
Η ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΤΗΝ
ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ
ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ

Η εργασία υποβάλλεται για την μερική κάλυψη των απαιτήσεων με στόχο την
απόκτηση του διπλώματος

ΠΜΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ, ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ LOGISTICS

από

ΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΕΛΗΠΟΥΛΙΟΥ ΧΡΙΣΤΙΑΝΑ

Επιβλέπων καθηγητής: Χονδροκούκης Γ.

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2013

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία δε θα ήταν δυνατόν να πραγματοποιηθεί χωρίς τη βοήθεια πολλών συναδέλφων, καθηγητών και φίλων. Εδώ θα ήθελα λοιπόν να ευχαριστήσω όσους με το δικό τους τρόπο οδήγησαν στην πραγματοποίησή της.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Χονδροκούκη που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα αλλά και που με τα σχόλια του βοήθησε στο άρτιο αποτέλεσμα. Στη συνέχεια, δεν μπορώ να παραλείψω να ευχαριστήσω τους συναδέλφους μου που από την αρχή δέχτηκαν με χαρά να με βοηθήσουν. Επίσης, θα πρέπει να ευχαριστήσω όλους τους χείριστες και τους ομαδάρχες στις γραμμές συσκευασίας και στο τμήμα παραγωγής φιαλών που με τα σχόλια τους βοήθησαν στη δημιουργία και κυρίως στην καταγραφή των εντύπων που χρειάστηκαν.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, που με στήριξαν και σε αυτή μου την προσπάθεια όπως κάνουν πάντα. Ένα τεράστιο ευχαριστώ πρέπει να πω και στον άνθρωπο μου που χωρίς την πολύτιμη βοήθεια του και κυρίως την αγάπη του δεν θα μπορούσα να είχα τελειώσει αυτή την εργασία.

Περίληψη

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν η δημιουργία ενός συστήματος ιχνηλασιμότητας για τα υλικά συσκευασίας, δηλαδή μπουκάλια, καπάκια και ετικέτες που παράγονται σε εργοστάσιο εταιρίας παραγωγής απορρυπαντικών οικιακής χρήσης στην Ελλάδα. Η επωνυμία της εταιρίας δεν θα αναφερθεί στην παρούσα μελέτη για λόγους εχεμύθειας. Στο πλαίσιο της διπλωματικής αποφασίστηκε να μελετηθεί ο χρόνος που δαπανάται για τις καταγραφές των στοιχείων και των πληροφοριών που απαιτούνταν για γρήγορη και σωστή ιχνηλασιμότητα. Ο παράγοντας χρόνος, άλλωστε, είναι πολύ σημαντικός για μια βιομηχανία αυτού του μεγέθους, τόσο στην περίπτωση όπου πρέπει να εντοπιστεί μια παρτίδα προϊόντων, όσο και σε καθημερινή βάση, όσον αφορά τη χρονική διάρκεια που θα δαπανήσουν οι χειριστές των μηχανημάτων για την καταγραφή των εντύπων.

Η μελέτη επικεντρώθηκε στην σύγκριση μιας χειρόγραφης και μιας αυτοματοποιημένης ηλεκτρονικής μεθόδου καταγραφής. Στην περίπτωση της χειροκίνητης καταγραφής οι υπάλληλοι καλούνταν να συμπληρώσουν έντυπα με τα στοιχεία κάθε υλικού συσκευασίας που χρησιμοποιούσαν, ενώ στην περίπτωση της ηλεκτρονικής μεθόδου, οι εργαζόμενοι στις γραμμές παραγωγής, με τη βοήθεια φορητών συσκευών PDA που χρησιμοποιούσαν κατάλληλο λογισμικό, σκάναραν τους κωδικούς (Datamatrix) που είχαν επάνω τα υλικά, χωρίς να απαιτείται η καταγραφή τους.

Η μελέτη χωρίστηκε σε τρία μέρη, εξετάζοντας τρία διαφορετικά τμήματα του εργοστασίου. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να γίνει πιο εύκολα η σύγκριση των δύο μεθόδων και να εξεταστεί η επίδραση που θα είχε η χρήση scanner στην καταχώριση των στοιχείων που θα βοηθούσαν στην ιχνηλασιμότητα των υλικών συσκευασίας που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε παρτίδα προϊόντος. Τα μέρη στα οποία επικεντρώθηκε η μελέτη ήταν οι γραμμές συσκευασίας, τα σιλό τροφοδοσίας φιαλών και πωμάτων προς

τις γραμμές και το τμήμα παραγωγής φιαλών. Η σύγκριση των δύο μεθόδων έδειξε ότι με τη βοήθεια των PDA με το κατάλληλο λογισμικό, οι χειριστές κέρδιζαν από 3,69 έως 13,21 δευτερόλεπτα σε κάθε καταγραφή κατά μέσω όρο, ανάλογα τη θέση εργασίας. Επιπλέον, σημαντικό πλεονέκτημα του ηλεκτρονικού τρόπου καταχώρησης ήταν η εξάλειψη της περίπτωσης λάθους, καθώς τα PDA έδιναν τη δυνατότητα αυτόματης επαλήθευσης της ορθότητας του κωδικού της ετικέτας σε σχέση με τις πληροφορίες που είχαν οι προδιαγραφές του προϊόντος.

Στη μελέτη που έλαβε χώρα στο πλαίσιο αυτής της εργασίας εξετάστηκαν και τα προβλήματα που απαιτήθηκε να αντιμετωπιστούν κατά τη διάρκεια της εφαρμογής του συστήματος αυτού. Προβλήματα προέκυψαν σε διάφορα σημεία κατά την εφαρμογή του συστήματος, είτε σχετικά με την εγκατάσταση του και την διαδικασία που έπρεπε να ακολουθηθεί, είτε προβλήματα που προέκυπταν καθώς το πρόγραμμα εφαρμοζόταν αρχικά σε πιλοτική λειτουργία καθώς μεγάλος αριθμός ατόμων, κυρίως οι χειριστές των μηχανημάτων, έπρεπε να λειτουργήσουν με βάση τα νέα δεδομένα.

Το τελικό αποτέλεσμα όμως κρίθηκε επιτυχημένο και με σημαντικά οφέλη. Εξετάζοντας περιπτώσεις εικονικής ανάκλησης προϊόντων που έγιναν για να δοκιμαστεί το νέο σύστημα, αυτό ανταποκρίθηκε με μεγάλη ταχύτητα αλλά και ακρίβεια στην ανάκτηση πληροφοριών. Σε αντίθεση, το παλαιότερο σύστημα που έκανε χρήση εντύπων απαιτούσε πολύ περισσότερο χρόνο για να εντοπισθούν όλα τα σχετικά αρχεία που αφορούσαν συγκεκριμένες παραγωγές.

Abstract

The scope of this project was to create a traceability system for packing materials (bottles, caps and stickers) for a home care products factory in Athens, Greece. For confidentiality reasons the name of the company will not be mentioned. For this project it was decided to calculate the time needed in order to record all the necessary data for a quick and accurate traceability system. The factor of time is very important in cases, for example, where a specific batch of a product must be traced. Additionally, the time the operators would spend to write down all the information needed was also a concern in this project.

The research was focused in the comparison of a manual method where the staff of the factory had to fill in forms with the necessary information of every packing material used, as well as an electronic method where the codes of the materials would be scanned with PDAs without the need to manually write down any information.

The survey took place in 3 departments of the plant, which were studied separately in order to be easier to compare the results of the manual and the electronic system. These departments were the department of plastic production, the finishing lines and the silo which feed the finishing lines with bottles and caps. The comparison of the two methods of the project showed that the electronic method with the use of PDA and the appropriate software which was installed for this project, saved the workers 3.69 up to 13.21 seconds in every case where data would be recorded, depending on the workstation. An important advantage of the electronic method was the elimination of mistakes as the PDAs had the advantage of automatic verification of the data scanned from the packing materials with those of the specifications of each product.

During the application of this traceability system there were a number of problems that had to be solved. These problems concerned the pilot function of the system with the

large number of employees that were involved, and more specifically the operators of the production lines.

The final outcome of the project was considered to be successful, since with the electronic system data and product batches were able to be retrieved considerably faster and with great accuracy. On the contrary, with the manual system a member of the workforce had to spend a large amount of time to find all the information needed for a recall or a recovery.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή.....	1
2. Βιβλιογραφική Αναφορά.....	3
2.1. Ορισμοί.....	3
2.2. Ειδή Ιχνηλασιμότητας.....	4
2.3. Η Επιχειρηματική Πλευρά Της Ιχνηλασιμότητας.....	7
2.3.1. Η περίπτωση της επιχείρησης.....	7
2.3.2. Η περίπτωση πολλών εργοστασίων.....	7
2.3.3. Η πλευρά της εφοδιαστικής αλυσίδας.....	7
2.3.4. Η πλευρά των εξωγενών παραγόντων.....	8
2.4. Ανάκτηση Και Ανάκληση Προϊόντων.....	9
2.5. Ιχνηλασιμότητα με χρήση ηλεκτρονικών μέσων.....	11
2.5.1. Αναγνωριστικά Τυπωμένων Γραφικών (Printed Graphic Identifiers- PGIs).....	13
2.5.1.1. Πλεονεκτήματα των PGI.....	14
2.5.1.2. Μειονεκτήματα των PGI.....	14
2.5.2. Ταυτότητες Ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Identification-RFIDs)....	15
2.5.3. Σύγκριση PGI και RFID.....	18
2.6. Συμβολογραφίες PGI).....	21
2.5.1. Ευρέως χρησιμοποιούμενες συμβολοσειρές.....	25
3. Μεθοδολογία.....	37
3.1. Επισκόπηση Μεθόδων Καταγραφής.....	37
3.1.1. Χειρόγραφο καταγραφή.....	37
3.1.2. Ηλεκτρονικό σύστημα ιχνηλασιμότητας.....	38

3.1.2.1. Απαιτούμενος εξοπλισμός.....	40
3.2. Υλοποίηση.....	47
3.2.1. Υλοποίηση χειρόγραφων κατάγραφων.....	47
3.2.1.1. Διαχείριση και αρχειοθέτηση-αποθήκευση δεδομένων.....	53
3.2.2. Καταγραφές με scanner.....	54
3.3. Προβλήματα.....	59
3.4. Διατήρηση Δεδομένων.....	63
4. Ανάλυση Δεδομένων.....	64
4.1. Αποτελέσματα- Μετρήσεις.....	64
5. Συμπεράσματα.....	69
6. Βιβλιογραφία.....	71
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	76

EΙΚΟΝΕΣ

2.3.1. Οι τέσσερις διαφορετικές πλευρές της ιχνηλασιμότητας σε μια επιχείρηση.....	7
2.4.1. Γενικευμένη διαδικασία ανάκλησης προϊόντων.....	10
2.5.1.1. Barcode.....	13
2.5.1.2.1. Μη αναγνώσιμο Barcode.....	15
2.5.2.1. Τυπική εικόνα RFID.....	16
2.5.2.2. Διάταξη ενός RFID.....	17
2.6.1. UPC Barcode.....	23
2.6.2. Παράδειγμα code 128.....	23
2.6.3. Λεπτομέρειες του κώδικα PDF 417.....	24
2.6.4. Παραδείγματα συμβολοσειρών.....	20
2.6.1.1. Παράδειγμα QR code.....	28
3.1.2.1. Στιγμιότυπο οθόνης από το λογισμικό TracePro.....	40
3.1.2.1.1. Intermec PDAs μοντέλο CN50.....	42
3.1.2.1.2. Διάγραμμα του τρόπου κωδικοποίησης και αποκωδικοποίησης των barcode.....	45
3.1.2.1.3. Παράδειγμα επεξεργαστή διαδικασιών στα κινητά τηλέφωνα.....	47
3.2.1.1. Προδιαγραφές προϊόντος πριν τη χρήση της ηλεκτρονικής ιχνηλασιμότητας...50	
3.2.1.2. Κιβώτια υλικών συσκευασίας, πάνω μετά τη χρήση των QR codes, κάτω πριν τη χρήση της ηλεκτρονικής ιχνηλασιμότητας.....	51
3.2.1.3. Πληροφορίες ετικετών πριν την εφαρμογή του ηλεκτρονικού συστήματος με Datamatrix.....	52
3.2.2.1. Ετικέτες σε μορφή ρολού μετά την εφαρμογή των DataMatrix.....	55
3.2.2.2. Έντυπα πλαστικών υλικών μετά την εφαρμογή των DataMatrix.....	56
3.2.2.3. Έντυπα παλέτας φιαλών πριν την εφαρμογή ηλεκτρονικού συστήματος.....	57
3.2.2.4. Προδιαγραφές προϊόντος μετά την χρήση της ηλεκτρονικής ιχνηλασιμότητας.....	58
3.3.1. Παραδείγματα εντύπου χειρόγραφου τρόπου καταγραφής.....	60

ΠΙΝΑΚΕΣ

2.5.3.1. Σύγκριση χαρακτηριστικών PGI και RFID.....	20
2.6.1.1. Σύγκριση 2D κωδικών.....	14
4.1.1. Χρόνοι καταγραφής πληροφοριών στο σιλό τροφοδοσίας.....	37
4.1.2. Χρόνοι καταγραφής πληροφοριών στο συσκευαστήριο.....	38
4.1.3. Χρόνοι καταγραφής στο τμήμα πλαστικών.....	39
4.1.4. Διάγραμμα απεικόνισης διαφοράς στους χρόνους καταγραφής με τις δύο μεθόδους.....	67

ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ

FMCG: Fast Moving Consumer Goods

APICS: The Association for Operation Management

FDA: Food and Drug Administration

ERP: Enterprise Resource Planning

2D codes: 2 Dimension codes

UPC: Universal Product Code

QR code: Quick Response code

HCCB: High Capacity Color Barcode

PDF417: Portable Data File 417

1D code: 1 Dimension code

OLE: Object Linking and Embedding

ODBC: Open DataBase Connectivity

BOM: Bill Of Materials

PDA: Personal Digital Assistant

eMDI: enhanced Mobile Document Imaging

URL: Uniform Resource Locator

DSP: Digital Signal Processing

CPU: Central Processing Unit

Preform: Πλαστικός σωλήνας με οπή στο ένα άκρο διαμέσου του οποίου μπορεί να περάσει πεπιεσμένος αέρας. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή φιαλών PET με μηχανές Blow Molding

Pellets: Κοκκώδες υλικό, προερχόμενο από πολυμερισμό αιθυλενίου και προπυλενίου, που χρησιμοποιείται για παραγωγή μπουκαλιών PP.

1. Εισαγωγή

Η ιχνηλασιμότητα είναι ένας όρος που τα τελευταία χρόνια έχει μπει δυναμικά σε όλους τους κλάδους των επιχειρήσεων, κυρίως όσων δραστηριοποιούνται στον τομέα των FMCG και πιο συγκεκριμένα στον κλάδο των τροφίμων. Πέρα όμως από τα τρόφιμα η ιχνηλασιμότητα εφαρμόζεται και σε πληθώρα άλλων καταναλωτικών αγαθών όπως τα φάρμακα, τα καλλυντικά και τα απορρυπαντικά. Η ιχνηλασιμότητα ορίζεται ως η ικανότητα ανίχνευσης της ταυτότητας, της διαδρομής και των αλλαγών της κατάστασης ενός προϊόντος με τη χρήση καταγεγραμμένων αναγνωριστικών στοιχείων, κατά τη διαδρομή του μέσα σε ένα εφοδιαστικό κύκλωμα και μέχρι την τελική του παράδοση στον πελάτη. Το σύστημα ιχνηλασιμότητας είναι ένα σύστημα που παρακολουθεί συνεχώς τα προϊόντα καθώς αυτά διακινούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα ή μετασχηματίζονται στις διάφορες φάσεις της παραγωγικής διαδικασίας.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη ιχνηλασιμότητας σε μια επιχείρηση είναι η κωδικοποίηση, η οποία δίνει τη δυνατότητα σήμανσης σε προϊόντα ή συσκευασίες προϊόντων που περιέχουν πληροφορίες για την παραγωγή και τη διακίνησή τους. Η κωδικοποίηση αποτελεί δομικό στοιχείο για το σύστημα ιχνηλασιμότητας, καθώς ενσωματώνει όλες τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες για ένα προϊόν και επίσης καθιστά εύκολη την ανάκλησή του. Μέσω της κωδικοποίησης, τα προϊόντα αποκτούν μια «ταυτότητα» που διατηρείται όσο αυτά διακινούνται και μετασχηματίζονται σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Με τη σειρά τους, η τεχνολογία και η πληροφορική έχουν συνεισφέρει σημαντικά τα τελευταία χρόνια στην ιχνηλάτιση των προϊόντων, βοηθώντας να μειωθούν σημαντικά τα ποσοστά λάθους που σχετίζονται με τη διαχείριση δεδομένων, αλλά και καθιστώντας την ιχνηλασιμότητα πολύ πιο αποτελεσματική.

Ένας κρίκος στην αλυσίδα της ιχνηλασιμότητας που πολλές φορές αγνοείται ή θεωρείται δευτερεύον είναι το κομμάτι του ελέγχου των υλικών συσκευασίας. Τα υλικά αυτά, συνήθως δεν συμπεριλαμβάνονται στο πρόγραμμα ιχνηλασιμότητα μιας εταιρίας καθώς θεωρείται ότι δεν έχουν άμεση σχέση με το προϊόν και πολλές φορές δεν έρχονται καν σε επαφή με αυτό. Κατάλληλο παράδειγμα τέτοιων υλικών είναι τα χαρτοκιβώτια. Παρ' όλο που δεν είναι το κυρίως διακινήσιμο προϊόν, ένα λάθος σε αυτά τα υλικά μπορεί να προκαλέσει έντονη δυσαρέσκεια από τη μεριά του καταναλωτή, ο οποίος χάνει την εμπιστοσύνη του για την συγκεκριμένη εταιρία. Η συσκευασία του προϊόντος, άλλωστε, παρέχει βασικές πληροφορίες για αυτό. Σε αυτές μπορεί να συμπεριλαμβάνεται το όνομα του κατασκευαστή και στοιχεία επικοινωνίας, ημερομηνίες λήξης και η θρεπτική αξία του προϊόντος, στην περίπτωση που γίνεται αναφορά σε τρόφιμα [Browe, C.and Wang. C.L., 2007], ή η χημική σύστασή του σε περίπτωση επικίνδυνων ουσιών, όπως για παράδειγμα ισχυρών καθαριστικών προϊόντων. Έτσι, σε πολλές περιπτώσεις όπου τα υλικά συσκευασίας αναγράφουν επάνω στοιχεία σχετικά με το προϊόν γίνεται επιτακτική η ανάγκη να βρεθεί τρόπος ελέγχου των υλικών αυτών καθώς από λάθη και παραλείψεις στην τύπωση μπορεί να προκληθούν σοβαρά προβλήματα στους καταναλωτές-χρήστες, με φυσικό επακόλουθο οικονομικές ή ακόμα και νομικές συνέπειες στην εταιρεία παραγωγής.

2. Βιβλιογραφική Αναφορά

Η ιχνηλασιμότητα είναι ένα αρκετά ευρύ αντικείμενο καθώς οι βασικές αρχές της είναι ανεξάρτητες από τον τύπο του προϊόντος, την παραγωγή και τα συστήματα ελέγχου που εξυπηρετεί [Kim, et al., 1995]. Η χρήση της ιχνηλασιμότητας σε σχέση με τη βιομηχανία βρίσκει εφαρμογή κυρίως σε διεργασίες που αφορούν το marketing και τα logistics. Η ιχνηλασιμότητα των προϊόντων πρέπει να παρέχει επαρκή πληροφόρηση τόσο σχετικά με προηγούμενες προμήθειες υλικών όσο και με διεργασίες που σχετίζονται με την εκάστοτε προμήθεια. Από την πλευρά του marketing, η πρόβλεψη του χρόνου, του τόπου, του τρόπου χρήσης και της ιδιοκτησίας είναι πολύ σημαντικές παράμετροι του εφοδιασμού, καθώς βασίζονται στο συντονισμό και τις τεχνικές ικανότητες πολλών τμημάτων που σχετίζονται με αυτόν. Από την άλλη τα logistics επικεντρώνονται στο τεχνικό συντονισμό αυτών των τμημάτων [Engelseth P., 2009]

2.1 Ορισμοί

Στη βιβλιογραφία έχουν αναφερθεί αρκετοί διαφορετικοί ορισμοί για την ιχνηλασιμότητα, κοινός όρος σε όλους όμως είναι η έννοια της ικανότητας. Σύμφωνα με τον Moe (1998), ιχνηλασιμότητα είναι η ικανότητα εντοπισμού μιας παρτίδας προϊόντος και της ιστορίας της μέσα από το σύνολο ή μέρος της παραγωγικής αλυσίδας από την συγκομιδή μέχρι τη μεταφορά και την αποθήκευση, τη διαδικασία παραγωγής διανομής και πώλησης ή εσωτερικά σε κάθε στάδιο της αλυσίδας. Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης ISO ορίζει ως ιχνηλασιμότητα την ικανότητα εντοπισμού της ιστορίας, των διαδικασιών ή της τοποθεσίας μιας οντότητας μέσω καταγραφής σημείων ταυτοποίησης [European Standards, 1995], ενώ ο APICS δίνει έναν διπλό ορισμό περισσότερο συνδεδεμένο με την έννοια των Logistics. Σύμφωνα με τον ορισμό αυτό, ιχνηλασιμότητα είναι η ιδιότητα που επιτρέπει να καθοριστούν οι τρέχουσες τοποθεσίες

ενός φορτίου, ενώ επίσης ως ιχνηλασιμότητα νοείται είναι η καταγραφή και ο εντοπισμός μέρους των διαδικασιών και υλικών που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή, μέσω αριθμών παρτίδας και σειριακών αριθμών.[APICS, 1998]. Επιπλέον, ο Weigand (1997) αναφέρει ότι ο εντοπισμός και η ιχνηλασιμότητα θεωρούνται ένα νέο εργαλείο που δίνει πληροφορίες για την προέλευση των υλικών σε όλους τους κρίκους της εφοδιαστικής αλυσίδας, πληροφορίες που χρησιμοποιούνται για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών στους διάφορους κρίκους και για την ενίσχυση όλης την εφοδιαστικής αλυσίδας ως σύνολο. Τέλος, ο κανονισμός 178/2002 της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο άρθρο 18 ορίζει, πιο συγκεκριμένα στην περίπτωση των τροφίμων, ως ιχνηλασιμότητα τροφίμων την ικανότητα να εντοπιστεί κάθε τρόφιμο, ζωοτροφή ή ζώο που προορίζεται για την παραγωγή τροφίμου ή κάθε συστατικό σε κάθε στάδιο παραγωγής, επεξεργασίας και διανομής του [Engelseth P., 2009].

2.2 Είδη Ιχνηλασιμότητας

Οι διάφοροι ορισμοί που υπάρχουν για την ιχνηλασιμότητα στην βιβλιογραφία καταφέρνουν να διακρίνουν μεταξύ τους διαφορετικούς τύπους ιχνηλασιμότητας, οι οποίοι διαφέρουν ανάλογα με τις πληροφορίες που καταχωρούνται και τα αποτελέσματα που μπορεί κάποιος να εξάγει από αυτές [Jansen-Vullers, M.H. et al. 2003]. Παρακάτω αναφέρονται επιγραμματικά τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά των κυριότερων τύπων ιχνηλασιμότητας

1. Παρακολούθηση. Είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται για να ακολουθηθεί ένα αντικείμενο μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα, καταγράφοντας όποια δεδομένα θεωρούνται ιστορικής σημασίας ή εν γένει έχουν σημασία για την παρακολούθηση.

2. Ιχνηλασιμότητα προς τα εμπρός (forward). Αυτό το είδος ιχνηλασιμότητας απεικονίζει την εξερεύνηση των σχέσεων χρήσης και τόπου των υλικών. Αυτές οι σχέσεις απεικονίζουν όλα τα έτοιμα προϊόντα στα οποία καταναλώθηκε η πρώτη ύλη που μας ενδιαφέρει. Το είδος αυτό αναφέρθηκε πρώτη φορά από τους Petroff, J. N. και Hill, A. V. H. 1991.
3. Ιχνηλασιμότητα προς τα πίσω (backward). Το είδος αυτό αναφέρεται στην εξερεύνηση του τόπου και της προέλευσης αντικείμενων. Αυτές οι σχέσεις απεικονίζουν τους αριθμούς παρτίδας των πρώτων υλών που καταναλώθηκαν σε διεργασίες παραγωγής για την παρασκευή ενός συγκεκριμένου προϊόντος. Το είδος αυτό επίσης αναφέρθηκε πρώτη φορά από τους Petroff, J. N. και Hill, A. V. H. 1991
4. Ενεργητική και παθητική ιχνηλασιμότητα. Το είδος αυτό σχετίζεται με τη χρήση του προϊόντος. Με την παθητική έννοια η ιχνηλασιμότητα παρέχει την πληροφορία για το που βρίσκονται τα υλικά κάθε στιγμή του χρόνου και σε τι κατάσταση. Έτσι με τη διαδικασία του on-line εντοπισμού δημιουργείται ένα αρχείο που επιτρέπει την ιχνηλασιμότητα των υλικών και τη χρήση τους σε κάθε τελικό προϊόν. Η ιχνηλασιμότητα σε παθητικό χρόνο εξασφαλίζει την προς τα εμπρός και προς τα πίσω ιχνηλασιμότητα υλικών που βρίσκονται σε φάση καταστροφής.
Η ενεργητική ιχνηλασιμότητα από την άλλη περιλαμβάνει την παθητική. Ο on-line εντοπισμός χρησιμοποιείται επιπλέον για να βελτιστοποιήσει και να ελέγξει διαδικασίες μέσα και ενδιάμεσα από τους κρίκους της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η πλευρά της ενεργής ιχνηλασιμότητας θεωρείται ένα εργαλείο για να διαχειριστεί η ποιότητα της πληροφορίας μέσα από όλη την αλυσίδα και μέσα από ένα συγκεκριμένο κρίκο της. Η ιχνηλασιμότητα με αυτό τον τρόπο, μπορεί

να μειώσει το κόστος αποτυχίας, να αυξήσει την παραγωγικότητα ή/και να βελτιώσει την ποιότητα. Με την ενεργή ιχνηλασιμότητα η καταγραφή των δεδομένων κατά τη διάρκεια του εντοπισμού δεν γίνεται μόνο για να είναι δυνατή η παθητική ιχνηλασιμότητα αλλά γίνεται και για να ελέγξει και να βελτιώσει διαδικασίες μεταξύ των τμημάτων στην εφοδιαστική αλυσίδα [Jansen-Vullers, M.H. et al. 2003]

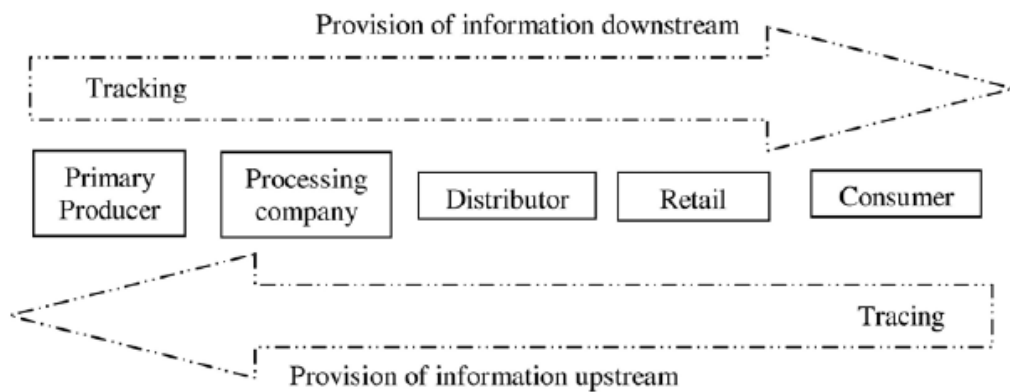
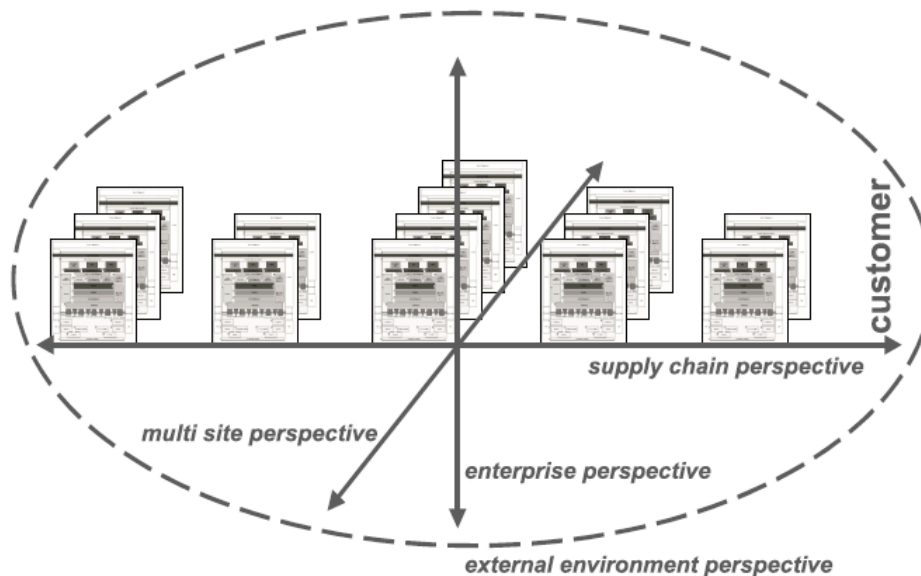


Fig. 1. A simplified view of information flow in traceability [Schwägele 2005].

Εικόνα 2.2.1 . Ροή πληροφορίας μέσω του συστήματος ιχνηλασιμότητας.

2.3. Η Επιχειρηματική Πλευρά Της Ιχνηλασιμότητας [van Drop, K. J. 2002]

Οι επιχειρήσεις, ειδικά στη σημερινή παγκοσμιοποιημένη κοινωνία δεν λειτουργούν αυτόνομα, αλλά είναι τμήματα ενός μεγαλύτερου δικτύου εταιριών που συνδέονται άρρηκτα με αγορές προφοράς ή ζήτησης. Οι οργανισμοί διατηρούν σχέσεις με θυγατρικές εταιρίες, προμηθευτές, πελάτες, καταναλωτές και μετόχους. Μέσα σε αυτό το δίκτυο αναπτύσσονται πολυάριθμες σχέσεις οι οποίες έχουν διαφορετική επίδραση στην κάθε εταιρία. Γενικά από επιχειρηματικής πλευράς ο εντοπισμός και η ιχνηλασιμότητα μπορούν να απεικονιστούν με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.3.1. και να αναλυθεί περαιτέρω σε κάθε περίπτωση.



Source: van Twillert (1999)

Εικόνα 2.3.1 . Οι τέσσερις διαφορετικές πλευρές της ιχνηλασιμότητας σε μια επιχείρηση [van Twillert, 1999]

2.3.1 Η περίπτωση της επιχείρησης

Στην περίπτωση της ιχνηλασιμότητας στην επιχείρηση, ο εντοπισμός και η ιχνηλασιμότητα γίνεται μέσα στην ίδια την επιχείρηση. Στην προκειμένη περίπτωση, χρησιμοποιείται η οριζόντια διάσταση της ιχνηλασιμότητας καθώς γίνεται εφαρμογή της όχι μόνο μέσα στο χώρο της κατασκευής του προϊόντος αλλά επεκτείνεται και σε άλλα λειτουργικά τμήματα της ίδιας εταιρίας. Έτσι, οι πληροφορίες δεν αρκεί να δίδονται μόνο οριζόντια, αλλά πρέπει να μεταφέρονται σε διάφορες βαθμίδες της επιχείρησης και του κάθε τμήματος ακλουθώντας μια κάθετη ροή πληροφοριών.

2.3.2 Η περίπτωση πολλών εργοστασίων

Πολλές εταιρίες, κυρίως στον κλάδο των διεργασιών, έχουν περισσότερα από ένα εργοστάσια στα οποία κατασκευάζουν τα προϊόντα τους. Πολλές φορές τα εργοστάσια αυτά είναι σε διαφορετικές χώρες, ανάλογα με τη στρατηγική που ακολουθεί η κάθε επιχείρηση. Έτσι, είναι πιθανό πολλά εργοστάσια να παραδίδουν τα ημι-έτοιμα

προϊόντα τους σε θυγατρικά εργοστάσια για περαιτέρω επεξεργασία. Συνεπώς υπάρχουν πολλαπλές ροές υλικών και μεγάλος αριθμός πληροφοριών που χρειάζονται για τον εντοπισμό ενός υλικού ή προϊόντος μέσα στο δίκτυο των εργοστασίων.

2.3.3 Η πλευρά της εφοδιαστικής αλυσίδας

Από την άποψη της εφοδιαστικής αλυσίδας, η ιχνηλασιμότητα μπορεί να θεωρηθεί μια ολοκληρωμένη διαδικασία από το planning μέχρι και το control των υλικών, αλλά και από τους προμηθευτές μέχρι και τους τελικούς χρήστες. Από αυτή την άποψη, για να γίνει σωστά και αποτελεσματικά η ιχνηλασιμότητα πρέπει πολλά τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας να συνεργαστούν, ούτως ώστε να βρεθούν όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για να μπορέσει να γίνει μια σωστή διαχείριση και ένας σωστός εντοπισμός του υλικού.

2.3.4 Η πλευρά των εξωγενών παραγόντων

Σε πολλές περιπτώσεις, η ιχνηλασιμότητα είναι απαίτηση των αρχών, των διοικητικών οργάνων ή των ίδιων των οργανισμών. Από τη μία πλευρά, οι μέτοχοι μπορούν να επηρεάσουν τις δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας με σκοπό τη βελτιστοποίηση των διεργασιών της επιχείρησης, ενώ φυσικά δεν πρέπει να παραμεληθεί η περίπτωση όπου απαιτήσεις της νομοθεσίας επηρεάζουν τον τρόπο λειτουργίας μιας βιομηχανίας και καθιστούν την ιχνηλασιμότητα υποχρεωτικό εφόδιό της. Ενδεικτικά, πιο κάτω αναφέρονται διάφοροι κανονισμοί της Ε.Ε σχετικά με την ιχνηλασιμότητα.

- Συσκευασία και απόβλητα συσκευασίας (94/62 EEC)
- Έλεγχος των τροφίμων (89/397/EEC)
- Η λειτουργική ετικέτα (79/112/EEC)

- Ευθύνη για τα ελαττωματικά προϊόντα (85/374/EEC)

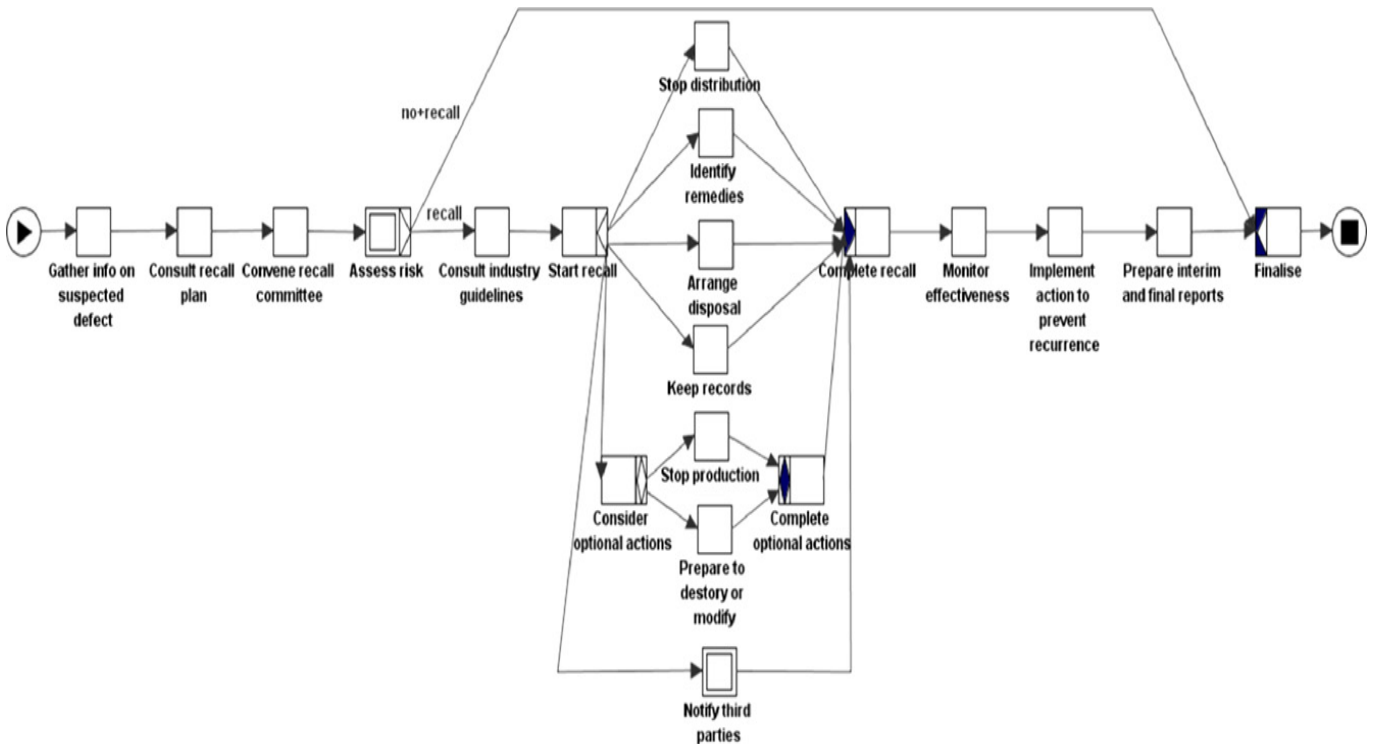
2.4 Ανάκτηση Και Ανάκληση Προϊόντων

Η ιχνηλασιμότητα σαν διαδικασία βοηθά κυρίως σε περιπτώσεις που απαιτείται ανάκτηση ή ανάκληση κάποιου προϊόντος, πολλές φορές μετά από τον εντοπισμό κάποιου προβλήματος στην παραγωγή του που συνεπάγεται κάποια ανεπιθύμητη απόκλιση από τις τεχνικές του προδιαγραφές. Τα προβλήματα μπορεί να εντοπισθούν κατόπιν κάποιου παράπονου καταναλωτή, από κάποια ενημέρωση που μπορεί να κάνει ένας προμηθευτής ή από αποτυχία των προϊόντων να περάσουν τα τεστ διασφάλισης ποιότητας. [Wynn M.T. et al., 2011] Τέτοια προβλήματα μπορεί να είναι προβλήματα νομικής ή περιβαλλοντικής φύσεως, καταστροφής περιουσίας ή ασφάλειας των καταναλωτών. Στη βιβλιογραφία μπορεί να εντοπισθεί μεγάλος αριθμός περιπτώσεων ανάκλησης προϊόντων. Συγκεκριμένα, αναφέρεται ότι μόνο το 2008 έγιναν πάνω από 1500 ανακλήσεις μη εδώδιμων προϊόντων, ενώ ακόμα έγιναν πάνω από 3000 ανακλήσεις τροφίμων μόνο στην Ε.Ε. [<http://ec.europa.eu>]. Σε πολλές χώρες υπάρχουν υπηρεσίες που ασχολούνται με θέματα ασφαλείας και παρέχουν κατευθύνσεις για την πραγματοποίηση ανάκλησης προϊόντων. Συγκεκριμένα στις Η.Π.Α. ο FDA θέτει συγκριμένες απαιτήσεις που πρέπει να τηρούνται σε περιπτώσεις ανάκλησης.

Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι απαραίτητη και η προς τα εμπρός αλλά και η προς τα πίσω ιχνηλασιμότητα, όπως αυτές καθορίστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο της εργασίας. Έτσι, η προς τα εμπρός ιχνηλασιμότητα χρησιμοποιείται για να εντοπιστούν τελικά προϊόντα που πιθανόν να περιέχουν συστατικά από κάποιο συγκεκριμένο προμηθευτή. Παράδειγμα περίπτωσης ανάκλησης προϊόντος που απαιτούσε χρήση προς τα εμπρός ιχνηλασιμότητας, είναι η εταιρία Kellogg's όπου το 2009 αναγκάστηκε να κάνει ανάκληση σε προϊόντα της λόγω κάποιας πρώτης ύλης η οποία βρέθηκε θετική σε

Salmonella sp. [www2.kelloggs.com]. Αντίστοιχα, η προς τα πίσω ιχνηλασιμότητα χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που πρέπει να εντοπισθεί ο προμηθευτής και η διαδικασία παραγωγής που χρησιμοποιήθηκε για να παραχθεί ένα προϊόν με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Και στην περίπτωση αυτή υπάρχουν αρκετά πρόσφατα παραδείγματα, ένα από τα οποία συνέβη τον Ιούλιο του 2009, όταν ένας αριθμός επιβατών της εταιρίας Virgin Blue Flights ασθένησε λόγω λιστερίωσης εξαιτίας των σάντουιτς με κοτόπουλο που δόθηκαν ως γεύμα σε πτήσεις της [News.com.au]. Η έρευνα που έγινε με τη βοήθεια της προς τα πίσω ιχνηλασιμότητας και οδήγησε στο εργοστάσιο παρασκευής αυτών των σάντουιτς στο Wollongong [Wynn M.T. et al., 2011].

Έχοντας υπόψη τους ορισμούς και τη χρησιμότητα των τύπων αυτών ιχνηλασιμότητας, στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα γενικό σενάριο για τη διαδικασία ανάκτησης προϊόντων. Το μοντέλο αυτό έγινε με βάση διαδικασίες που υπάρχουν στην Αυστραλία, τις Η.Π.Α., το Ηνωμένο Βασίλειο και την Ευρωπαϊκή Ένωση. Για να δημιουργηθεί το μοντέλο αυτό, οι συγγραφείς συμβουλευτήκαν και έναν αριθμό από standard για ανακλήσεις προϊόντων, τροφίμων και μη, και σχετικούς οδηγούς για τις ανακλήσεις τους. Για να γίνει μια αποτελεσματική και αποδοτική ανάκληση πρέπει να συνδυαστούν πολλά δεδομένα που μπορεί να υπάρχουν στο ERP κάθε εταιρίας, στα συστήματα διαχείρισης ανθρώπινου δυναμικού και τα συστήματα logistics, αλλά ακόμα και σε χειρόγραφα της εταιρίας. Το αποτέλεσμα του συνδυασμού των πρακτικών ανάκλησης φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 2.4.1.



Εικόνα 2.4.1. Γενικευμένη διαδικασία ανάκλησης προϊόντων [Wynn M.T. et al., 2011]

Πολλές φορές μέσα από τις διαδικασίες ανάκλησης μπορεί να υπάρχουν ευκαιρίες για την εκ νέου απόκτηση πόρων, ενώ οι διαδικασίες αυτές πάντα βοηθούν έτσι ώστε να διατηρηθούν οι σχέσεις με τους πελάτες. Σαν αποτέλεσμα, για τους παραπάνω λόγους ο σωστός σχεδιασμός του προγράμματος των reverse logistics έχει πολύ μεγάλη σημασία για μια επιχείρηση. Τρία χαρακτηριστικά του προγράμματος τα οποία έχουν μελετηθεί εκτενώς είναι ο τρόπος επισημοποίησης του (formalization), οι περιορισμοί που τίθενται σε αυτό από διάφορες πολιτικές της εταιρίας και όχι μόνο, αλλά και η καινοτομία κάθε τέτοιου προγράμματος [Richey, G. R., et. al., 2005].

2.5. Ιχνηλασιμότητα με χρήση ηλεκτρονικών μέσων

Για να επιτευχθεί ιχνηλασιμότητα με ηλεκτρονικό τρόπο, απαιτείται κάποιου είδους μέσον που θα φέρει την ηλεκτρονική πληροφορία, που θα βρίσκεται επάνω σε κάθε προϊόν ή αντικείμενο που απαιτείται να ιχνηλατηθεί. Απαιτήσεις από το μέσον αυτό

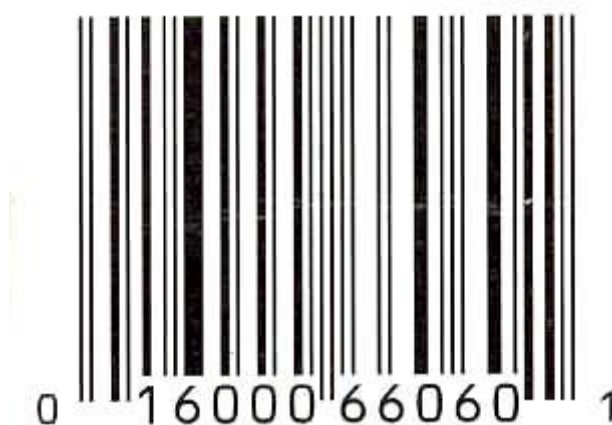
είναι να είναι φτηνή και απλή η διαδικασία κατασκευής και τοποθέτησής του στο προϊόν, αλλά και να είναι μικρό και ελαφρύ, σε σχέση πάντοτε τουλάχιστον με το αρχικό αντικείμενο. Ταυτόχρονα, πρέπει να είναι εύκολη και γρήγορη η ανάγνωση της πληροφορίας από τη συσκευασία του προϊόντος, ενώ φυσικά πρέπει να εξασφαλίζεται τουλάχιστον η επάρκεια του μέσου αυτού να μπορεί περιέχει όλες τις σχετικές πληροφορίες. Επιπλέον, αρκετά σημαντικό χαρακτηριστικό μιας τέτοιας μεθόδου ιχνηλασιμότητας πρέπει να είναι η συμφωνία του με παγκόσμια συστήματα και standards επικοινωνίας και αναγνώρισης, κάτι που φυσικά διευρύνει πάρα πολύ τις δυνατότητες ενός τέτοιου συστήματος, καθιστώντας το ακριβέστερο, ταχύτερο, ασφαλέστερο αλλά και οικονομικότερο μακροπρόθεσμα [Ayalew G, et. al. 2006].

Οι επικρατέστερες, αυτή τη στιγμή, υλοποιήσεις τέτοιων μέσων που βοηθούν να επιτευχθεί ιχνηλασιμότητα με ηλεκτρονικό τρόπο, είναι Τα Αναγνωριστικά Τυπωμένων Γραφικών (Printed Graphic Identifiers – PGIs) και οι Ταυτότητες Ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Identification – RFIDs) [Ayalew G, et. al. 2006], μέθοδοι που θα αναλυθούν περισσότερο και θα συγκριθούν στη συνέχεια.. Άλλες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται αρκετά, η καθεμία φυσικά με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της, είναι ο Οπτικός Έλεγχος Χαρακτήρων (Optical Character Recognition – OCR) και η χρήση μαγνητικών ταινιών [Ayalew G, et. al. 2006]. Η μέθοδος οπτικού ελέγχου χαρακτήρων, από τη μία, προσφέρει το πλεονέκτημα της εύκολης ανάγνωσης και από τον άνθρωπο (για παράδειγμα τον χειριστή κάποιας μηχανής), αλλά μπορεί να παρέχει πολύ μικρότερη πυκνότητα δεδομένων, σε σχέση με άλλες μεθόδους που κάνουν χρήση κωδικοποίησης, όπως θα αναλυθούν παρακάτω. Από την άλλη, η χρήση μαγνητικών ταινιών, μέθοδος ευρύτατα χρησιμοποιούμενη μέχρι πρόσφατα, άλλωστε, στις τραπεζικές κάρτες, ενέχει πολλούς περιορισμούς στην χρήση για ιχνηλασιμότητα καθώς απαιτεί περισσότερο χρόνο αλλά και υποχρεωτικά

πολύ μικρότερη απόσταση ανάγνωσης. Φυσικά, η εξέλιξη της τεχνολογίας μπορεί να επιτρέψει στο μέλλον και σε άλλες “ελαφριές” υλοποιήσεις, όπως το ZigBee [Ayalew G. et al., 2006] να διεκδικήσουν σημαντικό ρόλο στην ιχνηλασιμότητα.

2.5.1. Αναγνωριστικά Τυπωμένων Γραφικών (Printed Graphic Identifiers – PGIs)

Τα PGIs, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι από τις πλέον διαδεδομένες μορφές αποθήκευσης δεδομένων για ιχνηλασιμότητα. Είναι συνήθως γνωστά με το όνομα “barcode”, αν και αυτό αντιστοιχεί μόνο σε ένα είδος PGI, στο οποίο θα γίνει εκτενέστερη αναφορά αργότερα. Τα PGI ενδείκνυνται σε συνθήκες όπου απαιτείται μεγάλη πυκνότητα πληροφορίας, αξιοπιστία, αλλά και κάτι που έρχεται σε αντίθεση με αυτά, δηλαδή περιορισμένο κόστος υλοποίησης αλλά και ανάγνωσης [Pavlidis et al., 1990]. Για να καλυφθούν όλες αυτές οι απαιτήσεις, υπάρχουν αρκετές υλοποιήσεις PGI, η καθεμία με τα δικά της ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Οι διαφορετικοί τύποι PGI καθώς και τα πλεονεκτήματά τους περιγράφονται αναλυτικότερα στη συνέχεια. Παράδειγμα ενός τυπικού PGI φαίνεται στην εικόνα 2.6.1. Πιο συγκεκριμένα, στην εικόνα απεικονίζεται ένα barcode, ίσως ο πιο γνωστός τύπος PGI.



Εικόνα 2.5.1.1. Barcode

2.5.1.1 Πλεονεκτήματα των PGI

Αρχικά, σημαντικό πλεονέκτημα των PGI είναι το πάρα πολύ μικρό κόστος τους [Ayalew G, et. al. 2006], αφού άλλωστε η υλοποίησή τους απαιτεί απλώς την εκτύπωση ενός συμβόλου στη συσκευασία του σχετικού προϊόντος. Έπειτα, ορισμένοι τύποι PGI προσφέρουν δυνατότητες διόρθωσης σφαλμάτων, αλλά και δίνουν τη δυνατότητα κωδικοποίησης αριθμητικών, αλφαριθμητικών και άλλων χαρακτήρων [Ayalew G, et. al. 2006]. Η ευκολία υλοποίησής τους από πλευρά υλικού (hardware) είναι ένα ακόμα πλεονέκτημα, καθώς μια απλή εκτυπωτική συσκευή είναι επαρκής για να δημιουργήσει ένα PGI. Αυτό δίνει, όπως είναι αναμενόμενο, τη δυνατότητα αλλαγής της πληροφορίας που απεικονίζουν, καθώς εύκολα ένα λανθασμένο PGI καλύπτεται από ένα νέο “αυτοκόλλητο” με το σωστό PGI.

2.5.1.2 Μειονεκτήματα των PGI

Όπως είναι αναμενόμενο, όπως και κάθε άλλη τεχνολογία, τα PGI έχουν και ορισμένα εγγενή μειονεκτήματα. Αφ' ενός, η σχετικά περιορισμένη τους χωρητικότητα – μέχρι περίπου 100 χαρακτήρες στους γραμμικούς κώδικες και 2335 αλφαριθμητικούς χαρακτήρες σε κάποιες μορφές δυσδιάστατων PGI, όπως θα αναλυθεί εκτενέστερα παρακάτω – περιορίζει την χρηστικότητά τους σε ορισμένες μόνο εφαρμογές. Αφ' ετέρου, η προφανής ανάγκη κατά την ανάγνωση να υπάρχει οπτική επαφή μεταξύ του αναγνώστη και του PGI. Επίσης η εξάρτησή από τον τύπο του PGI (διαφορετικό hardware ανάλογα με το PGI σε ορισμένες περιπτώσεις) αλλά και η αδυναμία προστασίας της πληροφορίας σε περίπτωση αλλοίωσης της φυσικής απεικόνισής του, σε περίπτωση παραδείγματος χάριν παραμόρφωσης της ετικέτας ή ζημιάς σε αυτήν από το περιβάλλον, είναι αρνητικοί παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη σε σχέση με τα PGI. Όπως είναι αναμενόμενο, ένας περιορισμός ακόμα είναι η άμεση εξάρτησή

τους από την ποιότητα της εκτύπωσης, καθώς εκτύπωση ανεπαρκούς ποιότητας μπορεί να καταστήσει το PGI μη αναγνώσιμο [Pavlidis 2000]. Τέλος, πρέπει να παρατηρηθεί και το χαρακτηριστικό των PGI να είναι “μόνο για ανάγνωση” (read-only), κάτι που παρέχει πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα, δηλαδή προστασία των δεδομένων αλλά και δυσκολία προσθήκης δεδομένων, αντίστοιχα [Jalaly and Robertson, 2005]. Ένα παράδειγμα σημαντικής επιφανειακής ζημιάς που μπορεί όμως να καταστήσει το PGI άχρηστο φαίνεται στην εικόνα 2.5.1.1., αν και πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν συσκευές ανάγνωσης με δυνατότητα ανάκτησης δεδομένων και από μερικώς κατεστραμμένα ή σκισμένα barcode [www.chip.rs].

Περισσότερα για τα PGI, καθώς και επισκόπηση των κυριότερων τύπων και των χαρακτηριστικών τους, θα λάβει χώρα σε επόμενη παράγραφο.



Εικόνα 2.5.1.2.1. Μη αναγνώσιμο barcode

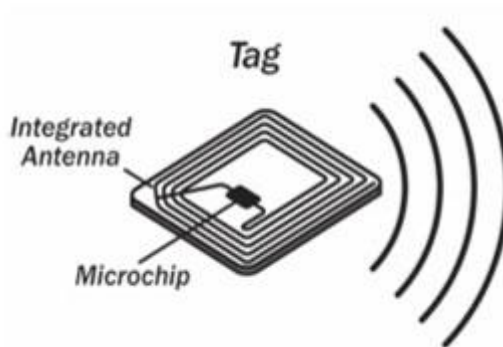
2.5.2. Ταυτότητες Ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Identification – RFIDs)

Τα RFIDs είναι, επί της ουσίας, μικροί πομποδέκτες ραδιοσυχνοτήτων που απαιτούν πολύ μικρή ποσότητα ενέργειας για να ενεργοποιηθούν και έχουν την ικανότητα να εκπέμπουν κάποια συγκεκριμένη πληροφορία.

Η αρχή λειτουργίας τους είναι η εξής: Αρχικά, ο αναγνώστης των RFID (κάποια μεγαλύτερη συσκευή, όπως μπορεί να είναι για παράδειγμα ένας προσωπικός υπολογιστής με τα κατάλληλα περιφερειακά συνδεδεμένα σε αυτόν, εκπέμπει ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο στην περιοχή γύρω του. Ο δέκτης του συστήματος αυτού, που λέγεται RFID tag και είναι ένα πολύ απλό μικροσίπ με μια κατάλληλη κεραία συντονισμένη στη ραδιοσυχνότητα επικοινωνίας. Όταν ο δέκτης βρέθει στην περιοχή κοντά στον πομπό, δέχεται ένα κατάλληλο σήμα και “ενεργοποιείται”, εκπέμποντας με τη σειρά του ένα νέο ηλεκτρομαγνητικό σήμα – απάντηση. Το σήμα αυτό το δέχεται ο αναγνώστης RFID και έτσι επιτυγχάνεται η επικοινωνία [Ayalew G, et. al. 2006]. Ένα πραγματικό παράδειγμα ενός τυπικού απλού RFID φαίνεται στην εικόνα 2.5.2.1, ενώ η εικόνα 2.5.2.2. δείχνει τα μέρη του RFID, δηλαδή το μικροσίπ και την κεραία που το απαρτίζουν.



Εικόνα 2.5.2.1. Τυπική εικόνα RFID



Εικόνα 2.5.2.2. Διάταξη ενός RFID

Τα RFID tags χωρίζονται σε δύο τύπους, τα ενεργητικά και τα παθητικά. Τα ενεργητικά tags έχουν ενσωματωμένη κάποια μικρή πηγή ενέργειας (για παράδειγμα κάποια μπαταρία) την οποία χρησιμοποιούν κατά τη λειτουργία τους. Αντίστοιχα, τα παθητικά RFID tags δεν έχουν μέσα τους τέτοια πηγή ενέργειας, περιέχουν όμως μια κατάλληλη διάταξη ούτως ώστε, μέρος της ενέργειας από το αρχικό σήμα που εξέπεμψε ο αναγνώστης – πομπός να χρησιμοποιηθεί για να τροφοδοτήσει το κύκλωμα κατά τη λειτουργία του, αλλά και να ανακτηθεί η πληροφορία που εστάλη. Ενεργητικά RFID tags χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου η επικοινωνία απαιτείται να γίνει από απόσταση, ενώ η επιφάνεια που καταλαμβάνει το tag είναι πολύ μικρότερης σημασίας ή προτεραιότητας. Σε αντίθεση, η χρήση παθητικών tags συνεπάγεται πολύ μικρότερο χώρο που καταλαμβάνεται από το tag, αλλά και πολύ μικρότερη απόσταση επικοινωνίας και χωρητικότητα σε δεδομένα [Ayalew G, et. al. 2006].

Τεχνολογία RFID χρησιμοποιείται αρκετά στον τομέα της ιχνηλασιμότητας προϊόντων, κυρίως στα τρόφιμα και τα ζώα. Τα RFID, ως μικρά και αυτοτελή ηλεκτρονικά κυκλώματα, παρέχουν δυνατότητες που σχετίζονται με την παρατήρηση της θερμοκρασίας του δείγματος, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και άλλα, τόσο κατά την ανάγνωσή τους αλλά και για το ιστορικό του δείγματος [Ayalew G, et. al. 2006], καθιστώντας τα πολύ χρήσιμα εργαλεία σε αυτόν τον τομέα της βιομηχανίας. Επιπλέον, πλεονεκτήματα των RFID είναι η ασφάλεια που παρέχουν, καθώς είναι πολύ δύσκολο

να αλλοιωθούν [Ayalew G, et. al. 2006], ενώ φυσικά σημαντικό χαρακτηριστικό τους είναι η δυνατότητα να “σκαναριστούν” πολλά tags σχεδόν ταυτόχρονα [Ayalew G, et. al. 2006] και αυτοματοποιημένα, χωρίς να απαιτείται μετακίνηση του προϊόντος ή του αναγνώστη στο χώρο.

Μειονεκτήματα των RFID περιλαμβάνουν το υψηλότερο κόστος υλοποίησής τους, σε σχέση με απλούστερα μέσα ιχνηλασιμότητας, καθώς είναι αρκετά πιο σύνθετη η κατασκευή τους από ότι, για παράδειγμα, ένα απλό barcode. Επιπλέον, δεν πρέπει να παραμεληθεί το πιθανό πρόβλημα στην επικοινωνία που μπορεί να δημιουργήσουν μεταλλικές επιφάνειες στην περιοχή [Ayalew G, et. al. 2006], η σχετική υγρασία στο περιβάλλον [Ayalew G, et. al. 2006] ή παρεμβολές στην επικοινωνία από άλλες συσκευές.

2.5.3. Σύγκριση PGI και RFID

Από τα προαναφερθέντα, είναι αρκετά προφανές πως τα PGI και τα RFID μοιράζονται ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά, αλλά έχουν και μεγάλες διαφορές.

Από τη μία, τα RFID μπορούν να αναπαραστήσουν πολύ μεγαλύτερη ποσότητα πληροφορίας από τα PGI, ενώ μπορούν πρακτικά να καταλαμβάνουν ακόμα και τον ίδιο χώρο με τα PGI, στην απλούστερη περίπτωση, παραδείγματος χάριν, ενός παθητικού RFID tag. Τα τελευταία δεν έχουν και απαίτηση εξωτερικής παροχής ενέργειας, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, συνεπώς δεν μειονεκτούν από αυτή την άποψη σε σχέση με τα PGI. Η δυνατότητά τους να παρακολουθούν συνεχώς και να αναφέρουν διάφορες παραμέτρους, όπως δόθηκε ως παράδειγμα η θερμοκρασία του προϊόντος και άλλα, τους προσφέρουν τεράστιο προβάδισμα σε σχέση με τα PGI σε εφαρμογές όπου τέτοιου είδους πληροφορίες είναι χρήσιμες ή και θεμελιώδεις. Στη συνέχεια, ένα επιπλέον χαρακτηριστικό που παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον στα RFID

είναι η ικανότητά τους να “αναγνωσθούν” απλώς όταν ο αναγνώστης είναι “εντός εμβέλειας” του tag, χωρίς να υπάρχει απαραίτητα οπτική επαφή ανάμεσά τους, σε αντίθεση με τα PGI όπου χωρίς άμεση οπτική επαφή και σε πολλές περιπτώσεις σωστό προσανατολισμό του αναγνώστη δεν μπορεί να επιτευχθεί επικοινωνία.

Από την άλλη πλευρά, τα PGI έχουν τα δικά τους πλεονεκτήματα, που τα καθιστούν αποδοτικότερα και τα πλέον συμφέροντα σε άλλες εφαρμογές. Η αρκετά έως και πολύ φθηνότερη διαδικασία υλοποίησής τους είναι πολύ σημαντικό πλεονέκτημα σε επίπεδο βιομηχανίας, καθώς το περιττό κόστος είναι απώλεια για την επιχείρηση [Sugimori Y. e. al., 1977], ενώ η απλότητα της υλοποίησής τους τα καθιστά εύκολα να εγκατασταθούν σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον με ταχύτητα και αξιοπιστία. Προηγούμενα, αναφέρθηκε η μικρή τους αντοχή μακροπρόθεσμα σε μηχανική καταπόνηση, σε περιπτώσεις όπου το PGI “σβήνει” από τον ήλιο, τσαλακώνεται, αλλοιώνεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες – όπως για παράδειγμα η υγρασία – ή καλύπτεται από κάποιο άλλο αντικείμενο, αυτοκόλλητο ή ετικέτα.

Μολαταύτα, στο περιβάλλον μιας βιομηχανίας όπου τα προϊόντα διακινούνται γρήγορα και δεν απαιτείται μακροχρόνια αντοχή της μεθόδου ιχνηλασιμότητας με τον αυτοματοποιημένο αυτό τρόπο (για παράδειγμα ο τομέας των FMGC), σε αντίθεση με κάποια εφαρμογή όπου ένα αντικείμενο θα εκτίθετο στις καιρικές συνθήκες για χρόνια και θα απαιτούνταν η ανάγνωσή του μόνον μια φορά το χρόνο ή το εξάμηνο, η πιο συχνή μηχανική καταπόνηση που μπορεί να δεχθεί ένα PGI ή RFID είναι της μορφής κάποιας περιορισμένης εκδοράς ή τομής. Στην περίπτωση αυτή, ένα PGI (όπως για παράδειγμα ένα barcode) είναι πολύ πιθανό να μπορεί και πάλι να αναγνωσθεί επιτυχώς, ενώ ένα RFID είναι πολύ πιθανό να πάψει να λειτουργεί καθώς μπορεί να καταστραφεί μέρος του κυκλώματος ή της κεραίας του. Στον παρακάτω πίνακα

παρουσιάζονται εποπτικά ορισμένες συγκρίσεις / μετρικές για τα δύο αυτά συστήματα [Finkenzeller , 2003].

Πίνακας 2.5.3.1. Σύγκριση χαρακτηριστικών PGI και RFID

Παράμετρος Συστήματος	PGI (Barcode)	Σύστημα RFID
Τυπική Ποσότητα Δεδομένων (σε bytes)	1-100	16-64k
Πυκνότητα Δεδομένων	Μικρή	Πολύ Υψηλή
Αναγνωσιμότητα από Μηχανές	Καλή	Καλή
Αναγνωσιμότητα από Ανθρώπους	Περιορισμένη	Αδύνατη
Επίδραση σκόνης / υγρασίας	Πολύ Υψηλή	Καμία Επίδραση
Επίδραση Οπτικής Κάλυψης	Παύση Λειτουργίας	Καμία Επίδραση
Επίδραση Θέσης και Προσανατολισμού	Μικρή	Καμία Επίδραση
Φθορά / Αλλοίωση	Περιορισμένη	Καμία Επίδραση / Παύση Λειτουργίας σε ορισμένες περιπτώσεις
Κόστος Αγοράς / Κατασκευής tags	Πολύ Χαμηλό	Μέτριο
Κόστος Λειτουργίας / Ανάγνωσης tags	Κανένα	Κανένα
Μη Εξουσιοδοτημένη Αντιγραφή / Μετατροπή	Ελαφρώς Πιθανή	Αδύνατη
Ταχύτητα Ανάγνωσης (συμπεριλαμβάνονται οι απαιτούμενοι χειρισμοί από το χρήστη)	Μικρή, της τάξης μερικών δευτερολέπτων	Μεγάλη, χαμηλότερη από ένα δευτερόλεπτο
Μέγιστη Απόσταση από τον Αναγνώστη	0-0.5 m	0-5 m
Επιπλέον Δυνατότητες	Καμία	Παρακολούθηση περιβαλλοντικών συνθηκών κ.ά.

Από τις συγκρίσεις αυτές είναι αρκετά εμφανές πως καθεμία από τις δύο αυτές μεθόδους υπερέχει της άλλης σε ορισμένες εφαρμογές, αλλά και αντίστροφα. Στην περίπτωση που εξετάστηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής αυτής εργασίας, οι απαιτήσεις που πρέπει να πληροί το σύστημα που θα επιλεγεί και οι προτεραιότητες της βιομηχανίας σε σχέση με την υλοποίηση, θα καθορίσουν ποια μέθοδος θα επιλεγεί. Από τη μία, το μικρό κόστος είναι πολύ σημαντικός παράγοντας καθώς η ποσότητα των υλικών που θα πρέπει να εφαρμοστεί η μέθοδος ιχνηλασιμότητας είναι μεγάλη, και συνεπώς ακόμη και ο μικρότερος περιορισμός στο κόστος θα διογκωθεί και θα αποτελέσει μεγάλο όφελος για την επιχείρηση. Επιπλέον, η ποσότητα της πληροφορίας που θα απαιτηθεί να καλύπτεται από το σύστημα ιχνηλασιμότητας δε θα είναι πολύ μεγάλη, ενώ τα προϊόντα θα πρέπει να σκανάρονται ένα-ένα κατά την παραγωγή τους και όχι μαζικά.

Οι παραπάνω απαιτήσεις δείχνουν προς την κατεύθυνση των PGI, μιας και αυτά καλύπτουν όλες τις παραπάνω προδιαγραφές της εφαρμογής, ενώ το περιορισμένο κόστος υλοποίησης και χρήσης τα καθιστά ιδιαίτερα βολικά. Επιπλέον, πολλά από τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν τα RFID δεν παρέχουν κάποιο ουσιαστικό όφελος στη συγκεκριμένη εφαρμογή για να δικαιολογηθεί το παραπάνω κόστος, όπως για παράδειγμα η μη ανάγκη ύπαρξης οπτικής επαφής, καθώς στην εφαρμογή αυτή ο χειριστής που θα κάνει την καταγραφή θα βρίσκεται πολύ κοντά στο προϊόν.

2.6. Συμβολογραφίες (PGI)

Ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για μια επιτυχή, γρήγορη και αποτελεσματική ιχνηλασιμότητα είναι οι συμβολογραφίες. Με τη βοήθεια των κωδικών αυτών απλοποιείται και γίνεται πολύ πιο γρήγορα η καταγραφή των πληροφοριών κάθε υλικού ή προϊόντος που απαιτούνται για να μπορέσει να εντοπιστεί στο μέλλον.

Ο πιο διαδεδομένος τέτοιος κώδικας είναι ο γραμμωτός κώδικας (barcode). Ο γραμμωτός κώδικας είναι ένα σύμβολο που περιέχει κωδικοποιημένα απλά αριθμητικά δεδομένα τα οποία μπορούν να διαβαστούν από κλασικά οπτικά scanner. Με τη χρήση των barcodes αυτοματοποιούνται οι απεικονίσεις των δεδομένων και μειώνεται η περίπτωση ανθρώπινου λάθους. Συχνές εφαρμογές των barcode είναι ο εντοπισμός λαχανικών και φρέσκων προϊόντων σε καταστήματα λιανικής, η διευκόλυνση στα self checkout των super-market, η διαχείριση εγγράφων και η διευκόλυνση στις απογραφές, οι κάρτες επιβίβασης στα αεροπλάνα κ.α.

Η αντιστοίχιση μεταξύ γραμμωτού κώδικα και του αντίστοιχου μηνύματος λέγεται symbology. Οι απεικονίσεις των κωδικών αυτών χαρακτηρίζονται ως γραμμικές [Grover, A. et al, 2010].

Παραδείγματα γραμμικών συμβολισμών, είναι ο UPC (Universal Product Code) και ο EAN-13 που αναπτύχθηκαν για χρήση σε super-market και γεωπονικά προϊόντα, αντίστοιχα [Ayalew G, et. al. 2006]. Ο κώδικας EAN-13 ξεκίνησε να χρησιμοποιείται το 1973, ενώ ο UPC το 1976 [Ayalew G, et. al. 2006], αποδεικνύοντας την καταγεγραμμένη ιστορία των γραμμωτών κωδικών. Φυσικά, έχουν αναπτυχθεί κι άλλοι τύποι barcodes, για χρήση σε διάφορους κλάδους της βιομηχανίας ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις. Τέτοια παραδείγματα είναι ο code 39 με τις ρίζες του στην αυτοκινητοβιομηχανία και την αμυντική βιομηχανία, ο code 128, ο pharmacode και ο Intelligent Mail Barcode που μπορούσαν να «μεταφέρουν» περιορισμένη ποσότητα δεδομένων.

Ορισμένοι γραμμικοί κώδικες έχουν τη δυνατότητα να απεικονίσουν μόνο αριθμητικούς χαρακτήρες, όπως για παράδειγμα οι UPC και EAN-13, ενώ άλλοι τύποι μπορούν να αναπαραστήσουν και αλφαριθμητικούς χαρακτήρες. Τέτοιοι κώδικες είναι οι Code 39 και Code 128 [Finkenzeller, 2003]. Παραδείγματα γραμμικών PGI

παρουσιάζονται παρακάτω, όπου στην εικόνα 2.6.1 φαίνεται ένα τυπικό barcode τύπου UPC ενώ στην εικόνα 2.6.2 παρουσιάζεται ο τύπος Code 128. Στον τελευταίο, μάλιστα, τονίζονται και τα σημεία ελέγχου και καθορισμού της αρχής και του τέλους του.



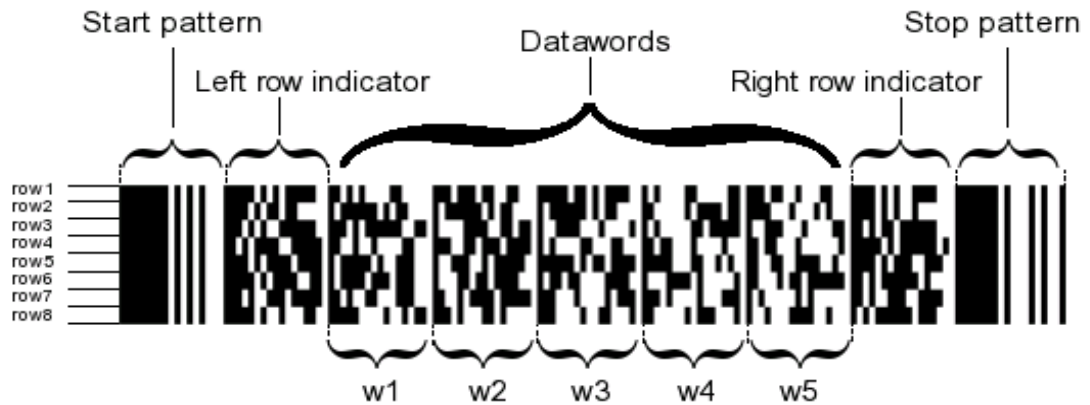
Εικόνα 2.6.1. UPC barcode



Εικόνα 2.6.2. Παράδειγμα code 128

Πιο “εξελιγμένη” μορφή PGI αποτελούν τα διδιάστατα PGI, στα οποία η πληροφορία δεν απεικονίζεται γραμμικά μόνο, αλλά σε όλη την επιφάνεια του PGI. Στα διδιάστατα (2D) PGI υπάρχουν δύο υποκατηγορίες, τα “στοιβαγμένα” (stacked) PGI και τα PGI τύπου πίνακα (matrix type). Παραδείγματα stacked PGI είναι ο Code 49 και το

PDF417, ενώ τα DataMatrix και τα QR Code είναι από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα matrix-type PGI.



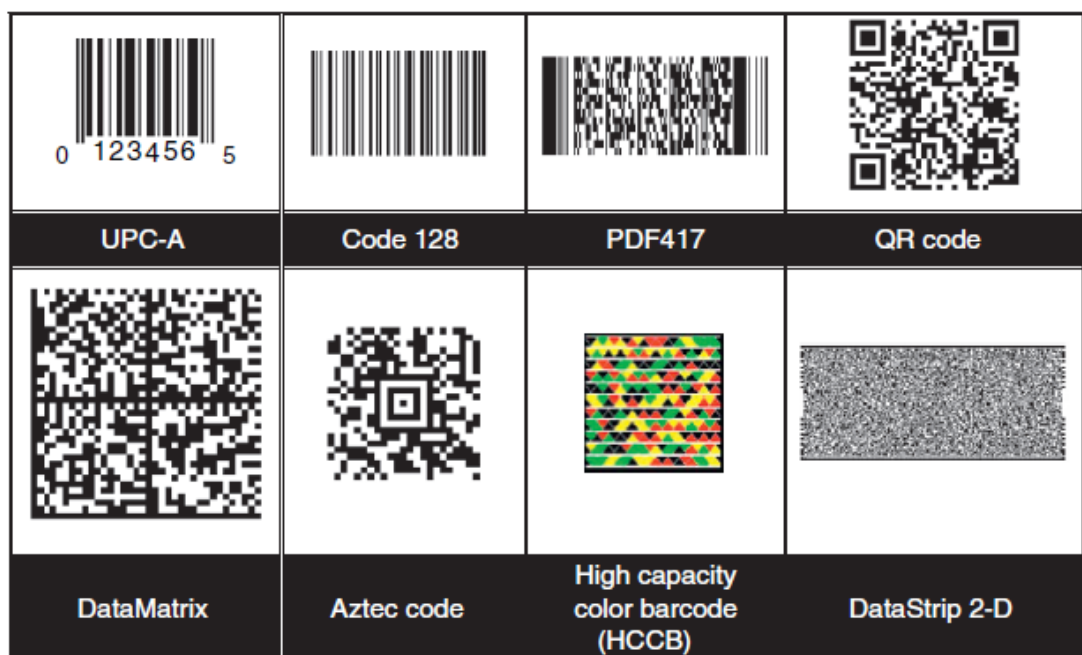
Εικόνα 2.6.3. Λεπτομέρειες του κώδικα PDF417

Ένα stacked PGI είναι ουσιαστικά μια στοίβα γραμμικών PGI [Ayalew G, et. al. 2006], με την έννοια ότι κάθε γραμμή περιέχει πληροφορία αυτοτελώς, και αντί να συνεχίζει η απεικόνιση μόνο σε μια διάσταση, προχωρά στην παρακάτω γραμμή όπως γίνεται με ένα κείμενο. Σε αντίθεση, ένα matrix-type PGI ουσιαστικά κωδικοποιεί την πληροφορία σε συνδυασμούς κελιών σε ένα πίνακα, όπου πάλι περιέχουν ανοικτό ή σκούρο χρώμα (άσπρο – μαύρο) [Ayalew G, et. al. 2006]. Ειδικότερα τα PGI τύπου πίνακα, δεν είναι απαραίτητο να κωδικοποιούν την πληροφορία σε άσπρες και μαύρες περιοχές, καθώς υπάρχουν και παραδείγματα δυσδιάστατων PGI, όπως τα High Capacity Color Barcode (HCCB), που χρησιμοποιούν περιοχές διαφορετικών χρωμάτων για να απεικονίσουν την πληροφορία. Παραδείγματα δυσδιάστατων PGI τύπου stacked αλλά και matrix παρουσιάζονται παρακάτω.

Σε αντίθεση με τους μονοδιάστατους κώδικες, οι 2D κώδικες επιτρέπουν μεγάλα ποσά δεδομένων να κωδικοποιηθούν και στη συνέχεια να αποκωδικοποιηθούν από μηχανές ανάγνωσης συμβολοσειρών.

Ανάλογα με τον όγκο χρήσης τους οι κώδικες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως:

- 1D όπως ο UPC και ο EAN
- Κώδικες με μεγάλη εφαρμογή σε βιομηχανική κλίμακα όπως ο QR Code, ο Datamatrix και ο Aztec Code.
- Ανερχόμενες συμβολοσειρές όπως η Datastrip 2D ή η HCCB.



Εικόνα 2.6.4 . Παραδείγματα Συμβολοσειρών [Grover, A. et al, 2010]

2.6.1 Ευρέως Χρησιμοποιούμενες Συμβολοσειρές

1. Μια από τις πιο ευρέως διαδεδομένες συμβολοσειρές είναι η UPC, ουσιαστικά είναι ένας γραμμωτός κώδικας που χρησιμοποιείται κυρίως για την ανίχνευση και τον εντοπισμό προϊόντων που πωλούνται σε λιανική πώληση και για λειτουργίες διαχείρισης. Είναι ικανή να κωδικοποιήσει 12 bytes αριθμητικών δεδομένων όπου τα 11 ψηφία αποτελούν τα δεδομένα και το δωδέκατο είναι ένα

επιπλέον στοιχείο ελέγχου [www.moronia.com]. Κάθε ψηφίο αντιπροσωπεύεται γραφικά από δύο γραμμές και δύο διαστήματα.

2. Η συμβολοσειρά PDF417, Portable Data File 417. Αν και χαρακτηρίζεται ως 2D κώδικας, στην πραγματικότητα είναι ένας stacked κώδικας πολλών γραμμών, ποικίλου μεγέθους, ο οποίος αναπτύχθηκε το 1992 από τη Symbol Technology. Ένα αρκετά ενδιαφέρον χαρακτηριστικό του κώδικα αυτού είναι ότι μπορεί να αναγνωσθεί και από πολλά 1D scanner, εκτός από τα 2D scanner, καθώς η απεικόνιση των δεδομένων γίνεται με γραμμές «στοιβαγμένες» η μία πάνω από την άλλη, ουσιαστικά δηλαδή απεικονίζοντας την πληροφορία με γραμμικό τρόπο σε μία διάσταση. Έτσι, και ένα απλό μονοδιάστατο scanner μπορεί να προσπελάσει την κωδικοποιημένη πληροφορία γραμμή προς γραμμή. Η PDF417 προσφέρει κωδικοποίηση 1850 χαρακτήρων κειμένου ASCII, 2710 αριθμητικών χαρακτήρων ή 1108 bytes. Η ποσότητα αυτή των δεδομένων που κωδικοποιούνται είναι αποτέλεσμα του τρόπου με τον οποίο ο αλγόριθμος κωδικοποιεί τον τύπο των δεδομένων, για παράδειγμα, τα αριθμητικά δεδομένα απαιτούν μικρότερο χώρο απ' ότι τα γράμματα της αλφαβήτου.
3. Ο QR (Quick Response) κώδικας, είναι ένας δισδιάστατος κώδικας πίνακα (matrix) που σχεδιάστηκε το 1994 από την Ιαπωνική Denso Corporation. Σε αντίθεση με τους stacked κώδικες, ένας κώδικας matrix βασίζεται στην τοποθέτηση των στοιχείων (μαύρων τελείων) μέσα στον πίνακα, και όχι απλώς στην γραμμική τοποθέτηση στοιχείων.
4. Ο κώδικας DataMatrix. Ο κώδικας αυτός έχει μια έντονα επεκτάσιμη συμβολολογία που χρησιμοποιείται για να την σήμανση αποθεμάτων και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.6.4 χαρακτηρίζεται από ένα pattern σε σχήμα "L" που έχει συμπαγείς μαύρες

γραμμές κατά μήκος της κάτω πλευράς και της δεξιάς πλευράς κάθε τετραγώνου περιοχής δεδομένων. Κάθε περιοχή δεδομένων αποτελείται από μια συλλογή ενοτήτων που διατάσσονται σε περιττό πλήθος γραμμών και στηλών. Σχετικά με την πυκνότητα των δεδομένων, ένας datamatrix κώδικας μπορεί να έχει σύμβολα διαστάσεων από 1 mil έως 14 in ανά πλευρά. Ο κώδικας datamatrix μπορεί να περιέχει έως 3116 αριθμητικούς χαρακτήρες ή 2335 αλφαριθμητικούς χαρακτήρες.

5. Ο κώδικας Aztec. Ο κώδικας αυτός είναι άλλος ένας δημοφιλής 2D κώδικας πίνακα που χρησιμοποιείται από το 1995. Με βάση το κέντρο με το χαρακτηριστικό σχήμα του, το pattern με τα ομόκεντρα τετράγωνα βοηθά στο γρήγορο κεντράρισμα για τον κωδικοποιητή ανεξάρτητα από τον προσανατολισμό του. Το πλέγμα μεγαλώνει σε μέγεθος από το κέντρο με επιπλέον τετράγωνα καθώς προστίθενται δεδομένα. Με βάση την πυκνότητα και τη χωρητικότητα των δεδομένων το σχέδιο διαμορφώνεται από 15*15 έως 151*151 μονάδες ανά τετράγωνο.

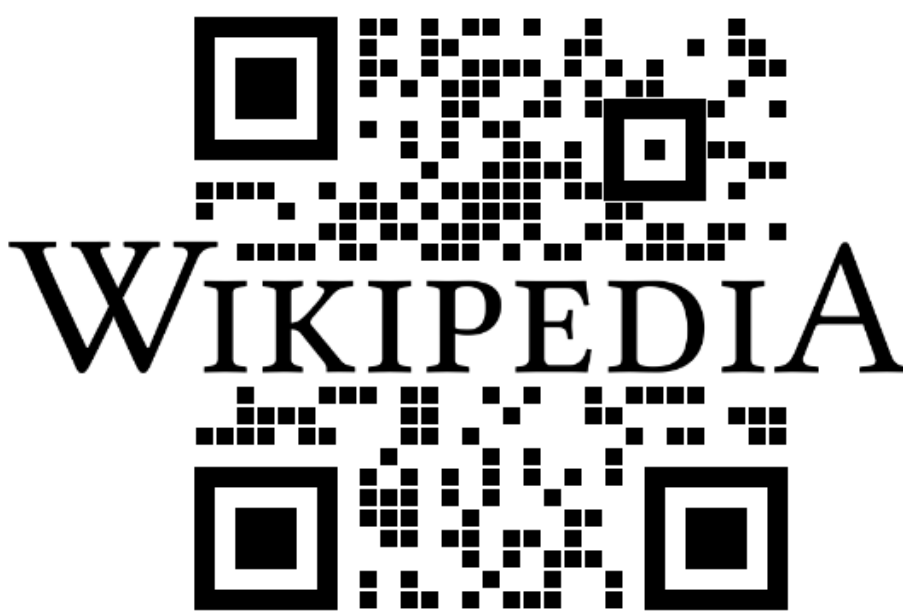
Στον πίνακα 2.6.1.1. παρατίθενται συγκριτικά δεδομένα της απεικονιστικής ικανότητας των προαναφερθέντων δισδιάστατων κωδικών.

Πίνακας 2.6.1.1. Σύγκριση 2D κωδικών [Grover, A. et al, 2010]

**TABLE VIII
COMPARISON OF THE DATA CAPACITIES OF VARIOUS SYMBOLOGIES**

2-Dimensional barcode symbology	Data carrying capacity (max number of characters)			
	Numeric	Alphanumeric/ alphabetical	ASCII/binary/ bytes	Japanese Kanji characters
PDF 417	2710	1850	1108	
QR Code	7089	4296	2953	1817
DataMatrix	3116	2335		
Aztec Code	3832	3067	1914	

Τα διδιάστατα PGI προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα γραμμικά, τα περισσότερα από τα οποία έχουν εφαρμογή στην ιχνηλασιμότητα προϊόντων, με πολύ μεγαλύτερη πυκνότητα δεδομένων [Tan Jin Soon, 2008] και χωρίς να εξαρτώνται από σχέσεις μεταξύ συμβόλων – όπως τα γραμμικά που “συγκρίνουν” πάχος γραμμών για να αποκωδικοποιήσουν την πληροφορία. Επιπλέον, ορισμένοι τύποι 2D PGI προσφέρουν προστασία από σφάλματα [Anonymous, 2006]. Η προστασία από σφάλματα παρέχει και ένα ακόμα πλεονέκτημα, την δυνατότητα ενσωμάτωσης κάποιου λογότυπου στον κώδικα χωρίς να αλλοιώνεται η λειτουργικότητά του, κάτι που μπορεί να φανεί αρκετά χρήσιμο στη βιομηχανία, επιτρέποντας στην εκάστοτε εταιρία να εναρμονίσει τον κωδικό με την υπόλοιπη ετικέτα ή συσκευασία του προϊόντος. Ένα παράδειγμα αυτής της δυνατότητας φαίνεται στην εικόνα 2.6.1.1, όπου παρουσιάζεται ένας κωδικός QR-code με ενσωματωμένο το λογότυπο δημοφιλούς ιστοσελίδας. Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω σε σχέση με αυτού του τύπου τα PGI μειώνουν σημαντικά το χάσμα των δυνατοτήτων σε σχέση με τα RFID, διατηρώντας το πολύ χαμηλό κόστος των πρώτων.



Εικόνα 2.6.1.1. Παράδειγμα QR code

2.7. Συστήματα ERP

Ένα σύστημα ERP (Enterprise Resource Planning) [Spathis C. & Constantinides S., 2012, Botta-Genoulaz V. & Millet P.-A., 2005] είναι ένα πακέτο λογισμικού, του οποίου σκοπός είναι να ενοποιήσει όλα τα τμήματα και τις λειτουργίες μιας επιχείρησης σε ένα κεντρικό υπολογιστικό σύστημα το οποίο θα μπορεί να ικανοποιεί τις απαιτήσεις κάθε τμήματος και λειτουργίας της επιχείρησης [Botta-Genoulaz V. & Millet P.-A., 2005].

Τέτοια συστήματα παρέχουν σημαντικά πλεονεκτήματα στις εταιρείες που τα χρησιμοποιούν, επιτρέποντας την real time ροή πληροφορίας σε όλες τις εφαρμογές της εταιρείας [Spathis C. & Constantinides S., 2012]. Έτσι, ενισχύουν την ικανότητα των εταιρειών να ανταποκριθούν στις διαρκώς αυξανόμενες απαιτήσεις διαχείρισης αποδοτικά, αυτοματοποιώντας τη ροή των πληροφοριών ανάμεσα στα τμήματα μιας επιχείρησης [Spathis C. & Constantinides S., 2012]. Κάτι τέτοιο, φυσικά, βοηθά πολύ τη διαδικασία λήψης αποφάσεων [Spathis C. & Constantinides S., 2012] καθώς τα απαραίτητα δεδομένα και πληροφορίες είναι διαθέσιμα άμεσα και έγκυρα.

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα των συστημάτων αυτών, στο επίπεδο που εξετάζει αυτή η διπλωματική εργασία, είναι το γεγονός πως τα ERP συστήματα αποτελούν ένα πολύ σημαντικό μέσον για την αποδοτική λειτουργία οποιουδήποτε συστήματος ιχνηλασιμότητας εφαρμόζει μια βιομηχανία. Ένα σύστημα ERP, στην περίπτωση αυτή, αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία θα χτιστεί μια μέθοδος ιχνηλασιμότητας, καθώς παρέχει στο σύνολο της βιομηχανίας μια ενιαία μέθοδο καταγραφής της τοποθεσίας, της κατάστασης και της ποσότητας οποιουδήποτε υλικού ή προϊόντος. Η μέθοδος αυτή θα είναι συγχρονισμένη ανάμεσα σε όλα τα τμήματα της βιομηχανίας και προσβάσιμη από κάθε ένα από αυτά, καθιστώντας την ιχνηλασιμότητα καθολική και εφαρμόσιμη.

Έρευνες πάνω στα πλεονεκτήματα που προσφέρουν τα συστήματα ERP στη βιομηχανία, δείχνουν πως βοηθούν να βελτιωθεί η ποιότητα, να περιοριστεί το ακίνητο στοκ αλλά και να αυξηθεί η ευελιξία της παραγωγικής διαδικασίας, με θετικό αντίκτυπο και στο βαθμό ικανοποίησης του πελάτη [Spathis C. & Constantinides S., 2012].

Όπως είναι αναμενόμενο, η ενσωμάτωση τέτοιων συστημάτων στη βιομηχανία συναντά και δυσκολίες ή εμπόδια, όπως είναι το κόστος, η ακόμα και η απροθυμία υπαλλήλων να αλλάξουν τις μεθόδους τους ώστε να ενσωματωθεί ένα νέο σύστημα στην καθημερινότητά τους.

Οι Spathis C. & Constantinides S., 2012 επιχειρούν να απαντήσουν σε ερωτήματα σχετικά με τα θετικά και τα αρνητικά της υλοποίησης ενός συστήματος ERP όσον αφορά το επίπεδο της διοίκησης και της οικονομικής διαχείρισης μιας εταιρείας, μέσα από συνεντεύξεις και ερωτηματολόγια απευθυνόμενοι σε μεγάλες επιχειρήσεις στην Ελλάδα. Οι συγγραφείς καταλήγουν σε συμπεράσματα που αναφέρθηκαν και στις παραπάνω παρατηρήσεις, δηλαδή την αυξημένη ευελιξία, τη βελτιωμένη ποιότητα αναφορών και στατιστικών δεδομένων, την καλύτερη συνεργασία μεταξύ των εφαρμογών της βιομηχανίας αλλά και την ευκολότερη αποθήκευση και διαχείριση των δεδομένων. Οι δυσκολίες που αναγνωρίζουν οι συγγραφείς, είναι πάλι σύμφωνες με αυτά που αναφέρθηκαν προηγουμένως και αναγνωρίζουν ως κύρια προβλήματα το κόστος και τις τυχόν «αντιστάσεις» από εργαζομένους της εκάστοτε επιχείρησης.

Όσον αφορά την οικονομοτεχνική πλευρά, οι Botta-Genoulaz V. & Millet P.-A., 2005 αναφέρουν πως η χρήση ενός τέτοιου συστήματος από μια επιχείρηση είναι μια μακροχρόνια επένδυση, που όμως η αξία της αναγνωρίζεται ολένα και περισσότερο από τον επιχειρηματικό κόσμο.

Οι Naciri S. et al, 2011 περιγράφουν εκτενέστερα τη σημασία του αυτοματοποιημένου διαμοιρασμού πληροφορίας ανάμεσα σε βιομηχανικούς συνεργάτες μέσω ενός συστήματος ERP. Στην εργασία αυτή, οι συγγραφείς υπογραμμίζουν πλεονεκτήματα όπως η κοινοποίηση δεδομένων που διευκολύνουν την αξιολόγηση διαδικασιών και προϊόντων που διακινούνται στην εφοδιαστική διαδικασία αλλά και ο περιορισμός των διακυμάνσεων στα διάφορα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας, κάτι που περιορίζει το ακίνητο στοκ και ελαχιστοποιεί τις απώλειες. Άλλωστε, οι μεγαλύτερες εταιρείες στη βιομηχανία για να εξασφαλίσουν υψηλά επίπεδα ποιότητας, αποδοτικότητας και συνέπειας, χρησιμοποιούν το παραγωγικό μοντέλο “just-in-time”, όπου μόνο “τα απαραίτητα προϊόντα, τη στιγμή που είναι απαραίτητα και στην αναγκαία ποσότητα” (“only the necessary products, at the necessary time, in necessary quantity”) βρίσκονται εντός της παραγωγικής διαδικασίας [Sugimori Y. et al, 1977]. Οι αρχές αυτές είναι ευρέως διαδεδομένες πλέον και πολύ μεγάλο ποσοστό διεθνών βιομηχανιών λειτουργούν σύμφωνα με αυτές.

Η λογική του “just-in-time” περιέχει μηχανισμούς ώστε να εξισορροπεί ανωμαλίες που προκύπτουν στη διαδικασία παραγωγής, με σκοπό να ελαχιστοποιείται ο χρόνος από την στιγμή που ξεκινά το πρώτο υλικό να μπαίνει στη διαδικασία μέχρι την στιγμή όπου παράγεται το τελικό προϊόν [Sugimori Y. et al, 1977]. Σύμφωνα με τη λογική αυτή, είναι γνωστό τι ακριβώς χρειάζεται σαν ελάχιστο “στοκ” για να ολοκληρωθεί επιτυχώς κάθε στιγμή κάθε στάδιο της διαδικασίας, αλλά και τότε χρειάζεται κάθε αντικείμενο / εργάτης / προϊόν / υλικό να βρίσκεται σε κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας. [Sugimori Y. et al, 1977].

Με τη λογική αυτή δημιουργείται μια αλυσίδα προσφοράς και ζήτησης, που εξασφαλίζει την σωστή ποσότητα από το κάθε αντικείμενο, στο σωστό στάδιο, τη

σωστή στιγμή, ελαχιστοποιώντας τις απώλειες και βελτιστοποιώντας την παραγωγική διαδικασία.

Ένα πλήρες σύστημα ERP, όπως είναι αναμενόμενο, παίζει πάρα πολύ σημαντικό ρόλο στην επιτυχή λειτουργία ενός συστήματος διαχείρισης της παραγωγής, όπως είναι το προαναφερθέν.

Αφ' ενός, ένα ενδεδειγμένο σύστημα ERP επιτρέπει να παρακολουθούνται κάθε στιγμή το αποθέμα κάθε υλικού, καθιστώντας εφικτή την παρακολούθηση του στοκ σε κάθε στάδιο της διαδικασίας. Η παρακολούθηση κάθε πόρου ή προϊόντος, τελικού ή ενδιάμεσου, εξασφαλίζει την ικανότητα παρακολούθησης των πόρων, καθώς αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο στο να υπάρχει εποπτική εικόνα της κατάστασης όλης της παραγωγικής διαδικασίας, τόσο σε σχέση με τους ρυθμούς που αυτή έρχεται σε πέρας σε κάθε στάδιο, όσο και των αναγκών που έχει σε “πρώτη ύλη” κάθε στιγμή, ώστε να εξασφαλιστεί η έγκαιρη λήψη αποφάσεων και κατ' επέκταση η ομαλή ροή της παραγωγής, αποφεύγοντας περιττές απώλειες. Μάλιστα, με ένα κατάλληλο σύστημα ERP μπορεί να γίνεται αυτό σε πραγματικό χρόνο, χωρίς να υπάρχει καμία καθυστέρηση από τη στιγμή που παρατηρείται οποιαδήποτε ανωμαλία ή ανάγκη που πρέπει να αντιμετωπιστεί.

Ως παράδειγμα, μπορεί να ληφθεί η περίπτωση ενός σταθμού της παραγωγής σε κάποιο εργοστάσιο, όπου ο χειριστής καταγράφει στο σύστημα κάθε εισερχόμενο αλλά και κάθε εξερχόμενο προϊόν. Κάνοντας αυτό, το σύστημα είναι σε θέση να παρακολουθήσει τόσο την ομαλή ροή των προϊόντων από σταθμό σε σταθμό, μέχρι να φτάσουν την τελική τους μορφή ή ακόμα και την πώληση. Επιπλέον, παρακολουθείται το στοκ σε κάθε στάδιο, εξασφαλίζοντας την άμεση αντίδραση και διαχείριση αυτού, ώστε να εξασφαλιστεί η απαραίτητη ποσότητα σε κάθε στάδιο και να ελαχιστοποιηθεί το νεκρό και ακίνητο στοκ, αλλά φυσικά και οι ελλείψεις. Έτσι μπορεί να επιτευχθεί η

“just-in-time” λογική, κάτι που δε θα ήταν εφικτό χωρίς ένα κατάλληλο σύστημα ERP, τουλάχιστον όχι σε μια σύγχρονη βιομηχανία με τους ρυθμούς που αυτή λειτουργεί αλλά και με τις ποσότητες που διαχειρίζεται.

Τα παραδείγματα που αναφέρθηκαν φυσικά δεν είναι τα μόνα που αποδεικνύουν τη σημασία τέτοιων συστημάτων στη βιομηχανία και στην διαχείριση ποιότητας, όμως ένα τέτοιο εδραιωμένο σύστημα διαχείρισης αποτελεί ένα πολύ καλό δείγμα της πραγματικότητας.

2.7.1. Bill of Materials (BOM)

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα συστήματα ERP είναι ολοκληρωμένα προγράμματα λογισμικού που βοηθούν και στη διαχείριση της παραγωγής, ένα σημαντικό πλεονέκτημά των οποίων είναι και η ενοποίηση των BOM (Bills of Materials) και των λειτουργιών δρομολόγησης.

Η μεθοδολογία PDM (Production Data Management) βελτιώνει τη διαχείριση μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων παραγωγής όπως, έγγραφα και σχέδια, λίστες εξαρτημάτων και BOM. Ενώ η PDM εστιάζεται στη μηχανική και στη δομή του προϊόντος με τη μορφή ενός BOM, η μεθοδολογία PIM (Production Information Management) εστιάζεται στη διαδικασία και το χειρισμό με τη μορφή routing [Tatsiopoulos, I.P., 1996]. Αυτές οι δύο ομάδες δεδομένων μαζί με τα κέντρα εργασίας σαν μονάδες παραγωγικότητας σχηματίζουν τα βασικά στοιχεία της παραγωγικής διαδικασίας [Bertand et al., 1990].

Στόχος της εταιρίας για τα επόμενα χρόνια είναι η δημιουργία και εφαρμογή ηλεκτρονικών BOM. Με αυτό τον τρόπο δεν θα χρειάζεται να είναι τυπωμένα τα έντυπα των προδιαγραφών αλλά ούτε θα χρειάζεται οι χειριστές να σκανάρουν ξανά και ξανά τις προδιαγραφές.

Ένα BOM, επίσης γνωστό και σαν Bill of Materials, καθορίζει το προϊόν όπως σχεδιάζεται. Είναι μια λίστα υλικών, εξαρτημάτων, συστατικών, υποσυγκροτημάτων και συνδεσμολογιών στο προϊόν που έχει σχεδιαστεί από τους μηχανικούς.

Τα BOM συχνά οργανώνονται από μηχανικούς βασισμένα σε εργαλεία Computer-Aided Design (CAD) ή Electronic Design Automation (EDA). Για κάθε προϊόν μπορεί να δημιουργηθούν περισσότερα από ένα BOM. Για παράδειγμα, το BOM για ένα Printed Circuit Board (PCB) όταν σχεδιαστεί από έναν ηλεκτρολόγο μηχανικό περιλαμβάνει μια λίστα από αντιστάσεις, πυκνωτές και microchips. Το BOM για το ίδιο προϊόν αν σχεδιαστεί από έναν μηχανολόγο μηχανικό περιλαμβάνει μια λίστα με προσαρτώμενα εξαρτήματα και αγοραζόμενα υλικά (hardware) όπως ένα LCD, πλήκτρα και βίδες.

2.7.2 Χρησιμότητα των BOM

Η κατασκευή ενός προϊόντος συχνά συγκρίνεται με τη διαδικασία μιας συνταγής. Αν λείπει ένα συστατικό ή ένα βήμα στη διαδικασία παρασκευής το αποτέλεσμα θα είναι μια μεγάλη αποτυχία. Η έλλειψη ενός εξαρτήματος ή ενός συστατικού θα επηρεάσει αρνητικά τη διαδικασία παρασκευής και θα υπάρχουν καθυστερήσεις και ελλείψεις. Επειδή η πληροφορία που αποτυπώνεται στα BOM περνάει στη διαδικασία παρασκευής η πληρότητα ή η έλλειψη των υλικών θα μπορούσε να επηρεάσει την ποιότητα του προϊόντος.

Φτάνοντας σε ένα καλό επίπεδο λεπτομέρειας τα BOM σε μια επιχείρηση δημιουργούνται οι καταλληλότερες συνθήκες για την επιτυχία της επιχείρησης, καθώς αποτρέπονται μακροπρόθεσμα οι επιπλέον ώρες δουλειάς για το τμήμα των μηχανικών, το τμήμα παραγωγής και το τμήμα αγορών και logistics. Ένα ολοκληρωμένο και ακριβές BOM μπορεί να προετοιμάσει σωστά τους παραγωγικούς κύκλους της

διαδικασίας παρασκευής και να υποστηρίξει την εισαγωγή νέων προϊόντων ή υλικών (new product introduction-NPI) στην παραγωγική διαδικασία.

Υπάρχουν τρεις λόγοι που ένα ολοκληρωμένο και ακριβές BOM υποστηρίζει τη διαδικασία παρασκευής θα οδηγήσει την επιχείρηση στην επιτυχία. Οι λόγοι που πρέπει να καταγράφονται οι λεπτομέρειες της διαδικασίας παραγωγής είναι:

- Καλά εξαρτήματα.

Καλή βιομηχανική πρακτική είναι να ελέγχονται τα πρώτα προϊόντα που φτιάχνονται από μια μηχανή και να επαληθεύεται η σωστή και καλή λειτουργία τους. Με ένα διεξοδικό Bill of Materials, το τμήμα παραγωγής θα έχει τις απαραίτητες πληροφορίες για να διαμορφώσει τις μηχανές με τα νέα εξαρτήματα και χρόνο για να ελέγξει τα πρώτα προϊόντα πριν περάσει σε πλήρη παραγωγή.

- Καλύτερα lead time και τιμολογιακή πολιτική

Αν η παραγωγή προμηθεύεται με τα σωστά εξαρτήματα και υλικά στις κατάλληλες ποσότητες και η πληροφορία αυτή για την ποσότητα και τον τύπο των υλικών είναι άμεσα διαθέσιμη, τότε οι αποφάσεις για τις διαδικασίες προμήθειας γίνονται καλύτερες. Έτσι, το τμήμα προμηθειών θα μπορεί να διαπραγματευτεί με περισσότερους προμηθευτές και να επιτύχει καλύτερη τιμή αγοράς υλικών. Έχοντας τις πληροφορίες από την αρχή της παραγωγικής διαδικασίας το τμήμα προμηθειών θα μπορεί να διασφαλίσει ότι υλικά με μεγάλα lead time θα παραγγέλνονται και θα παραδίδονται εγκαίρως χωρίς επιπλέον χρεώσεις.

- Αποτρέπονται επιπλέον κύκλοι αναθεώρησης και εργασίας

Με λεπτομερή και πλήρη BOM το τμήμα παραγωγής μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά χωρίς να χρειάζεται να κάνει υποθέσεις για κάποια υλικά ή

εξαρτήματα. Αν τα BOM περιέχουν τις σωστές λεπτομέρειες, μη απαραίτητες επιπλέον αλλαγές στην παραγωγική διαδικασία μπορεί να αποφευχθούν.

Μια παραγωγική διαδικασία με λάθος πληροφορίες στο BOM μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στη γραμμή παραγωγής. Τρία πολύ συχνά προβλήματα από λάθος ή ημιτελή BOM είναι:

- Προβλήματα στη διαδικασία παραγωγής

Αν ο αριθμός των υλικών και των εξαρτημάτων δεν είναι σωστά διατυπωμένος στο BOM, για παράδειγμα αν έχει καταγραφεί ότι χρειάζονται 10 βίδες αλλά το προϊόν απαιτεί 12, το τμήμα προμηθειών δεν θα έχει την κατάλληλη πληροφορία για να αγοράσει τη σωστή ποσότητα. Με πολύ μικρή ποσότητα αποθεμάτων ή και με υλικά για τα οποία έχει τελειώσει το απόθεμα η παραγωγική διαδικασία θα σταματήσει ή δεν θα ξεκινήσει καν.

- Σπατάλη χρόνου και χρήματος

Ένα λάθος εξάρτημα στο BOM σημαίνει ότι σπαταλούνται χρηματικοί πόροι σε μη απαραίτητα υλικά ή η κατασκευή ενός προϊόντος καθυστερεί ενώ το σωστό υλικό ακόμα δεν έχει παραδοθεί στη βιομηχανία.

- Μη ελεγχόμενοι κύκλοι αναθεώρησης

Αν το BOM δεν είναι πλήρες και ελεγμένο όταν περάσει στη διαδικασία παραγωγής αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να πραγματοποιηθούν επιπλέον κύκλοι δοκιμαστικής λειτουργίας πριν το εκάστοτε προϊόν μπει σε πλήρη παραγωγή και φτάσει με την κατάλληλη ποιότητα στον καταναλωτή.

3. Μεθοδολογία

Αφορμή για τη συγκεκριμένη εργασία ήταν ένα project της εταιρίας που μελετάται όπου μετά από εσωτερική απαίτηση της εταιρίας θα έπρεπε το κάθε εργοστάσιο να έχει 100% ιχνηλασιμότητα σε όλα τα υλικά συσκευασίας. Σκοπός της εργασίας είναι να μελετήσει την περίπτωση ιχνηλασιμότητας ετικετών μπουκαλιών και πωμάτων στα απορρυπαντικά οικιακής χρήσης που παράγει το ελληνικό εργοστάσιο. Άξιο αναφοράς στα πλαίσια της εργασίας είναι το γεγονός πως τα πλαστικά μπουκάλια και μεγάλος αριθμός πωμάτων που χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία των προϊόντων, παράγονται στο ίδιο το εργοστάσιο. Έτσι, σε ένα τμήμα του εργοστασίου τα υλικά αυτά θα αντιμετωπιστούν ως παραγόμενα προϊόντα, ενώ σε άλλο τμήμα του θα διαχειριστούν σαν υλικά προς χρήση για τη δημιουργία του τελικού προϊόντος. Στόχος της εργασίας αυτής είναι να παρουσιαστεί ένας νέος τρόπος καταγραφής και ελέγχου των αριθμών παρτίδας και των πρώτων υλών που χρησιμοποιήθηκαν, ο οποίος υλοποιείται με τη χρήση φορητών scanner και τη βοήθεια συγκεκριμένου λογισμικού. Στο πλαίσιο της εργασίας, ο ηλεκτρονικός αυτός τρόπος καταχώρησης συγκρίνεται με έναν χειρόγραφο τρόπο καταγραφής των lot των ετικετών σε κατάλληλα έντυπα.

Ο τελικός στόχος αυτού του project είναι και οι έξι γραμμές συσκευασίας στο εργοστάσιο της εταιρίας στην Αθήνα να εφαρμόζουν πλήρη ιχνηλασιμότητα για όλα τα υλικά συσκευασίας.

3.1. Επισκόπηση Μεθόδων καταγραφής

3.1.1. Χειρόγραφη Καταγραφή

Η μία μέθοδος καταγραφής των δεδομένων ιχνηλασιμότητας που εξετάστηκε στο πλαίσιο αυτής της εργασίας περιελάμβανε χειρόγραφη καταγραφή των δεδομένων ιχνηλασιμότητας. Στην περίπτωση αυτή ζητήθηκε από του εργαζόμενους της

βιομηχανίας να εκτελούν χειρόγραφα έναν αριθμό από διαφορετικές καταγραφές, συσχετισμένες κάθε φορά με τη θέση τους στη γραμμή παραγωγής. Πιο συγκεκριμένα, από τους χειριστές των γραμμών συσκευασίας ζητήθηκε να συμπληρώνουν ένα έντυπο με πληροφορίες για τις ετικέτες και που χρησιμοποιούσαν κάθε μέρα, ενώ αντίστοιχα στους χειριστές των σιλό τροφοδοσίας μπουκαλιών και πωμάτων δόθηκε ένα σχετικό έγγραφο για να καταγράψουν τα στοιχεία από τις παρτίδες υλικών συσκευασίας που χρησιμοποίησαν. Τέλος, στους υπαλλήλους στο τμήμα παραγωγής πλαστικών δόθηκαν παρόμοια έντυπα για να συμπληρώνουν τα στοιχεία από τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούσαν για την παραγωγή υλικών συσκευασίας. Περισσότερες λεπτομέρειες για τα έγγραφα αυτά και τη διαδικασία χειρόγραφης καταγραφής των δεδομένων παρουσιάζονται σε επόμενη παράγραφο.

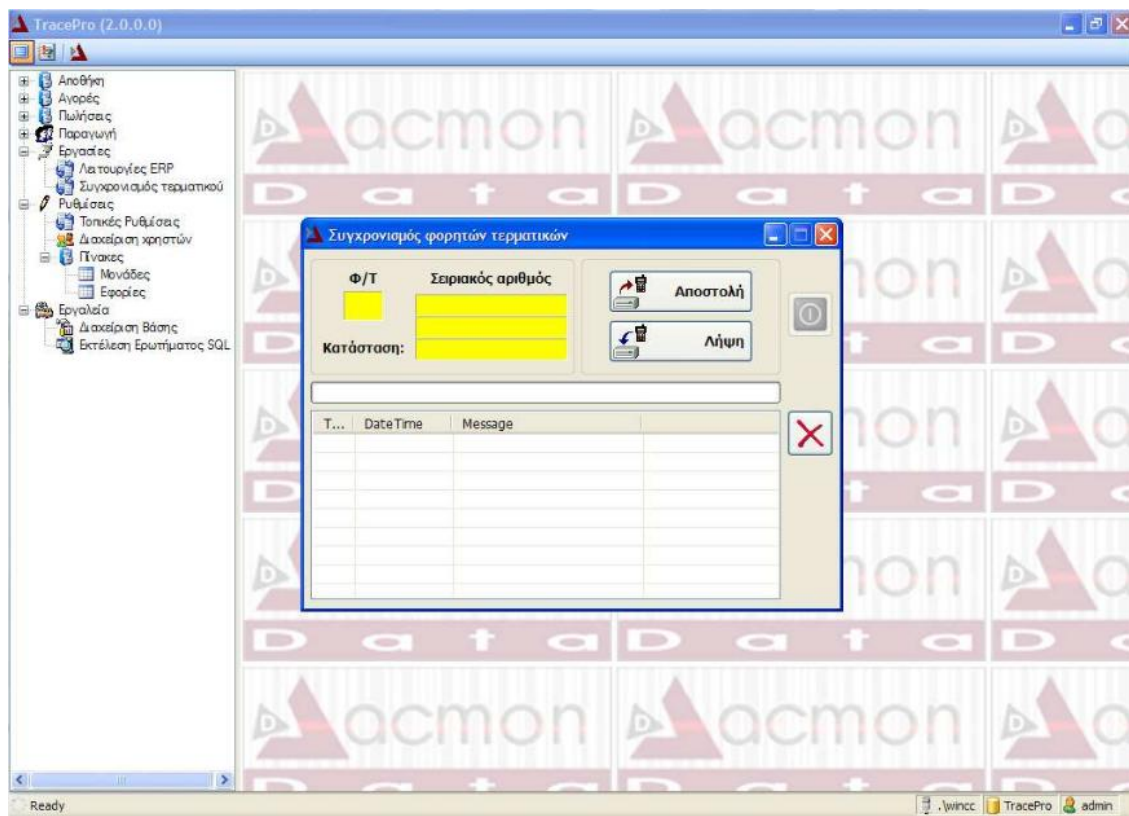
3.1.2. Ηλεκτρονικό Σύστημα Ιχνηλασιμότητας

Το σύστημα που επιλέχθηκε από την εταιρία ήταν το λογισμικό TracePro της AcmonData το οποίο είναι συμβατό με το σύστημα ERP της εταιρίας (SAP) καθώς και με Windows 7. Το σύστημα αυτό σχεδιάστηκε έτσι ώστε να καλύπτει τις ανάγκες της κάθε βιομηχανίας και να παραμετροποιείται ανάλογα για κάθε περίπτωση. Όπως κάθε σύγχρονο λογισμικό το TracePro παρέχει όλες τις ευκολίες που χρειάζεται ο χρήστης και ο διαχειριστής του όπως:

- **Graphic User Interface:** Το λογισμικό είναι ιδιαίτερα φιλικό στον χρήστη ακολουθώντας την φιλοσοφία των Windows με ένα απόλυτα παραθυρικό περιβάλλον με πολλά κυλιόμενα μενού. Για την χρήση του δεν απαιτούνται ιδιαίτερες γνώσεις και προηγούμενη εμπειρία σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές.
- **Security:** Παρέχει ένα σύστημα ασφαλείας πολλαπλών profile μέσω κωδικών πρόσβασης. Κάθε χρήστης έχει ένα όνομα (user name) και ένα κλειδί

πρόσβασης (password). Ο χρήστης που έχει την εξουσιοδότηση (administrator) ορίζει για κάθε χρήστη το προφίλ του, δηλαδή σε ποια τμήματα του λογισμικού έχει πρόσβαση και ποιες εργασίες επιτρέπεται να εκτελεί. Κάθε επέμβαση σε κρίσιμα στοιχεία καταγράφεται σε ειδικό αρχείο (log file). Στο αρχείο αυτό καταγράφονται ο χρήστης που έκανε την επέμβαση, το στοιχείο που άλλαξε, η προηγούμενη τιμή του καθώς και η ημέρα και ώρα που έγινε η επέμβαση. Στο αρχείο αυτό έχει πρόσβαση μόνο ο διαχειριστής (administrator) του συστήματος.

- Multi-user: Ενσωματώνει την δυνατότητα να τρέχει ταυτόχρονα σε πολλούς Η/Υ συνδεδεμένους σε δίκτυο και να ενημερώνει μια κοινή βάση δεδομένων.
- Object Oriented Technology (αντικειμενοστραφής τεχνολογία): Δηλαδή βασικοί δομικοί λίθοι (objects) που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση τμημάτων εφαρμογών (application modules) τα οποία συνθέτουν ένα ολοκληρωμένο λογισμικό. Με τον τρόπο αυτό το λογισμικό συντηρείται και επεκτείνεται (extensibility) εύκολα.
- Active-X / Object Linking & Embedding (OLE): Κλήση εφαρμογών άλλων κατασκευαστών μέσα από το λογισμικό της AcmonData (π.χ MS Word, Excel, Access).
- Data Integrity: Διασφαλίζει την ακεραιότητα των δεδομένων προστατεύοντάς τα από λανθασμένους χειρισμούς ή από εσφαλμένη λειτουργία του υπολογιστή και υποστηρίζει όλες τις σύγχρονες βάσεις δεδομένων με τεχνολογία ODBC (MS SQL Server, Oracle, Access)
- Reliability: Ακόμα και σε απρόβλεπτες καταστάσεις εξακολουθεί να "τρέχει" ενημερώνοντας τον χρήστη για το πρόβλημα που έχει προκύψει.



Εικόνα 3.1.2.1. Στιγμιότυπο οθόνης από το λογισμικό TracePro¹

3.1.2.1. Απαιτούμενος Εξοπλισμός

Στην περίπτωση της χρήσης του ηλεκτρονικού συστήματος ιχνηλασιμότητας, η καταγραφή θα είναι πολύ πιο γρήγορη και πιο ακριβής. Όπως αναφέρει και το Food Standard Agency στο Ηνωμένο Βασίλειο, συστήματα που στηρίζονται στην χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών θεωρούνται πιο αποτελεσματικά σε σύγκριση με συστήματα που βασίζονται στην χειροκίνητη καταγραφή [FSA, 2002].

Επίσης πολύ σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι η επαλήθευση κάθε κίνησης. Σε περίπτωση δηλαδή που ο κωδικός που έχει σκαναριστεί δεν είναι ο σωστός τότε θα εμφανίζεται στην οθόνη μήνυμα ότι έχει σκαναριστεί μια λάθος ετικέτα. Την πληροφορία για την σωστή ετικέτα μπορεί να την λάβει ο χειριστής καθώς πριν από το

¹ Η εικόνα προέρχεται από το site της εταιρίας Acmon Data και όχι από την εταιρία που μελετάται για λόγους εχεμύθειας.

σκανάρισμα του κωδικού που υπάρχει στις ετικέτες θα σκανάρεται και ο αντίστοιχος κωδικός που υπάρχει στο BOM που βρίσκεται εκτυπωμένο και εύκολα προσβάσιμο σε κάθε γραμμή παραγωγής.

Αντί για απλά scanner η εταιρία επέλεξε προσωπικούς ψηφιακούς οδηγούς (PDA) για την αναγνώριση των barcode καθώς έχουν επιπλέον δυνατότητες είναι πιο εύχρηστα και μπορούν να συνδεθούν άμεσα και ασύρματα με το δίκτυο της εταιρίας, αλλά και με άλλους υπολογιστές όπου και θα γίνεται η καταχώριση και καταγραφή των δεδομένων από τα υλικά συσκευασίας, μέσω του λογισμικού TracePro. Τα PDA αυτά για να αναγνωρίσουν και να «διαβάσουν» τους DataMatrix κώδικες χρησιμοποιούν την εφαρμογή Enhanced Mobile Document Imaging (eMDI), η οποία δημιουργήθηκε από την Intermec.

Η εφαρμογή αυτή επιτρέπει στο χρήστη να «φωτογραφίσει» κάποιες εικόνες ενώ βρίσκεται στο χώρο συσκευασίας της βιομηχανίας. Η χρήση του eMDI εκσυγχρονίζει τις back-office διαδικασίες και μειώνει τον χρόνο για την καταγραφή των δεδομένων καθώς οι εικόνες μπορούν να μεταδίδονται από το χώρο της βιομηχανίας στα γραφεία μέσω δικτύου [Intermec, 2012], ασύρματου ή ενσύρματου.



Εικόνα 1.1.2.1.1. Intermec PDAs μοντέλο CN50²

Η χρήση των PDAs για αυτή την εφαρμογή καθιστά σαφές ότι ένα μεγάλο μέρος της χρησιμότητάς τους θα απαιτήσει τη χρήση κάποιου είδους βάσης δεδομένων. Πολλές εφαρμογές συσχετισμένες με βάσεις δεδομένων χρειάζονται τη δυνατότητα να αποθηκεύσουν πληροφορίες από μια αποθήκη πληροφοριών και να τις επεξεργαστούν όταν βρίσκονται αποσυνδεδεμένες από αυτή.

Ως φορητές βάσεις δεδομένων, ορίζουμε εκείνες τις βάσεις δεδομένων με τις οποίες μπορεί να επιτευχθεί προσωρινή σύνδεση με τη χρήση μιας φορητής συσκευής μέσω ενός δικτύου. Το κυριότερο χαρακτηριστικό τους είναι πως δεν απαιτούν μόνιμη ή πλήρη αποθήκευση στη φορητή συσκευή, αλλά μόνο τα απαραίτητα για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο δεδομένα, ώστε αυτά να μπορούν να χρησιμοποιηθούν και να επεξεργασθούν από το χρήστη, και στη συνέχεια να συγχρονιστούν με την κυρίως βάση δεδομένων.

Ο συγχρονισμός των δεδομένων μεταξύ της φορητής συσκευής και της βάσης δεδομένων μπορεί να γίνεται είτε μέσω ασύρματου δικτύου είτε κατά τη σύνδεση της

² Η εικόνα προέρχεται από την ιστοσελίδα της Intermec και παρουσιάζει το μοντέλο PDA που χρησιμοποιήθηκε στην εταιρία

φορητής συσκευής στη βάση φόρτισής της, όπου ταυτόχρονα μπορεί να γίνει ο συγχρονισμός με τη βάση δεδομένων μέσω καλωδίου.

Το σύστημα φορητής βάσης δεδομένων που χρησιμοποιείται άλλωστε, παρέχει την ικανότητα προσωρινής λειτουργίας χωρίς σύνδεση. Έτσι, στην περίπτωση που τα δεδομένα δεν είναι απαραίτητο να ανανεώνονται σε πραγματικό χρόνο και προκειμένου να αποφευχθούν προβλήματα σχετικά με την περιορισμένη διαθεσιμότητα εύρους ζώνης ή κάλυψης από το ασύρματο δίκτυο, είναι δυνατόν να προτιμηθεί κάποια λύση ενσύρματου συγχρονισμού των δεδομένων.

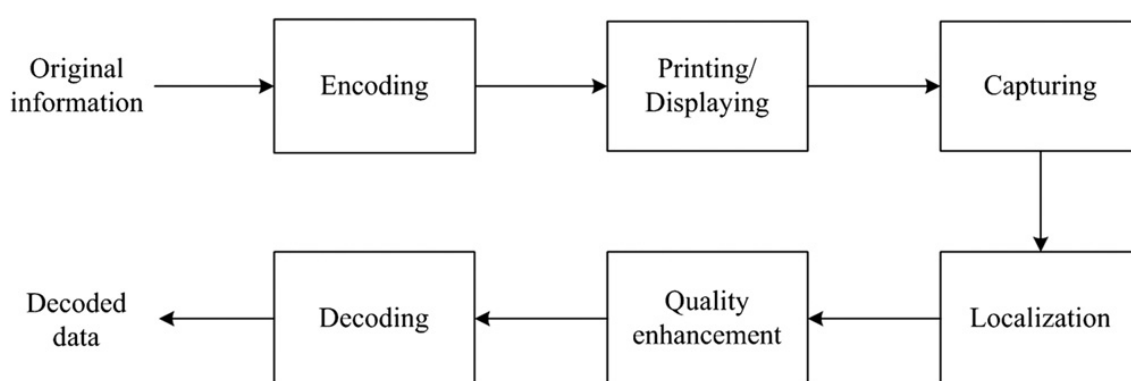
Ένα παράδειγμα χρήσης μιας φορητής βάσης δεδομένων αποτελεί και η συγκεκριμένη εφαρμογή στο εργοστάσιο που μελετάται. Ο χρήστης απαιτείται να έχει πρόσβαση και να μπορεί να ενημερώσει τις πληροφορίες της κυρίως βάσης δεδομένων από τα δεδομένα που βρίσκονται στη φορητή συσκευή του. Οι κινητές βάσεις δεδομένων επιτρέπουν στους υπαλλήλους να εισαγάγουν τα στοιχεία ανά πάσα στιγμή, αφού οι πληροφορίες μπορούν να συγχρονιστούν με την κεντρική βάση δεδομένων κάποια επόμενη στιγμή.

Στην περίπτωση της συγκεκριμένης εταιρίας, ο συγχρονισμός των δεδομένων είναι χρήσιμο αλλά όχι απαραίτητο να γίνεται σε πραγματικό χρόνο, τουλάχιστον όμως πρέπει να γίνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Για το λόγο αυτό, προτιμήθηκε από την εταιρία να εγκατασταθεί ασύρματο δίκτυο επικοινωνίας στο εργοστάσιο, αλλά να υπάρχει πάντα ως εναλλακτική η δυνατότητα συγχρονισμού μέσω καλωδίου κατά τη φόρτιση. Με τον τρόπο αυτό, η βάση δεδομένων διατηρείται ενημερωμένη διαρκώς με τα δεδομένα των PDA, ενώ σε περίπτωση οποιουδήποτε τεχνικού προβλήματος σχετικού με το ασύρματο δίκτυο, ο συγχρονισμός θα λάβει χώρα κατά τη σύνδεση του PDA στη βάση του.

Τα PDA που θα χρησιμοποιηθούν για να διαβάζουν τους DataMatrix κώδικες και να μεταδίδουν την πληροφορία ασύρματα στο λογισμικό GracePro διαθέτουν κάμερα και η αρχή λειτουργίας τους είναι παρόμοια με αυτή που χρησιμοποιούν τα κινητά τηλέφωνα για να διαβάσουν ένα QR ή ένα DataMatrix κώδικα. Οι πληροφορίες που απαιτούνται αρχικά κωδικοποιούνται σε ένα 2D κώδικα χρησιμοποιώντας προκαθορισμένους τρόπους κωδικοποίησης. Η διαδικασία κωδικοποίησης περιλαμβάνει τη συγκέντρωση δεδομένων σε ένα μοτίβο 2D κώδικα και τη δημιουργία κωδικών για την περίπτωση λάθους. Τελικά οι πληροφορίες που κωδικοποιούνται, οι κωδικοί ελέγχου και μερικές απαραίτητες επικεφαλίδες προσαρμόζονται κατάλληλα σε προδιαγραμμένες θέσεις μέσα σε ένα πίνακα στοιχείων. Στη συνέχεια ο κωδικός αυτός μπορεί να εκτυπωθεί ή να προβληθεί σε μία οθόνη. Η κάμερα ενός κινητού τηλεφώνου ή ένα κατάλληλο scanner μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να «διαβάσει» τον κωδικό. Η περιοχή του κώδικα που περιέχει τις απαραίτητες πληροφορίες αναγνωρίζεται μέσω συγκεκριμένων μοτίβων που έχει. Τέτοια μοτίβα με σταθερά όριο μπορούν να αναγνωρισθούν από συγκεκριμένους ανιχνευτές [BS ISO/IEC 16022:2006] ή από κάποιες εξελιγμένες μεθόδους ανασχηματισμού [Chen C. et al., 2012], ενώ άλλα συγκεκριμένα μοτίβα μπορούν να εντοπιστούν από τον αλγόριθμό τους. Η ποιότητα της εικόνας του κωδικού (Datamatrix) ενισχύεται και ο κωδικός ξαναγυρίζει στην αρχική ασπρόμαυρη μορφή του. Στη συνέχεια υπολογίζεται η ποσότητα των bits και πραγματοποιείται το στάδιο ελέγχου έτσι ώστε να προκύψουν τα αποκωδικοποιημένα δεδομένα [Chen C. et al, 2013].

Οι πιο συνηθισμένες εφαρμογές με 2D κώδικες για κινητά τηλέφωνα χρησιμοποιούν την παραπάνω διαδικασία σαν μια εικονική σύνδεση ανάμεσα στην φυσική απεικόνιση και στην ηλεκτρονική μορφή [Kato H. and Tan K.T. 2007]. Ένα πιθανό σενάριο θα ήταν το παρακάτω: Μία ηλεκτρονική διεύθυνση (URL) είναι κωδικοποιημένη σε ένα

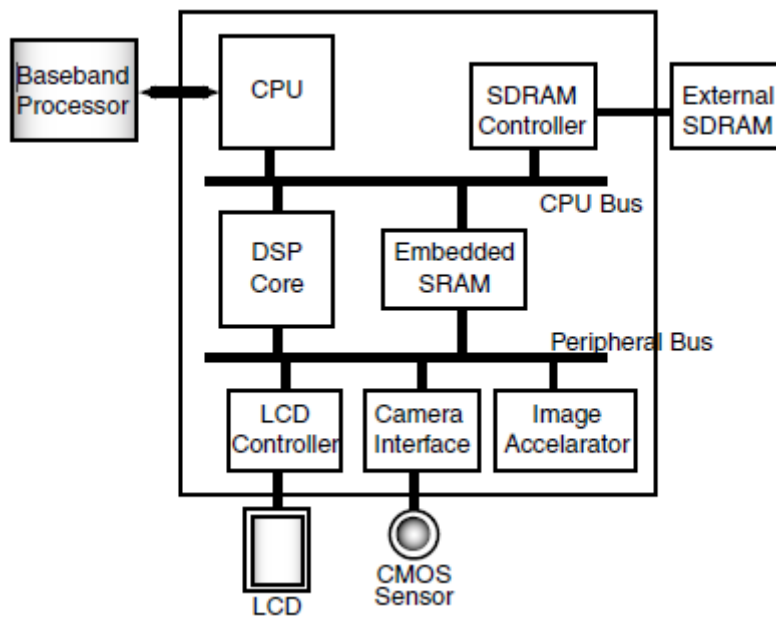
2D κώδικα όπως π.χ. ένα QR code και βρίσκεται σε μια αφίσα ή μέσα σε κάποια σελίδα περιοδικού. Οι χρήστες των συσκευών αυτών μπορούν να χρησιμοποιήσουν το πρόγραμμα για το σκανάρισμα τέτοιων κωδικών που υπάρχει στα τηλέφωνα τους, να φωτογραφίσουν την εικόνα και να αποκωδικοποιήσουν τις πληροφορίες. Αμέσως μετά την αποκωδικοποίηση το URL θα τους οδηγήσει στην ιστοσελίδα του προϊόντος απ' όπου μπορούν να πάρουν επιπλέον πληροφορίες για το προϊόν που τους ενδιαφέρει.



Εικόνα 3.1.2.1.2.. Διάγραμμα του τρόπου κωδικοποίησης και αποκωδικοποίησης των barcode [Chen C. 2013]

Πιο αναλυτικά οι Ohbuchi et al, 2004 περιγράφουν τη διαδικασία με την οποία ένα κινητό τηλέφωνο, ή ένα PDA στην περίπτωση της συγκεκριμένης υλοποίησης, μπορεί να διαβάσει ένα κώδικα και να αποκωδικοποιήσει τις πληροφορίες του. Απαραίτητα εξαρτήματα για αυτή τη διαδικασία είναι μια κάμερα και ένας επεξεργαστής εφαρμογών. Ο επεξεργαστής αυτός είναι απαραίτητος για να αλληλεπιδράσουν η κάμερα, η οθόνη και το module επεξεργασίας των δεδομένων. Ο επεξεργαστής εφαρμογών χρησιμοποιείται για να παρουσιάσει το μενού των επιλογών, να προβάλει την εικόνα και να κάνει τους απαραίτητους υπολογισμούς για την αναγνώριση του κώδικα και την αποκωδικοποίηση του σε πραγματικό χρόνο. Με αυτά τα συστήματα οι χρήστες μπορούν να ελέγξουν την θέση της κάμερας και να επιλέξουν το χρόνο που θα γίνει η λήψη. Η διαδικασία έχει ως εξής:

1. Εκτέλεση της εφαρμογής για ανάγνωση του κωδικού. Ο χρήστης αλλάζει τη λειτουργία του επεξεργαστή των εφαρμογών σε αυτή για την ανάγνωση κωδικών (barcode, QR-code κ.ά.).
2. Λήψη της εικόνας από την ενσωματωμένη κάμερα. Η λήψη γίνεται από την κάμερα της συσκευής και αυτή η εικόνα στέλνεται σε δύο μονάδες, το DSP (επεξεργαστής ψηφιακών δεδομένων) για την επεξεργασία της εικόνας και την οθόνη για την απεικόνιση στην προεπισκόπηση που έχει τη δυνατότητα να δει ο χρήστης.
3. Επεξεργασία της εικόνας σε DSP. Σε αυτό το στάδιο η φωτογραφία καθαρίζεται από το θόρυβο και από περιττή πληροφορία με αποτέλεσμα να εξάγεται μόνο ο καθαρός κώδικας.
4. Αποκωδικοποίηση του κώδικα. Τα επεξεργασμένα δεδομένα από την προηγούμενη φάση αποκωδικοποιούνται στην CPU, και ο αποκωδικοποιημένος πλέον κώδικας εξάγεται στο λογισμικό των εφαρμογών.
5. Απεικόνιση των αποτελεσμάτων. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται με τον προβλεπόμενο τρόπο.



Εικόνα 3.1.2.1.3. Παράδειγμα του επεξεργαστή διαδικασιών για κινητά τηλέφωνα [Ohbuchi et al, 2004]

3.2 Υλοποίηση

3.2.1 Υλοποίηση Χειρόγραφων καταγραφών

Το αρχικό κομμάτι της συγκεκριμένης μελέτης αφορούσε χειρόγραφες καταγραφές σε ειδικά διαμορφωμένους πίνακες όπου οι χειριστές των μηχανών στις γραμμές συσκευασίας, στο χώρο παρασκευής πλαστικών αλλά και στα σιλό τροφοδοσίας μπουκαλιών προς τις γραμμές καλούνταν να καταγράψουν τα στοιχεία κάθε υλικού που χρησιμοποιούσαν. Αναλυτικότερα, οι χειριστές του συσκευαστηρίου θα έπρεπε να καταγράφουν κάθε φορά τα στοιχεία των προϊόντων, και πιο συγκεκριμένα τους κωδικούς των προϊόντων και των ετικετών καθώς και τα Lot number από κάθε ρολό ή κιβώτιο ετικετών. Αντίστοιχα, οι υπάλληλοι στο χώρο παρασκευής πλαστικών θα έπρεπε να καταγράφουν δεδομένα, ανάλογα με τα προϊόντα που παράγουν και ανάλογα με την τεχνολογία παρασκευής που χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση. Πιο συγκεκριμένα, τα δεδομένα που καταγράφονταν για τα preform μπουκάλια είναι ο

κωδικός του μπουκαλιού που παρήχθη, ο κωδικός, ο Lot number, η ημερομηνία παρασκευής και ο αριθμός κιβωτίου της πρώτης ύλης. Αντίστοιχα, για τα μπουκάλια και καπάκια που παράγονται από pellets, τα στοιχεία που καταγράφονταν ήταν ο κωδικός των pellets και ο κωδικός και Lot number του χρώματος. Τέλος, στους εργαζόμενους στα σιλό τροφοδοσίας πωμάτων και μπουκαλιών δόθηκαν τα αντίστοιχα έγγραφα στα όποια έπρεπε να συμπληρώνουν για κάθε παλέτα τους κωδικούς των υλικών καθώς και επιπλέον στοιχεία που θα βοηθούσαν στην ιχνηλασιμότητα, ανάλογα και πάλι με κάθε προϊόν. Όσον αφορά στα μπουκάλια, τα στοιχεία που καταγράφονταν σε αυτό το στάδιο, είναι ο κωδικός του μπουκαλιού, η ημερομηνία παραγωγής, η βάρδια παραγωγής και ο αριθμός της μηχανής που το παρήγαγε. Αντίστοιχα, τα δεδομένα που καταγράφονταν στην περίπτωση των σιλό τροφοδοσίας πωμάτων, ήταν διαφορετικά για τα παραγόμενα στο εργοστάσιο πώματα και για τα πώματα που το εργοστάσιο προμηθευόταν από την αγορά. Τα στοιχεία που καταγράφονταν για τα πώματα που παράγει το εργοστάσιο ήταν τα ίδια με αυτά που αντιστοιχούν στα μπουκάλια που παράγονται στο εργοστάσιο, ενώ για τα αγοραζόμενα καπάκια και trigger, τα στοιχεία που καλούνταν οι χειριστές να καταγράψουν ήταν ο κωδικός του προϊόντος, το Lot Number και η ημερομηνία παραγωγής του.

Τα έντυπα αυτά δόθηκαν στους υπάλληλους για μια εβδομάδα έτσι ώστε να μπορέσουν να εξοικειωθούν με τη νέα τακτική και να μπορούν να τα συμπληρώνουν με μεγαλύτερη ταχύτητα και ευκολία. Στη διάρκεια των ημερών αυτών είχαν την ευκαιρία να διευκρινίσουν ότι απορίες τυχόν προέκυψαν αλλά και να προτείνουν αλλαγές που θα τους εξυπηρετούσαν για να μπορέσουν να κάνουν σωστότερα και αποδοτικότερα τη νέα αυτή εργασία χάνοντας το λιγότερο δυνατό χρόνο. Παράλληλα, κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου γινόταν έλεγχος στα έγγραφα που παρέδιδαν οι εργαζόμενοι των

γραμμών έτσι ώστε να αξιολογηθούν και να καταμετρηθούν τυχόν λάθη που έγιναν, αλλά και να επιβεβαιωθεί αν και κατά πόσο έχει κατανοηθεί η νέα αυτή διαδικασία.

Μετά το πέρας της πρώτης εβδομάδας και αφού είχαν γίνει όλες οι απαραίτητες διευκρινήσεις και διορθώσεις άρχισε να καταγράφεται ο χρόνος που δαπανούν οι χειριστές για κάθε καταγραφή. Ως καθαρός χρόνος θεωρήθηκε η διάρκεια από την ώρα που είχαν στο χέρι τους το έντυπο και το στυλό μέχρι να συμπληρώσουν και την τελευταία πληροφορία. Για να μπορέσουν να είναι μετρήσιμα και αντιπροσωπευτικά τα αποτελέσματα χρονομετρήσαμε των ίδιο αριθμό καταγραφών από κάθε υπάλληλο και ομαδοποιήσαμε τις μετρήσεις ανά θέση εργασίας. Σαν αποτέλεσμα, τα δεδομένα ομαδοποιήθηκαν σε τέσσερις κατηγορίες. Η μία κατηγορία αφορούσε τις γραμμές συσκευασίας, η δεύτερη αφορούσε τα σιλό τροφοδοσίας, ενώ οι δύο τελευταίες κατηγορίες αφορούσαν το χώρο παραγωγής πλαστικών με χρήση preform και με χρήση pellet για παρασκευή φιαλών και καπακιών. Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι στις καταγραφές που μετρήθηκαν, οι υπάλληλοι κλήθηκαν να συμπληρώσουν όλες τις στήλες του εντύπου με τις εκάστοτε τιμές, και να μην κάνουν χρήση ομοιωματικών σε περίπτωση ίδιων δεδομένων, όπως θα μπορούσε να γίνει παραδείγματος χάριν σε μια περίπτωση όπου χρησιμοποιούταν και δεύτερο ρολό με ετικέτες από τον ίδιο κωδικό και το ίδιο Lot. Ο λόγος που έγινε αυτό ήταν για να είναι πιο αντιπροσωπευτική η σύγκριση με την περίπτωση των scanner (PDA), όπου κάθε φορά η διαδικασία είναι ίδια και δεν μπορεί να ολοκληρωθεί με επιτυχία γρηγορότερα εάν πασαλειφθούν κάποια στάδια-βήματα.



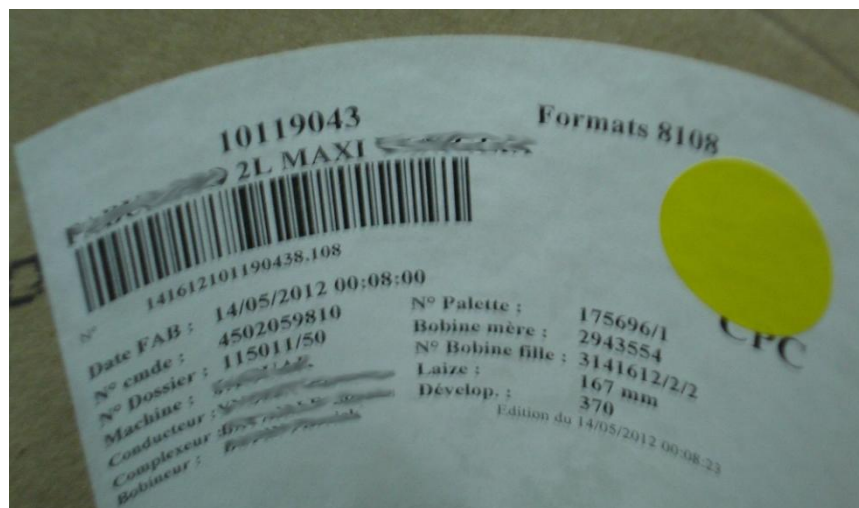
Εικόνα 3.2.1.1. Προδιαγραφές προϊόντος πριν τη χρήση ηλεκτρονικής ιχνηλασιμότητας

Στην εικόνα 3.2.1.1 φαίνεται πώς ήταν η διαδικασία πριν τη χρήση των scanner. Σύμφωνα με τη διαδικασία αυτή, οι χειριστές έπρεπε να συγκρίνουν τα στοιχεία της ετικέτας με αυτά που υπήρχαν στις προδιαγραφές και στη συνέχεια να καταγράψουν στο σχετικό έντυπο όλα τα επιπλέον δεδομένα που απαιτούνταν για την ιχνηλασιμότητα των δεδομένων.

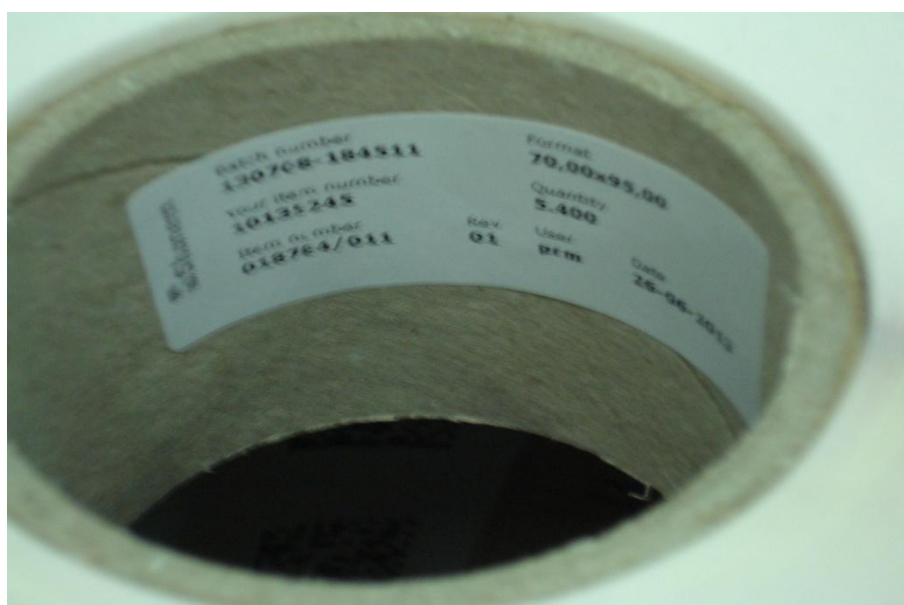


Εικόνα 3.2.1.2. Κιβώτια υλικών συσκευασίας, πάνω μετά τη χρήση του QR κώδικα, κάτω πριν τη ηλεκτρονική ιχνηλασιμότητα

Στην εικόνα 3.2.1.2 απεικονίζεται η μορφή που είχαν οι συσκευασίες των ετικετών πριν (κάτω κιβώτιο) τη χρήση του ηλεκτρονικού συστήματος και μετά (επάνω κιβώτιο). Επίσης στην εικόνα 3.2.1.3 παρουσιάζεται πως ήταν οι πληροφορίες για τις ετικέτες σε μορφή ρολού πριν την εφαρμογή του ηλεκτρονικού συστήματος. Όπως φαίνεται, κάποιοι προμηθευτές δεν χρησιμοποιούσαν ούτε καν μια απλή μορφή μονοδιάστατου κώδικα όπως τα barcode (σχήμα 2). Αυτή η έλλειψη έστω και απλής κωδικοποίησης δημιούργησε αρκετές δυσκολίες καθώς δεν ήταν εύκολο για τους προμηθευτές να εντάξουν ένα σύστημα δυσδιάστατο σύστημα κωδικοποίησης που δεν εφαρμόζαν για άλλους πελάτες τους.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

Εικόνα 3.2.1.3. Πληροφορίες ετικετών πριν την εφαρμογή του ηλεκτρονικού συστήματος με Datamatrix

Για να μπορέσει να λειτουργήσει το ηλεκτρονικό σύστημα και να μπορούν να καταγράφονται αυτόματα τα στοιχεία των υλικών με τη βοήθεια των PDA θα έπρεπε να αντικατασταθούν τα απλά barcode που έφεραν μοναδιαία πληροφορία με Datamatrix codes που, όπως περιγράφηκε στο κεφάλαιο 2, σαν δυσδιάστατοι κώδικες μπορούν να κωδικοποιήσουν μεγαλύτερο αριθμό πληροφοριών. Έτσι ζητήθηκε από τους

προμηθευτές των υλικών να αντικαταστήσουν τους γραμμικούς κώδικες με το νέο τύπο κώδικα που θα μπορούσε να διαβαστεί από τα PDA και να περιέχει όλες τις σχετικές πληροφορίες που απαιτούνταν για την ηλεκτρονική ιχνηλασιμότητα.

3.2.1.1. Διαχείριση και αρχειοθέτηση-αποθήκευση δεδομένων.

Σημαντικό στοιχείο στην διαδικασία της χειρόγραφης καταγραφής ήταν και η αρχειοθέτηση των εντύπων που συμπληρώνονταν. Από την περιγραφή της διαδικασίας είναι φανερό ότι υπάρχει μόνο ένα χειρόγραφο αρχείο για κάθε θέση εργασίας και έτσι είναι πολύ σημαντικό να αρχειοθετηθεί σωστά και γρήγορα, με σκοπό να μπορεί να είναι προσβάσιμο ανά πάσα στιγμή σε περίπτωση που χρειαστεί. Έτσι αποφασίστηκε να οριστεί ένας συγκεκριμένος χώρος, όπου στο τέλος κάθε βάρδιας οι ομαδάρχες κάθε γραμμής θα αρχειοθετούσαν τα έντυπα στους κατάλληλους φακέλους. Πριν από αυτό το στάδιο όμως θα έπρεπε να προηγηθεί ένα ακόμη στάδιο διασταύρωσης των στοιχείων που αναφέρονταν στα έντυπα με αυτά που αναγράφονταν στις συσκευασίες των υλικών που είχαν χρησιμοποιηθεί. Το στάδιο αυτό είναι πολύ σημαντικό έτσι ώστε να μπορέσουν να αποφευχθούν λάθη και παραλήψεις που τυχόν υπάρχουν, όμως αποδείχθηκε και πολύ χρονοβόρο καθώς σε πολλές περιπτώσεις μπορούσε σε μια μέρα να είχαν χρησιμοποιηθεί πάνω από 20 διαφορετικά κιβώτια με μπουκάλια, καπάκια ετικέτες ή preform. Συγκεκριμένα, ένα ακόμη πρόβλημα αυτής της διαδικασίας ήταν ότι σε πολλές περιπτώσεις δεν τηρούνταν η διαδικασία FIFO κάνοντας ακόμη πιο δύσκολο τον εντοπισμό ενός συγκεκριμένου Lot υλικού συσκευασίας σε περίπτωση που έπρεπε να εντοπισθεί μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα.

3.2.2. Καταγραφές με scanner

Η συνέχεια της μελέτης ήταν η επανάληψη του πειράματος και των μετρήσεων και αξιολόγησης του χρόνου καταγραφής, κάνοντας χρήση του νέου συστήματος ηλεκτρονικής καταγραφής και ελέγχου μέσω scanner. Η περίπτωση αυτή ήταν αρκετά πιο απλή για τους χειριστές των μηχανημάτων της γραμμής παραγωγής, καθώς εδώ οι χειριστές θα έπρεπε απλά να σκανάρουν τον σωστό κωδικό από τα BOM και να τον «επιβεβαιώσουν» με αυτόν που σκάναραν στα υλικά συσκευασίας. Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση οι χειριστές εκπαιδεύτηκαν στη χρήση των scanner ενώ τονίστηκε ιδιαίτερα το πλεονέκτημα που είχαν οι συσκευές αυτές καθώς δεν τους επέτρεπαν τη συνέχιση της καταγραφής αν δεν είχε σκαναριστεί ο σωστός κωδικός.

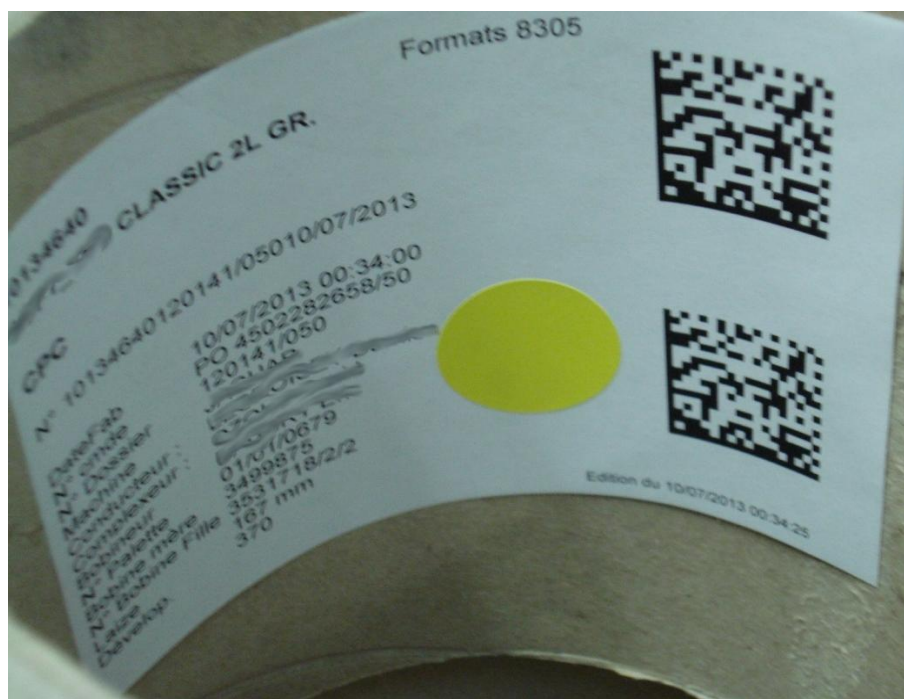
Η νέα αυτή μεθοδολογία καταγραφής με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού συστήματος βοήθησαν και στις διαδικασίες αρχειοθέτησης και καταχώρησης, καθώς πλέον δεν ήταν απαραίτητο να διατηρείται το προαναφερθέν αρχείο με τα χειρόγραφα έντυπα. Η διαδικασία ήταν πιο απλή καθώς στο τέλος κάθε μέρας τα αρχεία με της ηλεκτρονικές καταχωρήσεις αποθηκεύονταν και διατηρούνταν σε ηλεκτρονικά back-up αρχεία. Επιπλέον, το στάδιο της διασταύρωσης των στοιχείων από το χρήστη καταργήθηκε, καθώς όπως προαναφέρθηκε, πριν από τη χρήση ενός υλικού σκανάρωνταν και ο κωδικός του BOM, με αποτέλεσμα ή διασταύρωση των στοιχείων να γίνεται αυτόματα την ίδια στιγμή.

Αξίζει να αναφερθεί επιπλέον, ότι μια από τις αρχικές απαιτήσεις που η εταιρία είχε από το λογισμικό που θα χρησιμοποιούταν, τα PDA καθώς και τον τερματικό υπολογιστή όπου θα αποθηκεύονταν οι καταγεγραμμένες πληροφορίες, ήταν να υπάρχει η δυνατότητα να μετατραπούν εύκολα τα δεδομένα σε αρχείο τύπου Microsoft Excel, ώστε να είναι εύκολα και ανά πάσα στιγμή διαχειρίσιμα από όλους τους

εμπλεκόμενους σε περίπτωση όπου θα παρουσιαζόταν ανάγκη ανάκτησης των δεδομένων, ή σε περίπτωση πιθανής ανάκλησης του προϊόντος.

Στην περίπτωση του τμήματος παραγωγής φιαλών θα έπρεπε να εγκατασταθεί και ο κατάλληλος εξοπλισμός για να μπορούν να τυπώνονται τα κατάλληλα έντυπα τα οποία θα συνοδεύουν τις παλέτες με τις φιάλες ή τα καπάκια στα σιλό τροφοδοσίας προς τις γραμμές συσκευασίας. Έτσι, στο χώρο την παραγωγής φιαλών εγκαταστάθηκε ένας υπολογιστής με το λογισμικό TracePro και ένας εκτυπωτής για να μπορούν να τυπώνονται οι Datamatrix codes και τα υπόλοιπα απαραίτητα στοιχεία που ήταν απαραίτητα να υπάρχουν στα έντυπα που θα συνόδευαν τις παλέτες των πλαστικών υλικών συσκευασίας.

Το λογισμικό αυτό έχει τη δυνατότητα να δημιουργεί Datamatrix κώδικες με τα δεδομένα που εισήγαγαν οι υπάλληλοι του τμήματος πλαστικών και στη συνέχεια να εκτυπώνονται σε έντυπα συγκεκριμένης μορφής που επισυνάπτονταν στις παλέτες.



Εικόνα 3.2.2.1. Ετικέτες σε μορφή ρολού μετά την εφαρμογή των Datamatrix.



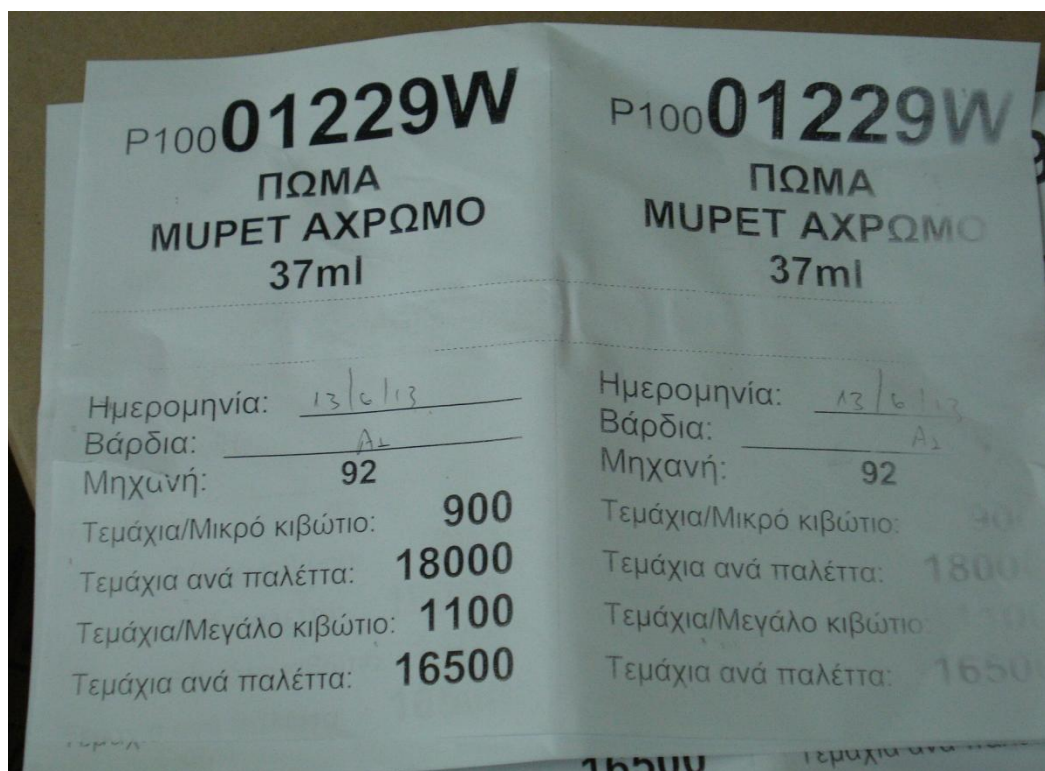
Εικόνα 3.2.2.2. Έντυπα πλαστικών υλικών μετά την εφαρμογή των Datamatrix

Ένα από τα μειονεκτήματα που είχε αυτή η ηλεκτρονική μέθοδος ήταν το μεγάλο αρχικό κόστος για την αγορά, την εγκατάσταση, τη συντήρηση και την εκπαίδευση των χρηστών. Πέρα από αυτό το κόστος όμως έπρεπε να προστεθεί και το τυχόν κόστος που θα είχε αυτή η αλλαγή και η νέα αυτή απαίτηση στους προμηθευτές.

Οι κώδικες Datamatrix ήταν μια επιπλέον πληροφορία που έπρεπε να φέρουν οι συσκευασίες των preform και των ετικετών οπότε και οι προμηθευτές θα έπρεπε να αλλάξουν τον τρόπο απεικόνισης των πληροφοριών από απλά μονοδιάστατα barcode σε δυσδιάστατους Datamatrix. Η αλλαγή αυτή τελικά αποδείχτηκε αρκετά εύκολη καθώς πολύ προμηθευτές υλικών είναι κοινοί για πολλά εργοστάσια της εταιρίας με

αποτέλεσμα να έχουν ήδη εφαρμόσει το νέο τρόπο απεικονίσεις για άλλα εργοστάσια-πελάτες ή για άλλες εταιρίες που είχαν αυτή την απαίτηση κι έτσι ήταν πολύ εύκολο να αντικαταστήσουν και για το ελληνικό εργοστάσιο

Σε αντίθεση η προαναφερθείσα χειρόγραφη μέθοδος είχε μηδαμινό κόστος καθώς τα υλικά που απαιτούνταν, ο εξοπλισμός της δηλαδή, δεν ήταν πάρα απλά χαρτιά τύπου A4, στυλό για να καταγράφουν οι χειριστές τις απαραίτητες πληροφορίες και ένας απλός εκτυπωτής και μελάνι για να τυπώνονται τα έντυπα και τέλος κλασερ αρχειοθέτησης. Όλα τα παραπάνω υλικά είναι πολύ εύκολο μια εταιρία να τα προμηθευτεί και θεωρούνται υλικά ευρείας και καθημερινής χρήσης. Ειδικά για μια μεγάλη εταιρία που καθημερινά διαχειρίζεται και χρησιμοποιεί μεγάλο όγκο χαρτιού και υλικών γραφείου η επιπλέον ποσότητα που θα χρησιμοποιούνταν για τα έντυπα ιχνηλασιμότητας δεν θα αύξανε το κόστος προμήθειας των υλικών αυτών σε βαθμό που να είναι άξιος αναφοράς και σύγκρισης.



Εικόνα 3.2.2.3. Έντυπα παλέτας φιαλών πριν την εφαρμογή ηλεκτρονικού συστήματος.

FINISHED PRODUCT PACKING SPECIFICATION

GR10: ~~XXXXXXXXXX~~ USAGE: Production Engineering Change: ~~XXXXXXXXXX~~

Material: ~~XXXXXXXXXX~~ Alternative: 0

Description: ~~XXXXXXXXXX~~ 1x12x500ML TRIG KLS Material group: FG N/A

Dimension: HP Size: ~~XXXXXXXXXX~~

EAN Codes: Consumer Unit: ~~XXXXXXXXXX~~ Base UOM: ~~XXXXXXXXXX~~
Pallet: ~~XXXXXXXXXX~~ Subunit: ~~XXXXXXXXXX~~

PHYSICAL DESCRIPTIONS:

Dimensions (mm)				Units details:		Weight (kg):	
Cons. Unit	Subunit	BaseUOM	Pallet	Cons. Unit/BaseUOM:	Cons. Unit/Subunit:	Subunit/BaseUOM:	
Depth	XXXX	XXXX	XXXX				Net Cons. Unit: XXXX
Width	XXXX	XXXX	XXXX				Gross Cons. Unit: XXXX
Height	XXXX	XXXX	XXXX				Net BaseUOM: XXXX
							Gross BaseUOM: XXXX


Base unit of measure: CS - Cases Layers/Pallet: ~~XXXX~~ BaseUOM/Pallet: ~~XXXX~~

COMPONENTS: Valid at: 08.10.2012 End date:

Component:	Quantity:	Unit:	Description:	
B0290343M	XXXXXX	KG	XXXXXXXXXX SPRAY	31.12.9999
10097847	XXXXXX	PC	BOTT.SPRAY.PRO.PE.500.CRC	31.12.9999
10119074	XXXXXX	PC	TRIG.MeshFoam2.CRC.RED&WH	31.12.9999
10113358	XXXXXX	PC	FLAB. XXXXXX POWER MOUSE.500	31.12.9999
10113359	XXXXXX	PC	BLAB. XXXXXX POWER MOUSE.500	31.12.9999
10098623	XXXXXX	PC	CASE.CSDC. XXXXXX .POW MOUSE.	31.12.9999

COMMENTS:

FRONT BACK

Reason of change: ~~XXXXXXXXXX~~ ~~XXXXXX~~ 'A1' Previous engineering change: ~~XXXXXXXXXX~~

Old number code: ~~XXXXXXXXXX~~

Created by: ~~XXXXXXXXXX~~ Date: 08.02.2010 Signature for approval: ~~XXXXXXXXXX~~

Modified by: ~~XXXXXXXXXX~~ Date: 01.09.2011

Εικόνα 3.2.2.4. Προδιαγραφές προϊόντος μετά τη χρήση της ηλεκτρονικής ιχνηλασιμότητας

Στην εικόνα 3.2.2.4 παρουσιάζεται η μορφή που έχουν οι προδιαγραφές των τελικών προϊόντων μετά την εισαγωγή του ηλεκτρονικού συστήματος με τα PDA. Στην περίπτωση αυτή οι χειριστές δεν είχαν παρά να σκανάρουν τους DataMatrix των προδιαγραφών και στη συνέχεια να φωτογραφίσουν τους αντίστοιχους κώδικες στα κουτιά των ετικετών, και στη συνέχεια να ελέγξουν στην οθόνη της συσκευής αν τα στοιχεία συμφωνούν. Επιβεβαιώνοντας με τον τρόπο αυτό, μπορούν να συνεχίσουν και να φορτώσουν τις ετικέτες στη μηχανή.

3.3. Προβλήματα

Στην προσπάθεια να εφαρμοστεί ένα σύστημα ιχνηλασιμότητας έπρεπε να αντιμετωπιστούν διάφορες δυσκολίες σε σχέση με τον εξοπλισμό και την πρόθεση των εμπλεκόμενων να βοηθήσουν στην πραγματοποίηση αυτού του σχεδίου. Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα ήταν η άρνηση πολλών να συμπληρώσουν τα έγγραφα, αλλά και η δυσκολία να το πράξουν λόγω των πολύ αυξημένων ρυθμών δουλειάς. Μεγάλο ρόλο, όπως ήταν αναμενόμενο, έπαιξε και «η δύναμη της συνήθειας» διότι ήταν μια νέα διαδικασία και πολλές φορές παρατηρήθηκε το φαινόμενο να υπάρχουν κενά στα έγγραφα, καθώς οι χειριστές ξεχνούσαν να καταγράψουν τα στοιχεία σε κάθε παλέτα ή σε κάθε αλλαγή ετικέτας. Επιπλέον, η διαδικασία του επανελέγχου των εντύπων στο τέλος κάθε μέρας ήταν μια διαδικασία που δημιούργησε αντιδράσεις, καθώς σε πολλές περιπτώσεις ο όγκος των καταγραφών ήταν μεγάλος και απαιτούσε πολύ χρόνο για να ελεγχθούν όλες. Επιπλέον, ο έλεγχος αυτός δεν γινόταν με 100% αξιόπιστο τρόπο καθώς στηρίζονταν και πάλι σε έναν άνθρωπο, κάτι το οποίο σημαίνει ότι και πάλι η πιθανότητα λάθους ή παράλειψης είναι μεγάλη. Όσον αφορά τη χρήση των PDA, στην αρχή ξένισε αρκετούς από τους χειριστές καθώς δεν είχαν συνηθίσει τον τρόπο λειτουργίας τους, κάτι το οποίο σήμαινε πως έπρεπε να συνηθίσουν μια σειρά βημάτων για να γίνει σωστά η καταγραφή.

Στην παρακάτω εικόνα 3.3.1 παρουσιάζεται ένα από τα αρχικά έγγραφα που δόθηκε στους χειριστές με σκοπό να μετρηθεί ο χρόνος που έκαναν να συμπληρώσουν τα έγγραφα και να διαπιστωθεί κατά πόσο ήταν εφικτή και αποδοτική αυτή η διαδικασία. Όπως παρατηρεί κανείς εύκολα κάποιοι από τους χειριστές δεν σημείωναν τα αρχικά ψηφία των κωδικών (τα ψηφία 101) τα οποία είναι ίδια σε όλους τους τύπους κιβωτίων. Επίσης, στα κυκλωμένα σημεία φαίνεται ότι τα γράμματα ή οι αριθμοί δεν είναι αρκετά ευδιάκριτοι με αποτέλεσμα στην περίπτωση που κάποιος θελήσει να εντοπίσει μια

συγκεκριμένη πληροφορία π.χ. τη βάρδια παραγωγής τότε ανατρέχοντας σε αυτά τα χειρόγραφα αρχεία θα ήταν πολύ χρονοβόρο και δύσκολο να εντοπίσει γρήγορα τα δεδομένα που θέλει.

ΣΙΛΟ ΡΙΨΗΣ ΜΠΟΥΚΑΛΙΩΝ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 11-6-13					
ΓΡΑΜΜΗ: ΣΙΔ: 4					
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΠΟΥΚΑΛΙΟΥ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΠΟΥΚΑΛΙΟΥ	ΒΑΡΔΙΑ	ΜΗΧΑΝΗ	ΜΟΝΟΓΡΑΦΗ ΧΕΙΡΙΣΤΗ	ΣΧΟΛΙΑ
10124232	3-6-13	7	84		
10124832	31-5-13	A2	84		
10195409	8-26-13	A2	98		
01637	8-6-13	A1	98		
96735	10-6-13	-	98		
24983	4-6-13	B3	85		

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Η καταγραφή του εγγράφου θα γίνεται στην αρχή κάθε βάρδιας, σε κάθε αλλαγή μεγέθους ή μπουκαλιού και θα γίνεται για κάθε παλέτα.

Εικόνα 3.3.1. Παράδειγμα εντύπου χειρόγραφου τρόπου καταγραφής

Ένα σημείο το οποίο συζητήθηκε πολύ, ήταν τα βήματα με τα οποία θα έπρεπε να γίνει η καταγραφή με το ηλεκτρονικό σύστημα έτσι ώστε να γίνει πιο εύκολη και πιο αποδοτική. Οι πιθανές λύσεις που εξετάστηκαν αναφέρονται παρακάτω.

Μια λύση ήταν οι χειριστές με τη βοήθεια του πληκτρολογίου που διαθέτουν οι συσκευές PDA που θα χρησιμοποιούνταν, να καταγράφουν αρχικά τον εξαψήφιο κωδικό του προϊόντος και να σκανάρουν με συγκεκριμένη σειρά πρώτα τους Datamatrix κώδικες των προδιαγραφών και μετά να σκανάρουν με την ίδια σειρά τους κώδικες από τις συσκευασίες των υλικών. Σε αυτή την περίπτωση όμως θα έπρεπε να

ρυθμίζεται κάθε φορά το scanner σε περίπτωση που, παραδείγματος χάριν, αλλάξει μετά ο Lot number μόνο στις οπίσθιες ετικέτες και όχι στις εμπρόσθιες.

Άλλη εναλλακτική λύση που εξετάστηκε ήταν να σκανάρεται κάθε φορά η προδιαγραφή και μετά ο κώδικας στη συσκευασία των ετικετών. Κάτι τέτοιο, όμως, θα σήμαινε ότι θα έπρεπε ο υπάλληλος κάθε φορά να ανατρέχει στις προδιαγραφές για να σκανάρει πρώτα εκεί τον κωδικό. Ο λόγος που αυτό το πρόβλημα ήταν τόσο δυσεπίλυτο ήταν η μεγάλη ταχύτητα με την οποία κάποιες από τις γραμμές συσκευασίας άλλαζαν το SKU το οποίο παρήγαγαν. Σαν αποτέλεσμα θα ήταν δύσκολο ένας υπάλληλος να πρέπει να κάνει την τεχνική δουλειά, δηλαδή να ρυθμίσει τη μηχανή και να φορτώσει τις ετικέτες του επόμενου κωδικού παραγωγής, αλλά και να κάνει τις απαραίτητες ρυθμίσεις και κινήσεις για να καταγράψει με τα scanner τους κωδικούς κάθε ετικέτας και να τους συγκρίνει με αυτούς των προδιαγραφών.

Ένα άλλης φύσης πρόβλημα που έπρεπε να αντιμετωπιστεί ήταν η ιχνηλασιμότητα χύδην φορτίου. Στο τμήμα παραγωγής πλαστικών έκτος από τις μηχανές που χρησιμοποιούν preform, τα όποια παραλαμβάνονται σε παλέτες με κωδικούς και αριθμούς παρτίδας, υπάρχουν και μηχανές που χρησιμοποιούν pellets. Αυτά παραλαμβάνονται είτε σε σακιά στοιβαγμένα σε παλέτες, όποτε πάλι υπάρχει τρόπος εντοπισμού της παρτίδας του υλικού, είτε σε χύδην φορτίο το οποίο αποθηκεύεται σε σιλό. Στη τελευταία αυτή περίπτωση δεν είναι δυνατόν να ξεχωριστούν οι παρτίδες καθώς μέσα στο σιλό αναμειγνύονται με προηγούμενες. Έτσι, αποφασίστηκε στην περίπτωση που οι μηχανές κάνουν χρήση χύδην υλικού να θεωρείται ότι γίνεται χρήση των τριών τελευταίων παραλαβών pellets. Η απόφαση βασίστηκε και στο γεγονός ότι για παραλαβές χύδην υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή προϊόντων, η εταιρία θεωρεί ότι στην πράξη γίνεται χρήση των τριών τελευταίων παραλαβών. Οι παραλαβές ήταν εύκολο να εντοπισθούν καθώς καταχωρούνταν στο SAP όπου

καταγράφονταν και τα lot των χύδην pellets. Σε αυτή λοιπόν την περίπτωση, οι χειριστές δεν είχαν παρά να συμπληρώσουν την ημέρα παραγωγής στα έντυπα.

Επιπρόσθετα, υπήρχαν περιπτώσεις όπου γινόταν απευθείας τροφοδότηση των γραμμών συσκευασίας από το τμήμα παραγωγής πλαστικών. Τότε η διαδικασία της ιχνηλασιμότητας των μπουκαλιών γινόταν πιο εύκολη καθώς απλά έπρεπε να καταχωρηθεί στο πρόγραμμα η ημέρα και η βάρδια παραγωγής, η οποία ήταν ίδια για το μπουκάλι και το τελικό προϊόν.

Τέλος, μια ακόμη ιδιόμορφη περίπτωση ήταν αυτή των μπουκαλιών μεταξοτυπίας. Αυτού του τύπου τα μπουκάλια παράγονταν αρχικά ως απλά λευκά κυλινδρικά μπουκάλια στο τμήμα παραγωγής πλαστικών. Στη συνέχεια όμως, περνούσαν από μια άλλη μηχανή η οποία τα έβαφε με ειδικά χρώματα με αποτέλεσμα όλες οι πληροφορίες να βρίσκονται τυπωμένες πάνω στο μπουκάλι χωρίς να υπάρχει αυτοκόλλητη ετικέτα. Έτσι, τα μπουκάλια αυτά κατέληγαν να έχουν δύο Lot number, αυτό της παρασκευής του λευκού μπουκαλιού και αυτό μετά την επεξεργασία με τα χρώματα. Για να λυθεί αυτό το πρόβλημα δημιουργήθηκε ένα ακόμη έγγραφο όπου οι υπάλληλοι στις μηχανές μεταξοτυπίας θα συμπλήρωναν τις πληροφορίες για τα λευκά μπουκάλια και για τα χρώματα που χρησιμοποιούσαν. Επίσης, θα έπρεπε να καταγράφουν στα κιβώτια που συγκεντρώνονταν τα έτοιμα χρωματιστά μπουκάλια τη βάρδια και την ημερομηνία παραγωγής. Από την άλλη μεριά, οι χειριστές στα σιλό τροφοδοσίας θα κατέγραφαν την ημερομηνία παραγωγής και τη βάρδια των τελικών χρωματιστών μπουκαλιών. Σε αυτή την κατηγορία μπουκαλιών εντοπίστηκε και ένα ακόμη πρόβλημα που δεν είχε γίνει αντιληπτό νωρίτερα καθώς δεν είχε γίνει ποτέ προσπάθεια ιχνηλάτισης των πλαστικών υλικών. Σε μια αρχική έρευνα που έγινε για τη δημιουργία των χειρόγραφων εγγράφων ανακαλύφθηκε ότι ο προμηθευτής των χρωμάτων μεταξοτυπίας δεν είχε πουθενά εμφανώς γραμμένο στα δοχεία των χρωμάτων το Lot. Σε επικοινωνία

που έγινε μαζί του διαπιστώθηκε ότι ήταν κάτι πολύ εύκολο να προσθέσει με αν επιπλέον αυτοκόλλητο επάνω στη συσκευασία. Η παρατήρηση αυτή δείχνει ότι πολλές φορές κάποιες διαδικασίες ενώ είναι πολύ απλές να υλοποιηθούν δεν γίνονται γιατί κανείς δεν είχε ασχοληθεί και δεν είναι αντιληπτή σε όλους η σημαντικότητα τους. Στη συγκεκριμένη περίπτωση ο προμηθευτής δεν είχε επίγνωση της σημαντικότητας που έχει η χρήση των Lot για τους πελάτες του, τη στιγμή που αυτός ήδη είχε κάποιο σύστημα εντοπισμού των παρτίδων πρώτων υλών που χρησιμοποιούσε για να παράγει το δικό του τελικό προϊόν, τα χρώματα.

3.4. Διατήρηση δεδομένων

Ένα ακόμα ερώτημα που τέθηκε κατά τη διάρκεια της εργασίας αυτής ήταν για πόσο χρονικό διάστημα θα διατηρούταν τα αρχεία, καθώς ειδικά στην περίπτωση που σε κάποια τμήματα αποφασιζόταν να διατηρηθεί το χειρόγραφο σύστημα, θα έπρεπε να βρεθεί κάποιος προστατευμένος-στεγασμένος χώρος που να διατηρείται και να ανανεώνεται αυτό το αρχείο. Η απάντηση σε αυτό το ερώτημα δόθηκε σε συνεργασία με το τεχνικό τμήμα της εταιρίας όπου και εδώ, όπως και στην περίπτωση του χύδην φορτίου, ακολουθήσαμε το χρονοδιάγραμμα που υπάρχει για την διατήρηση των προϊόντων. Έτσι αποφασίστηκε το αρχείο να διατηρείται για 3 χρόνια, όσα και τα χρόνια διατήρησης των προϊόντων.

4. Ανάλυση Στοιχείων

4.1 Αποτελέσματα-Μετρήσεις

Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθενται και συγκρίνονται οι μετρήσεις που έγιναν κατά τη διάρκεια της εργασίας, όπως περιγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται δεδομένα μετρήσεων από τους τρεις σταθμούς της παραγωγής, τα σιλό τροφοδοσίας, το συσκευαστήριο και το τμήμα παραγωγής πλαστικών.

Αρχικά, εξετάζοντας την περίπτωση των σιλό τροφοδοσίας αφενός για μπουκάλια και αφ' ετέρου για καπάκια και trigger, ο χρόνος (σε δευτερόλεπτα) που απαιτούσε η διαδικασία καταγραφής με τον χειρόγραφο και με τον αυτόματο τρόπο, αντίστοιχα, παρουσιάζεται στον πίνακα 4.1.1

Πίνακας 4.1.1. Χρόνοι καταγραφής πληροφοριών στα σιλό τροφοδοσίας.

ΣΙΛΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ					
ΧΕΙΡΟΓΡΑΦΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ			ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ ΜΕ SCANNER		
ΜΠΟΥΚΑΛΙΑ		ΚΑΠΑΚΙΑ-TRIGGER	ΜΠΟΥΚΑΛΙΑ		ΚΑΠΑΚΙΑ-TRIGGER
23,54		14,36	11,01		10,87
48,66		13,08	14,91		10,56
17,88		21,47	12,39		13,45
9,08		16,32	10,11		12,78
22,00		20,27	16,00		11,31
11,35		13,58	11,08		19,65
32,78		15,01	20,89		16,45
23,26		12,49	34,20		30,71
20,92		19,88	12,34		12,53
11,34		14,09	17,99		11,87
24,20		13,96	15,56		13,56
19,10		21,28	10,26		16,12
20,02		14,29	19,56		17,21
18,61		15,89	10,07		11,78
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	21,62	16,14	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	15,46	14,92
ΣΥΝΟΛΟ	18,88		ΣΥΝΟΛΟ	15,19	

Ήδη από την πρώτη περίπτωση γίνεται φανερό ότι τα scanner έχουν μια θετική επίδραση στο χρόνο που δαπανάται για την καταγραφή των στοιχείων της ιχνηλασιμότητας. Στην περίπτωση των σιλό τροφοδοσίας, όπως φαίνεται παραπάνω στον πίνακα 4.1.1. Η διαφορά των δύο μεθόδων είναι 3,69 δευτερόλεπτα. Η ποσότητα χρόνου που κερδίζεται δεν είναι μεγάλη, στην περίπτωση αυτή, αλλά δεν πρέπει να παραβλέπεται το γεγονός ότι με τον ηλεκτρονικό τρόπο αποφεύγονται λάθη και παρερμηνείες που θα μπορούσαν να συμβούν με το χειρόγραφο τρόπο. Μερικά λάθη που παρατηρήθηκαν συχνά ήταν ή ελλιπής καταγραφή καθώς κάποια στοιχεία μπορεί να μην ήταν ευδιάκριτα στα αυτοκόλλητα με τα στοιχεία κάθε παλέτας ή ακόμη και να μην υπήρχαν.

Στη συνέχεια, τα δεδομένα για την περίπτωση του συσκευαστηρίου παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1.2., όπου συγκρίνεται και πάλι ο χρόνος καταγραφής σε δευτερόλεπτα.

Πίνακας 4.1.2. Χρόνοι καταγραφής πληροφοριών στο συσκευαστήριο

	ΧΕΙΡΟΓΡΑΦΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ	ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ ΜΕ SCANNER
ΣΥΣΚΕΥΑΣΤΗΡΙΟ	43,08	30,21
	39,24	32,41
	30,22	28,96
	45,29	40,98
	44,08	45,12
	49,32	32,96
	37,26	37,21
	48,41	50,78
	40,56	39,67
	42,84	41,93
	48,72	55,30
	41,20	37,45
	64,41	39,50
	50,29	65,45
	55,32	40,58
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	45,35	41,23

Από τον πίνακα 4.1.2 παρατηρούμε ότι και στην περίπτωση του συσκευαστηρίου υπάρχει μια μικρή διαφορά στο χρόνο που δαπανούν οι χειριστές για να καταχωρίσουν τα στοιχεία στα έντυπα ή με τη χρήση scanner. Συγκεκριμένα η διαφορά είναι 4,09 δευτερόλεπτα, τιμή λίγο μεγαλύτερη απ' ό τι στην προηγούμενη περίπτωση των σιλό τροφοδοσίας.

Τέλος, στο τμήμα παραγωγής φιαλών, τα χρονικά δεδομένα που καταγράφηκαν παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.1.3. Χρόνοι καταγραφής στο τμήμα πλαστικών

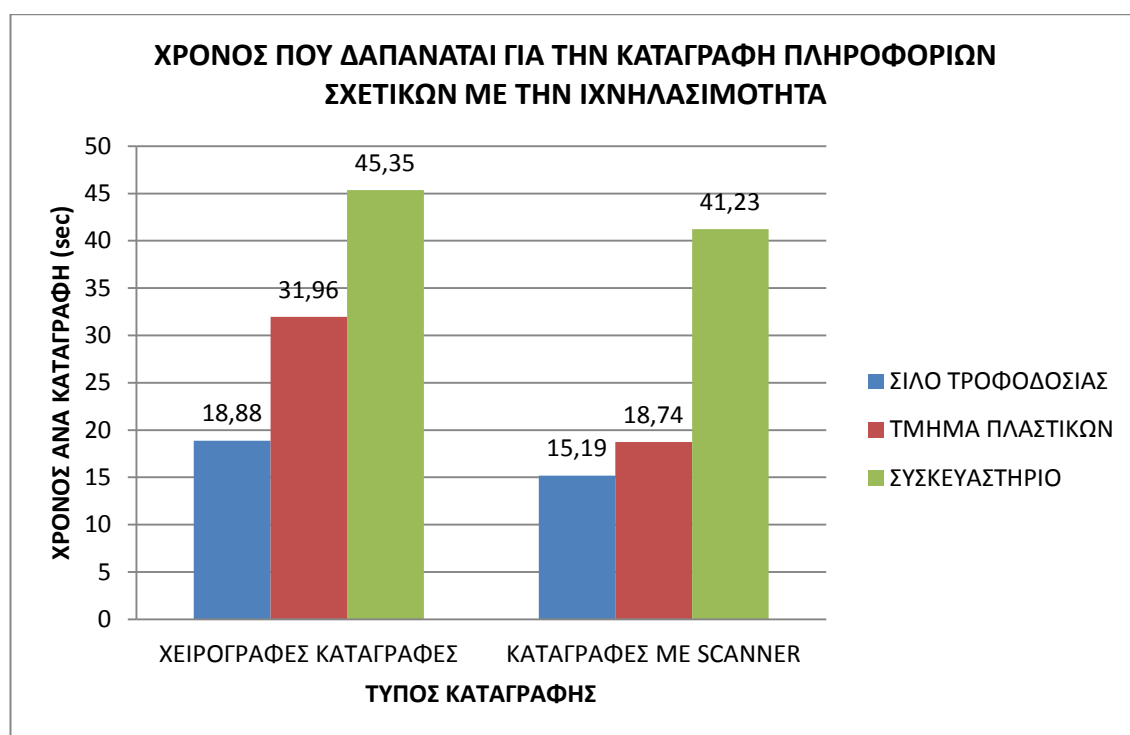
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΙΑΛΩΝ		
	ΧΕΙΡΟΓΡΑΦΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ	ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ SCANNER
PREFORM	30,04	11,34
	27,19	13,53
	37,2	12,61
	26,52	24,56
	33,2	19,37
	48,19	20,85
	33,76	19,93
	29,34	24,12
	26,12	19,56
	28,03	21,48
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	31,96	18,735

Από τον πίνακα 4.1.3 φαίνεται ότι στο τμήμα παραγωγής πλαστικών η χρήση των scanner βελτίωσε αρκετά το χρόνο που δαπανούν οι χειριστές για την καταγραφή των στοιχείων των πρώτων υλών (preform), καθώς σε αυτή την περίπτωση αποφεύγονταν τα διπλά σκαναρίσματα που γίνονται στην περίπτωση του συσκευαστηρίου για να επιβεβαιωθεί ή ορθότητα της ετικέτας που θα χρησιμοποιηθεί σε κάθε προϊόν. Ο χρόνος σχεδόν μειώθηκε στο μισό, ενώ λόγω της μικρότερης πολυπλοκότητάς της, η

διαδικασία έγινε πιο εύκολα κατανοητή και δημιουργήθηκαν λιγότερα προβλήματα κατά την εφαρμογή της.

Στο τμήμα των πλαστικών τελικά αποφασίστηκε να μη χρησιμοποιηθούν scanner στις μηχανές που χρησιμοποιούσαν pellets, καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό της παραγωγής γινόταν από υλικό που είχε παραλάβει η βιομηχανία χύμα και όχι από υλικό που βρισκόταν σε σακιά. Σαν αποτέλεσμα, ήταν απλούστερη διαδικασία να αναγράφεται στο έντυπο η ημερομηνία και τα στοιχεία του χρώματος όταν παράγονταν χρωματιστά πλαστικά υλικά.

Πίνακας 4.1.4. Διάγραμμα απεικόνισης διαφοράς στους χρόνους καταγραφής με τις δύο μεθόδους



Στο παραπάνω διάγραμμα απεικονίζεται ο χρόνος που απαιτείται για την καταγραφή όλως των δεδομένων που θα βοηθούσαν για τη σωστή και πλήρη ιχνηλασιμότητα των υλικών συσκευασίας. Όπως είναι φανερό, το μεγαλύτερο όφελος στον παράγοντα χρόνου τον είχε το τμήμα παραγωγής πλαστικών όπου ο χρόνος σχεδόν μειώθηκε στο

μισό σε σχέση με τις απλές καταγραφές με έντυπα. Ο λόγος για αυτή τη μεγάλη διαφορά ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι οι κωδικοί που είχαν τα perform ήταν πολλών ψηφίων και λόγω του μεγάλου όγκου παραγωγής έπρεπε να γίνονται συχνά καταγραφές από διαφορετικά lot.

Αντίθετα στην περίπτωση των σιλό τροφοδοσίας η διαφορά είναι ελάχιστη καθώς μπορεί να γίνεται χρήση του ίδιου αριθμού παρτίδας υλικού για πολλές συνεχόμενες παλέτες με αποτέλεσμα οι καταγραφές να είναι πιο εύκολες καθώς οι χειριστές δεν είχαν να συμπληρώσουν για κάθε παλέτα που χρησιμοποιούσαν το έντυπο ή σε πολλές περιπτώσεις άλλαζε μόνο μια πληροφορία π.χ. ο αριθμός μηχανής, έτσι η καταγραφή ήταν πολύ γρήγορη και εύκολη. Αντίστοιχα, και στην περίπτωση του συσκευαστηρίου η συνεχόμενη χρήση του ίδιου αριθμού παρτίδας ετικετών έκανε πολλές από τις χειρόγραφες καταγραφές πολύ εύκολες.

5. Συμπεράσματα

Η μελέτη αυτή είναι ένα παράδειγμα για τα πλεονεκτήματα που μπορεί να έχει η χρήση των υπολογιστών και να διευκολύνει την καθημερινή εργασιακή ζωή. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η χρήση του ηλεκτρονικού συστήματος ιχνηλασιμότητας με τα PDA, το ειδικό λογισμικό, τους τερματικούς υπολογιστές και τους εκτυπωτές των κωδικών DataMatrix βοήθησε στην ταχύτερη και κυρίως εγκυρότερη καταγραφή των στοιχείων και των πληροφοριών που θα βοηθούσαν στην ιχνηλασιμότητα των υλικών συσκευασίας.

Αρχικά, όπως είναι εύκολα αντιληπτό, μειώθηκε ο όγκος των εντύπων, καθώς αν ληφθεί υπόψη ότι ένας χρόνος έχει περίπου 260 εργάσιμες ημέρες, τότε μόνο για τις γραμμές συσκευασίας του εργοστασίου θα έπρεπε να αποθηκευτούν 2600 έντυπα ενώ για το τμήμα παραγωγής πλαστικών ο αριθμός των χαρτιών αγγίζει τις 8500. Συνολικά λοιπόν, θα πρέπει σε ένα χρόνο να διαχειριστούν πάνω από 10000 έντυπα. Από τα παραπάνω δεδομένα, εύκολα γίνεται κατανοητό ότι σε μια περίπτωση που πρέπει να γίνει ανάκληση ή ανάκτηση μιας παρτίδας προϊόντων για οποιοδήποτε λόγο, και παρουσιαστεί η ανάγκη να ανατρέξει κάποιος στο αρχείο αυτό, δεν θα είναι καθόλου εύκολο. Επιπλέον, θα είναι πολύ χρονοβόρα διαδικασία να εντοπιστεί πότε έγινε χρήση μιας συγκεκριμένης παρτίδας υλικού και σε πόσες διαφορετικές μέρες ή μηχανές παραγωγής. Επίσης, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η διαδικασία FIFO είναι πολύ δύσκολο να ακολουθηθεί πιστά με αποτέλεσμα να πρέπει να γίνει ανασκόπηση σε μεγαλύτερο όγκο δεδομένων και εντύπων μέχρι να εντοπισθούν όλα τα υλικά μιας συγκεκριμένης παρτίδας. Αντίθετα, με τη διατήρηση των ηλεκτρονικών αρχείων ήταν πολύ εύκολο μέσα σε λίγα λεπτά να εντοπιστεί το Lot number που μας ενδιέφερε κι έτσι να εξοικονομηθεί πολύτιμος χρόνος και να γίνει πιο γρήγορα η ανάκτηση του προϊόντος που μας ενδιέφερε, πριν ακόμα διατεθεί στην αγορά. Επιπλέον, σημαντική

ήταν η συνεισφορά του ηλεκτρονικού συστήματος στην ορθότητα των καταγραφών. Τυπογραφικά λάθη, μη ευανάγνωστες πληροφορίες και λάθος καταχωρήσεις εξαλείφθηκαν, καθώς με τη χρήση των PDA οι χειριστές δεν χρειαζόταν να καταγράφουν τίποτε χειρόγραφα παρά μόνο να χειρίζονται τις συσκευές που φωτογράφιζαν τους κώδικες.

Η χρήση των PDA όμως ήταν μια πρόκληση, καθώς άλλαξε πολύ τη ροή της καθημερινής δουλειάς των χειριστών προσθέτοντας μια επιπλέον επαναλαμβανόμενη διαδικασία. Εύκολα μπορεί να καταλάβει κανείς ότι μια τέτοια αλλαγή έφερε πολλές αντιδράσεις και δυσκολίες. Η λειτουργία των ηλεκτρονικών συσκευών θα έπρεπε να πραγματοποιείται από ανθρώπους διαφόρων ηλικιών, πολλοί από τους οποίους δεν είχαν και καμία προηγούμενη τριβή με τέτοιου είδους ηλεκτρονικά συστήματα, και ακόμα περισσότερο οθόνες αφής, κάτι που δημιούργησε πολλά προβλήματα κατά τη φάση της εκπαίδευσης και της αρχικά πιλοτικής λειτουργίας του ηλεκτρονικού συστήματος. Οι εκπαιδευτές χρειάστηκε να επαναλάβουν πολλές φορές τη διαδικασία που έπρεπε να ακολουθηθεί και τα βήματα που έπρεπε να εκτελεστούν καθώς και τη σειρά τους, ειδικά όταν έπρεπε να αλλάξει ο κωδικός για να παραχθεί ένα άλλο προϊόν, οπότε και έπρεπε να σκαναριστεί εκ νέου και ο κωδικός του κάθε υλικού που υπήρχε στις προδιαγραφές των τελικών προϊόντων.

Συμπερασματικά, μπορεί με βεβαιότητα να θεωρηθεί ότι η χρήση του ηλεκτρονικού συστήματος βοήθησε στην ιχνηλασιμότητα των υλικών συσκευασίας, δίνοντας τη δυνατότητα να γίνει γρήγορα και με ακρίβεια ο εντοπισμός των υλικών αυτών καθώς και οι παρτίδες που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε ημέρα και βάρδια παραγωγής του εργοστασίου.

6. Βιβλιογραφία

Anonymous, 2006. Fundamentals of the PDF417 symbology. Technical note, OPAL Associates AG, Motorenstrasse 116, CH-8620, Weitzikon, Switzerland, <http://www.barcode-fonts.de/microscan/PDF417.pdf>

APICS. 1998. APICS dictionary. In J. F. Cox III, & J. H. Blackstone Jr. (Eds.), The educational society for resource management (9th ed.). USA.

Ayalew G., McCarthy U., McDonnell K., Butler F., McNulty P. B., Ward S. M. 2006. Electronic Tracking And Tracing In Food And Feed. *LogForum* 2,2,2

Bertand J., Wortmann J., Wijngaard J. 1990. Production Control: A Structural and Design Oriented Approach, Elsevier

Botta-Genoulaz V., Millet P.-A. 2005. A classification for better use of ERP systems, *Computers in Industry*, 56 page 573–587

Browe, C. and Wang. C. L. 2007. Web-enabled product ID systems as a tool in pharmaceutical marketing. *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing* 1(3) page 226-233

BS ISO/IEC, 2006. Information Technology–Automatic Identification and Data Capture Techniques–Data Matrix Bar Code Symbology Specification, *BS ISO/IEC 16022:2006*, *International Organization for Standardization*.

Chen C., Kot A., Yang H. 2013. A two-stage quality measure for mobile phone captured 2D barcode images. *Pattern Recognition*, article in press.

Chen C., Marziliano P., Kot A.C. 2012. 2D finite rate of innovation reconstruction method for step edge and polygon signals in the presence of noise. *IEEE Transactions on Signal Processing* 60 (6) page 2851–2859.

Engelseth P. 2009. Food product traceability and supply network integration. *Journal of Business & Industrial Marketing* 24/5/6 page 421–430

European Union, 2008 Annual Report on Rapid Alert System for Food and Feeds, 2009, http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/report2008_en.pdf και

European Union, 2008 Annual Report on Rapid Alert System for Non-Food Consumer Products, 2009,

http://ec.europa.eu/consumers/safety/rapex/docs/rapex_annualreport2009_en.pdf

European Standard (1995) [EN ISO 8402:1995, Point 3.16], European Committee for Standardization (CEN)

Finkenzeller, K.. 2003. RFID Handbook, 2nd Edition. John Wiley & Sons Ltd. The Atrium, Southern Gate, Chichester.

FSA 2002, “Traceability in the food chain – a preliminary study”, March, available at: [www. food.gov.uk](http://www.food.gov.uk)

Grover, A., Braeckel, P., Lindgren, K., Berghel, H., Cobb, D. 2010. Parameters Effecting 2D Barcode Scanning Reliability. *Advances In Computers* 80 page 209-235

Intermec, 2012. *CN50 Mobile Computer for Windows Embedded Handheld 6.5 User Manual* page 43. Everett, U.S.A.

Jalaly I. & Rodertson I. 2005. Capacitively-tuned split microstrip resonators for rfid barcodes. In: Proc. IEEE 2005 Eur. Microwave Conf., 4-6 October 2005. Vol 2 IEEE page 1161-1164.

Jansen-Vullers, M.H., van Dorp, M.H., Beulens A.J.M. 2003. Managing traceability information in manufacture. *International Journal of Information Management* 23 page 395–413.

Kato H., Tan K.T. 2007. Pervasive 2d barcodes for camera phone applications. *IEEE Pervasive Computing* 6 (4) page 76–85

Kellogg, Peanut Butter Recall, <http://www2.kelloggs.com/PeanutButterRecall/>

Kim, H.M., Fox, M.S. and Gruninger, M. 1995. Ontology of Quality for Enterprise Modelling' In Proceedings of WET-ICE, Los Alamitos, CA, USA, page 105-116, IEEE

Moe T. 1998. Perspectives on traceability in food manufacture. *Trends in Food Science & Technology* 9, page 211-214

Naciri S., Cheikhrouhou N., Pouly M., Binggeli J.-C., Glardon R., ERP data sharing framework using the Generic Product Model (GPM). 2011. *Expert Systems with Applications*, 38 page 1203–1212

News.com.au, Virgin Passengers Ate Wraps Feared to Contain Listeria, <http://www.news.com.au/couriermail/story/0,27574,25890579-3102,00.htm>

Ohbuchi E., Hanaizumi H., Hock L. A., 2004. Barcode Readers using the Camera Device in Mobile Phones. *Proceedings of the 2004 International Conference on Cyberworlds*

Pavlidis, T., 2000. A new paper/computer interface: two dimensional symbologies. In:Proc. *IEEE 15th Int. Conf. Pat. Rec.*, 3-7 September 2000, pp 145-151.

Pavlidis, T., Swart J., Wang, Y., 1990. Fundamentals of bar code information theory. *Computer* 23 (4), page 74-86

Petroff, J. N., & Hill, A. V. H., 1991. A framework for the design of lot-tracing systems for the 1990s. *Production and Inventory Management Journal*, 32(2) page 55–61.

Richey G. R., Chen H., Genchev S.E., Daugherty P. J., 2005. Developing effective reverse logistics programs. *Industrial Marketing Management* 34 page 830– 840

Schwagele F., 2005. Traceability from a European perspective. *Meat Science* 71 page 164-173

Sizing Applications for 2D Barcode Symbols, 2007.

http://www.intermec.com/learning/content_library/white_papers/index.aspx

Soon T. J., 2008. There are several types of 2D codes in use by the industry, one of which is QR Code. This article provides an overview of QR Code, the standardization activities on this technology and its application in the various sectors. *Synthesis Journal*, section three.

Spathis C., Constantinides S., 2003. The Usefulness of ERP Systems for Effective Management. *Industrial Management & Data Systems* 103/9 page 677-685

Sugimori Y., Kusunoki K., Cho F., Uchikawa S., 1977. Toyota production system and Kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system, *International Journal of Production Research* 15:6 page 553-564

Tatsiopoulou I.P., 1996. On the unification of bills of materials and routings. *Computers in Industry* Volume 31, Issue 3, pages 293-304, ISSN 0166-3615,

Weigand, A., 1997. Tracking and Tracing in Agri and Food (Dutch title), *Kluwer BedrijfsInformatie*, Deventer.

<http://www.morovia.com/education/symbology/upc-a.asp>

Van Twillert, J., 1999. Tracking and Tracing in Semi-process Industries, Development of a Generalised Concept for Baan Series, Wageningen Agricultural University (WAU), Wageningen.

Van Drop, K. J., 2002. Tracking and tracing: a structure for development and contemporary practices. *Logistics Information Management*, 15(1) page 24-33

Wynn, M.T., Ouyang C., ter Hofstede, A.H.M., Fidge C.J., 2011. Data and process requirements for product recall coordination. *Computers in Industry* 62 page 776–78

ΣΙΛΟ ΡΙΨΗΣ TRIGGER

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:				
ΜΗΧΑΝΗ:				
ΚΩΔΙΚΟΣ TRIGGER	LOT TRIGGER	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ TRIGGER	ΜΟΝΟΓΡΑΦΗ ΧΕΙΡΙΣΤΗ	ΣΧΟΛΙΑ

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Η καταγραφή του εγγράφου θα γίνεται στην αρχή κάθε βάρδιας, θα συνεχίζεται ανά παλέτα ενώ θα καταγράφεται και κάθε αλλαγή στον κωδικό του trigger.

ΣΥΣΚΕΥΑΣΤΗΡΙΟ

ΗΜ/ΝΙΑ :											
ΓΡΑΜΜΗ:											
ΠΡΟΪΟΝ	ΕΜΠΡΟΣΘΙΑ ΕΤΙΚΕΤΑ			ΟΠΙΣΘΙΑ ΕΤΙΚΕΤΑ			STICKER			ΜΟΝΟΓΡΑΦΗ ΧΕΙΡΙΣΤΗ	ΣΧΟΛΙΑ
SKU	ΚΩΔΙΚΟΣ/ ITEM ID	BATCH NUMBER	ΩΡΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ/ ITEM ID	BATCH NUMBER	ΩΡΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ/ ITEM ID	BATCH NUMBER	ΩΡΑ		

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Η καταγραφή του εγγράφου θα γίνεται στην αρχή κάθε βάρδιας, σε κάθε αλλαγή παραγόμενου κωδικού προϊόντος και κάθε φορά που ένα ρολό ή ένα κουτί ετικετών δεν έχει τα ίδια στοιχεία με το προηγούμενο.

ΜΠΟΥΚΑΛΑΔΙΚΟ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:							
ΜΗΧΑΝΗ:							
ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΣ ΚΩΔΙΚΟΣ ΦΙΑΛΗΣ	ΒΑΡΔΙΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΠΛΑΣΤΙΚΟΥ	ΒΑΤCH ΠΛΑΣΤΙΚΟΥ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΧΡΩΜΑΤΟΣ	ΒΑΤCH ΧΡΩΜΑΤΟΣ	ΜΟΝΟΓΡΑΦΗ ΧΕΙΡΙΣΤΗ	ΣΧΟΛΙΑ

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Το έγγραφο θα συμπληρώνεται στην αρχή κάθε βάρδιας και κάθε φορά που αλλάζει ο παραγόμενος κωδικός ή το batch στο χρώμα. Επίσης σε περίπτωση που χρησιμοποιούνται σακιά με πλαστικό τότε καταγράφεται και το batch του πλαστικού.

ΜΠΟΥΚΑΛΑΔΙΚΟ PREFORM

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:							
ΜΗΧΑΝΗ:							
ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΣ ΚΩΔΙΚΟΣ ΦΙΑΛΗΣ	ΒΑΡΔΙΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ PREFORM/ MATERIAL NUMBER	BATCH PREFORM	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ PREFORM	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΛΕΤΑΣ PREFORM	ΜΟΝΟΓΡΑΦΗ ΧΕΙΡΙΣΤΗ	ΣΧΟΛΙΑ

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Η συμπλήρωση του εγγράφου θα γίνεται για κάθε παλέτα που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί.

ΣΙΛΟ ΡΙΨΗΣ ΠΩΜΑΤΩΝ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:					
ΓΡΑΜΜΗ:					
ΚΩΔΙΚΟΣ ΠΩΜΑΤΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΩΜΑΤΟΣ	ΒΑΡΔΙΑ	ΜΗΧΑΝΗ	ΜΟΝΟΓΡΑΦΗ ΧΕΙΡΙΣΤΗ	ΣΧΟΛΙΑ

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Η καταγραφή του εγγράφου θα γίνεται στην αρχή κάθε βάρδιας και θα συνεχίζεται ανά παλέτα ενώ θα καταγράφεται και κάθε αλλαγή κωδικού πώματος.

ΣΙΛΟ ΡΙΨΗΣ ΜΠΟΥΚΑΛΙΩΝ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:					
ΓΡΑΜΜΗ:					
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΠΟΥΚΑΛΙΟΥ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΠΟΥΚΑΛΙΟΥ	ΒΑΡΔΙΑ	ΜΗΧΑΝΗ	ΜΟΝΟΓΡΑΦΗ ΧΕΙΡΙΣΤΗ	ΣΧΟΛΙΑ

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Η καταγραφή του εγγράφου θα γίνεται στην αρχή κάθε βάρδιας, σε κάθε αλλαγή μεγέθους ή μπουκαλιού και θα γίνεται για κάθε παλέτα.