηση της λειτουργικότητας των υποδομών. Εκτιμάται ότι η τεχνική και επιχειρησιακή υποστήριξη για το δίκτυο του αναγνώστη RFID δημιουργεί πρόσθετο κόστος της τάξης 10 -15% της αρχικής επένδυσης [8]. Στην υπόψη εφαρμογή, εκτιμάται ότι το ετήσιο κόστος συντήρησης είναι 15% επί των αρχικών δαπανών του εξοπλισμού.

- Οι EPCglobal συνδρομητές πρέπει να καταβάλουν ένα ετήσιο τέλος για την εγγραφή. Το ποσό εκτιμάται, όπως προαναφέρθηκε, στα 1.167 ευρώ.

Ακολουθεί ο [πίνακας 4.1](#) με συνοπτική περιγραφή υπολογισμού του κόστους της πιλοτικής εφαρμογής σε μια από τις κεντρικές αποθήκες του Κέντρου Εφοδιασμού της Πολεμικής Αεροπορίας.

Πίνακας 4.1: Υπολογισμός κόστους πιλοτικής εφαρμογής στην ΠΑ

Εφοδιαστική αλυσίδα για τοποθέτηση RFID			
α/α		παράγων	κόστος
(α)	production / packaging centres		
(β)	regional distribution centers		
(γ)	warehouses	1	
(δ)	retail stores		
Υπολογισμός κόστους			
Κόστος εκκίνησης (εγκατάσταση του συστήματος)			

(ε)	Διαβούλευση & σχεδίαση (consulting & planning)		30.000 €
(στ)	Δαπάνες εξοπλισμού (Hardware expenses)		25.363 €
(ζ)	Δαπάνες λογισμικού (Software exp.) $[1.000 * ((\lambda\delta!) + (\lambda\epsilon!) + (\lambda\sigma\tau!) + (\lambda\zeta!))]$		5.000 €
(η)	Ολοκλήρωση συστήματος (system integration) $[20.000 * (\gamma)]$		20.000 €
(θ)	Αλλαγές στη γραμμή παραγωγής (Production line changes)		0 €
(ι)	Εσωτερική ομάδα εγκατάστασης (internal project team for set-up)		10.000 €
(ια)	Αρχικό τέλος συνδρομής (initial EPCglobal subscription fee) $[(\iota\theta)/0,2]$		5.835 €
(ιβ)	Εκπαίδευση $[3 * (718 + 1.500)]$	3	6.654 €
(ιγ)	Συνολικό κόστος εγκατάστασης του συστήματος		102.852 €
Ετήσιο μεταβλητό κόστος συστήματος			
(ιδ)	Αριθμός υλικών για ετικετοποίηση	26.400	
(ιε)	Κόστος Confidex Ironside Rugged Gen2 On-Metal-RFID tag		0,17 €
(ιστ)	Κόστος τοποθέτησης		0,02 €
(ιζ)	Ολικό κόστος ετικετών και τοποθέτησης $[(\iota\delta) * ((\iota\epsilon) + (\iota\sigma\tau))]$		5.518 €
(ιη)	Έξοδα συντήρησης (maintenance cost) $[15\% * (\sigma\tau)]$		3.804 €
(ιθ)	Ετήσιο τέλος συνδρομής (annual EPCglobal fee)		1.167 €
(κ)	Συνολικό ετήσιο μεταβλητό κόστος		9.987 €
(κα)	Συνολικό ετήσιο μεταβλητό κόστος 1^{ον} έτους $[(\kappa) - (\iota\theta)]$		8.820 €

Πίνακας 4.2 Υπολογισμός κόστους εξοπλισμού (Bottom-up calculation of hardware expenses)

Κόστος εξοπλισμού αναγνώστη			
α/α		παράγων.	κόστος
(κβ)	UHF EPC Gen 2 RFID Reader (π.χ. Alien 9900+ Gen 2, ALR-9900+)	1	1.081 €
(κγ)	UHF RFID Antenna (π.χ. Alien 915 MHz Circular, ALR-9611-CL)	4	118 €
(κδ)	6m Antenna Cable (π.χ. Alien ALX-408 Antenna Extension Cable)	4	95 €
(κε)	Mounting Brackets (π.χ. Alien ALX-407 Antenna Mounting Bracket)	1	17 €
(κστ)	Συνολικό κόστος εξοπλισμού αναγνώστη $[1 * (\kappa\beta) + 4 * (\kappa\gamma) + 4 * (\kappa\delta) + 1 * (\kappa\epsilon)]$		1.950 €
Κόστος σταθμού εργασίας (cost of work station)			
(κζ)	Workstation (π.χ. HP xw9400)	1	1.436 €
Κόστος διακομιστή (cost of server)			
(κη)	HP ProLiant DL380 G5	1	1.134 €
Κόστος εκτυπωτή			
(κθ)	RFID Printer (π.χ. Zebra R110xi)	1	2.561 €
Κόστος υποδομής δικτύου (cost of networking infrastructure)			
(λ)	Router	1	300 €
(λα)	Cables		50 €
(λβ)	Συνολικό κόστος υποδομής δικτύου		350 €
Κόστος συσκευής ελέγχου			
(λγ)	RFID tester (π.χ. Tektronix SA2600)	1	15.982 €
Έξοδα εξοπλισμού (Hardware expenses)			
(λδ)	Κόστος εξοπλισμού αναγνώστη $[2 * (\kappa\sigma\tau)]$	(λδ!)	2 3.900 €
(λε)	Κόστος σταθμού εργασίας $[1 * (\kappa\zeta)]$	(λε!)	1 1.436 €
(λστ)	Κόστος εκτυπωτή $[1 * (\kappa\theta)]$	(λστ!)	1 2.561 €
(λζ)	Κόστος διακομιστή $[1 * (\kappa\eta)]$	(λζ!)	1 1.134 €
(λη)	Κόστος υποδομής δικτύου $[1 * (\lambda\beta)]$	1	350 €
(λθ)	Κόστος συσκευής ελέγχου $[1 * (\lambda\gamma)]$	1	15.982 €
(μ)	Συνολικό κόστος εξοπλισμού $[(\lambda\delta) + (\lambda\epsilon) + (\lambda\sigma\tau) + (\lambda\zeta) + (\lambda\eta) + (\lambda\theta)]$		25.363 €

4.2.4 Αξιολόγηση επένδυσης

Για πολλά χρόνια οι Η.Π.Α αντιμετώπιζαν προβλήματα εντοπισμού, παρακολούθησης και ιχνηλάτησης του αποθέματος κατά τη διάρκεια πολεμικών επιχειρήσεων, με πιο πρόσφατη περίπτωση την απώλεια 3,5 δις. δολαρίων στην επιχείρηση απελευθέρωσης του Ιράκ (OIF). Προφανώς και δεν είναι μόνο οι αμερικάνικες ένοπλες δυνάμεις που αντιμετωπίζουν τέτοιου είδους προβλήματα. Στρατιωτικοί σχηματισμοί και άλλων κρατών, όπως και η Χώρα μας, έχουν υποστεί απώλειες εκατομμυρίων δολαρίων λόγω μη δυνατότητας παρακολούθησης του στρατιωτικού υλικού ειδικά κατά την περίοδο πολ. επιχειρήσεων και την ανάπτυξη στρατιωτικών δυνάμεων έξω από τα σύνορα.

Η εφαρμογή του RFID αποτελεί μία από τις λύσεις για την εξάλειψη του προβλήματος. Η νέα τεχνολογία υπόσχεται να μειώσει το κόστος του πολέμου, άλλωστε το RFID θεωρείται ως το πιο ισχυρό σύστημα εφοδιαστικής διαχείρισης στον ιδιωτικό τομέα καθώς και σε δημόσιους οργανισμούς. Στην περίπτωση της ΠΑ, η παρακολούθηση του αποθέματος και η πρόληψη της απώλειας των υλικών είναι ιδιαίτερα σημαντική, δεδομένου ότι η ΠΑ βρίσκεται σε εξαιρετική πίεση λόγω περικοπών στον προϋπολογισμό της κυβέρνησης την περίοδο της σφοδρής οικονομικής κρίσης, χωρίς αυτό να σημαίνει υποβάθμιση του έργου και της αποστολής της. Κατά συνέπεια, η ΠΑ πρέπει να προσπαθήσει να βελτιώσει την παραγωγικότητα χρησιμοποιώντας υψηλή τεχνολογία, π.χ., RFID, και έτσι να μειώσει το κόστος. Για παράδειγμα, η ΠΑ μπορεί να εφαρμόσει την τεχνολογία RFID σε διάφορους τομείς όπως η αποθήκευση πυρομαχικών και το Εφοδιαστικό Κέντρο.

Το RFID είναι μια επαναστατική τεχνολογία για τη βελτίωση της δυνατότητας παρακολούθησης των προμηθειών και η οποία θα μειώσει το κόστος και την απώλεια των υλικών. Ωστόσο, θα είναι απερίσκεπεία η έγκριση της τεχνολογίας στα τυφλά, χωρίς δηλ. να λαμβάνονται υπόψη όλοι οι παράγοντες, όπως τα έσοδα και το κόστος. Η εφαρμογή της νέας τεχνολογίας, που πρόκειται να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα των διαδικασιών, είναι δαπανηρή και απαιτεί υψηλό προϋπολογισμό. Κατά συνέπεια, όταν πρόκειται για τον προγραμματισμό της εφαρμογής ενός νέου συστήματος, είναι εξαιρετικά σημαντικό να αξιολογηθεί η απόδοση της επένδυσης (Return on Investment, ROI¹⁵) της νέας τεχνολογίας, έτσι ώστε να μην σπαταληθούν άδικα χρήματα. Εξάλλου η διενέργεια ακριβών μετρήσεων για την εκτίμηση του βαθμού απόδοσης των δημοσίων επενδύσεων χρηματοδότησης, σε συνδυασμό με τα επιχειρησιακά οφέλη ετοιμότητας που θα αποκομισθούν, είναι ζωτικής σημασίας δεδομένου των αυξημένων κανονισμών και απαιτήσεων για ενίσχυση της λογοδοσίας και της διαφάνειας. Παράδειγμα αποτελεί το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ, όπου οι μεγάλες αυξήσεις του κόστους και οι εκτεταμένες προθεσμίες παράδοσης στα προγράμματα προξένησαν ανακρίβειες της τάξης 20-50% (ακόμα και περισσότερο) σε εκτιμήσεις χρόνου και χρήματος, με συνέπεια την έκδοση σχετικής οδηγίας τον Οκτώβριο 2005 περί υποχρεωτικής χρησιμοποίησης των μετρήσεων επιδόσεων, που βασίζονται στα αποτελέσματα, με την ανάλυση ROI να απαιτείται για όλες τις τρέχουσες και προγραμματισμένες επενδύσεις πληροφορικής (IT). Ίδιες προκλήσεις με μεγάλα τεχνολογικά έργα που έχουν απογοητευτικά ποσοστά επιτυχίας αντιμετωπίζει και ο ιδιωτικός τομέας (ποσοστό αποτυχίας έως 68% σε έργα πληροφορικής, επένδυσης 3 εκατομμύρια δολάρια και άνω). [\[15\]](#), [\[16\]](#)

Οι περισσότερες μετρήσεις του ROI επικεντρώνονται αποκλειστικά και μόνο στις

¹⁵ROI= (REVENUE-COST)/COST, δηλ. (Έσοδα-κόστος)/κόστος.

οικονομικές αποδόσεις εταιρικού επιπέδου, που όμως δεν ισχύουν για τη μέτρηση της απόδοσης των επενδύσεων πληροφορικής του Αμερικάνικου ή Ελληνικού Υπουργείου Άμυνας. Σε οποιαδήποτε Πολεμική Αεροπορία, μια επένδυση πληροφορικής (IT) αναμένεται να αυξήσει τη συνολική επιχειρησιακή ετοιμότητα των μαχητικών αεροσκαφών, κάτι που σαφέστατα δεν είναι μετρήσιμο σε χρήματα και σε έσοδα. Ως εκ τούτου στην παρούσα μελέτη θα χρησιμοποιηθεί η θεωρία της **προστιθέμενης αξίας γνώσης (Knowledge Value Added, KVA)**, ως εναλλακτική για τον εντοπισμό και την ποσοτικοποίηση της προστιθέμενης αξίας σε επιχειρησιακά πλαίσια ετοιμότητας κατά την εφαρμογή συστημάτων RFID.

4.2.5 Εισαγωγή στη θεωρία KVA

Δημιουργοί της θεωρίας είναι οι Δρ. Thomas Housel και Valery Kanevsky, οι οποίοι σχετικά με το θέμα έχουν δημοσιεύσει σε πολυάριθμα άρθρα, βιβλία και περιοδικά. Οι Housel και Bell [\[5\]](#) ορίζουν τη γνώση (*knowledge*), ως «κάτι που επιτρέπει σε ένα πρόσωπο ή μηχανήμα να επιλύσει προβλήματα συγκεκριμένου τύπου». Για παράδειγμα, «ένα σύνολο λογικών κανόνων ή ένα πρόγραμμα υπολογιστή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση του προβλήματος είναι γνώση (*knowledge*)». Στην περίπτωση των ανθρώπων, μπορούν να έχουν γνώσεις, αλλά είναι μια πηγή γνώσης και όχι η ίδια η γνώση. Η θεωρία KVA παρέχει μια μέτρηση για την αντικειμενική εκτίμηση της αξίας και κατανέμει τα έσοδα σε όλα τα περιουσιακά στοιχεία της οργάνωσης συμπεριλαμβανομένων των υλικών (π.χ. υλικά, προμήθειες και εξοπλισμός) και των άυλων πόρων (π.χ. το ανθρώπινο κεφάλαιο, το πληροφοριακό σύστημα και οι οργανωτικές διαδικασίες). [\[15\]](#)

Θεμελιώδεις παραδοχές της KVA

Η KVA υποθέτει ότι εάν ένας οργανισμός έχει τις απαραίτητες γνώσεις για να κάνει μια αλλαγή σε μια διαδικασία, τότε μπορεί να παράγει μια αλλαγή λόγω της γνώσης. «Εξ ορισμού, αν δεν έχουμε συλλάβει τη γνώση που απαιτείται για να πραγματοποιήσουμε τις απαραίτητες αλλαγές, δεν θα είμαστε σε θέση να παράγουμε το αποτέλεσμα όπως προσδιορίζεται από τη διαδικασία (Housel & Bell, 2001)» [\[5\]](#), [\[15\]](#). Οι βασικές παραδοχές διακρίνονται στην εικόνα 4.4:

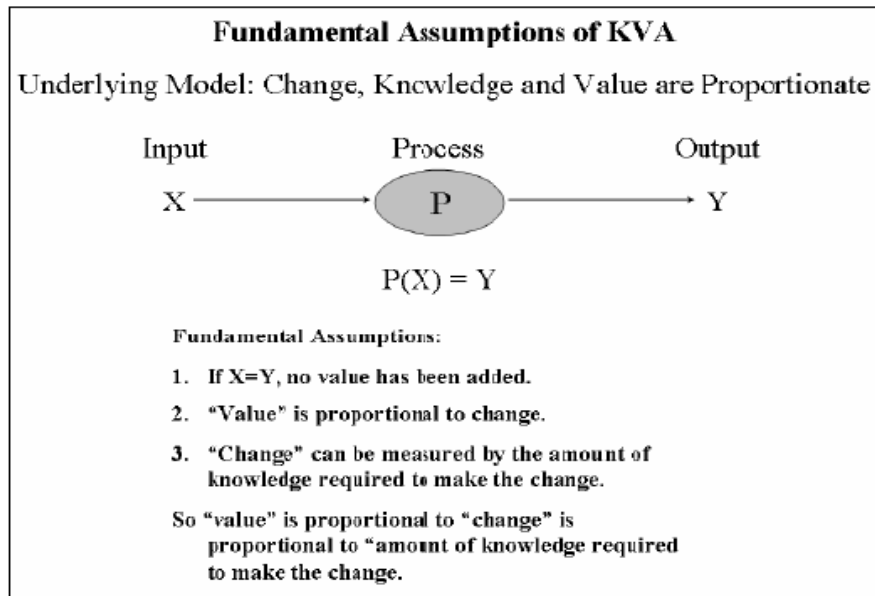
1. Εάν η εισροή στη διαδικασία ισούται με την εκροή, ουδεμία αξία έχει προστεθεί.
2. Η «αξία» είναι ανάλογη της αλλαγής.
3. Η «αλλαγή» μπορεί να μετρηθεί από το ποσό της γνώσης που απαιτείται για την επίτευξη της αλλαγής.

Άρα η «αξία» είναι ανάλογη της «αλλαγής», που είναι ανάλογη της «ποσότητας γνώσης που απαιτείται για την επίτευξη της αλλαγής».

Μεθοδολογία της KVA

Σύμφωνα με τη θεωρία KVA, υπάρχουν πολλές διαφορετικές προσεγγίσεις για τη μέτρηση της αξίας της γνώσης που υπάρχει στις βασικές διαδικασίες. Η γνώση μέσα σε μια διαδικασία μπορεί να ενσωματωθεί ως χρόνος μάθησης, οδηγίες διαδικασίας, σημεία λήψης αποφάσεων, γραμμή κώδικα, θεωρία της πληροφορίας (bits) και ως καταχωρήσεις σε μια φόρμα για τις παραγγελίες πωλήσεων. [\[5\]](#), [\[15\]](#)

Στη μελέτη αυτή θα επιλεγθεί ο χρόνος μάθησης (learning time) ως αναπαράσταση της γνώσης. Ο χρόνος μάθησης μπορεί να οριστεί ως η ποσότητα του χρόνου που χρειάζεται για να αποκτηθεί τεχνογνωσία, αναγκαία για την εξαγωγή εκροών από τη διαδικασία. Ο χρόνος μάθησης παρέχει ένα γρήγορο και βολικό τρόπο υπολογισμού του ποσού της γνώσης σε μια συγκεκριμένη διαδικασία.



Εικόνα 4.4: Θεμελιώδης παραδοχή της KVA (πηγή [15], προέρχεται από το IS-4220-Business Process Reengineering with IT)

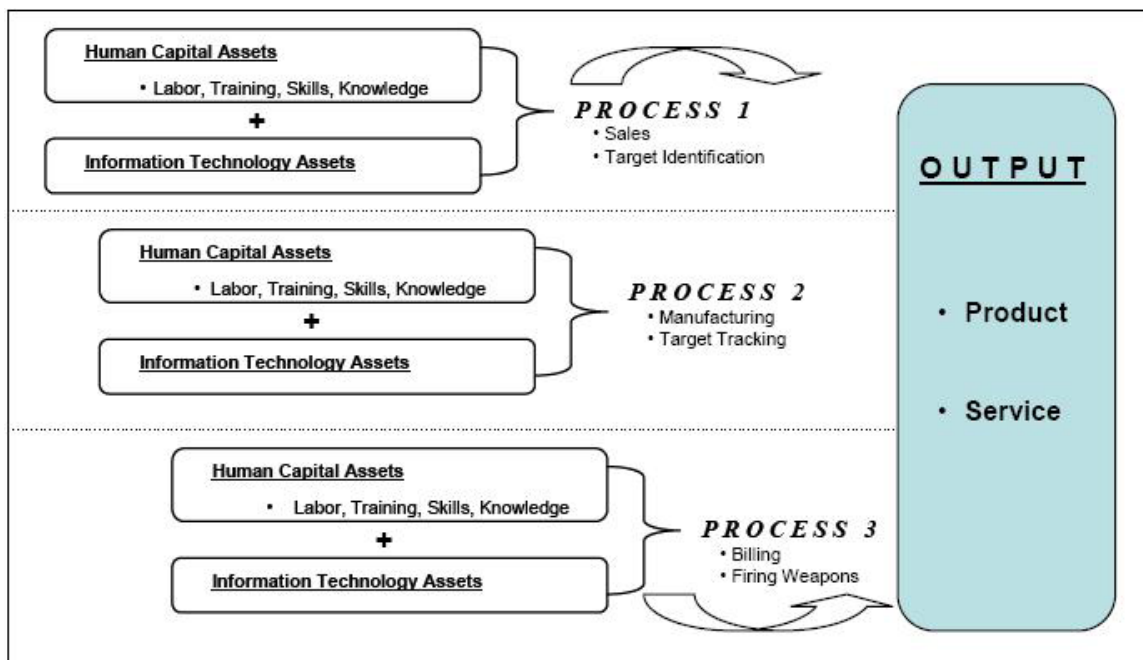
Εικόνα 4.5: Διαδικασία εφαρμογής μεθοδολογίας KVA (πηγή [15])

Data Collection	KVA Methodology
• Collect baseline data • Identify sub-process • Research market comparable data • Conduct market analysis • Determine key metrics	Step 1: Calculate time to learn. Step 2: Calculate value of Output (K) for each sub-process Step 3: Calculate Total K for process Step 4: Derive Proxy Revenue Stream (when desired) Step 5: Develop the Value Equation Numerator by assigning revenue streams to sub-processes Step 6: Develop value equation denominator by assigning cost to sub-process Step 7, 8, 9: Calculate metrics: Return on Investment (ROI) Return on Knowledge Assets (ROKA) Return on Knowledge Investments (ROKI)

Τα απαιτούμενα βήματα για την εφαρμογή της μεθοδολογίας KVA συνοψίζονται στην εικόνα 4.5. Το πρώτο βήμα είναι η συλλογή στοιχείων για τις αναγνωριζόμενες διαδικασίες και επιμέρους διεργασίες, που είναι απαραίτητες για την παραγωγή εκροής. Το βήμα αυτό επεκτείνεται σε δημιουργία βάσης πληροφοριών, συγκρίνοντας τα στοιχεία κόστους και εσόδων με αυτά άλλων οργανισμών που επιτελούν αντίστοιχες διαδικασίες. Στη συνέχεια, ακολουθεί η εκτίμηση για την αξία και το κόστος με τη μεθοδολογία KVA. Το τελικό βήμα είναι να αναλυθεί η απόδοση της επένδυσης (ROI) με βάση τα στοιχεία από τις εκτιμήσεις κόστους ανά μονάδα και τιμή ανά μονάδα. [15]

Η KVA ποσοτικοποιεί την αξία που παρέχεται από το ανθρώπινο δυναμικό και τα περιουσιακά στοιχεία πληροφορικής (IT) συγκεκριμένων διαδικασιών σε όλα τα επίπεδα. Αυτό παρέχει μια εικόνα κάθε δολαρίου που επενδύεται στην πληροφορική, μεταφράζοντας σε κέρδος τις εκροές του συνόλου των περιουσιακών στοιχείων, συμπεριλαμβανομένων των άυλων περιουσιακών στοιχείων γνώσης. [16]

Η KVA προσδιορίζει το πραγματικό κόστος και τα έσοδα ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας, βρίσκοντας την αξία της γνώσης που είναι ενσωματωμένη στις θεμελιώδεις διαδικασίες ενός οργανισμού, στους εργαζόμενους και στην τεχνολογία πληροφορικής του. Όπως τονίστηκε από τους Rios, Housel και Mun, η KVA μπορεί να υπολογίσει το κόστος ανά μονάδα και τις τιμές ανά μονάδα των προϊόντων και υπηρεσιών δεδομένου ότι προσδιορίζει κάθε διαδικασία που απαιτείται για την παραγωγή μιας εκροής καθώς και τις ιστορικές δαπάνες και έσοδα. Μια εκροή ορίζεται ως το τελικό αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων ενός οργανισμού, μπορεί δηλ. να είναι ένα προϊόν ή μια υπηρεσία, όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα. [15]



Εικόνα 4.6: Μέτρηση εκροής (πηγή [15])

Με βάση τις αρχές της θεωρίας της πολυπλοκότητας, η KVA υποθέτει ότι στους οργανισμούς οι άνθρωποι και η τεχνολογία προσθέτουν αξία, λαμβάνοντας εισροές και μετατρέποντας τις σε εκροές μέσω βασικών διαδικασιών. Το ποσό της μεταβολής, που

παράγει ένα περιουσιακό στοιχείο μέσω μιας διαδικασίας, μπορεί να αποτελέσει μέτρο της αξίας ή του οφέλους. Πρόσθετες παραδοχές στη μεθοδολογία KVA είναι: [\[15\]](#), [\[16\]](#)

- Η περιγραφή των εκροών της διαδικασίας σε κοινές μονάδες (π.χ. στο χρόνο που χρειάζεται για να μάθουν να παράγουν τις απαιτούμενες εκροές), επιτρέπει να αποδοθούν τα ιστορικά δεδομένα εσόδων και κόστους στις εν λόγω διαδικασίες σε κάθε δεδομένη χρονική στιγμή.

- Όλες οι εκροές μπορεί να περιγραφούν σε όρους χρόνου, που απαιτείται για τη μάθηση παραγωγής των εκροών αυτών.

- Ο χρόνος μάθησης (Learning time), ως υποκατάστατο για τη γνώση που απαιτείται για την παραγωγή εκροών διαδικασίας, μετρίεται σε κοινές μονάδες του χρόνου. Κατά συνέπεια, Μονάδες Χρόνου Μάθησης = Κοινές Μονάδες Εκροής (Κ).

- Οι Κοινές Μονάδες Εκροής καθιστούν δυνατή τη σύγκριση όλων των εκροών σε όρους κόστους ανά μονάδα καθώς και τιμή ανά μονάδα, επειδή τα έσοδα μπορούν πλέον να αποδοθούν σε υπο-οργανωτικό επίπεδο.

- Μόλις το κόστος και οι ροές εσόδων αποδοθούν σε υπο-οργανωτικές εκροές, είναι δυνατό να εκτελεσθούν μετρήσεις κανονικής λογιστικής και χρηματοοικονομικής απόδοσης και κερδοφορίας.

Η περιγραφή των διαδικασιών σε κοινές μονάδες και η σύγκριση τους με κοινές μονάδες εκροών των κερδοσκοπικών οργανισμών, επιτρέπει την παραγωγή δεδομένων συγκρίσιμων με την αγορά, κάτι ιδιαίτερα σημαντικό για μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς, όπως το Υπουργείο Άμυνας. Τα με την αγορά-συγκρίσιμα στοιχεία του εμπορικού τομέα μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της τιμής ανά κοινή μονάδα, επιτρέποντας έτσι εκτιμήσεις για τα έσοδα των εκροών των διαδικασιών σε μη-κερδοσκοπικούς οργανισμούς. Η KVA διαφέρει από τα υπόλοιπα μοντέλα ROI, δεδομένου ότι για τις εκτιμήσεις των εσόδων επιτρέπει τη χρήση της παραδοσιακής λογιστικής και των μετρήσεων χρηματοοικονομικής απόδοσης και κερδοφορίας.

Traditional Accounting/ Finance Measure	KVA Process Value Measure
Sales/Revenues	Common units of output
Product price	Market comparables: Price-per-unit of output
Total Revenues	Total units of output X price-per-unit = total revenue surrogate

Εικόνα 4.7: Σύγκριση των οφελών (εσόδων) παραδοσιακής λογιστικής με την αξία βασιζόμενη σε διαδικασίες (πηγή [\[15\]](#))

Η KVA μπορεί να κατατάξει τις διαδικασίες όσον αφορά το βαθμό στον οποίο αυτές προσθέτουν αξία στον οργανισμό ή στις διαδικασίες του. Αυτή η δυνατότητα βοηθά τους ιθύνοντες να εντοπίσουν ποιες διαδικασίες προσθέτουν αξία - εκείνες που κατά πάσα πιθανότητα θα ολοκληρώσουν μια αποστολή, θα παρέχουν μια υπηρεσία ή θα καλύψουν τη ζήτηση των πελατών. Η αξία ποσοτικοποιείται με τέσσερις δείκτες

κλειδιά: Απόδοση της Γνώσης (Return on Knowledge, ROK), Απόδοση του Ενεργητικού της Γνώσης (Return on Knowledge Assets, ROKA), Απόδοση της Επένδυσης της Γνώσης (Return on Knowledge Investment, ROKI) και Απόδοση της Επένδυσης (ROI).

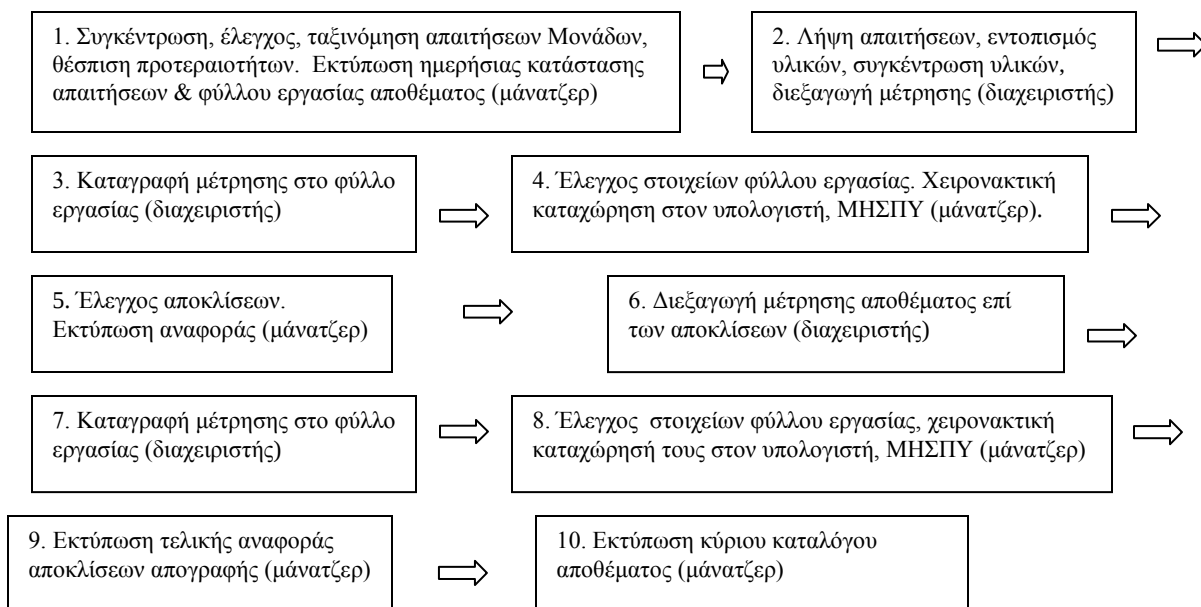
Στο χρονικό διάστημα 1993-2007, η KVA είχε χρησιμοποιηθεί σε περισσότερους από 100 οργανισμούς στο δημόσιο και ιδιωτικό τομέα με τους εργαζόμενους ανά εταιρεία να κυμαίνονται από 20 έως χιλιάδες. Στο Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ, η μεθοδολογία έχει εφαρμοστεί σε 35 τομείς, από τον προγραμματισμό πτήσεων, τη συντήρηση πλοίων έως και τον εκσυγχρονισμό διαδικασιών. Ως εργαλείο απόδοσης η KVA μεθοδολογία έχει χρησιμοποιηθεί από το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ, για να: [\[16\]](#)

- Συγκριθούν όλες οι διαδικασίες όσον αφορά τη σχετική παραγωγικότητα.
- Κατανεμηθούν τα έσοδα σε κοινές μονάδες εκροών.
- Μετρηθεί η προστιθέμενη αξία της πληροφορικής (IT) από τις εκροές που παράγει.
- Συσχετισθούν οι εκροές με το κόστος παραγωγής αυτών των εκροών σε κοινές μονάδες.
- Παρασχεθούν κοινές μονάδες μέτρησης της παραγωγικότητας ενός οργανισμού.

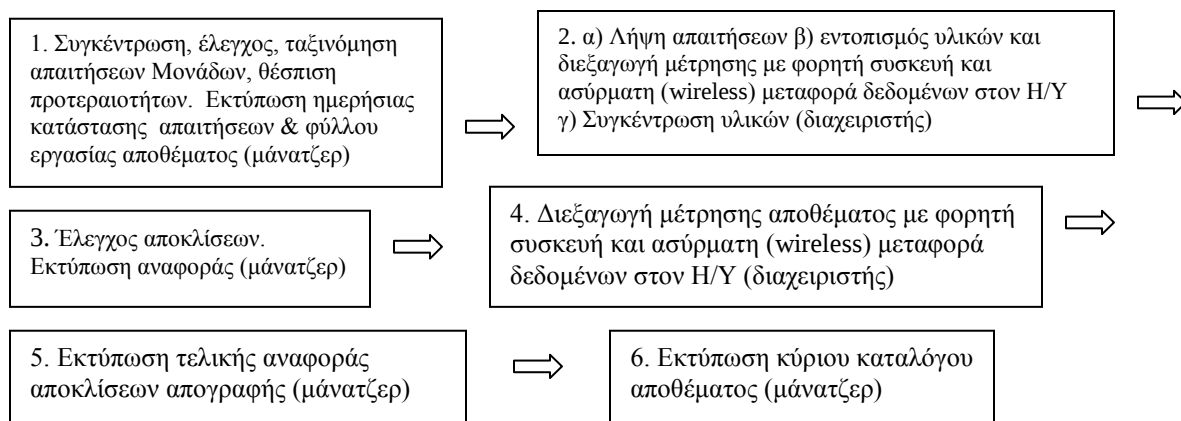
4.2.6 Εφαρμογή της μεθοδολογίας KVA και υπολογισμός ROI κατά τη Διαχείριση Αποθέματος στο 201ΚΕΦΑ

Στην παρούσα μελέτη περίπτωσης, η μεθοδολογία KVA χρησιμοποιείται για την ποσοτικοποίηση της αξίας από την εφαρμογή της RFID τεχνολογίας. Συγκεκριμένα η αποδοτικότητα (παραγωγικότητα) και η αποτελεσματικότητα (κερδοφορία) των διαδικασιών που σχετίζονται με το απόθεμα, μετρούνται συγκρίνοντας τις αξίες που δημιουργούνται από στοιχεία του ανθρώπινου δυναμικού και RFID IT στοιχεία που χρησιμοποιούνται στις λειτουργίες του αποθέματος. Ο προσδιορισμός όλων των περιουσιακών στοιχείων, των διαδικασιών και των δευτερευουσών διαδικασιών, παρέχει τη βάση για τη μέτρηση, ποσοτικοποίηση και ανάλυση της αξίας.

Η μεθοδολογία KVA χρησιμοποιείται προκειμένου να εκτιμηθεί η απόδοση της επένδυσης (ROI) κατά την εφαρμογή RFID συστήματος για τη διαχείριση ανταλλακτικών Α/Φ σε μια από τις κεντρικές αποθήκες του 201ΚΕΦΑ. Μέσω της μεθόδου KVA, θα επιβεβαιωθούν οι αλλαγές επί των δεικτών ROK και ROI πριν και μετά την εφαρμογή του RFID. Το ROK είναι μία εκτίμηση του λόγου της αξίας ή του οφέλους έναντι του κόστους για κάθε επιμέρους διεργασία, κατά τη διαχείριση των ανταλλακτικών των Α/Φ. Το ποσοστό % ROK δείχνει ποια από αυτές τις διεργασίες προσθέτει την περισσότερη και ποια τη λιγότερη αξία στο συνολικό σύστημα διαχείρισης αποθέματος, έτσι ώστε να γίνουν οι αλλαγές εκείνες που θα βελτιώσουν τη διαδικασία. [\[15\]](#)



Σχήμα 4.1: Διαδικασίες διαχείρισης αποθέματος πριν την εφαρμογή RFID



Σχήμα 4.2: Διαδικασίες διαχείρισης αποθέματος μετά την εφαρμογή RFID

Όπως προαναφέρθηκε η ανάλυση ΚΒΑ θα περιοριστεί στη διαχείριση αποθέματος στο 201ΚΕΦΑ. Επί του παρόντος, πριν δηλ. την εφαρμογή του RFID, το Κέντρο Εφοδιασμού ικανοποιεί τις απαιτήσεις των Μονάδων και ελέγχει το απόθεμα, συνολικά μέσω δέκα διαδικασιών. Οι τέσσερις πρώτες διαδικασίες εκτελούνται σε καθημερινή βάση και έχουν ως σκοπό την ικανοποίηση των απαιτήσεων των Μονάδων της ΠΑ με αεροπορικό υλικό, λαμβάνοντας υπόψη τις προτεραιότητες που έχουν τεθεί. Οι επόμενες έξι διαδικασίες αφορούν τη διεξαγωγή μετρήσεων απογραφής του συνόλου των υλικών της αποθήκης, εκτελούνται μια φορά το μήνα και έχουν ως σκοπό τον έλεγχο του αποθέματος, την εξάλειψη των απολεσθέντων και την εξέταση τυχόν αποκλίσεων που ενδεχομένως να παρατηρούνται μεταξύ του μηχανογραφικού συστήματος παρακολούθησης και των καθημερινών (μικρής διάρκειας) μετρήσεων που εκτελούνται από τους διαχειριστές κατά τη συγκέντρωση των υλικών αποστολής. Το σχήμα 4.1 αναπαριστά τις διαδικασίες αποθέματος πριν την εφαρμογή RFID.

Έπειτα από την εφαρμογή της τεχνολογίας οι διαδικασίες θα περιορισθούν στις έξι. Με τη χρήση του RFID, τρεις διαδικασίες θα συγχωνευθούν σε μία. Η δεύτερη, τρίτη και τέταρτη διαδικασία «Πριν το RFID» θα ενωθούν και θα γίνει η δεύτερη διαδικασία «Μετά το RFID» και η έκτη, έβδομη και όγδοη διαδικασία «Πριν το RFID» θα ενταχθούν ως το τέταρτο στάδιο «Μετά το RFID». Η καθημερινή ικανοποίηση των απαιτήσεων των Μονάδων θα γίνεται πλέον μέσω των δυο πρώτων διαδικασιών και ο έλεγχος του αποθέματος θα γίνεται πλέον μέσα από τις επόμενες τέσσερις διαδικασίες. Στο σχήμα 4.2 απεικονίζονται οι διαδικασίες ελέγχου του αποθέματος μετά την εφαρμογή του RFID. Η αυτοματοποίηση που παρέχει η τεχνολογία έχει ως αποτέλεσμα, κατά τη διάρκεια του οκτάωρου ωραρίου εργασίας, να χρειάζεται πλέον ένας διαχειριστής από τους τέσσερις που χρειάζονταν για την διεκπεραίωση των επιμέρους διαδικασιών 2, 3 και 6, 7. Η ενοποίηση οδήγησε σε εξοικονόμηση εργασίας 18 στρατιωτικών συνολικά και σε απλούστευση και εκσυγχρονισμό των διαδικασιών ελέγχου αποθέματος με τη βοήθεια του RFID.

Δεδομένα

- Αριθμός των εργαζομένων. Η στήλη «Αριθμός των Εργαζομένων» αναφέρει τον αριθμό του προσωπικού (συμπεριλαμβανομένου στρατιώτες, υπαξιωματικούς, αξιωματικούς) που εμπλέκονται σε μια συγκεκριμένη επιμέρους διεργασία.
- Βαθμός δυσκολίας. Όλες οι διαδικασίες κατατάσσονται με σειρά δυσκολίας εκμάθησης, όπου 1=ευκολότερη και n=δυσκολότερη. Αυτή η σειρά ταξινομείται εμπειρικά από τον επικεφαλής μάνατζερ σύμφωνα με την πολυπλοκότητα μάθησης κάθε διαδικασίας. Η πολυπλοκότητα των διαδικασιών υποδεικνύεται επίσης από τη στήλη σχετικός χρόνος μάθησης, όπου οι πιο σύνθετες εργασίες θεωρείται ότι χρειάζονται περισσότερο χρόνο μάθησης.
- Σχετικός χρόνος μάθησης (Relative Learning Time, RLT). Ο RLT προέρχεται από τη σχετική κατανομή των 100 διαθέσιμων μονάδων χρόνου, ώρες στην περίπτωση αυτή (ή μέρες, εβδομάδες, κ.λπ.), που χρειάζεται το μέσο άτομο για να μάθει πώς να εκτελεί καθεμία από τις διαδικασίες, συμπεριλαμβανομένης της μάθησης να εκτελεί χειρονακτικά ό, τι είναι μέχρι τώρα αυτοματοποιημένο.
- Πραγματικός μέσος χρόνος μάθησης (Actual Average Learning Time, ALT). Ο πραγματικός χρόνος μάθησης (ώρες, ημέρες, εβδομάδες, κ.λπ.) είναι αυτός που θα απαιτηθεί για να εκπαιδευτεί ο αρχάριος να εκτελεί κάθε μία από τις διαδικασίες στο βαθμό ενός ειδικευμένου ατόμου. Αυτός ο χρόνος μάθησης χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της αξίας της γνώσης που απορρέει από κάθε διαδικασία.
- Συσχέτιση (Correlation). Η ακρίβεια των δεδομένων που δίνονται για τον «Βαθμό Δυσκολίας», τον «Σχετικό χρόνο μάθησης» και τον «Πραγματικό χρόνο μάθησης» επαληθεύεται με έλεγχο συσχέτισης μεταξύ των τριών μεγεθών. Εάν η συσχέτιση είναι ίση ή μεγαλύτερη από 0,85, τα δεδομένα θεωρούνται αξιόπιστα, ειδικά η συσχέτιση μεταξύ των RLT & ALT είναι πιο σημαντική.
- Ποσοστό Αυτοματοποίησης. Είναι μια αναπαράσταση του βαθμού στον οποίο ο αυτοματισμός αξιοποιείται σε κάθε επιμέρους διεργασία. Η αυτοματοποίηση μετρείται σε μια κλίμακα από 0-100%. Επίσης, η στήλη του ποσοστού αυτοματοποίησης αντιπροσωπεύει τον τρόπο που χρησιμοποιείται η πληροφορική IT για να ολοκληρωθεί

η διαδικασία. Ο βαθμός αυτοματοποίησης της επιμέρους διεργασίας θεωρείται το ποσό της δραστηριότητας που διεξάγεται πλήρως από πόρους πληροφορικής.

- Αριθμός εκτελέσεων ανά έτος. Ο αριθμός εκτελέσεων ανά έτος αντιπροσωπεύει τον αριθμό των φορών που κάθε επιμέρους διαδικασία εκτελείται από το καθορισμένο για αυτή τη διαδικασία προσωπικό και συστήματα. «Ο αριθμός εκτελέσεων ανά έτος» για «Μετά το RFID» υπολογίστηκε πολλαπλασιάζοντας τον «αριθμό εκτελέσεων ανά έτος» πριν το RFID με το λόγο «Μέσος Χρόνος Ολοκλήρωσης» πριν το RFID προς «Μέσος χρόνος ολοκλήρωσης» μετά το RFID. Ο λόγος στην περίπτωση που εξετάζεται είναι 1,23.

- Μέσος Χρόνος Ολοκλήρωσης. Ο Μέσος Χρόνος Ολοκλήρωσης είναι μια εκτίμηση του μέσου χρόνου που απαιτείται για έναν εργαζόμενο σε κάθε διαδικασία προκειμένου να ολοκληρώσει μια εργασία. Ο χρόνος αυτός χρησιμοποιείται κατά τον υπολογισμό του κόστους.

- Εργαλείο Αυτοματοποίησης. Ως εργαλείο αυτοματοποίησης νοείται η μέθοδος αυτοματισμού που είναι ενσωματωμένη στη διαδικασία όπως ένα πρόγραμμα υπολογιστή και η πληροφορική. Τα εργαλεία αυτοματοποίησης βοηθούν στην ολοκλήρωση κάθε διαδικασίας. Η ΠΑ για περισσότερο από 20 χρόνια, χρησιμοποιεί το Μηχανογραφημένο Σύστημα Παρακολούθησης Υλικών (ΜΗΣΠΥ).

- Γνώση IT (Χρόνος Μάθησης) ανά διαδικασία (*Γνώση/διαδικασία = Ανθρώπινος Χρόνος Μάθησης + Ανθρώπινος Χρόνος Μάθησης * %Αυτοματοποίηση*). Για παράδειγμα, ένας εργαζόμενος χρειάζεται 1,5 ώρα για να μάθει να εκτελεί μια διαδικασία με 50% αυτοματοποίηση. Ο υπολογισμός είναι «1,5 ώρα + (1,5 ώρα * 50%)= 2,25 ώρες», αφού ο εργαζόμενος, θεωρητικά θα πρέπει να εκτελεί την εργασία αντικαθιστώντας το σύστημα πληροφορικής αν αυτό καταρρεύσει.

- Συνολική Γνώση/Έτος (*Συνολική Γνώση = Χρόνος Μάθησης * Αριθμός εκτελέσεων ανά έτος*). Η Συνολική Γνώση αναπαριστά την ποσότητα γνώσης που είναι ενσωματωμένη σε κάθε επιμέρους διαδικασία. Καθορίζεται πολλαπλασιάζοντας το συνολικό χρόνο μάθησης με τον αριθμό των εκτελέσεων ανά έτος.

- Απόδοση Γνώσης (Return on Knowledge, ROK). Το συνολικό ROK είναι ο λόγος του συνόλου των εσόδων προς το συνολικό κόστος της διαδικασίας. Ο λόγος αυτός επιτρέπει τη σύγκριση εσόδων και εξόδων που σχετίζονται με την ενσωματωμένη στο ενεργητικό γνώση. Το ROK θα χρησιμοποιηθεί για τη σύγκριση της αποδοτικότητας κατά την εκτέλεση των επιμέρους διαδικασιών, οπότε και θα βοηθήσει στον προσδιορισμό της σχετικής αξίας. Οι αριθμοί στη στήλη ROK μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως σημείο αναφοράς κατά τον προσδιορισμό των επιμέρους διεργασιών που παρέχουν τη λιγότερη ή περισσότερη αξία στη συνολική διαδικασία. Αυτό το αποτέλεσμα δίνει μια εικόνα για το ποια επιλογή να υιοθετηθεί μεταξύ των εξής: τη διαγραφή τους, τη συγχώνευσή τους, την αύξηση χρήσης αυτοματισμού και πληροφορικής, την αύξηση του αριθμού των επαναλήψεων ή αύξηση της αξίας τους καθιστώντας τις πιο αποτελεσματικές.

Παραδοχές

- Συγκριτική με την αγορά προσέγγιση (Market comparable approach). Δεδομένου ότι η ΠΑ είναι μη-κερδοσκοπικός οργανισμός, θα χρησιμοποιηθεί η

«Συγκριτική με την αγορά προσέγγιση». Οι συνολικές λειτουργίες της ΠΑ δεν έχουν την αγοραστική δύναμη του ιδιωτικού τομέα, εντούτοις ο οργανισμός έχει παρόμοιες βασικές διαδικασίες που παράγουν συγκρίσιμα αποτελέσματα. Αυτό επέτρεψε στην παρούσα μελέτη να χρησιμοποιηθεί το συγκριτικό με την αγορά κόστος εργασίας για την εκτίμηση των εσόδων που «παράγονται» στην ΠΑ.

- Συγκριτικά με την αγορά έσοδα (Market Comparable Revenue, MCR). Για τον υπολογισμό των «Συγκριτικών με την αγορά εσόδων», θα χρησιμοποιηθεί ο σημερινός μισθός των στρατιωτικών. Ο μηνιαίος μισθός του αξιωματικού (μάνατζερ) κατά μέσο όρο ανέρχεται στα 1.750 ευρώ (μεικτά), του υπαξιωματικού (διαχειριστής) στα 1.500 ευρώ, οι εργάσιμες ημέρες ανά μήνα στις 22 και το ωράριο είναι οχτάωρο. Η εργατοώρα απασχόλησης του στρατιωτικού πολλαπλασιάζεται με συντελεστή 1,25 για να εξισωθεί με την αγορά, οπότε και προκύπτουν τα «Συγκριτικά με την αγορά έσοδα» ή αλλιώς MCR. Δηλ. $MCR = 1,25 * [(1.750/22)/8] = 12,43 \text{ €}$ για τον μάνατζερ και αντίστοιχα προκύπτει $MCR = 10,65$ για τον διαχειριστή. Τέλος τα συνολικά ετήσια «Συγκριτικά με την αγορά» έσοδα θα είναι ίσα με το γινόμενο του MCR επί τη Συνολική Ετήσια Γνώση.

- Συγκριτικός με την αγορά συντελεστής εργασίας. Πρόκειται για τον συντελεστή 1,25, που όπως προαναφέρθηκε πολλαπλασιάζεται με την ημερήσια αποζημίωση του στρατιωτικού προκειμένου να εξισωθεί με το μισθό στον ιδιωτικό τομέα.

- Αριθμός εκτελέσεων ανά έτος. Για τον αριθμό αυτό έχει γίνει η παραδοχή ότι οι εκτελέσεις έπονται από την εφαρμογή του RFID θα είναι πολλαπλάσιες των εκτελέσεων πριν την εφαρμογή, τόσες φορές όσες ο λόγος του μέσου χρόνου ολοκλήρωσης της διαδικασίας πριν την εφαρμογή προς το μέσο χρόνο ολοκλήρωσης μετά την εφαρμογή του RFID. Πρόκειται για μια συντηρητική παραδοχή λαμβάνοντας όμως υπόψη τις υπηρεσίες που εξυπηρετεί ένας στρατιωτικός οργανισμός, που δεν είναι άλλες από την κάλυψη της ζήτησης και την αυξημένη διαθεσιμότητα των οπλικών μέσων.

4.2.7 Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Στους πίνακες που ακολουθούν υπολογίζονται οι δείκτες ROK και ROI της διαδικασίας, αρχικά πριν την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID ([πίνακας 4.4](#)) και έπειτα μετά την εφαρμογή της ([πίνακας 4.7](#)). Τα αποτελέσματα προκύπτουν από επεξεργασία των παραμέτρων στους [πίνακες 4.3](#) και [4.6](#) αντίστοιχα, τα δεδομένα των οποίων περιγράφηκαν αναλυτικά στην προηγούμενη ενότητα (4.2.6). Σχετικά με το κόστος πληροφορικής, αρχικά πριν την εφαρμογή του RFID, αυτό θεωρείται σχετικά χαμηλό συνολικά 3.000 €, δεδομένου ότι το βασικό πρόγραμμα λογισμικού (ΜΗΣΠΥ) χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια (πάνω από τριάντα) ως εκ τούτου η αξία του έχει αποσβεσθεί και το κόστος IT αφορά κυρίως τη συντήρηση, που εκτελείται από προσωπικό της ΠΑ, την αγορά γραφικής ύλης και ενδεχομένως την καταβολή συνδρομής σε προγράμματα πληροφορικής.

Μετά την εφαρμογή του RFID, για τον υπολογισμό του κόστους πληροφορικής IT χρησιμοποιείται ο Κύκλος Ζωής (Life Cycle Cost) της επένδυσης, [πίνακας 4.5](#) ο οποίος σχηματίστηκε με τη βοήθεια των αναφορών [\[15\]](#) και [\[43\]](#). Το ετήσιο κόστος IT υπολογίζεται κατανέμοντας ισόποσα το συνολικό κόστος της τεχνολογίας RFID (όπως υπολογίστηκε στους [πίνακες 4.1](#) & [4.2](#)) στα 15 έτη κύκλου ζωής της επένδυσης και λαμβάνοντας υπόψη την Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value, NPV), που εκτιμάται στον [πίνακα 4.5](#).

Πίνακας 4.3: Ανάλυση Παραμέτρων Διαδικασίας Διαχείρισης Αποθέματος πριν την εφαρμογή RFID

	Διαδικασία	Αριθμός εργασιμ ένων	Βαθμός δυσκολί ας	RLT (hr)	ALT (hr)	Auto %	Αριθμός εκτελέσεω ν ανά έτος	Μέσος χρόνος ολοκλή ρωσης (hr)	Γνώση/Διαδικασία (hr)		Ολική Γνώση ανά έτος (hr)	Ανθρώπινο Κόστος ανά έτος	IT εργασία ανά έτος (hr)	Market Comparable Revenue (MCR)	Αυτοματοπ οίηση
									ανθρώπου	IT					
		A	B	Γ	Δ	E	ΣΤ	Z	$H = A * \Delta$	$\Theta = IF[E, A * \Delta * (1 + E), 0]$	$I = (H + \Theta) * \Sigma T$	$IA = A * \Sigma T * Z * IF$	$IB = IF[E, A * Z * \Sigma T * (E / (1 - E)), 0]$	II'	
1	Συγκέντρωση, έλεγχος, ταξινόμηση απαιτήσεων Μονάδων, θέσπιση προτεραιοτήτων. Εκτύπωση ημερήσιας κατάστασης απαιτήσεων & φύλλου εργασίας αποθέματος (μάνατζερ)	2	9	27	4	55%	264	2	8	12,4	5.385,6	13.125,00 €	1.290,67	12,43 €	πρόγραμμα λογισμικού
2	Λήψη απαιτήσεων, εντοπισμός υλικών, συγκέντρωση υλικών, διεξαγωγή μέτρησης (διαχειριστής)	4	9	25	2	0%	264	7	8	0	2.112	78.750,00 €	0,00	10,65 €	
3	Καταγραφή μέτρησης στο φύλλο εργασίας (διαχειρ.)	4	3	1	0,1	0%	264	1	0,4	0	105,6	11.250,00 €	0,00	10,65 €	
4	Έλεγχος στοιχείων φύλλου εργασίας. Χειρονακτική καταχώρηση σε υπολογιστή (μάνατζερ).	2	3	2	1	50%	264	1,5	2	3	1.320	9.843,75 €	792,00	12,43 €	πρόγραμμα λογισμικού
5	Έλεγχος αποκλίσεων. Εκτύπωση αναφοράς (μάνατζερ)	2	7	15	1	70%	12	0,5	2	3,4	64,8	149,15 €	28,00	12,43 €	πρόγραμμα λογισμικού
6	Διεξαγωγή μέτρησης αποθέματος επί των αποκλίσεων (διαχειριστής)	4	9	25	1	0%	12	7	4	0	48	3.579,55 €	0,00	10,65 €	
7	Καταγραφή μέτρησης στο φύλλο εργασίας (διαχειριστής)	4	3	1	0,1	0%	12	1	0,4	0	4,8	511,36 €	0,00	10,65 €	
8	Έλεγχος στοιχείων φύλλου εργασίας, χειρονακτική καταχώρηση σε υπολογιστή (μάνατζερ)	2	3	2	1	50%	12	1,5	2	3	60	447,44 €	36,00	12,43 €	πρόγραμμα λογισμικού
9	Εκτύπωση τελικής αναφοράς αποκλίσεων απογραφής (μάνατζερ)	2	2	1	0,25	90%	12	0,1	0,5	0,95	17,4	29,83 €	21,60	12,43 €	πρόγραμμα λογισμικού
10	Εκτύπωση κύριου καταλόγου αποθέματος (μάνατζερ)	2	2	1	0,25	90%	12	0,1	0,5	0,95	17,4	29,83 €	21,60	12,43 €	πρόγραμμα λογισμικού
ΣΥΝΟΛΟ (TOTAL)		28		100	10,7		1.128	21,7			7.000,20	117.715,91 €	2.189,87	117,19 €	

correlation "Rank of difficulty" to Relative LT	0,98954139
correlation "Relative LT to Actual LT"	0,77021451

Πίνακας 4.4: Υπολογισμός ROK, ROI Διαδικασίας Διαχείρισης Αποθέματος πριν την εφαρμογή RFID

		Γνώση %		Ανθρώπινη εργασία				IT				Συνολικό			
		ανθρώπου	IT	έσοδα	κόστος	ROK	ROI	έσοδα	κόστος	ROK	ROI	έσοδα	κόστος	ROK	ROI
	Διαδικασία	$IA = \frac{H}{H+\Theta}$	$IE = \frac{\Theta}{H+\Theta}$	$IST = I * \Pi * IA$	$IZ = IA$	$I\pi = \frac{IST}{IZ}$	$I\theta = \frac{IST - IZ}{IZ}$	$K = I * \Pi * IE$	$KA = 3.000 * \frac{IB}{TOTAL IB}$	$KB = IF \frac{[KA, K/KA,]}{K/KA,]}$	$KI = IF \frac{[KA, (K-KA)/KA,0]}{(K-KA)/KA,0]}$	$KA = \frac{IST+K}{IST+K}$	$KE = \frac{IZ+KA}{IZ+KA}$	$KET = \frac{KA/KE}{KA/KE}$	$KZ = \frac{(KA-KE)/KE}{(KA-KE)/KE}$
1	Συγκέντρωση, έλεγχος, ταξινόμηση απαιτήσεων Μονάδων, προτεραιότητες. Εκτύπωση ημερήσιας κατάστασης απαιτήσεων & φύλλου εργασίας αποθέματος	39,22%	60,78%	26.250 €	13.125 €	200%	100,00%	40.688 €	1.768,14 €	2.301%	2.201,14%	66.938 €	14.893 €	449,45%	349,45%
2	Λήψη απαιτήσεων, εντοπισμός υλικών, συγκέντρωση υλικών, διεξαγωγή μέτρησης	100,00%	0,00%	22.500 €	78.750 €	28,57%	-71,43%	0 €	0,00 €	0,00%	0,00%	22.500 €	78.750 €	28,57%	-71,43%
3	Καταγραφή μέτρησης, στο φύλλο εργασίας	100,00%	0,00%	1.125 €	11.250 €	10,00%	-90,00%	0 €	0,00 €	0,00%	0,00%	1.125 €	11.250 €	10,00%	-90,00%
4	Έλεγχος στοιχείων φύλλου εργασίας. Χειρωνακτική καταχώρηση στον υπολογιστή, ΜΗΣΠΥ	40,00%	60,00%	6.563 €	9.844 €	66,67%	-33,33%	9.844 €	1.085,00 €	907,26%	807,26%	16.406 €	10.929 €	150,12%	50,12%
5	Έλεγχος αποκλίσεων. Εκτύπωση αναφοράς	37,04%	62,96%	298 €	149 €	200,00%	100,00%	507 €	38,36 €	1.322%	1.222%	805 €	188 €	429,53%	329,53%
6	Διεξαγωγή μέτρησης αποθέματος επί των αποκλίσεων.	100,00%	0,00%	511 €	3.580 €	14,29%	-85,71%	0 €	0,00 €	0,00%	0,00%	511 €	3.580 €	14,29%	-85,71%
7	Καταγραφή μέτρησης στο φύλλο εργασίας	100,00%	0,00%	51 €	511 €	10,00%	-90,00%	0 €	0,00 €	0,00%	0,00%	51 €	511 €	10,00%	-90,00%
8	Έλεγχος στοιχείων φύλλου εργασίας, χειρωνακτική καταγραφή τους στον υπολογιστή, ΜΗΣΠΥ.	40,00%	60,00%	298 €	447 €	66,67%	-33,33%	447 €	49,32 €	907,26%	807,26%	746 €	497 €	150,12%	50,12%
9	Εκτύπωση τελικής αναφοράς αποκλίσεων απογραφής	34,48%	65,52%	75 €	30 €	250,00%	150,00%	142 €	29,59 €	478,83%	378,83%	216 €	59 €	363,96%	263,96%
10	Εκτύπωση κύριου καταλόγου αποθέματος	34,48%	65,52%	75 €	30 €	250,00%	150,00%	142 €	29,59 €	478,83%	378,83%	216 €	59 €	363,96%	263,96%
	ΣΥΝΟΛΟ			57.746 €	117.716 €	49,06%	-50,94%	51.769 €	3.000 €	1.725%	1.625,64%	109.515 €	120.716 €	90,72%	-9,28%

Πίνακας 4.5: Κόστος Κύκλου Ζωής (Life Cycle Cost, LCC) εφαρμογής RFID

		FY01	FY02	FY03	FY04	FY05	FY06	FY07	FY08	FY09	FY10	FY11	FY12	FY13	FY14	FY15	FY16
	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Έτος		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Αρχικό κόστος	B= Πίνακας 4.1'!(ιγ)	102.852															
Ετήσιο κόστος	Γ=Πίνακας 4.1'!(κ)	8.820	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987
Σύνολο	Δ=B+Γ	111.672	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987
Προσαρμοσμένο σε πληθωρισμό κόστος (inflation adjusted cost)	E=Δ/(1+i) ^A	111.672	9.801	9.618	9.439	9.263	9.090	8.921	8.755	8.591	8.431	8.274	8.120	7.968	7.820	7.674	7.531
Παρούσα Αξία (2012) (Present Value)*	ΣΤ=E/(1+d) ^A	111.672	9.633	9.290	8.960	8.642	8.335	8.039	7.753	7.478	7.212	6.956	6.709	6.471	6.241	6.019	5.805

*παρούσα αξία ή αλλιώς προσαρμοσμένο σε πληθωρισμό και με προεξοφλητικό επιτόκιο κόστος (inflation adjusted discounted cost)

Παραδοχές		
Ετήσιο προεξοφλητικό επιτόκιο (annual discount rate)	d	1,75 % [25]
Πληθωρισμός (Annual inflation rate)	i	1,90 % [23]

Συνολική Παρούσα Αξία ή Προσαρμοσμένη σε πληθωρισμό Παρούσα Αξία (Total Present Value or Inflation Adjusted Present Value):

Z = SUM (ΣΤ0:ΣΤ15) = **225.217,20 €**

Εναλλακτικά,

Market rate	m= i +d+(i*d)	3,68 %
Inflation Adjusted Present Value	H= ΣΤ0 + NPV(m,ΣΤ1:ΣΤ15)	225.217,2 €

,όπου NPV η Καθαρή Παρούσα Αξία.

Άρα:

Σύστημα	1 μονάδα	
Total PV	Θ=Z-H	225.217,2 €
Total LCC	I = Θ	225.217,2 €
LCC ανά μονάδα	ΙΑ = I	225.217,2 €
LCC ανά έτος ανά μονάδα	IB = I/15	15.014,48 €

Πίνακας 4.6: Ανάλυση Παραμέτρων Διαδικασίας Διαχείρισης Αποθέματος μετά την εφαρμογή RFID

Διαδικασία	Αριθμός εργαζομένων	Βαθμός δυσκολίας	RLT (hr)	ALT (hr)	Auto %	Αριθμός εκτελέσεων ανά έτος	Μέσος χρόνος ολοκλήρωσης	Γνώση/Διαδικασία (hr)		Ολική Γνώση ανά έτος (hr)	Ανθρώπινο Κόστος ανά έτος	IT εργασία ανά έτος (hr)	Market Comparable Revenue (MCR)	Αυτοματοποίηση
								ανθρώπου	IT					
	A	B	Γ	Δ	E	ΣΤ	Z	$H = A * \Delta$	$\Theta = IF[E, A * \Delta * (1 + E), 0]$	$I = (H + \Theta) * \Sigma T$	$IA = A * \Sigma T * Z * I\Gamma$	$IB = IF[E, A * Z * \Sigma T * (E / (1 - E)), 0]$	IΓ	
1 Συγκέντρωση, έλεγχος, ταξινόμηση απαιτήσεων Μονάδων, θέσπιση προτεραιοτήτων. Εκτύπωση ημερήσιας κατάστασης απαιτήσεων & φύλλου εργασίας αποθέματος (μάνατζερ)	2	9	27	4	55%	324	2	8	12,4	6.602,68	16.091,10 €	1.582,34	12,43 €	πρόγραμμα λογισμικού
2 α) Λήψη απαιτήσεων β) εντοπισμός υλικών και διεξαγωγή μέτρησης με φορητή συσκευή και ασύρματη (wireless) μεταφορά δεδομένων στον H/Y γ) Συγκέντρωση υλικών (διαχειριστής)	1	10	28	4	80%	324	7,5	4	7,2	3.625,00	25.860,70 €	9.709,83	10,65 €	RFID
3 Έλεγχος αποκλίσεων. Εκτύπωση αναφοράς (μάν)	2	7	15	1	70%	15	0,5	2	3,4	79,44	182,85 €	34,33	12,43 €	πρόγραμμα λογισμικού
4 Διεξαγωγή μέτρησης αποθέματος με φορητή συσκευή και ασύρματη (wireless) μεταφορά δεδομένων στον H/Y (διαχειριστής)	1	10	28	3	90%	15	7,5	3	5,7	127,99	1.175,49 €	993,05	10,65 €	RFID
5 Εκτύπωση τελικής αναφοράς αποκλίσεων απογραφής (μάνατζερ)	2	2	1	0,25	90%	15	0,1	0,5	0,95	21,33	36,57 €	26,48	12,43 €	πρόγραμμα λογισμικού
6 Εκτύπωση κύριου καταλόγου αποθέματος (μάνατζερ)	2	2	1	0,25	90%	15	0,1	0,5	0,95	21,33	36,57 €	26,48	12,43 €	πρόγραμμα λογισμικού
ΣΥΝΟΛΟ	10		100	12,5		706	17,7			10.477,79	43.383,28 €	12.372,51	71,02 €	

correlation "Rank of difficulty" to Relative LT	0,992054304
correlation "Relative LT to Actual LT"	0,946698518

Πίνακας 4.7: Υπολογισμός ROK, ROI Διαδικασίας Διαχείρισης Αποθέματος μετά την εφαρμογή RFID

		Γνώση %		Ανθρώπινη εργασία				IT				Συνολικό			
		ανθρώπου	IT	έσοδα	κόστος	ROK	ROI	έσοδα	κόστος	ROK	ROI	έσοδα	κόστος	ROK	ROI
	Διαδικασία	$IA = \frac{H}{H+\Theta}$	$IE = \frac{\Theta}{H+\Theta}$	$IST = I*IT*IA$	$IZ = IA$	$IH = \frac{IST}{IZ}$	$IO = \frac{(IST-IZ)}{IZ}$	$K = I*IT*IE$	KA^*	$KB = IF [KA, K/KA, J]$	$KT = IF [KA, (K-KA)/KA, 0]$	$KA = IST+K$	$KE = IZ+KA$	$KST = KA/KE$	$KZ = (KA-KE)/KE$
1	Συγκέντρωση, έλεγχος, ταξινόμηση απαιτήσεων Μονάδων, προτεραιότητες. Εκτύπωση ημερήσιας κατάστασης απαιτήσεων & φύλλου εργασίας αποθέματος (μάντζερ)	39,22%	60,78%	32.182 €	16.091 €	200%	100%	49.882,42 €	2.843,16 €	1.754%	1.654,47%	82.065 €	18.934 €	433,42%	333,42%
2	α) Λήψη απαιτήσεων β) εντοπισμός υλικών και διεξαγωγή μέτρησης με φορητή συσκευή και ασύρματη (wireless) μεταφορά δεδομένων στον Η/Υ γ) Συγκέντρωση υλικών (διαχειριστής)	35,71%	64,29%	13.792,4€	25.861 €	53,33%	-46,67%	24.826,27 €	13.621,39 €	182,26%	82,26%	38.619 €	39.482 €	97,81%	-2,19%
3	Έλεγχος αποκλίσεων. Εκτύπωση αναφοράς (μάντζερ)	37,04%	62,96%	365,71 €	182,85 €	200%	100%	621,70 €	61,68 €	1.008%	907,95%	987,41 €	244,53 €	403,79%	303,79%
4	Διεξαγωγή μέτρησης αποθέματος με φορητή συσκευή και ασύρματη (wireless) μεταφορά δεδομένων στον Η/Υ (διαχειριστής)	34,48%	65,52%	470,19 €	1.175,5€	40%	-60%	893,37 €	1393,10 €	64,13%	-35,87%	1.364 €	2.568 €	53,09%	-46,91%
5	Εκτύπωση τελικής αναφοράς αποκλίσεων απογραφής (μάντζερ)	34,48%	65,52%	91,43 €	36,57 €	250%	150%	173,71 €	47,58 €	365,08%	265,08%	265,14 €	84,15 €	315,07%	215,07%
6	Εκτύπωση κύριου καταλόγου αποθέματος (μάντζερ)	34,48%	65,52%	91,43 €	36,57 €	250%	150%	173,71 €	47,58 €	365,08%	265,08%	265,14 €	84,15 €	315,07%	215,07%
ΣΥΝΟΛΟ				46.993,33 €	43.383 €	108,32%	8,32%	76.571,18 €	18.014,48 €	425,05%	325,05%	123.565 €	61.398 €	201,25%	101,25%

*τα στοιχεία 1, 3, 5 & 6 της στήλης KA, προκύπτουν από τη σχέση: $KA = 3.000 * (IB / \text{SUM}(IB1, IB3, IB5, IB6))$, όπου 3.000 το ετήσιο κόστος προγράμματος λογισμικού (ΜΗΣΠΥ). Τα στοιχεία 2 & 4 της στήλης KA, προκύπτουν από τη σχέση: $KA = 15.014,48 * (IB / \text{SUM}(IB2, IB4))$, όπου 15.014,48 το ετήσιο κόστος επένδυσης της τεχνολογίας RFID, όπως προέκυψε από τον Πίνακα 4.5.

4.2.8 Επισκόπηση αποτελεσμάτων

Παρούσα κατάσταση (πριν την εφαρμογή RFID)

Η ανάλυση των δεδομένων της παρούσας κατάστασης, πριν δηλ. την εφαρμογή του RFID ([πίνακας 4.4](#)), οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι επιμέρους διεργασίες υπ' αριθμό 1, 5, 9 και 10, που συγκεκριμένα περιλαμβάνουν απασχόληση του μάντζερ και εμπλοκή της υπάρχουσας τεχνολογίας πληροφορικής (ΜΗΣΠΥ), μεταφέρουν σημαντική ποσότητα ΚVA, οπότε και επιφέρουν αυξημένο ROK και θετικό ROI στη συνολική διαδικασία διαχείρισης του αποθέματος. Από την άλλη οι επιμέρους διεργασίες υπ' αριθμό 2, 3, 4 και 6, 7, 8, που περιλαμβάνουν χειρονακτικό (manual) εντοπισμό, μέτρηση, καταγραφή και εισαγωγή δεδομένων στο σύστημα, παρέχουν ελάχιστη ΚVA, δηλ. επιφέρουν μειωμένο ROK και επί το πλείστον αρνητικό ROI στη συνολική διαδικασία διαχείρισης αποθέματος. Οι διεργασίες αυτές είναι αυτοματοποιημένες το πολύ έως 50% και ως εκ τούτου απαιτούν αυξημένο εργατικό δυναμικό και ανθρώπινη εργασία. Τα ανωτέρω οδηγούν σε δείκτες ROK και ROI για τη συνολική διαδικασία ([πίνακας 4.4](#)) ίσους με 90,72% και αρνητικό -9,28% αντίστοιχα.

Βάση της ανωτέρω ανάλυσης δεδομένων, οι επιμέρους διεργασίες που προσφέρουν ελάχιστο ROK και ROI είναι εν δυνάμει περιοχές για βελτίωση και εγκατάσταση αυτοματοποίησης. Στην υπόψη εφαρμογή, οι επιμέρους διεργασίες 2, 3, 4 και οι 6, 7, 8 αποτελούν βήματα της διαδικασίας διαχείρισης του αποθέματος που δύναται να βελτιωθούν σημαντικά από την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID.

Μελλοντική κατάσταση (μετά την εφαρμογή RFID)

Τα δεδομένα και οι υπολογισμοί στους [πίνακες 4.6](#) & [4.7](#) παρουσιάζουν τη διαδικασία διαχείρισης αποθέματος και τις επιμέρους διεργασίες μετά την εφαρμογή RFID. Σε αυτή την κατάσταση, τα έξι συγκεκριμένα βήματα που αναγνωρίστηκαν προηγουμένως ([πίνακας 4.4](#)) να συνεισφέρουν ελάχιστα στους δείκτες ROK και ROI, αντικαθίστανται από δυο επιμέρους διεργασίες (υπ' αριθμό 2 και 4) που χρησιμοποιούν την τεχνολογία RFID. Με την εφαρμογή του RFID ο ολικός χρόνος διαδικασίας διαχείρισης αποθέματος μειώνεται κατά 22,5% (από 21,7 εργατώρες σε 17,7) με αποτέλεσμα να αυξάνεται η συχνότητα εκτέλεσης της διαδικασίας σε ετήσια βάση (π.χ. από 264 σε 324) και το πιο σημαντικό το εργατικό δυναμικό μειώνεται από 28 σε 10 εργαζόμενους, με την εργασία που επιτελείτο να αναπληρώνεται πλέον από το RFID.

Η εφαρμογή του RFID ελαττώνει το συνολικό κόστος λόγω της ιδιαίτερα σημαντικής μείωσης του εργατικού κόστους, ενώ τα συνολικά έσοδα αυξάνονται. Πιο συγκεκριμένα, τα συνολικά έσοδα πρόκειται να αυξηθούν 1,13 φορές, το εργατικό κόστος εκτιμάται ότι θα μειωθεί 2,71 φορές και οι εκροές της πληροφορικής αναμένεται να πολλαπλασιασθούν επί 1,5 φορές. Μοναδικό θέμα αποτελεί η σφέστατη αύξηση του κόστους πληροφορικής, ωστόσο τα συνολικά έσοδα μειώνονται κατά πολύ, αναμένεται σχεδόν να μειωθούν στο μισό (από 120.716€ σε 61.398€). Καταλήγοντας διαπιστώνεται ότι το RFID οδηγεί σε αύξηση στους δείκτες ROK & ROI, που από 90,72 % και αρνητική τιμή -9,28% αντίστοιχα, αναμένεται να αυξηθούν σημαντικά, κατά 110,53% ο καθένας, με ROK 201,25% και ROI θετική τιμή 101,25%.

Η ανάλυση ΚVA συγκρίνει τη σημερινή «όπως είναι» διαδικασία διαχείρισης του αποθέματος με την προτεινόμενη κατόπιν εφαρμογής του RFID μελλοντική διαδικασία. Η ανάλυση καταδεικνύει τα οφέλη της εφαρμογής: βελτίωση της αποτελεσματικότητας των

λειτουργιών, αποδοτική χρήση των ανθρώπινων πόρων, ολική ορατότητα των υλικών της αποθήκης και βελτίωση της εξυπηρέτησης των πελατών (Πολεμικές Μοίρες).

Στο πλαίσιο της διαδικασίας διαχείρισης αποθέματος, υπάρχουν αρκετές επιμέρους διεργασίες που δεν είναι αποδοτικές και απασχολούν αυξημένο εργατικό δυναμικό. Οι συγκεκριμένες επιμέρους διεργασίες συμβάλλουν ελάχιστα στο συνολικό ROK και ROI της διαδικασίας και αποτελούν τις πρωταρχικές υποψήφιες για εφαρμογή της τεχνολογίας RFID, προκειμένου να βελτιωθεί η απόδοση της συνολικής διαδικασίας. Η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID πρόκειται να αυτοματοποιήσει τις συγκεκριμένες διεργασίες, οπότε αναμένεται δραστική μείωση του εργατικού δυναμικού (ο εντοπισμός των υλικών, η μέτρηση τους, η καταγραφή της μέτρησης και η εισαγωγή των δεδομένων στο σύστημα δεν θα γίνεται πλέον χειρωνακτικά αλλά αυτοματοποιημένα και ως εκ τούτου σε καθημερινή βάση θα απαιτείται η απασχόληση ενός ατόμου και όχι τεσσάρων που συμβαίνει έως τώρα). Η δραστική μείωση του εργατικού δυναμικού αλλά και η αύξηση της αποδοτικότητας της IT τεχνολογίας αναμένεται να συμβάλλουν σημαντικά στην αύξηση των δεικτών ROK & ROI.

Πίνακας 4.8: Σύγκριση ROK, ROI πριν και μετά την εφαρμογή RFID

Διαδικασία	Σύνολο (ανθρώπινη εργασία & IT)							
	Πριν το RFID				Μετά το RFID			
	Έσοδα €	κόστος €	ROK %	ROI %	Έσοδα €	Κόστος €	ROK %	ROI %
1. Συγκέντρωση, έλεγχος, ταξινόμηση απαιτήσεων Μονάδων, προτεραιότητες. Εκτύπωση ημερήσιας κατάστασης απαιτήσεων & φύλλου εργασίας αποθέματος (μάνατζερ)	66.938	14.893	449,45	349,45	82.064,6	18.934,3	433,42	333,42
2. Λήψη απαιτήσεων, εντοπισμός υλικών, συγκέντρωση υλικών, διεξαγωγή μέτρησης (διαχειριστής)	22.500	78.750	28,57	-71,43	38.618,6	39.482,1	97,81	-2,19
3. Καταγραφή μέτρησης σε φύλλο εργασίας (διαχειριστής)	1.125	11.250	10,00	-90,00				
4. Έλεγχος στοιχείων φύλλου εργασίας. Χειρωνακτική καταγραφή στον υπολογιστή, ΜΗΣΠΥ (μάνατζερ).	16.406	10.929	150,12	50,12				
5. Έλεγχος αποκλίσεων. Εκτύπωση αναφοράς (μάνατζερ)	805	188	429,53	329,53	987,41	244,53	403,79	303,79
6. Διεξαγωγή μέτρησης αποθέματος επί αποκλίσεων (δ)	511	3.580	14,29	-85,71	1.363,56	2.568,58	53,09	-46,91
7. Καταγραφή μέτρησης σε φύλλο εργασίας (διαχειριστής)	51	511	10,00	-90,00				
8. Έλεγχος στοιχείων φύλλου εργασίας, χειρωνακτική καταγραφή τους στον υπολογιστή, ΜΗΣΠΥ (μάνατζερ)	746	497	150,12	50,12				
9. Εκτύπωση τελικής αναφοράς αποκλίσεων απογραφής (μ)	216	59	363,96	263,96	265,14	84,15	315,07	215,07
10. Εκτύπωση κύριου καταλόγου αποθέματος (μάνατζερ)	216	59	363,96	263,96	265,14	84,15	315,07	215,07
ΣΥΝΟΛΟ	109.515	120.716	90,72	-9,28	123.564	61.398	201,25	101,25

Κεφάλαιο 5

5. Συμπεράσματα

Το ενδιαφέρον για τη χρήση της τεχνολογίας RFID ως λύση για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών σε διάφορους τομείς (εφοδιαστική αλυσίδα, συστήματα πληρωμής, κλπ.) συνεχώς αυξάνεται, με όλο και περισσότερες επιχειρήσεις να τη δοκιμάζουν και να προτείνουν την από κοινού χρήση της με τους προμηθευτές τους. Επιπλέον, έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον μεγάλου μέρους της επιστημονικής κοινότητας, που τη μελετά και θεωρεί ότι η καινοτόμα αυτή τεχνολογία μπορεί να μετασχηματίσει εντελώς τον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε διαδικασίες, όπως μεταφορά προϊόντων, έλεγχος πρόσβασης και αυτόματη πληρωμή.

Ωστόσο, η συγκεκριμένη τεχνολογία δεν έχει γίνει ακόμα ευρέως γνωστή και κατανοητή, όπως επίσης δεν έχει εφαρμοστεί πλήρως σε όλους τους τομείς. Το κόστος και η μέτρηση της απόδοσης της επένδυσης (ROI) είναι ακόμα αδιευκρίνιστα. Επομένως, πολλές επιχειρήσεις βρίσκονται τώρα αντιμέτωπες με τη δύσκολη επιλογή της απόφασης να υιοθετήσουν την τεχνολογία RFID τώρα ή να περιμένουν έως ότου η τεχνολογία διαδοθεί περισσότερο. Η μεγάλη ενημερωτική εκστρατεία και γενικά η δημοσιότητα γύρω από το RFID σήμερα, αποτελούν ισχυρό κίνητρο για τις επιχειρήσεις, οι οποίες προσπαθούν να αναγνωρίσουν κάποιο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, ώστε να ενσωματώσουν το RFID στις διαδικασίες τους και να προβλέψουν τα αποδεκτά χρονικά πλαίσια μέσα στα οποία θα αρχίσουν να αντιλαμβάνονται τα οφέλη.

Η απαραίτητη επένδυση που χρειάζεται για την πλήρη εφαρμογή του RFID είναι αρκετά δαπανηρή και σε περίπτωση που δεν υπάρξει σωστή διαχείριση δεν θα είναι δυνατό να αποφευχθούν τα περιττά έξοδα. Η συγκεκριμένη τεχνολογία δεν είναι “plug and play”, δηλαδή για να λειτουργήσει σωστά θα πρέπει να προσαρμοστεί και να παραμετροποιηθεί κατάλληλα για κάθε εφαρμογή της. Επίσης, η υποδομή που χρειάζεται για να υποστηρίξει τα δεδομένα EPC θα επηρεάσει αρκετά τα υπάρχοντα πληροφοριακά συστήματα μιας επιχείρησης.

Όμως, ακόμα και σε αυτό το αρχικό στάδιο που βρίσκεται η υιοθέτηση του RFID, υπάρχουν αρκετά στοιχεία που δείχνουν ότι με τις σωστές στρατηγικές, η νέα αυτή τεχνολογία θα αποφέρει σημαντικά οφέλη. Η τεχνολογία αυτή όχι μόνο «ήρθε για να μείνει», αλλά τελικώς θα γίνει ευρέως αποδεκτή. Εκείνες οι επιχειρήσεις που προετοιμάζονται να επενδύσουν τώρα σε αυτήν την εφαρμογή δεν θα είναι απλά οι τελικοί νικητές, αλλά επίσης θα ωφεληθούν έναντι των ανταγωνιστών τους από την εμπειρία που θα αποκτήσουν από τη χρήση του RFID σε νέες υπηρεσίες.

Η τεχνολογία RFID προσφέρει αρκετά οφέλη και στο χώρο της αεροδιαστημικής, συμβάλλοντας σημαντικά σε τομείς όπως η ασφάλεια πτήσεων και εδάφους, η συντήρηση των αεροσκαφών, η τεχνική και η εφοδιαστική τους υποστήριξη. Εξάλλου ήδη συναντάται σε αρκετές εφαρμογές στην πολιτική και στην πολεμική αεροπορία, με κύριο εκφραστή τις Η.Π.Α όπου το Υπ. Εθν. Άμυνας έχει επιβάλλει στους προμηθευτές συμμόρφωση με την τεχνολογία αρχικά τουλάχιστον σε επίπεδο χαρτοκιβωτίου και παλέτας.

Η εξαιρετικά δύσκολη οικονομική συγκυρία με την οποία είναι αντιμέτωπη η Χώρα, επιβάλλει στην Πολ. Αεροπορία δραστικές περικοπές στις δαπάνες της. Ωστόσο η ΠΑ αποτελεί το πιο σύγχρονο και πολυδάπανο όπλο και λόγω του αντικειμένου που

υπηρετεί είναι υποχρεωμένη να παρακολουθεί στενά τις εξελίξεις και την πρόοδο στον χώρο της επιστήμης, να εξετάζει τη δυνατότητα και σκοπιμότητα αγοράς νέων οπλικών συστημάτων καθώς και την υιοθέτηση νέων τεχνολογικών εφαρμογών.

Ως εκ τούτου, κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική η αναζήτηση τεχνολογιών που να συμβάλλουν στη μείωση του υψηλού κόστους των υφιστάμενων διαδικασιών και παράλληλα να διατηρούν σε αξιόμαχο επίπεδο την ετοιμότητα του προσωπικού και των μέσων. Σε αυτό το πλαίσιο το RFID μελλοντικά όπου αναμένεται να ωριμάσει, θα μπορούσε να αποτελέσει μια από τις πρωταρχικές τεχνολογίες προς αποδοχή. Πρωτίστως βέβαια, λόγω του ότι θεωρείται δαπανηρή επένδυση, θα χρειασθεί η πιλοτική εφαρμογή της και θα απαιτηθεί η εξέταση της απόδοσής της χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα χρηματοοικονομικά εργαλεία όπως η μεθοδολογία ΚVΑ.

Παράρτημα «Α»

Μελέτες Περίπτωσης

A-1 Κλάδος Καταναλωτικών Ειδών

Wal-Mart



Η Wal-Mart, ο μεγαλύτερος λιανέμπορος παγκοσμίως, χρησιμοποιεί την τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα (barcode) και την τεχνολογία των μοναδικών κωδικών προϊόντων (unique product codes) για να αναγνωρίσει τα κιβώτια και τις παλέτες των προϊόντων καθώς κινούνται μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα και έξω στα καταστήματα. Ωστόσο, συνεργάζεται με 100 κορυφαίους προμηθευτές της, με σκοπό να τοποθετηθούν ετικέτες RFID σε όλες τις παλέτες και τα κιβώτια, αρχίζοντας από τον Ιανουάριο του 2005.

Η απόφαση για τη χρήση της τεχνολογίας RFID λήφθηκε με σκοπό να αντιμετωπιστούν προβλήματα και να ικανοποιηθούν ανάγκες. Οι ετικέτες RFID είναι εμπλουτισμένες με πληροφορία για το προϊόν και παρέχουν αυτόματη ανίχνευση παλετών και κιβωτίων. Έτσι, δεν χρειάζεται να υπάρχει ένας εργαζόμενος στην αποθήκη με μια φορητή συσκευή σάρωσης με την οποία θα διαβάζεται ο γραμμωτός κώδικας. Το σύστημα RFID δίνει τη δυνατότητα σε ένα δίκτυο υπολογιστών με τη βοήθεια ενός ράδιο-σήματος (RF signal) να αναγνωρίζει και να καταγράφει τα αγαθά μόλις φθάσουν στην αποθήκη.

Επιπλέον, οι ετικέτες θα βοηθήσουν να μειωθεί η πλαστογράφιση, που κοστίζει στη βιομηχανία \$500 δισεκατομμύρια παγκοσμίως και η κλοπή στις αποθήκες, της οποίας το κόστος για τις επιχειρήσεις ανέρχεται σε \$50 δισεκατομμύρια ανά έτος. Με αυτόν τον τρόπο, η Wal-Mart θα μειώσει τις δαπάνες της, γεγονός που θα έχει ως αντίκτυπο μείωση των τιμών στα προϊόντα και επομένως ελάττωση του κόστους για τον καταναλωτή.

Η Αντληση Πληροφορίας με τη χρήση RFID στη Wal-Mart. Η CIO της Wal-Mart, Linda Dillman εξηγεί γιατί η εταιρεία προχώρησε, σε συνεργασία με τους προμηθευτές της, στην υιοθέτηση ενός εκτεταμένου συστήματος σήμανσης των προϊόντων της. Αν και πολλοί προμηθευτές πίστευαν ότι το RFID θα επιβάρυνε με πολλά επιπλέον κόστη, αυτό διαψεύδεται από την εμπειρία της Wal-Mart, όπως αναφέρει η κα. Linda Dillman. Προσθέτει ότι οι προμηθευτές προσφέρονται εθελοντικά να δοκιμάσουν πιλοτικά το RFID, έχοντας κατανοήσει τα οφέλη που προσφέρει. Από συνέντευξη¹⁶, που παρέθεσε η CIO της Wal-Mart Linda Dillman στην ρεπόρτερ του

¹⁶ http://www.businessweek.com/technology/content/feb2004/tc2004024_3168_tc165.htm

Business Week, Olgha Kharif με θέμα τη νέα τεχνολογία (RFID) και τα πλεονεκτήματά της, προκύπτουν τα ακόλουθα βασικά σημεία:

- Ποια τα πλεονεκτήματα που παρέχει το RFID στη Wal-Mart. «Η τεχνολογία μας βοηθά να γνωρίζουμε που βρίσκονται τα προϊόντα ανά πάσα στιγμή. Σήμερα, μπορεί να ξέρουμε ότι ένα κουτί βρίσκεται κάπου εντός του καταστήματος, αλλά δε γνωρίζουμε αν είναι στην αποθήκη ή στο ράφι. Το RFID θα μας πληροφορεί για την ακριβή τοποθεσία του, κάτι που θα μας βοηθήσει πολύ στη διαχείριση ραφίου και ιδιαίτερα στην αναπλήρωση. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να αυξήσει τις πωλήσεις μας, άρα και τις πωλήσεις των προμηθευτών μας. Η εξοικονόμηση κόστους δεν είναι το πρωτεύον πλεονέκτημα του RFID για εμάς. Θεωρούμε πολύ πιο σημαντική τη διαχείριση αποθεμάτων που θα έχουμε».

- Το είδος του εξοπλισμού που θα χρειαστεί για αυτή την τεχνολογία και η εκτίμηση για το χρονικό διάστημα μετάβασης. «Θα εγκαταστήσουμε RFID tag readers στα κέντρα διανομής και στα καταστήματά μας. Επίσης, θα αγοράσουμε εξοπλισμό για την εκτύπωση ετικετών. Οι επενδύσεις αυτές πιστεύουμε ότι θα καλυφθούν από την ετήσια προγραμματισμένη δαπάνη για νέες τεχνολογίες».

- Για το αν ισχύει αυτό που πολλοί προμηθευτές πιστεύουν, ότι δηλ. θα αντιμετωπίσουν δύσκολη μετάβαση. «Έχουμε ξεκινήσει ένα πρόγραμμα το οποίο έχει ως στόχο το συγχρονισμό όλων των μερών που εμπλέκονται στη διαδικασία ώστε να πραγματοποιηθεί όσο πιο αποτελεσματικά είναι δυνατόν. Σχεδιάζουμε τα επόμενα βήματα ξεχωριστά με τον κάθε ένα προμηθευτή. Ζητήσαμε από τους 100 κυριότερους προμηθευτές μας να συμμετάσχουν σε αυτό το πρόγραμμα, και οι αιτήσεις έφτασαν τις 129. Η επένδυση που πρέπει να πραγματοποιήσουν οι προμηθευτές δεν είναι εκτεταμένη διότι θα χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό ήδη υπάρχοντα συστήματα».

- Ποίο το χρονοδιάγραμμα για την εφαρμογή του RFID στη Wal-Mart. «Θα ξεκινήσει από τις αρχές του 2005 στην αγορά του Dallas με τους 129 προμηθευτές που έχουν υποβάλλει αιτήσεις. Ο στόχος είναι έως το τέλος του 2006 να συνεχιστεί με τη συμμετοχή όλων των προμηθευτών μας».

- Πόσο σύντομα πιστεύουν ότι θα ξεπεραστούν τα προβλήματα τεχνολογικής φύσεως και έλλειψης προτύπων, τα οποία αναγκάζουν πολλούς να είναι σκεπτικούς απέναντι στο RFID. «Η τεχνολογία έχει αναπτυχθεί με ταχύτατους ρυθμούς τους τελευταίους δώδεκα μήνες (η συνέντευξη δόθηκε Φεβ. 2004). Συγκεκριμένα, τις τελευταίες 60 μέρες οι ερευνητές βρήκαν τρόπο ώστε να σημανθούν προϊόντα που περιέχουν υγρά. Εκτιμούμε ότι έως το 2006, τα περισσότερα προβλήματα θα έχουν λυθεί, οι τιμές θα πέσουν αισθητά και έτσι θα οδηγηθούμε σε μια τεχνολογική έκρηξη που θα έχει ως αποτέλεσμα την ευρεία υιοθέτηση του RFID».

Όπως ήδη έχει αναφερθεί στο Auto-ID Center της Wal-Mart πραγματοποιείται έρευνα για τη δημιουργία ενός ενιαίου προτύπου για την επικοινωνία tag-readers στην οποία συμμετέχουν πολλές εταιρείες, το MIT (US), το πανεπιστήμιο του Cambridge (UK) και το πανεπιστήμιο της Adelaide (AUS). Η Wal-Mart εργάζεται για την ανάπτυξη του Auto-ID Center στο ινστιτούτο τεχνολογίας της Μασαχουσέτης, έτσι ώστε να διαδοθεί και να γίνει πιο αποτελεσματική η χρήση του EPC (Rfidgazette.com).

Υπάρχουν ακόμα πολλά ερωτήματα για το πως θα μπορεί η Wal-Mart να διαμοιράζεται τις πληροφορίες με τους πολυπληθείς προμηθευτές της και πως θα

ανιχνεύονται τα προϊόντα κατά την περίοδο προσαρμογής (Ιανουάριος 2005) κατά την οποία η χρήση RFID και barcodes θα είναι ταυτόχρονη. Ωστόσο η Wal-Mart προχωρά στην εφαρμογή του συστήματος σε επίπεδο παλέτας – κουτιού, αν και δεν έχουν λυθεί όλα τα προβλήματα, διότι η νέα αυτή τεχνολογική λύση αναμένεται να μειώσει σημαντικά τα κόστη και να αυξήσει τις πωλήσεις. (CIO Insight.com)

Η ανακοίνωση της Linda Dillman για την πλήρη εφαρμογή του RFID εξέπληξε πολλούς προμηθευτές, καθώς η χρήση του RFID σε ανοικτές εφοδιαστικές αλυσίδες (όπως αυτή της Wal-Mart) δεν έχει ωριμάσει ακόμα. Σε μια συνάντηση των προμηθευτών με τους managers της Wal-Mart, η εταιρεία δεν τους ώθησε σε αναγκαστική υιοθέτηση άμεσα αλλά εντός των επομένων δυο μηνών. Ωστόσο, απαιτεί από τους προμηθευτές να εγκαταστήσουν tags και readers όχι μόνο στις παλέτες και στα κουτιά (μεγάλες συσκευασίες πολλών τεμαχίων) αλλά και στα κέντρα διανομής τους και στις μονάδες παραγωγής. Δε μπορούν παρά να το αποδεχθούν διότι μεγάλο ποσοστό των πωλήσεών τους οφείλεται στο δίκτυο της Wal-Mart (CIO Insight.com).

Ο διεθνής οίκος εκτιμήσεων Stanford C. Bernstein & Co στη Νέα Υόρκη εκτιμά ότι η Wal-Mart θα είναι σε θέση να εξοικονομεί 8,4 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως όταν επιτύχει πλήρη εφαρμογή του συστήματος RFID στα καταστήματα και σε όλο το εύρος της εφοδιαστικής αλυσίδας της. Ακολουθεί αναλυτικά η εκτίμηση για την εξοικονόμηση κόστους:

- ✓ 6,7 δισεκατομμύρια δολάρια: Αυτόματη ανάγνωση δεδομένων από τις ετικέτες. Μείωση εργατικού κόστους κατά 15%.
- ✓ 600 εκατομμύρια δολάρια: Πιο αποτελεσματική διαχείριση αποθέματος και αναπλήρωση ραφιών.
- ✓ 575 εκατομμύρια δολάρια: Πλήρης real-time πληροφόρηση για τις ακριβείς τοποθεσίες των προϊόντων – Μείωση κλοπών.
- ✓ 300 εκατομμύρια δολάρια: Καλύτερη Ανίχνευση παλετών – κουτιών.
- ✓ 180 εκατομμύρια δολάρια: Μεγαλύτερη ορατότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας – Μείωση αποθέματος στις αποθήκες – κέντρα διανομής. [36]

Το κατάστημα του μέλλοντος της Metro Group



Η γερμανική αλυσίδα λιανεμπορίου Metro Group, παρουσίασε πρόσφατα το κατάστημα του μέλλοντος, στο οποίο κεντρικό ρόλο παίζει η τεχνολογία RFID. Η Metro Group πρόκειται να χρησιμοποιήσει το RFID σε ολόκληρη την αλυσίδα διαδικασιών της, αρχίζοντας με εκατό (100) προμηθευτές, δέκα (10) κεντρικές αποθήκες εμπορευμάτων και περίπου 250 καταστήματα.

Στην περίπτωση της Metro Group, η χρήση της τεχνολογίας RFID δεν περιορίζεται μόνο στη διαδικασία εφοδιασμού και ανίχνευσης των παλετών κατά τη διάρκεια μεταφοράς τους από προμηθευτές στις αποθήκες της αλυσίδας της. Η Metro Group επιδιώκει να επεκτείνει τη χρήση της τεχνολογίας και στην επαφή της με τον

καταναλωτή. Κορυφαία στελέχη της θεωρούν ότι το μέλλον της αγοράς βρίσκεται στις νέες τεχνολογίες, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να κάνουν customize τους πελάτες. Κάθε πελάτης θα καθοδηγείται μέσα σε ένα κατάστημα με τη βοήθεια ενός καροτσιού το οποίο θα αναγνωρίζει την κάρτα που θα του παρέχει το κατάστημα, ενώ όταν περνάει μπροστά από ένα ράφι θα του λέει πότε ψώνισε τελευταία φορά. Όλα αυτά συμβαίνουν με τη βοήθεια της τεχνολογίας RFID στο κατάστημα του μέλλοντος της Metro Group. Με τον τρόπο αυτό, η Metro Group προσπαθεί να εξαλείψει τις κλοπές που γίνονται στα καταστήματά της, αλλά και να αναπτύξει μια πιο στενή σχέση με τους πελάτες. [36]

Hewlett-Packard

Η επιχείρηση HP ασχολείται με την παραγωγή και εφοδιασμό μελανιών και χαρτικών παγκοσμίως. Τα προβλήματα που αντιμετώπιζε η HP αφορούσαν την εφοδιαστική αλυσίδα (η οποία απαιτούσε προσεκτική παρακολούθηση) και τη χρήση πολλαπλών πωλητών σε πολλαπλά σημεία της εφοδιαστικής αλυσίδας (απαιτεί αναγνώριση των ειδών και της τοποθεσίας τους). Θέλησαν, λοιπόν να τοποθετήσουν τις ετικέτες σε item level, αλλά στην αρχή είχαν πρόβλημα με τα υπάρχοντα standards (Class 0/1). Το πρόβλημα λύθηκε με την προτυποποίηση του Gen 2 standard, το οποίο και χρησιμοποιήθηκε τελικά. Στις ετικέτες read/write που χρησιμοποιήθηκαν, οι readers είχαν 100% επιτυχία ανάγνωσης και σύντομα έγινε η πιλοτική δοκιμή στις αποθήκες για τις διαδικασίες της διανομής, της reverse διανομής και της παραγωγικής γραμμής. Εγκαταστάθηκαν πάνω από 65 readers και επετεύχθη ROI μέσω αυτοματισμού, ορατότητα εφοδιαστικής αλυσίδας και end2end collaboration. [36]

Coca-Cola 3E

Η ORASYS ID εφάρμοσε την τεχνολογία RFID στη διαχείριση και ταυτοποίηση φιαλών νερού. Τα ζητούμενα της εφαρμογής αποτελούσαν ο συνολικός αριθμός πληρώσεων, ο χρόνος κυκλοφορίας της φιάλης μεταξύ 2 διαδοχικών εμφιαλώσεων, η αυτόματη απόρριψη με την υπέρβαση του επιτρεπτού αριθμού, η ιχνηλασιμότητα της φιάλης ως υλικού συσκευασίας. Η υλοποίηση του συστήματος έγινε χωρίς καμία αλλαγή στην υπάρχουσα λειτουργία και τις εσωτερικές διαδικασίες της εταιρίας. Τα αποτελέσματα που αφορούν την εξαγωγή αξιόπιστων στατιστικών στοιχείων για την κυκλοφορία των φιαλών, βελτίωση της διασφάλισης ποιότητας των προϊόντων και υπηρεσιών της εταιρίας, βελτιστοποίηση στη διαχείριση και αναπαραγγελία φιαλών ήταν άκρως ενθαρρυντικά, τέλος δόθηκε δυνατότητα μελλοντικών επεκτάσεων της εφαρμογής στον τομέα ιχνηλασιμότητα προϊόντος (παρτίδες νερού, ψυκτικά μηχ., πελάτες). [36]

A-2 Κλάδος Ένδυσης

Industry Standard

Οι εταιρείες ρουχισμού και υπόδησης χρησιμοποιούν το RFID για πάρα πολλές εφαρμογές, από τη διαχείριση ποιότητας της πρώτης ύλης μέχρι και την βελτίωση της εμπειρίας του να ψωνίζεις.

Οι νέοι και μοντέρνοι πελάτες στο «Industry Standard», μία καινούρια μπουτίκ ρούχων, στο Οχάιο, Κολόμπους, εκμεταλλεύονται τα χαρακτηριστικά του ενισχυμένου RFID που βρίσκουν μέσα σε όλο το κατάστημα. Οι συχνοί πελάτες του Industry Standard φέρουν κάρτες εγκυρότητας με ετικέτες RFID, δίνοντας τη δυνατότητα στο προσωπικό του καταστήματος να γνωρίζει ποιός μπαίνει από την πόρτα έτσι ώστε να

μπορούν να τους καλωσορίσουν. Οι αναγνώστες που τοποθετήθηκαν κοντά στα δοκιμαστήρια διαβάζουν την ετικέτα πληροφοριών που βρίσκεται πάνω στα ρούχα και τα μόνιτορ των υπολογιστών μέσα στα δοκιμαστήρια επιτρέπουν στους πελάτες να μάθουν πληροφορίες σχετικά με τους σχεδιαστές που έφτιαξαν τα ρούχα που δοκιμάζουν. Συχνά, τα ρούχα που πωλούνται στο κατάστημα σχετίζονται με διάσημους καλλιτέχνες της hip-hop μουσικής ή με skateboarders και οι πελάτες του καταστήματος είναι μεγάλοι θαυμαστές τους. Έτσι προωθούν δείχνοντας σκηνές από τα παρασκήνια, δείχνοντας τους καλλιτέχνες ή τους αθλητές να φοράνε τα ίδια ρούχα που οι πελάτες δοκιμάζουν. Η διαδικασία αυτή αποτελεί ένα αξιόλογο εργαλείο στις πωλήσεις.

Κάποιοι πρωτότυποι λιανέμποροι— όπως ο Dick Lockard, του οποίου η φίρμα thebigspace καινοτομεί στη χρήση του RFID για να αυξήσει τις εμπειρίες των πελατών, χρησιμοποίησε παρουσιάσεις πληροφοριών εντυπωμένων μέσα στους καθρέφτες— έτσι έδειξαν ότι το RFID γίνεται ένα δραστικό εργαλείο στο χτίσιμο γερών σχέσεων ανάμεσα στους πωλητές και στους πελάτες. Μία παρουσίαση στον μαγικό καθρέφτη, ο οποίος χρησιμοποιεί τους αναγνώστες Avery Dennison RFID και software ανεπτυγμένο από την thebigspace, μπορεί να εγκατασταθεί με 20.000 έως και 50.000 δολάρια, ποσά τα οποία δεν καλύπτουν το κόστος τοποθέτησης ετικετών στα προϊόντα που ο αναγνώστης που εγκαταστάθηκε στον καθρέφτη διαβάζει, για να καθορίσει τι πληροφορίες που πρέπει να εμφανίσει. Για να γεμίσει μία παρουσίαση ενός τέτοιου καθρέφτη, ο λιανέμπορος μπορεί να αναδομήσει πολλές από τις πληροφορίες του προϊόντος, όπως η πηγή των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν, προτεινόμενα αξεσουάρ με τα οποία μπορούν να τα ταιριάξουν και τα διαθέσιμα χρώματα, που είναι ήδη διαθέσιμες στο site του.



Εικόνα Α.1: Polo Ralph Lauren Digital Archive (πηγή <http://www.thebigspace.com/>)



Εικόνα Α.2: Levi's Magic Mirror (πηγή <http://www.thebigspace.com/>)

Ένας άλλος τρόπος χρήσης του RFID είναι σαν εργαλείο για αυτό που ονομάζεται κοινωνικοποιημένη πώληση. Αυτή είναι μία αξιοσημείωτη αλλαγή από τις πρώιμες μορφές του RFID στο χώρο της ένδυσης και υπόδησης, η οποία εστίασε στις εφαρμογές του εφοδιασμού των αλυσίδων, όπως οι συσκευασίες με μαγνητικές λωρίδες

και οι παλέτες των προϊόντων που χρησιμοποιούν τις ετικέτες RFID και συγκρίνουν την αποδοτικότητά τους με εκείνες παλιότερης τεχνολογίας auto-ID, ειδικά τα bar codes.

Η εμφάνιση του RFID στις εφαρμογές αντιμετώπισης του καταναλωτή φαίνεται να συμπίπτει με την αντίληψη, ότι η αγωνία του καταναλωτή σχετικά με την πιθανή εισβολή στην ιδιωτικότητά του με τη χρήση του RFID σε επίπεδα αντικειμένων έχει μειωθεί τα τελευταία χρόνια, καθώς οι πελάτες εξοικειώνονται όλο και περισσότερο με την τεχνολογία και αρχίζουν να βλέπουν κάποια πλεονεκτήματα της γρήγορης πρόσβασης στις πληροφορίες του προϊόντος και στις εξειδικευμένες υπηρεσίες.

Ο Nick Tentis, σχεδιαστής ρούχων και μόδιστρος που διευθύνει την υψηλή αντρική μόδα Nick Tentis στο Λονδίνο, βάζει ετικέτες σε κάθε ρούχο προς πώληση και χρησιμοποιεί την τεχνολογία RFID και τον μαγικό καθρέφτη σαν ένα εργαλείο διαχείρισης της σχέσης με τον καταναλωτή. Μάλιστα, οι αναγνώστες που εγκαταστάθηκαν κοντά στην είσοδο του καταστήματος ταυτοποιούν τις ετικέτες που χαραχτήκαν στα κοστούμια του Tentis και όταν οι πελάτες περνούν, μία παρουσίαση χαιρετίζει τον πελάτη αυτόν. *«Οι πελάτες του νιώθουν ιδιαίτεροι. Φέρνουν τους φίλους τους μαζί τους στο κατάστημα και λένε, κοίτα, με ξέρουν».*

Ενώ κάποιοι καταναλωτές, καθώς και κάποιοι υπέρμαχοι της ιδιωτικότητας, έχουν ταχθεί ενάντια στη χρήση του RFID για τις ετικέτες σε επίπεδο προϊόντων για τον ίδιο λόγο, η προσέγγιση του Tentis δείχνει ότι η τεχνολογία, όταν αναπτύσσεται σωστά και σε μία βάση ενδιαφερόμενων πελατών, μπορεί στην πραγματικότητα να κερδίσει την πιστότητα και την έλξη των πελατών. [\[36\]](#)

Alvear Palace

Στο Alvear Palace, ένα πολυτελές ξενοδοχείο στο Μπουένος Άιρες, στην Αργεντινή, είναι σημαντικό που τα μέλη του προσωπικού είναι πάντοτε ευγενικοί και ποτέ χωρίς την στολή τους. Η ταυτοποίηση Radio Frequency δεν μπορεί να βοηθήσει στο πρώτο, αλλά το ξενοδοχείο χρησιμοποιεί την τεχνολογία για να εξασφαλίζει το δεύτερο ανιχνεύοντας και διευθύνοντας τον κύκλο των στολών των υπαλλήλων.

Το σύστημα, ονομαζόμενο SuRF από τον εφευρέτη του Αργεντινικά Συστήματα Del Pino Consultores de Empresas, χρησιμοποιεί 13.56 MHz παθητικών ετικετών και ανακρίνουν με το ISO 15693 air interface protocol. Αυτό αντικαθιστά ένα παλιότερο, χειρωνακτικό σύστημα που συχνά κατέληγε σε κακή κατανομή των στολών, λέει ο διευθυντής της εταιρείας Sergio Del Pino και μερικές φορές οδηγούσε σε ανεπαρκή εφοδιασμό καθαρών φορμών για τους εργάτες όταν χτυπούσαν κάρτα στο ξεκίνημα της βάρδιας τους. Η περιστασιακή έλλειψη εφοδιασμού καθαρών φορμών ήταν μεγάλο πρόβλημα για το ξενοδοχείο, λέει ο Del Pino, επειδή πολλές στολές έρχονται από την Ευρώπη και συνεπώς δεν μπορούσαν να αντικατασταθούν σε σύντομο χρονικό διάστημα. Επιπλέον, οι υπάλληλοι υποχρεούνταν μερικές φορές να φοράνε φθαρμένες στολές ενώ περίμεναν να αντικατασταθούν οι χαμένες, κάτι που φαινόταν άσχημο στο πολυτελές ξενοδοχείο.

Ο Del Pino συνεργάστηκε με το ξενοδοχείο για να εφαρμόσει μία μικρή RFID ετικέτα – μία I-Code ετικέτα, κατασκευασμένη από την Sokymat – σε κάθε σακάκι, πουκάμισο, παντελόνι και άλλα κομμάτια ρουχισμού στην απογραφή των στολών τους. Στο ξεκίνημα της βάρδιας, ο υπάλληλος δίνει αναφορά στην αποθήκη φορμών και παίρνει ένα σετ ρούχων που είναι η στολή του. Η ετικέτα I-Code που εφαρμόστηκε σε

κάθε ρούχο διαβάζεται χρησιμοποιώντας ένα πίνακα ανακριτή RFID, ο οποίος συλλαμβάνει τα ID που έχουν κωδικοποιηθεί στις ετικέτες και τις μεταφέρει σε μία βάση δεδομένων, όπου το ID της κάθε ετικέτας συγκρίνεται με το ID της κάρτας του υπαλλήλου που έλαβε τη στολή. Στο τέλος της βάρδιας, ο υπάλληλος επιστρέφει όλο το σετ στον χώρο του ξενοδοχείου που αφήνουν τις φόρμες, μέσα στην αποθήκη. Εκεί, ο ρουχισμός μαζεύεται και τοποθετείται δίπλα σε άλλον έναν αναγνώστη RFID. Οι ετικέτες διαβάζονται πριν διαλεχτούν τα ρούχα, έπειτα τα στέλνουν στο ανάλογο πλυντήριο ή σε υπηρεσία στεγνού καθαρίσματος του ξενοδοχείου και το software τσεκάρει το κάθε ρούχο πίσω στην απογραφή.

Προτού εφαρμοστεί το σύστημα RFID, το ξενοδοχείο απλά έραβε μία ταμπέλα στο κάθε ρούχο με το όνομα του υπαλλήλου στον οποίο είχε καταχωρηθεί. Το άτομο που τσέκαρε τις στολές διάβαζε την ταμπέλα και χειρωνακτικά τα καταλόγιζε στις επιστροφές. Το σύστημα υπόκειτο σε λάθη, παρόλα αυτά, και δεν υπήρχαν τρόποι αφύπνισης του προσωπικού αν τα ρούχα ενός υπαλλήλου δεν επιστρεφόντουσαν στο τέλος της βάρδιας. Με το νέο, αυτόματο σύστημα, ενημερώνονται οι υπάλληλοι του ξενοδοχείου όταν τα ρούχα δεν επιστρέφονται. Επιπλέον, το χειρωνακτικό σύστημα δεν επέτρεπε στο ξενοδοχείο να μαζέψει εύκολα στοιχεία για τον αριθμό των πλύσεων στις οποίες είχε υποβληθεί το κάθε ρούχο ξεχωριστά, αφού οι φόρμες δεν είχαν ξεχωριστούς ID αριθμούς. Με το σύστημα RFID, παρόλα αυτά, το ξενοδοχείο χρησιμοποιεί software που ανιχνεύει τον αριθμό των πλύσεων ή το στεγνό καθαρίσμα που είχε το ρούχο στον κύκλο της ζωής του, και έπειτα στέλνει στους υπαλλήλους του ξενοδοχείου ενημέρωση όταν μία συγκεκριμένη φόρμα έχει πλυθεί έναν προκαθορισμένο αριθμό πλύσεων. Οι εργάτες τότε βγάζουν την φόρμα από την καταμέτρηση και την αντικαθιστούν με καινούρια, έτσι ώστε να διασφαλίσουν ότι καμία φόρμα δεν είναι φθαρμένη.

«Ο έλεγχος είναι πολύ καλύτερος τώρα» λέει η Menendez, αν και γνωρίζει ότι οι υπάλληλοι χρειάστηκαν κάποιο χρονικό διάστημα για να εμπιστευθούν το νέο σύστημα. Κάποιοι, παρατηρεί, ανησυχούσαν ότι το ξενοδοχείο χρησιμοποιούσε τις ετικέτες RFID για να ανιχνεύει τις κινήσεις τους μέσα στο κτίριο και ελέγχει πόσο χρόνο ξοδεύουν στα διάφορα καθήκοντά τους. Αλλά το σύστημα δεν είναι σχεδιασμένο για αυτό το σκοπό, λέει η Menendez, ούτε θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί έτσι, δεδομένου ότι υπάρχουν μόνο δύο αναγνώστες RFID στο ξενοδοχείο, τοποθετημένοι και οι δύο μέσα στην αποθήκη. *«Συνεργαστήκαμε με το τμήμα ανθρώπινου δυναμικού και τοιχοκολλήσαμε ταμπέλες που εξηγούν πώς χρησιμοποιούνται οι ετικέτες»*, δηλώνει. Αυτό, προσθέτει, καθυσάχασε τους προβληματισμούς των υπαλλήλων. [36]

Kaufhof Warenhaus AG

Η επιχείρηση Kaufhof Warenhaus AG διατηρεί καταστήματα με υφάσματα στη Γερμανία και το Βέλγιο. Η εταιρεία αυτή θέλησε να υιοθετήσει την τεχνολογία RFID για να τη χρησιμοποιήσει σε item level κυρίως. Θέλησε με αυτόν τον τρόπο να βελτιώσει την ικανοποίηση των αναγκών των πελατών (μικρότερος χρόνος αναμονής στο κατάστημα, γρηγορότερη πληροφόρηση, μείωση out-of-stock, αυθεντικότητα προϊόντων), αλλά και των λιανοπωλητών (διαχείριση αποθέματός τους, απόδοση παραλαβής, πρόβλεψη). Χρησιμοποίησαν ετικέτες με HF συχνότητα σε item level επίπεδο και UHF σε pallet level. Έτσι, πέτυχαν σε logistics level καλύτερο έλεγχο, σε επίπεδο unit εισερχόμενου και εξερχόμενου, παρακολούθηση αποθέματος και καλύτερη διανομή, ενώ σε store level καλύτερη προετοιμασία για παραλαβή και ανάκληση προϊόντων, καλύτερη εξυπηρέτηση πελατών και γρηγορότερο service. [36]

Gardeur AG

Η Gardeur AG, που έχει την βάση της στο Moenchengladbach, στη Γερμανία, φτιάχνει παντελόνια και jeans για άντρες και γυναίκες και εφοδιάζει καταστήματα και γνωστές μπουτίκ. Η εταιρεία ράβει τα ρούχα της σε δικούς της χώρους στη Γερμανία και στην Τυνησία και κατά παραγγελία φτιάχνει μερικά και στην Ανατολική Ευρώπη. Ιδρυμένη το 1920, η Gardeur ανέφερε πωλήσεις ύψους 93 εκατομμυρίων ευρώ το 2005, παρέδωσε 2.8 εκατομμύρια κομμάτια, τα μισά περίπου από αυτά πήγαν σε εξαγωγές. Η Gardeur επίσης διευθύνει 630 μπουτίκ σε καταστήματα σε όλο τον κόσμο.

Το 2003, η Gardeur αποφάσισε να εφαρμόσει ένα σύστημα RFID για να έχει μία καλύτερη άποψη της αλυσίδας εφοδιασμού της, να μειώσει τις απώλειες των προϊόντων της, να γίνει πιο επαρκής και να αποκτήσει μεγαλύτερη εμπειρία με την τεχνολογία. Τότε η εταιρεία δεν γνώριζε πόσα κομμάτια έφταναν στις κεντρικές της αποθήκες και στο κέντρο διανομής, ούτε ήταν σε θέση να επιβεβαιώσει ότι όλα της τα προϊόντα από τα κέντρα παραγωγής έφταναν στην αποθήκη. Όταν δε τα ρούχα έφταναν, οι υπάλληλοι έπρεπε να ξοδέψουν πολύ χρόνο για να ξεχωρίζουν και να καταμετρούν χειρωνακτικά τα διάφορα στυλ, μεγέθη και χρώματα. Επιπλέον, ως προμηθευτής του Galeria Kaufhof, μέλος της Metro Group που σχεδιάζει να κάνει χρήση του RFID σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού του, η Gardeur γνώριζε ότι θα ήταν υποχρεωμένη να βάζει ετικέτες στα ρούχα στο μέλλον.

Η Gardeur επέλεξε να δουλέψει με τον τομέα Infineon's RFID επειδή ένιωθε σίγουρη για την τεχνολογία της εταιρείας, λέει ο Dominik Berger, διευθυντής του RF-iT Solutions GmbH στο Gratz, στην Αυστρία. Για τον οδηγό RFID (πιλοτική εφαρμογή), η εταιρεία αποφάσισε να ανιχνεύει τα ρούχα που μεταφέρονται από την τοποθεσία παραγωγής τους στο Augustfehn της Γερμανίας, μέχρι την κεντρική αποθήκη διανομής τους στο Moenchengladbach. Στο κάθε προϊόν τοποθετούταν ετικέτα και έμπαινε σε ένα τρόλεϊ. Προτού φορτωθούν στα φορτηγά, οι εργάτες διάβαζαν τις ετικέτες καθώς το τρόλεϊ περνούσε από μία πύλη εξοπλισμένη με έναν ανακριτή RFID. Οι ετικέτες διαβαζόντουσαν ξανά όταν τα ρούχα έφταναν στην κεντρική αποθήκη και στο κέντρο διανομής. Εφαρμοσμένο από τον Οκτώβριο του 2004, ο οδηγός δούλεψε για τρεις μήνες. Η Gardeur συνέχισε να χρησιμοποιεί το σύστημα για να ιχνηλατεί την απογραφή για ενάμιση χρόνο, έπειτα αποφάσισε να το διευρύνει σε όλες της τις εταιρείες. Μέσα στον πρώτο χρόνο λειτουργίας, το σύστημα RFID πέτυχε τους στόχους της Gardeur και ακόμα περισσότερους: Πρόσφερε κέρδος από την επένδυση συντομότερα από ότι περίμεναν.

«Το RFID μας έχει βοηθήσει να μειώσουμε την χειρωνακτική εργασία και μας έχει επιτρέψει να υπολογίζουμε ακριβέστερα τα προϊόντα που στάλθηκαν και παραλήφθηκαν», λέει ο Thomas Ballweg, ο οποίος διευθύνει το project στην Gardeur. Αποδίδει το ROI στο γεγονός ότι το σύστημα επαναχρησιμοποιεί τις ετικέτες RFID, μειώνοντας το κόστος του hardware. Άλλα πλεονεκτήματα του RFID είναι η καλύτερη διαχείριση της απογραφής, η πιο ακριβής επίτευξη των παραγγελιών κατασκευής, λιγότερες απώλειες και λιγότερες επιστροφές από τους πελάτες χάρη σε μια πιο αξιόπιστη διαδικασία παράδοσης. «Τα κέρδη θα μας επιτρέψουν να επενδύσουμε στην επέκταση του RFID solution. Η λειτουργικότητα του συστήματος είναι τόσο πειστική επέκταση της επίλυσης και στο δικό τους μέρος εφοδιασμού της αλυσίδας» λέει ο Ballweg.

Το σύστημα RFID συνδυάστηκε με το bar-code σύστημα ανίχνευσης, το οποίο οι πωλητές ακόμα χρησιμοποιούν για να ταυτοποιήσουν τα αντικείμενα. Ένας εκτυπωτής

bar-code παράγει δύο ταμπέλες: οι εργάτες στο εργοστάσιο στο Augustfehn επικολλούν μία στο κάθε αντικείμενο με ένα ειδικό πιστόλι, κρεμώντας την άλλη γύρω από το λαιμό της κρεμάστρας. Μετά επικολλούν ένα Infineon transponder των 13.56 MHz σε μέγεθος πιστωτικής κάρτας σε κάθε αντικείμενο χρησιμοποιώντας το πιστόλι για τις ετικέτες, η οποία έχει έναν μοναδικό αριθμό ταυτοποίησης (UID) που δεν μπορεί να σβηστεί. Οι ημερομηνίες των ετικετών είναι καταγεγραμμένες στο σύστημα και συνδεδεμένες με το UID της κάθε ετικέτας, επιτρέποντας έτσι στην κάθε ετικέτα να έχει ένα “νέο” ID μετά την επαναχρησιμοποίηση της. Μετά τις ετικέτες RFID στα ρούχα, οι εργάτες χρησιμοποιούν ένα από τα δύο διαθέσιμα Casio DTX PDA χειρός που περιλαμβάνουν εμβάσματα Microsensys RFID και ενεργοποιούν το λειτουργικό software του RFID για να διαβάσουν το bar-code και γράφουν την πληροφορία από το bar-code στο τσιπ. Το τερματικό του Casio DTX μεταφέρει τα στοιχεία στο σύστημα πληροφοριών της Gardeur, που είναι σχεδιασμένο για τους πελάτες μέσω ασύρματου LAN, και αφού οι αριθμοί των bar-codes και οι αριθμοί ID συνδεθούν με την Gardeur, οι ιδιοκτήτες της Gardeur επιχειρούν το σχεδιασμό των πόρων και το σύστημα διαχείρισης της αποθήκης.

Οι εργάτες τοποθετούν όλα τα ρούχα σε καρότσια με κρεμάστρες – περίπου 100 σε κάθε καρότσι – και τα σύρουν διασχίζοντας μία πύλη 2 μέτρων ύψους στην οποία έχει μπει μία κεραία RFID από το TBN GmbH και ένας αναγνώστης από την Scemtec. Εκεί, οι αναγνώστες διαβάζουν τις ετικέτες μία φορά ακόμα και στέλνουν τα στοιχεία στο λειτουργικό σύστημα RF-iT You-R Open. Το You-R Open λειτουργεί ως συσκευή διαχείρισης στοιχείων middleware και επίσης προσφέρει ένα σαλόνι διοίκησης, που στέλνει με e-mail στο IT administrator αν ένας αναγνώστης αποτύχει. Το You-R Open συλλέγει και βάζει στη διαδικασία όλα τα στοιχεία από τις συσκευές και μετά το τροποποιεί για να είναι συμβατό με την Gardline. Η Gardeur επίσης θέτει σε λειτουργία το RF-iT You-R smart “επίλυση μόδας”, το οποίο επιτρέπει στους μάνατζερ να διασφαλίσουν ότι όλα τα προϊόντα που εστάλησαν από το Augustfehn έφτασαν στο Moenchengladbach.

«Η Gardeur τώρα γνωρίζει τι βρίσκεται στην αποθήκη και αν όλα τα σταλμένα ελήφθησαν. Όταν λαμβάνουν ένα φορτίο, τα προϊόντα σκανάρονται και οι υπεύθυνοι ξέρουν αμέσως αν η παράδοση ολοκληρώθηκε» λέει ο Berger. Οι εργάτες μπορούν να ρίξουν μία ματιά στην οθόνη του κομπιούτερ για να επιβεβαιώσουν ότι τα στοιχεία από τους αναγνώστες της θύρας μεταφέρθηκαν στο software του You-R Open. Οι πληροφορίες από το You-R Open στο Augustfehn συγχρονίζονται αυτομάτως με την κεντρική βάση δεδομένων στο Moenchengladbach πολλές φορές την ημέρα, επιτρέποντας στους υπεύθυνους να δούνε ποια αντικείμενα είναι στο δρόμο προς την αποθήκη. Όταν τα προϊόντα φτάνουν στην αποθήκη του Moenchengladbach και στο κέντρο διανομής, οι ετικέτες διαβάζονται ξανά καθώς περνάνε μέσα από την θύρα RFID ίδια ακριβώς με εκείνη στο Augustfehn. Η Gardeur λέει ότι οι ρυθμοί ανάγνωσης κυμαίνονται γύρω στο 100%, επιτρέποντας έτσι στους υπεύθυνους να επιβεβαιώσουν ότι έχουν λάβει στην πραγματικότητα όλα τα σταλμένα προϊόντα. *«Είμαστε πολύ ικανοποιημένοι με την ακρίβεια αυτών των αναγνώσεων. Είναι πολύ πιο ακριβείς από τα bar-codes ή από το χειρωνακτικό μέτρημα»* λέει ο Ballweg.

Αφού διαβαστούν οι ετικέτες, απομακρύνονται από τα ρούχα και επιστρέφονται στο Augustfehn. Υπάρχουν 20.000 ετικέτες σε κυκλοφορία αυτή τη στιγμή, που η κάθε μία από αυτές μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί 20 με 30 φορές. Όταν οι τιμές πέσουν στα 12,5 σεντς, η Gardeur σχεδιάζει να εμφυτεύσει ετικέτες μιας χρήσεως έτσι ώστε τα ρούχα να μπορούν να ανιχνευθούν από την εργοστασιακή γραμμή έως τη λιανική πώληση. Αυτή τη στιγμή η Gardeur πληρώνει περίπου 50 σεντς την κάθε

επαναχρησιμοποιούμενη ετικέτα. Κατά την αρχική φάση των λειτουργιών, η Gardeur περίμενε να πέσουν οι τιμές των ετικετών και είχε προετοιμάσει το σύστημα να αλλάξει σε ετικέτες μίας χρήσης. Αλλά οι τιμές δεν έπεσαν όσο γρήγορα ήλπιζαν και η Gardeur αποφάσισε να βάλει επαναχρησιμοποιούμενες ετικέτες μέχρι να πέσουν οι τιμές των ετικετών. Σε εκείνο το σημείο, εξηγεί η εταιρεία, όλα θα είναι έτοιμα για μία γρήγορη αλλαγή σε ετικέτες μίας διαδρομής.

Ως αποτέλεσμα της επιτυχίας του οδηγού, η Gardeur ανακοίνωσε τα σχέδιά της για την ανάπτυξη του συστήματος RFID σε τρία εργοστάσια στην Τυνησία, χρησιμοποιώντας το ROI της για να βοηθηθούν στη κάλυψη των εξόδων. Στο πλάνο της εταιρείας ήταν η εγκατάσταση του συστήματος, το οποίο θα ανιχνεύει τα ρούχα από την Τυνησία έως την Γερμανία, μέχρι τον Σεπτέμβριο 2006 με προσδοκία για ένα άμεσο ROI εφόσον θα ξαναχρησιμοποιεί τις ετικέτες. Η Gardeur θα χρειαστεί 250.000 ετικέτες στην Τυνησία και έξι ανακριτές χειρός – τέσσερις για καθημερινή χρήση, συν δύο αναπληρωματικούς. Επιπλέον, η εταιρεία σκέφτεται εφαρμογή του συστήματος σε ένα ανεξάρτητο ρουμάνικο κατάστημα που εφοδιάζει την Gardeur, αλλά δεν έχει καθοριστεί κανένας χρονικός προσδιορισμός για το πότε θα γίνει αυτό. Σε επόμενες εφαρμογές του RFID, η εταιρεία αποβλέπει στο να χρησιμοποιεί την τεχνολογία για να διαχειρίζεται καλύτερα την αποθήκη της γνωρίζοντας ποια προϊόντα έχουν σταλεί και ποια ρούχα μεταφέρθηκαν στις διάφορες ζώνες αποθήκευσης. Επίσης θα χρησιμοποιεί το RFID για να επιλέγει αντικείμενα για γρήγορη αποστολή.

Εν τω μεταξύ, η εταιρεία αξιολογεί κι άλλα hardware. *«Συνεχώς αξιολογούμε νέα τσιπς, κεραίες και αναγνώστες για να εξασφαλίσουμε ότι πάντα έχουμε τις τελευταίες βελτιώσεις διαθέσιμες,»* λέει ο Andreas Ferstl, αρχιμηχανικός για την εγκατάσταση και τα customer projects στο RF-iT. *«Όταν επεκταθούμε στη Τυνησία, θα μπορούσαμε να εφαρμόσουμε αυτό που ήδη χρησιμοποιούμε στην Γερμανία, αλλά θέλουμε να δούμε τι είναι διαθέσιμο τώρα στην αγορά για να αποκτήσουμε ένα ακόμα πιο ακμαίο σύστημα και να ελαχιστοποιήσουμε το κόστος.»*

Η Gardeur και το RF-iT συνεργάζονται με το Fashion Group RFID για να δημιουργήσουν μία συντονισμένη επίλυση στην βιομηχανία των υφασμάτων. Η Fashion Group RFID είναι μία βιομηχανική κοινοπραξία στηριζόμενη από την Gesellschaft für Consulting und Synergie mbH (GCS) κοντά στο Μόναχο, σε συνεργασία με την GS1 Germany, που ορίζει τα standards. Τα μέλη της κοινοπραξίας περιλαμβάνουν την H&M, την Karstadt Warenhaus GmbH και την Kaufhof Warenhaus AG. Η Fashion Group RFID είναι μία από τις πολλές ομάδες επιχειρηματιών που δουλεύουν για να επηρεάσουν τα standards της βιομηχανίας. Στόχος της Gardeur είναι να εδραιώσει καλύτερες πρακτικές, που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν παγκοσμίως. Η εταιρεία θέλει να αναπτύξει έξυπνες υφασμάτινες ετικέτες και standards για την μόνιμη εμφύτευση των ετικετών στα ρούχα. Επίσης ελπίζει να διαπραγματευθεί για μεγάλες εκπτώσεις στην βιομηχανία και να εκπαιδεύσει τον κόσμο σχετικά με τα θέματα ιδιωτικότητας. Η Gardeur υποστηρίζει το Fashion Group RFID, επειδή βλέπει την υπόψη οργάνωση σαν ένα τρόπο να προστατεύσει την επανίδρυσή της διασφαλίζοντας ότι η βιομηχανία υιοθετεί συμβατές τεχνολογίες. *«Είμαστε πεπεισμένοι ότι οι θετικές μας εμπειρίες μπορούν να διοχετευθούν σε άλλες εταιρείες στον τομέα των υφασμάτων»* λέει ο Ballweg. [36]

A-3 Κλάδος Logistics και Μεταφορών

Διακίνησις ΑΕ

Η Διακίνησης ΑΕ, μια από τις σημαντικότερες εταιρείες 3PL, εγκαίνιασε και λειτούργησε την πρώτη εκτεταμένη εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Αποθηκών (WMS) στην Ελλάδα 15 χρόνια πριν. Σήμερα κάνει ένα βήμα μπροστά εγκαθιστώντας και λειτουργώντας ένα ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Αποθηκών με RFID. Η συγκεκριμένη εφαρμογή αφορά το νεότερο κέντρο logistics της εταιρίας 25.000 τ.μ., που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και διανομή των προϊόντων της μεγαλύτερης πολυεθνικής εταιρίας τροφίμων παγκοσμίως. Ο σχεδιασμός και υλοποίηση του έργου έγινε από την Business Effectiveness ΑΕ με στόχο την μεγιστοποίηση της ποιότητας λειτουργίας του συγκεκριμένου κέντρου logistics. Αξίζει να αναφερθεί ότι πρόκειται για την τρίτη εφαρμογή RFID που πραγματοποιεί η Business Effectiveness στην ίδια εταιρεία. Η επιτυχημένη εφαρμογή των δύο προηγούμενων ενθάρρυνε ένα τόσο φιλόδοξο εγχείρημα, που συνιστά πρωτοπορία όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και στην Ευρώπη.

Λογική σχεδιασμού. Το προσωπικό ενός κέντρου logistics χρησιμοποιεί και διαχειρίζεται, ως γνωστόν, περνοφόρα, παλέτες, ράφια, πόρτες και φορτηγά διανομής. Αν καθένα από αυτά μπορεί να αναγνωρίσει το άλλο, χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση, το προσωπικό θα επικεντρωθεί μόνο σε χρήσιμες λειτουργίες (μεταφορά, αποθήκευση, φόρτωση εμπορευμάτων κ.λπ.), θα αποφευχθούν λάθη, καθυστερήσεις, ενέργειες που δεν παράγουν αξία, η διεργασία των logistics θα αποκτήσει συνέχεια, ενώ οι επιμέρους διαδικασίες θα εκτελούνται με ακρίβεια και ταχύτητα. Η αλληλοαναγνώριση των περιουσιακών στοιχείων ενός κέντρου logistics μπορεί να επιτευχθεί αν παλέτες, ράφια και φορτηγά χαρακτηρισθούν μονοσήμαντα με ετικέτες RFID, ενώ περνοφόρα και πόρτες εξοπλισθούν με αναγνώστες RFID.

Τα σημεία που χρήζουν προσοχής. Χρειάζεται προσοχή όμως, καθώς η πραγματικότητα είναι πολύ διαφορετική από τον επί χάρτου σχεδιασμό. Τα μέταλλα δημιουργούν πολλά προβλήματα στο RFID (τα ραδιοκύματα ανακλώνται και πρακτικά αχρηστεύονται) και μια αποθήκη είναι γεμάτη μέταλλα. Το πάτωμα έχει ρινίσματα μετάλλου, τα ράφια είναι μεταλλικά, ενώ υπάρχουν επίσης πολλά προϊόντα σε μεταλλικά κουτιά. Επιπλέον, τα προϊόντα αποθηκεύονται το ένα κοντά στο άλλο και ένας αναγνώστης RFID μπορεί να διαβάζει μαζί με το στοχευόμενο εμπόρευμα και πολλά άλλα. Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι δεν υπήρχαν αξιόπιστοι αναγνώστες RFID για περνοφόρα, ούτε έτοιμες λύσεις για τα προαναφερθέντα προβλήματα. Τόσο στην Διακίνησις, όσο και στην Business Effectiveness, λένε: *«Δεν είναι υπερβολή ότι στην πορεία της υλοποίησης συναντήσαμε και λύσαμε σωρεία προβλημάτων, για τα οποία δεν υπήρχε έτοιμη λύση».*

Το έργο αναλυτικά

- Σε όλες τις παλετοθέσεις επικολλήθηκαν ειδικά κατασκευασμένες ετικέτες RFID, που λειτουργούν ανεμπόδιστα σε μεταλλικό περιβάλλον. Η κάθε παλετοθέση έχει ταυτοποιηθεί με μια ετικέτα RFID, που περιλαμβάνει τις συντεταγμένες της.
- Τα περνοφόρα έχουν εξοπλιστεί με αντένες και αναγνώστες RFID, που επικοινωνούν ασύρματα με τον κεντρικό server και το WMS.

- Οι ράμπες φόρτωσης έχουν εξοπλιστεί με RFID portals που περιέχουν αντένες και αναγνώστες RFID της Alien Technology. Τα RFID portals είναι αδιάβροχα και έχουν ειδική προστασία για να αντέχουν στις τυχαίες προσκρούσεις των περνοφόρων.

- Σε κάθε εισαγομένη παλέτα επικολλάται μια ετικέτα με ενσωματωμένο RFID και εκτυπωμένο barcode. Η συγκεκριμένη ετικέτα συσχετίζεται με το περιεχόμενο της παλέτας, έτσι ώστε να περιέχει πληροφορίες που αφορούν το είδος, την ποσότητα, την παρτίδα προϊόντος κλπ.

- Τα περνοφόρα αναγνωρίζουν αμέσως τις προς αποθήκευση παλέτες μέσω των αναγνωστών RFID που φέρουν. Με την αναγνώριση κάθε παλέτας, ο αναγνώστης RFID του περνοφόρου επικοινωνεί αυτόματα με το WMS, που δίνει οδηγίες αποθήκευσης στο τερματικό του χειριστή.

- Με την εναπόθεση της παλέτας στα ράφια, ο αναγνώστης του περνοφόρου διαβάζει τα RFID της παλετοθέσης και της παλέτας. Εάν η εναπόθεση δεν γίνει στη σωστή παλετοθέση ή αν η παλέτα δεν είναι σωστή, ενημερώνεται ο οδηγός του περνοφόρου. Εάν δεν γίνει άμεση διόρθωση, το σύστημα απαγορεύει περαιτέρω χρήση του περνοφόρου.

- Οι παλέτες μεταφέρονται στις θέσεις ετοιμασίας παραγγελιών (picking), όπου και συλλέγονται τα προϊόντα. Εδώ, η διαδικασία περιλαμβάνει συνδυασμένη χρήση των barcodes των κιβωτίων και του RFID της παραγγελίας.

- Οι έτοιμες παραγγελίες περνάνε από RFID portals, τα οποία διαβάζουν την ετικέτα RFID της παραγγελίας καθώς επίσης και την ετικέτα RFID του φορτηγού. Το γεγονός ότι η σωστή παραγγελία φορτώνεται στο σωστό φορτηγό επιβεβαιώνεται ηχητικά και οπτικά με πράσινο σήμα. Εάν κάτι είναι λάθος, υπάρχει διαφορετική ηχητική και φωτεινή ένδειξη και η διαδικασία διακόπτεται.

- Τέλος, η απογραφή πραγματοποιείται πολύ γρήγορα και αξιόπιστα, με απλό πέρασμα εξοπλισμένου περνοφόρου από τους διαδρόμους, σε αντίθεση με την γνωστή χρονοβόρα διαδικασία απογραφής.

Σημερινή κατάσταση. Σήμερα το έργο έχει ολοκληρωθεί και σε όλες τις εισαγόμενες παλέτες επικολλώνται RFID labels, δηλαδή ετικέτες με εκτυπωμένο barcode και ενσωματωμένο RFID. Επίσης, όλες οι παλετοθέσεις έχουν ταυτοποιηθεί με ειδικές ετικέτες RFID. Παράλληλα, οκτώ (8) περνοφόρα έχουν ήδη εξοπλισθεί με αναγνώστες RFID, ενώ έχουν επίσης εγκατασταθεί οκτώ RFID portals στις ράμπες φόρτωσης.

Η Διακίνησης Α.Ε. από την περιγραφείσα εφαρμογή, που βοηθά στην εναπόθεση των παλετών στα ράφια, στην παραλαβή παλετών από τα ράφια, στην φόρτωση των παραγγελιών και στην απογραφή, αναμένει:

- Αυτοματοποίηση διαδικασιών, ως άμεση συνέπεια της αυτόματης αλληλοαναγνώρισης των περιουσιακών στοιχείων της αποθήκης.

- Ελαχιστοποίηση λαθών, ως αποτέλεσμα της δραστηκής μείωσης της ανθρώπινης παρέμβασης.

- Μείωση ελλείψεων, ως συνέπεια λιγότερων λαθών και της μεταφοράς πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο.
- Γρήγορες και συχνότερες απογραφές, αφού η διαδικασία θα είναι απλούστερη και ταχύτερη.
- Μείωση επαναληπτικών παραγγελιών, αφού θα υπάρχουν λιγότερες ελλείψεις και ακριβέστερη γνώση του αποθέματος.
- Επιτάχυνση φορτώσεων, αφού ο έλεγχος στις πόρτες φόρτωσης θα γίνεται αυτόματα.
- Μείωση κόστους λειτουργίας και σημαντικό ROI, ως αποτέλεσμα όλων των ανωτέρω.

Τα αποτελέσματα των εκτεταμένων πιλοτικών δοκιμών κατέδειξαν ότι υπάρχουν οικονομικές λύσεις που επιτρέπουν την ανάγνωση ετικετών RFID πάνω σε μέταλλα, ότι περνοφόρα που είναι εξοπλισμένα με αναγνώστες RFID λειτουργούν άψογα σαν αναγνώστες μεγάλης εμβελείας, ότι ο σχεδιασμός υλοποιείται χωρίς καθυστερήσεις και αξεπέραστα προβλήματα και ότι το προσωπικό της αποθήκης δέχεται την καινούργια τεχνολογία. Συμπερασματικά η Διακίνησης ΑΕ και η Business Effectiveness κατάφεραν να ξεπεράσουν έναν σημαντικό αριθμό τεχνολογικών και επιχειρηματικών προκλήσεων, αναφορά των οποίων έγινε στο 3^ο κεφάλαιο, προκειμένου να ολοκληρώσουν την εφαρμογή ενός συστήματος RFID και να επωφεληθούν τα πλεονεκτήματά του. [36]

Οργανισμός Λιμένος Θεσσαλονίκης (ΟΛΘ)

Βελτιστοποίηση της διαδικασίας μεταφόρτωσης φορτίων σε τερματικούς σταθμούς συνδυασμένων μεταφορών στον Οργανισμό Λιμένος Θεσ/νίκης: Η TREDIT A.E. στο ερευνητικό έργο MIPTO, χρησιμοποίησε τεχνολογίες RFID για τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας μεταφόρτωσης εμπορευματοκιβωτίων από το σιδηρόδρομο στο σταθμό εμπορευματοκιβωτίων (ΣΕΜΠΟ) του ΟΛΘ. Κατάλληλες ετικέτες RFID εγκιβωτίστηκαν σε διάφορες θέσεις του χώρου μετεπιβίβασης και στοίβαξης και αναγνώστες RFID τοποθετήθηκαν στο γερανό μεταφόρτωσης (transtainer) και σε ένα όχημα μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (straddle). Στόχος της εφαρμογής ήταν να προσφέρει ένα τρόπο αυτόματης εύρεσης της θέσης συλλογής ή απόθεσης του εμπορευματοκιβωτίου (Ε/Κ), χωρίς να απαιτείται προσπάθεια από τον χρήστη. Συγκεκριμένα, ο οδηγός του οχήματος όχι μόνο λάμβανε την εντολή μεταφοράς ή μεταφόρτωσης ενός Ε/Κ, αλλά ειδοποιείτο επίσης από το σύστημα και όταν βρισκόταν στην κατάλληλη θέση (η οποία ανιχνευόταν με χρήση της τεχνολογίας RFID). Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιήθηκαν οι πιθανότητες σφάλματος και μειώθηκαν οι χρόνοι συλλογής/ απόθεσης των Ε/Κ, μειώνοντας συνολικά το χρόνο (και συνεπώς το κόστος) διαχείρισης των Ε/Κ. [36]

A-4 Κλάδος Τροφίμων

Delhaize Group

Η Delhaize Group είναι μια βελγική επιχείρηση, η οποία δραστηριοποιείται στο λιανεμπόριο τροφίμων. Καλύπτει 8 χώρες, 3 ηπείρους και συνολικά 2636 καταστήματα λιανικής. Στην Ελλάδα πελάτες της είναι Ο ΑΒ Βασιλόπουλος και τα καταστήματα ΕΝΑ.

Το 2004 η Delhaize αποφάσισε να υιοθετήσει τη λύση του RFID, ώστε να αποκτήσει καλύτερη διαχείριση των αποθεμάτων της, να παρακολουθεί τα προϊόντα της και να τα αυθεντικοποιεί. Χρησιμοποιήθηκαν ετικέτες τόσο σε item level όσο και σε back office level. Η χρήση μιας μίξης των συχνοτήτων UHF και HF κρίθηκε αναγκαία, καθώς παρατήρησαν ότι η HF συχνότητα λειτουργεί καλύτερα σε προϊόντα που περιείχαν υγρό όπως τα δοχεία που μετέφεραν το κρέας και δίνει καλύτερη λύση απόστασης – ανάγνωσης. Επετεύχθη παρακολούθηση αγαθών, βελτίωση απόδοσης των λειτουργιών της αποθήκης και ορατότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας και του αποθέματος. Κάποια προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν είναι ότι αρχικά οι ετικέτες Gen 1 δεν είχαν καλή απόδοση ανάγνωσης από τους αναγνώστες, οι αναγνώστες διάβαζαν και εκτός του επιθυμητού πεδίου δράσης τους και ότι μόνο μία συχνότητα δεν είναι πανάκεια, αλλά μια μίξη συχνοτήτων φέρνει τα επιθυμητά αποτελέσματα. [36]

Global Foods Inc.

Η Global Foods Inc. είναι πολυεθνική επιχείρηση παραγωγής συσκευασμένων τροφίμων με ετήσιες πωλήσεις που υπερβαίνουν τα 20 δισεκατομμύρια ευρώ. Έχει αρκετά διαφορετικά εμπορικά σήματα, μερικά από τα οποία είναι παγκόσμια ενώ άλλα είναι διαθέσιμα μόνο σε επιλεγμένες χώρες. Εξετάζεται συγκεκριμένα ένα από τα εμπορικά σήματά της το οποίο αφορά την παραγωγή και πώληση μιας ευρείας ποικιλίας τροφίμων. Τα προϊόντα συσκευάζονται σε δοχεία, μπουκάλια ή συσκευασίες χαρτονιού. Μπορούν να αποθηκευτούν για αρκετούς μήνες χωρίς ψύξη. Στις συγκεκριμένες εγκαταστάσεις εξετάσθηκαν περίπου 200 διαφορετικά προϊόντα που παράγονται. Οι εγκαταστάσεις βρίσκονται στην Κεντρική Ευρώπη. Από εκεί, τα προϊόντα στέλνονται σε περίπου 300 σημεία παράδοσης σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες. Η αποθήκη εμπορευμάτων λαμβάνει και στέλνει περίπου 300.000 παλέτες ετησίως.

Συγκέντρωση φορτίων και φόρτωση φορτηγών στην εταιρεία Global Foods Inc.:

Υπόβαθρο και τρέχουσα διαδικασία: Οι παλέτες που στέλνονται συγκεντρώνονται σε μια ειδική περιοχή, προτού να φθάσει το φορτηγό και από εκεί φορτώνονται στο φορτηγό. Προκειμένου να ελεγχθεί αν οι σωστές παλέτες τοποθετούνται στο σωστό φορτηγό, σαρώνεται ο γραμμωτός κώδικας της παλέτας. Συχνά τα ανυψωτικά μηχανήματα μεταφέρουν δυο παλέτες ταυτόχρονα, τη μια τοποθετημένη πάνω στην άλλη.

Διαδικασία με RFID: Με την τεχνολογία RFID, αντί της συγκέντρωσης των παλετών πριν από την άφιξη του φορτηγού, οι παλέτες μπορούν να φορτωθούν αμέσως μόλις φτάσει το φορτηγό. Έτσι, προκύπτουν δύο οφέλη. Το πρώτο προέρχεται καθαρά από την εξάλειψη της ανάγκης για την ανίχνευση με χειροκίνητη συσκευή του γραμμωτού κώδικα, ενώ το δεύτερο από τον ανασχεδιασμό ολόκληρης της διαδικασίας, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε περαιτέρω μείωση του κόστους εργασίας καθώς επίσης και σε περισσότερο ελεύθερο χώρο στην αποθήκη που μπορεί να έχει διαφορετική χρησιμότητα (προς το παρόν, η Global Foods χρησιμοποιεί μισθωμένο χώρο αποθήκευσης τρίτων σε διαφορετική τοποθεσία γιατί ο χώρος των ιδιόκτητων αποθηκών της δεν επαρκεί). Το δεύτερο όφελος πραγματοποιείται με την αλλαγή του συστήματος διαχείρισης αποθηκών έτσι ώστε να μπορεί να προσδιορίσει τις οδηγίες με βάση την άφιξη των φορτηγών.

Πιθανό οικονομικό όφελος: Εξετάζονται χωριστά τα δύο προηγούμενα οφέλη. Όσον αφορά το πρώτο όφελος (δηλ. αυτοματοποίηση της τρέχουσας διαδικασίας

ανίχνευσης γραμμωτού κώδικα όταν φορτώνεται μια παλέτα στο φορτηγό), η Global Foods υπολογίζεται ότι μπορεί να εξοικονομήσει περίπου επτά δευτερόλεπτα ανά παλέτα εάν χρησιμοποιεί την τεχνολογία RFID. Από τις 300.000 παλέτες που δρομολογούνται, το ένα τρίτο πηγαίνει για παράδοση και τα άλλα δυο τρίτα μεταφέρονται σε αποθήκες άλλων κέντρων διανομής της εταιρείας. Αν θεωρηθεί ότι το κόστος εργασίας για το προσωπικό αποθηκών ανέρχεται σε €25 ανά ώρα, τότε προκύπτει ένα όφελος €5.000 μόνο γι' αυτήν την αποθήκη εμπορευμάτων. Αν το όφελος διαιρεθεί για κάθε παλέτα προκύπτουν €0,05 για καθεμία.

Όσον αφορά το δεύτερο όφελος (δηλ. βελτιστοποίηση της διαδικασίας φόρτωσης με just-in-time συγκέντρωση των παλετών), η Global Foods αναμένει να εξοικονομήσει 30 δευτερόλεπτα ανά παλέτα. Υποθέτοντας ένα κόστος της τάξης των € 30 ανά ώρα για κάθε οδηγό, υπάρχει δυνατότητα αποταμίευσης για το κόστος εργασίας € 25.000 ετησίως ή € 0,25 ανά παλέτα. Επιπλέον, αναμένεται ότι η Global Foods θα μπορέσει να κερδίσει 500 τετραγωνικά μέτρα από το χώρο αποθήκευσης. Υποθέτοντας κόστος € 50 ανά τετραγωνικό μέτρο ανά έτος για το νοικιασμένο χώρο αποθήκευσης, προκύπτουν € 25.000 (αυτός ο υπολογισμός αγνοεί το τρέχον κόστος μετακίνησης των προϊόντων από και προς το νοικιασμένο χώρο αποθήκευσης). [\[6\]](#)

Moraitis Fresh Produce

Η οικογενειακή επιχείρηση Moraitis Fresh είναι πρωτοπόρος στη χονδρική πώληση, συσκευασία, επεξεργασία και καλλιέργεια φρέσκων προϊόντων σε όλη την Αυστραλία. Επιδιώκοντας έναν τρόπο να επεκταθεί η ανταγωνιστικότητά της με αύξηση της παραγωγικότητας και ανάπτυξη καλύτερων επικοινωνιών με τους λιανοπωλητές του, η Moraitis Fresh δέσμευσε τις επιχειρησιακές συμβουλευτικές υπηρεσίες της IBM για να σχεδιάσει και να εφαρμόσει μια ασύρματη λύση αναγνώρισης προϊόντων για τις νέες εγκαταστάσεις παραγωγής της. Η Moraitis Fresh τώρα εδραιώνεται όσον αφορά την ανάπτυξη και για να συναντήσει την προσδοκώμενη υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID.

Επιχειρησιακά οφέλη. Η επιχείρηση ξέρει την ακριβή ποσότητα και κατηγορία των τοματών στην εφοδιαστική αλυσίδα της οποιαδήποτε στιγμή και μπορεί επομένως να ανταποκριθεί αμέσως στις ανάγκες των λιανοπωλητών. Η Moraitis Fresh θα είναι σε θέση να αγοράσει τον κατάλογό της μέσω μιας μεταβλητής δομής δαπανών - σχετικής με την πραγματική παραγωγή των τοματών μετά από την επεξεργασία. Ο όγκος μπορεί να αυξηθεί και οι χρόνοι συσκευασίας να μειωθούν επιτρέποντας στη Moraitis Fresh να ανακατανείμει το απασχολούμενο προσωπικό αποτελεσματικότερα. Η Moraitis Fresh εκτιμά ότι θα αποζημιώσει την αρχική επένδυση \$100.000 μέσα σε ένα έτος από τη πλήρη εφαρμογή και αναμένει τη σημαντική τρέχουσα μείωση του λειτουργικού κόστους.

Συνεχής έλεγχος. Το σύστημα RFID παρέχει τα ακριβή στοιχεία όσον αφορά την προέλευση, την ημερομηνία συσκευασίας, τον τύπο, την ποιότητα και το μέγεθος των τεσσάρων τόνων τοματών Moraitis Fresh που μεταφέρονται κάθε ημέρα. Παραδείγματος χάριν, η Moraitis Fresh θα είναι σε θέση να ελέγξει τις βασικές μετρικές όπως τα απόβλητα ανά παρτίδα και τον ακριβή αριθμό παλετών που παραλαμβάνονται από κάθε καλλιεργητή. Η επιχείρηση θεωρεί ότι μπορεί να επιτύχει την καλύτερη συγκράτηση δαπανών με την πληρωμή των καλλιεργητών βάση της πραγματικής ποιότητας και τον πραγματικό αριθμό τοματών που παραλαμβάνει.

Όταν οι τομάτες φθάνουν στις εγκαταστάσεις της Moraitis Fresh, το προσωπικό χρησιμοποιεί φορητούς αναγνώστες RFID για να αναγνωρίσει τις παλέτες. Αναθέτουν

έπειτα έναν αριθμό παρτίδας για να κάνουν τις παλέτες έτοιμες για τη λιανική διανομή. Οι τομάτες κατηγοριοποιούνται, χωρίζονται και στέλλονται με τις παλέτες, οι οποίες μπορούν να επιστραφούν στη Moraitis Fresh για επαναχρησιμοποίηση. Όταν το σύστημα RFID ενσωματωθεί πλήρως στις επιχειρησιακές διαδικασίες Moraitis Fresh, ο χονδρέμπορος μπορεί να αποκομίσει το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα μέσω του βελτιωμένου συστήματος διανομής του και τις ενισχυμένες πληροφορίες μοιρασμένες με τους συνεργάτες της εφοδιαστικής αλυσίδας -συμπεριλαμβανομένου των καλλιεργητών, των υπεραγορών, των αγορών φρούτων και των εστιατορίων.

Γρήγορη εφαρμογή. Οι ετικέτες RFID έχουν αυξήσει την ακρίβεια δεδομένων αποθέματος της Moraitis Fresh κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η αυτοματοποίηση των στοιχείων ιχνηλάτισης μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά μειωμένες δαπάνες, που συνδέονται με την ιχνηλασιμότητα προϊόντων και στην παραγωγή αξιόλογης μείωσης κόστους για την επιχείρηση. Η χρήση της τεχνολογίας RFID στο πιλοτικό έργο είναι μια σαφής επιχειρησιακή επιτυχία και η επιχείρηση εξετάζει την υιοθέτηση παρόμοιας τεχνολογίας σε άλλους τομείς της επιχείρησής της. Η πειραματική λύση της IBM RFID έχει προσφέρει την ευκαιρία για χαμηλότερο κόστος, συνεχή επιτάχυνση του ρυθμού απόδοσης της αποθήκης, πρόσβαση στις πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο και αποδοτικότερη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας συνολικά.

ΣΥ.ΚΙ.ΚΗ (Συνεταιριστική Ένωση Σύκων και Ξηρών Καρπών)

Η ανάγκη για έλεγχο των παραγωγών, για ποιοτική αναγνώριση και έλεγχο των προϊόντων, για ιχνηλασιμότητα ως την τοπική αποθήκη, για βελτιστοποίηση των διαδικασιών αποθήκευσης, διανομής και διασφάλισης ποιότητας, για διασταύρωση και επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο, για ιχνηλασιμότητα από τον παραγωγό ως το σημείο πώλησης (χονδρέμπορο), για πληροφόρηση του καταναλωτή για την ιστορία του προϊόντος οδήγησε τον Συνεταιρισμό ΣΥ.ΚΙ.ΚΗ σε συνεργασία με την εταιρεία πληροφορικής Mobile Technology και τους φορείς Πανεπιστήμιο Αιγαίου και Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών στην ανάπτυξη του έργου ΙΡΙΔΑ, μια ολοκληρωμένη εφαρμογή βασισμένη στην τεχνολογία RFID. Η εφαρμογή προσφέρει μια σειρά από υπηρεσίες (π.χ. ασύρματη ταχεία αναγνώριση & ταυτοποίηση νέων προϊόντων που εισέρχονται για αποθήκευση) που θα είναι προσβάσιμες στο χρήστη σε πραγματικό χρόνο. Η συνεισφορά του προτεινόμενου έργου έγκειται στη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης σύγχρονης πληροφοριακής υποδομής, που υποστηρίζει και ενισχύει τη διαχείριση της πρωτογενούς παραγωγής του χρήστη 24 ώρες την ημέρα και 7 ημέρες την εβδομάδα.

[\[17\]](#), [\[36\]](#)

Control and Advanced Technologies Hellas

Ηλεκτρονική Σήμανση Αιγοπροβάτων- Εφαρμογή στην Ελληνική Αγορά: Η Control and Advanced Technologies Hellas ανέπτυξε την περίπτωση της χρήσης του RFID για την ηλεκτρονική σήμανση αιγοπροβάτων. Βάσει των αποφάσεων των αρμοδίων, κοινοτικών και εγχώριων οργάνων, κάθε αιγοπρόβατο έχει την υποχρέωση για λόγους αναγνωσιμότητας αλλά και ελέγχου να φέρει ενώτιο με συγκεκριμένο κωδικό. Με απόφαση της ΕΕ από 1.1.2008 όλα τα αιγοπρόβατα – στην Ευρωπαϊκή Ένωση - θα πρέπει πρόσθετα του ενωτίου να έχουν ήδη και ηλεκτρονική σήμανση – στομαχικό Bolus ειδικά ελεγμένο και εγκεκριμένο από τα αρμόδια Ευρωπαϊκά και εγχώρια εργαστήρια και διευθύνσεις. Αυτό δεν είναι τίποτα άλλο από ένα ειδικό RFID tag ικανό να βρίσκεται στο στομάχι του ζώου χωρίς κανέναν κίνδυνο. Μ' αυτόν τον τρόπο ο έλεγχος της διακίνησης προϊόντων αιγοπροβάτων θα είναι σε πραγματικούς χρόνους και σωστός. Με βάση τα

αρχεία που πρέπει να τηρούνται είναι γνωστή η εξέλιξη του κάθε συγκεκριμένου ζώου από τη στιγμή της γέννησής του έως τη στιγμή που θα πάψει, για οποιονδήποτε λόγο, να ζει. Μελλοντικά το σύστημα θα επεκταθεί και σε άλλα ζώα της διατροφικής αλυσίδας και σχεδιάζονται και ειδικές τράπεζες ελέγχου DNA, κάτι που λειτουργεί ήδη σε κάποιες χώρες. [\[36\]](#)

A-5 Κλάδος Ηλεκτρονικών Ειδών

IBM – Fishkill

Όταν η IBM σχεδίασε το τελευταίας τεχνολογίας εργοστάσιο κατασκευής ημιαγωγών στο Fishkill της Νέας Υόρκης ήταν αποφασισμένη να αποφύγει τη διαδικασία παραγωγής που εφαρμόζε ως τότε, η οποία δεν επέτρεπε την επίτευξη υψηλού επιπέδου παραγωγικότητας και επηρέαζε αρνητικά τις παρεχόμενες υπηρεσίες προς τους πελάτες. Το εργοστάσιο στο Fishkill ανακαινίστηκε όταν η IBM επένδυσε \$2,5 δις. για να το μεταμορφώσει στην πιο προηγμένη μονάδα κατασκευής ημιαγωγών στον κόσμο, με συνολική επιφάνεια 140.000 τετραγωνικά πόδια. Τη στιγμή αυτή το εργοστάσιο παράγει δίσκους πυριτίου ολοκληρωμένων κυκλωμάτων των 300 mm για μια ευρεία γκάμα προϊόντων, από κινητά τηλέφωνα έως παιχνιδομηχανές. Η εταιρία ανέμενε ότι η μονάδα αυτή θα απέφερε στα \$4,8 δις. έσοδα από πωλήσεις της IBM Microelectronics για το 2004.

Προκειμένου να επιτύχει η επιχειρηματική αυτή προσπάθεια, η IBM γνώριζε ότι έπρεπε να υιοθετήσει μια καινούρια προσέγγιση στην κατασκευή ημιαγωγών, ενσταλάζοντας μεγαλύτερη ικανότητα ανταπόκρισης και αποτελεσματικότητα στη διαδικασία παραγωγής. Με απλά λόγια η παλιά διαδικασία παραγωγής της IBM στερείτο αποτελεσματικών διαδικασιών αυτόματης παραγωγής όσο και ικανότητας διαχείρισης του αποθέματος σε πραγματικό χρόνο, ιδιότητες που η IBM επιθυμούσε να ενσωματώσει στο μοντέλο παραγωγής. Για παράδειγμα σε άλλα εργοστάσια οι εργάτες στη γραμμή παραγωγής διαβάζουν τις ετικέτες στους μεταφορείς των δίσκων πυριτίου ολοκληρωμένων κυκλωμάτων για να εξακριβώσουν την ταυτότητά τους και κατόπιν μετακινούν τους μεταφορείς με φυσικό τρόπο στους προκαθορισμένους σταθμούς παραγωγής. Στη συνέχεια οι εργαζόμενοι έπρεπε να εξασφαλίσουν ότι οι τοποθετημένοι στους μεταφορείς δίσκοι ολοκληρωμένων κυκλωμάτων επεξεργάζονται κατάλληλα.

Η IBM χρειάστηκε να επανασχεδιάσει την ένταση-εργασίας διαδικασία παραγωγής της και να βρει έναν τρόπο να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των πελατών για έγκαιρες ενημερώσεις, της κατάστασης των προϊόντων. Αυτό θα απαιτούσε μια ευπροσάρμοστη IT υποδομή βασισμένη σε ολοκληρωμένες τεχνολογίες που μπορούν να μηχανοποιήσουν τη δρομολόγηση των δίσκων ολοκληρωμένων κυκλωμάτων σε κάθε στάδιο της παραγωγής.

Για να λύσει αυτό το πρόβλημα, η IBM αυτοματοποίησε πλήρως τη διαδικασία παραγωγής ολοκληρωμένων κυκλωμάτων στο εργοστάσιο Fishkill χτίζοντας ένα σύστημα παραγωγής ημιαγωγών που χρησιμοποιεί πληροφορία πραγματικού χρόνου για να ελέγξει αυτόματα τη διαδικασία παραγωγής. Το νέο σύστημα παραγωγής διαχειρίζεται τις διαδικασίες κατασκευής, από τη διαχείριση των χαρακτηριστικών του προϊόντος μέχρι τον προγραμματισμό των εργασιών στη γραμμή παραγωγής προσφέροντας μία εικόνα 360^ο των διαδικασιών επιπέδου παραγωγής. Η γραμμή παραγωγής των 300 mm λειτουργεί διαρκώς, ακόμη και χωρίς επίβλεψη. Έτσι οι εργαζόμενοι μπορούν να επικεντρωθούν στην άριστη λειτουργία του μηχανολογικού

εξοπλισμού. Επιπλέον, κατά αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος ανθρώπινου σφάλματος καθώς το Αυτόματο Σύστημα Διαχείρισης Υλικών (Automated Material Handling System) είναι προγραμματισμένο να μετακινεί τα υλικά στους κατάλληλους σταθμούς παραγωγής. Κάθε μεταφορέας όσο και οι δίσκοι ολοκληρωμένων κυκλωμάτων που μεταφέρει, ανιχνεύονται συνεχώς καθώς μετακινούνται στην γραμμή παραγωγής και έτσι οι εργαζόμενοι μπορούν να μάθουν την κατάσταση ενός δίσκου ολοκληρωμένων κυκλωμάτων σε οποιοδήποτε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας και αν βρίσκεται. Αυτό βοηθάει στην πρόληψη σφαλμάτων στη διαδικασία παραγωγής και επιτρέπει καλύτερο έλεγχο αποθεμάτων και καλύτερη εξυπηρέτηση των πελατών, καθώς οι εργαζόμενοι μπορούν εύκολα να πληροφορηθούν την κατάσταση παραγωγής σε πραγματικό χρόνο και να ενημερώσουν τους πελάτες ανά πάσα στιγμή.

Η IBM αυτοματοποίησε το εργοστάσιό της στο Fishkill, χρησιμοποιώντας το IBM SiView Standard, ένα σύστημα εκτέλεσης παραγωγής που η εταιρία ολοκλήρωσε με την ασύρματη e-business τεχνολογία της. Καθένας από τους πολυανθρακικούς μεταφορείς δίσκων εφοδιάζεται με passive RFID ετικέτες και είναι σύμφωνος με τα πρότυπα της βιομηχανίας ημιαγωγών. Οι μεταφορείς που φέρουν RFID ετικέτες, καθεμία εκ των οποίων περιέχει ένα μοναδικό κωδικό αναγνώρισης, είναι χωρισμένοι σε τμήματα καθένα εκ των οποίων περιέχει δίσκους ολοκληρωμένων κυκλωμάτων των 300 mm. Οι δίσκοι συσχετίζονται με τον κωδικό αναγνώρισης του μεταφορέα μέσω του IBM DB2 Universal Database. Το σύστημα SiView Standard λαμβάνει πληροφορίες από την IBM DB2 για να ελέγξει αυτόματα κάθε βήμα της διαδικασίας παραγωγής. Η IBM DB2 διαχειρίζεται πληροφορίες γύρω από τις διαδικασίες παραγωγής που χρειάζεται να εφαρμοστούν σε κάθε δίσκο ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και υποστηρίζει εργαλεία ανάλυσης δεδομένων που προσφέρουν στατιστικά στοιχεία σχετικά με την παραγωγή. Ο IBM WebSphere MQ παρέχει την πλατφόρμα επικοινωνίας που επιτρέπει στην IBM DB2 να ανταλλάσσει πληροφορίες με τα μηχανήματα παραγωγής και άλλα προγράμματα που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία παραγωγής. Η εταιρία ζητούσε οι readers των RFID ετικετών να είναι ενσωματωμένοι στα μηχανήματα παραγωγής του εργοστασίου. Καθώς οι μεταφορείς κινούνται μεταξύ διαφορετικών σταθμών παραγωγής οι readers διαβάζουν τις ετικέτες των μεταφορέων για να επικυρώσουν τη θέση των μεταφορέων και να δώσουν οδηγίες στο μηχάνημα να επιτελέσει τις απαιτούμενες εργασίες παραγωγής. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας οι εφαρμογές που ελέγχουν τα μηχανήματα, στέλνουν πληροφορίες και τραβούν δεδομένα από την IBM DB2. Το σύστημα επίσης ανιχνεύει τη θέση των μεταφορέων καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας παραγωγής.

Το εργοστάσιο της IBM στο Fishkill είναι σήμερα μία αυτόνομη, ευκίνητη και αποτελεσματική μονάδα παραγωγής η οποία λειτουργεί με εξαιρετικά χαμηλού βαθμού ανθρώπινη επίβλεψη. Η εταιρία μπορεί να εκμεταλλευτεί το χρόνο των εργαζομένων για τη διεκπεραίωση λειτουργιών προστιθέμενης αξίας, αντί να απασχολεί ένα μεγάλο αριθμό ατόμων στην ανίχνευση υλικών παραγωγής. Η λύση αυτή έχει επιφέρει σημαντική βελτίωση στον αριθμό σφαλμάτων της παραγωγικής διαδικασίας και μείωση των καθυστερήσεων των διαδικασιών παραγωγής. Λαμβάνοντας υπ' όψη ότι κάθε μεταφορέας μπορεί να περιλαμβάνει τελικά προϊόντα αξίας έως και \$2 εκ., τα οφέλη αυτά μπορούν να έχουν σημαντική επίδραση στις ετήσιες αποδόσεις και κέρδη της εταιρίας. Τέλος, όπως προαναφέρθηκε η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στο εργοστάσιο της IBM στο Fishkill, συνέβαλε στην ευελιξία και αυτοματοποίηση της παραγωγικής του διαδικασίας, αλλά και στην καλύτερη ανταπόκριση στις ανάγκες των πελατών. Οι εργαζόμενοι μπορούν να παρέχουν στους πελάτες αναφορές σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την εξέλιξη της παραγγελίας τους. Επιπλέον όταν ο όγκος των παραγγελιών αλλάζει (πχ. αν υπάρχει μια επείγουσα παραγγελία) το σύστημα

παραγωγής είναι αρκετά ευέλικτο ώστε να εξασφαλίσει την αδιάκοπτη και βέλτιστη λειτουργία της παραγωγικής διαδικασίας, με στόχο την εξυπηρέτηση των πελατών (IBM 2004). [36]

A-6 Κλάδος Φαρμακοβιομηχανίας

Orion Pharma

Η επιχείρηση Orion Pharma είναι μια φαρμακευτική εταιρεία και ως αντικείμενο του έργου της είχε την αυθεντικότητα σε item-level των φαρμάκων της με τη χρήση RFID μέσω της εφοδιαστικής της αλυσίδας. Οι παράγοντες που οδήγησαν την εταιρεία να χρησιμοποιήσει τη λύση RFID ήταν οι εξής: Προστασία των καταναλωτών, προστασία της φήμης, μείωση του τζίρου της, συμμόρφωση με τους κανονισμούς και ολική απόδοση της εφοδιαστικής της αλυσίδας. Ανάδοχος εταιρεία ανέλαβε η PackAgent, η οποία πρόσφερε αυθεντικότητα των προϊόντων μέσω RFID, με παρακολούθηση του ιστορικού, ορατότητα στην εφοδιαστική αλυσίδα, αντικλεπτικά μέτρα που καλύπτανε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα. Χρησιμοποιήθηκε τεχνολογία RFID σε συχνότητες HF και UHF. Η συχνότητα HF χρησιμοποιήθηκε σε item level (δηλαδή στα φάρμακα) και οι ετικέτες UHF σε pallet level (με 100% επιτυχία ανάγνωσης). Το όφελος κοινής συχνότητας στο ίδιο επίπεδο είναι κυρίως θέμα κόστους. Με τους ίδιους readers, επιτυγχάνεται ανάγνωση σε item και pallet level. Οι καταναλωτές μένουν απολύτως ικανοποιημένοι από το αποτέλεσμα, η διαχείριση σε unit level επίπεδο γίνεται απόλυτα γρήγορη και ακριβής (υπάρχουν πραγματικά POS data και καλύτερη πρόβλεψη παραγγελιών), βελτίωση των logistics. Κάποια μείον αποτελούν τα γεγονότα: ότι 2% των ετικετών απορρίφθηκαν κατά τη διαδικασία εγγραφής, ότι οι αναγνώστες ήθελαν ειδικές ρυθμίσεις και χρειάστηκε καινούρια διαδικασία για να εισαχθεί η τεχνολογία RFID. [36]

FAMAR

Η Έμφασις Τηλεματική παρουσίασε μια εφαρμογή του RFID στη διανομή φαρμάκων. Μια τέτοια εφαρμογή παρέχει μείωση των λαθών κατά την αποστολή, καθώς το σύστημα ενημερώνει όταν τα κουτιά τοποθετούνται λάθος με βάση τη διαδρομή διανομής ή όταν λάθος κουτιά εμφανίζονται σε λάθος πύλη φόρτωσης χρησιμοποιώντας UHF ετικέτες και αναγνώστες. Επιπλέον, μειώνει τις κλοπές μέσω της παρακολούθησης της διαχείρισης των ακριβών αλλά και απαγορευμένων φαρμάκων μέσα στην αποθήκη. Τέλος, διασφαλίζει ακριβή ιχνηλασιμότητα κατά τη διανομή. Παρόλα αυτά, κρίνεται απαραίτητη ορισμένες φορές η επανασυσκευασία κάποιων φαρμάκων (π.χ. που είναι σε υγρή μορφή) και επιπλέον τονίζεται η ανάγκη για μια πιο ολιστική σκοπιά για την εφαρμογή του RFID και όχι μια απλή “just and play” εφαρμογή. [36]

A-7 Κλάδος Αυτοκινητοβιομηχανίας

Aston Martin

Η αυτοκινητοβιομηχανία Aston Martin χρησιμοποιεί Ubisense RFID ετικέτες για να παρακολουθεί τις θέσεις των οχημάτων καθώς αυτά κινούνται στα τελευταία βήματα της παραγωγικής διαδικασίας, καθώς και για την απόκτηση επιχειρηματικών αναλύσεων σχετικά με το χρόνο που δαπανάται σε κάθε στάδιο.

12 Οκτωβρίου 2009 – Η υψηλής απόδοσης κατασκευάστρια αυτοκινήτων Aston Martin χρησιμοποιεί το RFID για να παρακολουθεί τις κινήσεις των υπό κατασκευή

οχημάτων της καθώς περνούν μέσα από την τελική διαδικασία, ώστε να εξασφαλίσει ότι παράγονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των πελατών της αυτοκινητοβιομηχανίας. Ο Nick Lines, γενικός διευθυντής της επιχείρησης στον τομέα της μηχανικής κατασκευής, λέει ότι το σύστημα, το οποίο το προμηθεύτηκε η επιχείρηση από την real-time location (RTLS) Ubisense εταιρεία τεχνολογίας, ενημερώνει την Aston Martin για την τοποθεσία των αυτοκινήτων κατά τη διάρκεια της «off-tracking» τελικής διαδικασίας, για τον χρόνο που παίρνει κάθε διαδικασία για να ολοκληρωθεί και για το που εμφανίζονται σημεία συμφόρησης. Η αυτοκινητοβιομηχανία εγκατέστησε το RTLS στις εγκαταστάσεις παραγωγής της στο Gaydon, Warwickshire, στις αρχές του 2009.

Η Aston Martin συναρμολογεί μόνο 7.000 αυτοκίνητα ετησίως για την αγορά προϊόντων υψηλής τεχνολογίας, με περίπου 200 άνθρωπο-ώρες να δαπανώνται σε κάθε όχημα που έχει τεθεί υπό συνεχή αυστηρό έλεγχο πριν τεθεί στη διάθεση του πελάτη. Κάθε αυτοκίνητο τίθεται σε έλεγχο στον δρόμο για να αξιολογηθεί το κατά πόσο είναι κατάλληλο για οδήγηση, για να «στρώσουν τα φρένα» του, να αφαιρεθεί η σιλικόνη από τα ελαστικά και να αξιολογηθεί γενικά η απόδοση του οχήματος. Το αυτοκίνητο υφίσταται επίσης ένα "monson" τεστ κατά το οποίο 4.200 λίτρα νερού ψεκάζονται πάνω στο σώμα του οχήματος για να επιβεβαιωθεί ότι είναι στεγανό (το νερό ανακυκλώνεται στη συνέχεια). Τέλος, το αυτοκίνητο μετακινείται πάνω στη «Γραμμή Ελέγχου του Πελάτη» όπου οι εργαζόμενοι εκτιμούν οπτικά το όχημα.

«Όταν όλες αυτές οι διαδικασίες έχουν ολοκληρωθεί είμαστε απόλυτα ικανοποιημένοι που το αυτοκίνητο έχει τελειώσει σύμφωνα με τα υψηλής ποιότητας πρότυπα που έχουμε θέσει» λέει ο Lines. Κατά τη διάρκεια αυτής της δοκιμής, ωστόσο, εάν βρεθεί ότι το όχημα έχει κάποιο πρόβλημα, αυτό μετακινείται έξω από τη γραμμή ελέγχου και είτε μεταφέρεται σε εξωτερικούς χώρους δηλ. σε προσωρινά κτίρια (όπου το ξανά επεξεργάζονται) ή αποθηκεύεται στις εγκαταστάσεις της επιχείρησης για ένα μικρό χρονικό διάστημα μέχρις ότου τα προβλήματα που έχει να μπορούν να διορθωθούν. *«Το να έχουμε ορατότητα των αυτοκινήτων που αφαιρούνται από τη γραμμή ήταν σχεδόν αδύνατο χωρίς χειροκίνητο έλεγχο εντός της εγκατάστασης»*, λέει ο Richard Green, Διευθύνων Σύμβουλος της Ubisense. Η εταιρεία ήθελε ένα καλύτερο σύστημα, που θα της επέτρεπε να γνωρίζει πού είναι όλα τα οχήματά της σε πραγματικό χρόνο και να κατανοήσουν το χρόνο που στέκονται αυτά σε κάθε βήμα, καθώς και τον αριθμό μοντέλου που πήρε περισσότερο ή λιγότερο χρόνο σε κάποιο συγκεκριμένο σταθμό. *«Ψάχναμε για μια έξυπνη λύση για να μας επιτρέψει να παρακολουθούμε τα αυτοκίνητα μέσω off-track διαδικασίες»* εξηγεί ο Lines.

Σήμερα, το προσωπικό της Aston Martin επισυνάπτει μια μπαταρία Ubisense-με ενέργεια 6-8 GHz ultra-wideband (UWB) RFID ετικέτα στο εσωτερικό του παρμπρίζ του οχήματος, που κάθε φορά έχει συναρμολογηθεί και αυτό επικρατεί για τη σύνδεση των διαδικασιών. Η εταιρεία εγκατέστησε περίπου 44 Ubisense αναγνώστες-γνωστοί ως Ubisensors-εντός της εγκατάστασης στην περιοχή του τερματισμού, καθώς και εξωτερικά εκεί που τα οχήματα ήταν αποθηκευμένα. Κάθε ετικέτα στέλνει το μοναδικό αναγνωριστικό αριθμό της εκπέμποντας μια σειρά μικρών σημάτων (τόσο μικρά όσο δισεκατομμυριοστού του δευτερολέπτου) στους αναγνώστες. Τα σήματα εκπέμπονται, με κυμαινόμενο ρυθμό, ανάλογα με το αν η ετικέτα είναι σε κίνηση ή σταθερή. Οι αναγνώστες στη συνέχεια εκπέμπουν τον αναγνωριστικό αριθμό στο back-end σύστημα στον βασισμένο στο Internet server της Ubisense, όπου το λογισμικό υπολογίζει τη θέση της ετικέτας που είναι περίπου στις 6 ίντσες, αναλύοντας την ισχύ των σημάτων RF, καθώς και τις τοποθεσίες των ανακριτών. Το λογισμικό συνδέει επίσης τον αριθμό της ταυτότητας κάθε ετικέτας με στοιχεία για το κάθε αυτοκίνητο, όπως ο αριθμός

αναγνώρισης οχήματος (VIN) και η περιγραφή. Κάθε φορά που το αυτοκίνητο περνάει από το ένα μέρος στο άλλο, λέει ο Green, η νέα του θέση αποστέλλεται μέσω των αναγνώστών, οι οποίοι μπορούν να λαμβάνουν σήματα από ετικέτες που είναι τόσο μακριά όσο 150 μέτρα (492 πόδια) σε εξωτερικούς χώρους και από 60 έως 80 μέτρα (197 με 262 πόδια) σε εσωτερικούς χώρους.

Οι εργαζόμενοι της Aston Martin μπορούν στη συνέχεια να συνδεθούν για να δουν που βρίσκεται το όχημα. Ο server της Ubisense παρέχει ένα χάρτη της εγκατάστασης, με ένα εικονίδιο που δείχνει τη συγκεκριμένη θέση του κάθε αυτοκινήτου. Οι χρήστες μπορούν επίσης να δουν ένα ιστορικό των διαδικασιών που ένα συγκεκριμένο όχημα έχει υποστεί και τότε, καθώς και τις διαδικασίες που παραμένουν για να γίνουν. Εάν ένα αυτοκίνητο αποκλίνει από την αναμενόμενη διαδικασία-όπως η φυγή από τη γραμμή του τερματισμού χωρίς να ολοκληρωθεί κάθε στάδιο - ένα σήμα μπορεί να σταλεί για να ενημερώσει το προσωπικό της Aston Martin. Μόλις το όχημα έχει ολοκληρώσει τη διαδικασία "τελειώματος", η ετικέτα του αφαιρείται για επαναχρησιμοποίηση σε ένα άλλο αυτοκίνητο. *«Το σύστημα δουλεύει πάρα πολύ καλά»* λέει ο Lines, *«ειδικά για την εξεύρεση μεμονωμένων αυτοκινήτων στο σύστημα και την παρακολούθηση της ροής μέσα στις off-track διαδικασίες»*. Αυτό έχει οδηγήσει σε εξοικονόμηση χρόνου για το προσωπικό της Aston Martin, το οποίο προηγουμένως δαπανούσε πολύ χρόνο μόνο για να εντοπίσει ένα όχημα. *«Επίσης αυξάνουμε την χρήση του συστήματος για την παραγωγή τόσο επιχειρηματικών μετρικών όσο και μετρικών επίδοσης σαν ενημέρωση για την ευαισθητοποίηση των δυνατοτήτων του συστήματος της Aston Martin κατά την βελτίωση»*. Στην περίπτωση αυτή, η εταιρεία μπορεί να παρακολουθήσει τον χρόνο που δαπανάται σε συγκεκριμένες διαδικασίες και στη συνέχεια να πάρει επιχειρηματικές αποφάσεις που σχετίζονται με καθυστερήσεις στη διαδικασία των οχημάτων κατά τη διάρκεια των ειδικών διαδικασιών. [36]

A-8 Υγεία

Νοσοκομείο της Ιντιάνα

Ένα IR / RFID υβριδικό σύστημα δίνει τη δυνατότητα στο νοσοκομείο Ιντιάνα να εντοπίζει γρήγορα την τοποθεσία των περιουσιακών του στοιχείων, μειώνοντας την ποσότητα του εξοπλισμού που απαιτείται και τον χρόνο που δαπανάται για την αναζήτησή τους.

22 Φεβ 2010 - Μετά την εγκατάσταση ενός υβριδικού συστήματος υπερύθρων (IR) και ενός RFID συστήματος για την παρακολούθηση των περιουσιακών στοιχείων στις εγκαταστάσεις στο Terre Haute, το νοσοκομείο της Ιντιάνα μείωσε τις ανθρωποώρες που δαπανά για την αναζήτηση των αντικειμένων, απέβαλλε την τάση του προσωπικού να συσσωρεύουν τα στοιχεία αυτά και μείωσε το ποσό της ενοικίασης εξοπλισμού που απαιτείται. Σύμφωνα με τον Douglas Smith, διευθυντή του «Union Hospital» στη διαχείριση υλικών, δεδομένου ότι το Versus Technology Asset Management Solution εγκαταστάθηκε σε δύο φάσεις, τον Νοέμβριο του 2009 και τον Ιανουάριο του 2010-η εγκατάσταση έχει σώσει ώρες εργασίας που ισοδυναμούν με ένα μισθωτό πλήρους απασχόλησης. Πρόσφατα η ανάκληση ζωτικής σημασίας οθονών παρακολούθησης (που χρησιμοποιούνταν για τη μέτρηση της πίεσης του αίματος του ασθενούς, τον καρδιακό παλμό, τη θερμοκρασία και το επίπεδο του οξυγόνου του αίματος) έθεσε το σύστημα σε δοκιμή, καθώς και έδωσε τη δυνατότητα στους εργαζομένους να εντοπίσουν συγκεκριμένα στοιχεία που είχαν ανακληθεί, μέσα σε λίγα λεπτά, επιτρέποντας έτσι στον κατασκευαστή να αντικαταστήσει αμέσως τις ανακλημένες οθόνες παρακολούθησης.

Το Union Hospital πρόσφατα ολοκλήρωσε την επέκταση της υφιστάμενης 370.000 τετραγωνικών ποδιών δυτικής Πανεπιστημιούπολης, με την προσθήκη μίας 580.000 τετραγωνικών ποδιών ανατολικής πτέρυγας. Το 2009, με την επέκταση να είναι ακόμα σε εξέλιξη, ο Smith ζήτησε μια λύση για τον εντοπισμό εξοπλισμού που είχε χαθεί, κάτι που ήδη είχε δημιουργήσει πρόβλημα αποτελεσματικότητας των υφιστάμενων στην δυτική πανεπιστημιούπολη, κάνοντας τους εργαζόμενους να περνούν πολλές ώρες κάθε εβδομάδα για να ψάχνουν για επισκληρίδιο και IV αντλίες, καθώς και άλλα αντικείμενα που ήταν σε έλλειψη. Τέτοιες προκλήσεις ήταν πιθανό να γίνουν ακόμη μεγαλύτερες μελλοντικά. Ο Smith εξηγεί, «*Ήταν μια συνεχής μάχη να βρεθεί το υλικό που χρειαζόταν*». Επειδή τα στοιχεία, όπως η επισκληρίδιος ή IV αντλίες ήταν δύσκολο να εντοπιστούν, το προσωπικό είχε την τάση να τα συσσωρεύει σε σημεία όπου θα μπορεί να έχει πρόσβαση άμεσα, επιδεινώνοντας έτσι το πρόβλημα των ελλειπόντων εξοπλισμών. Επιπλέον, αντικείμενα όπως τα αναπηρικά καροτσάκια και τα δεκανίκια μερικές φορές δεν ήταν διαθέσιμα για τους ασθενείς όταν τα χρειάζονταν, έτσι οι εργαζόμενοι έπρεπε να περπατήσουν στους ορόφους του νοσοκομείου ψάχνοντας για αυτά. Τα μέλη του προσωπικού έπρεπε να κάνουν ωριαίους ελέγχους των χρησιμοποιημένων δωματίων για να καθορίσουν εάν υπήρχε εκεί εξοπλισμός που απαιτούσε καθαρισμό.

Για την αντιμετώπιση αυτών των θεμάτων, το Union Hospital επέλεξε ένα real-time location σύστημα (RTLS), το οποίο χρησιμοποιεί την τεχνολογία υπερύθρων για τον εντοπισμό της θέσης, καθώς και RFID ως εφεδρική λύση σε περίπτωση που έχει αποκλειστεί το σήμα IR ή δεν λειτουργεί σωστά. Το πλεονέκτημα του λογισμικού για την παρακολούθηση και τον εντοπισμό των περιουσιακών στοιχείων είναι ότι αποθηκεύει δεδομένα που σχετίζονται με τα στοιχεία που διαβάζουν τα IR και το RFID και εμφανίζει πληροφορίες σχετικά με τη θέση, σε μορφή εικονιδίων που αντιπροσωπεύουν τα περιουσιακά στοιχεία σε ένα χάρτη των εγκαταστάσεων. Ο Smith υποστηρίζει ότι του άρεσε η «Versus» λύση, διότι ήρθε με modules που θα μπορούσαν να προστεθούν αργότερα αν το νοσοκομείο επέλεγε να βάλει και ένα σύστημα σχετικό με την παρακολούθηση του πλυσίματος των χεριών του προσωπικού ή μια ενότητα για την παρακολούθηση των θερμοκρασιών στο ψυγείο.

Το Versus έχει εγκαταστήσει συνολικά 2.158 δέκτες υπερύθρων και RFID για να διαβάζονται οι μεταδόσεις από τις ετικέτες, σύμφωνα με τον Tracy Shooltz, συντονιστής του έργου παροχής υπηρεσιών στους πελάτες της εταιρείας. Οι Battery-powered Versus VER 1832 ετικέτες, έχουν τοποθετηθεί πάνω στα περιουσιακά στοιχεία μέσω κολλητικής ταινίας, οι οποίες εκπέμπουν ένα σήμα υπερύθρων κάθε τρία δευτερόλεπτα που φέρει το μοναδικό αριθμό της ετικέτας (ID). Όταν το σήμα υπερύθρων έχει παραληφθεί από τον αναγνώστη IR εντός αυτής της θέσης, ο ανακριτής μεταδίδει το δικό του αριθμό ταυτότητας, μαζί με αυτό της ετικέτας, στο σύστημα του Versus λογισμικού, που τρέχει στον server του Union Hospital, αλλά δεν είναι ενσωματωμένο με το back-end σύστημα των εγκαταστάσεων. «*Το λογισμικό Versus είναι εγκατεστημένο σε τέτοια μορφή που μπορεί να λειτουργήσει και να ελαχιστοποιηθεί στη γραμμή εργαλείων, όπως και άλλα προγράμματα της πλατφόρμας των Windows*» εξηγεί ο Shooltz, αν και δεν χρειάστηκε να ενσωματωθεί στο σύστημα διαχείρισης του νοσοκομείου.

Το λογισμικό συνδέει το αναγνωριστικό αριθμό του αναγνώστη IR, με τη θέση και το ID της ετικέτας, με το στοιχείο στο οποίο η ετικέτα επισυνάπτεται. Οι χρήστες μπορούν να δουν στη συνέχεια μια εμφάνιση σε οποιονδήποτε υπολογιστή του νοσοκομείου που δείχνει ένα χάρτη των εγκαταστάσεων του νοσοκομείου και από εκεί μπορεί να δει κάποιος ένα εικονίδιο που υποδεικνύει σε ποιο δωμάτιο βρίσκεται το κάθε αντικείμενο αυτή τη στιγμή. Στις μεγάλες αίθουσες, όπως το κέντρο τραυμάτων, το

Versus εγκατέστησε μεγαλύτερο αριθμό αναγνωστών IR, έτσι ώστε να προσφέρει μεγαλύτερη ανάλυση προσδιορίζοντας με μεγαλύτερη αξιοπιστία το μέρος του χώρου στο οποίο βρίσκεται το αντικείμενο.

Αν το σήμα IR της ετικέτας δεν παραληφθεί (αν, για παράδειγμα, μια κουβέρτα που καλύπτει την ετικέτα και την πηγή από την οποία εκπέμπονται οι υπέρυθρες), το σύστημα RFID παρέχει ένα back-up - η ετικέτα εκπέμπει ένα 433 MHz RFID σήμα, κάθε τρία δευτερόλεπτα, χρησιμοποιώντας ένα ιδιόκτητο air-interface πρωτόκολλο. Το σήμα αυτό λαμβάνεται από χωριστούς ανακριτές, που επεκτείνονται σε ολόκληρη την εγκατάσταση, οι οποίοι αποστέλλουν τα δεδομένα σε ένα συγκεντρωτή (concentrator), ο οποίος με τη σειρά του προωθεί τις πληροφορίες στο λογισμικό Versus μέσω καλωδιακής σύνδεσης. Το λογισμικό επαληθεύει ότι η ετικέτα είναι ακόμη στις εγκαταστάσεις του νοσοκομείου λέει ο Shooltz, αν και το RFID κομμάτι του συστήματος δεν αναφέρει τη θέση του αντικειμένου με μεγάλη ακρίβεια, δηλαδή για παράδειγμα αντί να αναφέρει το δωμάτιο ή το κρεβάτι στο οποίο βρίσκεται η ετικέτα, θα καθορίσει μια ζώνη, όπως "Όροφος Ασθενών 5, Δύση" .

Το λογισμικό επιτρέπει στους υπαλλήλους να δημιουργούν επιχειρηματικές αναφορές, όπως είναι το χρονικό διάστημα που τα είδη παρέμεναν σε συγκεκριμένες τοποθεσίες, παρόλο που ο Smith λέει ότι εξακολουθεί να μαθαίνει πώς οι επιχειρηματικές αυτές αναλύσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν όσο γίνεται καλύτερα από το νοσοκομείο. Η πιο εντυπωσιακή επίδειξη του συστήματος, όπως επισημαίνει, συνέβη όταν χρειάστηκε να γίνει ανάκληση εξοπλισμού. Το νοσοκομείο είχε αγοράσει 50 ζωτικής σημασίας-οθόνες και στη συνέχεια έμαθε από τον κατασκευαστή ότι 15 απαιτούσαν αντικατάσταση των κυκλωμάτων τους. Ο κατασκευαστής είχε τους αύξοντες αριθμούς των στοιχείων που έπρεπε να ανακληθούν και ο Smith ήταν σε θέση να τις αναζητήσει στο σύστημα μέσα σε λίγα λεπτά και να εντοπίσει τη θέση του κάθε αντικειμένου μέσα στο νοσοκομείο. «Δώσαμε την έκθεση στον κατασκευαστή,» δηλώνει ο Smith, «ο οποίος πήγε με ένα μέλος του προσωπικού στο χώρο του νοσοκομείου και έκανε όλες τις αλλαγές». «Το σύστημα αρέσει πολύ στο προσωπικό, επειδή δεν χρειάζεται να ψάξει στα τυφλά για τον εξοπλισμό» προσθέτει ο Smith. Ενώ στο παρελθόν οι εργαζόμενοι ενδέχεται να ξόδευαν 45 λεπτά έως μία ώρα περπατώντας στους ορόφους του νοσοκομείου αναζητώντας τον εξοπλισμό, που μπορούσαν ή δεν μπορούσαν να εντοπίσουν, τώρα βρίσκουν απλώς τα στοιχεία, χρησιμοποιώντας το λογισμικό. Το νοσοκομείο έχει τοποθετήσει ετικέτες σχεδόν σε 2.000 αντικείμενα μέχρι σήμερα και προτίθεται να συνεχίσει να βάζει ετικέτες σε νέα κομμάτια του εξοπλισμού, όπως ορίζει το βιοϊατρικό τμήμα εκείνα τα αντικείμενα που πρέπει να παρακολουθούνται.

[36]

Xtag

Η βρετανική εταιρεία Xtag έχει επινοήσει ένα σύστημα RFID που χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το σύστημα ελέγχου πρόσβασης ενός νοσοκομείου.



Εικόνα Α.3: Xtag για μωρά

Η Xtag, μια επιχείρηση που εδρεύει στην πόλη Λιντς της Μεγάλης Βρετανίας, έχει αναπτύξει ένα νέο σύστημα ασφάλειας μέσω RFID για να παρακολουθεί τα νεογέννητα μωρά στους θαλάμους των μαιευτηρίων ή τους περιφερόμενους ασθενείς σε εγκαταστάσεις για ηλικιωμένους. Το Xtag έχει σχεδιαστεί, ώστε οι συσκευές ανάγνωσής του να ενσωματώνονται στα υπάρχοντα συστήματα ελέγχου πρόσβασης και να συνεργάζονται με αυτά. Το σύστημα Xtag αποτελείται από ένα βραχιόλι με μια ενσωματωμένη ετικέτα, που λειτουργεί σε συχνότητα 433.92 MHz, συσκευές ανάγνωσης που τοποθετούνται στις πόρτες και τους διαδρόμους νοσοκομείων, καθώς και το λογισμικό που διαχειρίζεται το σύστημα. Η ετικέτα λαμβάνει ενέργεια από μπαταρίες ενώ ο αναμεταδότης στο βραχιόλι, που φοράνε τα μωρά ή οι ασθενείς ή τα άτομα του προσωπικού εκπέμπει ένα σήμα κάθε δύο δευτερόλεπτα. Οι συσκευές ανάγνωσης που τοποθετούνται σε όλο το κτίριο λαμβάνουν το σήμα και διαβιβάζουν στο λογισμικό τα στοιχεία που αφορούν τη θέση κάθε ατόμου στο κτίριο. Το σύστημα αυτό, που χρησιμοποιεί ένα σήμα μετάδοσης FM, ελέγχει επίσης την ενέργεια των μπαταριών των ετικετών. Εάν ένα βραχιόλι αφαιρείται χωρίς έγκριση, ένα ειδικό σήμα εκπέμπεται από το ολοκληρωμένο κύκλωμα και λαμβάνεται από τις συσκευές ανάγνωσης, οι οποίες έχουν δυνατότητα ανάγνωσης από 0,5 έως 15 μέτρα. Το σύστημα προειδοποιεί επίσης το προσωπικό όταν «πέφτει» η μπαταρία ενός βραχιολιού.

Οι συσκευές ανάγνωσης είναι σχεδιασμένες με τέτοιο τρόπο ώστε μπορούν να συνεχίσουν να παρακολουθούν τις ετικέτες, ανεξάρτητα αν «πέσει» το τοπικό δίκτυο. Εάν ένα μωρό οδηγηθεί ή ένας ασθενής θέλει να βγει χωρίς έγκριση από μια πόρτα, η συσκευή ανάγνωσης στέλνει σήμα στις νοσοκόμες ή στο προσωπικό ασφάλειας αυτόματα μέσω μηνύματος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, SMS, μπίπερ ή άλλης προκαθορισμένης μεθόδου. Το μήνυμα αναμεταδίδει την ακριβή θέση από όπου προήλθε το σήμα μαζί με το χρόνο και την ημερομηνία. Το σύστημα επιτρέπει στα νοσοκομεία να δημιουργήσουν αναφορές ελέγχου βασισμένες στις δραστηριότητες του προσωπικού και των ασθενών. Οι αναφορές μπορεί να περιλαμβάνουν πληροφορίες όπως το όνομα του ασθενή, τη θέση, τον χρόνο και την ημερομηνία. Τα αρχεία προσωπικού μπορούν επίσης να διατηρηθούν στη βάση δεδομένων της εφαρμογής τόσο για το προσωπικό όσο και για τους ασθενείς. Αυτά τα αρχεία μπορούν να περιλαμβάνουν τις ψηφιακές φωτογραφίες των γονέων ή ακόμη και τα ονόματα των φυλάκων. [\[6\]](#)

Αναφορές (References)

Βιβλιογραφία (Books)

1. Μουστάκης Βασίλειος, Θεολόγου Γεώργιος, (2000), *‘Διαχείριση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας’*, Πολυτεχνείο Κρήτης
2. Μουστάκης Βασίλειος, Δούνιας Γεώργιος, (2002), *‘Μεθοδολογίες Λήψης Οικονομοτεχνικών Αποφάσεων’*, Πανεπιστήμιο Χίου
3. Σκόδρας Αθανάσιος, (2000), *‘Ψηφιακή Λογική, Ακολουθιακά Κυκλώματα, Κεφ. 7:Μνήμη’*, Πανεπιστήμιο Πατρών
4. Ballou H. Ronald, (2003), *‘Business Logistics, Supply Chain Management, Planning, Organizing and Controlling the Supply Chain’*, Fifth Edition, Pearson, Prentice Hall
5. Housel Thomas, Bell Arthur, (2001), *‘Measuring and Managing Knowledge’*, New York, McGraw-Hill Higher Education

Άρθρα (Articles)

6. Γιαγλής Γεώργιος, Κονταράτος Ιωάννης, Ζεϊμπέκης Βασίλειος, Κουρουθανάσης Παναγιώτης, (2004), *‘Τεχνολογίες αυτόματης αναγνώρισης προϊόντων για την ολοκλήρωση της εφοδιαστικής αλυσίδας’*, Αθήνα, Τελικό Πόρισμα, Ζ κύκλος εργασιών, Ομάδα Εργασίας ΟΕ Ζ2, <http://www.ebusinessforum.gr/teams/teamsall/view/inner/index.php?ctn=81&moduleid=9&label=51>, (τελευταία επίσκεψη στις 13-6-2012)
7. Λαδάς Νέστορας, (2008), *‘Περιορισμοί και Δυνατότητες’*, Θεοδώρου Αυτοματισμοί, <http://www.theodorou.gr/el/knowledge/articles-and-white-papers/195-005-article.html>, (τελευταία επίσκεψη στις 13-6-2012)
8. Lehtonen Mikko, Al-Kassab Jasser, Michahelles Florian, Kasten Oliver, (2007), *‘Anti-counterfeiting Business Case Report’*, Building Radio frequency IDentification for the Global Environment (BRIDGE), <http://www.bridge-project.eu/index.php/workpackage5/en/> (τελευταία επίσκεψη στις 13-6-2012).
9. Lewis Steve, (2004), *‘A basic introduction to RFID technology and its use in the supply chain’*, White Paper, Laran RFID, <http://www.printronic.com/search.aspx?searchtext=lewis%20steve>, (τελευταία επίσκεψη στις 13-6-2012)
10. Pavlou Paul, Housel Thomas, Rodgers Waymond, Jansen Eric, (2005), *‘Measuring the return on Information Technology: A knowledge-based approach for revenue allocation at the process and firm level’*, Journal of the Association for Information Systems, <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a485305.pdf> (τελευταία επίσκεψη στις 13-6-2012)
11. Pramataris Katerina, Bardaki Cleopatra, (2007), *‘RFID-enabled Supply Chain Collaboration Services in a Networked Retail Business Environment’*, Issue 43, ELTRON,

Athens University of Economics & Business,
<http://www.eltrun.gr/index.php/publications/working-papers/2007-working-papers/399.html> (τελευταία επίσκεψη στις 13-6-2012)

12. Singer Tom, (2003), *'Understanding RFID'*, Tompkins Associates,
www.idii.com/wp/TompkinsRFID.pdf, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)

13. Thorne Alan, Barret Dan, McFarlane Duncan, *'Impact of RFID on Aircraft Turnaround Processes'* Auto-ID Lab, University of Cambridge, UK, <http://www.aero-id.org/publications.htm> , (τελευταία επίσκεψη στις 13-6-2012)

Πτυχιακές Εργασίες (Theses)

14. Μωυσιάδου Εύα, (2008), *'RFID και Επιχειρηματικές Εφαρμογές'*, Διπλωματική Εργασία ΠΜΣ, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, <http://dspace.lib.uom.gr/handle/2159/13895>, (τελευταία επίσκεψη στις 13-6-2012)

15. Jung Bok Man, Baek Dong Hwan, (2009), *'Estimating the ROI on Implementation of RFID at the Ammunition Storage Warehouse and the 40th Supply Depot: KVA as a Methodology'*, MBA Professional Report, Monterey Naval Postgraduate School,
<http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA514294>,
(τελευταία επίσκεψη στις 13-6-2012)

16. Obellos Ernan, Collieran Travis, Lookabill Ryan, (2007), *'The concurrent implementation of Radio Frequency Identification and Unique Item Identification at the Naval Surface Warfare Center, Crane, IN as a model for a Navy Supply Chain Application'*, MBA Professional Report, Monterey Naval Postgraduate School,
<http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA475895>,
(τελευταία επίσκεψη στις 13-6-2012)

Παρουσιάσεις (Presentations)

17. Ζεϊμπέκης Βασίλειος, (2010), *'Τεχνολογία Ραδιοσυχνικής Αναγνώρισης (RFID) στη Διαχείριση των Πελατών'*, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Παρουσίαση στη Διημερίδα ΤΠΕ και Οικονομική Ανάπτυξη, έργου ΕΥΙΤΑ, Ερμούπολη, Σύρος, <http://www.evita-interreg4c.eu/Default.aspx?tabid=459> (τελευταία επίσκεψη στις 13-6-2012)

18. Μούρτος Γιάννης, Πραματάρη Κατερίνα, (2008), *'Η Τεχνολογία RFID στην ολοκληρωμένη εφοδιαστική αλυσίδα'*, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Παρουσίαση στην Τεχνολογική Πλατφόρμα Περιφερειακού Πόλου Καινοτομίας Δυτικής Ελλάδας στην Πάτρα, http://www.westplatform.gr/gr/events/1.05_Mourtos_Presentation.pdf (τελευταία επίσκεψη στις 13-6-2012)

19. Moustakis Vassilis, Aggelakis N., Bilalis N., (2008), *'The challenge of RFID application in warehouse operation: perspectives, issues and lessons learned from a large paper manufacturer'* Πολυτεχνείο Κρήτης, Παρουσίαση στο Πανελλήνιο Συνέδριο Logistics στη Θεσσαλονίκη

20. Porrad Kenneth, *'Progress on Developing Radio Frequency Identification within Commercial Aviation'*, Boeing Commercial Airplanes, <http://www.aero-id.org/forum.htm> ,
(τελευταία επίσκεψη στις 13-6-2012)

21. Remily Daryl, (2008), *'Society of Automotive Engineers Aerospace Standard AS5678'*, Boeing Company, Παρουσίαση στο RFID World 2008
<http://adradvisors.com/SPEC2000workshop/>, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)

Διαδίκτυο (web sources)

22. Κέντρο Τεχνολογικής Έρευνας: Περιγραφή της τεχνολογίας RFID, http://ctr-emth.teikav.edu.gr/dokuwiki/doku.php?id=%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AE_%CF%84%CE%B7%CF%82_%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1%CF%82_rfid, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)

23. ΤΟ ΒΗΜΑ, <http://www.tovima.gr/finance/article/?aid=456780>, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)

24. atlas RFID store, http://www.atlasrfidstore.com/Confidex_Ironside_p/confidex_ironside.htm, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)

25. Central Intelligence Agency, <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2207.html>, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)

26. CPE Barcoding, http://www.cpebarcoding.com/rfid_solutions.html, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)

27. Europa, Η ραδιοσυχνική αναγνώριση (RFID) στην Ευρώπη: βήματα προς την κατεύθυνση χάραξης πλαισίου πολιτικής
http://europa.eu/legislation_summaries/information_society/radiofrequencies/l24120a_el.htm, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)

28. Instrument Engineers, <http://instrumentengineers.com/tektronixsa260062ghzfieldspectrumanalyzer-1.aspx> (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)

29. Maxell: Maxell Coil-on-ChipTM RFID tag, <http://www.maxell-usa.com/index.aspx?id=4;41;432;0>, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)

30. metraTec RFID Solutions, <http://www.metratec.com/en/products/identification-rfid/rfid-systems/t50-hf-3d-tunnel.html>, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)

31. RFID Academia, <http://www.rfidacademia.com/training-certification/onsite-courses.html>, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)

32. RFID Aerospace, <http://www.rfidaerospace.com/>, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)

33. RFID JOURNAL: FAA to Publish Passive RFID Policy, <http://www.rfidjournal.com/article/view/1695>, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)

33.1 RFID JOURNAL: How do I know which frequency is right for my application? <http://www.rfidjournal.com/faq/17/61>, (τελευταία επίσκεψη στις 24-6-2012)

34. RFID JOURNAL: RFID System Components and Costs, <http://www.rfidjournal.com/article/view/1336/2>, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)
35. RFID JOURNAL: RFID in Aerospace, <http://www.rfidjournal.com/aerospace>, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)
36. RFID Portal: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ RFID & ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ, <http://www.rfidportal.gr/>, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)
37. RFID Portal: Τι είναι RFID?, <http://www.rfidportal.gr/index.php/-rfid>, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)
38. RFID Portal: Σύνθεση Συστήματος RFID, <http://www.rfidportal.gr/index.php/joomla-license>, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)
39. RFID Portal: Προβληματισμοί για το RFID, <http://www.rfidportal.gr/index.php/the-news>, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)
40. RFID Portal: Ιδιωτικότητα και Ασφάλεια, <http://www.rfidportal.gr/index.php/2010-03-12-20-00-44>, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)
41. Security Manager: RFID εναντίον BARCODES, http://www.securitymanager.gr/arthro_article.php?id=18&title=RFID%20%C5%CD%C1%CD%D4%C9%CF%CD%20BARCODES&relative=RFID&writer=%C3.%CA%E1%EA%E1%E2%E9%DC%F4%EF%F2&PHPSESSID=027245d248c2797156ab641ee37cab9a, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)
42. Supply Insight, http://www.supplyinsight.com/rPlatform_for_RFID_integration.htm, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)
43. Tau Beta Pi, Arizona Alpha Chapter, University of Arizona: Valuation with Inflation, <http://clubs.asua.arizona.edu/~tbp4life/documents/Statistics/Inflation.xls>, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)
44. TEOTEC, <http://www.teotec.gr/articleb3cd.html?cat=89>, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)
45. Trinity Systems, http://www.trinitysystems.gr/RFID-introduction_GR.html, (τελευταία επίσκεψη στις 14-6-2012)
46. GS1 Australia, http://www.gs1au.org/assets/documents/info/application_forms/app_epc_licence_agreement.pdf, (τελευταία επίσκεψη στις 20-6-2012)