



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
«**ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ**»

**Μεταπτυχιακή Διατριβή**

Τίτλος Διατριβής	<b>Διασύνδεση της ψηφιακής πληροφορίας με το φυσικό προϊόν στην εφοδιαστική αλυσίδα – Γραμμωτοί κώδικες.</b> <b>Interconnection of digital information with the physical product in the supply chain - Barcodes.</b>
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	<b>Ιωάννης Μπαρμπούνης</b>
Πατρώνυμο	<b>Εμμανουήλ</b>
Αριθμός Μητρώου	<b>TML 2020</b>
Επιβλέποντες	<b>Δρ. Γεώργιος Δημητρακόπουλος</b> <b>Δημήτριος Καραλέκας, Καθηγητής</b>

Ημερομηνία Παράδοσης: **Ιούνιος, 2022**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ & ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑ.....	9
2.1 ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ .....	9
2.2 ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑ.....	14
2.3 ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ .....	16
2.4 ΕΙΔΗ ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ .....	17
2.5 ΤΥΠΟΙ ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΚΤΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (ΑΑΚΔ) .....	19
3.1 ΑΑΚΔ – ΥΠΟΒΑΘΡΟ .....	19
3.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΑΚΔ .....	22
3.3 ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ - ΑΑΚΔ .....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΓΡΑΜΜΩΤΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ .....	28
4.1 Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΓΡΑΜΜΩΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ .....	28
4.2 ΣΥΜΒΟΛΟΓΙΑ.....	30
4.3 ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΓΡΑΜΜΩΤΩΝ ΚΩΔΙΚΩΝ .....	34
4.4 ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΓΡΑΜΜΩΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ.....	38
4.5 ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΡΑΜΜΩΤΩΝ ΚΩΔΙΚΩΝ .....	43
4.5.1 ΕΠΙΚΥΡΩΣΗ ΓΡΑΜΜΩΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ .....	43
4.5.2 ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΓΡΑΜΜΩΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ .....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΤΥΠΟΙ ΓΡΑΜΜΩΤΩΝ ΚΩΔΙΚΩΝ .....	48
5.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ .....	48
5.2 ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΩΤΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ (1D BARCODE) .....	49
5.2.1 UPC-A .....	50
5.2.2 UPC-E.....	50
5.2.3 EAN 13.....	51
5.2.4 EAN 8.....	52
5.2.5 CODE 39.....	53
5.2.6 EXTENDED CODE 39.....	54

5.2.7	CODE 93.....	54
5.2.8	CODE 128.....	55
5.2.9	GS1-128.....	56
5.2.10	ITF.....	57
5.3	ΓΡΑΜΜΩΤΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ MATRIX.....	58
5.3.1	AZTEC CODE.....	58
5.3.2	MAXICODE.....	59
5.3.3	ΚΩΔΙΚΑΣ QR - QR CODE.....	59
	5.3.3.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	63
	5.3.3.2 ΧΡΗΣΕΙΣ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.....	64
	5.3.3.3 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΚΩΔΙΚΩΝ QR.....	70
5.3.4	DATA MATRIX.....	72
5.4	ΕΠΑΛΛΗΛΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΩΤΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ.....	76
5.4.1	GS1 DATABAR EXPANDED STACKED.....	76
5.4.2	PDF417.....	78
5.5	ΤΑΧΥΔΡΟΜΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΩΤΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ.....	79
5.5.1	POSTNET.....	80
5.5.2	IMB.....	80
5.6	ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΤΥΠΟΥ ΓΡΑΜΜΩΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ.....	80
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΓΡΑΜΜΩΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ.....</b>		<b>82</b>
6.1	ΤΟΜΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	82
6.1.1	ΚΛΑΔΟΣ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ.....	83
6.2	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΝΤΟΠΙΣΤΗΚΑΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ.....	88
6.2.1	ΠΡΟΣΙΤΟΤΗΤΑ.....	89
6.2.2	ΕΥΧΡΗΣΤΙΑ.....	89
6.2.3	ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ.....	90
6.2.4	ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ.....	90
6.2.5	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΣΑΡΩΣΗΣ.....	91
6.2.6	ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	92
6.2.7	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ.....	93
6.2.8	ΚΑΘΙΕΡΩΜΕΝΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ.....	94
6.2.9	ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΣΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ.....	95

6.2.10	ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΝΑΚΛΗΣΗΣ .....	96
6.2.11	ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΠΑΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ .....	97
6.2.12	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑ.....	97
6.2.13	ΕΓΚΑΙΡΗ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΚΑΙ ΜΕΙΩΣΗ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ.....	98
6.2.14	ΟΦΕΛΗ ΛΟΓΩ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	99
6.2.15	ΩΡΙΜΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕ ΜΕΓΑΛΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΒΑΣΗ.....	100
6.2.16	ΕΡΓΑΣΙΑΚΑ ΘΕΜΑΤΑ.....	100
6.3	ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΓΡΑΜΜΩΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ ΣΕ ΕΤΑΙΡΙΑ .....	101
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 - ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΩΤΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ.....</b>		<b>111</b>
7.1	ΓΡΑΜΜΩΤΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ ΠΟΛΛΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ .....	111
7.2	ΓΡΑΜΜΩΤΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ .....	113
7.3	ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ .....	115
7.3.1	ΕΞΥΠΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ .....	116
7.3.2	ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΓΡΑΜΜΩΤΩΝ ΚΩΔΙΚΩΝ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΣΜΗΕΑ.....	118
7.4	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΗΣ ΕΓΓΡΑΦΗΣ .....	119
7.4.1	IBM FOOD TRUST .....	120
7.4.2	ΣΥΣΤΗΜΑ ΙΧΝΗΛΑΤΗΣΗΣ ΤΗΣ DENSO.....	122
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 – ΕΠΙΛΟΓΟΣ &amp; ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>		<b>124</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....</b>		<b>133</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>		<b>144</b>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα περισσότερα φυσικά προϊόντα στην εποχή μας συνοδεύονται από πληθώρα πληροφοριών που παράγονται από τη στιγμή της παραγγελίας τους μέχρι την παράδοσή τους στον τελικό καταναλωτή και μεταξύ άλλων μπορεί να αφορούν: τις πρώτες ύλες που τα συνθέτουν, τη διαδικασία και τις συνθήκες παραγωγής τους, τα ποιοτικά και ποσοτικά τους χαρακτηριστικά, τη διαδικασία διανομής τους και τις συνθήκες μεταφοράς τους, την παραλαβή τους από τον τελικό καταναλωτή. Πολλές από αυτές τις πληροφορίες είτε χάνονται στο σημείο παραγωγής τους, είτε δεν εμπεριέχονται στο προϊόν αλλά βρίσκονται διάσπαρτες ψηφιοποιημένες σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές, σε πληροφοριακά συστήματα, στο διαδίκτυο και όχι μόνον. Η σωστή καταγραφή και χρήση τους μπορεί να προσφέρει τα μέγιστα στην εφοδιαστική αλυσίδα, βελτιώνοντας την ποιότητα των προσφερόμενων προϊόντων και υπηρεσιών, επιταχύνοντας τις σχετικές διαδικασίες και λειτουργίες, μειώνοντας επιμέρους και συνολικά κόστη.

Βασική προϋπόθεση για να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί ο πλούτος της ψηφιακής πληροφορίας, από τους εμπλεκόμενους είναι η κατάλληλη καταγραφή της και η μοναδική διασύνδεσή της με το προϊόν αναφοράς. Αυτή η διασύνδεση αποτελεί το συνδετικό κρίκο της σχετικής ψηφιακής πληροφορίας με το φυσικό αντικείμενο και την καθιστά πολύτιμο συστατικό του προϊόντος. Η ανάγκη της διασύνδεσης έχει γίνει κατανοητή σε μεγάλο βαθμό από τους συμμετέχοντες στην εφοδιαστική αλυσίδα για αυτό έχουν αναπτυχθεί ειδικά τα τελευταία χρόνια: τεχνικές, τεχνολογίες, συσκευές, συστήματα και πρότυπα που χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα στο συγκεκριμένο χώρο. Η πλέον γνωστή, εφαρμοσμένη και διαδεδομένη τεχνική και μεθοδολογία είναι αυτή του γραμμωτού κώδικα (barcode).

Στη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διατριβή εξετάζονται οι σύγχρονες ανάγκες της εφοδιαστικής αλυσίδας και ειδικά ο τομέας της ιχνηλασιμότητας. Δίνεται το στίγμα του ευρύτερου χώρου της αυτόματης αναγνώρισης και κτήσης δεδομένων στην εποχή μας. Εξετάζεται η τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα και αναλύονται οι διάφορες κατηγορίες και τύποι γραμμωτού κώδικα, όπως οι γραμμικοί γραμμωτοί κώδικες (linear barcodes) και οι δισδιάστατοι γραμμωτοί κώδικες (2D barcodes) με τον ευρέως γνωστό κώδικα ταχείας απόκρισης (QR Code). Αναφέρονται τα βασικά χαρακτηριστικά και χρήσεις της τεχνολογίας γραμμωτού κώδικα στην εφοδιαστική αλυσίδα καθώς και τα κύρια βήματα υλοποίησής της σε μια εταιρία. Τέλος καταγράφονται οι εξελίξεις της τεχνολογίας γραμμωτού κώδικα καθώς και η συνέργειά της με άλλες σύγχρονες τεχνολογίες. Μέσα από τη συγκεκριμένη μελέτη εμφανίζονται τα θετικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας του γραμμωτού κώδικα που σε συνδυασμό με τις σημαντικές εξελίξεις κυρίως στο χώρο της πληροφορικής την καθιστούν βιώσιμη, διαχρονική και ιδιαίτερα χρήσιμη για την εφοδιαστική αλυσίδα στα πλαίσια της 4<sup>ης</sup> βιομηχανικής επανάστασης αλλά και της επερχόμενης 5<sup>ης</sup> βιομηχανικής επανάστασης.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι επιχειρήσεις τις τελευταίες δεκαετίες βιώνουν σημαντικές αλλαγές και εξελίξεις στον τρόπο παραγωγής και διανομής αγαθών. Το κύμα των αλλαγών ξεκινάει κατά βάση με την τρίτη βιομηχανική επανάσταση ή ψηφιακή επανάσταση που εμφανίζεται στο δεύτερο μισό του 20<sup>ου</sup> αιώνα. Κατ' αυτή γίνεται το πέρασμα από τις μηχανικές και αναλογικές ηλεκτρονικές τεχνολογίες στις ψηφιακές τεχνολογίες. Όμως αυτές εδραιώνονται με την έλευση της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης ή βιομηχανία 4.0 στις αρχές του 21<sup>ου</sup> αιώνα και αφορά την τρέχουσα τάση της αυτοματοποίησης και της ανταλλαγής δεδομένων στους τομείς παραγωγής και διακίνησης. Περιλαμβάνει τεχνολογίες και επιτεύγματα όπως τα κυβερνο-φυσικά συστήματα, το διαδίκτυο των πραγμάτων, το υπολογιστικό νέφος και την γνωσιακή υπολογιστική.

Θεμέλιος λίθος των δύο επαναστάσεων που έχουν μεταβάλει εκ βάθρων το παγκόσμιο γίνεσθαι είναι η ψηφιακή πληροφορία. Για να γίνει κατανοητή η επίδραση και συνέργεια του αναπτυσσόμενου ψηφιακού κόσμου με τον φυσικό κόσμο των προϊόντων, αναφέρεται ως παράδειγμα η παραγωγή και διανομή ενός συνηθισμένου προϊόντος, του παπουτσιού, σε διαχρονική βάση.

Κατ' αρχήν πρέπει να αναγνωρίσουμε ότι κάθε προϊόν μπορεί να θεωρηθεί ως ένας συνδυασμός τριών στοιχείων: ύλη, ενέργεια και πληροφορία. Το παπούτσι, για παράδειγμα, αποτελείται από μια σειρά υλικών, όπως δέρμα, καουτσούκ, μέταλλο και ύφασμα. Τα υλικά σε ένα παπούτσι παίρνουν συγκεκριμένες μορφές που υπαγορεύονται από τις επιλογές του σχεδιαστή προϊόντων. Οι επιλογές αντιπροσωπεύουν πληροφορίες που κωδικοποιούνται στα σχέδια ενός προϊόντος, δηλαδή πληροφορίες που προσδιορίζουν τη φόρμα στα υλικά του προϊόντος. Η διαδικασία σχηματισμού υλικών, όπως η διαμόρφωση ακατέργαστου καουτσούκ σε σόλα παπουτσιών, απαιτεί ενέργεια. Κάθε μετασχηματισμός υλικών είναι η εφαρμογή ενέργειας καθοδηγούμενης από πληροφορίες. Πληροφορίες που μπορούν να ξεκινούν από τη φάση της παραγγελίας, αν για παράδειγμα το παπούτσι γίνεται κατά παραγγελία. Το αποτέλεσμα στο τέλος της διαδικασίας είναι ένα φυσικό τεχνούργημα που μπορεί να προσφέρει αξία στον πελάτη όχι μόνον αν κατασκευάστηκε σωστά αλλά και αν μεταφέρθηκε και παραδόθηκε σωστά.

Τα παλιά χρόνια ένα σωστό, ποιοτικό ζευγάρι παπούτσια ήταν ένα μικρό έργο τέχνης από τον υποδηματοποιό της περιοχής με ιδιαίτερα υψηλό κόστος κατασκευής. Δεν είναι τυχαίο ότι παραμύθια που μας έρχονται από το παρελθόν, λόγω των δυσκολιών κατασκευής και του εμπλεκόμενου κόστους, αναφέρονται συχνά σε μαγικά γοβάκια και παπούτσια με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά.

Στην εποχή μας τα πράγματα έχουν αλλάξει, ειδικά για τους νέους ανθρώπους. Ένα καλό ζευγάρι παπούτσια είναι θέμα σωστής παραγγελίας στο διαδίκτυο σε κάποιο από τα πολλά ηλεκτρονικά καταστήματα, το κόστος είναι λογικό και ταυτίζεται με τις πληροφορίες που καταχωρούνται κατά την παραγγελία. Μπορεί να κατασκευαστεί σχεδόν οπουδήποτε στον κόσμο και ο πελάτης σε αρκετές περιπτώσεις είναι σε θέση να ιχνηλατήσει τη διαδρομή του, δηλαδή να γνωρίζει τα βήματα στην εφοδιαστική αλυσίδα που ακολούθησε το προϊόν μέχρι να του παραδοθεί.

Κύρια προϋπόθεση για τη σωστή και αποδοτική λειτουργία της ροής: ηλεκτρονική παραγγελία, εκτέλεση και παράδοσή των παπουτσιών, είναι η ύπαρξη μιας βέλτιστης εφοδιαστικής αλυσίδας βασισμένης στην ψηφιοποίηση των απαιτούμενων πληροφοριών και δεδομένων κατάλληλα διασυνδεδεμένων με το εκάστοτε προϊόν αναφοράς, στη συγκεκριμένη περίπτωση το ζευγάρι παπούτσια του πελάτη. Η παραπάνω διασύνδεση στην ψηφιοποιημένη εφοδιαστική αλυσίδα βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στις τεχνολογίες Αυτόματης Αναγνώρισης και Κτήσης Δεδομένων – ΑΑΚΔ (AIDC ή Auto-ID). Πρόκειται για οικογένεια τεχνολογιών που αυτοματοποιημένα αναγνωρίζουν, επαληθεύουν, καταγράφουν, επικοινωνούν και αποθηκεύουν δεδομένα για τα προϊόντα και τη διακίνησή τους στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής εξετάζονται οι τάσεις και οι προκλήσεις της υπό ψηφιοποίηση εφοδιαστικής αλυσίδας, η σημασία και η αξία της ιχνηλασιμότητας των δεδομένων και η παρακολούθηση του ψηφιακού ίχνους των προϊόντων στο χώρο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αναπτύσσεται η έννοια, η εφαρμογή και η χρήση της Αυτόματης Αναγνώρισης και Κτήσης Δεδομένων καθώς και επικεντρώνεται στην ΑΑΚΔ τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα λόγω της ευρείας χρήσης της στο χώρο της εφοδιαστικής. Υπάρχει ποικιλία μεθόδων, τεχνικών, προτύπων, συστημάτων και συσκευών που εμπεριέχονται στη συγκεκριμένη τεχνολογία με πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα τα οποία καταγράφονται και

εξετάζονται. Αναλύονται τα βασικά σημεία της και αναδεικνύονται χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματά της στο σημερινό γίνεσθαι που αιτιολογούν την επιβίωσή της αλλά και την επέκτασή της στην εφοδιαστική αλυσίδα. Τέλος καταγράφονται οι εξελίξεις και προοπτικές της τεχνολογίας γραμμωτού κώδικα καθώς και η συνέργειά της με άλλες σύγχρονες τεχνολογίες.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ & ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑ

#### 2.1 Τάσεις και προκλήσεις της εφοδιαστικής αλυσίδας

Ο όρος «εφοδιαστική αλυσίδα» αναφέρεται στη σειρά επιχειρησιακών οντοτήτων και δραστηριοτήτων που συμμετέχουν στη μεταφορά και τη μετατροπή της πρώτης ύλης «από τη γη» σε τελικά προϊόντα στα χέρια των καταναλωτών. Πολλοί αναλυτές περιλαμβάνουν επίσης αντίστροφες ροές (επιστροφές, διαθέσεις, ανακύκλωση) στον ορισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας. Σαφώς, ο όρος «αλυσίδα» είναι μια απλοποίηση του πολύπλοκου ιστού των προμηθευτών, συναρμολογητών, κατασκευαστών, διανομέων και παρόχων εφοδιασμού (logistics) που είναι οι πρωταρχικοί παράγοντες στη διαχείριση των φυσικών ροών από την αρχή ως το τέλος. Μια λεπτομερής επισκόπηση της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας γίνεται στα κείμενα των (Chopra and Meindl 2000), (Christopher 1998), (Shapiro 2000) και (Simchi-Levi et al 1999). Χρησιμοποιούμε εδώ τον όρο διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας σύμφωνα με τους ορισμούς που καθορίζονται στην παραπάνω βιβλιογραφία.

Στις περισσότερες εταιρείες, τα προϊόντα παραδίδονται στους πελάτες μέσω μιας πολύ τυποποιημένης διαδικασίας.

- Το μάρκετινγκ αναλύει τη ζήτηση των πελατών και προσπαθεί να προβλέψει τις πωλήσεις για την επόμενη περίοδο.
- Με αυτές τις πληροφορίες, η παραγωγή παραγγέλλει πρώτες ύλες, εξαρτήματα και ανταλλακτικά για να καλύψει την αναμενόμενη ζήτηση.
- Η διανομή λαμβάνει υπόψη τις επικείμενες αλλαγές στην ποσότητα του προϊόντος που έρχεται από τη γραμμή παραγωγής και οι πελάτες ενημερώνονται τότε να αναμένουν την παραλαβή.

Εάν όλα πάνε καλά, το χάσμα μεταξύ ζήτησης και προσφοράς σε κάθε σημείο του συστήματος είναι μικρό, όμως παρατηρούνται αποκλίσεις αφού:

- Η πρόβλεψη παραμένει μια ανακριβής επιστήμη και τα δεδομένα από τα οποία εξαρτάται μπορεί να είναι ασυνεπή και ελλιπή.
- Αρκετές φορές, η παραγωγή λειτουργεί ανεξάρτητα από το μάρκετινγκ, από τους πελάτες, από τους προμηθευτές και από τους άλλους συνεργάτες.

- Η έλλειψη διαφάνειας σημαίνει ότι κάποιοι από τους κρίκους της αλυσίδας εφοδιασμού δεν κατανοούν πραγματικά τι κάνουν ή τι χρειάζονται οι άλλοι κρίκοι.

Αυτά έχουν ως συνέπεια να δημιουργούνται προβλήματα και η ομαλή ροή από το μάρκετινγκ στον πελάτη να διαταράσσεται.

Το κλειδί της επιτυχίας για κάθε αλυσίδα εφοδιασμού είναι η αποτελεσματική ανταλλαγή πληροφοριών. Η παραδοσιακή αλυσίδα εφοδιασμού είναι γεμάτη τριβές, που προκαλούνται κυρίως από την έλλειψη επαρκούς και έγκαιρης πληροφόρησης. Οι ξαφνικές αλλαγές στη ζήτηση, η έλλειψη πρώτων υλών και οι φυσικές καταστροφές μπορούν να προκαλέσουν πανικό και στις καλύτερα σχεδιασμένες εφοδιαστικές αλυσίδες. Παράλληλα η ανάθεση πολλών απαραίτητων δραστηριοτήτων σε τρίτους (outsourcing) καθιστά δυσκολότερη την πλήρη κατανόηση της αλυσίδας εφοδιασμού, θολώνοντας την ορατότητα στο δίκτυο μεταφορών και καθιστώντας δύσκολο τον μετριασμό των προβλημάτων καθώς εμφανίζονται.

Τα προβλήματα που αφορούν τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και η αντιμετώπισή τους μπορούν να συνοψιστούν σε δύο κυρίως προκλήσεις:

- (i) τη δυνατότητα βελτιστοποίησης ολόκληρων συστημάτων, αντί επιμέρους υποσυστημάτων και
- (ii) τη διαχείριση της μεταβλητότητας που είναι εγγενής στις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η πρώτη πρόκληση πηγάζει από την περιορισμένη αντίληψη της συνολικής εικόνας της εφοδιαστικής αλυσίδας από μέρους των εμπλεκομένων και προκύπτει από τα υπάρχοντα στενά εταιρικά όρια, τις περιορισμένες ευθύνες και την έλλειψη ορατότητας σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού.

Η δεύτερη πρόκληση στην οποία και εστιάζουμε σε αυτή την εργασία, είναι αυτή της διαχείρισης της μεταβλητότητας. Η διαχείριση της μεταβλητότητας ήταν πάντα σημαντική, αλλά γίνεται ολοένα και πιο κρίσιμη λόγω ορισμένων σύγχρονων τάσεων όπως:

- Παγκοσμιοποίηση – Απαιτούνται μεγαλύτερες και πιο περίπλοκες γραμμές εφοδιασμού, συστήματα απογραφής και δίκτυα διανομής.

- Αναθέσεις σε τρίτες εταιρίες (Outsourcing) – Συμμετοχή περισσότερων οντοτήτων στην αλυσίδα εφοδιασμού.
- Πολλαπλασιαστικά αυξανόμενος συνδυασμός προσφερόμενων προϊόντων (SKU Proliferation) – Με αποτέλεσμα η εφοδιαστική αλυσίδα να κληθεί να αντιμετωπίσει τη ζήτηση σε ιδιαίτερα αυξημένο αριθμό διαφορετικών ειδών και τους συνδυασμούς τους. Για παράδειγμα, η Mercedes E Class έχει 3,9 τρισεκατομμύρια πιθανές διαμορφώσεις (Holweg and Pil 2001).
- Συντομότεροι κύκλοι ζωής προϊόντων - Γεγονός που οδηγεί στην έλλειψη ιστορικών δεδομένων, μειώνοντας την ικανότητα πρόβλεψης των οργανισμών.

Επιπλέον, ολόκληρο το εξωτερικό περιβάλλον έχει γίνει λιγότερο προβλέψιμο. Ο ρυθμός της τεχνολογικής αλλαγής είναι υψηλός, ο ανταγωνισμός είναι έντονος και νέοι κίνδυνοι, όπως η τρομοκρατία και οι κυβερνητικές ενέργειες που αποσκοπούν στην καταπολέμησή της, εισάγουν νέο κόστος και αβεβαιότητα.

Προσπαθώντας να κατανοήσουμε τους τρόπους με τους οποίους αντιμετωπίζεται η μεταβλητότητα, διακρίνουμε δύο τύπους μεταβλητότητας που μπορεί να επηρεάσουν τη λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας:

- Εξωτερική μεταβλητότητα που προκαλείται από απροσδόκητες διακυμάνσεις της ζήτησης ή της προσφοράς,
- Εσωτερική μεταβλητότητα που προκαλείται από ατελή έλεγχο των εσωτερικών διαδικασιών.

Παραδοσιακά, η διαχείριση της αβεβαιότητας της ζήτησης γίνεται με τη χρήση προβλέψεων, σε συνδυασμό με σταθερές κατευθυντήριες γραμμές του επιπέδου των υπηρεσιών, για τον καθορισμό των λειτουργικών παραμέτρων (όπως τα επίπεδα αναπαραγωγής αποθέματος και τα χρονοδιαγράμματα αποστολής). Η αβεβαιότητα στις προμήθειες αντιμετωπίζεται χρησιμοποιώντας πρόβλεψη παραγόμενων ποσοτήτων ώστε να αυξηθούν έγκαιρα οι απαιτήσεις στις προμήθειες ή να καθοριστεί μεγαλύτερο εισερχόμενο απόθεμα (buffer) πρώτων και βοηθητικών υλών.

Φυσικά, τόσο η ζήτηση όσο και η προσφορά είναι τυχαίες μεταβλητές των οποίων οι διάφορες πιθανές πραγματοποιήσεις χαρακτηρίζονται καλύτερα από κατανομή

πιθανοτήτων, ενώ τα συστήματα ελέγχου που καθοδηγούν τις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας απαιτούν συγκεκριμένους αριθμούς για να δράσουν. Κατά συνέπεια, όλες οι προβλέψεις τείνουν να είναι «λανθασμένες» και η προκύπτουσα αναντιστοιχία μπορεί να αντιμετωπιστεί είτε με τη χρήση αποθέματος buffer είτε με την ενσωμάτωση στο σύστημα ενός βαθμού ad hoc ανταπόκρισης ή ευελιξίας.

Οι πηγές εσωτερικής μεταβλητότητας περιλαμβάνουν συνήθως σφάλματα στον προσδιορισμό της ποσότητας και της θέσης του αποθέματος, σφάλματα στην απόδοση της διαδικασίας ή σφάλματα στην πρόβλεψη της προσπάθειας και του χρόνου που απαιτείται για διαφορετικές λειτουργίες. Εκτός από το ότι επηρεάζουν τα αποθέματα και το λειτουργικό κόστος, αυτά τα σφάλματα εμποδίζουν επίσης την ικανότητα να προσδιοριστεί με ακρίβεια εάν η ζήτηση μπορεί να ικανοποιηθεί πραγματικά, περιορίζοντας τις προληπτικές δυνατότητες του οργανισμού.

Κατά τη διάρκεια των επόμενων ετών, αυτά αναμένεται ν' αλλάξουν και δεν θα οφείλεται στο ότι θα έχουμε περιορισμό των ενοχλητικών καιρικών φαινομένων, λιγότερες προβληματικές συνεργασίες στις εξωτερικές αναθέσεις (outsourcing) ή λιγότερα σκασμένα λάστιχα στα φορτηγά μεταφορών. Όχι, αυτό που αλλάζει είναι η ίδια η εφοδιαστική αλυσίδα.

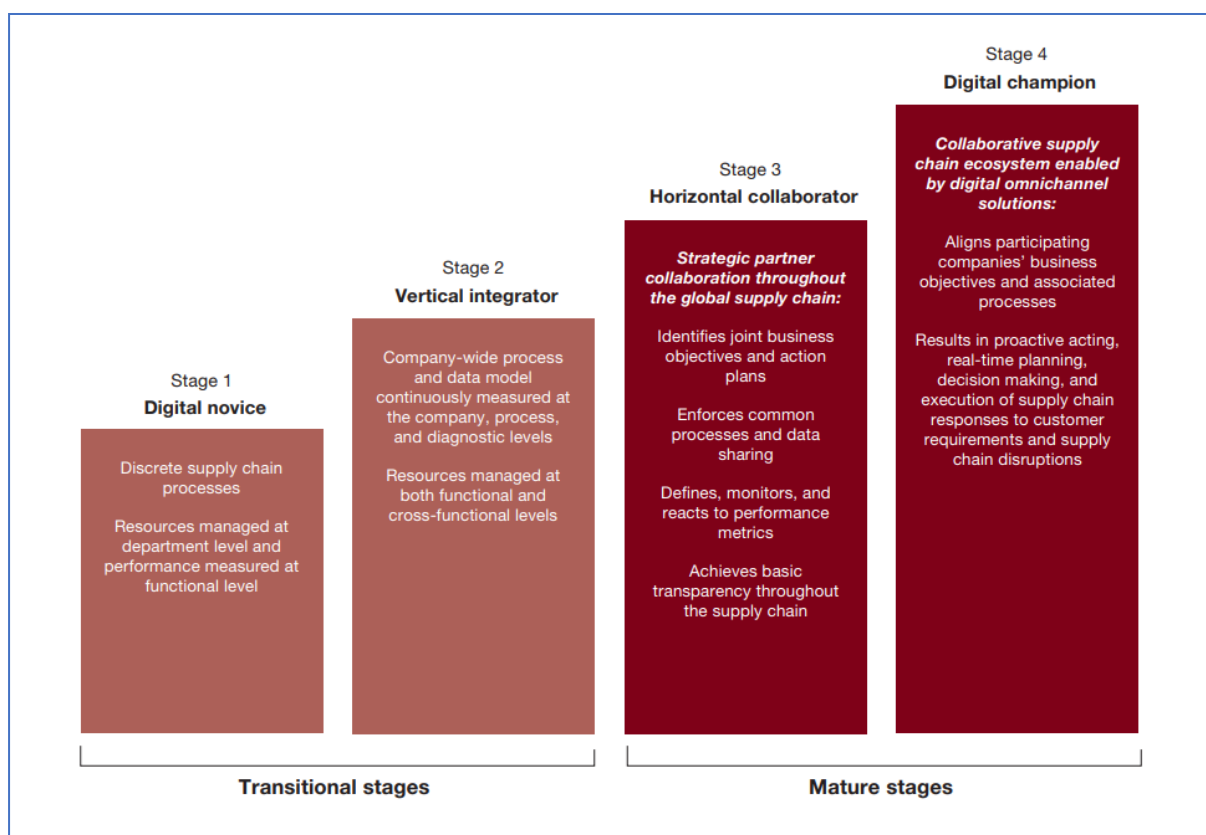
Με την ολοκληρωμένη εφαρμογή της ψηφιακής αλυσίδας εφοδιασμού που ήδη έχει ξεκινήσει, τα στεγανά θα διαλυθούν και κάθε σύνδεσμος θα έχει πλήρη ορατότητα στις ανάγκες και τις προκλήσεις των άλλων. Τα σήματα προσφοράς και ζήτησης θα προέρχονται από οποιοδήποτε σημείο και θα ταξιδεύουν αμέσως σε όλο το δίκτυο.

Χαμηλά επίπεδα μιας κρίσιμης πρώτης ύλης, το κλείσιμο μιας μεγάλης μονάδας, μια ξαφνική αύξηση της ζήτησης των πελατών — όλες αυτές οι πληροφορίες θα είναι ορατές σε όλο το σύστημα, σε πραγματικό χρόνο. Αυτό με τη σειρά του θα επιτρέψει σε όλους τους εμπλεκόμενους - και το πιο σημαντικό, στους πελάτες - να προγραμματίσουν ανάλογα. Επιπλέον, η διαφάνεια θα επιτρέψει στις εταιρείες όχι μόνο να αντιδρούν στις διακοπές αλλά και να τις προβλέψουν, μοντελοποιώντας το δίκτυο, δημιουργώντας σενάρια «τι θα γινόταν-αν» και προσαρμόζοντας την αλυσίδα εφοδιασμού αμέσως καθώς αλλάζουν οι συνθήκες.

Πρωταρχικός στόχος της ψηφιακής εφοδιαστικής αλυσίδας είναι να ανοίξει το δίκτυο εφοδιασμού και να μπορούν να το δουν όλοι. Οι αγορές B2C καλούν πλέον τις εταιρείες να παρέχουν αυτό το επίπεδο ορατότητας, απαιτώντας περισσότερες

πληροφορίες σχετικά με τις αφίξεις αποστολών με ενημερώσεις σε πραγματικό χρόνο. Στα δίκτυα B2B, οι παραγωγοί αναμένουν έγκαιρη πληροφόρηση για τις προς παραλαβή προμήθειές τους, οι οποίες συνήθως συνδέονται με τα πλάνα παραγωγής.

Ο στόχος της ψηφιακής εφοδιαστικής αλυσίδας είναι φιλόδοξος: να δημιουργηθεί ένα εντελώς νέο είδος δικτύου εφοδιασμού που να είναι ταυτόχρονα ανθεκτικό και να ανταποκρίνεται γρήγορα στις μεταβολές. Στο Σχήμα 2.1 συνοψίζονται τα τέσσερα στάδια ωρίμανσης της ψηφιακής εφοδιαστικής αλυσίδας (Bertram and Schrauf 2016).



Σχήμα 2.1. Τα τέσσερα στάδια ωρίμανσης της ψηφιακής εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η ορατότητα τόσο της κατάστασης των μεταφορών όσο και των αναμενόμενων εξωτερικών επιπτώσεων στο χρόνο παράδοσης και η ικανότητα αλλαγής των σχεδίων ανάλογα, θα είναι καθοριστικής σημασίας για τις εταιρείες που θέλουν να χρησιμοποιήσουν τις αλυσίδες εφοδιασμού τους για ανταγωνιστικό πλεονέκτημα και να διαχειριστούν πιο προσεκτικά τους πολλούς κινδύνους που σχετίζονται με τις δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η απόκτηση υψηλού βαθμού διαφάνειας στο σύστημα δεν είναι εύκολη υπόθεση, καθώς απαιτεί τεχνική πολυπλοκότητα και επαρκή βαθμό έξυπνης ανθρώπινης παρέμβασης. Μόλις όμως επιτευχθεί, τα οφέλη θα είναι σημαντικά και θα περιλαμβάνουν μειώσεις του φόρτου εργασίας και ακόμη μεγαλύτερες αυξήσεις στην αποτελεσματικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης θα γίνουν αρκετά έξυπνοι ώστε να αυτοματοποιήσουν αρκετά τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας που σήμερα απαιτούν την ανθρώπινη παρέμβαση, επιτρέποντας στους διαχειριστές και σε άλλους ενδιαφερόμενους να λαμβάνουν πιο έξυπνες αποφάσεις καθημερινά.

Επίσης τα οφέλη δεν θα περιοριστούν στην εξοικονόμηση αποθεμάτων και τις βελτιώσεις προγραμματισμού καθώς οι συνεχώς ενημερωμένες και αξιόπιστες πληροφορίες μεταφοράς θα βελτιώσουν σημαντικά την ικανοποίηση των πελατών.

Η ορατότητα της αλυσίδας εξαρτάται ιδιαίτερα από την ύπαρξη ενός αποτελεσματικού συστήματος ιχνηλάτησης (track and trace - T&T) που επιτρέπει στους εμπλεκόμενους να προσδιορίζουν την κατάσταση οποιασδήποτε δεδομένης αποστολής αγαθών σε οποιοδήποτε σημείο του ταξιδιού τους, με οποιοδήποτε τρόπο μεταφοράς.

Τα δεδομένα μεταφοράς και οι πληροφορίες κατάστασης θα συλλέγονται από συστήματα επιχειρησιακού σχεδιασμού (ERPs) των εταιριών καθώς και από μεταφορείς, είτε μέσω απευθείας συνδέσεων είτε μέσω πυλών τρίτων.

Επειδή όμως τα δεδομένα προέρχονται από πολλές διαφορετικές πηγές — προμηθευτές, μεταφορείς, αποθήκες, διανομείς — η ποιότητα και η διαλειτουργικότητα των δεδομένων είναι κρίσιμης σημασίας και εξακολουθεί να αποτελεί σημαντικό τεχνολογικό εμπόδιο για το οποίο εργάζεται ένα ευρύ φάσμα εταιριών.

## 2.2 Ιχνηλασιμότητα

Ιχνηλασιμότητα (traceability) ορίζεται ως η δυνατότητα παρακολούθησης (track) και ανίχνευσης της προέλευσης (trace) των προϊόντων κατά τα στάδια παραγωγής, μεταποίησης και διανομής τους (Anon 2005). Τα στάδια είναι προκαθορισμένα και ακολουθούν συγκεκριμένους κανόνες οι οποίοι καθορίζονται από το είδος του προϊόντος ή εμπορεύματος. Ουσιαστικά είναι ο τρόπος να δει κάποιος την

πραγματική διαδρομή του είδους μέσω της ιστορίας του και του «ίχνους» που αυτό αφήνει κατά την εναλλαγή των σταδίων στην εφοδιαστική αλυσίδα.



Σχήμα 2.2. Η ιχνηλασιμότητα καλύπτει απ' άκρου σε άκρο την εφοδιαστική αλυσίδα.

Βάση της θεωρίας των Aung και Chang (Aung & Chang 2014) η ιχνηλασιμότητα είναι άμεσα συνυφασμένη με το υποκείμενο προϊόν κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας (Σχήμα 2.2) και απαντά στα ερωτήματα πότε, που, πως, τι και γιατί.

Αν και η ιχνηλασιμότητα στην εφοδιαστική αλυσίδα χρονολογείται από τη δεκαετία του 1930, όταν ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες ήθελαν να ελέγξουν την προέλευση τροφίμων και ποτών υψηλής ποιότητας όπως η γαλλική σαμπάνια, γνωρίζει ιδιαίτερη ανάπτυξη ως αντικείμενο μελέτης και ευρείας εφαρμογής κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Βασική αιτία η έξαρση διατροφικών σκανδάλων τα οποία οδήγησαν σε εκδήλωση νοσημάτων που έθεσαν σε κίνδυνο τη δημόσια υγεία και προέκυψαν από μη ασφαλή τρόφιμα. Τέτοιου είδους διατροφικά σκάνδαλα αποτέλεσαν η επιμόλυνση με μελαμίνη του βρεφικού γάλακτος στην Κίνα, η εξάπλωση της σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας των βοοειδών στο Ηνωμένο Βασίλειο και η επιμόλυνση της τροφής του κοτόπουλου με διοξίνη στο Βέλγιο.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η προστασία της υγείας των καταναλωτών, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανέπτυξε και εφήρμοσε από το 2005 σειρά οδηγιών και κανονισμών για την ασφάλεια των τροφίμων, γεγονός που αύξησε τις απαιτήσεις σχετικά με την ιχνηλασιμότητα στα γεωργικά προϊόντα. Οι νομοθετηθείσες οδηγίες

για τα τρόφιμα αφορούν την «ιχνηλασιμότητα τροφίμων και ζωοτροφών, ευθύνη των χειριστών, απόσυρση μη ασφαλών τροφίμων ή ζωοτροφών από την αγορά και ειδοποίηση των αρμόδιων Αρχών» (Regattieri et al. 2007). Μέσω αυτών δίνεται η δυνατότητα να πραγματοποιηθεί στοχευμένη ανάκληση προϊόντων, ούτως ώστε να μην τεθεί σε κίνδυνο η υγεία των καταναλωτών.

### 2.3 Σημασία της ιχνηλασιμότητας

Η ιχνηλασιμότητα στην εφοδιαστική αλυσίδα προσφέρει πολλαπλά οφέλη για κάθε εμπλεκόμενο μέρος:

- Για τις εταιρείες: τις βοηθά να εντοπίζουν κρίσιμα σημεία κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού για την επίλυση περιστατικών και την ενίσχυση της παραγωγικότητας. Έτσι, μπορούν να μειώσουν τα προβλήματα που σχετίζονται με τον λάθος χειρισμό ή τη μόλυνση των αγαθών αυξάνοντας την ποιότητα των υπηρεσιών που προσφέρουν.
- Για τους καταναλωτές: βελτιώνει την εμπιστοσύνη των καταναλωτών στην αγορά προϊόντων και υπηρεσιών, ειδικά σε μια παγκόσμια οικονομία με πολύπλοκες εγχώριες και διεθνείς ροές αγαθών. Επιπλέον, με την άνοδο του ηλεκτρονικού εμπορίου, η ιχνηλασιμότητα των αγαθών έχει περάσει στην κορυφή της γραμμής: ανακουφίζει από το «άγχος των πακέτων», το οποίο υποφέρουν πολλοί διαδικτυακοί αγοραστές και συνδέεται με τα νέα πρότυπα της πολυκαναλικής εφοδιαστικής και της ηλεκτρονικής επιμελητείας.
- Για τις αρχές: σε βασικούς τομείς της δημόσιας υγείας, όπως τα φαρμακευτικά προϊόντα και τα τρόφιμα, τα συστήματα ιχνηλασιμότητας είναι υποχρεωτικά και υπόκεινται σε αυστηρές ρυθμίσεις εδώ και χρόνια.

Η ιχνηλασιμότητα έχει ενσωματωθεί σε μεγάλο βαθμό ως μία προσέγγιση πρόληψης στα συστήματα ποιότητας και ασφάλειας, κύριος στόχος της οποίας αποτελεί η αποφυγή εμφάνισης νέων ή υπαρχόντων κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα (Oraga & Mazaud 2001). Προκειμένου να είναι εφαρμοστέα η ιχνηλασιμότητα, απαιτείται η εφαρμογή μέτρων ελέγχου μέσω των οποίων είναι εφικτός ο περιορισμός των κινδύνων που μπορούν να εμφανιστούν κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο απαιτείται η αναγνώριση και ο προσδιορισμός των πιθανών κινδύνων που μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο την ποιότητα και την ασφάλεια των



παραγόμενων προϊόντων, η διενέργεια ανάλυσης επικινδυνότητας για κάθε κίνδυνο που έχει προσδιοριστεί, ο καθορισμός προληπτικών μέτρων για την αποτροπή εμφάνισης καθενός από αυτούς τους κινδύνους ανάλογα με την επικινδυνότητά του, καθώς και η εφαρμογή διορθωτικών ενεργειών σε περίπτωση που ένας τέτοιος κίνδυνος παρουσιαστεί. Όμως, η εφαρμογή της ιχνηλασιμότητας δεν εξασφαλίζει την απουσία κινδύνων καθ' όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, μειώνει παρόλα αυτά την πιθανότητα εμφάνισης ενός κινδύνου και δίνει τη δυνατότητα άμεσης αντίδρασης εφόσον καθίσταται δυνατός ο προσδιορισμός των προϊόντων που μπορεί να είναι επισφαλής για κατανάλωση ή χρήση. Επίσης, γίνεται δυνατός ο προσδιορισμός της αιτίας για την οποία παρουσιάστηκε ο εκάστοτε κίνδυνος καθώς μπορεί να καθοριστεί με σαφήνεια μέσω της διενέργειας root cause analysis σε ποιο προϊόν εμφανίστηκε ο κίνδυνος, τι συνέβη, πότε συνέβη και ποιος είναι υπεύθυνος (Opara and Mazaud 2001).

## 2.4 Είδη ιχνηλασιμότητας

Με βάση την κατηγοριοποίηση των στοιχείων και των πληροφοριών διακρίνεται η ιχνηλασιμότητα σύμφωνα με τους (Zhang & Bhatt 2014) σε:

- i. Εξωτερική ιχνηλασιμότητα – η οποία εντοπίζει όλα τα ανιχνεύσιμα στοιχεία και προϋποθέτει το διαμοιρασμό της πληροφορίας σε όλους τους συμμετέχοντες στο κανάλι διανομής. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την κοινοποίηση στους συνεργάτες της εφοδιαστικής αλυσίδας είτε με κάποιο μοναδικό αριθμό ταυτοποίησης ανά προϊόν, είτε με αριθμό ανά παρτίδα (π.χ. lot no).
- ii. Εσωτερική ιχνηλασιμότητα – η οποία αφορά όλες τις διαδικασίες που γίνονται εντός μιας επιχείρησης για να συνδέσει τις ταυτότητες των πρώτων υλών και τις ταυτότητες των τελικών προϊόντων ανά γραμμή παραγωγής.
- iii. Ιχνηλασιμότητα εφοδιαστικής αλυσίδας – η οποία δίνει έμφαση στην σύνδεση των πληροφοριών από το ένα άκρο της αλυσίδας στο άλλο. Δηλαδή σε όλα τα στάδια παραγωγής, επεξεργασίας και διανομής του προϊόντος. Οι πληροφορίες αυτές περιλαμβάνουν έγγραφα που αποδεικνύουν την πηγή των πρώτων υλών, αρχεία που καταρτίστηκαν

κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας, εντοπισμός συστατικών και πρόσθετων υλών, τους τελικούς εμπόρους κ.α.

## 2.5 Τύποι ιχνηλασιμότητας

Η ιχνηλασιμότητα στην εφοδιαστική αλυσίδα μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε δύο τύπους με βάση τη διεύθυνση παρακολούθησης:

### i. Αντίστροφη ιχνηλασιμότητα (Reverse traceability)

Η αντίστροφη ιχνηλασιμότητα χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της προέλευσης μιας συγκεκριμένης παρτίδας ή μονάδας φορτίου. Επιτρέπει να εξερευνηθούν τα στάδια που έχει περάσει το προϊόν, από την επεξεργασία του έως την τελική του παράδοση, συμπεριλαμβανομένης της αναγνώρισης των πρώτων υλών που χρησιμοποιήθηκαν και των εργασιών παραγωγής που πραγματοποιήθηκαν.

Ένα παράδειγμα του τρόπου εφαρμογής αυτού του τύπου ιχνηλασιμότητας είναι όταν υπάρχει συναγερμός για την υγεία λόγω μόλυνσης των τροφίμων. Βασικός στόχος είναι να εντοπιστεί το σημείο παραγωγής των αλλοιωμένων παρτίδων και να αποσυρθούν από την αγορά.



Σχήμα 2.3. Το διάγραμμα δείχνει τα βήματα που θα ακολουθήσει το προϊόν στα πλαίσια της συμβατικής ιχνηλασιμότητας.

### ii. Συμβατική ιχνηλασιμότητα (Forward traceability)

Η συμβατική ιχνηλασιμότητα αναφέρεται στη δυνατότητα να ανιχνευθεί η διαδρομή που πρόκειται να ακολουθήσει μια παρτίδα ή μονάδα φορτίου. Με αυτόν τον τρόπο, μπορεί να προβλέψει ο ενδιαφερόμενος ποια διαδρομή θα ακολουθήσει το φορτίο και να υπολογίσει το χρόνο παράδοσης. Η συμβατική ιχνηλασιμότητα χρησιμοποιείται ευρέως στις ηλεκτρονικές αγορές για την καταγραφή των σταδίων που θα ακολουθήσει το προϊόν μέχρι τον τελικό προορισμό του.

Ένα χαρακτηριστικό διάγραμμα συμβατικής ιχνηλασιμότητας δίνεται στο Σχήμα 2.3.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΚΤΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

#### 3.1 ΑΑΚΔ – Υπόβαθρο

Ο όρος Αυτόματη Αναγνώριση και Κτήση Δεδομένων – ΑΑΚΔ (Automatic identification and data capture - AIDC ή Auto-ID ή Automatic data collection) (ΜΗΙ 2021) αναφέρεται στις μεθόδους αυτόματης αναγνώρισης αντικειμένων, συλλογής δεδομένων σχετικά με αυτά και εισαγωγής τους απευθείας σε συστήματα υπολογιστών, χωρίς ανθρώπινη συμμετοχή. Οι τεχνολογίες που συνήθως χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση και τη λήψη δεδομένων περιλαμβάνουν τους γραμμωτούς κώδικες (γραμμικοί γραμμωτοί κώδικες, κώδικες QR, κώδικες μήτρας), τη ραδιοσυχνική αναγνώριση (RFID), τα βιομετρικά στοιχεία (όπως σύστημα αναγνώρισης ίριδας και προσώπου), τις μαγνητικές λωρίδες, την οπτική αναγνώριση χαρακτήρων (OCR), τις έξυπνες κάρτες και την αναγνώριση φωνής (Wood 2018).

Πρόκειται για οικογένεια τεχνολογιών που αναγνωρίζουν, επαληθεύουν, καταγράφουν, επικοινωνούν και αποθηκεύουν πληροφορίες για αντικείμενα/είδη συνήθως διακριτά ή συσκευασμένα ή σε εμπορευματοκιβώτια. Επειδή η διαδικασία είναι αυτοματοποιημένη (αντί να βασίζεται σε στυλό, χαρτί και ανθρώπους), οι πληροφορίες συλλέγονται γρήγορα και με ακρίβεια.

Τυπικές εφαρμογές του συγκεκριμένου χώρου είναι μεταξύ άλλων η λήψη και η απόθεση ειδών, η παραλαβή αποθέματος, η εκπλήρωση παραγγελιών, ο προσδιορισμός του βάρους και του όγκου και η παρακολούθηση και ο εντοπισμός των ειδών σε όλα τα μέρη της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Σχεδόν όλες οι τεχνολογίες αυτόματης αναγνώρισης και κτήσης δεδομένων περιλαμβάνουν τρία κύρια στοιχεία, τα οποία αποτελούν και διαδοχικά βήματα:

1. Φορέας δεδομένων. Ένας κωδικός είναι ένα σύνολο συμβόλων ή σημάτων που συνήθως αντιπροσωπεύουν αλφαριθμητικούς χαρακτήρες. Όταν τα δεδομένα κωδικοποιούνται, οι χαρακτήρες μεταφράζονται σε έναν αναγνώσιμο από μηχανή κώδικα. Μια ετικέτα που περιέχει τα

κωδικοποιημένα δεδομένα επισυνάπτεται στο στοιχείο που πρόκειται να αναγνωρισθεί.

2. Συσκευή ανάγνωσης ή σαρωτής. Αυτή η συσκευή διαβάζει τα κωδικοποιημένα δεδομένα, μετατρέποντάς τα σε εναλλακτική μορφή, συνήθως σε ηλεκτρικό αναλογικό σήμα.
3. Αποκωδικοποιητής δεδομένων. Μετατρέπει το ηλεκτρικό σήμα σε ψηφιακά δεδομένα και τελικά επιστρέφει πίσω στους αρχικούς αλφαριθμητικούς χαρακτήρες.

Η ΑΑΚΔ χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς για την υποστήριξη της επεξεργασίας και της συλλογής πληροφοριών σε μια εγκατάσταση:

- Συναρμολόγηση: Επαλήθευση ότι έχει επιλεγεί το σωστό εξάρτημα για συναρμολόγηση
- Επιλογή παραγγελίας: Παροχή επιβεβαίωσης ότι έχει επιλεγεί το σωστό είδος και ποσότητα
- Ποιοτικός έλεγχος: Κατεύθυνση εργαζομένου σε μια τοποθεσία και/ή εκτέλεση μιας εργασίας και απαίτηση επιβεβαίωσης και των δύο
- Αναπλήρωση: Επιβεβαίωση ότι τα σωστά είδη αποθηκεύονται εκ νέου στις σωστές θέσεις
- Αποθήκευση: Επαλήθευση ότι τα στοιχεία αποθηκεύονται στη σωστή θέση.

Οι τεχνολογίες ΑΑΚΔ παρέχουν ποικίλα οφέλη στην εφοδιαστική αλυσίδα όπως:

- Έλεγχος – Συμβάλλουν στη διατήρηση και απλοποίηση του ελέγχου του αποθέματος από τη στιγμή της παραλαβής των ειδών έως την επεξεργασία και την αποστολή.
- Αναγνώριση – Διευκολύνουν την αναγνώριση προϊόντων ή αντικειμένων με τον αριθμό της μονάδας διατήρησης αποθεμάτων (SKU).
- Ακρίβεια αποθέματος – Επιτρέπουν την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο του αριθμού των μονάδων σε μια εγκατάσταση, εξασφαλίζοντας την ακριβή καταμέτρηση του αποθέματος.
- Τοποθεσία – Παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη θέση των αποθηκευμένων προϊόντων καθώς και τον ελεύθερο χώρο που είναι διαθέσιμος για αποθήκευση.

- Ακρίβεια επιλογής – Επιβεβαιώνουν την ακρίβεια των στοιχείων που επιλέγονται για την πλήρωση παραγγελιών, μειώνοντας τα σφάλματα.
- Αποτελεσματικότητα – Εξαλείφουν τη συλλογή πληροφοριών και δεδομένων με βάση το χαρτί, οπότε οι εργαζόμενοι μπορούν να εκτελέσουν περισσότερες παραγγελίες πιο γρήγορα.
- Ορατότητα – Βοηθούν στην ιχνηλάτηση και παρακολούθηση της ολοκλήρωσης μιας διαδικασίας.

Η ΑΑΚΔ χρησιμοποιείται σε πολλούς και διάφορους κλάδους και τομείς, όπως:

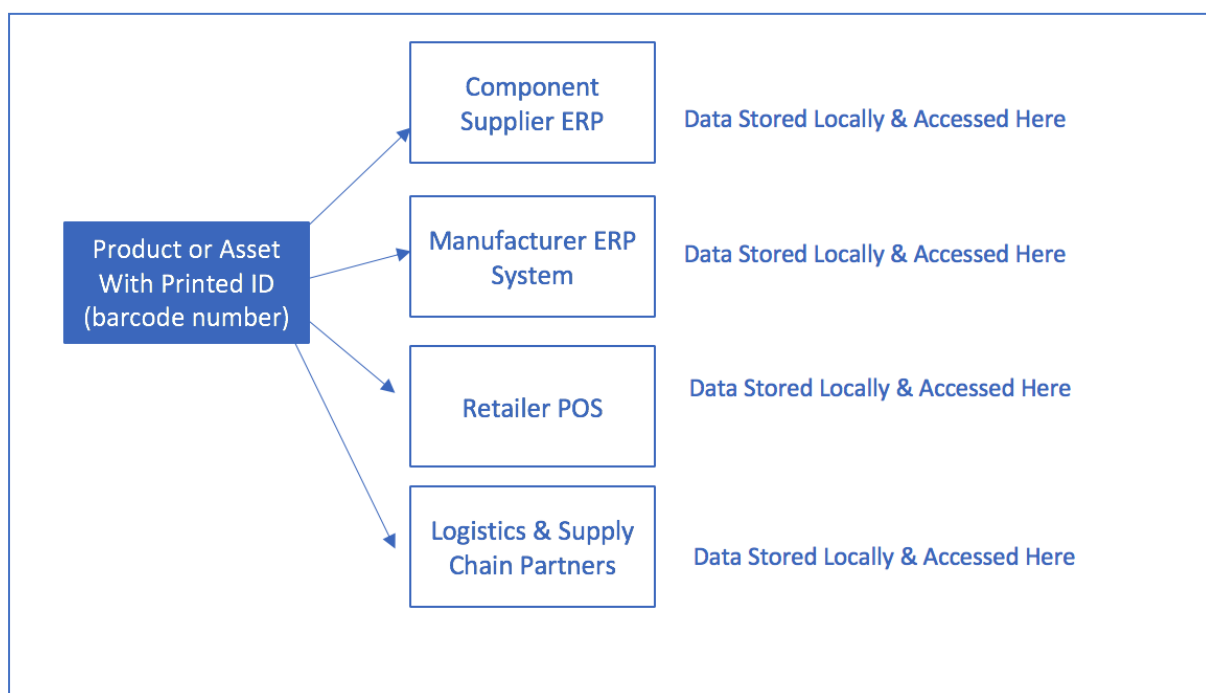
- Αυτοκινητοβιομηχανία
- Ποτό
- Εταιρίες παραγωγής και εμπορίας χημικών
- Καταναλωτικά αγαθά
- Ηλεκτρονικά είδη
- Φαγητό και ποτό
- Φροντίδα υγείας
- Βιβλιοθήκες
- Μεταποίηση
- Ιατρικές συσκευές και εξοπλισμός
- Επιχειρήσεις χάρτου
- Φαρμακευτικές εταιρίες
- Πλαστικά
- Σημεία πώλησης
- Λιανεμπόριο
- Παρακολούθηση περιουσιακών στοιχείων
- Μεταφορές και επιμελητεία
- Αποθήκευση και διανομή

Οι υποστηρικτές της ανάπτυξης των συστημάτων ΑΑΚΔ υπογραμμίζουν ότι η ΑΑΚΔ έχει τη δυνατότητα να αυξήσει σημαντικά τη βιομηχανική απόδοση και τη γενική ποιότητα ζωής. Εάν εφαρμοστεί ευρέως, η τεχνολογία θα μπορούσε να μειώσει ή να εξαλείψει την παραποίηση, την κλοπή και τη σπατάλη προϊόντων, βελτιώνοντας παράλληλα την αποτελεσματικότητα των αλυσίδων εφοδιασμού (Waldner 2008).

Ωστόσο, άλλοι έχουν εκφράσει επικρίσεις για την πιθανή επέκταση των συστημάτων ΑΑΚΔ στην καθημερινή ζωή, επικαλούμενοι ανησυχίες σχετικά με το προσωπικό απόρρητο, τη συναίνεση και την ασφάλεια (Glaser 2016).

### 3.2 Τεχνολογικές εξελίξεις στην ΑΑΚΔ

Στα παραδοσιακά επιχειρησιακά συστήματα Αυτόματης Αναγνώρισης και Κτήσης Δεδομένων (ΑΑΚΔ), όταν ένα προϊόν παράγεται στο εργοστάσιο δημιουργείται ταυτόχρονα ένας αριθμός αναγνώρισης για παράδειγμα γραμμωτός κώδικας που εκτυπώνεται σε αυτό. Το αναγνωριστικό χρησιμοποιείται στη συνέχεια σε ξεχωριστά συστήματα που κατασκευάζονται και συντηρούνται από διαφορετικούς ενδιαφερόμενους φορείς για τις δικές τους απαιτήσεις (Σχήμα 3.1).

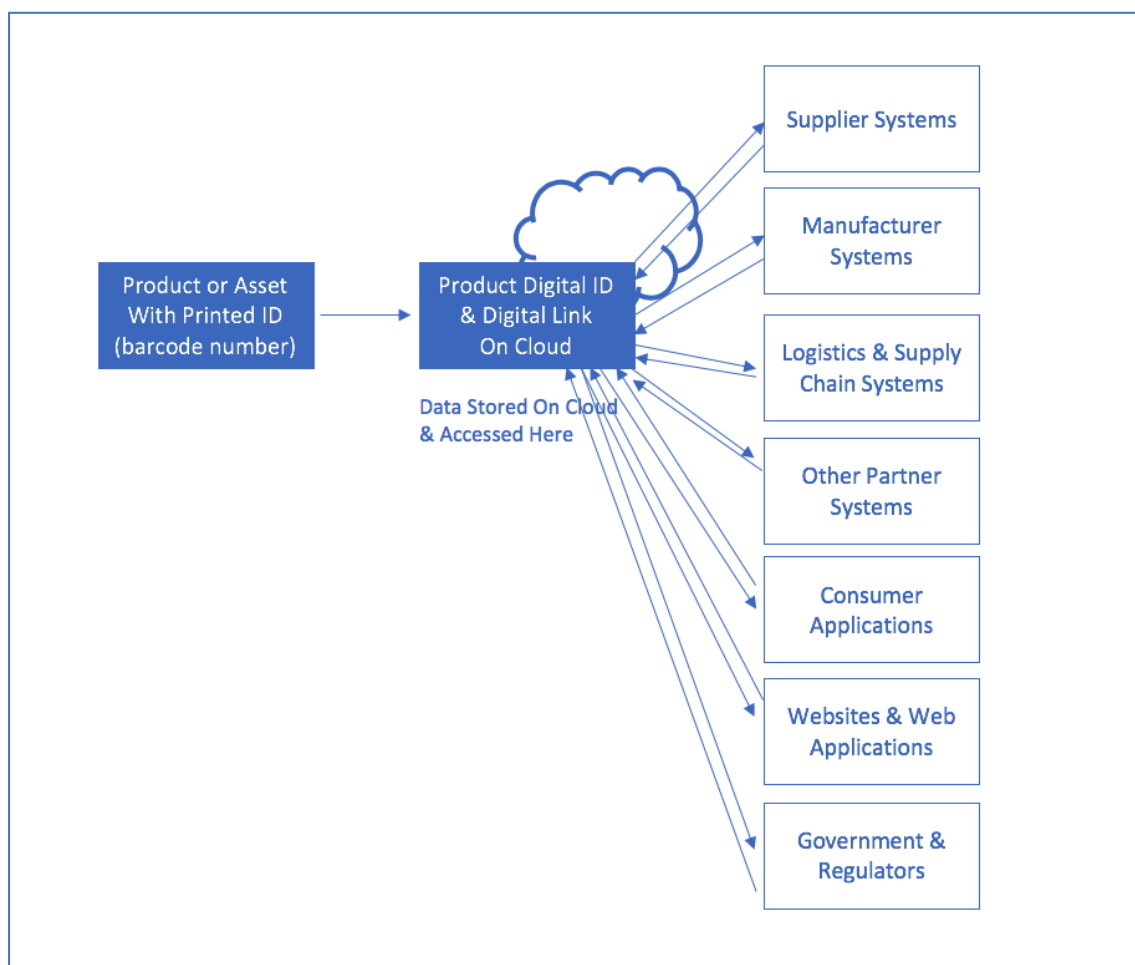


Σχήμα 3.1. Παραδοσιακά Συστήματα ΑΑΚΔ (Sharma 2020)

Καθώς τα χαρακτηριστικά και τα δεδομένα του προϊόντος βρίσκονται τοπικά σε καθένα από αυτά τα συστήματα, η παρακολούθηση συνήθως περιορίζεται στο πεδίο κάθε μιας από αυτές τις εφαρμογές ή συστήματα και δεν υπερβαίνει αυτή. Έτσι, από τη στιγμή που ένα προϊόν ή ένα είδος μεταβεί από τον κατασκευαστή στον λιανοπωλητή, ο κατασκευαστής συχνά δεν έχει πλέον πρόσβαση στο σημείο που βρίσκεται αυτό το προϊόν.

Η απαίτηση να υπάρχει μεγαλύτερη ορατότητα και παρακολούθηση των αντικειμένων που μετακινούνται εντός ενός χώρου ή από τη μια τοποθεσία στην επόμενη και η ανάγκη να παρακολουθούνται τα στοιχεία που προσδιορίζουν τα αντικείμενα σε πιο λεπτομερές επίπεδο έχει μεγεθυνθεί κι έχει οδηγήσει σε πιο εξελιγμένες ψηφιακές τεχνολογίες ΑΑΚΔ.

Για παράδειγμα με τις νέες τεχνολογίες ΑΑΚΔ όταν το προϊόν κατεβαίνει από την παραγωγή και του εκχωρείται ο τυπωμένος γραμμωτός κώδικας, παράλληλα δημιουργείται και ένα ψηφιακό αναγνωριστικό στον παγκόσμιο ιστό (WWW), το οποίο μπορεί επίσης να συνδυαστεί με ένα κεντρικό μοντέλο δεδομένων για όλα τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με το προϊόν, καθώς και ψηφιακό σύνδεσμο στον οποίο μπορεί να έχει πρόσβαση ο κάθε εμπλεκόμενος/ενδιαφερόμενος μέσω προγράμματος περιήγησης ή API από οποιαδήποτε εφαρμογή ή σύστημα που απαιτεί ανάγνωση ή εγγραφή δεδομένων για το προϊόν καθώς διανύει τον κύκλο ζωής του (Σχήμα 3.2).



Σχήμα 3.2. Νέα ψηφιακά συστήματα ΑΑΚΔ (Sharma 2020)

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα καλύτερη πρόσβαση σε όλους όσους χρειάζονται πληροφορίες γύρω από το προϊόν, συμπεριλαμβανομένων πληροφοριών διαφάνειας, πληροφοριών ιχνηλασιμότητας, πληροφοριών ασφάλειας και άλλων. Επίσης βοηθάει στη δημιουργία πιο έξυπνων εφαρμογών και συστημάτων που οδηγούνται από την ικανότητα ανταλλαγής πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο για το προϊόν καθώς κινείται στην εφοδιαστική αλυσίδα.

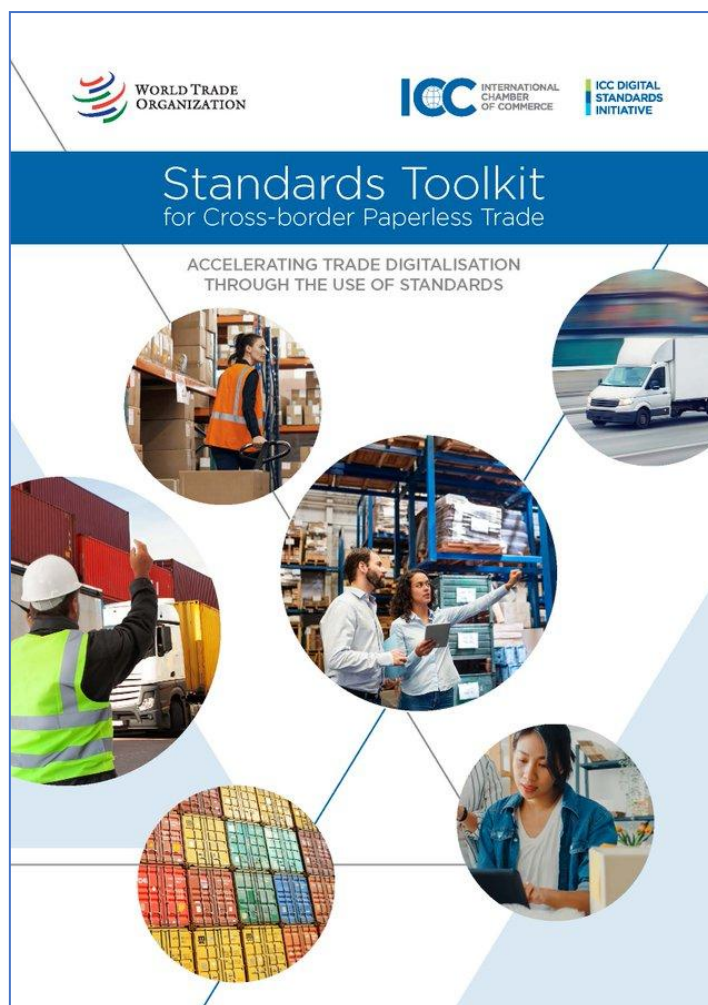
### **3.3 Διεθνείς οργανισμοί - ΑΑΚΔ**

Η τεχνολογία από μόνη της δεν επαρκεί για την ανάπτυξη και εξέλιξη του τομέα της ΑΑΚΔ. Προϋποθέτει την ύπαρξη ευρέως αποδεκτών προτύπων που θα επιτρέπουν την προσπελασιμότητα και διαφάνεια των συλλεγόμενων πληροφοριών και δεδομένων στα πλαίσια της διεπικοινωνίας και συνεργασίας των μελών της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η ανάγκη αυτή έχει γίνει αντιληπτή σε παγκόσμιο επίπεδο και πρόσφατα το Διεθνές Εμπορικό Επιμελητήριο (ΔΕΕ) και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Εμπορίου (ΠΟΕ) κυκλοφόρησαν μια εργαλειοθήκη για την ευθυγράμμιση και την επιτάχυνση της εφαρμογής δημόσιων και ιδιωτικών προτύπων για το διεθνές εμπόριο (GS1 2022a). Η συγκεκριμένη έκθεση είναι η πρώτη του είδους της (Σχήμα 3.3) και παρέχει στη διεθνή εμπορική κοινότητα μια ολοκληρωμένη επισκόπηση των υφιστάμενων προτύπων ψηφιακών εμπορικών συναλλαγών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διευκόλυνση της αξιόπιστης, σε πραγματικό χρόνο συνεργασίας στην αλυσίδα εφοδιασμού και ανταλλαγής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Η εργαλειοθήκη συνιστά διαθέσιμα πρότυπα, συμπεριλαμβανομένων των προτύπων GS1, για να μπορούν όλα τα μέρη στις παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού, ανεξάρτητα από την τεχνολογία ή τα συστήματα που χρησιμοποιούν για την αυτοματοποίηση των διαδικασιών να μιλήσουν στο μέλλον την ίδια «ψηφιακή γλώσσα».





Σχήμα 3.3. Η εργαλειοθήκη ΔΕΕ και ΠΟΕ για το διεθνές εμπόριο.

Στη συνέχεια αναφέρονται δύο διεθνείς οργανισμοί που ασχολούνται σε βάθος και δίνουν ιδιαίτερη βαρύτητα στο συγκεκριμένο χώρο.

### Οργανισμός GS1

Ο GS1 είναι ένας διεθνής μη κερδοσκοπικός οργανισμός που ιδρύθηκε το 1977, εδρεύει στις Βρυξέλλες και εκπροσωπείται σε περισσότερες από 100 χώρες στον κόσμο. Έχει 115 τοπικούς οργανισμούς μέλη και περισσότερες από 2 εκατομμύρια εταιρείες χρηστών (GS1 2022b).

Ασχολείται αποκλειστικά με το σχεδιασμό και την εφαρμογή διεθνών προτύπων με σκοπό την αποτελεσματικότερη λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας σε παγκόσμιο επίπεδο και σε ποικίλους τομείς. Ο GS1 ενισχύει τον ψηφιακό μετασχηματισμό των εταιριών, επιτρέποντας στις επιχειρήσεις να διασυνδέουν αποτελεσματικά το φυσικό προϊόν με την ψηφιακή απεικόνισή του.

Προσφέρει μία πλήρη σειρά προϊόντων, υπηρεσιών και λύσεων, μέσω των οποίων εξασφαλίζονται τυποποιημένες διαδικασίες και επιτυγχάνονται αποτελεσματικότερες εμπορικές συναλλαγές προς όφελος επιχειρήσεων και καταναλωτών.

Το πιο γνωστό από τα πρότυπα του GS1 είναι ο γραμμωτός κώδικας, ένα σύμβολο τυπωμένο σε προϊόντα που μπορούν να σαρωθούν ηλεκτρονικά. Πάνω από 100 εκατομμύρια προϊόντα φέρουν γραμμωτούς κώδικες GS1 και σαρώνονται περισσότερες από έξι δισεκατομμύρια φορές κάθε μέρα (Wikipedia 2022).

Τα πρότυπα, οι υπηρεσίες και οι λύσεις GS1 έχουν σχεδιαστεί για να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα, την ασφάλεια και την ορατότητα των αλυσίδων εφοδιασμού σε φυσικά και ψηφιακά κανάλια σε μεγάλη ποικιλία τομέων. Διαμορφώνουν μια επιχειρηματική γλώσσα που προσδιορίζει, συλλαμβάνει και μοιράζεται βασικές πληροφορίες σχετικά με προϊόντα, τοποθεσίες, περιουσιακά στοιχεία και άλλα. Τα πρότυπα GS1 είναι τα πλέον διαδεδομένα στον κόσμο.

Στην Ελλάδα εκπροσωπείται από τον Ελληνικό Σύνδεσμο Επιχειρήσεων για τη Διαχείριση των Διεθνών Προτύπων GS1 (GS1Greece 2022).

### **Auto-ID Labs**

Τα Auto-ID Labs είναι παγκόσμιο ερευνητικό δίκτυο ακαδημαϊκών εργαστηρίων επικεντρωμένο στους τομείς του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things) και της ραδιοσυχνικής αναγνώρισης (RFID) (AutoIdLabs 2022). Τα εργαστήρια αποτελούνται από επτά ερευνητικά πανεπιστήμια που βρίσκονται σε τέσσερις διαφορετικές ηπείρους. Αυτά βασίζονται στα ακόλουθα Πανεπιστήμια: MIT στις ΗΠΑ, Πανεπιστήμιο του Κέμπριτζ στο Ηνωμένο Βασίλειο, το Πανεπιστήμιο της Αδελαΐδας στην Αυστραλία, το Πανεπιστήμιο Keio στην Ιαπωνία, το Πανεπιστήμιο Fudan στην Κίνα, το Πανεπιστήμιο Kaist στην Ν.Κορέα και το ETH Ζυρίχης καθώς και το Πανεπιστήμιο του St. Gallen στην Ελβετία. Τα Auto-ID Labs ιδρύθηκαν το 1999, και προέκυψαν από το Auto-ID Center του MIT που πρωτοστάτησε παλαιότερα στον τομέα του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Χρηματοδοτούνται από την EPCglobal και υποστηρίζονται από τους GS1 (κυρίως), GS1 US, Wal-Mart, Hewlett-Packard και άλλους που ασχολούνται με την εφαρμογή και χρήση της ραδιοσυχνικής αναγνώρισης και του Ηλεκτρονικού Κωδικού Προϊόντος (EPC) στην ιχνηλάτηση των ειδών στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Τα Auto-ID Labs στοχεύουν να προσθέσουν τον καταναλωτή στο τρέχον επιχειρηματικό μοντέλο του GS1 που είναι προσανατολισμένο στο B2B και να διερευνήσουν ευκαιρίες για νέο υλικό, λογισμικό, επιχειρηματικές διαδικασίες και εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένων των Συνδεδεμένων Ανοικτών Δεδομένων για Προϊόντα και Υπηρεσίες.

Προσπαθούν να εναρμονίσουν την τεχνολογία, με τις διαδικασίες και την οργάνωση καθώς και να συζεύξουν τον φυσικό με τον ψηφιακό κόσμο. Όπως έχει δηλώσει ο καθηγητής Elgar Fleisch, ένας εκ των δύο προέδρων των Auto-ID Labs (Fleisch 2013):

«Η συγχώνευση του φυσικού με τον ψηφιακό κόσμο αποδεικνύεται όλο και περισσότερο ότι είναι μια ακαταμάχητη τάση, σαν να πρόκειται για μια δύναμη της φύσης»

Βασικοί στόχοι του εν λόγω ιδρύματος είναι:

- Καθιέρωση προδιαγραφών για ετικέτες και αναγνώστες πολύ χαμηλού κόστους
- Παροχή παγκόσμιων προτύπων για ένα σχήμα ταυτοποίησης και ορισμού προϊόντικών προδιαγραφών.
- Ανάπτυξη προδιαγραφών ανοιχτού, παγκόσμιου δικτύου που θα επιτρέπει την απρόσκοπτη ανταλλαγή προιοντικών δεδομένων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΓΡΑΜΜΩΤΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

#### 4.1 Η τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα

Ο γραμμωτός κώδικας (barcode) είναι η πλέον γνωστή και διαδεδομένη μέθοδος αναπαράστασης δεδομένων σε οπτική, αναγνώσιμη από μηχανή μορφή. Ένας γραμμωτός κώδικας (Σχήμα 4.1) μπορεί να θεωρηθεί ως ένα «σύμβολο» που αποτελείται από συνδυασμό σκοτεινών (μαύρων) γραμμών και κενών (φωτεινών) διαστημάτων που εκτυπώνονται αντιπροσωπεύοντας συγκεκριμένη πληροφορία. Η πληροφορία που μετατρέπεται μέσω της διαδικασίας της κωδικοποίησης (Gao et al 2007) στο σχέδιο γραμμών του γραμμωτού κώδικα μπορεί να είναι κείμενο, εικόνα ή URL.



Σχήμα 4.1. Γραμμωτός κώδικας

Βασικός σκοπός της εφαρμογής του γραμμωτού κώδικα ήταν να αντικαταστήσει την παραδοσιακή ηλεκτρολόγηση, η οποία οδηγεί συχνά σε λάθη και καθυστερήσεις.

Αρχικά, οι γραμμωτοί κώδικες ήταν συνδυαστική εναλλαγή σειράς σκοτεινών και φωτεινών παράλληλων γραμμών και αντιπροσώπευαν δεδομένα μεταβάλλοντας το πλάτος και το διάστημα των γραμμών. Αυτοί οι γραμμωτοί κώδικες, που συνήθως αναφέρονται ως γραμμικοί ή μονοδιάστατοι τύποι (1D), μπορούν να σαρωθούν από ειδικούς οπτικούς σαρωτές (scanners), που ονομάζονται αναγνώστες γραμμωτών κωδίκων και υπάρχουν διάφοροι τύποι.

Αργότερα, αναπτύχθηκαν και οι διδιάστατοι τύποι (2D), χρησιμοποιώντας ορθογώνια, τελείες, εξάγωνα και άλλα μοτίβα, που ονομάζονται διδιάστατοι ή γραμμωτοί κώδικες 2D. Οι 2D γραμμωτοί κώδικες μπορούν να διαβαστούν

χρησιμοποιώντας είτε ειδικά σχεδιασμένους οπτικούς σαρωτές 2D, οι οποίοι υπάρχουν σε διαφορετικές μορφές ή από ψηφιακές κάμερες συνδεδεμένες με συσκευές που τρέχουν κατάλληλο λογισμικό όπως κινητές συσκευές (π.χ. smartphones) με ενσωματωμένη κάμερα.

Ο γραμμωτός κώδικας εφευρέθηκε από τους Norman Joseph Woodland και Bernard Silver το 1949 και κατοχυρώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας στις ΗΠΑ το 1952 (USpatent 2022). Η εφεύρεση βασίστηκε στον κώδικα Μορς και χρειάστηκαν πάνω από είκοσι χρόνια πριν γίνει εμπορικά επιτυχημένη. Μια πρώιμη χρήση τύπου γραμμωτού κώδικα σε βιομηχανικό πλαίσιο χρηματοδοτήθηκε από την Ένωση Αμερικανικών Σιδηροδρόμων στα τέλη της δεκαετίας του 1960. Αναπτύχθηκε από τη General Telephone and Electronics (GTE) και ονομάστηκε KarTrak ACI (Αυτόματη Ταυτοποίηση Βαγονιού), αυτό το σχέδιο περιελάμβανε την τοποθέτηση χρωματιστών λωρίδων σε διάφορους συνδυασμούς σε χαλύβδινες πλάκες που ήταν τοποθετημένες στις πλευρές του τροχαίου υλικού σιδηροδρόμων (Keyes 2003). Το έργο εγκαταλείφθηκε μετά από περίπου δέκα χρόνια επειδή το σύστημα αποδείχθηκε αναξιόπιστο κατά την χρήση του.

Οι γραμμωτοί κώδικες πέτυχαν εμπορικά και έτυχαν ευρείας διάδοσης όταν χρησιμοποιήθηκαν για την αυτοματοποίηση των ταμειακών συστημάτων (checkouts) των σούπερ μάρκετ, χώρος στον οποίο έχουν τύχει σήμερα καθολικής αποδοχής και χρήσης. Το Συμβούλιο του Uniform Grocery Product Code επέλεξε, το 1973, το σχέδιο γραμμωτού κώδικα που αναπτύχθηκε από τον George Laurer. Ο γραμμωτός κώδικας του Laurer, με κάθετες ράβδους, εκτυπωνόταν καλύτερα από τον κυκλικό γραμμωτό κώδικα που είχε αναπτυχθεί από τους Woodland and Silver. Η πρώτη σάρωση γραμμωτού κώδικα ήταν του ιδιαίτερα γνωστού σήμερα τύπου Universal Product Code (UPC) και έγινε σε πακέτο τσιγλες της Wrigley Company τον Ιούνιο του 1974 σε σούπερ μάρκετ της Marsh στην Τροία (Troy) του Οχάιο, χρησιμοποιώντας σαρωτή της Photographic Sciences Corporation (Roberts 2019).

Η χρήση των γραμμωτών κωδίκων έχει εξαπλωθεί από τότε σε πολλές άλλες εργασίες που γενικά αυτές εντάσσονται στην κατηγορία της αυτόματης αναγνώρισης και καταγραφής δεδομένων (automatic identification and data capture - AIDC).

Στη συνέχεια χρησιμοποιούνται όροι και ορολογίες της τεχνολογίας του γραμμωτού κώδικα οι οποίοι επεξηγούνται περιληπτικά στο «Γλωσσάριο τεχνολογίας γραμμωτού κώδικα» που καταγράφηκε και επισυνάπτεται στο **Παράρτημα**.

Τα κύρια βήματα που περιλαμβάνει η χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- Σειρά πληροφοριών που αφορούν ένα προϊόν με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού το οποίο ακολουθεί και εφαρμόζει πρότυπα και κανόνες που αναφέρονται στην κωδικοποίηση και συμβολογία (symbology) του χώρου μεταφράζεται σε γραμμωτό κώδικα.
- Αυτός τυπώνεται με τη βοήθεια εκτυπωτή ή άλλης συσκευής σε ετικέτα, σε χαρτί, σε συσκευασία, στο ίδιο το αντικείμενο, κλπ. και συνοδεύει πλέον το προϊόν καθιστώντας το αναγνωρίσιμο.
- Ειδικά μηχανήματα ανάγνωσης (σαρωτές, ανιχνευτές, κάμερες, κλπ.) διαβάζουν τους γραμμωτούς κώδικες και ανακτούν τις πληροφορίες που εμπεριέχουν τις οποίες και μεταφέρουν σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές ή άλλες ψηφιακές συσκευές προς χρήση.

Η τεχνολογία γραμμωτού κώδικα βοηθά καταλυτικά στην ομαλή και ταχεία διακίνηση και διαχείριση τόσο των προϊόντων, όσο και των υπηρεσιών.

Οι τομείς της σύγχρονης επιχειρηματικής δραστηριότητας, στους οποίους βρίσκει εφαρμογή είναι πολλοί και συνεχώς αυξάνονται.

Ο γραμμωτός κώδικας, όπως όλες οι τεχνολογίες αυτόματης αναγνώρισης, υπάγεται στον ευρύτερο χώρο της επιστήμης της Πληροφορικής.

## 4.2 Συμβολογία

Στην τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα υπεισέρχονται δύο βασικές έννοιες που έχουν άμεση σχέση με τη δημιουργία και σύνταξη του γραμμωτού κώδικα, είναι αυτές της **κωδικοποίησης** και της **συμβολογίας** (symbology).

Η κωδικοποίηση αφορά το περιεχόμενο και το είδος των δεδομένων που θα περιλαμβάνονται στη γραμμωτή απεικόνιση (κωδικοποίηση της χώρας, του

κατασκευαστή, του προϊόντος, αριθμός σειράς, αριθμός συναλλαγής, κ.α.). Σχετίζεται με το σημασιολογικό σκέλος της πληροφορίας.

Η συμβολογία αφορά τον τρόπο που απεικονίζονται τα δεδομένα στη γραμμωτή μορφή (διαστάσεις, διακριτότητα, αναγνωσιμότητα, περιορισμός λαθών ανάγνωσης των φωτεινών και σκοτεινών γραμμών, αντιστοιχία και παράσταση των αλφαριθμητικών χαρακτήρων). Η συμβολογία είναι κάτι ανάλογο με τη γραμματική στη γλώσσα. Το περιεχόμενο της πληροφορίας του γραμμωτού κώδικα μπορεί να είναι οτιδήποτε, αρκεί να ακολουθεί τους γραμματικούς και συντακτικούς κανόνες της συμβολογίας.

Η προδιαγραφή μιας συμβολογίας συνήθως περιλαμβάνει τη μετάφραση των δεδομένων του μηνύματος σε ράβδους και κενά διαστήματα, τυχόν απαιτούμενους δείκτες έναρξης και διακοπής, το μέγεθος της ζώνης σιγής που απαιτείται να είναι πριν και μετά τον γραμμωτό κώδικα και τον υπολογισμό του ψηφίου ελέγχου.

Στις συμβολογίες με τον όρο «σύνολο χαρακτήρων» (character set) προσδιορίζεται το σύνολο των χαρακτήρων που μπορεί να αποδώσει μια συμβολογία. Μπορεί να είναι μόνο αριθμοί (αριθμητική συμβολογία) ή αλφαριθμητικοί που περιλαμβάνουν, συνήθως, τα 128 σύμβολα του κώδικα ASCII.

Οι συμβολογίες γραμμικού κώδικα μπορούν να ταξινομηθούν κυρίως με βάση δύο χαρακτηριστικά (Κακαβιάτος 2021). Το πρώτο έχει σχέση με το κατά πόσον η συμβολογία είναι συνεχής ή διακριτή και πιο συγκεκριμένα:

- Οι χαρακτήρες στις διακριτές συμβολογίες αποτελούνται από  $n$  σκοτεινές ράβδους και  $n - 1$  κενά διαστήματα. Υπάρχει ένα επιπλέον κενό διάστημα μεταξύ των χαρακτήρων, αλλά δεν μεταφέρει πληροφορίες και μπορεί να έχει οποιοδήποτε πλάτος αρκεί να μην συγχέεται με το τέλος του κώδικα (Σχήμα 4.2).



Σχήμα 4.2 Διακριτή συμβολογία.

- Στις συνεχείς συμβολογίες οι χαρακτήρες αποτελούνται από  $n$  ράβδους και  $n$  κενά διαστήματα και συνήθως εφάπτονται μεταξύ τους, με τον ένα χαρακτήρα να τελειώνει με κενό διάστημα και τον επόμενο να αρχίζει με σκοτεινή ράβδο ή αντίστροφα (Σχήμα 4.3). Απαιτείται ένα ειδικό μοτίβο τερματισμού που έχει ράβδους και στα δύο άκρα για να τερματίσει τον κώδικα.



Σχήμα 4.3. Συνεχής συμβολογία.

Το δεύτερο χαρακτηριστικό έχει σχέση με το πλάτος των ράβδων και των διαστημάτων (Wikipedia 2022a) όπου οι συμβολογίες διακρίνονται σε διπλού εύρους (two-width) και πολλαπλού εύρους (multi-width).

- Στην περίπτωση των γραμμωτών κωδικών διπλού εύρους έχουμε ράβδους και διαστήματα με δύο διαφορετικά πλάτη, το "φαρδύ" και το "στενό". Το ακριβές πλάτος των φαρδιών ράβδων και διαστημάτων δεν είναι τόσο κρίσιμο όσο η



αναλογία τους σε σχέση με τις στενές. Συνήθως επιτρέπεται να είναι μεταξύ 2 και 3 φορές το πλάτος των στενών ισοδυνάμων.

- Ορισμένες άλλες συμβολογίες χρησιμοποιούν ράβδους με δύο διαφορετικά ύψη (POSTNET) ή βασίζονται στην παρουσία / απουσία ράβδων (CPC Binary Barcode). Αυτές συνήθως κατατάσσονται επίσης στους δυαδικούς γραμμικούς κώδικες.
- Στις συμβολογίες πολλαπλού εύρους οι ράβδοι και τα κενά διαστήματα έχουν πολλά διαφορετικά πλάτη που όλα είναι πολλαπλάσια ενός βασικού πλάτους το οποίο ονομάζεται δομοστοιχείο (module). Στις περισσότερες τέτοιες συμβολογίες χρησιμοποιούνται τέσσερα πλάτη που είναι μεγέθους 1, 2, 3 και 4 δομοστοιχείων.

Η φωτεινή περιοχή που περιβάλλει ένα σύμβολο γραμμωτού κώδικα, αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του συμβόλου. Η περιοχή που προηγείται ή έπεται του συμβόλου ονομάζεται «ζώνη σιγής». Οι ζώνες σιγής έχουν συγκεκριμένες διαστάσεις που καθορίζονται από τις προδιαγραφές. Χωρίς την ύπαρξη αυτών, ο σαρωτής αδυνατεί να διαβάσει τον γραμμωτό κώδικα. Για να εξασφαλιστεί η επιτυχημένη ανάγνωση του συμβόλου, πρέπει οι ζώνες σιγής να μην παραβιάζονται από κάποιο άλλο γραφικό. Υπάρχουν περιπτώσεις που δεν τηρείται σωστά και γι αυτό είναι το πιο συνηθισμένο πρόβλημα στο σουπερμάρκετ όταν ο αναγνώστης δεν μπορεί να «διαβάσει» τον γραμμωτό κώδικα.

Ορισμένες συμβολογίες χρησιμοποιούν την τεχνική της αλληλένθεσης (interleaving). Ο πρώτος χαρακτήρας κωδικοποιείται χρησιμοποιώντας μαύρες ράβδους διαφορετικού πλάτους. Στη συνέχεια, ο δεύτερος χαρακτήρας κωδικοποιείται μεταβάλλοντας το πλάτος των κενών/λευκών διαστημάτων μεταξύ αυτών των ράβδων. Έτσι οι χαρακτήρες κωδικοποιούνται σε ζεύγη στο ίδιο τμήμα του γραμμικού κώδικα. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η συμβολογία ITF (Interleaved 2 of 5).

Υπάρχουν επίσης οι επάλληλες συμβολογίες που επαναλαμβάνουν μια δεδομένη γραμμική συμβολογία κάθετα.

Οι πιο συνηθισμένες μεταξύ των πολλών δισδιάστατων συμβολογιών είναι αυτές που εντάσσονται στην κατηγορία τύπων matrix, οι οποίοι διαθέτουν δομοστοιχεία σε σχήμα τετραγώνου ή κουκίδας διατεταγμένα σε μοτίβο πλέγματος. Οι δισδιάστατες συμβολογίες μπορεί επίσης να έχουν μοτίβα κυκλικά και ενδέχεται να

χρησιμοποιούν στεγανογραφία, αποκρύπτοντας δομοστοιχεία μέσα σε μια εικόνα (για παράδειγμα, DataGlyphs).

Οι γραμμικές συμβολογίες έχουν βελτιστοποιηθεί για ανάγνωση από σαρωτές λέιζερ, οι οποίοι σαρώνουν το γραμμωτό κώδικα κατά μήκος με δέσμη φωτός σε ευθεία γραμμή, διαβάζοντας τις φωτεινές-σκοτεινές εναλλαγές του μοτίβου. Η σάρωση υπό γωνία κάνει τα δομοστοιχεία να φαίνονται με διαφορετικό πλάτος, αλλά αυτό δεν αλλάζει τις μεταξύ τους αναλογίες. Οι επάλληλες συμβολογίες έχουν επίσης βελτιστοποιηθεί για να σαρώνονται από λέιζερ αναγνώστες, με το λέιζερ να πραγματοποιεί πολλαπλά περάσματα κατά μήκος του γραμμωτού κώδικα.

Στη δεκαετία του 1990, αναπτύχθηκε για την ανάγνωση γραμμωτών κωδίκων η τεχνολογία CCD (charge-coupled device) οι συσκευές της οποίας δεν περιλαμβάνουν κινούμενα μέρη, όπως συμβαίνει με τους σαρωτές λέιζερ. Από τα μέσα της δεκαετίας του 2000, η συγκεκριμένη τεχνολογία αντικαθιστά σταδιακά τη σάρωση με λέιζερ γιατί έχει καλύτερη απόδοση και αντοχή.

Οι δισδιάστατες συμβολογίες δεν μπορούν να διαβαστούν με λέιζερ, καθώς με την κατά μήκος ανάγνωση που κάνει η δέσμη φωτός δεν μπορεί να σαρώσει όλα τα δομοστοιχεία του γραμμωτού κώδικα. Γι αυτό σαρώνονται με συσκευές τεχνολογίας ψηφιακής εικόνας όπως η CCD ή η ψηφιακή κάμερα των κινητών τηλεφώνων.

### 4.3 Εκτύπωση γραμμωτών κωδίκων

Οι γραμμωτοί κώδικες όταν παράγονται συνήθως εκτυπώνονται στα προϊόντα που σημαίνουν ή στη συσκευασία τους. Βέβαια στην εποχή μας μπορεί να παραμείνουν και να χρησιμοποιηθούν σε ηλεκτρονική μορφή όπως στην περίπτωση των αεροπορικών εισιτηρίων που παραμένουν στα smartphones των επιβατών.

Στον κλάδο της βιομηχανικής εκτύπωσης υπάρχει μεγάλη ποικιλία μηχανημάτων και μοντέλων εκτυπωτών. Καθένα έχει διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες (GS1 2015), (Θεοδώρου 2021), όπως είναι η μέγιστη ταχύτητα, η εξειδίκευση του υποστρώματος, το ύψος εκτύπωσης και η ανάλυση DPI. Τρεις βασικές ερωτήσεις βοηθούν στην επιλογή του εκτυπωτή γραμμωτού κώδικα:

1. Σε τι υλικά θα γίνει η εκτύπωση; Το υλικό υποστρώματος στο οποίο θα τυπώσει είναι ένα κρίσιμο στοιχείο κατά την αναζήτηση εκτυπωτή. Όλα τα

υλικά έχουν μοναδικές ιδιότητες που επηρεάζουν την πρόσφυση του μελανιού. Για παράδειγμα, τα πορώδη υποστρώματα (π.χ. χαρτόνι ή χαρτί) επιτρέπουν στο μελάνι να εισχωρεί ή/και να σκορπάει κάτω από την επιφάνεια, ενώ τα μη πορώδη υποστρώματα (π.χ. πλαστικό ή μέταλλο) διαθέτουν επιφάνειες ανθεκτικές στο μελάνι. Κατά συνέπεια θα πρέπει να επιλεγεί εκτυπωτής κατάλληλος για το υλικό πάνω στο οποίο θα τυπώσει.

2. *Ποιές είναι οι απαιτήσεις της γραμμής παραγωγής;* Όπως τα υποστρώματα εκτύπωσης διαφέρουν από επιχείρηση σε επιχείρηση, έτσι διαφέρουν και οι ρυθμίσεις παραγωγής. Οι μεγαλύτερες γραμμές παραγωγής έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε εκτυπώσεις υψηλής ταχύτητας και επιδόσεις αδιάλειπτης λειτουργίας, ενώ για μικρότερες επιχειρήσεις μπορεί να θεωρηθεί υπερβολικό το κόστος που συνεπάγεται μια τέτοια επένδυση.
3. *Ποιό είναι το εύρος χρήσης του εκτυπωτή;* Ορισμένοι εκτυπωτές είναι πιο ευέλικτοι από άλλους. Για παράδειγμα, υπάρχουν εκτυπωτές που υπερέχουν στη σήμανση πορωδών υποστρωμάτων αλλά δεν είναι κατάλληλοι για να εκτυπώσουν σε μη πορώδη υλικά. Εάν η επιχείρηση χρειάζεται ένα μηχάνημα πολλαπλών χρήσεων, είναι σημαντικό να έχουν καταγραφεί προηγουμένως όλες οι πιθανές εφαρμογές του αλλιώς υπάρχει ο κίνδυνος επιλογής εκτυπωτή που δεν θα καλύψει με επάρκεια τις ανάγκες της.

Υπάρχουν τέσσερις κύριες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την εκτύπωση των γραμμωτών κωδίκων:

**Προεκτυπωμένοι γραμμωτοί κώδικες.** Οι προεκτυπωμένοι γραμμωτοί κώδικες συνήθως εκτυπώνονται με φλεξογραφικές τεχνικές (Σχήμα 4.4). Η φλεξογραφική εκτύπωση χρησιμοποιεί εύκαμπτες πλάκες εκτύπωσης φωτοπολυμερούς τυλιγμένες γύρω από περιστρεφόμενους κυλίνδρους σε πρέσα ιστού. Οι μεμβράνες με μελάνη έχουν ελαφρώς ανυψωμένη εικόνα και περιστρέφονται με υψηλές ταχύτητες για να μεταφέρουν την εικόνα στο υπόστρωμα. Τα μελάνια φλεξογραφίας μπορούν να εκτυπώνονται σε πολλούς τύπους απορροφητικών και μη απορροφητικών υλικών. Η φλεξογραφία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε σχεδόν οποιοδήποτε τύπο υποστρώματος, συμπεριλαμβανομένου του κυματοειδούς χαρτονιού, του σελοφάν, του πλαστικού, της ετικέτας, του υφάσματος και της μεταλλικής μεμβράνης.



Σχήμα 4.4. Φλεξογραφική εκτύπωση.

Σε αντίθεση με τα μεμονωμένα φύλλα χαρτιού που χρησιμοποιούνται στην εκτύπωση όφσετ, οι κύλινδροι υλικών που χρησιμοποιούνται στη φλεξογραφία επιτρέπουν την ταχύτερη εκτέλεση μεγάλων παραγγελιών.

**Ετικέτες** - είτε προεκτυπωμένες είτε τυπωμένες τη στιγμή της εφαρμογής στο προϊόν. Είναι η πλέον κοινότυπη εκτύπωση γραμμωτών κωδικών και συνήθως πρόκειται για εκτυπωτές που βασίζονται στις τεχνολογίες thermal ή thermal transfer (Σχήμα 4.5). Διαθέτουν θερμικές κεφαλές με μεγάλο αριθμό κουκίδων (μέχρι 23 dots/mm ή 600dots/inch) για εκτύπωση με μεγάλη ευκρίνεια, ταχύτητα και αξιοπιστία.



Σχήμα 4.5. Εκτυπωτής ετικετών (ZD600 της Zebra)

Οι συγκεκριμένοι εκτυπωτές μπορούν να παραδίδουν τις εκτυπωμένες ετικέτες είτε μία-μία για χειροκίνητη επικόλληση είτε σε ρολό, οπότε η επικόλληση μπορεί να

γίνεται με την χρησιμοποίηση μιας απλής ετικετέζας ή σε συνδυασμένο εκτυπωτή με αυτόματο σύστημα επικόλλησης (Print & Apply).

**Εκτυπωτές inkjet υψηλής ανάλυσης.** Πρόκειται για μηχανήματα βιομηχανικής εκτύπωσης inkjet, με υψηλή ανάλυση ειδικά βελτιωμένη για εκτύπωση γραμμωτών κωδίκων υψηλής αντίθεσης, υψηλής ποιότητας σε υψηλές ταχύτητες (Σχήμα 4.6).



Σχήμα 4.6. Εκτυπωτής inkjet υψηλής ανάλυσης (Pro-Series της Foxjet)

Χρησιμοποιούνται κυρίως σε μια τεχνική που είναι γνωστή ως 'Generic Carton Printing', δηλαδή χρήση κιβωτίων με προτυπωμένες μόνο τις σταθερές πληροφορίες της επιχείρησης και την μετέπειτα εκτύπωση όλων των μεταβλητών πληροφοριών (ονόματα προϊόντων, κωδικοί ιχνηλασιμότητας, γραμμωτοί κώδικες, λογότυπα, κτλ) πάνω στο κιβώτιο κατά την παραγωγική διαδικασία. Αποτελούν μια εναλλακτική λύση στα προ-τυπωμένα χαρτοκιβώτια, προσφέροντας δραστική μείωση του κόστους λόγω περιορισμένων απαιτήσεων σε αποθέματα κιβωτίων, αποφυγή των καθυστερήσεων από ελλείψεις κιβωτίων και μεγάλη ευελιξία για την παραγωγή. Συνήθως ενσωματώνουν και σαρωτή για έλεγχο ποιότητας του γραμμωτού κώδικα.

**Σήμανση λέιζερ LRM (Laser Reactive Marking).** Είναι μια καινοτόμος κατηγορία εκτύπωσης που βασίζεται στην τεχνολογία λέιζερ (Σχήμα 4.7). Η συγκεκριμένη διαδικασία σήμανσης προϋποθέτει από τους κατασκευαστές να εφαρμόσουν σε αρχική φάση στα χαρτοκιβώτια και τις συσκευασίες που θα χρησιμοποιήσουν κενά επιθέματα (patches), χωρίς γραμμωτούς κώδικες, εμποτισμένα με μελάνη αντιδρώσα σε λέιζερ τεχνολογίας CO<sub>2</sub>. Τα επιθέματα μπορεί να είναι διαφανή ή χρωματιστά και έχουν κατασκευαστεί έτσι ώστε να αλλάζουν από το υπάρχον χρώμα τους σε μαύρο όταν χτυπηθούν από λέιζερ χαμηλής ενέργειας. Με αυτόν τον τρόπο, οι παραγωγοί

μπορούν να προσθέσουν τις πληροφορίες δηλαδή να τυπώσουν τους γραμμωτούς κώδικες μετά το γέμισμα και το κλείσιμο της συσκευασίας. Στη συγκεκριμένη διεργασία δεν εμπλέκεται καύση, αφαίρεση ή χάραξη - μόνο μια φωτοθερμική αντίδραση στην εφαρμογή του λέιζερ.



Σχήμα 4.7. Εκτυπωτής LRM (Reveal της Videojet)

Η σήμανση λέιζερ LRM έχει εφαρμογή κυρίως σε βιομηχανίες μαζικής παραγωγής και λειτουργίας 24x7 αφού μπορεί να λειτουργεί αδιάλειπτα, δεν έχει απαιτήσεις σε αναλώσιμα (π.χ. ετικέτες, μελανοταινίες), δεν παράγει απόβλητα, δεν λερώνει με μελάνια. Επίσης είναι ταχύτατη, δεν χρειάζονται διακοπές λειτουργίας των εκτυπωτικών μηχανημάτων για επαναρυθμίσεις, τα επιθέματα είναι ανθεκτικά σε δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες και οι γραμμωτοί κώδικες είναι ευανάγνωστοι.

#### 4.4 Ανάγνωση γραμμωτού κώδικα

Ο αναγνώστης γραμμωτού κώδικα (ή σαρωτής γραμμωτού κώδικα) είναι ένας οπτικός σαρωτής που μπορεί να διαβάσει εκτυπωμένους γραμμωτούς κώδικες, να αποκωδικοποιήσει τα δεδομένα που περιέχονται σε αυτούς και να τα επεξεργαστεί ή/και να τα στείλει μέσω της θύρας εξόδου σε έναν υπολογιστή. Όπως ένας επίπεδος σαρωτής, αποτελείται από μια πηγή φωτός, έναν φακό και έναν αισθητήρα φωτός για τη μετάφραση των οπτικών παλμών σε ηλεκτρικά σήματα (Σχήμα 4.8).



Σχήμα 4.8. Αναγνώστης γραμμωτού κώδικα χειρός (Cognex - DataMan 8050 Series)

Υπάρχουν πολλοί τύποι σαρωτών γραμμωτού κώδικα στην αγορά που καλύπτουν τις πολλές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται οι γραμμωτοί κώδικες. Βασικά στοιχεία που τους χαρακτηρίζουν είναι οι δυνατότητές τους στην αποκωδικοποίηση, η αξιοπιστία τους και η επικοινωνία τους με τα πληροφοριακά συστήματα. Ο πιο σημαντικός τρόπος για την κατάταξη της απόδοσης του αναγνώστη γραμμωτού κώδικα είναι ο ρυθμός ανάγνωσής του. Ρυθμός ανάγνωσης είναι ο αριθμός των γραμμωτών κωδίκων που διαβάστηκαν διαιρεμένος με τον αριθμό των αναγνώσεων που επιχειρήθηκε. Συνήθως εκφράζεται ως ποσοστό και όσο πιο κοντά στο 100%, τόσο το καλύτερο. Για παράδειγμα αν διαβαστούν 9.900 γραμμωτοί κώδικες στις 10.000 προσπάθειες ο ρυθμός ανάγνωσης θα είναι  $9.900 / 10.000 = 99\%$ . Οι συσκευές ανάγνωσης γραμμωτού κώδικα μπορούν να διαφοροποιηθούν ανάλογα με τις τεχνολογίες ως εξής (Wikipedia 2022e), (Palmer 2007):

**Αναγνώστες τύπου στυλό.** Οι αναγνώστες τύπου στυλό αποτελούνται από μια πηγή φωτός και μια φωτοδίοδο που τοποθετούνται η μία δίπλα στην άλλη στην άκρη ενός στυλό. Για να διαβαστεί ένας γραμμωτός κώδικας, το άτομο που κρατά το στυλό πρέπει να μετακινήσει την άκρη του στις ράβδους με σχετικά ομοιόμορφη ταχύτητα. Η φωτοδίοδος μετρά την ένταση του φωτός που ανακλάται πίσω από την πηγή φωτός καθώς η άκρη διασχίζει κάθε γραμμή και κενό διάστημα στον εκτυπωμένο κώδικα. Η φωτοδίοδος δημιουργεί μια κυματομορφή που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του πλάτους των ράβδων και των διαστημάτων στον γραμμωτό κώδικα. Οι σκοτεινές ράβδοι στον γραμμωτό κώδικα απορροφούν το φως και τα λευκά διαστήματα αντανακλούν το φως, έτσι ώστε η κυματομορφή τάσης που δημιουργείται από τη φωτοδίοδο να είναι μια αναπαράσταση της γραμμής και του διαστήματος στο γραμμωτό κώδικα.

**Σαρωτές λέιζερ.** Μια δέσμη λέιζερ σαρώνει εμπρός και πίσω κατά μήκος του γραμμωτού κώδικα. Όπως και με τη συσκευή ανάγνωσης τύπου στυλό, μια φωτοδίοδος χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της έντασης του φωτός που ανακλάται πίσω από τον γραμμωτό κώδικα.

**Συσκευές ανάγνωσης CCD.** Οι συσκευές ανάγνωσης CCD (Charge-coupled device) χρησιμοποιούν μια σειρά από εκατοντάδες μικροσκοπικούς αισθητήρες φωτός που είναι παραταγμένοι στη σειρά στην κεφαλή της συσκευής ανάγνωσης. Κάθε αισθητήρας μετρά την ένταση του φωτός ακριβώς μπροστά του. Κάθε μεμονωμένος αισθητήρας φωτός στη συσκευή ανάγνωσης CCD είναι εξαιρετικά μικρός και επειδή υπάρχουν εκατοντάδες αισθητήρες παρατεταγμένοι στη σειρά, ένα μοτίβο τάσης πανομοιότυπο με το σχέδιο σε έναν γραμμωτό κώδικα δημιουργείται στη συσκευή ανάγνωσης μετρώντας διαδοχικά τις τάσεις σε κάθε αισθητήρα στη σειρά.

**Αναγνώστες που βασίζονται σε κάμερα.** Οι σαρωτές δισδιάστατης απεικόνισης είναι ένας νεότερος τύπος αναγνώστη γραμμωτού κώδικα. Χρησιμοποιούν μια κάμερα και τεχνικές επεξεργασίας εικόνας για την αποκωδικοποίηση του γραμμωτού κώδικα.

**Συσκευές ανάγνωσης βιντεοκαμερών.** Χρησιμοποιούν μικρές βιντεοκάμερες ίδιας τεχνολογίας με αυτήν που χρησιμοποιούν οι συσκευές ανάγνωσης CCD, με τη διαφορά ότι αντί να έχει μία μόνο σειρά αισθητήρων, μια βιντεοκάμερα έχει εκατοντάδες σειρές αισθητήρων διατεταγμένων σε μια δισδιάστατη διάταξη έτσι ώστε να μπορούν να δημιουργήσουν εικόνα.

**Οι αναγνώστες μεγάλου οπτικού πεδίου.** Χρησιμοποιούν βιομηχανικές κάμερες υψηλής ανάλυσης για να καταγράφουν πολλούς γραμμικούς κώδικες ταυτόχρονα. Όλοι οι γραμμωτοί κώδικες που εμφανίζονται στην εικόνα μπορούν να αποκωδικοποιηθούν ταυτόχρονα.





Σχήμα 4.9. Αναγνώστης σταθερής βάσης που διαβάζει το γραμμωτό κώδικα και από τις 6 πλευρές ενός χαρτοκιβωτίου με 99,9% ρυθμό ανάγνωσης. (Cognex - 6-Sided Barcode Reading Tunnels).

**Πανκατευθυντικοί σαρωτές γραμμωτού κώδικα.** Η πανκατευθυντική σάρωση χρησιμοποιεί σειρές ευθειών ή καμπυλωτών γραμμών σάρωσης ποικίλων κατευθύνσεων με τη μορφή starburst, καμπύλης Lissajous ή άλλης πολυγωνικής διάταξης που προβάλλονται επί του γραμμωτού κώδικα και μία ή περισσότερες από αυτές θα μπορούν να διασχίσουν και να διαβάσουν όλες τις γραμμές και τα κενά του συμβόλου, ανεξάρτητα από τον προσανατολισμό (Σχήμα 4.9). Σχεδόν όλοι οι σαρωτές αυτού του τύπου χρησιμοποιούν τεχνολογία λέιζερ.

**Κάμερες κινητών τηλεφώνων.** Ενώ οι κάμερες κινητών τηλεφώνων χωρίς αυτόματη εστίαση δεν είναι ιδανικές για την ανάγνωση ορισμένων κοινών μορφών γραμμωτού κώδικα, υπάρχουν 2D γραμμωτοί κώδικες που είναι βελτιστοποιημένοι για κινητά τηλέφωνα, όπως οι κώδικες QR (Quick Response) και οι κώδικες Data Matrix που μπορούν να διαβαστούν γρήγορα και με ακρίβεια με ή χωρίς αυτόματη εστίαση (Alarçite 2010). Η ανάγνωση των γραμμωτών κωδίκων με τις κάμερες κινητών τηλεφώνων επιτρέπουν πλήθος εφαρμογών για τους καταναλωτές.

Οι σαρωτές γραμμωτού κώδικα μπορούν επίσης να ταξινομηθούν με βάση τη σύνδεσή τους και επικοινωνία με τον υπολογιστή. Οι πιο γνωστές συνδέσεις είναι:

**RS-232.** Οι πρώτοι σαρωτές γραμμωτού κώδικα, όλων των μορφών, χρησιμοποιούσαν σχεδόν καθολικά την τότε κοινή σειριακή διεπαφή RS-232. Αυτό ήταν ένα ηλεκτρικά απλό μέσο σύνδεσης και το λογισμικό για πρόσβαση σε αυτό

είναι επίσης σχετικά απλό, αν και πρέπει να γραφτεί για συγκεκριμένους υπολογιστές και τις σειριακές τους θύρες.

**Keyboard wedge (PS/2, etc).** Καθώς το PC με τις διάφορες τυπικές διεπαφές του εξελίχθηκε, γινόταν όλο και πιο εύκολο να συνδεθεί ο σαρωτής σε αυτόν. Οι σαρωτές διασύνδεσης πληκτρολογίου συνδέονται πλέον με έναν υπολογιστή χρησιμοποιώντας καλώδιο προσαρμογέα συμβατό με πληκτρολόγιο PS/2 ή AT (γνωστό ως "keyboard wedge"). Οι χαρακτήρες από τον σαρωτή γραμμωτού κώδικα εμφανίζονται στον υπολογιστή ακριβώς σαν να είχαν πληκτρολογηθεί στο πληκτρολόγιο. Σήμερα ο όρος keyboard wedge χρησιμοποιείται ευρύτερα για κάθε συσκευή που μπορεί να συνδεθεί και να συμβάλει στη ροή δεδομένων που προέρχονται «από το πληκτρολόγιο».

**USB.** Μετά την εποχή PS/2, οι συσκευές ανάγνωσης γραμμωτού κώδικα άρχισαν να χρησιμοποιούν θύρες USB αντί για θύρα πληκτρολογίου, κάτι που ήταν πιο βολικό. Για να διατηρηθεί η εύκολη ενσωμάτωση με τα υπάρχοντα προγράμματα, μερικές φορές χρειαζόταν να φορτωθεί ένα πρόγραμμα οδήγησης συσκευής που ονομαζόταν "software wedge". Σήμερα, οι συσκευές ανάγνωσης γραμμωτού κώδικα USB είναι «plug and play».

**Δίκτυα Ethernet.** Η επικοινωνία Ethernet είναι η ταχύτερη και πιο αξιόπιστη μέθοδος μεταφοράς δεδομένων.

**Ασύρματη δικτύωση.** Ορισμένες σύγχρονες συσκευές ανάγνωσης γραμμωτού κώδικα χειρός μπορούν να λειτουργήσουν σε ασύρματα δίκτυα σύμφωνα με το IEEE 802.11g (WLAN) ή το IEEE 802.15.1 (Bluetooth). Ορισμένοι αναγνώστες γραμμωτού κώδικα υποστηρίζουν επίσης ραδιοσυχνότητες, δηλαδή 433 MHz ή 910 MHz.

Η ανάλυση του σαρωτή μετριέται από το μέγεθος της κουκκίδας φωτός που εκπέμπεται από τη συσκευή ανάγνωσης. Εάν αυτή η φωτεινή κουκκίδα είναι ευρύτερη από οποιαδήποτε γραμμή ή κενό στον γραμμωτό κώδικα, τότε θα επικαλύπτει δύο στοιχεία (δύο κενά ή δύο γραμμές) και μπορεί να παράγει λάθος αποτέλεσμα. Από την άλλη πλευρά, εάν χρησιμοποιείται μια πολύ μικρή κουκκίδα φωτός, τότε μπορεί να παρερμηνεύσει οποιοδήποτε σημείο στον γραμμωτό κώδικα κάνοντας λάθος ανάγνωση. Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη διάσταση είναι 13 mil (0,013 in ή 0,33 mm), αν και ορισμένοι σαρωτές μπορούν να διαβάσουν κώδικες με διαστάσεις τόσο μικρές όσο 3 mil (0,003 in ή 0,075 mm). Οι μικρότεροι γραμμωτοί κώδικες πρέπει να εκτυπώνονται σε υψηλή ανάλυση για να διαβάζονται με ακρίβεια.

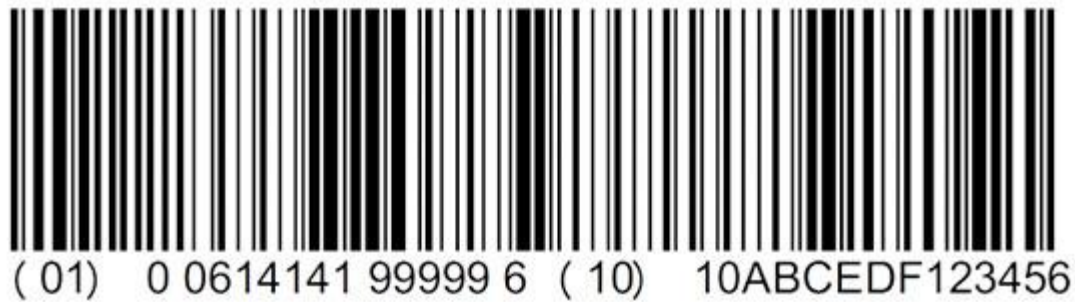
## 4.5 Ποιοτικός έλεγχος γραμμωτών κωδίκων

Οι γραμμωτοί κώδικες είναι ιδιαίτερα σημαντικοί σήμερα σε πολλούς κλάδους. Είτε χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση ενός προϊόντος σε ένα κατάστημα λιανικής, είτε σε μια συσκευασία που ταξιδεύει μέσω της εφοδιαστικής αλυσίδας ή σε ένα σημαντικό αντικείμενο που χρησιμοποιείται στην αεροδιαστημική, κάθε γραμμωτός κώδικας πρέπει να περιέχει τα σωστά δεδομένα (κωδικοποιημένα στην κατάλληλη μορφή) και επίσης να είναι εγγυημένη η ανάγνωσή του από τον κατάλληλο σαρωτή γραμμωτού κώδικα. Η μη ανάγνωση ενός γραμμωτού κώδικα ή ακόμη χειρότερα η ανάγνωση λάθος δεδομένων μέσω αυτού, μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα στη γραμμή παραγωγής ενός εργοστασίου, δυσλειτουργίες στη ροή μιας εφοδιαστικής αλυσίδας και σε απρόβλεπτες οικονομικές επιβαρύνσεις για τους παραγωγούς. Οι μεγάλες εταιρίες λιανικής επιβάλλουν σημαντικές κυρώσεις όταν εντοπίζουν μη συμβατούς γραμμωτούς κώδικες. Αυτές οι κυρώσεις μπορούν να μειώσουν τα έσοδα ενός κατασκευαστή κατά 2% έως 10% (Zieger 2003).

Είναι σύνηθες για τους παραγωγούς και τους χρήστες γραμμωτών κωδίκων να διαθέτουν συστήματα διαχείρισης ποιότητας που περιλαμβάνουν επαλήθευση ή/και επικύρωση γραμμωτών κωδίκων (David 2018). Η επικύρωση και η επαλήθευση ενός γραμμωτού κώδικα είναι δύο ξεχωριστές διαδικασίες, καθεμία από τις οποίες είναι σημαντική για να διασφαλίσει ότι οι γραμμωτοί κώδικες που χρησιμοποιούνται στα προϊόντα και τις συσκευασίες κωδικοποιούνται σωστά με τα σωστά δεδομένα και ότι η ποιότητα του κώδικα είναι σε αποδεκτό επίπεδο.

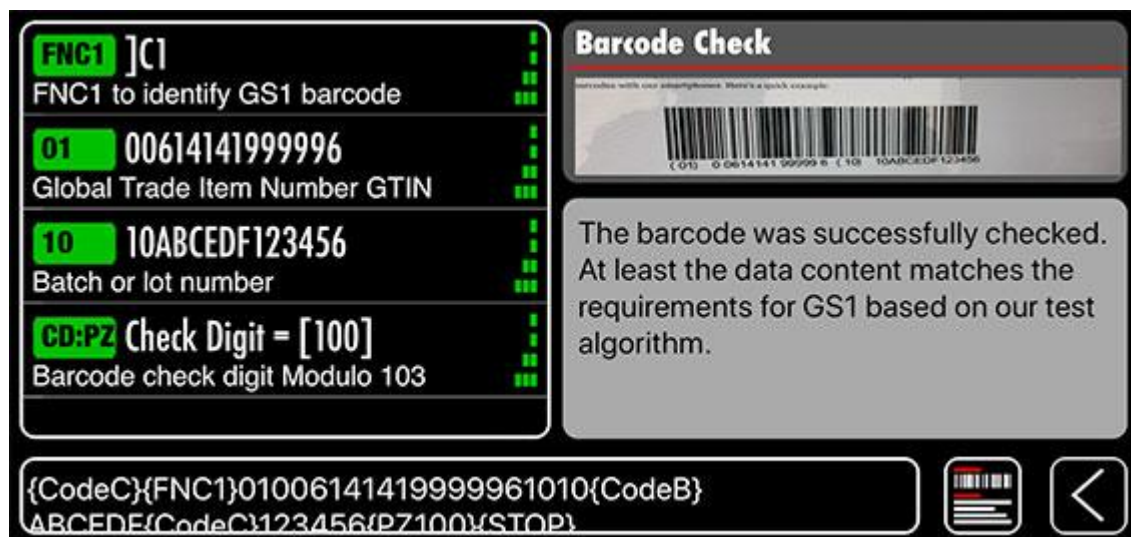
### 4.5.1 Επικύρωση γραμμωτού κώδικα

Η επικύρωση γραμμωτού κώδικα έχει να κάνει με τη διασφάλιση ότι ο γραμμωτός κώδικας μπορεί να διαβαστεί και ότι η μορφή των δεδομένων είναι σωστή για την εν λόγω εφαρμογή. Η επικύρωση είναι σαν τον έλεγχο ορθογραφίας και στις περισσότερες περιπτώσεις είναι εύκολο να γίνει, αφού μπορούμε να επικυρώσουμε τους γραμμωτούς κώδικες ακόμη και με το smartphone (David 2018). Ένα παράδειγμα δίνεται στο Σχήμα 4.10.



Σχήμα 4.10. Γραμμωτός κώδικας GS1 128 προς επικύρωση.

Πρόκειται για ένα συνήθη γραμμωτό κώδικα – κώδικας GS1 128 που κωδικοποιείται με ένα GTIN και έναν αριθμό παρτίδας. Χρησιμοποιώντας μέσω του κινητού τηλεφώνου εφαρμογή Ελέγχου Γραμμωτού Κώδικα εμφανίζεται η αναφορά επικύρωσης του Σχήματος 4.11. Η αναφορά είναι χρήσιμη γιατί δείχνει ότι ο συγκεκριμένος γραμμωτός κώδικας πληροί τις προδιαγραφές κωδικοποίησης GS1 και επιβεβαιώνει ότι το GTIN και ο αριθμός παρτίδας προσδιορίζονται σωστά.



Σχήμα 4.11. Αναφορά επικύρωσης του γραμμωτού κώδικα.

Όμως η επικύρωση του γραμμωτού κώδικα μέσω της συγκεκριμένης εφαρμογής ή οποιασδήποτε άλλης παρόμοιας δεν δείχνει κατά πόσον ο γραμμωτός κώδικας πληροί τα ποιοτικά πρότυπα GS1 ή οποιοδήποτε άλλο πρότυπο. Σίγουρα δεν θα βοηθήσει τον κατασκευαστή να απαντήσει στον μεγάλο πελάτη που θα του επισημάνει ότι, παρόλο που οι γραμμωτοί κώδικες τους οποίους παράγει είναι αναγνώσιμοι, δεν πληρούν τα κριτήρια ποιότητας GS1. Για να διασφαλιστεί η ποιότητα του γραμμωτού κώδικα, είναι σημαντικό να χρησιμοποιηθεί σύστημα επαλήθευσης που θα επιβεβαιώνει ότι οι εν λόγω γραμμωτοί κώδικες πληρούν τα πρότυπα ποιότητας.

Η επικύρωση γραμμωτού κώδικα μπορεί να περιλαμβάνει και αξιολογήσεις γραμμωτών κωδίκων μετά από παρατεταμένη χρήση και έκθεσή των σε εξωτερικούς παράγοντες φθοράς όπως ηλιακό φως, τριβή, κρούση, υγρασία κ.λπ (Garner & Scott 2019).

#### **4.5.2 Επαλήθευση γραμμωτού κώδικα**

Η επαλήθευση γραμμωτού κώδικα εξετάζει τη δυνατότητα σάρωσης και την ποιότητα του γραμμωτού κώδικα σε σχέση με τα βιομηχανικά πρότυπα και τις προδιαγραφές. Η επαλήθευση παρομοιάζει με τον έλεγχο καλλιγραφίας όπου μια λέξη μπορεί να είναι ορθογραφημένη σωστά αλλά να μην μπορεί να διαβαστεί λόγω κακογραφίας. Οι επαληθευτές γραμμωτού κώδικα χρησιμοποιούνται κυρίως από επιχειρήσεις που δημιουργούν και εκτυπώνουν γραμμωτούς κώδικες. Κάθε εμπορικός εταίρος στην εφοδιαστική αλυσίδα μπορεί να ελέγξει την ποιότητα του γραμμωτού κώδικα. Είναι σημαντικό να επαληθεύεται ένας γραμμωτός κώδικας για να διασφαλίζεται ότι οποιοσδήποτε αναγνώστης στην αλυσίδα εφοδιασμού μπορεί να τον αποκωδικοποιήσει επιτυχώς με χαμηλό ποσοστό σφάλματος. Ένας επαληθευτής γραμμωτού κώδικα λειτουργεί με τον τρόπο που λειτουργεί ο αναγνώστης γραμμωτού κώδικα, αλλά αντί για απλή αποκωδικοποίηση, ο επαληθευτής πραγματοποιεί μια σειρά ποιοτικών ελέγχων (Brown 2022).

Η επαλήθευση γραμμωτού κώδικα (Σχήμα 4.12) είναι διαδικασία βαθμολόγησης της αποδεκτής ή μη ποιότητας των γραμμωτών κωδίκων. Ο επαληθευτής εκχωρεί μετά τον έλεγχο ένα συνολικό βαθμό στον γραμμωτό κώδικα βασισμένος σε μετρήσεις πολλών ποιοτικών παραμέτρων. Αυτές οι παράμετροι αφορούν έναν αριθμό παραγόντων που επηρεάζουν την ικανότητα των αναγνωστών γραμμωτών κωδίκων να αναγνωρίζουν και να αποκωδικοποιούν τον γραμμωτό κώδικα. Οι επαληθευτές ελέγχουν διαφορετικές παραμέτρους για γραμμωτούς κώδικες 1D, 2D και DPM (Direct part marking) βασισμένοι σε διεθνή και βιομηχανικά πρότυπα όπως είναι τα ISO πρότυπα.



Σχήμα 4.12. Επαλήθευση γραμμωτού κώδικα.

Για τους γραμμικούς γραμμωτούς κώδικες, εκτελούνται μεταξύ άλλων οι παρακάτω έλεγχοι:

- Αντίθεση άκρων (Edge contrast - EC)
- Ελάχιστη ανάκλαση ράβδου (Minimum bar reflectance - Rb)
- Ελάχιστη ανάκλαση διαστήματος (Minimum space reflectance - Rs)
- Αντίθεση συμβόλου (Symbol contrast - SC)
- Ελάχιστη αντίθεση άκρων Minimum edge contrast - ECmin)
- Διαμόρφωση (Modulation - MOD)
- Κενό μεταξύ χαρακτήρων (Inter-character gap)
- Ελαττώματα (Defects)
- Αποκωδικοποίηση (Decode)
- Αποκωδικοποιησιμότητα (Decodability)

ενώ για τους 2D γραμμωτούς κώδικες εκτελούνται οι:

- Αντίθεση συμβόλου (Symbol contrast)
- Διαμόρφωση (Modulation)
- Αποκωδικοποίηση (Decode)
- Μη χρησιμοποιούμενος διορθωτής λάθους (Unused error correction)
- Φθορά σταθερού μοτίβου (Fixed pattern damage)
- Ανομοιομορφία πλέγματος (Grid non-uniformity)
- Αξονική ανομοιομορφία (Axial non-uniformity)

Επεξηγήσεις για τις παραπάνω παραμέτρους δίνονται στο Γλωσσάριο του **Παράρτηματος** καθώς και στην αναφορά (Express 2022).

Η μέτρηση του επαληθευτή πρέπει να είναι επαναλαμβανόμενη και συνεπής. Αυτό απαιτεί σταθερές συνθήκες όπως απόσταση, γωνία φωτισμού, γωνία αισθητήρα και διάφραγμα επαληθευτή. Με βάση τα αποτελέσματα της επαλήθευσης, η διαδικασία παραγωγής μπορεί να προσαρμοστεί ώστε να εκτυπώνει γραμμωτούς κώδικες υψηλότερης ποιότητας προς χρήση στην αλυσίδα εφοδιασμού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΤΥΠΟΙ ΓΡΑΜΜΩΤΩΝ ΚΩΔΙΚΩΝ

#### 5.1 Κατηγοριοποίηση

Βασική αρχή του γραμμωτού κώδικα είναι η απόδοση ενός μοναδικού αριθμού σε κάθε προϊόν ή υπηρεσία, έτσι ώστε να μπορεί να αναγνωρίζεται αδιαμφισβήτητα οπουδήποτε στον κόσμο, ανεξάρτητα από προέλευση ή προορισμό. Λόγω του τεράστιου πλήθους των διαφορετικών ειδών, επιχειρησιακών λειτουργιών και αναγκών που καλούνται να καλύψουν οι γραμμωτοί κώδικες έχουν αναπτυχθεί πολλοί και διαφορετικοί τύποι γραμμωτών κωδίκων που καλύπτουν κατά περίπτωση καλύτερα τις απαιτήσεις των εμπλεκόμενων χρηστών και επιχειρήσεων (Wikipedia 2022a). Σημειώνεται ότι για να πιστοποιείται η αυθεντικότητα του γραμμωτού κώδικα, και να μην κατασκευάζει ο καθένας τους δικούς του, υπάρχουν αρκετές ασφαλιστικές δικλείδες.

Η κατηγοριοποίηση των τύπων γραμμωτών κωδίκων διαφέρει αναλόγως με τη σκοπιά που θα τους κατατάξει κάποιος. Ένας βασικός παράγοντας για την κατηγοριοποίηση των τύπων γραμμωτού κώδικα αφορά το είδος των χαρακτήρων που κωδικοποιείται σε αυτόν και είναι γνωστό ως σύνολο χαρακτήρων (character set) γραμμωτού κώδικα. Γνωρίζοντας το είδος των πληροφοριών που πρόκειται να κωδικοποιηθεί, η επιλογή γραμμωτού κώδικα είναι σαφώς πιο εύκολη. Ποιού είδους χαρακτήρων όμως μπορεί να περιλαμβάνει ένας γραμμωτός κώδικας; Υπάρχουν γενικά τέσσερις διαφορετικοί τύποι συνόλων χαρακτήρων:

- Αριθμητικό — περιλαμβάνει μόνο αριθμούς (0-9)
- Αλφαριθμητικό — περιλαμβάνει αριθμούς και αλφαβητικούς χαρακτήρες (0-9 και A-Z)
- Σύνολο χαρακτήρων με κωδικοποίηση GS1 AI encodable character set 82 — περιλαμβάνει αριθμούς (0-9), αλφαβητικούς χαρακτήρες (A-Z) και ειδικούς χαρακτήρες
- Πλήρες ASCII — περιλαμβάνει οποιονδήποτε χαρακτήρα ASCII (τιμή 0-127)

Η πλέον συνήθης κατηγοριοποίηση των γραμμωτών κωδίκων γίνεται με βάση τις διαστάσεις τους οπότε και εντάσσονται σε δύο κύριες κατηγορίες:

- τον γραμμικό ή μονοδιάστατο γραμμωτό κώδικα (1D barcode)



- τον δισδιάστατο γραμμωτό κώδικα (2D barcode) που υποδιαιρείται στις επιμέρους κατηγορίες
  - του γραμμωτού κώδικα Matrix (Matrix barcode) και
  - του επάλληλου γραμμικού γραμμωτού κώδικα (stacked linear barcode)

Επίσης αξίζει να αναφερθεί και η ειδική κατηγορία του ταχυδρομικού γραμμωτού κώδικα (postal barcode) που δεν εντάσσεται στις παραπάνω.

Από την πληθώρα τύπων γραμμωτών κωδίκων θα επικεντρωθούμε στη συνέχεια σε ορισμένους από τους πλέον γνωστούς και χρησιμοποιούμενους διεθνώς (Dynamsoft 2020), (IDAutomation 2022) ακολουθώντας την παραπάνω κατηγοριοποίηση.

## 5.2 Γραμμικός γραμμωτός κώδικας (1D barcode)

Ο γραμμικός γραμμωτός κώδικας (γνωστός επίσης ως 1D ή μονοδιάστατος) είναι η πλέον γνωστή κατηγορία γραμμωτών κωδίκων. Όλες οι πληροφορίες στον γραμμικό γραμμωτό κώδικα (Σχήμα 5.1) οργανώνονται οριζόντια με κάθετες σκοτεινές ράβδους και φωτεινά διαστήματα (λευκές ράβδους) που σχηματίζουν μεταξύ τους ένα σχέδιο (μοτίβο) και διαβάζεται από έναν σαρωτή. Αρκετοί τύποι 1-D κωδίκων αποθηκεύουν μόνο αριθμητικά δεδομένα, ενώ άλλοι μπορούν να κωδικοποιήσουν πρόσθετους χαρακτήρες.



Σχήμα 5.1. Γραμμικός γραμμωτός κώδικας

Το ύψος του γραμμωτού κώδικα ποικίλλει ανάλογα με το διαθέσιμο χώρο σε ένα προϊόν και τη δυνατότητα του αναγνώστη γραμμικού γραμμωτού κώδικα να διαβάσει γραμμωτούς κώδικες μικρού ή μεγάλου μεγέθους.

### 5.2.1 UPC-A

Ο γραμμωτός κώδικας UPC-A δημιουργήθηκε από την IBM το 1971.

Ο UPC-A κωδικοποιεί 11 ψηφία δεδομένων πληροφοριών προϊόντος μαζί με ένα τελικό ψηφίο ελέγχου, δηλαδή συνολικά 12 ψηφία δεδομένων γραμμωτού κώδικα, τα οποία είναι όλα αριθμητικά. Τα 11 πρώτα ψηφία χωρίζονται περαιτέρω σε τρεις λογικές κατηγορίες.

- Το πρώτο ψηφίο αντιπροσωπεύει τις πληροφορίες σχετικά με τον τύπο του προϊόντος.
- Τα επόμενα πέντε ψηφία περιέχουν πληροφορίες για τον κατασκευαστή του προϊόντος (κωδικός κατασκευαστή).
- Τα τελευταία πέντε ψηφία περιέχουν πληροφορίες για το συγκεκριμένο προϊόν (κωδικός προϊόντος).

Το δωδέκατο ψηφίο είναι το ψηφίο ελέγχου (check digit) που προκύπτει από μαθηματικό τύπο ο οποίος χρησιμοποιεί τα προηγούμενα ψηφία στον υπολογισμό του. Με βάση αυτό το ψηφίο ο αναγνώστης του γραμμωτού κώδικα ελέγχει την ορθότητα των δεδομένων που διάβασε.

Ένα παράδειγμα γραμμωτού κώδικα UPC-A δίνεται στο Σχήμα 5.2:



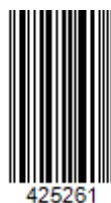
Σχήμα 5.2. Γραμμωτός κώδικας UPC-A

Ο γραμμωτός κώδικας UPC-A χρησιμοποιείται ευρέως στις ΗΠΑ και τον Καναδά για τη σάρωση εμπορικών αντικειμένων στο σημείο πώλησης.

### 5.2.2 UPC-E

Το UPC-E είναι μια παραλλαγή του UPC-A που επιτρέπει έναν πιο συμπαγή γραμμωτό κώδικα συμπιέζοντας τα μη απαραίτητα μηδενικά. Αυτό βοηθά στο να έχει ο γραμμωτός κώδικας UPC-E περίπου το μισό μέγεθος ενός γραμμωτού κώδικα UPC-A. Έτσι, το UPC-E μπορεί γενικά να χρησιμοποιηθεί σε έναν πολύ μικρό χώρο

όπου ένας πλήρης γραμμωτός κώδικας UPC-A δεν μπορούσε να χωρέσει (Σχήμα 5.3).

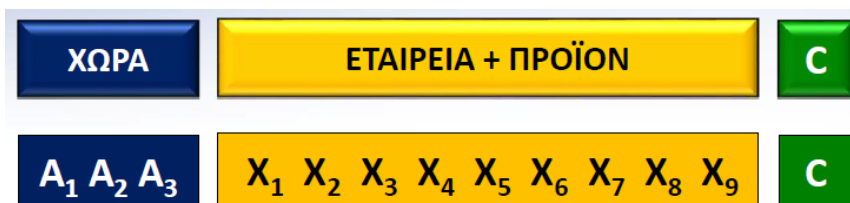


Σχήμα 5.3 Γραμμωτός κώδικας UPC-E

Οι γραμμωτοί κώδικες UPC-A και UPC-E περιέχουν μόνο αριθμούς. Επομένως, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε προϊόντα λιανικών καταστημάτων που γενικά δεν απαιτούν σύνθετη κωδικοποίηση πληροφοριών. Ο γραμμωτός κώδικας UPC-E χρησιμοποιείται στη λιανική και την αποθήκευση ειδών, ειδικά στις ΗΠΑ και τον Καναδά.

### 5.2.3 EAN 13

Ο οργανισμός International Article Numbering Association στην Ευρώπη σχεδίασε τον τύπο γραμμωτού κώδικα EAN-13 (EAN - European Article Number). Οι περισσότερες χώρες στον κόσμο (εκτός ΗΠΑ και Καναδά) χρησιμοποιούν αυτόν τον τύπο γραμμωτού κώδικα. Ο EAN-13 είναι 13ψήφιος (12 ψηφία για δεδομένα και ένα ψηφίο ελέγχου) και αποτελεί πρότυπο γραμμωτού κώδικα που είναι ένα υπερσύνολο του αρχικού 12ψήφιου πρότυπου γραμμωτού κώδικα Universal Code Product (UPC). Επομένως, οποιοδήποτε λογισμικό ή συσκευή μπορεί να διαβάσει ένα σύμβολο EAN-13 αυτόματα μπορεί να διαβάσει κι ένα σύμβολο UPC-A.



Σχήμα 5.4. Γραμμωτός κώδικας EAN-13.

Τα 13 ψηφία του γραμμωτού κώδικα EAN-13 ομαδοποιούνται ως εξής:

- 3 ψηφία για τον κωδικό χώρας
- 9 ψηφία για τον κωδικό ή το πρόθεμα κατασκευαστή (εταιρείας) και τον κωδικό προϊόντος
- 1 ψηφίο για το ψηφίο ελέγχου (check digit)

Παράδειγμα γραμμωτού κώδικα EAN-13 δίνεται στο Σχήμα 5.4.

Από το 2005, όλα τα συστήματα σάρωσης λιανικής στις ΗΠΑ έχουν αποδεχτεί το σύμβολο EAN-13 καθώς και το πρότυπο UPC-A. Επομένως, συνιστάται η χρήση του τύπου EAN-13 αντί για το UPC-A αφού θα είναι αναγνώσιμο όχι μόνο στην Ευρώπη αλλά και σε ΗΠΑ και Καναδά. Ο γραμμωτός κώδικας EAN-13 χρησιμοποιείται παγκοσμίως για τη σήμανση προϊόντων που πωλούνται συχνά σε καταστήματα λιανικής και σε σημεία πώλησης.

#### 5.2.4 EAN 8

Ο γραμμωτός κώδικας EAN-8 προέρχεται από τον γραμμωτό κώδικα EAN-13. Ο κύριος σκοπός του γραμμικού κώδικα EAN-8 είναι να χρησιμοποιεί όσο το δυνατόν λιγότερο χώρο (Σχήμα 5.5). Ένας γραμμωτός κώδικας EAN-8 περιλαμβάνει έναν διψήφιο ή τριψήφιο κωδικό χώρας, τέσσερα από τα πέντε ψηφία δεδομένων (ανάλογα με το μήκος του κωδικού χώρας) και ένα ψηφίο ελέγχου που υπολογίζεται όπως και στο EAN-13. Τα ψηφία δεδομένων σε ένα σύμβολο EAN-8 προσδιορίζουν ένα συγκεκριμένο προϊόν και κατασκευαστή.



Σχήμα 5.5. Γραμμωτός κώδικας EAN-8.

Διατίθεται περιορισμένος αριθμός γραμμωτών κωδικών EAN-8 σε κάθε χώρα. Εκδίδονται μόνο για προϊόντα με ανεπαρκή χώρο για σύμβολο τύπου EAN-13. Γραμμωτοί κώδικες EAN-8 χρησιμοποιούνται σε προϊόντα όπου υπάρχει περιορισμένος χώρος, όπως μικρά ζαχαρωτά, τσιγάρα, μολύβια και πακέτα τσίγλας. Οι εταιρείες μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν γραμμωτούς κώδικες EAN-8 για την κωδικοποίηση RCN-8 (8-ψήφιοι αριθμοί περιορισμένης κυκλοφορίας) οι οποίοι

χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση προϊόντων δικής τους επωνυμίας που πωλούνται μόνο στα καταστήματά τους.

### 5.2.5 Code 39

Είναι ο πρώτος γραμμωτός κώδικας που αναπτύχθηκε να αποδέχεται αλφαριθμητικούς χαρακτήρες το έτος 1974 από την Intermecc. Ο Code 39 είναι γραμμωτός κώδικας διακριτής συμβολογίας και μεταβλητού μήκους. Επίσης, είναι συχνά γνωστός ως Alpha39, Code 3 of 9, Code 3/9, Type 39, USS Code 39 ή USD-3. Το όνομα Code 39 προέρχεται από το γεγονός ότι μπορούσε να κωδικοποιήσει αρχικά μόνο 39 χαρακτήρες συνολικά. Ωστόσο, σε επόμενη έκδοσή του, το σύνολο χαρακτήρων έχει αυξηθεί σε 43. Αποτελούνται από κεφαλαία γράμματα, αριθμητικά ψηφία και έναν αριθμό ειδικών χαρακτήρων (-, ., \$, /, +, % και διάστημα). Ένας πρόσθετος χαρακτήρας (που συμβολίζεται με «\*») χρησιμοποιείται για οριοθέτηση έναρξης και τερματισμού του κώδικα. Παράδειγμα γραμμωτού κώδικα Code 39 δίνεται στο Σχήμα 5.6 :



Σχήμα 5.6. Γραμμωτός κώδικας Code 39 (dynamsoft.com).

Ο Code 39 είναι γενικής χρήσης και ένας από τους πιο ευρέως χρησιμοποιούμενους τύπους γραμμωτού κώδικα. Μπορεί να κωδικοποιηθεί και να αποκωδικοποιηθεί από σχεδόν κάθε εξοπλισμό κωδικοποίησης/αποκωδικοποίησης γραμμωτού κώδικα.

Μειονεκτήματα του Code 39 είναι η παρεχόμενη χαμηλή πυκνότητα δεδομένων καθώς και ότι δεν είναι τόσο συμπαγής όσο, για παράδειγμα, οι γραμμωτοί κώδικες Code 93 ή Code 128. Αυτό τον καθιστά ακατάλληλο για πολύ μικρού μεγέθους προϊόντα ή αντικείμενα που απαιτούν μεγάλο όγκο πληροφοριών για να κωδικοποιηθούν.

Αν και αρκετά παλαιός ο Code 39 εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ευρέως, ειδικά σε περιβάλλοντα που δεν αφορούν λιανικές πωλήσεις. Είναι ο γραμμωτός κώδικας που χρησιμοποιείται από το Υπουργείο Άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών καθώς και από το Συμβούλιο Κώδικα Γραμμικού Κώδικα Υγείας Βιομηχανίας (HIBCC). Γενικά χρησιμοποιείται από κυβερνητικούς οργανισμούς, στη μεταποίηση, στην εφοδιαστική, στην υγεία (αν και η διεθνής τάση είναι να αντικατασταθεί από τον GS1

DataMatrix για φάρμακα & ιατροτεχνολογικό εξοπλισμό), στα ταχυδρομεία και στην αυτοκινητοβιομηχανία.

### 5.2.6 Extended Code 39

Ο Extended Code 39 είναι μια εκτεταμένη έκδοση του Code 39 που υποστηρίζει το σύνολο των ASCII χαρακτήρων (Σχήμα 5.7). Έτσι με τον Extended Code 39 μπορούν να κωδικοποιηθούν και τα 26 πεζά γράμματα (a-z) καθώς και ειδικοί χαρακτήρες που υπάρχουν στο πληκτρολόγιο.



Σχήμα 5.7. Γραμμωτός κώδικας Extended Code 39.

Οι πρόσθετοι χαρακτήρες (π.χ. πεζά γράμματα) δημιουργούνται χρησιμοποιώντας τους υπάρχοντες χαρακτήρες του Code 39 και συνδυάζοντας δύο χαρακτήρες για τον καθένα. Ο Extended Code 39 διαθέτει (προαιρετικά) ψηφίο ελέγχου το οποίο υπολογίζεται σύμφωνα με το Modulo 43. Τα περισσότερα προγράμματα ανάγνωσης γραμμωτού κώδικα δεν μπορούν να τον διαβάσουν αυτόματα και χρειάζονται κάποια προσαρμογή προηγουμένως. Χρησιμοποιείται στην αυτοκινητοβιομηχανία και στην αμυντική βιομηχανία.

### 5.2.7 Code 93

Ο Code 93 δημιουργήθηκε το 1982 από την Intermec για να συμπληρώσει και να βελτιώσει τον Code 39. Ο Code 93 είναι παρόμοιος με τον Code 39 καθώς μπορεί να κωδικοποιήσει ένα σύνολο αλφαριθμητικών χαρακτήρων. Διαφέρει στο ότι ο Code 93 είναι συνεχούς συμβολογίας και παράγει πιο πυκνό κωδικό. Κωδικοποιεί 47 χαρακτήρες σε σύγκριση με τους 43 χαρακτήρες του Code 39. Η υψηλή πυκνότητα και το συμπαγές του μέγεθος κάνουν τις ετικέτες του κατά περίπου 25 τοις εκατό μικρότερες από τους γραμμωτούς κώδικες που παράγονται με βάση τον τύπο Code 39. Κάθε χαρακτήρας Code 93 έχει πλάτος εννέα δομοστοιχείων και έχει πάντα τρεις γραμμές και τρία κενά. Παράδειγμα γραμμωτού κώδικα Code 39 δίνεται στο Σχήμα 5.8.



Σχήμα 5.8. Γραμμωτός κώδικας Code 93 (dynamsoft.com).

Η κλασική έκδοση του Code 93 μπορεί να κωδικοποιήσει κεφαλαία γράμματα (Α έως Ζ), ψηφία (μηδέν έως εννέα) και ειδικούς χαρακτήρες όπως το \*, -, \$, %, (κενό), ./ και +. Η έκδοση Full ASCII ή η εκτεταμένη έκδοση μπορούν να κωδικοποιήσουν και τους 128 ASCII χαρακτήρες. Ο Code 93 επιτρέπει πρόσθετη ασφάλεια μέσα στον ίδιο τον γραμμωτό κώδικα.

Οι γραμμωτοί κώδικες Code 93 χρησιμοποιούνται ευρέως στην εφοδιαστική για την αναγνώριση πακέτων, στα αποθέματα λιανικής, στην επισήμανση ηλεκτρονικών εξαρτημάτων καθώς και από τα Καναδικά Ταχυδρομεία για να παρέχουν πρόσθετες πληροφορίες παράδοσης.

### 5.2.8 Code 128

Ο Code 128 είναι τύπος γραμμικού γραμμωτού κώδικα υψηλής πυκνότητας που ορίζεται στο ISO/IEC 15417:2007 (ISO 2007). Σχεδιάστηκε από την Computer Identics, το 1981. Υπάγεται στις συνεχείς και πολλαπλού εύρους συμβολογίες. Χρησιμοποιείται στην κωδικοποίηση αλφαριθμητικών ή/και μόνο αριθμητικών δεδομένων. Μπορεί να κωδικοποιήσει και τους 128 χαρακτήρες του ASCII και με τη χρήση ενός συμβόλου επέκτασης (FNC4), τους χαρακτήρες Latin-1 που ορίζονται στο ISO/IEC 8859-1. Γενικά οδηγεί σε πιο συμπαγείς γραμμωτούς κώδικες σε σύγκριση με άλλους τύπους, ειδικά όταν τα δεδομένα περιέχουν κυρίως αριθμούς (Wikipedia 2022b). Ένα παράδειγμα Code 128 αλφαριθμητικής κωδικοποίησης δίνεται στο Σχήμα 5.9.



Σχήμα 5.9. Γραμμωτός κώδικας Code 128 (dynamsoft.com)

Ο γραμμωτός κώδικας Code 128 αποτελείται από επτά περιοχές από αριστερά προς τα δεξιά:

- Τη ζώνη σιγής
- Το σύμβολο έναρξης
- Τα κωδικοποιημένα δεδομένα
- Τον χαρακτήρα ελέγχου (υποχρεωτικό)
- Το σύμβολο τέλους
- Την τελική γραμμή (συχνά θεωρείται μέρος του συμβόλου τέλους)
- Τη ζώνη σιγής

Ο Code 128 επιλέγεται συνήθως έναντι του Code 39 σε νέες εφαρμογές λόγω της μεγαλύτερης πυκνότητάς του και της δυνατότητας επιλογής πολύ περισσότερων χαρακτήρων. Έχει εφαρμοστεί σε πολλές περιπτώσεις όπου ένας σχετικά μεγάλος όγκος δεδομένων πρέπει να κωδικοποιηθεί σε μικρό χώρο.

### 5.2.9 GS1-128

Ο γραμμωτός κώδικας GS1-128 (παλαιότερα γνωστός ως UCC/EAN-128) αναπτύχθηκε από τον οργανισμό GS1 για να παράσχει ένα παγκόσμιο πρότυπο στην ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διαφορετικών εταιρειών. Το πρότυπο GS1-128 πρωτοεμφανίστηκε το 1989 και έχει βασιστεί στις προδιαγραφές του τύπου γραμμωτού κώδικα Code 128. Στον GS1-128 χρησιμοποιείται μια σειρά από Δείκτες Εφαρμογής (Application Identifiers – AI) για να συμπεριληφθούν πρόσθετα δεδομένα όπως αριθμοί παρτίδων, ποσότητες, βάρη, ημερομηνίες λήξης και πολλά άλλα χαρακτηριστικά που χρειάζεται ένας χρήστης. Ο Δείκτης είναι ένα αριθμητικό πεδίο αποτελούμενο από 2 έως 4 ψηφία, που προηγείται ενός πεδίου δεδομένων, καθορίζοντας τη μορφή και τη δομή του πεδίου που ακολουθεί, αποτελώντας κατ' ουσία την «ταυτότητά» του.

Οι γραμμωτοί κώδικες GS1-128 χρησιμοποιούνται ευρύτατα παγκοσμίως και ειδικά στην εφοδιαστική και τις μεταφορές για τις παραγγελίες και τη διανομή. Απευθύνονται κυρίως σε προϊόντα που δεν είναι της λιανικής (POS), όπως εφαρμογές της εφοδιαστικής αλυσίδας που χρειάζονται ετικέτες με σειριακούς κωδικούς αποστολής εμπορευματοκιβωτίων (SSCC - Serial Shipping Container Codes).



### 5.2.10 ITF (Interleaved 2 of 5)

Ο ITF (Interleaved 2 of 5) είναι ένας τύπος γραμμωτού κώδικα που κωδικοποιεί αριθμητικά δεδομένα σε υψηλή πυκνότητα. Αποτελεί εξέλιξη του τύπου γραμμωτού κώδικα Industrial 2 of 5 από τον οποίο είναι πιο αποτελεσματικός. Ο Interleaved 2 of 5 επιτρέπει την κωδικοποίηση πληροφοριών τόσο στις ράβδους όσο και στα κενά διαστήματα, ενώ ο Industrial 2 of 5 κωδικοποιεί πληροφορίες μόνο στις ράβδους.

Κάθε χαρακτήρας δεδομένων αποτελείται από πέντε στοιχεία, είτε πέντε γραμμές είτε πέντε κενά. Από αυτά τα πέντε στοιχεία, δύο είναι πλατιά και τρία είναι στενά. Ο συγκεκριμένος τύπος γραμμωτού κώδικα ονομάζεται «αλληλένθετος» (interleaved) επειδή τα πρώτα αριθμητικά δεδομένα κωδικοποιούνται στις πρώτες πέντε γραμμές ενώ τα δεύτερα αριθμητικά δεδομένα κωδικοποιούνται στα πρώτα πέντε κενά που χωρίζουν τις πέντε γραμμές. Έτσι οι πέντε γραμμές και κενά κωδικοποιούν στην πραγματικότητα δύο χαρακτήρες. Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει στο ITF να επιτύχει σχετικά υψηλότερη πυκνότητα, αλλά οι χρήστες χρειάζεται να κωδικοποιούν ζυγό αριθμό αριθμητικών χαρακτήρων. Ένα παράδειγμα γραμμωτού κώδικα ITF δίνεται στο Σχήμα 5.10.



1234567895

Σχήμα 5.10. Γραμμωτός κώδικας ITF

Ο ITF χρησιμοποιείται κυρίως σε εφαρμογές όπως η αναγνώριση συσκευασμένων προϊόντων, η διανομή και η αποθήκευση. Δεδομένου ότι ο συγκεκριμένος τύπος γραμμωτού κώδικα επιδεικνύει υψηλές ανοχές εκτύπωσης, είναι κατάλληλος για εκτύπωση σε κυματοειδές χαρτόνι.

Ο διεθνής οργανισμός GS1 βασιζόμενος στους ITF ανέπτυξε τους γραμμωτούς κώδικες ITF-14 οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση Κωδικών Αναγνώρισης GTIN (Διεθνής Κωδικός Μον. Εμπορίας - Global Trade Item Number).

### 5.3 Γραμμωτός κώδικας matrix.

Ο γραμμωτός κώδικας matrix (matrix barcode) είναι νεώτερη κατηγορία δισδιάστατων γραμμωτών κωδίκων (2D barcodes) με σαφώς περισσότερες δυνατότητες από τους γραμμικούς. Έχει συνήθως σχήμα τετράγωνου ή ορθογώνιου παραλληλόγραμμου όπου τα δεδομένα κωδικοποιούνται με τη μορφή ασπρόμαυρων στοιχείων (cells) και έχουν σχήμα μικρών τετραγώνων ή κουκίδων.

Αποθηκεύοντας τα δεδομένα οριζόντια και κάθετα μπορεί να κωδικοποιήσει αρκετά περισσότερα δεδομένα σε σχέση με τους γραμμικούς, ενώ έχει βελτιωμένη αναγνωσιμότητα και αντοχή σε κακή εκτύπωση.

Τις περισσότερες φορές υποστηρίζει μεγαλύτερο σύνολο χαρακτήρων από τους γραμμικούς γραμμωτούς κώδικες. Η εκτύπωσή του περιλαμβάνει και πλεονάζοντα δεδομένα έτσι ώστε αν ένα ή περισσότερα από τα στοιχεία καταστραφεί ο γραμμωτός κώδικας να εξακολουθήσει να είναι αναγνώσιμος. Ένα άλλο πλεονέκτημα των matrix γραμμωτών κωδίκων είναι ότι μπορούν να κωδικοποιήσουν εικόνες, οι οποίες διαβάζονται από την κάμερα ενός smartphone. Στους γραμμωτούς κώδικες matrix εντάσσονται και οι QR code και Data Matrix τους οποίους λόγω της σπουδαιότητάς τους θα τους εξετάσουμε σε μεγαλύτερο βάθος.

#### 5.3.1 Aztec Code

Ο κώδικας Aztec είναι γραμμωτός κώδικας matrix που χρησιμοποιεί λιγότερο χώρο από άλλους τύπους γραμμωτών κωδίκων λόγω του ότι δεν περιλαμβάνει ζώνη σιγής (Σχήμα 5.11).



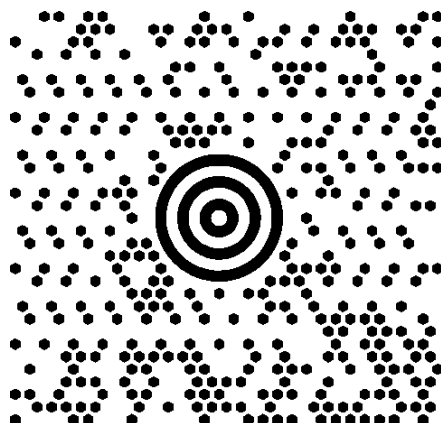
Σχήμα 5.11. Γραμμωτός κώδικας Aztec

Είναι κατάλληλος για εφαρμογή σε περιπτώσεις όπου ο χώρος είναι περιορισμένος. Χρησιμοποιείται στην έκδοση εισιτηρίων μεταφορών, κάρτες επιβίβασης σιδηροδρόμων και αεροπλάνων. Τα χαρακτηριστικά του κώδικα Aztec δημοσιεύονται στο πρότυπο ISO/IEC 24778:2008.

### 5.3.2 MaxiCode

Ο MaxiCode είναι τύπος γραμμωτού κώδικα matrix που αναπτύχθηκε από την United Parcel Service (UPS). Είναι κατάλληλος για την παρακολούθηση και διαχείριση αποστολών δεμάτων. Χρησιμοποιεί κουκκίδες διατεταγμένες σε ένα εξαγωνικό πλέγμα με ομόκεντρους κύκλους στο κέντρο (Σχήμα 5.12). Οι MaxiCodes περιλαμβάνουν κωδικοποιημένα μηνύματα όπως:

- Αριθμός παραγγελίας αγοράς
- Κωδικός πελάτη
- Αριθμός τιμολογίου
- Αριθμός εντοπισμού
- Ένδειξη του αρχικού μεταφορέα



Σχήμα 5.12. Γραμμωτός κώδικας MaxiCode

Ο MaxiCode χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον σε ετικέτες αποστολής για τη διευθυνσιοδότηση και την ταξινόμηση εγχώριων και διεθνών πακέτων των ΗΠΑ.

### 5.3.3 Κώδικας QR - QR Code

Ο κώδικας QR (κώδικας γρήγορης απόκρισης - Quick Response code) είναι ένας τύπος γραμμωτού κώδικα matrix που μπορεί να κωδικοποιήσει μεγάλη ποικιλία τύπων δεδομένων. Χρησιμοποιεί τέσσερις τυποποιημένες λειτουργίες κωδικοποίησης (αριθμητική, αλφαριθμητική, byte/δυναδική και kanji) για την αποτελεσματική αποθήκευση δεδομένων ενώ μπορεί να λάβει και επεκτάσεις (QRCode 2011).



Σχήμα 5.13 Γραμμωτός κώδικας QR (dynamsoft.com).

Ο τύπος γραμμωτού κώδικα QR (Σχήμα 5.13) εφευρέθηκε το Σεπτέμβριο του 1994 από τον Masahiro Hara στην ιαπωνική εταιρεία Denso Wave (θυγατρική της Toyota)(Wikipedia 2022d). Σκοπός του ήταν η καλύτερη παρακολούθηση της γραμμής παραγωγής οχημάτων στην αυτοκινητοβιομηχανία. Η δημοτικότητά του αυξήθηκε ιδιαίτερα με την εξάπλωση των κινητών τηλεφώνων.

Ένας κωδικός QR αποτελείται από μαύρα τετράγωνα διατεταγμένα σε ένα τετράγωνο πλέγμα σε λευκό φόντο, το οποίο μπορεί να διαβαστεί από μια συσκευή απεικόνισης, όπως είναι μια κάμερα, και να υποβληθεί σε επεξεργασία με τη χρήση διόρθωσης σφαλμάτων Reed–Solomon έως ότου η εικόνα μπορεί να ερμηνευτεί σωστά. Στη συνέχεια, τα απαιτούμενα δεδομένα εξάγονται από μοτίβα που υπάρχουν τόσο σε οριζόντια όσο και σε κάθετα στοιχεία της εικόνας.

Υπάρχουν πολλά πρότυπα που καλύπτουν την κωδικοποίηση δεδομένων κατά κώδικα QR:

- Οκτώβριος 1997 – AIM (Association for Automatic Identification and Mobility) International (ISO 2016)
- Ιανουάριος 1999 – JIS X 0510
- Ιούνιος 2000 – ISO/IEC 18004:2000 Τεχνολογία πληροφοριών – Τεχνικές αυτόματης αναγνώρισης και σύλληψης δεδομένων – Συμβολογία γραμμωτού κώδικα – Κωδικός QR (αποσύρθηκε). Ορίζει τα σύμβολα μοντέλων κωδίκων QR 1 και 2.
- 1 Σεπτεμβρίου 2006 – ISO/IEC 18004:2006 Τεχνολογία πληροφοριών – Τεχνικές αυτόματης αναγνώρισης και λήψης δεδομένων – Προδιαγραφή συμβόλων γραμμικού κώδικα 2005 κώδικα QR (έχει αποσυρθεί). Καθορίζει τα σύμβολα του κώδικα QR 2005, μια επέκταση του μοντέλου 2 κώδικα QR.
- 1 Φεβρουαρίου 2015 – ISO/IEC 18004:2015 Πληροφορίες – Τεχνικές αυτόματης αναγνώρισης και σύλληψης δεδομένων – Προδιαγραφή

συμβόλων γραμμικού κώδικα QR Code. Μετονομάζει το σύμβολο QR Code 2005 σε QR Code και προσθέτει διευκρινίσεις σε ορισμένες διαδικασίες και μικρές διορθώσεις.

Σε αντίθεση με τους παλαιότερους, μονοδιάστατους γραμμωτούς κώδικες που σχεδιάστηκαν για να σαρώνονται μηχανικά από μια στενή δέσμη φωτός, ένας κώδικας QR ανιχνεύεται από έναν δισδιάστατο ψηφιακό αισθητήρα εικόνας και στη συνέχεια αναλύεται ψηφιακά από έναν προγραμματισμένο επεξεργαστή. Ο επεξεργαστής εντοπίζει τα τρία διακριτικά τετράγωνα στις γωνίες της εικόνας του κώδικα QR, χρησιμοποιώντας ένα μικρότερο τετράγωνο (ή πολλαπλά τετράγωνα) κοντά στην τέταρτη γωνία για να ομαλοποιήσει την εικόνα ως προς το μέγεθος, τον προσανατολισμό και τη γωνία θέασης. Οι μικρές κουκκίδες σε όλο τον κώδικα QR μετατρέπονται στη συνέχεια σε δυαδικούς αριθμούς και επικυρώνονται με έναν αλγόριθμο διόρθωσης σφαλμάτων.

Maximum character storage capacity (40-L) <i>character refers to individual values of the input mode/datatype</i>			
Input mode	Max. characters	Bits/char.	Possible characters, default encoding
<b>Numeric only</b>	7,089	3 $\frac{1}{3}$	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
<b><u>Alphanumeric</u></b>	4,296	5 $\frac{1}{2}$	0–9, A–Z (upper-case only), space, \$, %, *, +, -, ., /, :
<b><u>Binary/byte</u></b>	2,953	8	<u>ISO 8859-1</u>
<b><u>Kanji/kana</u></b>	1,817	13	<u>Shift JIS X 0208</u>

Σχήμα 5.14. Χωρητικότητα κατά τύπο δεδομένων του γραμμωτού κώδικα QR

Ο όγκος των δεδομένων που μπορεί να αποθηκευτεί στον κώδικα QR εξαρτάται από τον τύπο των δεδομένων, την έκδοσή του και το επίπεδο διόρθωσης σφαλμάτων. Οι μέγιστες χωρητικότητες αποθήκευσης καταγράφονται στην έκδοση 40 και το επίπεδο διόρθωσης σφάλματος L (χαμηλό), που υποδηλώνεται με 40-L (QRCode 2022) και αναφέρονται στο Σχήμα 5.14.

Ο γραμμωτός κώδικας QR επιτρέπει τη διόρθωση σφαλμάτων. Ακόμα κι αν είναι κατεστραμμένος ή σπασμένος, συχνά μπορεί να διαβαστεί σωστά (Σχήμα 5.15). Το επίπεδο διόρθωσης σφαλμάτων παίζει σημαντικό ρόλο στο πόσες πληροφορίες μπορεί να αποθηκεύσει.



Σχήμα 5.15. Ο κώδικας QR που αν και σχισμένος εξακολουθεί να είναι αναγνώσιμος, (οδηγεί στη διεύθυνση <http://en.m.wikipedia.org>).

Υπάρχουν συνήθως 4 επίπεδα διόρθωσης σφάλματος, συγκεκριμένα:

- Επίπεδο L (Χαμηλό) Μπορεί να γίνει επαναφορά του 7% των δεδομένων.
- Επίπεδο M (Μεσαίο) Το 15% των δεδομένων μπορεί να αποκατασταθεί.
- Επίπεδο Q (Τεταρτημόριο) Το 25% των δεδομένων μπορεί να αποκατασταθεί.
- Επίπεδο H (Υψηλό) Το 30% των δεδομένων μπορεί να αποκατασταθεί.

Όσο υψηλότερο είναι το επίπεδο διόρθωσης σφάλματος, τόσο μικρότερη είναι η χωρητικότητα αποθήκευσης.

Ο κωδικός QR σχεδιάστηκε έτσι ώστε να επιτρέπει την γρήγορη ανάγνωσή του. Ένας αναγνώστης γραμμωτού κώδικα τύπου CCD μπορεί να αποκωδικοποιήσει έως και 30 κώδικες QR ανά δευτερόλεπτο με έως και 100 χαρακτήρες σε κάθε γραμμωτό κώδικα. Ο κωδικός QR έχει πλήρεις (360 μοίρες) δυνατότητες ανάγνωσης.

Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές κωδικών QR, μερικές εκ των οποίων είναι: οι Model 1 QR code, Micro QR code, IQR code, HCC2D και JAB code (Σχήμα 5.16). Οι δύο τελευταίες είναι έγχρωμες.



Σχήμα 5.16. Γραμμωτός κώδικας JAB code (Wikipedia).

Η χρήση των κωδίκων QR είναι ελεύθερη εφόσον ακολουθούνται τα υπάρχοντα πρότυπα κατά ISO ή JIS. Οι μη τυποποιημένοι κώδικες QR ενδέχεται να απαιτούν ειδική άδεια (QRCode 2016).

**GS1 QR Code.** Ο γραμμωτός κώδικας GS1 QR-Code παρουσιάστηκε το 2012 και είναι επικυρωμένο πρότυπο για χρήση εντός του συστήματος GS1.

Εισήχθη για να υποστηρίξει κυρίως δύο Δείκτες Εφαρμογής GS1, τους:

- AI (01) – Διεθνής Κωδικός Μονάδων Εμπορίας - GTIN
- AI (8200) – εξουσιοδοτημένη διεύθυνση URL

Πρόσθετες πληροφορίες μπορούν να κωδικοποιηθούν εάν χρειάζεται.

Ο οργανισμός GS1 συνιστά τη χρήση του στα καταναλωτικά αγαθά όταν οι παραγωγοί θέλουν να κωδικοποιήσουν σύνδεσμο προς ιστότοπο.

### 5.3.3.1 Πλεονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματα του κώδικα QR είναι αρκετά και σημαντικά (Gonnagar 2018) όπως:

- Μπορεί να χωρέσει μεγάλο όγκο δεδομένων σε σύγκριση με τους παραδοσιακούς γραμμωτούς κώδικες
- Μπορεί να χειριστεί όλους τους τύπους δεδομένων που αφορούν αριθμούς, αλφαβητικούς χαρακτήρες, σύμβολα, δυαδικούς κωδικούς και κωδικούς ελέγχου.
- Έχει χαμηλό κόστος υλοποίησης και χρήσης.
- Υψηλή ταχύτητα ανάγνωσης
- Παρέχει γρήγορο και ασφαλές αρχείο καταγραφής (log) στον ιστότοπο (Dodson et al 2010).
- Είναι ανθεκτικός στη φθορά και τις ζημιές. Μπορεί να επαναφέρει τις πληροφορίες εάν μέρος του κωδικού καταστραφεί ή κηλιδωθεί.
- Μπορεί να πραγματοποιήσει δομημένη προσθήκη (structure append) κατά την οποία πολλοί κώδικες QR μπορούν να αποθηκευτούν σε έναν νέο κωδικό QR, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 5.17.



Σχήμα 5.17 Δομημένη προσθήκη δύο κωδίκων QR σε ένα.

### 5.3.3.2 Χρήσεις - εφαρμογές

Αν και οι κώδικες QR πρωτοχρησιμοποιήθηκαν για την παρακολούθηση εξαρτημάτων στην κατασκευή οχημάτων, σήμερα χρησιμοποιούνται σε ένα ευρύτατο φάσμα εφαρμογών με ιδιαίτερη βαρύτητα στο χώρο της διαφήμισης και της προώθησης ειδών και προϊόντων. Μεταξύ άλλων περιλαμβάνονται εφαρμογές για την έκδοση και χρήση εισιτηρίων ψυχαγωγίας και μεταφοράς (Σχήμα 5.18) (Wikipedia 2022d), το μάρκετινγκ προϊόντων και προγραμμάτων αφοσίωσης πελατών, η σήμανση προϊόντων στα καταστήματα (στη λιανική πώληση POS χρειάζονται και οι κατάλληλοι σαρωτές) και η ιχνηλάτηση στην εφοδιαστική αλυσίδα. Παραδείγματα μάρκετινγκ είναι η χρήση QR κωδίκων που θα διαβαστούν από τα κινητά τηλέφωνα των καταναλωτών στους οποίους αναφέρονται είτε οι εκπτώσεις και τα ποσοστά εκπτώσεων μιας εταιρίας, είτε πληροφορίες για μια εταιρία για παράδειγμα η ονομασία, η διεύθυνση, τα τηλέφωνα της και σχετικά αλφαριθμητικά δεδομένα, όπως κάποιος τα διαβάζει στον Χρυσό Οδηγό.



Σχήμα 5.18 Οι κώδικες QR εκτυπώνονται σε εισιτήρια τρένων στην Κίνα από το 2010.

Ο κώδικας QR βρίσκεται σήμερα στο επίκεντρο της διαφημιστικής στρατηγικής των εταιριών (Σχήμα 5.19). Συνήθως, ένα smartphone χρησιμοποιείται ως σαρωτής κώδικα QR, εμφανίζοντας τον κώδικα και μετατρέποντάς τον σε κάποια χρήσιμη μορφή, όπως μια τυπική διεύθυνση URL για έναν ιστότοπο, αποφεύγοντας έτσι να αναγκάσει τον χρήστη να τον ψάξει και να τον πληκτρολογήσει σε ένα πρόγραμμα



περιήγησης ιστού. Έτσι ο κώδικας QR παρέχει έναν ταχύτερο τρόπο πρόσβασης στον ιστότοπο μιας επώνυμης εταιρίας ή ενός επώνυμου προϊόντος από αυτόν της καταχώρησης από τον καταναλωτή της αντίστοιχης διεύθυνσης URL (Kats 2012), (Lee 2012).



Σχήμα 5.19. Κώδικας QR σε διαφημιστική πινακίδα στην Ιαπωνία (sagasou.mobi website).

Πέρα από την όποια ευκολία, η σημασία αυτής της δυνατότητας είναι ότι διαπιστώθηκε στατιστικά πως αυξάνει το ποσοστό μετατροπής: δηλαδή την πιθανότητα η επαφή με τη διαφήμιση να μετατραπεί σε πώληση. Η ταχύτερη και χωρίς ιδιαίτερη προσπάθεια μεταφορά του υποψήφιου πελάτη στον ιστότοπο του διαφημιζόμενου είναι πιο αποτελεσματική από μια μεγαλύτερη και πιο στοχευμένη προβολή πωλήσεων μέσω της οποίας μπορεί να χάσει το ενδιαφέρον του ο υποψήφιος πελάτης.

Πολλές από αυτές τις εφαρμογές στοχεύουν χρήστες κινητών τηλεφώνων οι οποίοι μπορούν να λάβουν κείμενο, να προσθέσουν επαγγελματικές επαφές (vCard) στις συσκευές τους, να συνδεθούν σε ασύρματο δίκτυο, να ανοίξουν μια διεύθυνση URL ή να συνθέσουν μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου σαρώνοντας QR κώδικες. Εφαρμογές για τη σάρωση κωδίκων QR μπορούν να βρεθούν σε όλες σχεδόν τις συσκευές smartphone (Edwards 2017).

Επίσης μπορούν οι ίδιοι να δημιουργήσουν και να εκτυπώσουν τους δικούς τους κώδικες QR για σάρωση και χρήση από άλλους, επισκεπτόμενοι έναν από τους πολλούς ιστότοπους ή εφαρμογές δημιουργίας κωδίκων QR (επί πληρωμή ή δωρεάν).

Οι κώδικες QR που αποθηκεύουν διευθύνσεις και URLs μπορεί να εμφανίζονται σε περιοδικά, σε πινακίδες, σε λεωφορεία, σε επαγγελματικές κάρτες ή σχεδόν σε οποιοδήποτε αντικείμενο για το οποίο οι χρήστες μπορεί να θέλουν πληροφορίες. Ο ψυχολόγος Richard Wiseman ήταν ένας από τους πρώτους συγγραφείς που συμπεριέλαβε κώδικες QR σε ένα βιβλίο, στο *Paranormality: Why We See What Isn't There* (Wiseman 2011) μέσω των οποίων κάνει συνδέσεις σε πρόσθετο περιεχόμενο. Οι κώδικες QR μπορούν επίσης να συνδέονται με μια τοποθεσία και να παρακολουθείτε πού έχει σαρωθεί ο κωδικός. Αυτό επιτυγχάνεται είτε μέσω της εφαρμογής που σαρώνει τον κωδικό QR που ανακτά τις γεωγραφικές πληροφορίες χρησιμοποιώντας GPS είτε από τη διεύθυνση URL που κωδικοποιείται στον κωδικό QR η οποία είναι συνδεδεμένη με την τοποθεσία.



Σχήμα 5.20. Το πρώτο νόμισμα στον κόσμο με QR κώδικα.

Οι κώδικες QR έχουν ενσωματωθεί επίσης σε νομίσματα αλλά και σε πιστωτικές κάρτες. Τον Ιούνιο του 2011, το Βασιλικό Ολλανδικό Νομισματοκοπείο (Koninklijke Nederlandse Munt) εξέδωσε το πρώτο επίσημο νόμισμα στον κόσμο με κωδικό QR για να γιορτάσει τα εκατό χρόνια του από το σημερινό του κτίριο και τις εγκαταστάσεις του (Σχήμα 5.20). Το νόμισμα όταν σαρωθεί από smartphone συνδέεται με ιστότοπο που αναφέρεται στο ιστορικό γεγονός και στο σχέδιο του νομίσματος.

**Επαυξημένη πραγματικότητα.** Οι κώδικες QR χρησιμοποιούνται σε συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας για τον προσδιορισμό των θέσεων των αντικειμένων στον τρισδιάστατο χώρο (Furht 2011).

**Εμφάνιση περιεχομένου πολυμέσων.** Οι κώδικες QR χρησιμοποιούνται επίσης για να κατευθύνουν τους χρήστες σε συγκεκριμένα περιεχόμενα πολυμέσων (όπως βίντεο, ήχος, εικόνες, έγγραφα κ.λπ.). Πολλά μουσεία έχουν ήδη τέτοιες εφαρμογές.

**Λειτουργικά συστήματα για κινητά.** Οι κώδικες QR μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορα λειτουργικά συστήματα φορητών συσκευών. Τα iPhone με λειτουργικό σύστημα iOS 11 ή νεότερη έκδοση και ορισμένες συσκευές Android μπορούν να σαρώσουν εγγενώς κώδικες QR χωρίς να κάνουν λήψη εξωτερικής εφαρμογής (Lacoma 2018).

**Εικονικά καταστήματα.** Οι κώδικες QR έχουν χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία «εικονικών καταστημάτων», όπου παρουσιάζεται στον πελάτη μια συλλογή πληροφοριών προϊόντων και κωδίκων QR, π.χ. σε τοίχο σιδηροδρομικού σταθμού. Οι πελάτες σαρώνουν τους κώδικες QR και τα προϊόντα παραδίδονται στα σπίτια τους. Αυτή η χρήση ξεκίνησε στη Νότια Κορέα (Σχήμα 5.21), και την Αργεντινή, αλλά σήμερα επεκτείνεται παγκοσμίως (Han 2019). Η Walmart, η Procter & Gamble και η Woolworths έχουν ήδη υιοθετήσει την έννοια του Virtual Store.



Σχήμα 5.21. Ψωνίζοντας με χρήση QR κώδικα στο σιδηροδρομικό σταθμό.

**Πληρωμές με κωδικό QR.** Οι κώδικες QR μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση πληροφοριών τραπεζικού λογαριασμού ή πληροφοριών πιστωτικής κάρτας ή μπορούν να σχεδιαστούν ειδικά για να λειτουργούν με συγκεκριμένες εφαρμογές παρόχων πληρωμών. Υπάρχουν αρκετές εφαρμογές πληρωμών με κωδικό QR σε όλο τον κόσμο (Thanawala 2020). Σε αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Κίνα, η Ινδία και το Μπαγκλαντές η πληρωμή με κωδικό QR είναι μια πολύ δημοφιλής και βολική μέθοδος. Από τότε που η Alipay σχεδίασε μια μέθοδο πληρωμής με κωδικό QR το 2011, η πληρωμή μέσω κινητού (Σχήμα 5.22) έχει υιοθετηθεί γρήγορα στην Κίνα (Daxueconsulting 2021).



Σχήμα 5.22 Πληρωμές με κώδικα QR στην Κίνα (Harrison Jacobs)

Από τον Νοέμβριο του 2012, οι πληρωμές με κωδικό QR αναπτύχθηκαν σε μεγάλη κλίμακα στην Τσεχική Δημοκρατία, όταν εισήχθη και εγκρίθηκε από την Τσεχική Ένωση Τραπεζών ως η επίσημη τοπική λύση για πληρωμές QR μια ανοιχτή μορφή ανταλλαγής πληροφοριών πληρωμών— a Short Payment Descriptor. Το 2013, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Πληρωμών παρείχε κατευθυντήριες γραμμές για τον κωδικό QR EPC που επιτρέπει την έναρξη SCT (SEPA credit transfer) εντός της Ευρωζώνης.

**Είσοδος σε ιστότοπους.** Οι κώδικες QR μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σύνδεση σε ιστότοπους: ένας κωδικός QR εμφανίζεται στη σελίδα σύνδεσης σε οθόνη υπολογιστή και όταν ένας εγγεγραμμένος χρήστης τον σαρώσει με ένα επαληθευμένο smartphone, θα συνδεθεί αυτόματα. Ο έλεγχος ταυτότητας εκτελείται από το smartphone που επικοινωνεί με τον διακομιστή. Η Google δοκίμασε μια τέτοια μέθοδο σύνδεσης τον Ιανουάριο του 2012.

**Παραγγελία εστιατορίου.** Τα εστιατόρια μπορούν να παρουσιάσουν έναν κωδικό QR κοντά στην μπροστινή πόρτα ή στο τραπέζι, επιτρέποντας στους επισκέπτες να δουν ένα διαδικτυακό μενού ή ακόμη και να τους ανακατευθύνουν σε έναν ιστότοπο ή εφαρμογή ηλεκτρονικής παραγγελίας, επιτρέποντάς τους να παραγγείλουν ή/και ενδεχομένως να πληρώσουν για το γεύμα τους χωρίς να χρειάζεται να χρησιμοποιήσουν ταμίας ή σερβιτόρος. Οι κώδικες QR μπορούν επίσης να συνδέονται με ημερήσιες ή εβδομαδιαίες ειδικές προσφορές που δεν εκτυπώνονται στα τυποποιημένα μενού και να επιτρέπουν στην επιχείρηση να ενημερώνει ολόκληρο το μενού χωρίς να χρειάζεται να εκτυπώσει αντίγραφα. Στα εστιατόρια που σερβίρουν στο τραπέζι, οι κώδικες QR επιτρέπουν στους επισκέπτες να παραγγείλουν και να πληρώσουν για τα γεύματά τους χωρίς να συμμετέχει σερβιτόρος — ο κωδικός QR περιέχει τον αριθμό του τραπεζιού, ώστε οι διακομιστές να γνωρίζουν πού να

φέρουν το φαγητό. Αυτή η εφαρμογή έχει αυξηθεί ιδιαίτερα αφού η ανάγκη για κοινωνική απόσταση κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19 του 2020 οδήγησε σε μειωμένη επαφή μεταξύ του προσωπικού εξυπηρέτησης και των πελατών (Kastrenakes 2020).

**Ηλεκτρονικός έλεγχος ταυτότητας.** Οι κώδικες QR χρησιμοποιούνται επίσης για τη δημιουργία κωδικών πρόσβασης μίας χρήσης (TOTP) βάσει χρόνου για ηλεκτρονικό έλεγχο ταυτότητας.

**Βιντεοπαιχνίδια.** Τα δημοφιλή βιντεοπαιχνίδια, όπως το Fez, το The Talos Principle και το Watch Dogs, έχουν ενσωματώσει κώδικες QR ως στοιχεία ιστορίας και παιχνιδιού. Τα παιχνίδια για κινητά όπως το Munzee χρησιμοποιούν γεωεντοπισμό σε συνδυασμό με κώδικες QR για να δημιουργήσουν ένα παιχνίδι που παίζεται στον πραγματικό κόσμο σαρώνοντας αυτοκόλλητα QR σε φυσικές τοποθεσίες.

**Προγράμματα αφοσίωσης πελατών.** Οι κώδικες QR έχουν χρησιμοποιηθεί από διάφορα καταστήματα λιανικής που διαθέτουν προγράμματα αφοσίωσης. Οι κώδικες QR για τα προγράμματα αφοσίωσης συνήθως βρίσκονται τυπωμένοι στην απόδειξη αγοράς ή στα ίδια τα προϊόντα. Οι χρήστες σε αυτά τα σχήματα συλλέγουν πόντους βραβείων σαρώνοντας έναν κωδικό.

**Σύνδεση σε δίκτυο Wi Fi.** Καθορίζοντας το SSID, τον τύπο κρυπτογράφησης, τον κωδικό πρόσβασης/φράση πρόσβασης και εάν το SSID είναι κρυφό ή όχι, οι χρήστες κινητών συσκευών μπορούν να πραγματοποιήσουν σάρωση και να συνδεθούν γρήγορα σε ασύρματα δίκτυα (Σχήμα 5.23) χωρίς να χρειάζεται να πληκτρολογήσουν τα δεδομένα. Μια μορφή που μοιάζει με MECARD υποστηρίζεται από Android και iOS 11+.



Σχήμα 5.23. Κώδικας QR για αυτόματη σύνδεση σε δίκτυο Wi Fi (Wikipedia).

**Ταφική χρήση.** Ένας κωδικός QR μπορεί να συνδέεται με μια νεκρολογία και να τοποθετηθεί σε μια ταφόπλακα για σάρωση. Το 2008, ο Ishinokoe στην Νομαρχία Yamanashi της Ιαπωνίας άρχισε να πουλά ταφόπλακες με κώδικες QR που

παράγονται από την IT DeSign, όπου ο κωδικός οδηγεί σε έναν εικονικό τάφο του αποθανόντος. Άλλες εταιρείες του χώρου το έχουν υιοθετήσει πλέον σε διεθνές επίπεδο.

**Ιχνηλασιμότητα προϊόντων.** Οι κώδικες QR συμμετέχουν ήδη σε συστήματα ιχνηλασιμότητας τροφίμων. Ειδικά όταν οι κώδικες QR είναι σειριοποιημένοι (serialized), οι καταναλωτές μπορούν να έχουν πρόσβαση σε ιστοσελίδες που δείχνουν την αλυσίδα εφοδιασμού για τα συστατικά του προϊόντος, καθώς και πληροφορίες συγκεκριμένες για κάθε σχετική παρτίδα, συμπεριλαμβανομένων των μεταποιητών κρέατος και των παραγωγών, γεγονός που βοηθά στην αντιμετώπιση των ανησυχιών που έχουν οι καταναλωτές σχετικά με την προέλευση των τροφίμων τους (Futurefoodasia 2019).

**Πανδημία COVID-19.** Αφότου άρχισε να εξαπλώνεται η πανδημία του COVID-19, η χρήση των κωδικών QR αυξήθηκε κατακόρυφα στοχεύοντας μεταξύ άλλων να αποφεύγει ο πληθυσμός να πιάνει χαρτιά, ενημερωτικά έντυπα ή καταλόγους σε εστιατόρια, σούπερ μάρκετ και καφε-ζαχαροπλαστεία. Κλασσική εφαρμογή των κωδικών QR είναι τα πιστοποιητικά εμβολιασμού κατά του COVID-19 (ψηφιακό πιστοποιητικό COVID-19 της ΕΕ) σε χώρες όπως αυτές της ΕΕ και ο όπως ο Καναδάς όπου μπορούν να σαρωθούν οι κώδικες για να επαληθευτούν οι πληροφορίες στο πιστοποιητικό.

### 5.3.3.3 Κίνδυνοι από τη χρήση κωδικών QR

Οι κώδικες QR λόγω της δημοφιλίας τους και της ευρείας χρήσης τους χρησιμοποιούνται για κυβερνοεπιθέσεις και όχι μόνον, ελλοχεύοντας κινδύνους κατά ανυποψίαστων χρηστών και επιχειρήσεων. Οι κίνδυνοι περιλαμβάνουν τη σύνδεση με επικίνδυνους ιστότοπους, την ενεργοποίηση και παρακολούθηση του μικροφώνου/της κάμερας/GPS του χρήστη και τη ροή αυτών των υποκλοπών σε απομακρυσμένο διακομιστή, την υποκλοπή/ανάλυση ευαίσθητων δεδομένων (κωδικούς πρόσβασης, αργεία, επαφές, συναλλαγές), την αποστολή email / Μηνύματα SMS/IM ή πακέτα για DDoS ως μέρος ενός botnet, την καταστροφή των ρυθμίσεων απορρήτου, την κλοπή στοιχείων ταυτοποίησης, την εμφύτευση κακόβουλου λογισμικού (malware) π.χ. τύπου JavaScript ή/και ιών(virus) (AppSec-Labs 2011).

Στη συνέχεια αναφέρονται τέσσερεις συνήθεις μέθοδοι επιθέσεων (Maury 2022):

1. Εμφύτευση κακόβουλου προγράμματος (malware) στο κινητό τηλέφωνο. Αυτή η άμεση επίθεση δεν απαιτεί τίποτα περισσότερο από έναν ανυποψίαστο καταναλωτή ή υπάλληλο να σαρώσει από περιέργεια έναν κωδικό QR που οδηγεί σε μολυσμένο ιστότοπο. Η επίσκεψη στον μολυσμένο ιστότοπο θα ενεργοποιήσει τη λήψη (download) του κακόβουλου λογισμικού. Ένα παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο μπορεί να παραδοθεί ένας τέτοιος κώδικας QR είναι να τον στείλουν με μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που φαίνεται να είναι νόμιμο, παρασύροντας τον χρήστη να τον σαρώσει.
2. Ιστότοπος ηλεκτρονικού ψαρέματος (phishing). Ο εισβολέας οδηγεί το θύμα του σε έναν ιστότοπο ηλεκτρονικού ψαρέματος για να υποκλέψει τους κωδικούς πρόσβασής του ή για να αποκτήσει πρόσβαση στις προσωπικές του και άλλες πληροφορίες. Μην ξεχνάμε ότι οι κώδικες QR διαβάζονται από μηχανή κι όχι από άνθρωπο. Όμως ακόμη κι αν ο χρήστης διαβάσει στην συσκευή του εμφανίσει στο χρήστη το URL, αυτό θα έχει εμφάνιση παρόμοια με ενός αξιόπιστου ιστότοπου ξεγελώντας τον. Οι ιστότοποι ηλεκτρονικού ψαρέματος είναι δύσκολο να εντοπιστούν. Μόλις ο χρήστης επισκεφτεί τον ιστότοπο ηλεκτρονικού ψαρέματος θα του ζητηθούν οι κωδικοί πρόσβασης. Από τη στιγμή που ο εισβολέας τους αποκτήσει μπορεί εύκολα να έχει πρόσβαση σε λογαριασμούς, ιδιωτικές ή επιχειρηματικές πληροφορίες και να προκαλέσει μη αναστρέψιμες ζημιές στο χρήστη ή/και ακόμη στην εταιρία που εργάζεται.



Σχήμα 5.24. Ψεύτικος κώδικας QR κάλυπτε τον πραγματικό κώδικα QR σε ένα κοινόχρηστο ποδήλατο, το οποίο οδήγησε σε απάτη πληρωμής μέσω κινητού (sohu.com).

3. Πλαστοί κώδικες QR. Οι κυβερνοεγκληματίες δημιουργούν δικούς τους κώδικες QR παρόμοιους με εν χρήση νόμιμους και είτε τους εκτυπώνουν σε

αυτοκόλλητες ετικέτες που τοποθετούν πάνω από τους νόμιμους ή τους αποστέλλουν στους ανυποψίαστους καταναλωτές (Σχήμα 5.24). Αυτοί νομίζουν ότι είναι οι αυθεντικοί και τους χρησιμοποιούν.

Για παράδειγμα στις ΗΠΑ κώδικες QR έχουν συνδεθεί με απάτες στις οποίες τοποθετούνται αυτοκόλλητα σε παρκόμετρα, που παρουσιάζονται ως επιλογές γρήγορης πληρωμής, σε πόλεις όπως το Ωστιν, το Σαν Αντόνιο και η Βοστώνη (Vincent 2022).

4. Εκμετάλλευση ευπαθειών. Υπάρχει πάντα ο κίνδυνος ένας εισβολέας να βρει σφάλμα σε εφαρμογή ανάγνωσης κώδικα QR που θα είχε ως αποτέλεσμα την εκμετάλλευση καμερών ή/και αισθητήρων σε τηλέφωνα ή άλλες συσκευές.

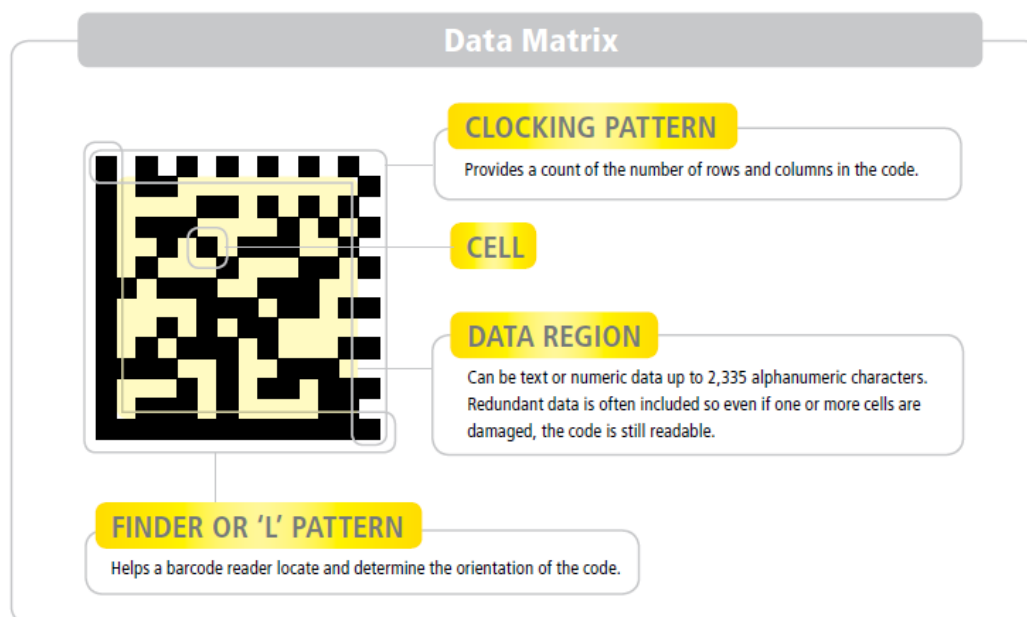
### 5.3.4 Data Matrix

Ο Data Matrix είναι γραμμωτός κώδικας matrix που εμφανίστηκε για πρώτη φορά το 1994. Πρόκειται για δισδιάστατο κώδικα που αποτελείται από ασπρόμαυρα "κελιά" ή κουκκίδες διατεταγμένες είτε σε τετράγωνο είτε σε ορθογώνιο μοτίβο ([Dynamsoft 2020](#)), ([Jollytech 2022](#)), ([Wikipedia 2022c](#)). Οι πληροφορίες που κωδικοποιεί μπορεί να είναι κείμενο ή αριθμητικά δεδομένα.

Ο γραμμωτός κώδικας Data Matrix υποστηρίζει προηγμένους αλγόριθμους ελέγχου και διόρθωσης σφαλμάτων κωδικοποίησης. Αυτό επιτρέπει την αναγνώριση γραμμωτών κωδίκων που έχουν καταστραφεί έως και 60 τοις εκατό.

Στο Σχήμα 5.25 απεικονίζεται ο Data Matrix γραμμωτός κώδικας με ανάλυση των κωδικοποιημένων δεδομένων. Ο γραμμωτός κώδικας χωρίζεται σε 3 περιοχές. Η κύρια περιοχή είναι η περιοχή των δεδομένων (data region) στην οποία χωρούν να καταγραφούν μέχρι 2.335 αλφαριθμητικοί χαρακτήρες που μπορεί να είναι κείμενο ή/και αριθμητικά δεδομένα. Συχνά σε αυτά καταχωρούνται και πλεονάζοντα δεδομένα (redundant data) ώστε αν ένα ή περισσότερα από τα κελιά (cells) φθαρεί, γδαρθεί, κλπ. να εξακολουθήσει ο γραμμωτός κώδικας να είναι αναγνώσιμος. Οι άλλες δύο περιοχές είναι η clocking pattern που απαριθμεί τις γραμμές και τις στήλες του γραμμωτού κώδικα και η finder or 'L' pattern που βοηθάει τον αναγνώστη του γραμμωτού κώδικα να εντοπίσει και να καθορίσει τον προσανατολισμό του κώδικα.

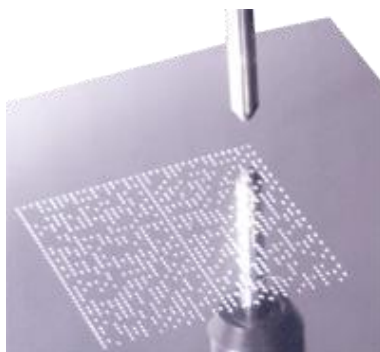




Σχήμα 5.25. Γραμμωτός κώδικας Data Matrix

Οι γραμμωτοί κώδικες Data Matrix είναι ιδιαίτερα προσαρμόσιμοι σε μέγεθος και εφαρμογές τους μπορεί να κυμαίνονται σε μέγεθος από πολύ μικρές όπως 300 τετραγωνικά μικρόμετρα (χαραγμένες με λέιζερ) έως και μεγάλες για παράδειγμα 1 τετραγωνικό μέτρο. Η πιστότητα των συστημάτων σήμανσης και ανάγνωσης είναι ο μόνος περιορισμός. Η πιο δημοφιλής εφαρμογή για τον Data Matrix είναι η σήμανση μικρών αντικειμένων. Η US Electronic Industries Alliance (EIA) συνιστά τη χρήση του για την επισήμανση μικρών ηλεκτρονικών εξαρτημάτων (Stevenson 2005). Επίσης χρησιμοποιείται σε αντικείμενα όπου οι γραμμωτοί κώδικες καταστρέφονται εύκολα λόγω υψηλής θερμότητας, έκθεσης σε χημικά κ.λπ.

Στη βιομηχανία, οι Data Matrix μπορούν να σημειθούν απευθείας πάνω σε εξαρτήματα (π.χ. αεροδιαστημική βιομηχανία), διασφαλίζοντας ότι μόνο αυτά ταυτοποιούνται με τα συγκεκριμένα δεδομένα (Σχήμα 5.26). Οι μέθοδοι σήμανσης ποικίλουν και μπορεί να γίνουν για παράδειγμα με βιομηχανική έγχυση μελάνης, σήμανση με λέιζερ ή ηλεκτρολυτική χημική χάραξη (ECE). Αυτές οι μέθοδοι αποδίδουν συνήθως μόνιμη σήμανση που μπορεί να διαρκέσει καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του εξαρτήματος.



Σχήμα 5.26. Σήμανση Data Matrix στην επιφάνεια εξαρτήματος.

Οι Data Matrix επαληθεύονται συνήθως χρησιμοποιώντας εξειδικευμένο εξοπλισμό κάμερας και λογισμικό. Η επαλήθευση διασφαλίζει ότι ο κώδικας συμμορφώνεται με τα σχετικά πρότυπα καθώς και την μακρόχρονη αναγνωσιμότητά του. Μετά την έναρξη χρήσης του εξαρτήματος ο Data Matrix μπορεί να διαβαστεί από κάμερα ανάγνωσης, η οποία αποκωδικοποιεί τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται σε διάφορους σκοπούς, όπως η παρακολούθηση διακίνησης ή οι έλεγχοι αποθεμάτων.

Η χρήση των Data Matrix είναι συνήθης σε έντυπα και επιγραφές. Χρησιμοποιούνται επίσης στη βιομηχανία τροφίμων σε συστήματα αυτόματης κωδικοποίησης κυρίως για την αποφυγή λανθασμένης συσκευασίας και για τη σωστή σήμανση των ημερομηνιών στα προϊόντα τροφίμων. Οι Data Matrix, μπορούν να διαβαστούν από κινητά τηλέφωνα με λήψη και χρήση κατάλληλων εφαρμογών λογισμικού. Όμως παρότι τους διαβάζουν λίγες από αυτές επεκτείνουν την αποκωδικοποίηση σε άμεση πρόσβαση και αλληλεπίδραση μέσω κινητού, οπότε οι Data Matrix μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια, για παράδειγμα σε λύσεις παρακολούθησης και ιχνηλάτησης, κατά της πλαστογραφίας, λύσεις ηλεκτρονικής διακυβέρνησης και τραπεζικών εφαρμογών.

Ο Data Matrix επινοήθηκε από την International Data Matrix, Inc. (ID Matrix) το οποίο συγχωνεύθηκε με το RVSI/Acuity CiMatrix, που εξαγοράστηκε από τη Siemens AG τον Οκτώβριο του 2005 και τη Microscan Systems τον Σεπτέμβριο του 2008. Υπάρχουν διάφορες εκδόσεις Data Matrix με νεώτερη τον Data Matrix ECC 200. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ελεύθερα από τις επιχειρήσεις χωρίς απαιτήσεις για άδειες ή δικαιώματα, ενώ καλύπτεται και αναλύεται σε πολλά ISO/IEC πρότυπα που είναι τα: ISO/IEC 16022:2006, ISO/IEC 15415—2-D, ISO/IEC 15418:2016, ISO/IEC 15424:2008, ISO/IEC 15434:2006 και ISO/IEC 15459.

### GS1 DataMatrix

Ο GS1 DataMatrix είναι η αναγνωρισμένη και τυποποιημένη εφαρμογή του γραμμωτού κώδικα Data Matrix από τον οργανισμό GS1. Σχηματίζεται προσθέτοντας τον ειδικό χαρακτήρα FNC1 στην πρώτη θέση της έκδοσης γραμμωτού κώδικα Data Matrix ECC 200 (GS1 2018).

Ο GS1 DataMatrix ορίζεται στο πρότυπο ISO/IEC 16022 και υποστηρίζει δεδομένα Δεικτών Εφαρμογών GS1 (GS1 AIs) καθώς και τον ειδικό χαρακτήρα FNC1. Εξ ορισμού στο ISO/IEC 16022 ο GS1 DataMatrix διαφοροποιείται από τα άλλα σύμβολα ISO/IEC Data Matrix. Αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας τον ειδικό χαρακτήρα FNC1 στην πρώτη θέση των κωδικοποιημένων δεδομένων επιτρέποντας στους σαρωτές να αναγνωρίζουν και να επεξεργάζονται τις πληροφορίες σύμφωνα με τους Κανόνες του Συστήματος GS1.

Ο GS1 DataMatrix (Data Matrix ECC 200) είναι η μόνη διαμόρφωση Data Matrix που χρησιμοποιεί ανίχνευση και διόρθωση σφαλμάτων ReedSolomon με βάση την οποία εντοπίζονται τα σφάλματα και όπου είναι δυνατόν διορθώνονται. Λόγω της χρήσης του ειδικού χαρακτήρα FNC1 η χωρητικότητά του είναι 2.334 αλφαριθμητικοί χαρακτήρες ή 3.114 αριθμητικοί.



Σχήμα 5.27. Γραμμωτός κώδικας GS1 DataMatrix.

Ο γραμμωτός κώδικας GS1 DataMatrix (Σχήμα 5.27) είναι συμπαγής, μπορεί να συγκρατήσει μεγάλο όγκο δεδομένων σε μικρή επιφάνεια και χρησιμοποιείται σε αρκετές ειδικές εφαρμογές. Συγκεκριμένα ο κλάδος της Υγείας τον χρησιμοποιεί ευρέως, ακόμη και για τη σήμανση (εγχάρακτη) χειρουργικών εργαλείων, και τον έχει επιλέξει ως τον μακροπρόθεσμα προτιμώμενο γραμμωτό κώδικα του συγκεκριμένου κλάδου.

## 5.4 Επάλληλος γραμμικός γραμμωτός κώδικας (stacked linear barcode)

Ο επάλληλος γραμμωτός κώδικας εντάσσεται στους 2D γραμμωτούς κώδικες και αποτελείται από πολλούς γραμμικούς γραμμωτούς κώδικες που ο ένας επικάθεται στον άλλο επιτρέποντας την κωδικοποίηση περισσότερων πληροφοριών (Σχήμα 5.28). Για να αποκωδικοποιηθεί αυτή η κατηγορία γραμμωτών κωδίκων θα πρέπει ο αναγνώστης να είναι σε θέση να διαβάσει τον κώδικα τόσο οριζόντια όσο και κάθετα.



Σχήμα 5.28. Επάλληλος γραμμικός γραμμωτός κώδικας.

### 5.4.1 GS1 DataBar Expanded Stacked

Ο GS1 DataBar Expanded Stacked είναι ένας τύπος επάλληλου γραμμωτού κώδικα (GS1Greece 2021) που χωρίζεται σε πολλές επάλληλες σειρές με ένα διαχωριστικό μοτίβο μεταξύ τους, συγκεκριμένα μπορεί να περιέχει από 2 έως 11 σειρές. Ο GS1 DataBar Expanded Stacked υποστηρίζει το σύνολο των ASCII χαρακτήρων και περιέχει ένα ψηφίο ελέγχου που χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο modulo 211 (mod 211) για τη διόρθωση τυχών σφαλμάτων.

Προορίζεται κυρίως για εφαρμογές που απαιτούν την κωδικοποίηση συμπληρωματικών δεδομένων. Εκτός από την κωδικοποίηση του Global Trade Item Number (GTIN) ή του Global Coupon Number (GCN), ο GS1 DataBar Expanded Stacked μπορεί να κωδικοποιήσει επιπλέον δεδομένα αναγνώρισης και ταυτοποίησης, όπως ημερομηνία πώλησης, βάρος, αριθμός παρτίδας ή ημερομηνία λήξης (Σχήμα 5.29). Επίσης υποστηρίζει τη δομή αρίθμησης Serial Shipping Container Code (SSCC)-18.

Παράδειγμα GS1 DataBar Expanded Stacked με το αντίστοιχο περιεχόμενο



(01)00614141000015 (3202)000105 (3922)001049 (15)030320 (10)7887300

GTIN

Καθαρό  
Βάρος  
(kg, gr)

Τιμή  
Πώλησης  
(€)

Ημ/νία  
Ανάλωσης  
κατά  
Προτίμηση  
Αρ. Παρτίδας/  
Παραγωγής

Σχήμα 5.29. Γραμμωτός κώδικας GS1 DataBar Expanded Stacked (GS1).

Στα θετικά του χαρακτηριστικά μεταξύ άλλων συγκαταλέγονται ότι:

- Το περιεχόμενό του μπορεί να είναι αλφαριθμητικό
- Μπορεί να κωδικοποιήσει έναν κωδικό GTIN μαζί με πρόσθετες πληροφορίες
- Απαιτεί μικρότερη διαθέσιμη επιφάνεια απ' ότι ένα σύμβολο EAN/UPC
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σήμανση προϊόντων που είναι δύσκολο να σημειωθούν με τους «κλασικούς» EAN/UPC γραμμωτούς κώδικες, όπως είναι π.χ. προϊόντα χύμα, κλπ.

Η χρήση του γραμμωτού κώδικα GS1 DataBar Expanded Stacked μπορεί να προσφέρει αρκετά οφέλη στους λιανέμπορους και τους προμηθευτές. Ενδεικτικά αναφέρονται τα παρακάτω:

- Διεθνής μοναδική αναγνώριση για τα νωπά τρόφιμα, σε αντίθεση με τη γενική πληροφόρηση που χρησιμοποιείται σήμερα
- Αυξημένη ακρίβεια στην αναγνώριση των χύμα προϊόντων, μέσω της ανάγνωσης του γραμμωτού κώδικα χωρίς να απαιτείται η πληκτρολόγηση εσωτερικού κωδικού (κωδικός PLU)
- Μείωση των απωλειών (shrinkage)
- Πληροφορίες για ιχνηλασιμότητα (π.χ. αριθμός παρτίδας, χώρα προέλευσης κλπ)

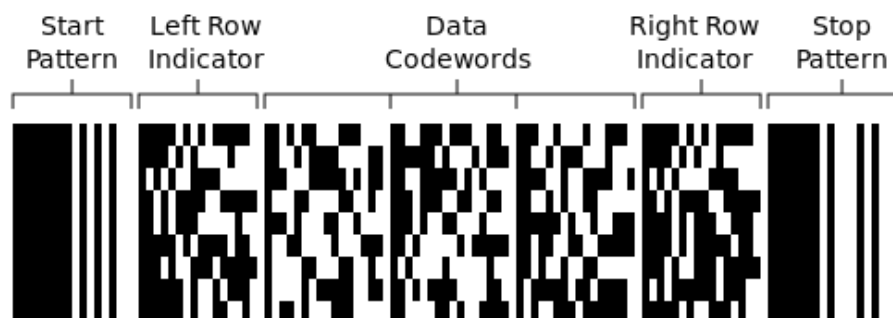
- Βελτιωμένες διαδικασίες ανεφοδιασμού προϊόντων
- Δυνατότητα για category management σε τομείς που δεν καλύπτονται σήμερα
- Διευκόλυνση του συγχρονισμού δεδομένων
- Διαχείριση πωλήσεων με βάση την ημ/νία λήξης, ανάλωσης κατά προτίμηση
- Καλύτερη διαχείριση προϊόντων μεταβλητού βάρους
- Δυνατότητα παύσης της πώλησης προϊόντων που βρίσκονται υπό ανάκληση/ απόσυρση ή προϊόντων με περασμένη ημ/νία λήξης.

Ο GS1 DataBar Expanded Stacked είναι ένας από τους τέσσερεις τύπους γραμμωτού κώδικα GS1 DataBar που έχουν σχεδιαστεί για χρήση σε εφαρμογές λιανικής πώλησης. Στις ΗΠΑ χρησιμοποιείται και για τη σήμανση των εκπαιδευτικών κουπονιών παρέχοντας περισσότερες πληροφορίες από τα σύμβολα EAN/UPC.

Αναλυτικές προδιαγραφές για τον GS1 DataBar Expanded Stacked ορίζονται στα ISO/IEC 24724 Information technology - Automatic identification and data capture techniques - GS1 DataBar bar code symbology specification καθώς και στο έγγραφο GS1 General Specifications.

#### 5.4.2 PDF417

Ο PDF417 είναι τύπος επάλληλου γραμμικού γραμμωτού κώδικα που χρησιμοποιείται σε μια ποικιλία εφαρμογών όπως οι μεταφορές, οι ταυτότητες και η διαχείριση αποθεμάτων. Κάθε γραμμωτός κώδικας PDF417 αποτελείται από τρεις έως 90 επάλληλες σειρές και η κάθε μια σειρά ισοδυναμεί με ένα μικρό γραμμικό γραμμωτό κώδικα. Το "PDF" σημαίνει Portable Data File, το "417" σημαίνει ότι κάθε μοτίβο στον κώδικα αποτελείται από 4 γραμμές και 4 κενά, με το μοτίβο να έχει μήκος 17 δομοστοιχεία (Σχήμα 5.30). Η συμβολογία PDF417 επινοήθηκε από τον Ynjiun P. Wang στην Symbol Technologies το 1991. Αναλυτικές προδιαγραφές ορίζονται στο πρότυπο ISO 15438.



Σχήμα 5.30. Γραμμωτός κώδικας PDF417.

Ο γραμμωτός κώδικας PDF417 μπορεί να αποθηκεύσει έως και 1.800 εκτυπώσιμους ASCII χαρακτήρες ενώ είναι δυνατό να σπάσει μεγάλο όγκο δεδομένων σε πολλούς γραμμωτούς κώδικες PDF417 που συνδέονται μεταξύ τους. Έτσι, θεωρητικά τουλάχιστον, δεν υπάρχει όριο στην ποσότητα των δεδομένων που μπορεί να αποθηκευτεί σε μια συνδεδεμένη ομάδα PDF417 γραμμωτών κωδίκων.

Ο τύπος γραμμωτού κώδικα PDF417 χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές τόσο από εμπορικούς όσο και από κυβερνητικούς οργανισμούς. Ο PDF417 είναι ένας από τους τύπους (μαζί με τον Data Matrix) ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτύπωση ταχυδρομικών τελών που γίνονται δεκτά από την Ταχυδρομική Υπηρεσία των Ηνωμένων Πολιτειών. Ο PDF417 χρησιμοποιείται επίσης από το πρότυπο Bar Coded Boarding Pass (BCBP) της αεροπορικής βιομηχανίας ως τύπος 2D γραμμωτού κώδικα για χάρτινες κάρτες επιβίβασης. Οι περισσότερες πολιτείες στις ΗΠΑ χρησιμοποιούν τον PDF417 για την κωδικοποίηση βασικών πληροφοριών των οδηγών στην πίσω πλευρά των αδειών οδήγησής τους. Οι γραμμωτοί κώδικες PDF417 περιλαμβάνονται επίσης στις βίζες και τις κάρτες διέλευσης των συνόρων που εκδίδονται από το κράτος του Ισραήλ.

## 5.5 Ταχυδρομικός γραμμωτός κώδικας (postal code)

Αυτή η κατηγορία γραμμωτού κώδικα βρίσκεται ανάμεσα στους 2D και 1D γραμμωτούς κώδικες. Αντί για κωδικοποίηση δεδομένων με βάση το εύρος των μαύρων ράβδων και των λευκών διαστημάτων, βασίζεται κυρίως στο ύψος των ράβδων. Η πλειοψηφία των ταχυδρομικών γραμμωτών κωδίκων κωδικοποιεί μόνο αριθμούς, αλλά μερικοί αρχίζουν να περιλαμβάνουν και γράμματα πλέον.

### 5.5.1 POSTNET

Ο τύπος γραμμωτού κώδικα POSTNET (Postal Numeric Encoding Technique) χρησιμοποιείται από την Ταχυδρομική Υπηρεσία των ΗΠΑ για την αυτόματη ταξινόμηση αλληλογραφίας (Σχήμα 5.31). Υπάγεται στις διακριτές συμβολογίες.



Σχήμα 5.31. Γραμμωτός κώδικας POSTNET.

Σε αντίθεση με τους περισσότερους άλλους γραμμωτούς κώδικες στους οποίους τα δεδομένα κωδικοποιούνται στο πλάτος των ράβδων και των διαστημάτων, ο POSTNET κωδικοποιεί δεδομένα με βάση το ύψος των ράβδων.

### 5.5.2 IMB

Ο IMB (Intelligent Mail Barcode) είναι ένας 65-ράβδων τύπος γραμμωτού κώδικα που χρησιμοποιείται από την ταχυδρομική υπηρεσία των Η.Π.Α για την ταξινόμηση και παρακολούθηση των επιστολών. Ο IMB παρέχει περισσότερες πληροφορίες και λειτουργικότητα από τους προκατόχους του POSTNET και PLANET για αυτό και τους αντικαθιστά. Ο IMB εμπεριέχει πληροφορίες πέραν του ταχυδρομικού κώδικα (που περιλαμβάνει και ο POSTNET) και στοιχεία για τον αποστολέα (Σχήμα 5.32).



Σχήμα 5.32. Γραμμωτός κώδικας IMB.

Ο IMB κωδικοποιεί τα δεδομένα με βάση το ύψος των ράβδων και υπάγεται στη διακριτή συμβολογία. Αναλυτικές προδιαγραφές για τον συγκεκριμένο τύπο γραμμωτού κώδικα αναφέρονται στο USPS έγγραφο, USPS-B-3200 (USPS 2015).

## 5.6 Επιλογή του κατάλληλου τύπου γραμμωτού κώδικα

Γενικά, ο τύπος του γραμμωτού κώδικα που θα επιλέξει μια επιχείρηση να χρησιμοποιήσει εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Μερικοί από αυτούς παρατίθενται στη συνέχεια:



1. Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ανάγκες και οι απαιτήσεις του κλάδου της επιχείρησης καθώς και οι σχετικοί κανονισμοί. Σκόπιμο είναι να ακολουθηθούν κοινές πρακτικές.
2. Πρέπει να είναι σαφές το σύνολο των χαρακτήρων που πρέπει να υποστηριχθεί από τους γραμμωτούς κώδικες στη συγκεκριμένη επιχειρησιακή δραστηριότητα.
3. Όπου είναι δυνατόν, να επιλέγονται οι συμβατοί τύποι γραμμωτών κωδίκων, όπως ο EAN-13 έναντι του UPC-A.
4. Εάν χρειάζεται να κωδικοποιηθεί μεγάλος όγκος δεδομένων, ο γραμμωτός κώδικας 2D είναι πλέον κατάλληλος έναντι του 1D.
5. Εξετάζεται εάν υπάρχει κάποια ειδική ανάγκη για το προϊόν. Για παράδειγμα εάν το προϊόν είναι περιορισμένου μεγέθους ή ο χώρος που μπορεί να διατεθεί για να τοποθετηθεί ο γραμμωτός κώδικας είναι περιορισμένος, σκόπιμο είναι να επιλεγούν γραμμωτοί κώδικες υψηλής πυκνότητας όπως Κώδικας 11, Κώδικας 128 κ.λπ.
6. Χρειάζεται οι γραμμωτοί κώδικες να διαβάζονται από εφαρμογές για κινητά; Αν ναι, ο γραμμωτός κώδικας QR είναι εξαιρετικά δημοφιλής για αυτές τις περιπτώσεις.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΓΡΑΜΜΩΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ

Ο γραμμωτός κώδικας είναι μια ώριμη τεχνολογία αυτόματης αναγνώρισης (auto-ID) που χρησιμοποιείται στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας (Supply Chain Management - SCM) εδώ και αρκετές δεκαετίες, με ιδιαίτερη βαρύτητα στο χώρο του λιανεμπορίου. Είναι τέτοια η κυριαρχία της συγκεκριμένης τεχνολογίας που έχει επηρεάσει και διαμορφώσει όλες σχεδόν τις πτυχές της εφοδιαστικής αλυσίδας, από την αναγνώριση σε επίπεδο είδους έως τις εφαρμογές μεταφοράς.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα εξετάσουμε το εύρος και τα επίπεδα εφαρμογής του γραμμωτού κώδικα, καθώς και τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που έχουν πλέον εντοπιστεί κατά τη χρήση του στην εφοδιαστική αλυσίδα (McCathie & Michael 2005), (Wikipedia 2022a), (GS1 2022d).

#### 6.1 Τομείς εφαρμογής

Οι γραμμωτοί κώδικες χρησιμοποιούνται ευρέως σε όλο τον κόσμο σε πολλά και διαφορετικά περιβάλλοντα. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το παγκόσμιο μητρώο GS1 γραμμωτών κωδίκων περιλαμβάνει περίπου 2.500.000 επιχειρήσεις από 115 χώρες και προφανώς δεν χρησιμοποιούνται παγκοσμίως μόνο οι GS1 γραμμωτοί κώδικες (GS1Greece 2022a). Από την πληθώρα των τομέων εφαρμογής τους αναφέρονται οι κυριότεροι:

- Τρόφιμα & Ποτά
- Φρέσκα Προϊόντα
- Εστίαση
- Υγεία
- Μεταφορές
- Ηλεκτρονικό Εμπόριο
- Χρηματοοικονομικά
- Ναυτιλία
- Σιδηρόδρομοι
- Κατασκευές
- Χημικά

- Ένδυση/Υπόδηση
- Λιανεμπόριο
- Καταναλωτικά
- Καλλυντικά
- Άμυνα
- Εκπαίδευση
- Φορείς Δημοσίου

Μόνο για το λιανεμπόριο η GS1 εκτιμά ότι γίνονται περί τις 2,5 δισεκατομμύρια σαρώσεις την ημέρα των γραμμωτών κωδίκων κατηγοριοποίησης GS1.

### 6.1.1 Κλάδος της Υγείας.

Οι γραμμωτοί κώδικες αποτελούν βασικό εργαλείο στον κλάδο της Υγείας, έναν χώρο όπου τα λάθη, οι καθυστερήσεις και οι ολιγορίες δεν στοιχίζουν μόνο χρήματα αλλά και ανθρώπινες ζωές. Το U.S. Department of Health and Human Services των ΗΠΑ εκτιμά ότι η λανθασμένη θεραπευτική/φαρμακευτική αγωγή (π.χ. λανθασμένο φάρμακο, λανθασμένη δόση, λανθασμένη χρονική χορήγηση) είναι μια από τις βασικές αιτίες για περισσότερους από 700.000 τραυματισμούς και θανάτους που συμβαίνουν κάθε χρόνο (Justesen 2021).

Τα νοσοκομεία, οι φαρμακευτικές εταιρείες, οι κατασκευαστές ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού, οι διανομείς, οι ρυθμιστικές αρχές και άλλοι φορείς χρησιμοποιούν τους γραμμωτούς κώδικες με στόχο να βοηθήσουν τη βελτίωση της ασφάλειας των ασθενών, την αύξηση της αποδοτικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας και τη μείωση του κόστους. Ο έλεγχος της εφοδιαστικής αλυσίδας και η διαχείριση των παγίων (π.χ. νοσοκομειακές κλίνες, ιατρικός εξοπλισμός) είναι ζητήματα που αντιμετωπίζονται και βελτιώνονται στο συγκεκριμένο κλάδο με τη βοήθεια της τεχνολογίας του γραμμωτού κώδικα. Στη συνέχεια αναφέρονται ορισμένες εφαρμογές του γραμμωτού κώδικα στον κλάδο της Υγείας (McCarthy 2018):

#### **Πρωτοβάθμια φροντίδα.**

Τα φαρμακεία, τα ιατρεία και τα διαγνωστικά κέντρα είναι τα βασικά σημεία επαφής για έναν ασθενή που λαμβάνει πρωτοβάθμια φροντίδα.

- Συλλογή δειγμάτων ιατρικών εξετάσεων – Με τη χρήση των γραμμωτών κωδίκων επιτυγχάνεται συνέπεια και ακρίβεια στη συλλογή των στοιχείων μιας δειγματοληψίας, στη σήμανση και στην ανάλυση του δείγματος έτσι ώστε ο σωστός ασθενής να λαμβάνει τα σωστά αποτελέσματα.
- Διαχείριση αποθέματος – Τα φαρμακεία χρειάζεται να καταγράφουν και να διατηρούν πληροφορίες συναλλαγών, ιστορικό συναλλαγών και κατάσταση συναλλαγών για κάθε φαρμακευτικό προϊόν που διακινούν. Οι γραμμωτοί κώδικες διασφαλίζουν ότι αυτή η διαδικασία γίνεται πιο αποτελεσματική, βοηθώντας τα φαρμακεία να συμμορφωθούν με τους ισχύοντες κανονισμούς, να έχουν σωστά ενημερωμένο αρχείο και να μειώσουν τα θέματα ασφάλειας.
- Διανομή φαρμάκων – Το φάρμακο ελέγχεται συνήθως τρεις φορές σε ένα φαρμακείο, μία φορά όταν λαμβάνεται από το απόθεμα, μία δεύτερη φορά για να διασφαλιστεί ότι δίνεται το σωστό φάρμακο στο σωστό πελάτη και τέλος η συνταγή και το φάρμακο διαβάζονται ξανά για να διασφαλιστεί ότι ο ασθενής θα λάβει τη σωστή φαρμακευτική αγωγή. Οι γραμμωτοί κώδικες μειώνουν την πιθανότητα σφαλμάτων και επιταχύνουν την επαλήθευση της φαρμακευτικής αγωγής.

### **Δευτεροβάθμια περίθαλψη.**

Η δευτεροβάθμια περίθαλψη αναφέρεται συνήθως σε μη προγραμματισμένη επείγουσα περίθαλψη, χειρουργική επέμβαση ή προγραμματισμένη εξειδικευμένη ιατρική φροντίδα σε νοσοκομείο ή κλινική. Όπως γνωρίζει καλά οποιοσδήποτε έχει νοσηλευτεί, οι γιατροί και οι νοσηλεύτριες πραγματοποιούν ελέγχους, χορηγούν φάρμακα και συνταγογραφούν θεραπείες όλες τις ώρες της ημέρας ή της νύχτας. Αυτό το πυρετώδες πρόγραμμα σημαίνει ότι το υγειονομικό προσωπικό χρειάζεται έναν αξιόπιστο τρόπο για να παρακολουθεί τις συνεχώς μεταβαλλόμενες ανάγκες των ασθενών, συμπεριλαμβανομένης της χορήγησης φαρμάκων. Η τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα διασφαλίζει μεταξύ άλλων ότι τα αρχεία του ασθενούς καταγράφονται με ασφάλεια και ενημερώνονται καθ' όλη τη διάρκεια της παραμονής του, μειώνοντας τον κίνδυνο ιατρικών λαθών.

- Εισαγωγές ασθενών – Η φροντίδα του ασθενούς μπορεί να γίνει ευκολότερη μέσω της τεχνολογίας του γραμμωτού κώδικα, καθώς σε κάθε ασθενή κατά την εισαγωγή του εκτυπώνεται και εφαρμόζεται ένα βραχιολάκι με μοναδικό γραμμωτό κώδικα για γρήγορη αναγνώριση και ευκολία παρακολούθησης (Σχήμα 6.1). Αυτό βοηθά στη μείωση του κινδύνου ιατρικού λάθους (χειρουργείου, φαρμακευτικής αγωγής, θεραπείας) και αποτρέπει την απώλεια ζωτικής σημασίας πληροφοριών για τον ασθενή.



Σχήμα 6.1. Σάρωση γραμμωτού κώδικα ασθενή.

- Παρακλίνιος φροντίδα (Bedside Point of Care) – Το σημείο φροντίδας δίπλα στο κρεβάτι είναι η διαδικασία που χρησιμοποιούν οι εργαζόμενοι στον τομέα της Υγείας για την οργάνωση και την παροχή θεραπευτικής/φαρμακευτικής αγωγής στον ασθενή και αποτελεί αναπόσπαστο μέρος οποιασδήποτε παραμονής στο νοσοκομείο. Η τεχνολογία γραμμωτού κώδικα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την συλλογή στοιχείων και μαρτυριών στο συγκεκριμένο σημείο για την ακριβή ταυτοποίηση του ασθενούς καθώς και την ορθότητα και ποιότητα της παρεχόμενης σε αυτόν φροντίδας.

- Φαρμακευτική αγωγή – Κατά τη χορήγηση των φαρμάκων στους ασθενείς το νοσηλευτικό προσωπικό χρειάζεται να ελέγξει αρκετά σημεία για να είναι όλα σωστά. Οι νοσηλεύτριες πρέπει να βεβαιωθούν ότι γνωρίζουν ποιο άτομο χρειάζεται φαρμακευτική αγωγή, τον τύπο του φαρμάκου που πρέπει να χορηγήσουν, την ποσότητα και το χρονοδιάγραμμα των δόσεων. Εάν κάποια από αυτές τις πληροφορίες είναι λανθασμένη ή ο χρόνος λήψης μιας δόσης καθυστερήσει, ο

ασθενής θα υποφέρει ή/και μπορεί να επιδεινωθεί η κατάστασή του. Η χρήση της τεχνολογίας του γραμμωτού κώδικα αναμφίβολα διευκολύνει στο γρήγορο και εύκολο έλεγχο και επαλήθευση των παραπάνω σημείων γεγονός που βοηθάει στο να δοθεί το κατάλληλο φάρμακο, στη σωστή δόση, με το σωστό τρόπο, τη σωστή χρονική στιγμή στο σωστό ασθενή.

### **GS1 Healthcare.**

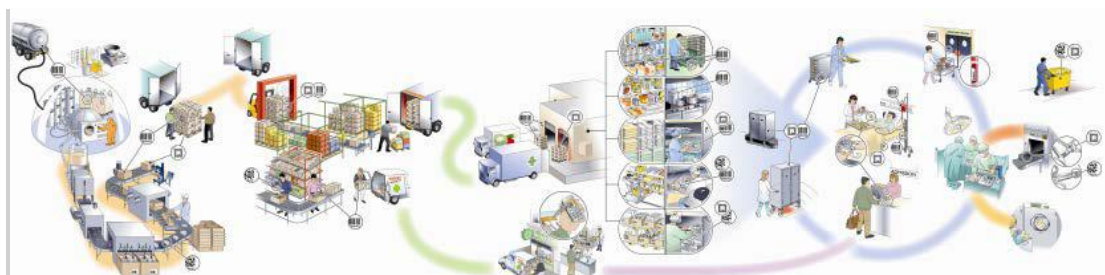
Η GS1 Healthcare είναι παγκόσμια ομάδα χρηστών, υπό την σκέπη του διεθνούς οργανισμού GS1, στην οποία συμμετέχουν πολλοί και διαφορετικοί φορείς του κλάδου της Υγείας όπως: προμηθευτές, κατασκευαστές φαρμάκων και ιατρικών συσκευών, χονδρέμποροι και διανομείς, νοσοκομεία, φαρμακεία, κυβερνητικοί, ρυθμιστικοί και άλλοι φορείς και ενώσεις του κλάδου.

Αποστολή της GS1 Healthcare είναι να οδηγήσει μέσα από τη συνεργασία των ειδικών του χώρου στην ανάπτυξη και υλοποίηση παγκόσμιων προτύπων στον κλάδο της Υγείας μέσω των οποίων θα βελτιωθούν οι παρεχόμενες υπηρεσίες στους ασθενείς καθώς και η αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης εφοδιαστικής αλυσίδας (GS1 Healthcare 2015). Με αυτό το σκεπτικό έχει αναπτύξει Πρότυπα Εφαρμογής ΑΑΚΔ (Αυτόματης Αναγνώρισης και Κτήσης Δεδομένων) για τα προϊόντα του χώρου που έχουν ενσωματωθεί στις Γενικές Προδιαγραφές GS1 και τα οποία παρέχουν στα εμπλεκόμενα μέρη του κλάδου ένα σύνολο δεδομένων και φορέων δεδομένων προς εφαρμογή στα φαρμακευτικά και ιατρικά προϊόντα σε κάθε επίπεδο συσκευασίας, συμπεριλαμβανομένων ειδικών οδηγιών για την επιλογή και τη χρήση:

- Κατάλληλων GS1 Κωδικών Αναγνώρισης
- Πρόσθετων δεδομένων για τα προϊόντα και την παραγωγή τους, για παράδειγμα παρτίδα, ημερομηνία λήξης ή/και σειρά αριθμός (όπου ισχύει)
- GS1 Φορέων Δεδομένων συμπεριλαμβανομένων των: γραμμικών γραμμωτών κωδικών, δισδιάστατων γραμμωτών κωδικών και κωδικών EPC (RFID).

Τα Πρότυπα Εφαρμογής ΑΑΚΔ αναπτύχθηκαν στοχεύοντας να καλύψουν το 80% περίπου των προϊόντων Υγείας στην παγκόσμια αγορά ενώ η μελλοντική προσπάθεια είναι να καλύψουν περαιτέρω τις υπάρχουσες ανάγκες σήμανσης. Οι γενικές αρχές αναγνώρισης των προϊόντων που εφαρμόζονται στους άλλους κλάδους ισχύουν και

στην Υγεία όμως χρειάζεται να επεκταθούν ώστε να ληφθούν υπόψη ορισμένα μοναδικά χαρακτηριστικά του κλάδου, όπως ο κίνδυνος λανθασμένης ταξινόμησης προϊόντων καθώς και η ανάγκη τα προϊόντα να αναγνωρίζονται και να παρακολουθούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα από την παραγωγή τους μέχρι το σημείο χρήσης τους ή καθ' όλη τη διάρκεια της θεραπείας ενός ασθενούς (Σχήμα 6.2).



Σχήμα 6.2. Εφοδιαστική αλυσίδα του κλάδου της Υγείας (GS1 Healthcare).

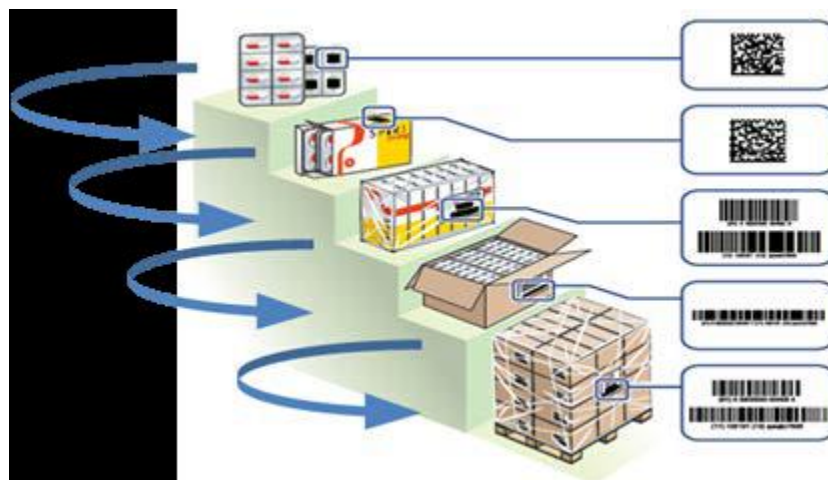
Τα Πρότυπα Εφαρμογής ΑΑΚΔ υποστηρίζουν τη δυνατότητα του κλάδου της Υγείας να υλοποιήσει συστήματα ΑΑΚΔ που στοχεύουν: στη βελτίωση της ασφάλειας του ασθενούς, στη μείωση των σφαλμάτων φαρμακευτικής αγωγής, στην καταπολέμηση των πλαστών προϊόντων, στην αποτελεσματική ανάκληση προϊόντων, στην έγκαιρη αναφορά ανεπιθύμητων συμβάντων και στην αποτελεσματική αντιμετώπιση ανεπαρκειών που εντοπίζονται στην εφοδιαστική αλυσίδα της Υγείας.

Αντικείμενα και είδη τα οποία μπορούν να σημανθούν με βάση τις οδηγίες των Προτύπων Εφαρμογής ΑΑΚΔ είναι:

*Φαρμακευτικά προϊόντα.* Τα φαρμακευτικά προϊόντα λαμβάνουν άδεια κυκλοφορίας για να πωληθούν σε μια χώρα και μπορεί να είναι:

- Είδη που πωλούνται χωρίς ιατρική συνταγή (OTC). Συνήθως τα προμηθεύονται οι καταναλωτές με δική τους πρωτοβουλία για την πρόληψη, την ανακούφιση ή τη θεραπεία συμπτωμάτων ή ήπιων ασθενειών. Τυπικά παραδείγματα περιλαμβάνουν επιδέσμους, κιτ πρώτων βοηθειών, στοματικά διαλύματα, παυσίπονα χαμηλής ισχύος, κ.λπ.
- Φαρμακευτικά είδη με ιατρική συνταγή. Πρόκειται για φάρμακα ή φαρμακευτικά είδη που χορηγούνται μόνον κατόπιν ιατρικής συνταγής. Τυπικά παραδείγματα περιλαμβάνουν φαρμακευτικούς επιδέσμους, ισχυρά παυσίπονα, αντιβιοτικά, ενέσιμα, κ.λπ.

- Είδη ενδονοσοκομειακής χρήσης. Χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σε νοσοκομεία ή κλινικές και χρειάζεται η παρακολούθησή τους από την παραγωγή μέχρι τη χρήση τους στον ασθενή.



Σχήμα 6.3. Ιεραρχία σήμανσης φαρμακευτικών προϊόντων κατά GS1 (GS1 Healthcare).

*Ιατρικές συσκευές.* Όπου ιατρική συσκευή είναι οποιοδήποτε όργανο, συσκευή, εργαλείο, μηχανή, κλπ. που χρησιμοποιείται μόνο του ή σε συνδυασμό σ' έναν άνθρωπο για τη διάγνωση, πρόληψη, παρακολούθηση, υποστήριξη, θεραπεία ή ανακούφισή του.

Οι σημάνσεις μπορεί να είναι πάνω στο ίδιο το προϊόν καθώς και στις διαδοχικές συσκευασίες που το περικλείουν (Σχήμα 6.3).

## 6.2 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα που εντοπίστηκαν κατά τη χρήση στην εφοδιαστική αλυσίδα

Μετά από πολυετή και εκτεταμένη χρήση των γραμμωτών κωδικών στην εφοδιαστική αλυσίδα έχουν προκύψει και καταγραφεί θετικά και αρνητικά χαρακτηριστικά τους που διαμορφώνουν τη συμπεριφορά της συγκεκριμένης τεχνολογίας στο χώρο της εφοδιαστικής. Στη συνέχεια βασιζόμενοι κυρίως σε στοιχεία της βιβλιογραφίας επισημαίνονται τα κυριότερα από αυτά που καθιστούν την τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα κύρια συνιστώσα της σύγχρονης εφοδιαστικής αλυσίδας που διασφαλίζει την εύρυθμη και αποδοτική λειτουργία της (McCathie & Michael 2005), (Küçükaltan & Herand 2014).



### 6.2.1 Προσιτότητα (Affordability)

Καθώς η τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα έχει φτάσει σε μια κατάσταση ωριμότητας, έχει γίνει πολύ πιο προσιτή, καθιστώντας την κατάλληλη ακόμη και για εξειδικευμένες εφαρμογές μικρής κλίμακας. Η απλότητα των γραμμωτών κωδίκων είναι μια από τις πιο ελκυστικές πτυχές τους. Από την έναρξη χρήσης τους, το κόστος εκτύπωσης γραμμωτού κώδικα έχει μειωθεί σε λιγότερο από ένα σεντ ανά γραμμωτό κώδικα (Thompson 2003). Τα δύο βασικά συστατικά που χρησιμοποιούνται συνήθως για την παραγωγή ενός γραμμωτού κώδικα είναι το μελάνι και το χαρτί, που το κόστος παραμένει και θα παραμείνει χαμηλό σε σχέση με εναλλακτικές τεχνολογίες (π.χ. RFID). Για εταιρείες με ανεπτυγμένη υποδομή barcode, το κόστος εκτύπωσης γραμμωτού κώδικα είναι ελάχιστο (Lai 2004). Επίσης οι συνεχείς βελτιώσεις στον γραμμωτό κώδικα έχουν εξασφαλίσει μείωση κόστους στην ίδια την τεχνολογία και στα περιφερειακά εξαρτήματά της. Ένα παράδειγμα αυτού είναι η ανάπτυξη της τεχνικής σήμανσης γραμμωτού κώδικα linerless (Smithcorona 2022) η οποία μειώνει το κόστος των μέσων κατά δέκα έως είκοσι πέντε τοις εκατό, ενώ αυξάνει τον αριθμό των γραμμωτών κωδίκων σε κάθε ρολό και μειώνει τα απορρίμματα κατά τη χρήση.

### 6.2.2 Ευχρηστία (Usability)

Η ευκολία χρήσης της τεχνολογίας γραμμωτού κώδικα είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την επιτυχία της. Οι ετικέτες του μπορούν εύκολα να εκτυπωθούν προσφέροντας μεγάλη αυτοματοποίηση και μειώνοντας την ανθρώπινη παρέμβαση όπου είναι δυνατόν. Όταν υπάρχει η σωστή υποδομή, λογισμικό και υλικό, ο «αυτοματισμός που παρέχεται από ένα σύστημα γραμμωτού κώδικα απλοποιεί σημαντικά τη συλλογή, την επεξεργασία και την παρακολούθηση πληροφοριών» (Zebra 2004b). Τα δεδομένα που συλλέγονται μπορούν εύκολα να διανεμηθούν σε μια επιχείρηση, αλλά και στους συνεργάτες ενός οργανισμού με τη χρήση προηγμένων συστημάτων διαχείρισης. Επιπλέον, η αλληλεπίδραση του χρήστη με τους γραμμωτούς κώδικες είναι απλή (Stephenson 1998). Τα περισσότερα σύγχρονα συστήματα και σαρωτές παρέχουν στους χρήστες ασύρματη απομακρυσμένη λήψη δεδομένων και μια γραφική διεπαφή χρήστη που βοηθά στη χρηστικότητα και την εκπαίδευση του τελικού χρήστη. Καθώς οι γραμμωτοί κώδικες είναι εύκολοι στη χρήση, η τεχνολογία έχει τη δυνατότητα να εφαρμόζεται απρόσκοπτα σε πολλές επιχειρηματικές δραστηριότητες. Αυτό βοήθησε να ανοίξει ο δρόμος για την

πραγματοποίηση μιας σειράς άλλων πλεονεκτημάτων, όπως η καλύτερη διαχείριση αποθεμάτων και ο ποιοτικός έλεγχος.

### **6.2.3 Συνεχείς Βελτιώσεις και Καινοτομίες (Continual Improvements and Innovations)**

Η τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα είναι σε συνεχή εξέλιξη, με εφευρέσεις και καινοτομίες που την επανατοποθετούν στο επιχειρηματικό πεδίο, σύγχρονη και ανανεωμένη, έχοντας ως στόχο να αντιμετωπίσει το ευρύ φάσμα επιχειρηματικών προβλημάτων και προκλήσεων που ανακύπτουν στην πορεία της. Ενδεικτικά μέχρι τη δεκαετία του 1990, τα περισσότερα συστήματα γραμμωτού κώδικα ήταν ικανά να διαβάσουν μόνο μία συμβολογία (δεδομένων των περιορισμών αποθήκευσης σε σαρωτές και υλικό υπολογιστή), δημιουργώντας πρόβλημα όταν χρησιμοποιούνταν περισσότεροι από ένα τύπο γραμμωτού κώδικα σε έναν συγκεκριμένο οργανισμό. Εκείνη την εποχή, ένας οργανισμός έπρεπε να είναι εξοπλισμένος με πολλαπλά σετ σαρωτών, το καθένα με τη δυνατότητα να διαβάζει την αντίστοιχη συμβολογία του. Σήμερα, οι περισσότεροι σαρωτές γραμμωτού κώδικα μπορούν να διαβάσουν έναν μεγάλο αριθμό διαφορετικών συμβολογιών.

Οι εξελίξεις στο διαδίκτυο και στην κινητή τηλεφωνία έχουν συμβάλει σημαντικά στην εξέλιξη της τεχνολογίας των γραμμωτών κωδίκων. Έτσι οι υπάλληλοι μια επιχείρησης μπορούν με τα κινητά τους ή άλλες ασύρματες συσκευές να σαρώνουν αντικείμενα στην αλυσίδα εφοδιασμού ανεξάρτητα από την τοποθεσία τους και να ενημερώνουν με τις πληροφορίες τα συστήματα της επιχείρησής τους σε πραγματικό χρόνο, είτε βρίσκονται στην αποθήκη ενός πελάτη είτε έξω στο πεδίο. Ο (Vernon 2003) αναγνωρίζει ότι στους γραμμωτούς κώδικες «δεν υπάρχει έλλειψη καινοτόμων νέων εφαρμογών». Οι συνεχιζόμενες εξελίξεις στα πρότυπα συμβολογίας άνοιξαν και ανοίγουν επίσης το δρόμο σε νέα πρότυπα που παρέχουν περισσότερες δυνατότητες και αποθηκεύουν περισσότερες πληροφορίες από τις πιο παραδοσιακές συμβολογίες.

### **6.2.4 Ακρίβεια και Αξιοπιστία (Reliability and Accuracy)**

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η σάρωση γραμμωτού κώδικα είναι πιο αξιόπιστη από τη χειροκίνητη συλλογή δεδομένων, αποδίδοντας πολύ υψηλότερα ποσοστά ακρίβειας σε υψηλές ταχύτητες. Η ακρίβεια και η αξιοπιστία στην εφοδιαστική αλυσίδα, ιδιαίτερα στο στάδιο της παραγωγής είναι πρωταρχικής σημασίας. Τα ποσοστά σφαλμάτων ανάγνωσης στους γραμμωτούς κώδικες κυμαίνονται ανάλογα με τον τύπο

του, όμως όλοι οι τύποι γραμμωτών κωδίκων είναι εν γένει πολύ αξιόπιστοι. Έτσι στους γραμμωτούς κώδικες Data Matrix έχουμε ένα λάθος στα 10,5 εκατομμύρια σαρώσεις ενώ στους γραμμωτούς κώδικες τύπου UPC (που είναι η χειρότερη περίπτωση) έχουμε ένα λάθος στις 394.000 σαρώσεις. Οι εκπαιδευμένοι χειριστές εισαγωγής δεδομένων είναι λιγότερο ακριβείς και πολύ πιο αργοί από τη σάρωση γραμμωτού κώδικα, κάνοντας κατά μέσο όρο ένα σφάλμα για κάθε 300 χαρακτήρες που εισάγουν (Long et al. 1989). Ο (Singer 2003) σημείωσε ότι παρόλο που τα ποσοστά ακρίβειας γραμμωτού κώδικα είναι πολύ υψηλά, έχουν μια αδυναμία που οφείλεται στο ότι συνήθως η σάρωση απαιτείται να γίνει από άνθρωπο, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε λάθη.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι παρά την εκτεταμένη παγκοσμίως μηχανογράφηση των επιχειρήσεων, οι τεχνικές που απαιτούν ανθρώπινη παρέμβαση εξακολουθούν να είναι απαραίτητες για την αντιμετώπιση πιθανής αποτυχίας συστημάτων. Οργανισμός που χρησιμοποιεί γραμμωτούς κώδικες για να παρακολουθεί τη χρήση εργαλείων διαπίστωσε ότι οι γραμμωτοί κώδικες σε αρκετές περιπτώσεις επέστρεφαν κατεστραμμένοι. Για να αντιμετωπίσει το πρόβλημα, ο οργανισμός χάραξε τον αριθμό του γραμμωτού κώδικα σε κάθε εργαλείο, ώστε οι πληροφορίες να μπορούν να διαβαστούν με μη αυτόματο τρόπο σε περίπτωση ζημιάς. Αυτό επέτρεψε στον χειριστή να αναγνωρίζει σωστά το εργαλείο και να αντικαθιστά τον κατεστραμμένο γραμμικό κώδικα με τον κατάλληλο κώδικα. Καθώς λοιπόν πολλοί γραμμωτοί κώδικες είναι αναγνώσιμοι, έχουν ένα σαφές πλεονέκτημα έναντι των εναλλακτικών τεχνολογιών όπως τα RFID. Αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό που το Διεθνές Αεροδρόμιο του Σαν Φρανσίσκο θεώρησε σημαντικό κατά την γραμμωτή κωδικοποίηση αποσκευών. Εάν ένας σαρωτής δεν μπορούσε να διαβάσει έναν γραμμωτό κώδικα, ο γραμμωτός κώδικας περιείχε αρκετές εκτυπωμένες πληροφορίες για να επιτρέψει στο προσωπικό του αεροδρομίου να δρομολογήσει χειροκίνητα τις αποσκευές (Foster 2004).

### **6.2.5 Επιπτώσεις οπτικής σάρωσης (Optical Scanning Implications)**

Λόγω της φύσης της τεχνολογίας του γραμμωτού κώδικα, οι αναγνώστες (barcode readers) χρειάζεται να έχουν οπτική επαφή με τους γραμμωτούς κώδικες για να τους σαρώσουν. Αυτό έχει ως συνέπεια συνήθως:

- Η ανάγνωση να πρέπει να γίνει από πολύ κοντινή απόσταση και με συγκεκριμένη κατεύθυνση
- Να διαβάζεται ένας κώδικας τη φορά
- Η ανάγνωση να γίνεται με ανθρώπινη παρέμβαση

Για παράδειγμα, μια αποθήκη που δέχεται εμπορεύματα διαφορετικών διαστάσεων δεν μπορεί εύκολα να αυτοματοποιήσει τη σάρωση των εισερχόμενων εμπορευμάτων, καθιστώντας τη διαδικασία χειροκίνητη (Donoghue 2004).

Η παραπάνω ιδιαιτερότητα οδηγεί σε καθυστερήσεις και ανθρώπινα λάθη και αποτελεί βασικό μειονέκτημα της συγκεκριμένης τεχνολογίας. Βέβαια οι τεχνολογικές εξελίξεις έρχονται να βελτιώσουν σημαντικά αυτό το μειονέκτημα αφού υπάρχουν πλέον και χρησιμοποιούνται:

- αναγνώστες με κάμερες που μπορούν να διαβάσουν από αρκετή απόσταση και να αποκωδικοποιήσουν ταυτόχρονα όλους τους γραμμωτούς κώδικες που έχει η εικόνα που λαμβάνουν,
- τύποι γραμμωτών κωδίκων όπως οι matrix που μπορούν να διαβαστούν από οποιαδήποτε κατεύθυνση,
- συστήματα ανάγνωσης που διαβάζουν αυτόματα (χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση) όλες τις πλευρές μιας συσκευασίας εντοπίζοντας και αποκωδικοποιώντας όλους τους γραμμωτούς κώδικες που είναι επικολλημένοι σε αυτήν.

### **6.2.6 Αποθήκευση Πληροφοριών και Δεδομένων (Information and Data Properties)**

Οι συνηθισμένοι γραμμωτοί κώδικες αποθηκεύουν μόνο μια μικρή ποσότητα στατικών πληροφοριών, συνήθως περίπου 20 χαρακτήρες (D'Hont 2004). Μόλις εκτυπωθεί ο γραμμωτός κώδικας, οι στατικές πληροφορίες που περιέχει δεν μπορούν να αλλάξουν, να ενημερωθούν ή να επαναπρογραμματιστούν καθώς το προϊόν μετακινείται στην αλυσίδα εφοδιασμού. Αυτή η περιορισμένη χωρητικότητα δεδομένων σημαίνει ότι οι γραμμωτοί κώδικες μπορούν γενικά να προσδιορίσουν μόνο το είδος του προϊόντος, για παράδειγμα ένα κουτάκι Coca cola, με τα απολύτως απαραίτητα στοιχεία.

Οι τεχνολογικές βελτιώσεις έχουν δώσει σε σημαντικό βαθμό λύσεις στο παραπάνω περιορισμό:

- Έχουν αναπτυχθεί συμβολογίες που επιτρέπουν πολύ μεγαλύτερες χωρητικότητες. Για παράδειγμα οι QR codes μπορούν να αποθηκεύσουν μέχρι 7.089 χαρακτήρες ανά σήμανση λειτουργώντας ως ένα είδος μίνι βάσης δεδομένων, συμπεριλαμβανομένης της δυνατότητας κρυπτογράφησης πληροφοριών.
- Είναι εφικτή η σύνδεση των κωδίκων με βάσεις δεδομένων που περιέχουν πιο λεπτομερείς και δυναμικές πληροφορίες.

### 6.2.7 Περιβαλλοντικές Επιδράσεις (Environmental Effects)

Καθώς η ανάγνωση των γραμμωτών κωδίκων απαιτεί την οπτική επαφή, τα εμπορεύματα πρέπει να φέρουν ετικέτες γραμμωτού κώδικα που να είναι ευδιάκριτες και να διευκολύνουν τη σάρωση. Όμως οι γραμμωτοί κώδικες είναι επιρρεπείς στη φθορά. Για να αποφευχθεί η φθορά, τα υλικά που είναι τυπωμένοι οι γραμμωτοί κώδικες πρέπει να διατηρούνται σχετικά καθαρά, να αποφεύγονται γδαρσίματα και να μην εκτίθενται σε ακραίες θερμοκρασίες και σκληρό περιβάλλον (SAP 2002). Η παραπάνω απαίτηση μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα σε εφοδιαστικές αλυσίδες που λειτουργούν σε δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ. βιομηχανία χημικών). Επίσης οι συσκευές ανάγνωσης γραμμωτού κώδικα πρέπει να συντηρούνται έτσι ώστε τα οπτικά στοιχεία τους να διατηρούνται καθαρά για να επιτυγχάνονται ικανοποιητικοί ρυθμοί σάρωσης. Οι σκληρές περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η ομίχλη, η βρομιά, η βροχή αλλά ακόμη και η έντονη ηλιοφάνεια στην ύπαιθρο μειώνουν την αναγνωσιμότητα των παραδοσιακών γραμμωτών κωδίκων.

Βέβαια αυτό το εγγενές πρόβλημα αντιμετωπίζεται σε σημαντικό βαθμό σήμερα γιατί:

- Χρησιμοποιούνται υλικά που τυπώνονται οι γραμμωτοί κώδικες ιδιαίτερα ανθεκτικά σε δύσκολα περιβάλλοντα
- Έχουν αναπτυχθεί συμβολογίες που ακόμη και να καταστραφεί τμήμα του γραμμωτού κώδικα παραμένει αναγνώσιμος. Για παράδειγμα ένας QR Code μπορεί να διαβαστεί ακόμη κι αν καταστραφεί το 30% της ετικέτας.
- Εκτυπώνονται ανάγλυφοι γραμμωτοί κώδικες (3D) που είναι πολύ πιο ανθεκτικοί στη φθορά

Έτσι οι γραμμωτοί κώδικες επιλέγονται πλέον και από πλευράς ανθεκτικότητας για χρήση σε σχέση με εναλλακτικές τεχνολογίες όπως η RFID.

### 6.2.8 Καθιερωμένα Πρότυπα Ποιότητας (Established Quality Standards)

Λόγω της πληθώρας εφαρμογών του γραμμωτού κώδικα και της ποικιλίας διαφορετικών τύπων του, εταιρείες και οργανισμοί σε όλο τον κόσμο δημιουργούν και εκτυπώνουν γραμμωτούς κώδικες συνεχώς. Όμως, καθώς τα εμπορεύματα διακινούνται μέσω της εφοδιαστικής αλυσίδας και περνούν από τη μια εταιρεία στην άλλη, απαιτείται τυποποίηση, διαφάνεια και συνέπεια στις διακινούμενες με τους γραμμωτούς κώδικες πληροφορίες, απαίτηση που επιτεύχθηκε με την καθιέρωση προτύπων.

Για την επιτυχή ανάπτυξη οποιασδήποτε σοβαρής τεχνολογίας, η καθιέρωση προτύπων είναι απαραίτητη, ειδικά όσον αφορά τα κανονιστικά πλαίσια εφαρμογής και λειτουργίας. Η εξέλιξη των προτύπων γραμμωτού κώδικα ξεκίνησε από ιδιωτικά/κλειστά πρότυπα για να προχωρήσει σταδιακά σε ανοικτά διεθνώς αποδεκτά πρότυπα. Το γεγονός αυτό έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην υιοθέτηση και εφαρμογή της τεχνολογίας σε παγκόσμιο επίπεδο, σε πολλούς επιχειρησιακούς χώρους και συγκεκριμένα εδώ στον χώρο του εφοδιασμού και της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Τα πρότυπα κατηγοριοποιούνται σε πρότυπα τεχνολογίας που προδιαγράφουν το πώς λειτουργεί και σε πρότυπα εφαρμογών που καθορίζουν τον τρόπο χρήσης της τεχνολογίας. Τα επίσημα πρότυπα γραμμωτού κώδικα επικυρώνονται από διαπιστευμένους οργανισμούς προτύπων, όπως είναι οι οντότητες που περιγράφονται παρακάτω (Stazzone 2022):

- AIM Global (Association for Automatic Identification and Mobility). Πολλά πρότυπα AIM δρομολογούνται μέσω του ANSI για εξέταση και στη συνέχεια προτείνονται να γίνουν πρότυπα ISO.
- American National Standards Institute (ANSI)
- Automotive Industry Action Group (AIAG)
- Defense Logistics Agency
- The Environmental Protection Agency (EPA)
- The Federal Highway Administration (FHWA)
- Financial Accounting Standards Board (FASB)
- Government Accounting Standards Board (GASB)
- GS1 – Το GS1 θεσπίζει γενικά πρότυπα καθώς και εξειδικευμένα πρότυπα γραμμωτού κώδικα που σχετίζονται με την αναγνώριση, τη

συλλογή δεδομένων, τη διαμοίραση και τη χρήση με στόχο τη βελτίωση της συνεργασίας των εμπλεκόμενων μερών σε διεθνές επίπεδο.

- Health Industry Business Communications Council (HIBCC)
- International Organization for Standardization (ISO)
- International Warehouse Logistics Association (IWLA)
- Japan Auto Parts Industries Association (JAPIA)
- Japan Automobile Manufacturers Association (JAMA)
- Material Handling Industry of America (MHI)
- National Property Management Association (NPMA)
- Organization for Data Exchange (ODETTE)

Η επιτυχία των γραμμωτών κωδίκων μπορεί να αποδοθεί σε μεγάλο βαθμό στην τυποποίηση των συμβολογιών στον κλάδο, με πολλές να γίνονται ευρέως αποδεκτά πρότυπα γραμμωτού κώδικα.

Η συνέπεια στην εφαρμογή και χρήση των συμβολογιών είναι ένα σημαντικό ζήτημα για όλους τους οργανισμούς, καθώς αυτό διασφαλίζει ότι όταν υιοθετούν ένα πρότυπο, οι πληροφορίες γίνονται καθολικά κατανοητές και αποδεκτές από όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη. Αυτό επιτρέπει στους συνεργάτες του οργανισμού να επαναχρησιμοποιούν τις πληροφορίες του γραμμωτού κώδικα σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού, προσθέτοντας περαιτέρω αξία στα προϊόντα τους.

### **6.2.9 Συνεχείς βελτιώσεις στα Πρότυπα (Continual improvements in Standards)**

Η συνεχής βελτίωση των προτύπων των συμβολογιών γραμμωτού κώδικα έχει διατηρήσει τους γραμμωτούς κώδικες στην πρώτη γραμμή του auto-ID στην αλυσίδα εφοδιασμού. Οι οργανισμοί τυποποίησης έχουν διασφαλίσει ότι τα πρότυπα γραμμωτού κώδικα συμβαδίζουν με τις ανάγκες της εφοδιαστικής αλυσίδας, μέσω της συνεχούς εισαγωγής νέων, βελτιωμένων, προτύπων. Ήδη από το 1995, υπήρχαν περισσότερες από 200 επίσημες διαμορφώσεις γραμμωτού κώδικα και πολύ περισσότερες που αναπτύχθηκαν από οργανισμούς για εσωτερική χρήση (LaMoreaux 1998). Μεγάλοι βιομηχανικοί οργανισμοί όπως οι Automotive Industry Action Group (AIAG), Electronic Industries Alliance (EIA) και Health Industry Business Communications Council (HIBCC) έχουν αναπτύξει πολλά εξειδικευμένα βιομηχανικά πρότυπα. Αυτά τα πρότυπα βοηθούν στην καθολική συμμόρφωση εντός

των βιομηχανικών κλάδων, επιτρέποντας «ταυτοποίηση των αποστολών προϊόντων μεταξύ εμπορικών εταιρών στην εφοδιαστική αλυσίδα» και διασφαλίζοντας μεταξύ άλλων ότι τα επικίνδυνα υλικά αντιμετωπίζονται με τον κατάλληλο τρόπο, αυξάνοντας την ασφάλεια στο χώρο εργασίας (Zebra 2003a).

### **6.2.10 Ποιοτικός έλεγχος και διαχείριση ανάκλησης (Quality Control and Recall Management)**

Οι διαφανείς και ενδεδειγμένες πρακτικές διαχείρισης αποθεμάτων με τη βοήθεια γραμμωτών κωδικών οδηγούν σε πιο προηγμένες δυνατότητες διαχείρισης παρτίδων και ποιοτικού ελέγχου. Όταν οι γραμμωτοί κώδικες χρησιμοποιούνται για σκοπούς ποιοτικού ελέγχου, περιέχουν εσωτερικές πληροφορίες όπως ημερομηνίες ολοκλήρωσης, σειριακούς αριθμούς, χρησιμοποιηθέντα υλικά και διάφορες πληροφορίες ποιοτικού ελέγχου. Οι οργανισμοί μπορούν να σαρώνουν αυτούς τους γραμμωτούς κώδικες καθώς τα είδη φεύγουν από το κάθε τμήμα και να καταγράφουν λεπτομερείς πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο. Οι (Long et al. 1998) σημειώνουν, ότι για εταιρίες που χρησιμοποιούν τεχνολογίες και πρακτικές αυτοματοποίησης όπως οι Just-In-Time (JIT), Total Quality Control (TQC) και Computer Integrated Manufacturing (CIM) η γραμμωτή κωδικοποίηση μπορεί να αποτελέσει τις αρτηρίες και τις φλέβες που μεταφέρουν τις πληροφορίες στη διαχείριση των εργασιών τους.

Το κόστος μιας ανάκλησης προϊόντος καθορίζεται από τον βαθμό ιχνηλασιμότητας που έχουν οι οργανισμοί στα προϊόντα τους. Ο όγκος των πληροφοριών που περιλαμβάνονται στη συσκευασία μονάδας χρήσης μπορεί να κάνει τη διαφορά μεταξύ μιας γενικής, μαζικής ανάκλησης με ανακοινώσεις που δημοσιεύονται σε εφημερίδες και τηλεοπτικές ειδήσεις, και μιας εξαιρετικά στοχευμένης, περιορισμένης ανάκλησης όπου οι πελάτες μπορούν να λάβουν ειδοποίηση μέσω τηλεφωνικής κλήσης ή mail από τον προμηθευτή τους (Zebra 2004a). Η χρήση των γραμμωτών κωδικών για την παρακολούθηση ειδών σε επίπεδο παρτίδας σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα σημαίνει ότι συγκεκριμένες ποσότητες και παρτίδες αποστολών μπορούν να ανακληθούν σε περίπτωση που υπάρχει πρόβλημα. Τα επιστρεφόμενα είδη μπορούν εύκολα να ελεγχθούν με σάρωση γραμμωτού κώδικα, περιορίζοντας την επιβάρυνση του προσωπικού σε περίπτωση ανάκλησης. Αυτός ο βαθμός ιχνηλασιμότητας περιορίζει το κόστος διαχείρισης και το διοικητικό φόρτο, έτσι οι ανακλήσεις μπορούν να αντιμετωπισθούν πιο γρήγορα και δημιουργείται μια



διαδρομή ελέγχου που θα περιορίζε την έκθεση ευθύνης (ζημία στη φήμη) των εταιριών και θα απέτρεπε αγωγές από μη επηρεαζόμενα άτομα (Zebra 2004a).

### **6.2.11 Παρακολούθηση παγίων και αποθεμάτων (Asset and Inventory Tracking)**

Πολλοί οργανισμοί στράφηκαν στην τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα για την καλύτερη διαχείριση των πόρων τους. Οι σημάνσεις γραμμωτού κώδικα που περιέχουν σειριακούς αριθμούς χρησιμοποιούνται συχνά ως σημεία αναγνώρισης και βοηθούν τους οργανισμούς με λειτουργίες παρακολούθησης πάγιων εταιρικών στοιχείων. Η χρήση γραμμωτών κωδίκων για την παρακολούθηση εξειδικευμένων εργαλείων, εξοπλισμού κατασκευής, υλικού υπολογιστών και εξοπλισμού γραφείου είναι συνηθισμένη σε πολλές εταιρείες. Οι γραμμωτοί κώδικες επίσης μπορούν να συνδεθούν με βάση δεδομένων που διατηρεί ο οργανισμός και φυλάσσονται πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με τα συγκεκριμένα πάγια όπως το κόστος, τα χρονοδιαγράμματα συντήρησης, τη φυσική κατάσταση και τα χαρακτηριστικά τους.

Πολλά εμπορεύματα απαιτούν ειδικές επαναχρησιμοποιήσιμες συσκευασίες όπως είναι τα εμπορευματοκιβώτια καθώς διακινούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα. Όταν δεν γίνεται αποτελεσματική διαχείριση αυτών των αντικειμένων, μπορεί συχνά να χαθούν στις εγκαταστάσεις των πελατών και να μην επιστραφούν ή να επιστραφούν με σημαντική καθυστέρηση. Η χρήση γραμμωτού κώδικα για την παρακολούθηση αυτών των αντικειμένων μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη μείωση των λειτουργικών εξόδων (Zebra 2004a) καθώς επιτρέπει στις εταιρίες την απρόσκοπτη παρακολούθησή τους καθώς μετακινούνται από εγκατάσταση σε εγκατάσταση στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Οι γραμμωτοί κώδικες παρέχουν επίσης στους οργανισμούς ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την παρακολούθηση των αποθεμάτων τους (Intermec 2002). Η χρήση των γραμμωτών κωδίκων στη συγκεκριμένη εργασία προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα στους οργανισμούς, επιτρέποντάς τους να γνωρίζουν με ακρίβεια τα επίπεδα των αποθεμάτων τους.

### **6.2.12 Διαχείριση αποθεμάτων και ιχνηλασιμότητα (Inventory Management and Traceability)**

Η βελτιωμένη διαχείριση αποθέματος καθίσταται δυνατή μέσω της παρακολούθησης αποθέματος σε επίπεδο είδους με γραμμωτούς κώδικες. Οι γραμμωτοί κώδικες

επιτρέπουν στους οργανισμούς να έχουν λεπτομέρειες αποθέματος ανά πάσα στιγμή, συμπεριλαμβανομένων πληροφοριών για την τοποθεσία και την ποσότητα. Αυτό επιτρέπει στις εταιρείες να ελαχιστοποιούν τους χρόνους αναζήτησης προϊόντων, να βελτιώνουν τον έλεγχο των αποθεμάτων και να διασφαλίζουν ότι διαθέτουν αρκετά αποθέματα για να καλύψουν τη ζήτηση, ενώ ενισχύουν την παραγωγικότητα και την αποδοτικότητα κλίμακας (Zebra 2002). Οι οργανισμοί είναι επίσης καλύτερα εξοπλισμένοι για να παρακολουθούν τις διαδικασίες εκπλήρωσης παραγγελιών και να ανταποκρίνονται γρήγορα στις απαιτήσεις παραγγελιών, παρόλο που μειώνουν το κόστος εργασίας εξαλείφοντας σε σημαντικό βαθμό τα μη αυτόματα βήματα. Οι γραμμωτοί κώδικες βοηθούν επίσης τους οργανισμούς να μειώσουν τα λειτουργικά επίπεδα αποθεμάτων και να αυξήσουν το κεφάλαιο κίνησης.

Ένας μεμονωμένος γραμμωτός κώδικας παρέχει άμεση πρόσβαση σε μεγάλο όγκο δεδομένων, συμπεριλαμβανομένου του τρόπου συσκευασίας ενός κουτιού ή του σημείου στον όροφο της αποθήκης που πρέπει να δρομολογηθεί. Ο ίδιος γραμμωτός κώδικας συνδέει τους εργαζομένους και τους οδηγούς φορτηγών για την έκδοση και διαχείριση των απαιτούμενων εγγράφων, την παρακολούθηση του πότε και πού και τη διαχείριση του αποθέματος πιο αποτελεσματικά.

Η Zebra Technologies σημειώνει ότι σε εταιρείες με εκατομμύρια ανταλλακτικά που χρειάζεται να τα αναγνωρίζουν, να τα εντοπίζουν και να τα διακινούν από και προς τις αποθήκες η χρήση του γραμμωτού κώδικα είναι σχεδόν απαραίτητη. Τα συστήματα διαχείρισης αποθήκης (WMS) που συνδέονται με συστήματα γραμμωτού κώδικα μπορούν να βοηθήσουν τους εργαζομένους να κατευθύνονται άμεσα στη βέλτιστη τοποθεσία απόθεσης ενός είδους ανάλογα με τη διάρκεια ζωής, το μέγεθος και το προβλεπόμενο χρόνο ανάλωσής του.

### **6.2.13 Έγκαιρη ενημέρωση και μείωση σφαλμάτων (Timely Information and a Reduction in Errors)**

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η τεχνολογία γραμμωτού κώδικα είναι ταχύτερη από τη χειροκίνητη εισαγωγή δεδομένων (πληκτρολόγηση), η οποία εξαρτάται από τον ανθρώπινο παράγοντα (χειριστές / καταχωρητές) και είναι αργή, ανακριβής και ακριβή. Οι πληροφορίες μπορούν να διαβαστούν από έναν γραμμωτό κώδικα σε λιγότερο από ένα δευτερόλεπτο, δίνοντας στον οργανισμό άμεσες πληροφορίες

σχετικά με έναν αριθμό παρτίδας προϊόντων, τον αριθμό παραγγελίας δεδομένων τιμολογίου και άλλες πληροφορίες που εμπεριέχονται στον γραμμωτό κώδικα. Η (Zebra 2004a) σημειώνει ότι η χειροκίνητη συλλογή πληροφοριών είναι χρονοβόρα, γιατί οι πληροφορίες πρέπει πρώτα να καταγραφούν στο σημείο της δραστηριότητας, στη συνέχεια να μεταφερθούν και να εισαχθούν στο σύστημα υπολογιστή και κάθε επιπλέον βήμα αυξάνει την ήδη υψηλή πιθανότητα λάθους. Οι πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο που παρέχονται από τους γραμμωτούς κώδικες επιτρέπουν στους οργανισμούς να βασίζονται στις αποφάσεις τους σε τρέχουσες, ακριβείς και συγκεκριμένες πληροφορίες. Για παράδειγμα, εάν μια εταιρεία λαμβάνει έγκαιρες και ακριβείς πληροφορίες, μπορεί και είναι σε θέση να λειτουργήσει με μειωμένες απαιτήσεις σε αποθηκευτικούς χώρους ή/και χαμηλότερα διαθέσιμα αποθέματα ειδικά αν το συνδυάσει με κάποιο σύστημα JIT (Just In Time) προσέγγιση που μπορεί να αποφέρει σημαντική εξοικονόμηση πόρων. Τέτοιες πληροφορίες μπορούν να παρέχουν στις εταιρείες ανταγωνιστικό πλεονέκτημα μέσω των πρακτικών διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας.

#### **6.2.14 Οφέλη λόγω αποτελεσματικότητας (Efficiency Benefits)**

Η αυτοματοποίηση των διαδικασιών στην εφοδιαστική αλυσίδα με τη χρήση της τεχνολογίας γραμμωτού κώδικα αυξάνει δραματικά την ταχύτητα και την αποτελεσματικότητα χωρίς να διακυβεύεται η προσφερόμενη ποιότητα προϊόντων και υπηρεσιών. Η βελτιωμένη απόδοση της προσφερόμενης εργασίας συμβάλλει σημαντικά στη συνολική μείωση κόστους στις εμπλεκόμενες επιχειρήσεις και φορείς. Απόδειξη αυτού είναι το γεγονός ότι από τις αρχές της πρώτης δεκαετίας του 2<sup>ης</sup> χιλιετηρίδας ποσοστό άνω του 80% των εταιρειών του Fortune 500 είχαν αυτοματοποιήσει τις αποθήκες τους με συστήματα γραμμωτών κωδίκων (Varchaver 2004). Η κατάργηση παλαιότερων χειρογραφικών εργασιών ή πληκτρολόγησης και η αυτοματοποίησή τους με τη βοήθεια του γραμμωτού κώδικα επέτρεψε στο προσωπικό των επιχειρήσεων να είναι πιο παραγωγικό και να καλύψει πληρέστερα άλλους τομείς των λειτουργιών του οργανισμού. Υπάρχει πληθώρα περιπτώσεων και παραδειγμάτων στη βιβλιογραφία με εταιρίες που εξοικονομούν σημαντικά χρηματικά ποσά και βελτιώνουν την αποτελεσματικότητά τους μέσω της χρήσης τεχνολογίας γραμμωτού κώδικα.

### **6.2.15 Ώριμη τεχνολογία με μεγάλη εγκατεστημένη βάση (Proven Technology with Existing Infrastructure)**

Από την έναρξη χρήσης των γραμμωτών κωδίκων πριν αρκετές δεκαετίες, η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει υιοθετηθεί από πολλούς βιομηχανικούς κλάδους και εφαρμόζεται σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα. Οι γραμμωτοί κώδικες έχουν εξελιχθεί έτσι ώστε να ικανοποιούν πολλές και διαφορετικές απαιτήσεις μιας επιχείρησης, συμπεριλαμβανομένων των λειτουργιών αποθήκευσης, παράδοσης εμπορευμάτων, λογιστικής και εξυπηρέτησης πελατών. Ο Singer σχολίαζε ότι ο γραμμωτός κώδικας είναι μια δοκιμασμένη, καθιερωμένη τεχνολογία, όπως αποδεικνύεται από το γεγονός ότι παγκοσμίως, οι γραμμωτοί κώδικες σαρώνονται πάνω από 10 δισεκατομμύρια φορές την ημέρα (Singer 2003). Πολλοί οργανισμοί, ιδιαίτερα οι περισσότερες μεγαλο-μεσαίες επιχειρήσεις διακίνησης και διανομής προϊόντων και εμπορευμάτων, έχουν υιοθετήσει την τεχνολογία γραμμωτού κώδικα και έχουν επενδύσει σημαντικά ποσά σε υποδομές και συναφή συστήματα. Τέτοιοι οργανισμοί είναι βέβαιο ότι θα αξιολογήσουν διεξοδικά τα οφέλη οποιασδήποτε άλλης τεχνολογίας αυτόματης αναγνώρισης προτού μπορέσουν να δικαιολογήσουν την επένδυση σε μια εναλλακτική τεχνολογία.

### **6.2.16 Εργασιακά θέματα (Labour Considerations)**

Η χρήση της τεχνολογίας γραμμωτού κώδικα στις επιχειρήσεις και οργανισμούς εξαλείφει τη χειροκίνητη εισαγωγή δεδομένων και παρέχει σχεδόν τέλεια αναγνώριση των αντικειμένων μειώνοντας σημαντικά τα όποια λάθη των εργαζομένων. Στην ιατρική βιομηχανία, το ανθρώπινο λάθος στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας διανομής φαρμάκων μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες. Σύμφωνα με το Institute of Medicine και άλλους ειδικούς, χιλιάδες θάνατοι και εκατομμύρια νοσήλια οφείλονται σε λάθη φαρμακευτικής αγωγής. Ο συγκεκριμένος κλάδος έχει στραφεί εδώ και χρόνια στην τεχνολογία γραμμωτού κώδικα με σαφώς καλύτερα αποτελέσματα από το παρελθόν.

Μειονέκτημα της τεχνολογίας γραμμωτού κώδικα είναι η σε αρκετές περιπτώσεις ανάγκη χειροκίνητης σάρωσης, καθώς απαιτεί από τον χειριστή να εκτελέσει ο ίδιος τη σάρωση. Ο (Singer 2003) σημειώνει ότι ακόμη και με τα συστήματα γραμμωτού κώδικα, αποθέματα εξακολουθούν να χάνονται και να γίνονται λανθασμένες αποστολές επειδή κάποιος αποθηκάριος πραγματοποίησε μια ή περισσότερες

μετακινήσεις ειδών χωρίς να εκτελέσει τις αντίστοιχες συναλλαγές σάρωσης. Η (Zebra 2004b) αναγνωρίζει ότι στο γραμμωτό κώδικα η όποια αποστολή εμπορεύματος ή προϊόντος απαιτεί από τους χειριστές να σαρώνουν κάθε ετικέτα, αυξάνοντας την πιθανότητα εκ λάθους να μην καταμετρηθούν ή/και να χαθούν αντικείμενα. Η (IBM 2004) επισημαίνει ότι οι εφοδιαστικές αλυσίδες που χρησιμοποιούν γραμμωτούς κώδικες παρά τα σημαντικά οφέλη περιορίζονται ως ένα βαθμό από τις απαιτήσεις για οπτική επαφή και χειροκίνητη παρέμβαση κατά την ανάγνωσή τους. Αυτή η φυσικώς απαιτητική διαδικασία σάρωσης πολλών γραμμωτών κωδίκων σημαίνει ότι οι κατασκευαστές, οι έμποροι λιανικής και οι οργανισμοί μεταφορών ξοδεύουν πολλές εργατομέρες ελέγχοντας παλέτες και συσκευασίες προϊόντων καθώς αυτές διακινούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα.

### **6.3 Υλοποίηση γραμμωτού κώδικα σε εταιρία**

Η υλοποίηση της τεχνολογίας γραμμωτού κώδικα σε κάποιο τομέα ή τομείς μιας εταιρίας δεν είναι απλή υπόθεση, γι' αυτό στη συνέχεια θα αναφέρουμε 10 βασικά βήματα που προτείνει ο διεθνής οργανισμός GS1 να γίνουν κάνοντας χρήση του Διεθνούς Συστήματος Προτύπων GS1 (GS1 2022c). Ουσιαστικά προδιαγράφει τα βασικά βήματα που χρειάζεται να κάνει μια εταιρία που εμπλέκεται στο χώρο της εφοδιαστικής αλυσίδας ώστε να εντάξει και να μπορέσει να χρησιμοποιήσει τους GS1 γραμμωτούς κώδικες στις δραστηριότητές της.

#### **Βήμα 1: Απόκτηση εταιρικού προθέματος**

Πριν μια εταιρεία αρχίσει να χρησιμοποιεί GS1 γραμμωτούς κώδικες, πρέπει πρώτα να αποκτήσει τους αριθμούς (ή χαρακτήρες) που θα βρίσκονται μέσα στον γραμμωτό κώδικα, οι οποίοι ονομάζονται Κλειδιά Αναγνώρισης GS1 (GS1 ID Keys). Τα Κλειδιά Αναγνώρισης GS1 παρέχουν στις εταιρείες αποτελεσματικούς τρόπους πρόσβασης σε πληροφορίες σχετικά με είδη στις αλυσίδες εφοδιασμού τους και μοιράζονται αυτές τις πληροφορίες με τους εμπορικούς εταίρους.



Σχήμα 6.4. Εταιρικό Πρόθεμα GS1

Οι οργανισμοί με τα Κλειδιά Αναγνώρισης GS1 μπορούν να εκχωρήσουν τυποποιημένα αναγνωριστικά σε προϊόντα, έγγραφα, φυσικές τοποθεσίες και άλλα. Επειδή τα Κλειδιά Αναγνώρισης GS1 είναι μοναδικά παγκοσμίως, μπορούν να κοινοποιηθούν μεταξύ των οργανισμών, αυξάνοντας την ορατότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας για τους εμπορικούς εταίρους της επιχείρησης. Υπάρχουν 12 Κλειδιά Αναγνώρισης GS1, που επιτρέπουν στους οργανισμούς να συνδέουν φυσικά συμβάντα με τις σχετιζόμενες με αυτά πληροφορίες. Το πρώτο βήμα για την δημιουργία ενός Κλειδιού Αναγνώρισης GS1 είναι η απόκτηση Εταιρικού Προθέματος GS1 (GS1 Company Prefix) από έναν οργανισμό-μέλος του GS1 (Σχήμα 6.4). Το Εταιρικό Πρόθεμα GS1 παρέχει τη δυνατότητα στις εταιρείες να δημιουργούν Κλειδιά Αναγνώρισης για εμπορικά είδη, μονάδες υλικοτεχνικής υποστήριξης, περιουσιακά στοιχεία, κουπόνια, κλπ. Τα Εταιρικά Προθέματα GS1 χρησιμοποιούνται από 1,3 εκατομμύρια εταιρείες στον κόσμο για τη δημιουργία μοναδικών αριθμών που μπορούν να προσδιορίσουν οτιδήποτε στην εφοδιαστική αλυσίδα.

## Βήμα 2: Εκχώρηση αριθμών

Όταν η εταιρία αποκτήσει το Εταιρικό Πρόθεμα GS1, είναι έτοιμη να αρχίσει να εκχωρεί αριθμούς αναγνώρισης στα εμπορικά της είδη (προϊόντα ή υπηρεσίες), στις μονάδες εφοδιαστικής, στα περιουσιακά της στοιχεία όπως για παράδειγμα είναι τα επιστρεφόμενα είδη (π.χ. παλέτες, βαρέλια), κλπ.

Ο τοπικός οργανισμός μέλους GS1 παρέχει συγκεκριμένες πληροφορίες σχετικά με το πόσους αριθμούς μπορεί να εκχωρήσει μια εταιρία με βάση το μήκος του Εταιρικού της Προθέματος GS1.

### Βήμα 3: Επιλογή διαδικασίας εκτύπωσης γραμμωτού κώδικα

Η εταιρία θα πρέπει να αποφασίσει τι κωδικοποιεί και αν ο γραμμωτός κώδικας θα φέρει τα GS1 Κλειδιά Αναγνώρισης και χαρακτηριστικά ως στατικές ή δυναμικές πληροφορίες. Εάν οι πληροφορίες είναι στατικές (πάντα οι ίδιες), ο γραμμωτός κώδικας μπορεί να εκτυπωθεί χρησιμοποιώντας παραδοσιακές τεχνικές εκτύπωσης απευθείας στη συσκευασία (π.χ. χαρτοκιβώτιο γάλακτος) ή σε ετικέτα που είναι τοποθετημένη στη συσκευασία (π.χ. ετικέτα σε μπουτίλια γάλακτος) (Σχήμα 6.5).



Σχήμα 6.5. Εκτυπούμενος γραμμωτός κώδικα

Εάν οι πληροφορίες είναι δυναμικές, τότε θα απαιτηθεί είτε ψηφιακή, είτε συνδυασμός ψηφιακής και παραδοσιακής εκτύπωσης. Για παράδειγμα:

- Εάν το προϊόν απαιτεί πολύχρωμα γραφικά και γραμμωτό κώδικα με δυναμικά δεδομένα, τα γραφικά θα μπορούσαν να προεκτυπωθούν χρησιμοποιώντας παραδοσιακά πιεστήρια και να αφήσουν ένα κενό τμήμα της ετικέτας για ψηφιακή εκτύπωση των δεδομένων κατά την παραγωγή και τη συσκευασία.
- Εάν το προϊόν απαιτεί μόνο κείμενο και γραμμωτό κώδικα με δυναμικά δεδομένα, η όλη εκτύπωση θα μπορούσε να γίνει π.χ. σε ετικέτα στη γραμμή παραγωγής και να εφαρμοστεί στη συσκευασία (αυτόματα εάν υπάρχει μεγάλος όγκος ή με το χέρι εάν είναι χαμηλός). Θα μπορούσε επίσης να εκτυπωθεί απευθείας στην ίδια τη συσκευασία χωρίς τη χρήση ετικέτας.
- Τέλος, ένας γραμμωτός κώδικας με στατικά δεδομένα θα μπορούσε να εκτυπωθεί απευθείας στη συσκευασία κατά την κατασκευή της χρησιμοποιώντας κάποια μέθοδο ψηφιακής εκτύπωσης, όπως στην περίπτωση που χρησιμοποιείται η ίδια συσκευασία για διαφορετικά προϊόντα.

Αναφερόμενοι στις διάφορες μεθόδους εκτύπωσης έχουμε μεταξύ άλλων στην παραδοσιακή εκτύπωση την φλεξογραφία (flexography) και την όφσεντ (offset), στην ψηφιακή εκτύπωση τη λέιζερ και τη θερμική, στην απευθείας εκτύπωση την εγχάρακτη (με τεχνικές etching ή engraving).

#### **Βήμα 4: Προσδιορισμός περιβάλλοντος σάρωσης**

Τα πού και πώς θα σαρώνεται ο γραμμωτός κώδικας, είναι παράγοντες που καθορίζουν σε σημαντικό βαθμό τις προδιαγραφές για τον τύπο, το μέγεθος, την τοποθέτηση και την ποιότητα του γραμμωτού κώδικα. Γνωρίζοντας πού και πώς θα σαρωθεί ο γραμμωτός κώδικας, μπορούν να καθοριστούν οι σωστές προδιαγραφές για την παραγωγή του. Έτσι οι γραμμωτοί κώδικες που σαρώνονται στο σημείο λιανικής πώλησης πρέπει να υποστηρίζουν την πανκατευθυντική σάρωση. Εάν ο γραμμωτός κώδικας θα σαρώνεται στο σημείο πώλησης αλλά και στην αποθήκη, θα χρειαστεί να χρησιμοποιηθεί τύπος γραμμωτού κώδικα που να υποστηρίζει τη σάρωση στο σημείο πώλησης, θα πρέπει όμως παράλληλα να εκτυπώνεται σε μεγαλύτερο μέγεθος από εκείνον που απευθύνεται μόνο στη λιανική πώληση για να εξυπηρετεί τη σάρωση κατά τη διαδικασία διανομής. Οι γραμμωτοί κώδικες σε είδη υγειονομικής περίθαλψης που πρόκειται να σαρωθούν σε νοσοκομεία και φαρμακεία δεν απαιτούν πανκατευθυντική σάρωση εκτός εάν τα είδη σαρώνονται επίσης σε σημεία λιανικής πώλησης.

#### **Βήμα 5: Επιλογή τύπου γραμμωτού κώδικα**

Η κατάλληλη επιλογή του τύπου γραμμωτού κώδικα (Σχήμα 6.6) είναι κρίσιμης σημασίας για την επιτυχία του έργου υλοποίησης του γραμμωτού κώδικα σε μια επιχείρηση. Στη συνέχεια επισημαίνονται μερικά βασικά σημεία που χρήσιμο είναι να ληφθούν υπ' όψη κατά την επιλογή τα οποία όμως σε καμία περίπτωση δεν εξαντλούν το θέμα:

- Εάν πρόκειται να επιλεγεί γραμμωτός κώδικας για εμπορικό είδος που θα σαρωθεί στα σημεία λιανικής πώλησης (POS), προτείνεται κατ' εξοχήν ο τύπος EAN/UPC. Αυτός ο τύπος είναι εγγυημένο ότι μπορεί να σαρωθεί από τα συστήματα POS σε όλο τον κόσμο. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι τύποι GS1 DataBar ή GS1 standardised 2D.
- Εάν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί γραμμωτός κώδικας που θα περιλαμβάνει μεταβλητές πληροφορίες όπως σειριακούς αριθμούς, ημερομηνίες λήξης ή μετρήσεις, τότε σκόπιμο είναι να χρησιμοποιηθούν οι τύποι: GS1-128, GS1 DataBar, ή GS1 standardised 2D.





Σχήμα 6.6. Τύποι γραμμωτού κώδικα

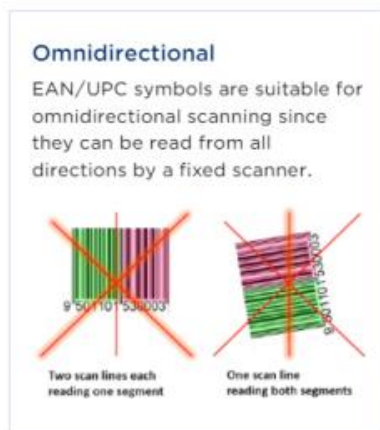
- Εάν πρόκειται να κωδικοποιηθεί μια διεύθυνση URL σε γραμμωτό κώδικα για να καταστούν διαθέσιμες εκτεταμένες πληροφορίες στον τελικό καταναλωτή σχετικά με το είδος αναφοράς και τη συσκευασία του, τότε προτείνεται να χρησιμοποιηθεί κάποιος τύπος GS1 standardised 2D.
- Εάν πρόκειται να τοποθετηθεί ο γραμμωτός κώδικας σε εξωτερική συσκευασία που αυτή θα σαρώνεται κατά τη διακίνησή της στην εφοδιαστική αλυσίδα και ειδικά αν πρόκειται να τυπωθεί απευθείας σε αυτήν όπως για παράδειγμα σ' ένα χαρτοκιβώτιο (κυματοειδές χαρτόνι) τότε τα σύμβολα GS1-128 ή ITF-14 μπορεί να είναι τα πλέον κατάλληλα για την περίπτωση.

### Βήμα 6: Επιλογή μεγέθους γραμμωτού κώδικα

Μετά την επιλογή του κατάλληλου τύπου γραμμωτού κώδικα μαζί με τις πληροφορίες που θα κωδικοποιηθούν σε αυτόν, ξεκινά το στάδιο του σχεδιασμού. Το μέγεθος του εκτυπούμενου γραμμωτού κώδικα θα εξαρτηθεί από τον τύπο γραμμωτού κώδικα που έχει επιλεγεί, από το πού θα χρησιμοποιηθεί καθώς και από το πώς θα τυπωθεί.

#### *Μεγέθη τύπων γραμμωτού γραμμωτού κώδικα*

Η διάσταση  $X$  είναι το πλάτος του δομοστοιχείου ενός τύπου γραμμωτού κώδικα. Οι διαστάσεις  $X$  χρησιμοποιούνται μαζί με τα ύψη των τύπων γραμμωτού κώδικα για τον καθορισμό των επιτρεπτών διαστάσεων των εκτυπούμενων γραμμωτών κωδίκων. Για κάθε περιβάλλον σάρωσης και τύπο γραμμωτού κώδικα καθορίζονται οι επιτρεπτές τιμές της διάστασης  $X$  και του ύψους του γραμμωτού κώδικα.



Σχήμα 6.7. Πανκατευθυντική σάρωση λιανικής συμβόλων EAN/UPC

#### Γραμμωτοί κώδικες EAN/UPC

Οι τύποι γραμμωτών κωδίκων EAN/UPC έχουν σχεδιαστεί για να σαρώνονται από πανκατευθυντικούς σαρωτές λιανικής (Σχήμα 6.7). Υπάρχει μια σταθερή αναλογία μεταξύ του ύψους και του πλάτους των συγκεκριμένων τύπων. Όταν η μια από τις διαστάσεις τροποποιείται, θα πρέπει να τροποποιείται και η άλλη διάσταση ώστε να διατηρείται η αναλογία. Μερικές φορές κατά το σχεδιασμό ενός εκτυπούμενου γραμμωτού κώδικα για να μειωθεί ο χώρος που καταλαμβάνει ο EAN/UPC, κάποιοι μειώνουν το ύψος του γραμμωτού κώδικα. Αυτή η διαδικασία, που ονομάζεται περικοπή (truncation), δεν επιτρέπεται από τις προδιαγραφές της συμβολογίας EAN/UPC και θα πρέπει να αποφεύγεται, γιατί όπως έχει διαπιστωθεί μειώνει τα ποσοστά επιτυχούς ανάγνωσης από τους πανκατευθυντικούς σαρωτές λιανικής.

#### Διαδικασία εκτύπωσης

Το τελευταίο σημαντικό στοιχείο για το μέγεθος του γραμμωτού κώδικα είναι η καταλληλότητα της επιλεγμένης διαδικασίας εκτύπωσης. Το ελάχιστο μέγεθος και η σωστή Μείωση Πλάτους Ράβδου (BWR) για ένα γραμμωτό κώδικα ποικίλλουν ανάλογα με τη διαδικασία εκτύπωσης. Η Μείωση Πλάτους Ράβδου είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για να αντιμετωπίσει διαδικασίες εκτύπωσης που τυπώνουν ράβδους μεγαλύτερες ή στενότερες από το αποδεκτό. Οι εταιρείες εκτύπωσης θα πρέπει να καθορίσουν σωστά το ελάχιστο μέγεθος και το BWR του γραμμωτού κώδικα για να επιτύχουν αποδεκτά και επαναλαμβανόμενα αποτελέσματα ποιότητας. Στις Γενικές προδιαγραφές GS1, «Πίνακες προδιαγραφών συμβόλων συστήματος GS1» δίνονται πληροφορίες σχετικά με τα επιτρεπόμενα μεγέθη και την ποιότητα όλων των συμβόλων GS1 με βάση την εφαρμογή όπου χρησιμοποιούνται.

## Βήμα 7: Μορφοποίηση κειμένου του γραμμωτού κώδικα

Πρόκειται για το κείμενο που συνήθως τυπώνεται κάτω από έναν γραμμωτό κώδικα (Σχήμα 6.8), και ονομάζεται Μετάφραση Αναγνώσιμη από τον Άνθρωπο (Human Readable Interpretation - HRI). Οι χαρακτήρες του αντιστοιχούν στους κωδικοποιημένους χαρακτήρες που εμπεριέχει ο γραμμωτός κώδικας και είναι σημαντικό γιατί εάν ο γραμμωτός κώδικας δεν μπορεί να αναγνωστεί από τους σαρωτές ή άλλες συσκευές (είναι κατεστραμμένος ή κακής ποιότητας), τότε το κείμενο χρησιμοποιείται εφεδρικά για να διαβαστεί από τους ανθρώπους προς χρήση.



Σχήμα 6.8. Μορφοποίηση κειμένου του γραμμωτού κώδικα

Μερικές από τις πιο συχνές ερωτήσεις σχετικές με το HRI είναι:

- *Χρειάζεται το HRI να έχει συγκεκριμένο μέγεθος;*  
Το HRI πρέπει να είναι ευανάγνωστο και σε διαστάσεις να είναι ανάλογο με το μέγεθος του εκτυπούμενου γραμμωτού κώδικα.
- *Που πρέπει να βρίσκεται το HRI σε σχέση με το γραμμωτό κώδικα;*  
Το HRI σκόπιμο είναι να τοποθετείται κάτω από τον γραμμωτό κώδικα και να ομαδοποιείται μαζί του όπου αυτό είναι εφικτό, διατηρώντας την αναγνωσιμότητα του HRI αλλά και το ελάχιστο καθορισμένο ύψος του γραμμωτού κώδικα.
- *Στο HRI υπάρχουν παρενθέσεις γύρω από τα Αναγνωριστικά Εφαρμογής (Application Identifiers – AI). Χρειάζεται οι παρενθέσεις να κωδικοποιούνται στο γραμμωτό κώδικα;*  
Τα Αναγνωριστικά Εφαρμογής χρειάζεται να περικλείονται με παρενθέσεις στο HRI, αλλά οι παρενθέσεις δεν πρέπει να κωδικοποιούνται στο γραμμωτό κώδικα.
- *Πόσα ψηφία εκτυπώνονται συνήθως κάτω από τους γραμμωτούς κώδικες EAN/UPC στο HRI;*  
Πρέπει να εκτυπώνονται:
  - 12 ψηφία κάτω από τον UPC-A.
  - 13 ψηφία κάτω από τον EAN-13.
  - 8 ψηφία κάτω από τους UPC-E και EAN-8.

### Βήμα 8: Επιλογή χρώματος γραμμωτού κώδικα

Ο καλύτερος συνδυασμός χρωμάτων για βέλτιστη αντίθεση (contrast) σε ένα τύπο γραμμωτού κώδικα είναι οι μαύρες ράβδοι σε λευκό φόντο. Σε περίπτωση που είναι επιθυμητή η χρήση άλλων χρωμάτων, οι παρακάτω επισημάνεις μπορεί να βοηθήσουν στην κατάλληλη επιλογή:

- Οι γραμμωτοί κώδικες GS1 απαιτούν σκούρα χρώματα για τις ράβδους (π.χ. μαύρο, σκούρο μπλε, σκούρο καφέ ή σκούρο πράσινο).
- Η κάθε ράβδος πρέπει να είναι μια μονόχρωμη γραμμή και δεν πρέπει να τυπώνεται με εργαλεία πολλαπλής απεικόνισης (multiple imaging tools).
- Οι γραμμωτοί κώδικες GS1 απαιτούν ανοιχτόχρωμα φόντα για τις Ζώνες Σιγής (περιοχή που δεν τυπώνεται γύρω από τον γραμμωτό κώδικα) και τα κενά διαστήματα (π.χ. λευκό).
- Εκτός από ανοιχτόχρωμα φόντα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τις Ζώνες Σιγής και τα κενά διαστήματα τα «κοκκινωπά» χρώματα, δηλαδή χρώματα όπως το κόκκινο, το πορτοκαλί, το ροζ, το ροδακινί και το ανοιχτό κίτρινο. Εάν έχετε βρεθεί ποτέ σε σκοτεινό θάλαμο με κόκκινο φωτισμό και προσπαθήσατε να διαβάσετε κόκκινο κείμενο είναι σα να διαβάζετε κείμενο με λευκά γράμματα στο φως της ημέρας. Αυτό συμβαίνει στους σαρωτές γραμμωτού κώδικα επειδή οι περισσότεροι από αυτούς χρησιμοποιούν πηγή κόκκινου φωτός, οπότε όταν διαβάζουν ‘κοκκινωπά χρώματα’ είναι σα να διαβάζουμε κόκκινα γράμματα σε σκοτεινό θάλαμο με κόκκινο φωτισμό.



Σχήμα 6.9. Χρωματιστά σύμβολα γραμμωτού κώδικα

- Σε πολλές περιπτώσεις το φόντο του γραμμωτού κώδικα δεν εκτυπώνεται και αντ' αυτού χρησιμοποιείται το χρώμα της συσκευασίας ως φόντο. Ωστόσο, εάν τελικά τυπωθεί το φόντο θα πρέπει να εκτυπωθεί ως συμπαγές και μονόχρωμο.
- Εάν χρησιμοποιηθούν πολλά στρώματα μελανιού για να αυξηθεί η αδιαφάνεια του φόντου, κάθε στρώμα θα πρέπει να εκτυπωθεί συμπαγές και μονόχρωμο.

- Εάν χρησιμοποιηθεί λεπτό πλέγμα (fine screen) για να παροχετευθεί περισσότερο μελάνι στο υπόστρωμα της συσκευασίας, θα πρέπει να προσεχθεί ότι δεν μένουν κενά κατά την εκτύπωση.

Όπως προαναφέρθηκε, οι μαύρες ράβδοι και τα λευκά κενά διαστήματα είναι ο βέλτιστος συνδυασμός, όμως είναι εφικτοί και άλλοι συνδυασμοί χρωμάτων (Σχήμα 6.9) που μπορεί να προτείνει μια έμπειρη στο αντικείμενο εκτυπωτική εταιρία.

### **Βήμα 9: Τοποθέτηση του γραμμωτού κώδικα**

Κατά την υλοποίηση έργου γραμμωτού κώδικα σε μια εταιρία πρέπει να εξετασθεί και να συμφωνηθεί που θα τοποθετείται ο γραμμωτός κώδικας κατά τη συσκευασία των ειδών. Για να γίνει η κατάλληλη τοποθέτηση του γραμμωτού κώδικα πρέπει κατ' αρχήν να ληφθεί υπόψη η διαδικασία της συσκευασίας. Θα πρέπει να υπάρξει συνεννόηση με τον μηχανικό του συσκευαστηρίου και να επιβεβαιωθεί ότι για παράδειγμα η ετικέτα με το γραμμωτό κώδικα δεν θα κρυφτεί ή θα καταστραφεί (π.χ. πάνω στην άκρη του χαρτοκιβωτίου, κάτω από μια πτυχή του, ή ότι δεν θα καλύπτεται από άλλο στρώμα συσκευασίας). Μετά τον καθορισμό της σωστής τοποθέτησης, θα πρέπει να υπάρξει συνεννόηση με την εταιρεία εκτύπωσης. Αυτό χρειάζεται γιατί πολλές διαδικασίες εκτύπωσης απαιτούν την εκτύπωση των γραμμωτών κωδίκων με συγκεκριμένο προσανατολισμό ώστε να επιτευχθεί βελτιστοποίηση της εκτυπωτικής διαδικασίας.

Στις Γενικές Προδιαγραφές της GS1 υπάρχουν χρήσιμες κατευθύνσεις και συμβουλές για τη σωστή τοποθέτηση των τύπων γραμμωτών κωδίκων GS1.

### **Βήμα 10: Δημιουργία πλάνου ποιοτικού ελέγχου του γραμμωτού κώδικα**

Οι προδιαγραφές ελέγχου ISO/IEC 15416 ποιότητας εκτύπωσης γραμμικού γραμμωτού κώδικα (1D) και ISO/IEC 15415 ποιότητας εκτύπωσης διδιάστατου γραμμωτού κώδικα (2D) περιγράφουν μεθόδους για την αξιολόγηση της ποιότητας των συμβόλων γραμμωτού κώδικα μετά την εκτύπωσή τους. Ένας επαληθευτής που βασίζεται στα ISO πρότυπα διαβάζει το σύμβολο με τον τρόπο που κάνει ένας σαρωτής καθώς και προχωρά παραπέρα βαθμολογώντας την ποιότητα του συμβόλου. Τα πρότυπα γραμμωτού κώδικα GS1 χρησιμοποιούν τις μεθόδους ISO/IEC, για να καθορίσουν τα κατώτερα αποδεκτά όρια (έναν ελάχιστο βαθμό) για κάθε τυποποιημένο γραμμωτό κώδικα GS1 με βάση το τύπο του γραμμωτού κώδικα, το που αυτός χρησιμοποιείται και το κλειδί αναγνώρισης που φέρει. Εκτός από τον

ελάχιστο βαθμό, τα πρότυπα GS1 καθορίζουν επίσης το πλάτος διαφράγματος (verifier aperture width) και το μήκος κύματος του επαληθευτή.

Ο προσδιορισμός διαφορετικών ελάχιστων προδιαγραφών προσομοιάζει με τη διαδικασία που ακολουθεί ένα πανεπιστήμιο το οποίο χρησιμοποιεί ένα τυποποιημένο τεστ για να προσδιορίσει εάν οι υποψήφιοι πληρούν τις προϋποθέσεις για εισαγωγή. Πολλά πανεπιστήμια μπορούν να χρησιμοποιούν το ίδιο τυποποιημένο τεστ, αλλά το καθένα ορίζει την ελάχιστη βαθμολογία που απαιτείται για την εισαγωγή των υποψηφίων του. Οι Γενικές Προδιαγραφές GS1 παρέχουν μια σύντομη λίστα αναφοράς προδιαγραφών ποιότητας γραμμωτών κωδίκων ανάλογα με τον τύπο του, την εφαρμογή και το κλειδί αναγνώρισης GS1 που φέρει το σύμβολο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΩΤΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ

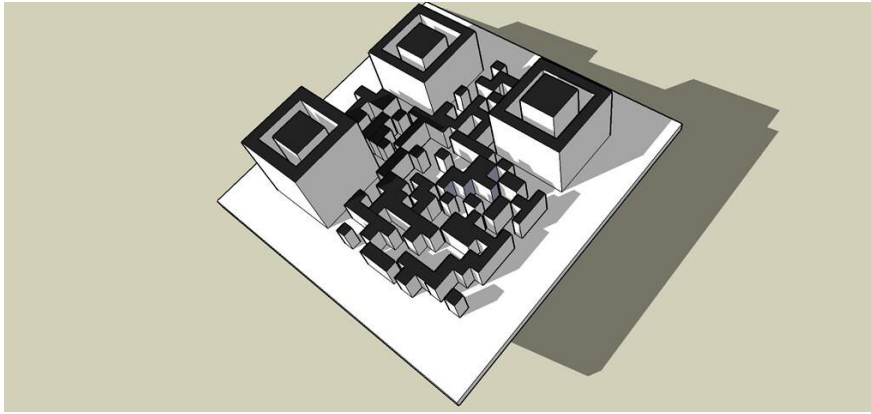
Οι τεχνολογικές εξελίξεις επηρεάζουν σημαντικά τις επιδόσεις και την βιωσιμότητα μιας τεχνολογίας. Σε ότι αφορά την τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα και την εφαρμογή της στην εφοδιαστική αλυσίδα από την εποχή που δημιουργήθηκε μέχρι και σήμερα υπήρξε πολύ μεγάλη πρόοδος και εξακολουθεί να υπάρχει με σημαντικές βελτιώσεις που προέρχονται κυρίως από τις κοσμογονικές εξελίξεις που συμβαίνουν στο χώρο της πληροφορικής.

Στη συνέχεια αναφέρονται τεχνολογικά επιτεύγματα εφαρμοσμένα στον ή συνδυασμένα με τον γραμμωτό κώδικα που είτε ήδη συμβάλουν περνώντας σταδιακά στην εγκατεστημένη βάση είτε είναι ακόμη σε ερευνητικό επίπεδο και εξετάζονται για μελλοντική χρήση.

#### 7.1 Γραμμωτοί κώδικες πολλών διαστάσεων

Καθώς η τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα πέρασε από το μονοδιάστατο (1D) στο δισδιάστατο (2D) οι επιδόσεις της βελτιώθηκαν ιδιαίτερα σε τομείς όπως η ταχύτητα, η αποτελεσματικότητα, ο όγκος δεδομένων που μπορούν να αποθηκευτούν σε μικρότερο αποτύπωμα του κώδικα. Προσπάθεια για περαιτέρω βελτίωση των επιδόσεών της γίνεται μέσα από την έρευνα και εφαρμογή νέων τύπων γραμμωτών κωδίκων περισσότερων διαστάσεων.

Η πλέον γνωστή περίπτωση είναι αυτή των τρισδιάστατων (3D) γραμμωτών κωδίκων οι οποίοι υπάρχουν και χρησιμοποιούνται σχεδόν εδώ και μια δεκαετία (IMPRINT 2021), (Handan 2021). Οι γραμμωτοί κώδικες 3D μοιάζουν με τους γραμμωτούς κώδικες 2D, αλλά διαφέρουν στο γεγονός ότι υπάρχει και η διάσταση του ύψους δηλαδή μπορεί κάποιος να αισθανθεί με την αφή τις ράβδους και τα τετράγωνα που προεξέχουν ελαφρώς από την επιφάνεια του γραμμωτού κώδικα (Σχήμα 7.1). Αυτή η μορφή γραμμωτού κώδικα συνήθως χαράσσεται απευθείας στην επιφάνεια ενός προϊόντος ή σε έναν τύπο κράματος που στη συνέχεια επικολλάται στο προϊόν.



Σχήμα 7.1. Γραμμωτός κώδικας 3D.

Οι τρισδιάστατοι γραμμωτοί κώδικες έχουν ίδια λογική με τους γραμμικούς και τους δισδιάστατους κώδικες. Όμως στους γραμμωτούς κώδικες 3D τα σύμβολα διαβάζονται με βάση το ύψος της ράβδου ή του τετραγώνου σε σχέση με τα κενά διαστήματα σε αντίθεση με τους κλασσικούς γραμμωτούς κώδικες όπου διαβάζονται με βάση τις διακυμάνσεις του ανακλώμενου φωτός στις σκοτεινές και φωτεινές περιοχές της επιφάνειας του κώδικα.

Οι τρισδιάστατοι γραμμωτοί κώδικες θεωρούνται άφθαρτοι σε σχέση με τους 1D και 2D και δεν επηρεάζονται από τους χρωματικούς περιορισμούς που έχουν οι τελευταίοι. Οι πληροφορίες τρισδιάστατου γραμμωτού κώδικα είναι πρακτικά αδύνατο να τροποποιηθούν αφού έχουν κωδικοποιηθεί κατά τη διαδικασία κατασκευής. Οι 3D γραμμωτοί κώδικες δεν κολλάνε σαν ετικέτες ή αυτοκόλλητα, δεν διαγράφονται, δεν ενδιαφέρει το χρώμα τους, δεν χάνονται οι γραμμές τους γεγονός που τους καθιστά ανθεκτικούς και εύχρηστους.

Βασικά χαρακτηριστικά του τρισδιάστατου γραμμωτού κώδικα συνοψίζονται σε:

- Χαράσσεται ή τοποθετείται στην επιφάνεια ενός προϊόντος χωρίς να αποκολλάται εύκολα ή να φθείρεται.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε σκληρά περιβάλλοντα και γραμμές παραγωγής
- Η κωδικοποίησή του βασίζεται σε ύψη και διαστήματα
- Παραμένει ευανάγνωστος ασχέτως από τα χρώματα που έχει βαφτεί.
- Αξιοπιστία στη διαδικασία ανάγνωσης / σάρωσης
- Παρέχει αυξημένη ασφάλεια σε πολύτιμα προϊόντα
- Ιδιαίτερα ανθεκτικός



Οι τρισδιάστατοι γραμμωτοί κώδικες χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς περιλαμβανομένης της εφοδιαστικής αλυσίδας κυρίως όμως βρίσκουν εφαρμογή σε κλάδους που απαιτείται αυξημένη ασφάλεια όπως αυτοί της φαρμακοβιομηχανίας, των χημικών, της κατασκευής κοσμημάτων και εμπορίας έργων τέχνης.

Ερευνητικές εργασίες γίνονται για γραμμωτούς κώδικες 4D και 5D με πιο γνωστή την εργασία των Langlotz και Bimber για έναν τύπο γραμμωτού κώδικα unsynchronized 4D που πρωτοπαρουσιάστηκε το 2007 (Langlotz and Bimber 2007). Πρόκειται για δισδιάστατο γραμμωτό κώδικα που οι άλλες δύο διαστάσεις του είναι το χρώμα και ο χρόνος. Ο συγκεκριμένος γραμμωτός κώδικας είναι δυναμικός, μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου, δεν εκτυπώνεται αλλά εμφανίζεται σε οθόνη από που μπορεί να διαβαστεί οπτικά (και όχι με ηλεκτρομαγνητικές τεχνικές) από smartphones ή άλλες κινητές συσκευές.

## 7.2 Γραμμωτοί κώδικες και Τεχνητή Νοημοσύνη

Η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται ήδη στο χώρο των γραμμωτών κωδίκων με στόχο να αντιμετωπίσει εγνωσμένες αδυναμίες τους και να βελτιώσει περαιτέρω τις επιδόσεις τους. Η ανάγνωση των γραμμωτών κωδίκων είναι ένας τομέας της τεχνολογίας των γραμμωτών κωδίκων με αρκετά προβλήματα και επιβαρύνσεις για τις εταιρίες στα οποία δίνει απαντήσεις η τεχνητή νοημοσύνη. Η προβληματική ανάγνωση προέρχεται:

- από τη συσκευή ανάγνωσης γραμμωτού κώδικα που μπορεί να είναι ελαττωματική, να παρουσιάζει προβλήματα ευθυγράμμισης ή εκ των υστέρων βλάβη
- από προβληματικές ετικέτες που μπορεί να είναι κατεστραμμένες, λερωμένες ή κακώς εκτυπωμένες, κάτι που, ανάλογα με το βαθμό φθοράς ή την ποιότητα εκτύπωσης, μπορεί μόνο να μειώσει την ποιότητα ανάγνωσης ή να εμποδίσει εντελώς την αναγνώριση.
- από εξωτερικούς παράγοντες που παρεμβάλλονται στο περιβάλλον και περιλαμβάνουν κραδασμούς, σκόνη, κακό φωτισμό, κλπ. Για παράδειγμα η υγρασία, σε αποθήκες ψυγεία, μπορεί να είναι ένας παράγοντας παρεμβολής καθώς μπορεί να θαμπώσει το παράθυρο σάρωσης της συσκευής ανάγνωσης γραμμωτού κώδικα.

Το πρόβλημα είναι σοβαρό σε μεγάλες εγκαταστάσεις με εκατοντάδες συσκευές ανάγνωσης και διαδρόμους μεταφοράς εμπορευμάτων χιλιομέτρων όπου θα πρέπει να εντοπιστεί η δυσλειτουργία και να αντιμετωπιστεί το συντομότερο δυνατόν ειδικά όταν αυτή δεν είναι σταθερή ή/και επαναλαμβάνεται τυχαία.

Η εταιρία Leuze αναπτύσσει σε συνεργασία με αυτοκινητοβιομηχανία σύστημα (Blutstein 2022) που συλλέγει όλα τα δεδομένα σάρωσης από τις συσκευές ανάγνωσης και με τη βοήθεια αλγορίθμων της τεχνητής νοημοσύνης συμπεραίνει και απαντά σε ερωτήσεις σχετικά με το εάν η κακή ποιότητα ανάγνωσης εμφανίζεται σταθερά σε μια συγκεκριμένη συσκευή ανάγνωσης γραμμωτού κώδικα ή μόνο σε μία ετικέτα ή έναν συγκεκριμένο τύπο ετικέτας ή μόνιμα σε συγκεκριμένη τοποθεσία της εγκατάστασης (Σχήμα 7.2). Επιπλέον το σύστημα με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης μαθαίνει και μπορεί να προβαίνει σε πρόγνωση κατά πόσο μια συσκευή πρόκειται να δυσλειτουργήσει ή να χαλάσει στο κοντινό μέλλον.



Σχήμα 7.2. Διάγνωση δυσλειτουργιών κατά την ανάγνωση γραμμωτών κωδίκων με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης (Leuze)

Η Leuze υποστηρίζει ότι το σύστημά της προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα τόσο κατά τη φάση της εγκατάστασης των συσκευών ανάγνωσης όσο και κατά τη λειτουργία τους. Αφ' ενός διότι επιτρέπει την γρήγορη εγκατάσταση και λειτουργία των συσκευών ανάγνωσης εξοικονομώντας χρόνο και χρήμα αφού μπορεί το σύστημα να εντοπίσει άμεσα τις αιτίες της τυχόν κακής ποιότητας ανάγνωσης. Αφ'ετέρου κατά τη λειτουργία της επιχείρησης, το σύστημα επιτρέπει την προγνωστική συντήρηση. Αυτό σημαίνει ότι αν επισημάνει επερχόμενη βλάβη

κάποιας συσκευής οι υπεύθυνοι συντήρησης της εταιρίας μπορούν να λάβουν έγκαιρα τα μέτρα τους επιτυγχάνοντας το αδιάλειπτο της λειτουργίας.

Το σύστημα λειτουργεί είτε τοπικά ανά εγκατάσταση με τη βοήθεια συσκευών edge χωρίς να απαιτείται ουσιαστική τροποποίηση της αρχιτεκτονικής της εγκατάστασης είτε μέσω cloud για το σύνολο των εγκαταστάσεων της εταιρείας.

Μια άλλη εταιρία που χρησιμοποιεί την τεχνητή νοημοσύνη στην ανάγνωση των γραμμωτών κωδικών είναι η Smart Engines και το σύστημά της Smart Code Engine (Smart Engines 2022). Το Smart Code Engine διαβάζει γραμμωτούς κώδικες 1D (CODABAR, CODE\_39, CODE\_93, CODE\_128, EAN\_8, EAN\_13, ITF, ITF14, UPC\_A, UPC\_E) και γραμμωτούς κώδικες 2D (QR, AZTEC, PDF417 και DataMatrix). Το σύστημα βρίσκει τον γραμμωτό κώδικα από μόνο του — ο χρήστης δεν χρειάζεται να εστιάσει στο στόχο — όλα εκτελούνται αυτόματα: αναζήτηση, ανίχνευση τύπου και ανάγνωση. Το σύστημα μπορεί και αντιμετωπίζει κακές συνθήκες φωτισμού, προβληματικές γωνίες κάμερας και γεωμετρικές παραμορφώσεις.

Χρησιμοποιεί καινοτόμους επεξεργαστές εικόνας που συμπεριλαμβάνουν αρχιτεκτονικές νευρωνικών δικτύων 8 bit και 4 bit καθώς και πραγματικού χρόνου αλγόριθμους υπολογιστικής ευφυΐας και υπολογιστικής όρασης που επιτυγχάνουν υψηλές ταχύτητες επεξεργασίας δεδομένων. Για να αυξηθεί η αξιοπιστία, χρησιμοποιεί τεχνική αναγνώρισης ροής βίντεο απευθείας από την κάμερα. Αυτό επιτρέπει στους αλγόριθμους να προσδιορίζουν αυτόματα τη χρονική στιγμή με την καλύτερη εικόνα για ανάγνωση επιτυγχάνοντας το πιο ακριβές αποτέλεσμα στο συντομότερο χρόνο. Οι προηγμένοι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης εντοπίζουν αυτόματα τον γραμμωτό κώδικα στο πλαίσιο, καθορίζουν αυτόματα τον τύπο του και πραγματοποιούν αναγνώριση. Ο χρήστης δεν χρειάζεται να εστιάσει στον γραμμωτό κώδικα κατά την αναγνώριση και να επιλέξει ακριβείς γωνίες κάμερας. Αναγνωρίζει ακόμη και κατεστραμμένους ή ανεστραμμένους γραμμωτούς κώδικες, καθώς και κώδικες με αποκλίσεις από το πρότυπα.

### **7.3 Διαδίκτυο των πραγμάτων**

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT) είναι μία από τις κορυφαίες τεχνολογικές εξελίξεις της εποχής μας που συνεχώς αναπτύσσεται. Έχει βρει

πληθώρα εφαρμογών στο χώρο των επιχειρήσεων μη εξαιρούμενης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Μεταξύ των συνεργιών που έχει με άλλες τεχνολογίες είναι και αυτή του γραμμωτού κώδικα. Προ δεκαετίας πίστευαν ότι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων θα συντελούσε στην καθιέρωση της τεχνολογίας RFID έναντι αυτής του γραμμωτού κώδικα που θα εξαφανιζόταν στο κοντινό μέλλον. Βέβαια κάτι τέτοιο δε συνέβη, το αντίθετο μάλιστα διαδόθηκε περαιτέρω και καθιερώθηκε σε ευρύτατο φάσμα επιχειρηματικών κλάδων (Wasp 2022). Παρακάτω αναφέρονται δύο τομείς συνεργασίας γραμμωτών κωδίκων με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων.

### 7.3.1 Έξυπνη συσκευασία (Smart Packaging)

Η έξυπνη συσκευασία (smart packaging), γνωστή και ως συνδεδεμένη συσκευασία (connected packaging), είναι η συσκευασία που χρησιμοποιεί μοναδικούς γραμμωτούς κώδικες (κυρίως QR) ή άλλες ψηφιακές ταυτότητες (π.χ. NFC tags) για την επικοινωνία με τους καταναλωτές, την επαλήθευση της γνησιότητας ή/και την παρακολούθηση της διαδρομής ενός προϊόντος (Epack 2022). Με τη βοήθεια της τεχνολογίας μετατρέπεται αυτό που κάποτε ήταν ένα απλό πακέτο συσκευασίας σε ψηφιακό εργαλείο, παρέχοντας ταυτόχρονα πολύτιμες πληροφορίες στους παραγωγούς αλλά και στους καταναλωτές. Στη συνέχεια θα επικεντρωθούμε στις έξυπνες συσκευασίες που χρησιμοποιούν γραμμωτούς κώδικες. Αν και ο γραμμωτός κώδικας δεν αποτελεί μέρος του Διαδικτύου των Πραγμάτων είναι ο ενεργοποιητής των ψηφιακών αλληλεπιδράσεων (Neo 2019). Η ίδια η ετικέτα με τον κώδικα QR είναι παθητικό στοιχείο, ωστόσο, περιέχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό (συνήθως μια διεύθυνση URL) που επιτρέπει στον χρήστη να έχει πρόσβαση σε ψηφιακό περιεχόμενο σχετικά με το προϊόν μέσω ενός smartphone (Demetrakakes 2018). Ο όρος «έξυπνες συσκευασίες» επινοήθηκε για να περιγράψει εφαρμογές στις οποίες χρησιμοποιούνται μοναδικά αναγνωριστικά, για την αυτοματοποίηση των αλυσίδων εφοδιασμού που σαρώνονται από τους καταναλωτές σε ευρεία κλίμακα για να αποκτήσουν πρόσβαση σε ψηφιακό περιεχόμενο (Eagle 2018). Ο έλεγχος και προστασία ταυτότητας των μοναδικών αναγνωριστικών (του κώδικα QR), και συνεπώς του ίδιου του προϊόντος, είναι συνήθως εφικτός μέσω ενός προστατευτικού σε αντιγραφή ψηφιακού υδατογραφήματος ή μοτίβου ανίχνευσης αντιγραφής κατά τη σάρωση (Chen et al 2020).

Χρησιμοποιώντας ψηφιακή εκτύπωση μεταβλητών δεδομένων, εκτυπώνεται ένας μοναδικός γραμμωτός κώδικας σε κάθε μεμονωμένη συσκευασία. Κάθε κώδικας συνδέεται με ψηφιακό περιεχόμενο που ελέγχει ο παραγωγός του επώνυμου προϊόντος και μπορεί να ενημερώσει ανά πάσα στιγμή, ακόμη και μετά την κυκλοφορία του προϊόντος. Αυτοί οι σειριοποιημένοι γραμμωτοί κώδικες (serialized barcodes) δίνουν σε κάθε συσκευασμένο προϊόν μια μοναδική ψηφιακή ταυτότητα μέσω της οποίας μπορεί κάποιος να το εντοπίσει κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας ενώ παράλληλα το προστατεύει ως ένα βαθμό από απομιμήσεις ή άλλες παραποιήσεις. Επιπλέον, καθώς κάθε προϊόν έχει τον δικό του κωδικό, οι παραγωγοί επώνυμων προϊόντων μπορούν να συσχετίσουν συγκεκριμένο περιεχόμενο και δεδομένα με ένα συγκεκριμένο πακέτο. Σε περίπτωση ανάκλησης, αυτό μπορεί να βοηθήσει τους παραγωγούς να αφαιρέσουν εύκολα μόνο το επηρεαζόμενο προϊόν. Οι σειριοποιημένοι κώδικες QR επιτρέπουν επίσης στους παραγωγούς να λαμβάνουν μετρήσεις σχετικά με τις δραστηριότητες της αγοράς και της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Με τη βοήθεια της έξυπνης συσκευασίας μπορεί να ιχνηλατηθεί η διαδρομή ενός πακέτου (και του προϊόντος) από την αρχή μέχρι το τέλος. Οι καταναλωτές μπορούν σαρώνοντας τον γραμμωτό κώδικα να ενημερωθούν για τα συστατικά ενός προϊόντος, καθώς και για τη διαδρομή του προϊόντος από το αγρόκτημα στο τραπέζι (ή το κατάστημα). Οι προμηθευτές μπορούν να χρησιμοποιήσουν την έξυπνη συσκευασία για να λάβουν κρίσιμες πληροφορίες σχετικά με την εφοδιαστική αλυσίδα και πιθανές βελτιώσεις / τροποποιήσεις που χρειάζεται να γίνουν.

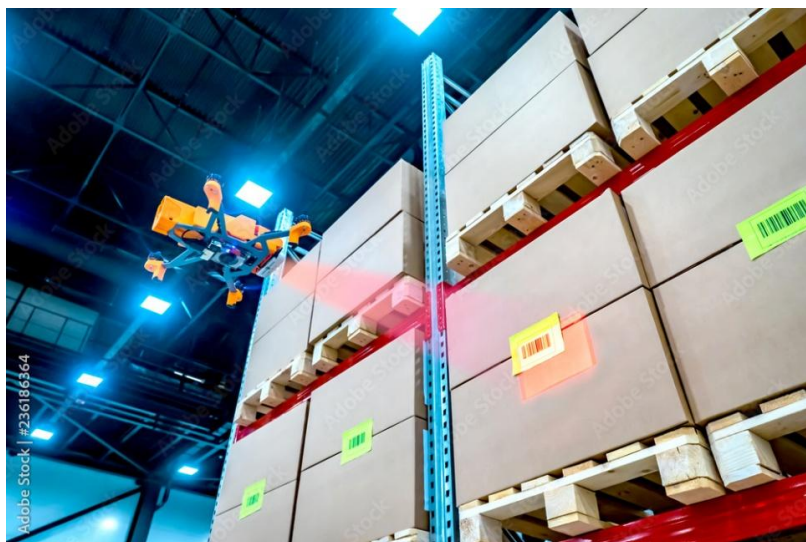
Για παράδειγμα, στο συσκευασμένο καφέ, η δυνατότητα παρακολούθησης και ανίχνευσης επιτρέπει στους καταναλωτές να ενημερωθούν από τη συσκευασία ενός πακέτου καφέ για το που συλλέχθηκαν, καβουρδίστηκαν και συσκευάστηκαν οι συγκεκριμένοι κόκκοι καφέ κατά τη διάρκεια του ταξιδιού τους μέχρι το τοπικό παντοπωλείο. Επίσης οι προμηθευτές επώνυμης μάρκας καφέ μπορούν να παρακολουθήσουν τη διαδρομή του πακέτου καφέ μέχρι το σημείο αγοράς και ακόμη παραπέρα, μέχρι την απόρριψη ή την ανακύκλωσή του.

Η παγκόσμια βιομηχανία έξυπνων συσκευασιών αναπτύσσεται καθώς όλο και περισσότερες εταιρίες στρέφονται σε αυτήν. Μια σχετικά πρόσφατη έκθεση της Data Bridge (Data Bridge 2020) αναφέρει ότι η παγκόσμια αγορά συνδεδεμένων συσκευασιών αναμένεται να αυξηθεί με ρυθμό 7,4% από το 2020 έως το 2027, και να

φτάσει στα 31,94 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ έως το 2027. Γνωστές εταιρίες του συγκεκριμένου χώρου είναι μεταξύ άλλων οι: Amcor, EVERYTHING, ScanTrust, Smartglyph, MagicAdd και ePacConnect.

### 7.3.2 Ανάγνωση γραμμωτών κωδίκων με τη βοήθεια ΣμηΕΑ (Drones)

Η χρήση των drones (Συστημάτων μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών - ΣμηΕΑ) στην εφοδιαστική αλυσίδα και τις λειτουργίες της είναι πλέον δεδομένη μη εξαιρουμένης και αυτής του εντοπισμού και της ανάγνωσης γραμμωτών κωδίκων. Με την βοήθεια των drones επιτυγχάνεται αυτόνομη σάρωση γραμμωτών κωδίκων (DroneScan 2022) και έλεγχος εμπορευμάτων σε πραγματικό χρόνο σε οποιοδήποτε, απομακρυσμένο ή μη, σημείο αποθήκευσης στην εφοδιαστική αλυσίδα (Σχήμα 7.3). Οι εταιρείες είναι σε θέση πλέον να συλλέγουν δεδομένα με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια και ταχύτητα από το παρελθόν, ειδικά λόγω της χρήσης εν κινήσει σάρωσης με τεχνολογία οπτικής αναγνώρισης χαρακτήρων (OCR). Αυτή η βελτιωμένη ακρίβεια στην ανάκτηση δεδομένων έχει μια σειρά από πλεονεκτήματα και βοηθά στην αποφυγή περιττών δαπανών και σπατάλης χρόνου κατά τις καθημερινές διαδικασίες.



Σχήμα 7.3. Σάρωση γραμμωτών κωδίκων με τη βοήθεια drones.

Μερικά από τα πλεονεκτήματα από τη χρήση drones για την ανάγνωση γραμμωτών κωδίκων σε μια επιχείρηση είναι:

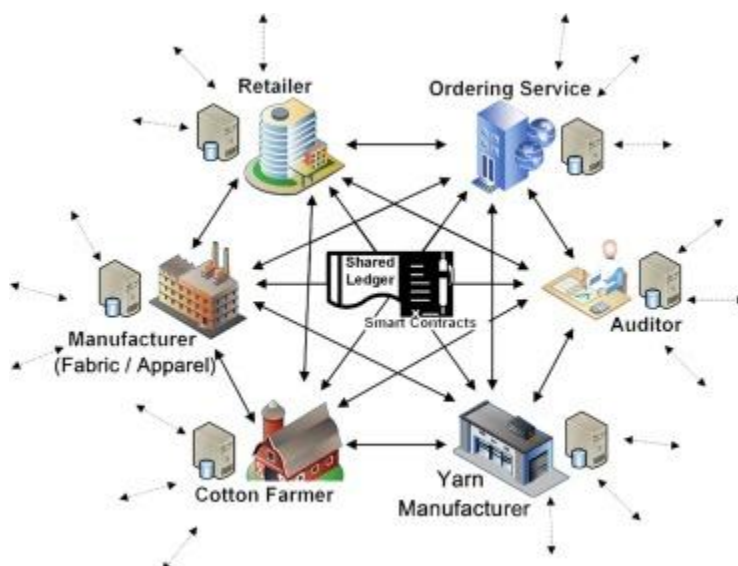
- δίνουν λύση στην, σε αρκετές περιπτώσεις, απαίτηση της τεχνολογίας του γραμμωτού κώδικα για άμεση οπτική επαφή του ανθρώπου με τον γραμμωτό κώδικα.
- γρήγορος εντοπισμός ειδών στις αποθήκες και βοήθεια στην καταμέτρηση των αποθεμάτων

- μειώνονται οι επαγγελματικοί κίνδυνοι
- μειώνεται το ανθρώπινο λάθος
- εξοικονομούνται εκατοντάδες ανθρωποώρες στην επιχείρηση
- χαμηλό κόστος εγκατάστασής τους χωρίς ιδιαίτερες δαπάνες υποδομής.
- η φορητότητά τους επιτρέπει τη χρήση τους σε περισσότερες από μια εγκαταστάσεις.

Η Price Waterhouse Cooper περιλαμβάνει τη συγκεκριμένη δραστηριότητα, μεταξύ άλλων, στη μελέτη της (Meola 2016) που προβλέπει ότι οι επιχειρήσεις μπορούν να εξοικονομήσουν περί τα 127 δισεκατομμύρια δολάρια από τη χρήση των drones μέσα στα επόμενα χρόνια.

#### **7.4 Τεχνολογία κατανεμημένης εγγραφής (Blockchain)**

Το blockchain είναι τεχνολογία αποκεντρωμένης διαχείρισης συναλλαγών και δεδομένων που δίνει τη δυνατότητα σε καταναλωτές και επιχειρήσεις να αποθηκεύουν και να ανταλλάσσουν αξίες χωρίς να παρεμβάλλονται οι παραδοσιακοί μεσάζοντες (Agarwal 2018). Σύμφωνα με τον (Gupta 2018), το blockchain μπορεί να περιγραφεί ως «ένα κοινό, αμετάβλητο καθολικό που διευκολύνει τη διαδικασία καταγραφής συναλλαγών και παρακολούθησης αντικειμένων σε ένα επιχειρηματικό δίκτυο. Το αντικείμενο μπορεί να είναι υλικό (όπως προϊόν, εμπόρευμα, σπίτι, αυτοκίνητο, γη) ή άυλο (όπως πνευματική ιδιοκτησία, διπλώματα ευρεσιτεχνίας, πνευματικά δικαιώματα, επωνυμία). Ουσιαστικά οτιδήποτε έχει αξία μπορεί να παρακολουθηθεί και να διαπραγματευτεί σε ένα δίκτυο blockchain, μειώνοντας τους κινδύνους (κλοπής, καταστροφής, παραποίησης, κλπ) και ελαττώνοντας τα κόστη για τους εμπλεκόμενους». Βασικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας blockchain (Παπαδόπουλος 2019) είναι η αποκέντρωση (decentralization), η διαφάνεια (transparency), η αμεταβλητότητα (Immutability) και η συναίνεση (consensus).



Σχήμα 7.4. Αποκεντρωμένο δίκτυο της εφοδιαστικής αλυσίδας βασισμένο σε τεχνολογία blockchain για κοινή χρήση πληροφοριών

Παρά την εστίαση και κύρια χρήση του blockchain στις χρηματοπιστωτικές εφαρμογές, τα μοναδικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας έχουν συντελέσει στην ευρύτερη χρήση της σε διαφορετικούς τομείς και δραστηριότητες. Μεταξύ αυτών είναι και η εφοδιαστική αλυσίδα (Σχήμα 7.4) και ειδικά ο τομέας της ιχνηλασιμότητας όπου υπάρχουν σημαντικές συνέργιες με την τεχνολογία των γραμμωτών κωδίκων. Στη συνέχεια αναφέρονται δύο τέτοιες περιπτώσεις.

#### 7.4.1 IBM Food Trust.

Το IBM Food Trust είναι ένα σύστημα που εφαρμόζεται στο χώρο των τροφίμων (IBM 2022a), (Croptracker 2022). Έχει εκατοντάδες εταιρείες συνδεδεμένες στην πλατφόρμα του από παραγωγούς, βιομηχανίες τροφίμων έως και λιανοπωλητές. Τα μέλη του οικοσυστήματος του περιλαμβάνουν μικρές, μεσαίες και μεγάλες επιχειρήσεις, συγκεντρώνοντας μερικά από τα μεγαλύτερα ονόματα στον κλάδο, συμπεριλαμβανομένων των Dole, Nestlé, Walmart και Carrefour. Το IBM Food Trust επιδεικνύει ή και ενισχύει χαρακτηριστικά επιθυμητά στο χώρο των τροφίμων όπως η ακεραιότητα, η αποτελεσματικότητα και η εμπιστοσύνη στις συναλλαγές ενώ τα οικονομικά οφέλη για τους περισσότερους από τους συμμετέχοντες στο δίκτυό του είναι απτά και ικανοποιητικά.

Βασίζεται στην τεχνολογία blockchain της εταιρείας IBM και στην τεχνολογία των γραμμωτών κωδίκων με βάση τα πρότυπα της GS1. Συνδέει τις συμμετέχουσες



εταιρίες μέσω ενός αμετάβλητου και κοινόχρηστου αρχείου προέλευσης τροφίμων, δεδομένων συναλλαγών και λεπτομερειών επεξεργασίας παρέχοντας μεταξύ άλλων ορατότητα και υπευθυνότητα στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων που καλύπτει. Σε κάθε προϊόν δίνεται ένας κωδικός που αναφέρεται στις πληροφορίες σχετικά με το πού καλλιεργήθηκε, πώς αντιμετωπίστηκε, ποιος το επεξεργάστηκε και πώς ταξίδεψε, όλα προσβάσιμα μέσω του αρχείου. Σε κάθε στάση του προϊόντος κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, δημιουργείται από τον εκάστοτε εξουσιοδοτημένο φορέα μια εγγραφή με σχετικές πληροφορίες στο blockchain πριν προχωρήσει στον επόμενο κόμβο. Οι εγγραφές blockchain είναι ουσιαστικά επαληθευμένες εγγραφές που είναι αποκεντρωμένες και δεν μπορούν να τροποποιηθούν.

Όπως προαναφέρθηκε το σύστημα δεν βασίζεται μόνο στην τεχνολογία blockchain αλλά και στην τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα. Οι ετικέτες με τους γραμμωτούς κώδικες είναι τα σημεία και μέσα εισόδου δεδομένων στο blockchain κατά τη διαδρομή των προϊόντων στην εφοδιαστική αλυσίδα. Το IBM Food Trust συμμορφώνεται με παγκόσμιους φορείς και τα πρότυπά τους όπως είναι ο GS1, παγκόσμιος οργανισμός στην επιχειρηματική επικοινωνία ειδικά σε ότι αφορά τους γραμμωτούς κώδικες, καθώς και ενσωματώνει οδηγίες από ενώσεις του κλάδου, όπως η Πρωτοβουλία Ιχνηλασιμότητας Παραγωγής (Produce Traceability Initiative - PTI), με στόχο την περαιτέρω τυποποίηση του πλαισίου των τροφίμων. Η Πρωτοβουλία Ιχνηλασιμότητας Παραγωγής (PTI) στοχεύει στη βελτίωση της αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών παρακολούθησης και ανίχνευσης σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα προϊόντων, μειώνοντας ταυτόχρονα τον αντίκτυπο πιθανών ανακλήσεων ή παρόμοιων προβλημάτων. Στο δίκτυο IBM Food Trust είτε πρόκειται για μικρή κοινοτική γεωργική επιχείρηση είτε για μεγάλο προμηθευτή προϊόντων, οι συσκευασίες των προϊόντων χρειάζεται να φέρουν ετικέτες γραμμωτού κώδικα συμβατές με PTI. Κάθε ετικέτα PTI περιλαμβάνει γραμμωτό κώδικα GS1-128 αναγνώσιμο από μηχανή και από άνθρωπο και εμπεριέχει πληροφορίες όπως τον Global Trade Item Number (GTIN), τον αριθμό παρτίδας (Batch/Lot Number), τις ημερομηνίες συγκομιδής/συσκευασίας (Pack/Harvest Dates) και το αναγνωριστικό προμηθευτή (Supplier ID).

### 7.4.2 Σύστημα ιχνηλάτησης της DENSO

Η DENSO ιαπωνική εταιρία κατασκευής εξαρτημάτων αυτοκινήτων θυγατρική της Toyota κατασκευάζει σύστημα με στόχο την καλύτερη ιχνηλάτηση φυσικών αντικειμένων και προϊόντων (Okabe et al 2021). Το σύστημα βασίζεται στην τεχνολογία blockchain και στους γραμμωτούς κώδικες τύπου QR code. Το σύστημα βασίζει τη λειτουργία του στο ακόλουθο σκεπτικό:

Ο συμμετέχων στην εφοδιαστική αλυσίδα, για παράδειγμα ένας κατασκευαστής υλικών, αποθηκεύει τα δεδομένα για ένα υλικό όπως το ιστορικό της παραγωγής του και τις χρονικές σημάνσεις που το αφορούν στο blockchain σύστημα και στη συνέχεια εκτυπώνει ένα αντίστοιχο QR code που επικολλάται στο υλικό και χρησιμοποιείται ως κρυπτογραφικό αποτύπωμα (hash). Η εταιρεία που λαμβάνει το υλικό για περαιτέρω επεξεργασία θα διαβάσει το QR Code χρησιμοποιώντας έναν αναγνώστη γραμμωτού κώδικα. Αφού επεξεργαστεί το υλικό, αποθηκεύει τα νέα δεδομένα για το επεξεργασμένο υλικό με παρόμοιο τρόπο στο blockchain και εκτυπώνει πάλι ένα QR Code που θα επικολληθεί στο επεξεργασμένο υλικό για να χρησιμοποιηθεί ως κρυπτογραφικό αποτύπωμα. Έτσι δημιουργείται ιχνηλασιμότητα βασισμένη στο blockchain για την εφοδιαστική αλυσίδα. Οι κατασκευαστές που εμπλέκονται σε οποιαδήποτε φάση της διαδικασίας μπορούν να διαβάσουν το QR Code και να αποθηκεύσουν πληροφορίες η ακεραιότητα των οποίων θα είναι προστατευμένη από το blockchain. Οι τελικοί χρήστες πάλι μπορούν να διαβάσουν το QR Code και να ενημερωθούν εύκολα για το υλικό και την ιστορικότητά του.

Το σύστημα ιχνηλάτησης της DENSO αναπτύσσεται σε Ethereum blockchain όμως εξετάζουν σοβαρά να το αντικαταστήσουν με το Hyperledger Fabric blockchain.

Ένα από τα σοβαρότερα θέματα που είχε να αντιμετωπίσει το εν λόγω έργο ήταν ότι η DENSO είχε ήδη συστήματα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας στα οποία θα έπρεπε να ενσωματωθεί εύκολα το σύστημα ιχνηλάτησης αλλιώς θα υπήρχε ασυμβατότητα και αδυναμία λειτουργίας του σε συνεργασία με τα υπάρχοντα περιβάλλοντα.

### Standard QR Code



**Black and white**

Information

DENSO Battery  
20210827  
OKA-1234567

### Specialized traceability-use QR Code

**Colored**

Confidential information

Z2ZdZ6c4d0608111  
c78EE486f45A0001



**Black and white**

Publicly available  
information

DENSO Battery  
20210827  
OKA-1234567

Σχήμα 7.5. QR Code της Denso διπλής χρήσης.

Η λύση που δόθηκε ήταν να αναπτυχθούν και να χρησιμοποιηθούν QR Codes διπλής χρήσης. Δηλαδή QR Codes που μεταφέρουν τις συνήθεις πληροφορίες που αφορούν τα συστήματα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας και παράλληλα τις πληροφορίες που αφορούν το σύστημα ιχνηλάτησης. Η βασική αρχή είναι εξαιρετικά απλή. Ένας συνήθης QR Code χρησιμοποιεί μόνο ασπρόμαυρα μοτίβα, ενώ ένας QR Code με χρήση ιχνηλασιμότητας χρησιμοποιεί επίσης γκρι και χρώματα στα μοτίβα του. Μια απλή συσκευή σάρωσης και το λογισμικό της διαβάζουν τα χρώματα που είναι φωτεινότερα από μια προκαθορισμένη τιμή κατωφλίου ως λευκό και αυτά που είναι πιο σκούρα από μια συγκεκριμένη τιμή ως μαύρα, ερμηνεύοντας έτσι όλες τις αποχρώσεις ως μόνο μαύρο ή λευκό. Ένας σαρωτής ιχνηλασιμότητας, από την άλλη πλευρά, μπορεί να ανιχνεύσει τις αποχρώσεις του γκρι και τα χρώματα σε κάθε μοτίβο, πράγμα που σημαίνει ότι διαβάζει επιπλέον πληροφορίες που δεν είναι αναγνώσιμες από τον απλό σαρωτή (Σχήμα 7.5). Με αυτήν την προσέγγιση, οι QR Codes για χρήση ιχνηλασιμότητας μπορούν να σχεδιαστούν για να λειτουργούν με σαρωτές για τα υπάρχοντα συστήματα διαχείρισης προϊόντων, ενώ ταυτόχρονα μεταφέρουν δεδομένα ιχνηλασιμότητας, ελαχιστοποιώντας έτσι την ανάγκη τροποποίησης των υπάρχοντων συστημάτων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### ΕΠΙΛΟΓΟΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παραδοσιακή αλυσίδα εφοδιασμού είναι γεμάτη τριβές, που προκαλούνται κυρίως από την έλλειψη επαρκούς και έγκαιρης πληροφόρησης. Τα προβλήματα που αντιμετωπίζει μπορούν να επικεντρωθούν σε δύο κυρίως τομείς:

- στην ύπαρξη στεγανών καθώς και επιμέρους / τοπικών υποσυστημάτων που δεν επικοινωνούν στον απαιτούμενο βαθμό μεταξύ τους λόγω της περιορισμένης αντίληψης της συνολικής εικόνας της εφοδιαστικής αλυσίδας από τα εμπλεκόμενα μέρη,
- στην ανεπαρκή διαχείριση της μεταβλητότητας που είναι εγγενής στις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η ψηφιοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας που ήδη έχει ξεκινήσει και η ολοκληρωμένη εφαρμογή της σε όλο το μήκος της, είναι ο καταλύτης για τη δημιουργία μιας νέας μορφής εφοδιαστικής αλυσίδας: διάφανης, ανθεκτικής, αποδοτικής, με δυνατότητα ταχύτατης ανταπόκρισης στις μεταβολές. Θεμέλιος λίθος για την επιτυχία της είναι οι πληροφορίες/δεδομένα που συνδέονται με το κάθε προϊόν και παράγονται στους κόμβους της, είτε πρόκειται για τα σημεία συλλογής πρώτων υλών, παραγωγής, συσκευασίας, διανομής, τελικής πώλησης ή ακόμη και ανάλωσης από τον τελικό καταναλωτή. Η ψηφιακή συγκέντρωση και αποθήκευση αυτών των δεδομένων καθώς και η ασφαλής διαφύλαξή τους συμβάλουν στη δημιουργία ενός ψηφιακού ίχνους το οποίο καταγράφεται καθώς το προϊόν μετακινείται στην εφοδιαστική αλυσίδα και μπορεί να δώσει χρήσιμες ή/και αναγκαίες πληροφορίες σε κάθε εξουσιοδοτημένο ενδιαφερόμενο, άνθρωπο ή μηχανή. Η ιχνηλασιμότητα είναι βασικό ζητούμενο της ψηφιοποιημένης εφοδιαστικής αλυσίδας, δηλαδή η δυνατότητα ο εξουσιοδοτημένος ενδιαφερόμενος (πελάτης, προμηθευτής, κλπ) να μπορεί να παρακολουθήσει τη διαδρομή ενός προϊόντος (track) ή/και να ανιχνεύσει την προέλευσή του (trace).

Η ψηφιοποιημένη εφοδιαστική αλυσίδα βασίζεται σε σημαντικό βαθμό στις τεχνολογίες Αυτόματης Αναγνώρισης και Κτήσης Δεδομένων – ΑΑΚΔ (AIDC ή Auto-ID). Πρόκειται για οικογένεια τεχνολογιών που αυτοματοποιημένα αναγνωρίζουν, επαληθεύουν, καταγράφουν, επικοινωνούν και αποθηκεύουν

δεδομένα για τα προϊόντα και τη διακίνησή τους στην εφοδιαστική αλυσίδα. Ουσιαστικά αποτελούν τον απαραίτητο συνδετικό κρίκο μεταξύ του φυσικού αντικειμένου και των ψηφιακών αποτυπωμάτων του, με πιο γνωστές τεχνολογίες στο χώρο της εφοδιαστικής αυτές του γραμμωτού κώδικα (barcode) και της ραδιοσυχνικής αναγνώρισης (RFID). Με τα σημερινά δεδομένα χωρίς ΑΑΚΔ δεν μπορεί στην πραγματικότητα να υπάρξει ψηφιοποιημένη εφοδιαστική αλυσίδα.

Η τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα αν και η παλαιότερη στον τομέα της Αυτόματης Αναγνώρισης και Κτήσης Δεδομένων (πρωτοεμφανίστηκε το 1949) είναι η πλέον διαδεδομένη και ευρέως εγκατεστημένη στην εποχή μας. Στα τέλη του 20<sup>ου</sup> και στα πρώτα χρόνια του 21<sup>ου</sup> αιώνα οι προβλέψεις της πλειοψηφίας των τεχνικών και επιστημόνων του χώρου ήταν ότι στο κοντινό μέλλον θα αντικαθίστατο από άλλες νεώτερες τεχνολογίες και μάλιστα στην εφοδιαστική αλυσίδα θα επικρατούσε η τεχνολογία της ραδιοσυχνικής αναγνώρισης (RFID). Όμως δεν συνέβη αυτό.

Στη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διατριβή αναλύονται τα βασικά σημεία της τεχνολογίας του γραμμωτού κώδικα και αναδεικνύονται χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματά της στο σημερινό γίνεσθαι που αιτιολογούν την επιβίωσή της αλλά και την επέκτασή της στην εφοδιαστική αλυσίδα. Γενικά η τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα ασχολείται με ένα και μόνο θέμα, τα δεδομένα των αντικειμένων είτε αυτά είναι φυσικά ή εικονικά. Τα βασικά σημεία της αφορούν την κωδικοποίησή τους στο περιβάλλον του γραμμωτού κώδικα, την έκδοση/εκτύπωση του γραμμωτού κώδικα, την ανάγνωση/σάρωσή του καθώς και την αποκωδικοποίηση των δεδομένων προς χρήση.

Πολύ σημαντικό ρόλο στην τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα παίζει η συμβολογία του δηλαδή οι κανόνες «σύνταξης» και «ορθογραφίας» που ακολουθούνται κατά τη δημιουργία του κάθε κώδικα. Είναι τομέας ιδιαίτερα προσεγμένος και αποτελεί τη βάση για την πλουραλιστική αλλά και συνάμα αυστηρή τυποποίηση των γραμμωτών κωδίκων γεγονός που επιτρέπει την ανάπτυξη πολλών και διαφορετικών τύπων γραμμωτών κωδίκων ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε κλάδου χωρίς όμως παράλληλα να επικρατεί αναρχία ή ασυνεννοησία στην εφαρμογή τους. Σε αυτό έχει συμβάλει και η εμπλοκή διεθνών οργανισμών όπως ο GS1 που βοήθησαν στην έκδοση και αποδοχή κατάλληλων προτύπων.

Ένα από τα παλαιότερα προβλήματα της τεχνολογίας του γραμμωτού κώδικα αφορούσε την εκτύπωσή του. Θέματα όπως η μη αναγνωσιμότητά του λόγω κακής εκτύπωσης, ετικέτες γραμμωτού κώδικα που εύκολα ξεκολλούσαν ή φθείρονταν, ακριβοί ή ακατάλληλοι εκτυπωτές κάθε άλλο παρά σπάνια ήταν. Η εκτύπωση πλέον του γραμμωτού κώδικα μπορεί να γίνει σχεδόν οπουδήποτε: πάνω σε ετικέτα, πάνω στη συσκευασία, πάνω σε οθόνη ή πάνω στο ίδιο το προϊόν. Ανάλογα με τις ανάγκες οι γραμμωτοί κώδικες μπορεί να είναι προεκτυπωμένοι ή να τυπώνονται κατά την ώρα της παραγωγής ή/και συσκευασίας. Μελάνια ανθεκτικά και οικολογικά είναι εν χρήσει. Πλειάδα διαφορετικών εκτυπωτών όπως θερμικοί, inkjet υψηλής ανάλυσης και laser είναι διαθέσιμοι σε λογικές τιμές.

Ένα άλλο επίσης σημαντικό πρόβλημα της τεχνολογίας του γραμμωτού κώδικα ήταν η ανάγνωσή του. Ο εργαζόμενος έπρεπε να εντοπίσει τον γραμμωτό κώδικα στη συσκευασία του προϊόντος και να τον σαρώσει, έναν τη φορά και σε συγκεκριμένη κατεύθυνση, εξ επαφής με το σαρωτή laser, σε κάποιες μάλιστα περιπτώσεις δεν αρκούσε το ένα πέρασμα. Σήμερα πέρα από τις βελτιωμένες εκδόσεις σαρωτών laser υπάρχουν οι συσκευές ανάγνωσης CCD, οι οπτικές κάμερες και βιντεοκάμερες που μπορούν να διαβάσουν από απόσταση, οι πανκατευθυντικοί σαρωτές γραμμωτού κώδικα που μπορούν να διαβάσουν το γραμμωτό κώδικα ανεξάρτητα με τη θέση του ως προς τη συσκευή ανάγνωσης και οι αναγνώστες μεγάλου οπτικού πεδίου που μπορούν να διαβάσουν πολλούς γραμμωτούς κώδικες ταυτόχρονα εφόσον είναι στο οπτικό τους πεδίο. Στις παραπάνω συσκευές περιλαμβάνονται φυσικά και τα κινητά τηλέφωνα με τις κάμερές τους. Σε ότι αφορά τη μεταφορά των δεδομένων που διαβάστηκαν από τις συσκευές ανάγνωσης στα υπολογιστικά συστήματα για επεξεργασία γίνεται με ικανοποιητική ταχύτητα και συνδέσεις όπως: RS-232, keyboard wedge, USB, δίκτυα Ethernet και ασύρματη δικτύωση.

Η μη ανάγνωση ενός γραμμωτού κώδικα ή ακόμη χειρότερα η ανάγνωση λάθος δεδομένων μέσω αυτού, μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα στη γραμμή παραγωγής ενός εργοστασίου, δυσλειτουργίες στη ροή της εφοδιαστικής αλυσίδας και σε απρόβλεπτες οικονομικές επιβαρύνσεις για τους παραγωγούς. Το σοβαρό αυτό θέμα αντιμετωπίζεται πλέον μέσα από τον ποιοτικό έλεγχο των γραμμωτών κωδίκων και περιλαμβάνει δύο επιμέρους διαδικασίες, αυτές της επικύρωσης και της επαλήθευσης. Η επικύρωση γραμμωτού κώδικα έχει να κάνει με τη διασφάλιση ότι ο

γραμμωτός κώδικας μπορεί να διαβαστεί και ότι η μορφή των δεδομένων είναι σωστή για την εν λόγω εφαρμογή. Η επαλήθευση γραμμωτού κώδικα εξετάζει τη δυνατότητα ανάγνωσης και την ποιότητα του γραμμωτού κώδικα σε σχέση με τα βιομηχανικά πρότυπα και τις προδιαγραφές. Οι εταιρίες που παράγουν γραμμωτούς κώδικες, εφαρμόζουν τους προαναφερόμενους ποιοτικούς ελέγχους. Σημειώνεται ότι οι μεγάλες εταιρίες λιανικής επιβάλλουν σημαντικές κυρώσεις στις παραπάνω εταιρίες όταν εντοπίζουν μη συμβατούς γραμμωτούς κώδικες.

Πλήθος διαφορετικών τύπων γραμμωτού κώδικα έχουν αναπτυχθεί και αναπτύσσονται ακολουθώντας τη συμβολογία και αποδεκτά διεθνή πρότυπα. Σκοπός τους είναι να καλύψουν κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις επιχειρησιακές ανάγκες των πολυπληθών διαφορετικών κλάδων και φορέων. Η παλαιότερη και πλέον γνωστή κατηγορία γραμμωτών κωδίκων είναι οι γραμμικοί γραμμωτοί κώδικες ξεκινώντας από τους πρώτους UPC-A και EAN-13 μέχρι τις μετεξελίξεις τους Code-128 και GS1-128 που μπορούν να κάνουν χρήση και των 128 ASCII χαρακτήρων, είναι πυκνοί και συμπαγείς και χρησιμοποιούνται, μεταξύ άλλων, στον χώρο της εφοδιαστικής. Μια νεώτερη ομάδα γραμμωτών κωδίκων είναι οι matrix που υπάγονται στους δισδιάστατους γραμμωτούς κώδικες. Αποθηκεύουν τα δεδομένα οριζόντια και κάθετα οπότε μπορούν να κωδικοποιήσουν αρκετά περισσότερα δεδομένα σε σχέση με τους γραμμικούς, έχουν βελτιωμένη αναγνωσιμότητα και αντοχή σε κακή εκτύπωση αλλά και στην όποια φθορά υποστούν κατά τη χρήση. Στην ομάδα των matrix κωδίκων υπάγονται και οι γνωστοί τύποι γραμμωτών κωδίκων QR Code και Data Matrix. Ο QR Code χρησιμοποιείται ευρύτατα σε πλήθος εφαρμογών. Βασικό χαρακτηριστικό του είναι η αναγνωσιμότητά του από τις κάμερες των κινητών τηλεφώνων των απλών καταναλωτών. Συνήθως στα δεδομένα του περιλαμβάνεται και συγκεκριμένη διεύθυνση στο διαδίκτυο όπου παραπέμπεται ο ενδιαφερόμενος με πλήθος στοιχείων για το προϊόν, την ποιότητα και την ιστορικότητα των υλικών που το συνθέτουν ή/και την διαδρομή του στην εφοδιαστική αλυσίδα. Μεταξύ των πλεονεκτημάτων του είναι ότι μπορεί: να χωρέσει μεγάλο όγκο δεδομένων, να χειριστεί όλους τους τύπους δεδομένων που αφορούν αριθμούς, αλφαβητικούς χαρακτήρες, σύμβολα, δυαδικούς κωδικούς και κωδικούς ελέγχου, έχει χαμηλό κόστος υλοποίησης και χρήσης, υψηλή ταχύτητα ανάγνωσης, είναι ανθεκτικός στη φθορά και στις ζημιές και έχει τη δυνατότητα να επαναφέρει τα

δεδομένα ακόμη και αν τμήμα του έχει καταστραφεί. Ο Data Matrix είναι γραμμωτός κώδικας που υποστηρίζει προηγμένους αλγόριθμους ελέγχου και διόρθωσης σφαλμάτων κωδικοποίησης γεγονός που επιτρέπει την ανάγνωσή του ακόμη και αν καταστραφεί το 60 τοις εκατό. Διαθέτει σημαντική χωρητικότητα, τα δεδομένα του μπορεί να είναι αριθμητικά ή αλφαριθμητικά, είναι ιδιαίτερα προσαρμόσιμος σε μέγεθος με εφαρμογές του να ξεκινούν από τα 300 τετραγωνικά μικρόμετρα και χρησιμοποιείται αρκετά για τη σήμανση μικρών αντικειμένων. Ιδιαίτερα σημαντικό για μια επιχείρηση είναι να επιλέξει τον κατάλληλο τύπο γραμμωτού κώδικα που θα χρησιμοποιήσει με βάση τις ανάγκες της.

Οι γραμμωτοί κώδικες χρησιμοποιούνται ευρέως σε όλο τον κόσμο σε πολλά και διαφορετικά περιβάλλοντα. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το παγκόσμιο μητρώο GS1 γραμμωτών κωδίκων περιλαμβάνει περίπου 2.500.000 επιχειρήσεις από 115 χώρες και προφανώς δεν χρησιμοποιούνται παγκοσμίως μόνο οι GS1 γραμμωτοί κώδικες. Από την πληθώρα των τομέων εφαρμογής τους αναφέρονται τομείς σχετιζόμενοι με την εφοδιαστική αλυσίδα όπως: φρέσκα προϊόντα, τρόφιμα και ποτά, υγεία, μεταφορές, ηλεκτρονικά, χημικά, ένδυση/υπόδηση, λιανεμπόριο, καλλυντικά, κ.α. Μόνο για το λιανεμπόριο η GS1 εκτιμά ότι γίνονται περί τις 2,5 δισεκατομμύρια σαρώσεις την ημέρα των γραμμωτών κωδίκων κατηγοριοποίησης GS1.

Μέσα από την πολυετή και εκτεταμένη χρήση των γραμμωτών κωδίκων στην εφοδιαστική αλυσίδα έχουν προκύψει και καταγραφεί θετικά και αρνητικά χαρακτηριστικά τους που διαμορφώνουν τη συμπεριφορά της συγκεκριμένης τεχνολογίας στο χώρο της εφοδιαστικής.

Καθώς η τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα έχει φτάσει σε μια κατάσταση ωριμότητας, έχει γίνει πολύ πιο προσιτή, τεχνικά και οικονομικά, καθιστώντας την κατάλληλη ακόμη και για εξειδικευμένες εφαρμογές μικρής κλίμακας. Η απλότητα και η ευκολία χρήσης των γραμμωτών κωδίκων είναι μια από τις πιο ελκυστικές πτυχές τους.

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η ανάγνωση/σάρωση γραμμωτού κώδικα είναι πιο αξιόπιστη από τη χειροκίνητη συλλογή δεδομένων, αλλά και από άλλες συγγενείς τεχνολογίες, αποδίδοντας πολύ υψηλότερα ποσοστά ακρίβειας σε υψηλές ταχύτητες. Ενδεικτικά οι εκπαιδευμένοι χειριστές εισαγωγής δεδομένων κάνουν κατά μέσο όρο



ένα σφάλμα σε κάθε 300 χαρακτήρες που εισάγουν, ενώ στους γραμμωτούς κώδικες Data Matrix γίνεται ένα λάθος στα 10,5 εκατομμύρια σαρώσεις.

Λόγω της φύσης της τεχνολογίας του γραμμωτού κώδικα, οι αναγνώστες (barcode readers) χρειάζεται να έχουν οπτική επαφή με τους γραμμωτούς κώδικες για να τους διαβάσουν. Αυτό είχε ως συνέπεια συνήθως:

- Η ανάγνωση να πρέπει να γίνει από πολύ κοντινή απόσταση και με συγκεκριμένη κατεύθυνση
- Να διαβάζεται ένας κώδικας τη φορά
- Η ανάγνωση να γίνεται με ανθρώπινη παρέμβαση

Η παραπάνω ιδιαιτερότητα οδηγεί σε καθυστερήσεις και ανθρώπινα λάθη και αποτελεί βασικό μειονέκτημα της συγκεκριμένης τεχνολογίας. Βέβαια οι τεχνολογικές εξελίξεις έρχονται να βελτιώσουν σημαντικά αυτό το μειονέκτημα αφού υπάρχουν πλέον και χρησιμοποιούνται:

- αναγνώστες με κάμερες που μπορούν να διαβάσουν από αρκετή απόσταση και να αποκωδικοποιήσουν ταυτόχρονα όλους τους γραμμωτούς κώδικες που έχει η εικόνα που λαμβάνουν,
- τύποι γραμμωτών κωδίκων όπως οι matrix που μπορούν να διαβαστούν από οποιαδήποτε κατεύθυνση,
- συστήματα ανάγνωσης που διαβάζουν αυτόματα (χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση) όλες τις πλευρές μιας συσκευασίας εντοπίζοντας και αποκωδικοποιώντας όλους τους γραμμωτούς κώδικες που είναι επικολλημένοι σε αυτήν.

Οι παλαιότεροι γραμμωτοί κώδικες αποθήκευαν μόνο μια μικρή ποσότητα στατικών δεδομένων, συνήθως περίπου 20 χαρακτήρες. Οι τεχνολογικές βελτιώσεις έχουν δώσει σε σημαντικό βαθμό λύσεις στον παραπάνω περιορισμό:

- Έχουν αναπτυχθεί συμβολογίες που επιτρέπουν πολύ μεγαλύτερες χωρητικότητες. Για παράδειγμα οι QR codes μπορούν να αποθηκεύσουν μέχρι 7.089 χαρακτήρες ανά σήμανση.
- Είναι εφικτή η σύνδεση των γραμμωτών κωδίκων, π.χ. μέσω του διαδικτύου, με βάσεις δεδομένων που περιέχουν πιο λεπτομερείς και δυναμικές πληροφορίες.

Οι γραμμωτοί κώδικες στο παρελθόν ήταν επιρρεπείς στη φθορά και τα υλικά που είναι τυπωμένοι έπρεπε να διατηρούνται καθαρά, να αποφεύγονται γδαρσίματα και να μην εκτίθενται σε ακραίες θερμοκρασίες και σκληρό περιβάλλον. Η παραπάνω

απαίτηση δημιουργούσε προβλήματα ειδικά σε εφοδιαστικές αλυσίδες που λειτουργούσαν σε δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ. βιομηχανία χημικών).

Αυτό το εγγενές πρόβλημα αντιμετωπίζεται πλέον σε σημαντικό βαθμό γιατί:

- Χρησιμοποιούνται υλικά που τυπώνονται οι γραμμωτοί κώδικες ιδιαίτερα ανθεκτικά σε δύσκολα περιβάλλοντα
- Έχουν αναπτυχθεί συμβολογίες που ακόμη και να καταστραφεί τμήμα του γραμμωτού κώδικα παραμένει αναγνώσιμος. Για παράδειγμα ένας QR Code μπορεί να διαβαστεί ακόμη κι αν καταστραφεί το 30% της ετικέτας.
- Εκτυπώνονται ανάγλυφοι γραμμωτοί κώδικες (3D) που είναι πολύ πιο ανθεκτικοί στη φθορά

Έτσι οι γραμμωτοί κώδικες επιλέγονται πλέον και από πλευράς ανθεκτικότητας για χρήση σε σχέση με εναλλακτικές τεχνολογίες όπως η RFID.

Για την επιτυχή ανάπτυξη οποιασδήποτε σοβαρής τεχνολογίας, η καθιέρωση προτύπων είναι απαραίτητη, ειδικά όσον αφορά τα κανονιστικά πλαίσια εφαρμογής και λειτουργίας. Η εξέλιξη των προτύπων γραμμωτού κώδικα ξεκίνησε από ιδιωτικά/κλειστά πρότυπα για να προχωρήσει σταδιακά σε ανοικτά διεθνώς αποδεκτά πρότυπα. Το γεγονός αυτό έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην υιοθέτηση και εφαρμογή της τεχνολογίας σε παγκόσμιο επίπεδο, περιλαμβανομένου του χώρου του εφοδιασμού και της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η συνεχής βελτίωση των προτύπων και των συμβολογιών γραμμωτού κώδικα έχει διατηρήσει τους γραμμωτούς κώδικες στην πρώτη γραμμή της ΑΑΚΔ στην αλυσίδα εφοδιασμού. Οι οργανισμοί τυποποίησης έχουν διασφαλίσει ότι τα πρότυπα γραμμωτού κώδικα συμβαδίζουν με τις ανάγκες της εφοδιαστικής αλυσίδας, μέσω της συνεχούς εισαγωγής νέων, βελτιωμένων, προτύπων.

Η χρήση της τεχνολογίας γραμμωτού κώδικα στις επιχειρήσεις και οργανισμούς εξαλείφει τη χειροκίνητη εισαγωγή δεδομένων μειώνοντας σημαντικά τα όποια λάθη των εργαζομένων. Δεν είναι τυχαίο που η ιατρική βιομηχανία, ένας χώρος όπου τα όποια λάθη μπορεί να αποδειχθούν «θανατηφόρα», έχει στραφεί εδώ και χρόνια στην τεχνολογία γραμμωτού κώδικα με σαφώς καλύτερα αποτελέσματα και λιγότερα λάθη από το παρελθόν.

Η εφαρμογή της τεχνολογίας των γραμμωτών κωδίκων στην εφοδιαστική αλυσίδα έχει συμβάλει στην καλύτερη παρακολούθηση παγίων και προϊόντων, στη βελτιωμένη ιχνηλασιμότητα και διαχείριση αποθεμάτων, στην έγκαιρη ενημέρωση και μείωση σφαλμάτων, στην αποτελεσματικότερη λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας και σε προηγμένες δυνατότητες διαχείρισης παρτίδων και ποιοτικού ελέγχου.

Τέλος πολλοί οργανισμοί, ιδιαίτερα οι περισσότερες μεγαλο-μεσαίες επιχειρήσεις διακίνησης και διανομής προϊόντων και εμπορευμάτων, έχουν υιοθετήσει την τεχνολογία γραμμωτού κώδικα και έχουν επενδύσει σημαντικά ποσά σε υποδομές και συναφή συστήματα. Τέτοιοι οργανισμοί είναι βέβαιο ότι αξιολογούν διεξοδικά τα πιθανά οφέλη οποιασδήποτε άλλης τεχνολογίας αυτόματης αναγνώρισης και κτήσης δεδομένων προτού μπορέσουν να δικαιολογήσουν την επένδυση σε μια εναλλακτική τεχνολογία.

Με βάση τα παραπάνω γίνεται κατανοητή η επικράτηση της τεχνολογίας του γραμμωτού κώδικα στην ψηφιοποιημένη εφοδιαστική αλυσίδα στα πλαίσια της 4<sup>ης</sup> βιομηχανικής επανάστασης.

Ποιό όμως είναι το μέλλον της συγκεκριμένης τεχνολογίας στην εφοδιαστική αλυσίδα;

Η τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα είναι σε συνεχή εξέλιξη, με εφευρέσεις και καινοτομίες που την επανατοποθετούν στο επιχειρηματικό πεδίο, σύγχρονη και ανανεωμένη, έχοντας ως στόχο να αντιμετωπίσει το ευρύ φάσμα επιχειρηματικών προβλημάτων και προκλήσεων που ανακύπτουν στην πορεία της. Ενδεικτικά αναφέρονται τεχνολογικές εξελίξεις όπως:

- Γραμμωτοί κώδικες πολλών διαστάσεων με πρόσθετες διαστάσεις το ύψος, το χρώμα ή/και το χρόνο με στόχο τη δυναμική και ευρύτερη σε όγκο διαχείριση δεδομένων, καθώς και για μεγαλύτερη αντοχή στη χρήση.
- Αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης που συνεργάζονται με τους γραμμωτούς κώδικες για αυτοματοποιημένη από απόσταση ανεύρεση, αναγνώριση και ανάγνωση γραμμωτών κωδίκων χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση καθώς και για πρόγνωση βλάβης εγκατεστημένων σαρωτών.
- Διαδίκτυο των πραγμάτων και συνέργειες με τους γραμμωτούς κώδικες για υλοποιήσεις όπως:

- οι έξυπνες συσκευασίες με μοναδικούς (σειριοποιημένους) γραμμωτούς κώδικες προστατευμένους από αντιγραφή που μετατρέπουν τα απλά πακέτα συσκευασίας σε ψηφιακά εργαλεία, τα οποία παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες σε παραγωγούς αλλά και σε καταναλωτές
- τα drones-αναγνώστες για την εξ αποστάσεως ανάγνωση γραμμωτών κωδίκων χωρίς την ανάγκη ανθρώπινης επιτόπιας παρουσίας.
- Τεχνολογία κατανεμημένης εγγραφής (blockchain) που συνεργάζεται με τους γραμμωτούς κώδικες σε συγκεκριμένες εφαρμογές για να διασφαλίσει την ακεραιότητα των δεδομένων και την πληρότητα του ψηφιακού ίχνους του κάθε σημεινόμενου προϊόντος στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Καθώς έρχεται η 5<sup>η</sup> βιομηχανική επανάσταση από την οποία πολλά προσδοκά η εφοδιαστική αλυσίδα μέσα από την ενδυνάμωση των σχέσεων και συνεργειών ανθρώπου – μηχανής προς όφελος του ανθρώπου, με βάση τα όσα μελετήθηκαν και εξετάστηκαν στην συγκεκριμένη εργασία επιβεβαιώνεται ότι η τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα θα εξακολουθήσει να υπάρχει. Θα είναι παρούσα και ενεργή, έτοιμη να πλαισιώσει και να πλαισιωθεί με τεχνολογίες όπως η επαυξημένη πραγματικότητα, οι επικοινωνίες 5G, τα συνεργαζόμενα ρομπότ (co-bots), τα αυτοματοποιημένα drones, οι εξωσκελετοί και η τεχνητή νοημοσύνη επόμενης γενιάς για μια αποδοτικότερη και πλέον αποτελεσματική ψηφιοποιημένη εφοδιαστική αλυσίδα.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Γλωσσάριο Τεχνολογίας Γραμμωτού Κώδικα Ευρετήριο Όρων (Barcode Glossary)

**Achieved Width** Επιτευχθέν πλάτος

Το υπολογιζόμενο πλάτος στοιχείου με βάση τις μετρήσεις.

---

**Alphanumeric** Αλφαριθμητικός

Ένα σύνολο χαρακτήρων που περιέχει γράμματα, ψηφία και άλλους χαρακτήρες, όπως σημεία στίξης.

---

**Alphanumeric Bar Code** Αλφαριθμητικός Γραμμωτός Κώδικας

Ένα μείγμα διαμορφώσεων ράβδων που αντιπροσωπεύουν αλφαβητικά και αριθμητικά σύμβολα.

---

**Aperture** Διάφραγμα

Το διάφραγμα σε ένα οπτικό σύστημα (π.χ. σαρωτής, κάμερα ή φωτόμετρο) που καθορίζει το οπτικό πεδίο.

---

**ASCII Character Set** Σύνολο χαρακτήρων ASCII

128 χαρακτήρες συμπεριλαμβανομένων χαρακτήρων ελέγχου και εκτύπωσης.

---

**Aspect Ratio** Αναλογία απεικόνισης

Η αναλογία ύψους προς πλάτος ενός συμβόλου γραμμικού κώδικα. Ένας κώδικας με ύψος διπλάσιο από το πλάτος του θα είχε λόγο διαστάσεων 2, ενώ ένας κώδικας με πλάτος διπλάσιο από το ύψος του θα είχε λόγο διαστάσεων 0,5.

---

**Bar** Ράβδος

Ράβδος είναι το σκοτεινό (ανακλαστικό) στοιχείο ενός γραμμωτού κώδικα, σε σχέση με το ανοιχτόχρωμο κενό διάστημα που είναι το φωτεινό ανακλαστικό στοιχείο του γραμμωτού κώδικα. Η ανάκλαση της Ράβδου είναι μικρότερη από αυτή του διεθνούς κατωφλίου.

---

---

### **Barcode** Γραμμωτός Κώδικας

Σύμβολο κατασκευασμένο από συνδυασμό σκοτεινών ράβδων και ανοιχτόχρωμων κενών διαστημάτων οργανωμένα σε διάφορα μοτίβα σύμφωνα με συγκεκριμένους κανόνες. Το σύμβολο είναι αναγνώσιμο από σαρωτές (scanners) και αποκωδικοποιείται σε δεδομένα (γράμματα, αριθμούς και άλλους χαρακτήρες) που είναι κατανοητά στον άνθρωπο.

---

### **Barcode Density** Πυκνότητα Γραμμωτού Κώδικα

Ο αριθμός των χαρακτήρων που μπορεί να αντιπροσωπεύει ένας κώδικας, ανά γραμμική ίντσα.

---

### **Barcode Verification** Έλεγχος Πιστότητας Συμβόλων

Η αξιολόγηση της ποιότητας εκτύπωσης ενός συμβόλου γραμμωτού κώδικα, βάσει των προτύπων ISO/IEC 15416 (linear σύμβολα) και 15415 (2D σύμβολα), χρησιμοποιώντας κατάλληλο εξοπλισμό μετρήσεων (barcode verifiers).

---

### **Bar Height/Length** Ύψος/Μήκος ράβδου

Η διάσταση της ράβδου που είναι κάθετη στο πλάτος της ράβδου. Η σάρωση πραγματοποιείται σε άξονα κάθετο στο ύψος/μήκος της ράβδου.

---

### **Bar Width** Πλάτος ράβδου

Η πλευρική διάσταση μιας ράβδου, πάχος ράβδου.

---

### **Bar Width Ratio** Λόγος Πλάτους Ράβδου

Ο λόγος της φαρδύτερης ράβδου ή κενού διαστήματος προς το στενότερο.

---

### **Bar Reflectance (Rb)** Ανάκλαση ράβδου (Rb)

Η μικρότερη τιμή ανάκλασης σε μια ράβδο.

---

### **Bi-directional Code** Κώδικας αμφίδρομης κατεύθυνσης

Ένας γραμμωτός κώδικας που επιτρέπει την ανάγνωση είτε από αριστερά προς τα δεξιά, είτε από τα δεξιά προς τα αριστερά.

---

---

### **Binary Code** Δυαδικός κώδικας

Ένας κώδικας που χρησιμοποιεί δύο διακριτούς χαρακτήρες, συνήθως 0 και 1, ένας κώδικας που χρησιμοποιεί το δυαδικό σύστημα αριθμών ("δυνάμεις του δύο"). Με την ευρεία έννοια, όλοι οι γραμμωτοί κώδικες είναι δυαδικοί, αφού χρησιμοποιούν μόνο φωτεινή και σκοτεινή περιοχή.

---

### **Bit** Δυαδικό ψηφίο

Ένα ή μηδέν.

---

### **Bit Mapping** Χαρτογράφηση Δυαδικών ψηφίων

Μια χωρικά αντιστοιχισμένη συστοιχία δυαδικών ψηφίων, ένας χάρτης δυαδικών ψηφίων.

---

### **Character** Χαρακτήρας

Η μικρότερη ομάδα στοιχείων που εκχωρείται από μια συμβολογία για να αναπαριστά μοναδικά έναν ή περισσότερους αριθμούς, γράμματα, σημεία στίξης ή άλλες πληροφορίες.

---

### **Character Set** Σύνολο χαρακτήρων

Οι αριθμοί ή/και τα γράμματα και άλλες σημάνσεις που μπορεί να περιλαμβάνονται σε ένα γραμμωτό κώδικα.

---

### **Check Digit GS1** GS1 Ψηφίο ελέγχου

Το τελευταίο ψηφίο στα δεξιά ενός κωδικού GS1. Υπολογίζεται με βάση όλα τα υπόλοιπα ψηφία του κωδικού, για να εξασφαλίσει ότι ο κωδικός έχει δομηθεί σωστά και ότι ο γραμμωτός κώδικας έχει αναγνωσθεί σωστά.

---

### **Code 39** Κώδικας 39

Ο Κώδικας 39 είναι ο γραμμωτός κώδικας που αναπτύχθηκε από την Intermec Corporation το 1975. Μπορούν να συμπεριληφθούν στον γραμμωτό κώδικα έως και 43 χαρακτήρες, συμπεριλαμβανομένων αριθμών, γραμμάτων και ορισμένων συμβόλων. Δεδομένου ότι μπορεί να χειριστεί και γράμματα, ο Κώδικας 39 χρησιμοποιείται σε βιομηχανίες όπως η αυτοκινητοβιομηχανία και τα ηλεκτρονικά.

---

---

### **Code 128 Κώδικας 128**

Ο Κώδικας 128 είναι μια συμβολογία γραμμικού γραμμωτού κώδικα υψηλής πυκνότητας που ορίζεται στο ISO/IEC 15417:2007. Χρησιμοποιείται για αλφαριθμητικούς ή μόνο αριθμητικούς γραμμωτούς κώδικες. Μπορεί να κωδικοποιήσει και τους 128 χαρακτήρες του ASCII και με τη χρήση ενός συμβόλου επέκτασης (FNC4), τους χαρακτήρες Latin-1 που ορίζονται στο ISO/IEC 8859-1.

---

### **Data Matrix Πίνακας Δεδομένων**

Είναι σύμβολα γραμμωτού κώδικα στα οποία η “πληροφορία” κωδικοποιείται σε 2 διαστάσεις, δηλ. τόσο στα διαφορετικά πλάτη των ράβδων και των διαστημάτων, όσο και στα ύψη τους. Τα σύμβολα αυτά έχουν αφ’ ενός μεν τη δυνατότητα κωδικοποίησης πολλών πληροφοριών (αλφαριθμητικοί χαρακτήρες), αφ’ ετέρου δε τη δυνατότητα αναγνώρισης και επιδιόρθωσης τυχόν λαθών.

---

### **Data Set Σύνολο Δεδομένων**

Μια ονομαστική συλλογή λογικά σχετιζόμενων στοιχείων δεδομένων.

---

### **Decodability Αποκωδικοποιησιμότητα**

Η αποκωδικοποιησιμότητα είναι μια παράμετρος αξιολόγησης γραμμωτών κωδικών. Όπως υποδηλώνει το όνομα, δείχνει την πιθανότητα ο γραμμωτός κώδικας να σαρωθεί και να αποκωδικοποιηθεί σωστά. Είναι το μέτρο της ακρίβειας του εκτυπωμένου γραμμικού κώδικα σε σχέση με τον κατάλληλο αλγόριθμο αποκωδικοποίησης αναφοράς. Αποτελεί έναν έλεγχο κατά τον οποίο ο επαληθευτής εξετάζει κάθε χαρακτήρα του γραμμωτού κώδικα για την ορθότητα του πλάτους των ράβδων και των διαστημάτων. Είναι βαθμολογίσιμο χαρακτηριστικό, από A έως F, και μετρά πόσο κοντά είναι το προφίλ ανάκλασης σάρωσης στην προσέγγιση της αποτυχημένης αποκωδικοποίησης.

---

### **Decode Αποκωδικοποιώ**

Εξαγωγή των πληροφοριών που έχουν κωδικοποιηθεί στο γραμμωτό κώδικα.

---

### **Dimensional Deviation (DD) Απόκλιση διαστάσεων (DD)**

Το ποσό της απόκλισης που μετράται στις ράβδους ή/και στα κενά διαστήματα ενός σαρωμένου συμβόλου σε σχέση με τις προδιαγραφές.

---



### **Discrete Code Διακριτός Κώδικας**

Ένας γραμμωτός κώδικας ή σύμβολο στο οποίο τα κενά μεταξύ των χαρακτήρων δεν αποτελούν μέρος των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα στο γραμμωτό κώδικα.

---

### **Edge Contrast (EC) Αντίθεση άκρων (EC)**

Η διαφορά μεταξύ της ανάκλασης του κενού διαστήματος ( $R_s$ ) και της ανάκλασης της γειτονικής ράβδου ( $R_b$ ).

$$EC = R_s - R_b$$

---

### **Element Στοιχείο**

Ένας γενικός όρος που χρησιμοποιείται για τον καθορισμό μιας ράβδου ή ενός κενού διαστήματος σε ένα γραμμωτό κώδικα.

---

### **Element Width Πλάτος στοιχείου**

Το πάχος ή το πλάτος μιας ράβδου όπως μετρείται από το ένα άκρο της έως το άλλο.

---

### **Error Correction Διόρθωση σφαλμάτων**

Αναφέρεται επίσης ως Πλεονασμός Δεδομένων. χαρακτήρες που προορίζονται για ανίχνευση ή διόρθωση σφαλμάτων. Αυτοί οι χαρακτήρες υπολογίζονται μαθηματικά από τους άλλους χαρακτήρες του γραμμωτού κώδικα.

---

### **Error Detection Ανίχνευση σφαλμάτων**

Αναφέρεται επίσης ως ασφάλεια δεδομένων. Εμποδίζει την εσφαλμένη αποκωδικοποίηση του γραμμωτού κώδικα. Οι χαρακτήρες διόρθωσης σφαλμάτων μπορούν να δεσμευτούν για τον εντοπισμό σφαλμάτων, οπότε λειτουργούν ως χαρακτήρες ελέγχου.

---

### **First Read Rate Βαθμός πρώτης ανάγνωσης**

Το ποσοστό επιτυχούς «ανάγνωσης» ενός γραμμωτού κώδικα κατά το πρώτο διάβασμα.

---

### **Format Μορφότυπος**

Η φυσική ή γεωμετρική διάταξη που καθορίζεται για ένα συγκεκριμένο γραμμωτό κώδικα.

---

### **Global Threshold (GT) Καθολικό κατώφλι**

Το καθολικό κατώφλι είναι ουσιαστικά η διαχωριστική γραμμή μεταξύ φωτεινών και σκοτεινών περιοχών. Το πού χαράσσεται αυτή η γραμμή είναι πολύ σημαντικό, αφού ορίζει αν μια περιοχή είναι ράβδος (σκοτεινή περιοχή) ή κενό διάστημα (φωτεινή περιοχή).

---

### **GS1**

Ο οργανισμός που διαχειρίζεται το Διεθνές Σύστημα Προτύπων GS1 με έδρα τις Βρυξέλλες (Βέλγιο) και το Princeton (Η.Π.Α.). Μέλη του είναι οι Εθνικοί Οργανισμοί – Μέλη GS1.

---

### **GS1 Application Identifiers (AIs) Αναγνωριστικά Εφαρμογών GS1**

Τα Αναγνωριστικά Εφαρμογών GS1 είναι προθέματα που χρησιμοποιούνται σε γραμμωτούς κώδικες από την GS1 για να ορισθεί η σημασία και η μορφή χαρακτηριστικών δεδομένων (όπως αριθμός παρτίδας, σειριακός αριθμός και η ημερομηνία λήξης).

---

### **Guard Bar Ράβδος Προστασίας**

Μια βοηθητική ράβδος που υποδεικνύει την αρχή ή/και το τέλος ενός συμβόλου γραμμωτού κώδικα EAN ή UPC. Μια ράβδος προστασίας ακολουθεί γενικά την κύρια ζώνη σιγής ή/και προηγείται της τελικής ζώνης σιγής.

---

### **Human Readable Interpretation – HRI Απεικόνιση Αναγνώσιμη από τον Άνθρωπο**

Η Απεικόνιση Αναγνώσιμη από τον Άνθρωπο (HRI) αναφέρεται στους χαρακτήρες που εκτυπώνονται κάτω, δίπλα ή πάνω από έναν γραμμωτό κώδικα και αντιστοιχούν στους κωδικοποιημένους χαρακτήρες που εμπεριέχει ο γραμμωτός κώδικας. Το HRI χρησιμεύει ως εναλλακτική επιλογή σε καταστάσεις όπου ο γραμμωτός κώδικας δεν μπορεί να αναγνωστεί από τους σαρωτές ή άλλες συσκευές (είναι κατεστραμμένος ή κακής ποιότητας) οπότε το σχετικό μεταφρασμένο κείμενο το διαβάζει ο άνθρωπος.

---

### **Inter-character Gap Κενό μεταξύ χαρακτήρων**

Είναι το κενό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα σε δύο συνεχόμενους χαρακτήρες, στην τελευταία ράβδο του προηγούμενου και στην πρώτη ράβδο του επόμενου, σε μια συμβολογία διακριτών γραμμωτών κωδίκων.

---

### **Interleaved** Αλληλένθετος

Ένας γραμμωτός κώδικας όπου οι χαρακτήρες συνδυάζονται κατά ζεύγη χρησιμοποιώντας ράβδους για να αναπαραστήσουν τον πρώτο χαρακτήρα και κενά διαστήματα για να αναπαραστήσουν τον δεύτερο.

---

### **Interleaved Barcode** Αλληλένθετος γραμμωτός κώδικας

Ένας συνδυασμός στον οποίο τόσο οι σκουρόχρωμες ράβδοι όσο και τα ανοιχτόχρωμα κενά διαστήματα είναι σημαντικά, όμως οι σκουρόχρωμες ράβδοι σχετίζονται με ένα χαρακτήρα ενώ τα ανοιχτόχρωμα κενά διαστήματα με άλλο.

---

### **ITF (Interleaved 2 of 5)** Αλληλένθεση 2 από 5

Είναι ένας συνεχής γραμμωτός κώδικας που κωδικοποιεί ψηφία (αριθμούς) με δύο φαρδιά στοιχεία από τα πέντε, ανά χαρακτήρα. Ο ITF κωδικοποιεί ζεύγη ψηφίων, το πρώτο ψηφίο κωδικοποιείται στις πέντε ράβδους, ενώ το δεύτερο ψηφίο κωδικοποιείται στα πέντε κενά διαστήματα που παρεμβάλλονται. Δύο στις πέντε ράβδους ή κενά διαστήματα είναι φαρδιά (άρα ακριβώς 2 από 5).

---

### **Mil** Χιλιοστό της ίντσας

Ένα χιλιοστό της ίντσας (0,001 ίντσα) ή περίπου 0,0254 mm.

---

### **Modulation (MOD)** Διαμόρφωση (MOD)

Η διαμόρφωση είναι μια από τις πιο κοινές αιτίες για τη μείωση της ποιότητας του γραμμωτού κώδικα. Η διαμόρφωση αναφέρεται σε εντοπισμένα προβλήματα με την αντίθεση, που σημαίνει ότι ορισμένα σημεία σε έναν κώδικα δεν εμφανίζουν αρκετή αντίθεση.

Η παράμετρος βαθμολογείται από A έως F. Αυτός ο βαθμός βασίζεται στη σχέση μεταξύ της ελάχιστης αντίθεσης άκρων (ECmin) και της αντίθεσης συμβόλων (SC).

$$\text{MOD}=\text{ECmin}/\text{SC}$$

Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ της ελάχιστης αντίθεσης άκρων και της αντίθεσης συμβόλων, τόσο χαμηλότερος είναι ο βαθμός.

Οι σαρωτές και οι επαληθευτές αντιλαμβάνονται τις στενότερες ράβδους ή/και κενά διαστήματα ως μικρότερης έντασης από τις πιο φαρδιές ράβδους και κενά διαστήματα.

---

### **Module** Δομοστοιχείο

Το μικρότερο στοιχείο μέσα σε μια συμβολογία γραμμωτού κώδικα. Σε ορισμένες συμβολογίες, οι φαρδιές ράβδοι και τα κενά μπορούν να καθοριστούν ως πολλαπλάσια του δομοστοιχείου.

---

### **Modulo 10**

Μαθηματικός αλγόριθμος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό ψηφίων ελέγχου.

---

### **PDF417** PDF417

Δισδιάστατη συμβολογία, στην οποία πάνω από το 50% του συμβόλου μπορεί να καταστραφεί και να ανακτήσει το 100% των πληροφοριών. Το PDF417 είναι μια στοιβαγμένη γραμμική μορφή γραμμωτού κώδικα που χρησιμοποιείται σε μια ποικιλία εφαρμογών, όπως μεταφορές και διαχείριση αποθεμάτων. Η συμβολογία PDF417 επινοήθηκε από τον Ynjiun P. Wang στην Symbol Technologies το 1991. (Wang 1993). Ορίζεται στο πρότυπο ISO 15438.

---

### **Pixel** Εικονοστοιχείο

Στοιχείο εικόνας. Όταν η περιοχή που καταλαμβάνει μια γραφική εικόνα χωρίζεται σε ένα πλέγμα μικρότερων περιοχών, καθεμία από τις μικρότερες περιοχές ονομάζεται εικονοστοιχείο.

---

### **Print Contrast Signal (PCS)** Αντίθεση σήματος εκτύπωσης.

Η σύγκριση μεταξύ της ανάκλασης (διαφορά φωτεινότητας) ράβδων και κενών διαστημάτων σε ένα σύμβολο.

---

### **Quiet Zone** Ζώνη σιγής

Η περιοχή που προηγείται του χαρακτήρα έναρξης και ακολουθεί τον χαρακτήρα διακοπής ενός συμβόλου γραμμωτού κώδικα. Δεν περιέχει σήμανση. Η ζώνη σιγής είναι απαραίτητη για την προσαρμογή του αναγνώστη του γραμμωτού κώδικα στην αποκωδικοποίηση.

---

**Reflectance** Ανάκλαση

Το μέτρο της ποσότητας φωτός που ανακλάται από μια φωτισμένη επιφάνεια.

---

**Reflectance Minimum** Ελάχιστη ανάκλαση

Μέτρο της ποσότητας του φωτός που ανακλάται από μια φωτισμένη επιφάνεια. Η τιμή ανάκλασης του φωτεινότερου κενού διαστήματος σε ένα σύμβολο πρέπει να είναι ίση ή μεγαλύτερη από το διπλάσιο της τιμής ανάκλασης της πιο σκοτεινής ράβδου.

---

**Self-checking** Αυτοέλεγχος

Ιδιότητα συμβόλων γραμμωτού κώδικα με χρήση αλγόριθμου ελέγχου για κάθε χαρακτήρα. Οι γραμμωτοί κώδικες αυτοελέγχου είναι εγγενώς ασφαλείς, πράγμα που σημαίνει ότι μια αλλαγή σε έναν χαρακτήρα εντοπίζεται ως σφάλμα και επομένως οδηγεί σε μη ανάγνωση.

Σφάλματα αντικατάστασης μπορούν να προκύψουν μόνο όταν προκύψουν δύο ή περισσότερα μεμονωμένα σφάλματα εκτύπωσης σε έναν χαρακτήρα. Χρησιμοποιώντας έναν πρόσθετο χαρακτήρα ελέγχου, μπορεί επίσης να εντοπιστεί αυτό το σφάλμα αντικατάστασης.

Οι γραμμωτοί κώδικες που δεν αυτοελέγχονται συνήθως διαθέτουν πρόσθετο χαρακτήρα ελέγχου.

---

**Space** Κενό διάστημα

Το στοιχείο ενός συμβόλου γραμμωτού κώδικα του οποίου η ανάκλαση είναι μεγαλύτερη από το καθολικό όριο. Το κενό διάστημα είναι το φωτεινό ανακλαστικό στοιχείο (σε αντίθεση με τη ράβδο που είναι το σκοτεινό ανακλαστικό στοιχείο).

---

**Specular Reflection** Κατοπτρική Ανάκλαση

Η ανάκλαση του φωτός από μια επιφάνεια σε γωνία ίση και αντίθετη προς τη γωνία πρόσπτωσης.

---

**Start and Stop Characters** Χαρακτήρες έναρξης και διακοπής

Χαρακτήρες που χρησιμοποιούνται συνήθως στην αρχή και στο τέλος κάθε συμβόλου γραμμωτού κώδικα.

---

### **Substitution Error Σφάλμα αντικατάστασης**

Αυτό το σφάλμα μπορεί να προκύψει από λάθος κωδικοποίηση, λάθος ανάγνωση ή ανθρώπινο λάθος, όπου οι χαρακτήρες που επρόκειτο να εισαχθούν αντικαταστάθηκαν με εσφαλμένες πληροφορίες.

---

### **Substrate Υπόστρωμα**

Το υλικό ή το μέσο στο οποίο εκτυπώνονται οι γραμμωτοί κώδικες.

---

### **Symbol Contrast (SC) Αντίθεση συμβόλου (SC)**

Η αντίθεση συμβόλου είναι η διαφορά στις τιμές ανάκλασης του πιο ανοιχτόχρωμου κενού διαστήματος (συμπεριλαμβανομένης της ζώνης ησυχίας) και της πιο σκοτεινής ράβδου του συμβόλου. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά, τόσο υψηλότερος είναι ο βαθμός. Η παράμετρος βαθμολογείται από A έως F.

$$SC=R_{max}-R_{min}$$

---

### **Symbol Grade Βαθμός συμβόλου**

Είναι ο συνολικός βαθμός συμβόλου και βασίζεται σε διάφορες επιμέρους παραμέτρους ποιότητας, όπως αντίθεση συμβόλου, διαμόρφωση και ανομοιομορφία πλέγματος που επίσης βαθμολογούνται. Ο βαθμός του συμβόλου κυμαίνεται από A έως F (F=αποτυχία).

Οι γραμμωτοί κώδικες που λαμβάνουν «επιτυχείς» βαθμούς θεωρείται ότι πληρούν το ελάχιστο αποδεκτό όριο για ικανοποιητική απόδοση και επιτυχή ανάγνωση πρώτης διέλευσης.

---

### **Symbology Συμβολογία**

Μια καθορισμένη μέθοδος αναπαράστασης αριθμητικών ή αλφαβητικών χαρακτήρων σε ένα σύμβολο γραμμωτού κώδικα. Ο τύπος ενός γραμμωτού κώδικα.

---

### **Universal Product Code (UPC) Universal Product Code**

Το UPC είναι μια συμβολογία γραμμωτού κώδικα που χρησιμοποιείται ευρέως παγκοσμίως κυρίως για την παρακολούθηση εμπορευμάτων στη λιανική (στα καταστήματα). Αποτελείται από 12 ψηφία που αντιστοιχίζονται μοναδικά σε κάθε εμπορεύσιμο είδος.

---

**"x" dimension διάσταση "x".**

Το πλάτος της στενότερης ράβδου ή κενού διαστήματος ενός συμβόλου γραμμωτού κώδικα. Όσο μικρότερη είναι η διάσταση  $x$  τόσο μικρότερος είναι ο γραμμωτός κώδικας.

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Agarwal, S. (2018). Blockchain technology in supply chain and logistics [Ph.D. thesis, Massachusetts Institute of Technology].
- Alapetite, A (2010). "Dynamic 2D-barcodes for multi-device web session migration including mobile phones" (PDF). *Personal and Ubiquitous Computing*, 14 (1): 45–52. doi:10.1007/s00779-009-0228-5. 2010.
- Anon., (2005). International Standards Organization 9000. s.l.:s.n.
- AppSec-Labs (2011). "EvilQR – When QRCode goes bad". AppSec-Labs Blog. 14 August 2011. Archived from the original on 15 September 2012. Retrieved 31 August 2011.
- Aung, M. M., and Y. S. Chang. (2014), "Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives", *Food Control*, Vol.39, 172–184.
- AutoIdLabs (2022). Auto-Id Labs, <https://www.autoidlabs.org/> Retrieved 2022-04-11.
- Bertram, P. and Schrauf, S. (2016). Industry 4.0 : How digitization makes the supply chain more efficient, agile, and customer-focused. <https://www.pwc.ch/en/publications/2017/how-digitization-makes-the-supply-chain-more-efficient-pwc-2016.pdf> .
- Blutstein, A., (2022). How AI can help with barcode identification, <https://smartfutures.org.uk/how-artificial-intelligence-can-help-with-bar-code-identification>, 10 May 2022.
- Brown, N. (2022). Introduction to Barcode Verification. Cognex, <https://www.cognex.com/what-is/barcode-verification>, Retrieved 21/02/2022.
- Chen, C., Li, M., Ferreira, A., Huang, J., Cai, R., (2020). A Copy-Proof Scheme Based on the Spectral and Spatial Barcoding Channel Models. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*. 15: 1056–1071. doi:10.1109/tifs.2019.2934861. ISSN 1556-6013. S2CID 201903693.
- Chopra, S. and Meindl, P. (2000). *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operations*, Prentice Hall.
- Christopher, M. (1998). *Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Cost and Improving Service* (2nd Edition), Financial Times Prentice Hall.
- Cognex (2014). A guide to barcode symbology for the logistics industry. [https://www.logisticsmgmt.com/wp\\_content/cognex\\_wp\\_expert\\_guide\\_symbology\\_040814.pdf](https://www.logisticsmgmt.com/wp_content/cognex_wp_expert_guide_symbology_040814.pdf), 2014-08-04.
- Croptracker, (2022). Barcode to Blockchain: Emerging Technology in Traceability,



- <https://www.croptracker.com/blog/barcode-to-blockchain-emerging-technology-in-traceability.html>. Retrieved May 10, 2022.
- D’Hont, S., (2004). The Cutting Edge of RFID Technology and Applications for Manufacturing and Distribution. Texas Instrument TIRIS. [Online]. Last accessed 27/8/2004.
- Data Bridge, (2020). Global connected packaging market, <https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-connected-packaging-market>, Data Bridge Market Research. Retrieved 20 Dec, 2020.
- David, H (2018), "Barcodes – Validation vs Verification in GS1", Labeling & Coding News, 28 November 2018.
- Daxueconsulting (2021). "Payment methods in China: How China became a mobile-first nation". [daxueconsulting.com](https://daxueconsulting.com/payment-methods-in-china). <https://daxueconsulting.com/payment-methods-in-china>, July 4,2021.
- Demetrakakes, P., (2018). How to make smart packaging even smarter, <https://www.packagingdigest.com/smart-packaging/how-make-smart-packaging-even-smarter>, Packaging Digest, Jun 05, 2018.
- Dodson, B.E.N., Sengupta, D., Boneh, D.N. and Lam, M.S., (2010). “Secure , Consumer-Friendly Web Authentication and Payments with a Phone,” Analysis, p. 31, 2010.
- Donoghue, A., (2004). RFID: Proceed with caution. ZDNet. [Online]. Last accessed 27/9/2004.
- DroneScan, (2022). DroneScan Hummingbird, <https://www.dronescan.co/hummingbird>. Retrieved May 20, 2022.
- Dynamsoft (2020). The Comprehensive Guide to 1D and 2D Barcodes, <https://www.dynamsoft.com/blog/insights/the-comprehensive-guide-to-1d-and-2d-barcodes>, Feb 02, 2020.
- Eagle, J., (2018). Which smart packaging technologies are readily available in 2018, [confectionerynews.com](https://confectionerynews.com),18 July, 2018.
- Edwards, C. (2017). List of QR Code Readers for iPhone, Android, Windows Phone 7 and Blackberry, <https://www.708media.com/qr-code/qr-code-readers-iphone-android-blackberry-windows-phone-7>, 07/03/2017.
- Epac, (2022). What is Smart Packaging? <https://epacflexibles.com/what-is-smart-packaging>. Retrieved 19 May, 2022.
- Express, Corp. (2022). Barcode Glossary, <https://www.expresscorp.com/Barcode-Glossary>, Retrieved 11 December 2019.

- Fleisch, F. (2013). Auto-ID Labs Activity 2012 – 2013, p.5, 2013. [Auto\\_ID\\_Labs\\_Annual\\_report\\_2013v18-final](#).
- Foster, P., (2004). San Francisco Airports RFID baggage handling system. R.F.I.D World Sydney. Aviation Security Manager, San Francisco International Airport.
- Furht, B. (2011). Handbook of Augmented Reality. Springer. p. 341. ISBN 9781461400646.
- Futurefoodasia (2019). "Behind Every Smart Product is Smart Packaging | Future Food Asia". [futurefoodasia.com](https://futurefoodasia.com). <https://futurefoodasia.com/2019/11/smartpackaging>, Nov. 19, 2019.
- Gao, J. Z., Prakash, L. and Jagatesan, R. (2007). "Understanding 2D-BarCode technology and applications in M-commerce - Design and implementation of A 2D barcode processing solution," Proc. - Int. Comput. Softw. Appl. Conf., vol. 2, no. August 2007, pp. 49–56, 2007.
- Garner, J & Scott, L. (2019), Results of Data Matrix Barcode Testing for Field Applications, Oak Ridge National Laboratory, 01/06/2019.
- Glaser, A. (2016). "Biometrics Are Coming, Along With Serious Security Concerns". [www.wired.com](http://www.wired.com). 9 March 2016.
- Gonnagar, A.S., (2018). Product Traceability in Manufacturing Industries: Business Case and Pilot Project, ESTGOH, MSc Thesis, October 2018.
- GS1 (2015). Barcode printing methods, [GS1\\_Barcodes\\_Fact\\_Sheet-Scanner\\_environments\\_and\\_printing\\_methods.pdf](#), 2015 edition.
- GS1 (2018). GS1 DataMatrix Guideline, Release 2.5.1, Ratified Jan. 2018.
- GS1 (2022a). GS1 standards featured in first-ever standards toolkit for paperless trade, <https://www.gs1.org/articles/gs1-standards-featured-first-ever-standards-toolkit-paperless-trade>, 24 March 2022.
- GS1 (2022b). GS1 – The Global Language of Business, <https://www.gs1.org>, Retrieved 2022-04-11
- GS1 (2022c). 10 steps to barcode your product, <https://www.gs1.org/standards/barcodes/10-steps-to-barcode-your-product/english>, Retrieved 17/01/2022.
- GS1 (2022d). Transport and Logistics. <https://www.gs1.org/industries/transport-and-logistics>, Retrieved 13/04/2022.
- GS1Greece (2022). GS1 Association Greece, <https://www.gs1greece.org> Retrieved 2022-04-11

- GS1Greece (2022a). GEPIR (Παγκόσμιο μητρώο έγκυρων κωδίκων). <https://www.gs1greece.org/ypiresies-ypostiriji/ypiresies-barcode/gepir>, Retrieved 13/04/2022.
- GS1Greece (2021). GS1 Databar, <http://www.gs1greece.org/DNLfiles/srvNhelp/GS1DatabarGR.pdf>, Retrieved 19/12/2021.
- GS1 Healthcare (2015). AIDC Healthcare Implementation Guideline, Release 3.0.1, Ratified, July 2015.
- Gupta, M., (2018). Blockchain for dummies - IBM (2nd ed.). John Wiley & Sons Inc.
- Han, S.G. (2019). QR code changes Subway station to Supermarket, <https://medium.com/civic-analytics-2019/qr-code-changes-subway-station-to-supermarket-218bbcedacfa>. Sep.10, 2019.
- Handan, I., (2021). 3D Barcodes Explained | What are They and How Do They Work, <https://www.threadinmotion.com/blog/3d-barcodes>, October 25, 2021.
- Holweg, M. and Pil, F.K. (2001). Successful Build-to-Order Strategies Start With the Customer, MIT Sloan Management Review, Magazine Fall 2001, Issue: October 15, 2001.
- IBM, (2022a). IBM Food Trust: A new era in the world's food supply, <https://www.ibm.com/blockchain/solutions/food-trust>. Retrieved May 10, 2022.
- IBM Business Consulting Services, (2004). Streamlining the supply chain using radio frequency identification. IBM Whitepaper. [Online]. Last accessed 27/9/2004.
- IDAutomation, (2022). Barcode Types, Barcoding for Beginners & Barcode FAQ, IDAutomation.com, [https://www.barcodefaq.com/barcoding-for-beginners/#Barcode\\_Types](https://www.barcodefaq.com/barcoding-for-beginners/#Barcode_Types), Retrieved 13/04/2022.
- IMPRINT, (2021). FAQs About 3D Barcode Scanning: Is it the Next Step?, <https://imprint-e.com/faqs-about-3d-barcode-scanning-is-it-the-next-step>, Jan 21, 2021.
- Intermec Technologies, (2002). RFID Technology in Retail. White Paper.
- ISO (2007). "ISO/IEC 15417:2007 - Information technology -- Automatic identification and data capture techniques -- Code 128 bar code symbology specification". www.iso.org. Retrieved 2018-02-15.
- ISO (2016). "QR Code Standardization". QR Code.com. Denso-Wave. <https://www.iso.org/standard/43655.html>, Retrieved 23 May 2016.
- Jollytech (2022). Data Matrix, <http://www.jollytech.com/technologies/barcode->

- symbologies/data-matrix-barcode.php, Retrieved 2022-05-02.
- Justesen, K. (2021). Bedside Point of Care Scanning, Codecorp, <https://codecorp.com/about/blog/bedside-point-of-care-scanning>, 28 Nov. 2021.
- Kastrenakes, J. (2020). "Square launches QR codes that let you order from your table at a restaurant". Verge.com. VOX Media LLC. 29 September 2020.
- Kats, R. (2012). "Starbucks promotes coffee blend via QR codes", <https://www.marketingdive.com/ex/mobilemarketer/cms/news/software-technology/11930.html>. 23 January 2012.
- Keyes, J. (2003). "KarTrak". John Keyes Boston photoblogger. Images from Boston, New England, <https://web.archive.org/web/20140310153027/http://johnkeyes.com/2003/08/kartrak>, 22 August 2003
- Küçükaltan, B. and Herand, D. (2014). QR Code Usage for Marketing Activities of Logistics Companies, *Management* 2014, 4(3A): 27-33, DOI: 10.5923/s.mm.201401.04.
- Lacoma, T. (2018). "How to Scan a QR Code". *Digital Trends*. <https://web.archive.org/web/20190422191127/https://www.digitaltrends.com/mobile/how-to-scan-a-qr-code>. 3 October 2018.
- Lai, E., (2004). RFID Revolution is still just a promise. *American City Business Journals*. September. [Online]. Available ProQuest Database, Document ID: 693337261. Last accessed 10/10/2004.
- LaMoreaux, R.D., (1998). *Barcodes and Other Automatic Identification Systems*, Pira International, New York.
- Langlotz, T. and Bimber, O., (2007). Unsynchronized 4D Barcodes, <https://www.researchgate.net/publication/220845015>, DOI: 10.1007/978-3-540-76858-6\_36, November 2007.
- Lee, J. (2012). "Tesco's cool QR code advertising campaign". <https://vancouver.sun.com/news/staff-blogs/tescos-cool-qr-code-advertising-campaign>. 4 January 2012.
- Long, C.J., Grieco, P.L., and Gozzo, M.W., (1989). *Behind Bars: bar coding principles and applications*, PT Publications, Florida.
- Maury, J. (2022). How QR Codes Work Behind the Scenes. *eSecurityPlanet*, PDF. February 21, 2022.
- McCarthy, G. (2018). How barcoding is essential for the Healthcare industry, *Barcoding*, <https://www.barcoding.co.uk/how-barcoding-is-essential-for-the-healthcare-industry/>, October 19, 2018.

- McCathie, L. and Michael, K. (2005). Is it the End of Barcodes in Supply Chain Management? <http://ro.uow.edu.au/infopapers/380>.
- Meola, A., (2016). Drones could save us all more than \$125 billion, <https://www.businessinsider.com/pwc-iot-research-says-drones-could-save-businesses-127-billion-2016-5>, May 11, 2016.
- MHI (2021). "Automatic Identification and Data Collection (AIDC)". [www.mhi.org](http://www.mhi.org). Retrieved 2021-04-11.
- Neo, P., (2019). "Connecting with consumers: The benefits - and dangers - of smart packaging for the F&B industry", [foodnavigator-asia.com](http://foodnavigator-asia.com), 18 June, 2019.
- Okabe, T., Xu, X., Huang, Y., (2021). Using QR Codes to link blockchain with physical things, <https://thecores.denso.com/en/block-chain01>, Nov. 18, 2021.
- Opara, L. U., & Mazaud, F. (2001), "Food traceability from field to plate", *Outlook on Agriculture*, Vol. 30, No. 4, 239-247.
- Palmer, R. (2007). *The Bar Code Book*, Trafford Publishing, 2007.
- QRCode (2011). QR Code features, <https://web.archive.org/web/20130129064920/http://www.qrcode.com/en/qrcode.html>, Retrieved 3 October 2011.
- QRCode (2016). "About the patent". Denso-Wave. <https://www.qrcode.com/en/patent.html>. Retrieved 26 June 2016.
- QRCode (2022). "Information capacity and versions of QR Code". Denso-Wave. <https://www.qrcode.com/en/about/version.html>. Retrieved 2022/05/02.
- Regattieri, A., Gamberi, M., & Manzini, R. (2007), "Traceability of food products: General framework and experimental evidence", *Journal of Food Engineering*, Vol. 81, 347–356
- Roberts, S. (2019). "George Laurer, Who Developed the Bar Code, Is Dead at 94". *The New York Times*. 11 December 2019
- SAP, (2002). *Supply Chain Networks*. Online. Last accessed: 4/3/2004.
- Shapiro, J. (2000). *Modeling the Supply Chain*, Duxbury Press .
- Sharma, A. (2020). Digital Identification and Tracking of Consumer Products and Assets: the New Way. <https://www.digitaldoughnut.com/articles/2020/april-2020/digital-identification-tracking>, 15 April 2020.
- Simchi-Levi D., P. Kaminski and E. Simchi-Levi (1999), *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Cases*, McGraw Hill.

- Singer, T., (2003). Understanding RFID – A Practical Guide for Supply Chain Professionals. Tompkins Associates. [Online]. Last accessed 23/3/2003.
- Smart Engines, (2022). Smart Code Engine, <https://smartengines.com/ocr-engines/code-engine/barcode-scanning>, Retrieved 20 May 2022.
- Smithcorona, (2022). Less is more with linerless labels. <https://www.smithcorona.com/blog/less-is-more-with-linerless-labels>. Retrieved 11/04/2022.
- Stazzone, S. (2022). Guide to Barcode Types and Standards: 1D, 2D Barcode Symbologies, Requirements, and Standards-Issuing Entities, <https://www.camcode.com/blog/guide-to-barcode-types-standards>, Updated February 11th, 2022.
- Stephenson, C., (1998). Get a grip with auto ID [Warehouse management systems]. Canadian Transportation Logistics. 101(9) 24. [Online]. Available ProQuest, Document ID: 390771981. Last accessed 12/10/2004.
- Stevenson, R., (2005). "Laser Marking Matrix Codes on PCBs" (PDF). Printed Circuit Design and Manufacture. Retrieved 31 May 2007.
- Thanawala, J., (2020). "Paying With Your Mobile Wallet To Get Simpler With Interoperable QR Codes". Moneycontrol. <https://www.moneycontrol.com/news/business/personal-finance/paying-with-your-mobile-wallet-to-get-simpler-with-interoperable-qr-codes-6026991.html>. October 28, 2020.
- Thompson, N., (2003). RFID and barcodes may co-exist for now. American Printer, 231(6) 58. [Online]. Available ProQuest, Document ID: 421309991. Last accessed 11/10/2004.
- USpatent, (2022). US patent 2612994, Retrieved 20/04/2022.
- USPS, (2015). USPS-B-3200 - Intelligent Mail Barcode 4-State, UNITED STATES POSTAL SERVICE DOCUMENT, 2015-04-20 Rev H.
- Varchaver, N., (2004). Scanning the Globe. Fortune, New York. 149(11) 144-148. [Online]. Available ProQuest, Document ID: 643106141. Last accessed 10/10/2004.
- Vernon, M., (2003). Don't count out barcodes just yet: Teaching an old technology new tricks. [Online]. Last accessed: 2/4/2004.
- Vincent, J.(2022). "The latest phishing scam to watch out for: fraudulent QR codes on parking meters". The Verge. <https://www.theverge.com/2022/1/12/22879728/phishing-scam-parking-meter-qr-code-austin-san-antonio>.Jan 12,2022.
- Waldner, J-B. (2008). Nanocomputers and Swarm Intelligence. London: ISTE John Wiley & Sons. pp. 205–214. ISBN 978-1-84704-002-2.

- Wasp Barcode Technologies, (2022). Barcodes and the Internet of Things, <https://www.waspbarcode.com/buzz/barcodes-internet-things>, Retrieved 20 May 2022.
- Wikipedia (2022a). Barcode, <https://en.wikipedia.org/wiki/Barcode>, Retrieved 20/03/2022.
- Wikipedia (2022). GS1, <https://en.wikipedia.org/wiki/GS1>, Retrieved 2022-04-11.
- Wikipedia (2022b). Code 128, [https://en.wikipedia.org/wiki/Code\\_128](https://en.wikipedia.org/wiki/Code_128), Retrieved 29/04/2022.
- Wikipedia (2022c). Data Matrix, [https://en.wikipedia.org/wiki/Data\\_Matrix](https://en.wikipedia.org/wiki/Data_Matrix), Retrieved 2022-04-11
- Wikipedia (2022d). QR code, [https://en.wikipedia.org/wiki/QR\\_code](https://en.wikipedia.org/wiki/QR_code), Retrieved 22/05/02.
- Wikipedia (2022e). Barcode reader, [https://en.wikipedia.org/wiki/Barcode\\_reader](https://en.wikipedia.org/wiki/Barcode_reader), Retrieved 20/03/2022.
- Wiseman, R. (2010). Paranormality: Why We See What Isn't There, Spin Solutions Ltd. ISBN-10: 0956875653. August 17, 2011.
- Wood, L. (2018). Automatic Identification and Data Capture (Barcodes, Magnetic Stripe Cards, Smart Cards, OCR Systems, RFID Products & Biometric Systems) Market - Global Forecast to 2023, <https://www.businesswire.com/news/home/20180612006237/en>, June 12, 2018.
- Zebra Technologies, (2002). Bar Coding ROI in Mail Order Fulfilment and Distribution Centers. Application White Paper. [Online]. Last accessed 1/10/2004.
- Zebra Technologies, (2003a). Bar Coding 101... What You Need to Know. Application White Paper. [Online]. Last accessed 29/9/2004.
- Zebra Technologies, (2004a). Bar Coding and RFID: The Key to Traceability and Safety in the Foodservice Supply Chain. [Online]. Last accessed: 22/3/2004.
- Zebra Technologies, (2004b). The Basics of Bar Coding. Application White Paper. [Online]. Last accessed 28/9/2004.
- Zhang, J. & Bhatt, T., (2014). A Guidance Document on the Best Practices in Food Traceability. Food Science and Food Safety, 13(5).
- Zieger, A. (2003). "Retailer chargebacks: is there an upside? Retailer compliance initiatives can lead to efficiency". Frontline Solutions. October 2003.
- Θεοδώρου (2021). Τα Bar Codes, Θεοδώρου Αυτοματισμοί ABETE, [https://www.theodorou.gr/material/pdf/barcode\\_book.pdf](https://www.theodorou.gr/material/pdf/barcode_book.pdf), Retrieved 18/10/2021.

Κακαβιάτος, Γ. (2021). Πίσω από τις μπάρες του barcode. [https://www.securitymanager.gr/sub\\_site/arxeio/arhra/articles\\_barcode.php](https://www.securitymanager.gr/sub_site/arxeio/arhra/articles_barcode.php), Retrieved 21/12/2021.

Παπαδόπουλος Ν., (2019). Η τεχνολογία blockchain στην Εφοδιαστική Αλυσίδα. [Διπλωματική εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης].