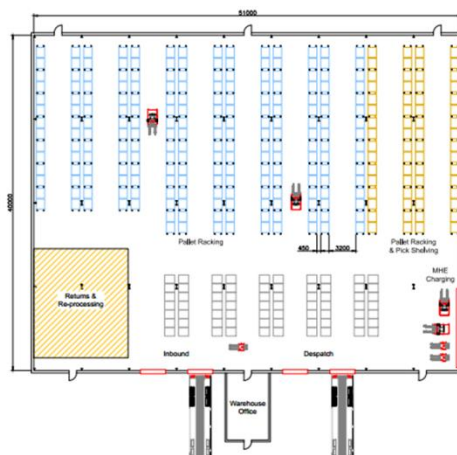




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΘΗΚΗΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Παναγιωτόπουλος Ευστάθιος

Επιβλέπων: Μπαλλής Αθανάσιος, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Μάρτιος 2020

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Μπαλλή Αθανάσιο, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ και επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας μου, για την πολύτιμη βοήθεια και την καθοδήγηση του καθ' όλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας. Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω και τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της εργασίας μου, τους Καθηγητές κκ. Γιαννή Γεώργιο και Βλαχογιάννη Ελένη, για τις πολύτιμες υποδείξεις τους. Οφείλω επίσης, πολλές ευχαριστίες στη Διδάκτορα κ. Μοσχόβου Τατιάνα για την πολύτιμη βοήθεια της κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου. Τέλος, είμαι ευγνώμων στην οικογένεια μου, τους γονείς μου Άρτεμις και Παναγιώτη και τον αδερφό μου Ιπποκράτη, οι οποίοι ήταν πάντα δίπλα μου και με στήριξαν με κάθε τρόπο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο στόχος της συγκεκριμένης εργασίας ήταν η δημιουργία ενός μοντέλου εκτίμησης του κόστους κατασκευής για εμπορευματικές αποθήκες. Συλλέχθηκε βιβλιογραφία με βασικά αντικείμενα λειτουργίες, τεχνικά θέματα κατασκευής και μοντέλα σχεδιασμού για εμπορευματικές αποθήκες, καθώς επίσης και στοιχεία σχετικά με τον εξοπλισμό τους. Το σύνολο των στοιχείων αυτών αξιοποιήθηκε για τη σύνταξη ενός τεχνικού υπόβαθρου, τη διατύπωση ενός πλαισίου κανόνων και τεχνικών υποδειγμάτων και τη σύνταξη ενός αναλυτικού τιμολογίου για τις οικοδομικές εργασίες και τον εξοπλισμό. Σύμφωνα με αυτά, διαμορφώθηκε ένα σύνολο από μαθηματικές σχέσεις για τον υπολογισμό των διάφορων μεγεθών της αποθήκης και δημιουργήθηκε ένα υπολογιστικό φύλλο. Το υπολογιστικό φύλλο αυτό εκτελεί το σχεδιασμό της αποθήκης και την επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού, ενώ παράλληλα υπολογίζει και το κόστος κατασκευής της. Επιλύθηκε με το υπολογιστικό φύλλο μια σειρά σεναρίων για αποθήκες διαφορετικού μεγέθους και εξοπλισμού, από τα οποία προέκυψαν τα αποτελέσματα της εργασίας. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν αφορούν στην μεταβολή του κόστους ανάλογα με τις κατασκευαστικές επιλογές του χρήστη καθώς και σε παρατηρήσεις για τη σχέση της απόδοσης και του κόστους του εξοπλισμού.

Λέξεις-Κλειδιά: εμπορευματικές αποθήκες, κανόνες σχεδιασμού, τεχνικά υποδείγματα, μοντέλο εκτίμησης κόστους, εξοπλισμός αποθήκης

BRIEF ABSTRACT

The objective of this study was the creation of an estimation model for the building cost of logistics warehouses. Literature was collected with basic subjects the distribution warehouse functions, the warehouse building technical issues, several warehouse design models and the warehouse equipment elements. The literature data were utilized for the creation of a technical background, the formulation of a frame of rules and technical patterns and the composition of a detailed invoice. According to these, a set of mathematic relations were formulated and a spreadsheet was created. This spreadsheet performs the warehouse design and picks the suitable equipment, while it calculates the building cost. With this spreadsheet several case scenarios were resolved, for various warehouse size, rack and material handling equipment selections from which the results of the study were obtained. The conclusions of this study were deductions about building cost range and observations about warehouse equipment costs and output.

Key-Words: logistics warehouses, design rules, technical patterns, cost estimation model, warehouse equipment

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	1
1.2 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ, ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	3
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ	4
2.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ.....	4
2.2 ΜΟΝΤΕΛΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΑΠΟΘΗΚΗΣ.....	9
2.3 ΤΕΧΝΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΑΠΟΘΗΚΗΣ	14
3. ΤΕΧΝΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	25
3.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ	25
3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ.....	28
3.3 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΤΟΥΣ.....	39
3.4 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ	43
3.4.1 Εξοπλισμός αποθήκευσης (συστήματα ραφιών)	43
3.4.2 Εξοπλισμός εσωτερικής διακίνησης προϊόντων	49
3.4.3 Εξοπλισμός αποβαθρών και βιομηχανικών θυρών.....	53
3.4.4 Βοηθητικός εξοπλισμός αποβάθρας	57
3.4.5 Πληροφοριακά συστήματα διαχείρισης αποθηκών.....	59
3.4.6 Εξοπλισμός πυροπροστασίας	60
4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	69
4.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	69
4.1.1 Γενική περιγραφή / σχηματική απεικόνιση.....	69
4.1.2 Συλλογή και επεξεργασία στοιχείων	71
4.1.3 Πλαίσιο κανόνων / Μορφή της αποθήκης που σχεδιάζει το μοντέλο	72
4.1.4 Τεχνικά υποδείγματα / Μαθηματικές σχέσεις μοντέλου.....	76
4.1.4.1 Διαστάσεις κτιρίου.....	76
4.1.4.2 Διαστασιολόγηση επιμέρους χώρων αποθήκης.....	79
4.1.4.3 Απαιτήσεις αποθήκευσης με βάση τα εμπορεύματα	86
4.1.4.4 Επιλογές συστημάτων ραφιών	89
4.1.4.5 Επιλογές εξοπλισμού διακίνησης	94
4.1.4.6 Επιλογές για θύρες αποθήκης	103
4.1.4.7 Περιβάλλον χώρος και ειδικές απαιτήσεις αποθήκης	106
4.1.5 Αναλυτικό τιμολόγιο εργασιών και εξοπλισμού αποθήκης	110
4.1.6 Σχεδιασμός κτιρίου αποθήκης / Επιλογές εξοπλισμού / Εκτίμηση κόστους	114
5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	118
5.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	118
5.2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ.....	122
5.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	125
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	126
6.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ	126
6.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	127
7. ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ	129
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	130

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1 ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΗ	1
ΕΙΚΟΝΑ 2 ΡΟΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΣΕ ΜΙΑ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΗ	5
ΕΙΚΟΝΑ 3 ΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΣΕ ΜΙΑ ΑΠΟΘΗΚΗ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ	5
ΕΙΚΟΝΑ 4 ΣΧΕΔΙΟ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗΣ ΑΠΟΘΗΚΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	6
ΕΙΚΟΝΑ 5 ΤΑ ΠΕΝΤΕ ΒΑΣΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΙΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΘΗΚΗΣ	7
ΕΙΚΟΝΑ 6 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΕ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΣ	9
ΕΙΚΟΝΑ 7 ΠΙΘΑΝΑ ΣΧΗΜΑΤΑ ΑΠΟΘΗΚΩΝ CROSS-DOCKING	10
ΕΙΚΟΝΑ 8 ΔΟΜΗ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΘΗΚΗΣ ΣΕ ΣΧΗΜΑ Τ.....	10
ΕΙΚΟΝΑ 9 ΔΟΜΗ ΑΠΟΘΗΚΗΣ CROSS-DOCKING	11
ΕΙΚΟΝΑ 10 ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΠΑΛΕΤΩΝ ΕΝΤΟΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΘΗΚΗΣ	12
ΕΙΚΟΝΑ 11 ΧΡΟΝΟΙ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΘΗΚΗΣ	12
ΕΙΚΟΝΑ 12 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΧΕΔΙΟ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΣΤΟ ΘΡΙΑΣΙΟ	15
ΕΙΚΟΝΑ 13 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΤΟΜΗ ΔΑΠΕΔΟΥ ΕΠΙ ΕΔΑΦΟΥΣ	16
ΕΙΚΟΝΑ 14 ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΘΗΚΗΣ ΜΕ ΑΝΥΨΩΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ	17
ΕΙΚΟΝΑ 15 RFID.....	18
ΕΙΚΟΝΑ 16 ΣΤΑΘΜΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	19
ΕΙΚΟΝΑ 17 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΟΝΟΦΟΡΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ	19
ΕΙΚΟΝΑ 18 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΒΑΓΟΝΙΟΥ	20
ΕΙΚΟΝΑ 19 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΠΟΘΗΚΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ	21
ΕΙΚΟΝΑ 20 ΠΛΑΤΟΣ ΠΥΛΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΓΙΑ ΑΡΘΡΩΤΟ ΦΟΡΤΗΓΟ	22
ΕΙΚΟΝΑ 21 ΡΑΦΙΑ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ	22
ΕΙΚΟΝΑ 22 ΣΥΝΔΕΣΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΑΠΟΘΗΚΗΣ ΜΕΣΩ ΕΝΙΑΙΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	23
ΕΙΚΟΝΑ 23 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΘΗΚΗΣ.....	28
ΕΙΚΟΝΑ 24 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ABC	30
ΕΙΚΟΝΑ 25 ΔΙΑΛΟΓΗ ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΩΝ	30
ΕΙΚΟΝΑ 26 ΟΙ ΤΑΚΤΙΚΕΣ ΔΙΑΛΟΓΗΣ ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΩΝ ΣΕ ΜΙΑ ΑΠΟΘΗΚΗ ΚΑΙ ΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΟΥΣ	32
ΕΙΚΟΝΑ 27 ZONE PICKING	34
ΕΙΚΟΝΑ 28 ΣΑΚΟΙ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	39
ΕΙΚΟΝΑ 29 ΧΑΡΤΙΝΑ ΚΑΙ ΞΥΛΙΝΑ ΚΙΒΩΤΙΑ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	40
ΕΙΚΟΝΑ 30 ΕΥΡΩΠΑΛΕΤΑ	40
ΕΙΚΟΝΑ 31 ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΥΡΩΠΑΛΕΤΩΝ	41
ΕΙΚΟΝΑ 32 ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΑ	41
ΕΙΚΟΝΑ 33 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	41
ΕΙΚΟΝΑ 34 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΤΟΥΣ	42
ΕΙΚΟΝΑ 35 ΣΤΑΤΙΚΟ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΡΑΦΙΩΝ	43
ΕΙΚΟΝΑ 36 ΣΤΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΡΑΦΙΩΝ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΗΣ ΘΕΣΗΣ	44
ΕΙΚΟΝΑ 37 ΣΤΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΡΑΦΙΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΘΕΣΕΩΝ	45
ΕΙΚΟΝΑ 38 ΣΤΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΡΑΦΙΩΝ ΜΕ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ/ΕΙΣΟΔΟΥ	45
ΕΙΚΟΝΑ 39 ΣΤΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΒΟΛΙΚΩΝ ΡΑΦΙΩΝ	46
ΕΙΚΟΝΑ 40 ΥΠΕΡΥΨΩΜΕΝΟΣ ΧΩΡΟΣ (ΠΑΤΑΡΙ) ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ	46
ΕΙΚΟΝΑ 41 ΣΤΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΜΕ ΚΙΝΗΤΑ ΡΑΦΙΑ	47
ΕΙΚΟΝΑ 42 ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΡΑΦΙΩΝ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	48
ΕΙΚΟΝΑ 43 ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΡΑΦΙΩΝ ΩΘΗΣΗΣ	49
ΕΙΚΟΝΑ 44 ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟ ΠΑΛΕΤΟΦΟΡΟ	50
ΕΙΚΟΝΑ 45 ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΑ ΠΑΛΕΤΟΦΟΡΑ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΠΕΖΟΥ ΧΕΙΡΙΣΤΗ, ΔΕΞΙΑ ΕΠΩΧΟΥΜΕΝΟΥ ΧΕΙΡΙΣΤΗ).....	50

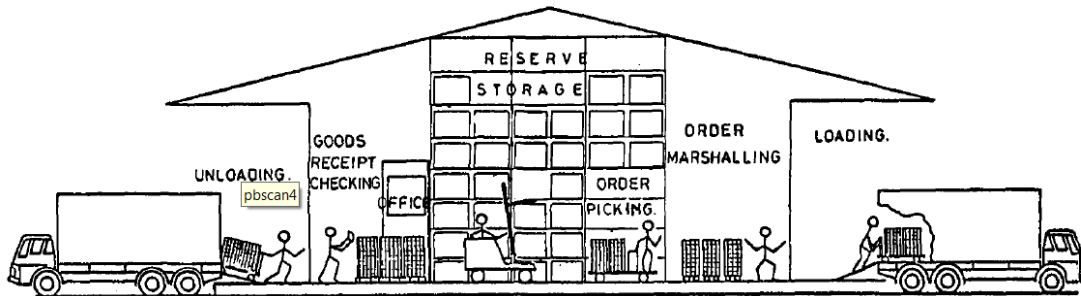
ΕΙΚΟΝΑ 46 STACKER	51
ΕΙΚΟΝΑ 47 ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	51
ΕΙΚΟΝΑ 48 ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΩΝ ΣΤΕΝΩΝ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ	51
ΕΙΚΟΝΑ 49 REACH TRUCKS	52
ΕΙΚΟΝΑ 50 ΠΕΡΟΝΟΦΟΡΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΑΝΤΙΒΑΡΟΥ	52
ΕΙΚΟΝΑ 51 ΜΗΧΑΝΗΜΑ VNA	53
ΕΙΚΟΝΑ 52 ΦΥΣΟΥΝΑ ΜΕ ΠΤΕΡΥΓΙΑ	54
ΕΙΚΟΝΑ 53 ΦΥΣΟΥΝΑ ΜΕ ΜΑΞΙΛΑΡΙΑ	54
ΕΙΚΟΝΑ 54 ΦΟΥΣΚΩΤΗ ΦΥΣΟΥΝΑ	54
ΕΙΚΟΝΑ 55 ΣΤΑΘΜΟΣ ΦΟΡΤΟΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ	55
ΕΙΚΟΝΑ 56 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΡΑΜΠΑ ΓΕΦΥΡΩΣΗΣ	57
ΕΙΚΟΝΑ 57 ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΕΣ ΣΥΓΚΡΟΥΣΕΩΝ ΑΠΟΒΑΘΡΑΣ	57
ΕΙΚΟΝΑ 58 ΟΔΗΓΟΙ ΤΡΟΧΩΝ	58
ΕΙΚΟΝΑ 59 ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΘΕΣΕΩΝ ΦΟΡΤΟΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ	58
ΕΙΚΟΝΑ 60 BARCODE ΕΑΝ ΑΠΟ ΑΡΙΘΜΟΣΕΙΡΑ 13 ΨΗΦΙΩΝ	60
ΕΙΚΟΝΑ 61 ΣΤΑΔΙΑ ΟΔΕΥΣΕΩΝ ΔΙΑΦΥΓΗΣ.....	63
ΕΙΚΟΝΑ 62 ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΙ ΠΛΑΤΟΣ ΕΞΟΔΩΝ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΑΝΑ ΟΡΟΦΟ	64
ΕΙΚΟΝΑ 63 ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΔΙΑΦΥΓΗΣ.....	65
ΕΙΚΟΝΑ 64 ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	66
ΕΙΚΟΝΑ 65 ΦΟΡΗΤΟΣ ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ	67
ΕΙΚΟΝΑ 66 ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΥΡΟΣΒΕΣΗΣ	68
ΕΙΚΟΝΑ 67 ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ.....	70
ΕΙΚΟΝΑ 68 ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΑΠΕΔΟΥ	73
ΕΙΚΟΝΑ 69 ΑΠΟΘΗΚΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΙ ΚΕΛΥΦΟΣ ΑΠΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	74
ΕΙΚΟΝΑ 70 VERGRO WAREHOUSE ΣΤΟ ΒΕΛΓΙΟ.....	75
ΕΙΚΟΝΑ 71 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΘΥΡΑΣ ΑΠΟ ΑΛΛΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΘΥΡΑ Η ΓΩΝΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	77
ΕΙΚΟΝΑ 72 Ύψος και απαιτούμενο ύψος τοποθέτησης βιομηχανικής θύρας	78
ΕΙΚΟΝΑ 73 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΑΠΟΘΗΚΗΣ	80
ΕΙΚΟΝΑ 74 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΤΙΜΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΤΩΝ ΕΜΒΑΔΩΝ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΑΠΟΘΗΚΗΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ CROSS DOCKING	82
ΕΙΚΟΝΑ 75 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΠΟΣΟΣΤΩΝ ΕΜΒΑΔΩΝ 1	82
ΕΙΚΟΝΑ 76 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΠΟΣΟΣΤΩΝ ΕΜΒΑΔΩΝ 2	83
ΕΙΚΟΝΑ 77 ΨΥΚΤΙΚΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ	85
ΕΙΚΟΝΑ 78 ΣΥΡΟΜΕΝΗ ΘΥΡΑ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ	85
ΕΙΚΟΝΑ 79 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΤΗΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΘΗΚΗΣ..	87
ΕΙΚΟΝΑ 80 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΔΑΠΕΔΟ	88
ΕΙΚΟΝΑ 81 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ ΥΨΟΥΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΡΑΦΙΩΝ.....	90
ΕΙΚΟΝΑ 82 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ	91
ΕΙΚΟΝΑ 83 ΒΑΘΟΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΡΑΦΙΩΝ	93
ΕΙΚΟΝΑ 84 ΚΑΤΟΨΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΡΑΦΙΩΝ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	94
ΕΙΚΟΝΑ 85 ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ ΦΟΡΤΙΟ	96
ΕΙΚΟΝΑ 86 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΧΡΟΝΟΥ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ	97
ΕΙΚΟΝΑ 87 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΧΡΟΝΟΥ ΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ	98
ΕΙΚΟΝΑ 88 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	99
ΕΙΚΟΝΑ 89 ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ	100
ΕΙΚΟΝΑ 90 ΒΑΡΟΣ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ	101
ΕΙΚΟΝΑ 91 ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ.....	102
ΕΙΚΟΝΑ 92 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΠΛΑΤΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ.....	103
ΕΙΚΟΝΑ 93 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΘΥΡΑ ΤΥΠΟΥ ΣΠΑΣΤΗ ΟΡΟΦΗΣ	104

ΕΙΚΟΝΑ 94 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΘΥΡΑ ΤΥΠΟΥ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΡΟΛΟ	104
ΕΙΚΟΝΑ 95 ΑΠΟΘΗΚΗ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΘΕΣΕΙΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΔΟΥ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ ΦΟΡΤΗΓΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΩΡΟΛΟΓΙΑΚΗ ΦΟΡΑ	107
ΕΙΚΟΝΑ 96 ΑΠΟΘΗΚΗ ΜΕ ΚΟΙΝΗ ΘΕΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΔΟΥ ΦΟΡΤΗΓΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΝΗΣΙΔΑΣ	107
ΕΙΚΟΝΑ 97 ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΧΩΡΟΣ ΜΠΡΟΣΤΑ ΑΠΟ ΘΕΣΗ ΦΟΡΤΟΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ	109
ΕΙΚΟΝΑ 98 ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	114
ΕΙΚΟΝΑ 99 ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	118
ΕΙΚΟΝΑ 100 ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΜΕΤΡΟ ΑΠΟΘΗΚΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ ΤΗΣ ΑΠΟΘΗΚΗΣ	119
ΕΙΚΟΝΑ 101 ΠΑΛΕΤΟΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΡΑΦΙΩΝ ΓΙΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΑΠΟΘΗΚΗΣ 10.000 Τ. Μ. ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ	120
ΕΙΚΟΝΑ 102 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ, ΠΑΛΕΤΟΘΕΣΕΙΣ, ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΑΠΟΘΗΚΗΣ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΑΤΙΚΩΝ ΡΑΦΙΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΓΙΑ ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΡΙΑΙΑ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ 100 ΠΑΛΕΤΩΝ	121
ΕΙΚΟΝΑ 103 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΑΠΟΘΗΚΗ 10.000 Τ.Μ. ΜΕ ΣΤΑΤΙΚΑ ΡΑΦΙΑ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΑΛΕΤΟΦΟΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ	123
ΕΙΚΟΝΑ 104 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΝΑ ΟΜΑΔΑ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΑΠΟΘΗΚΗ 10.000 Τ.Μ. ΜΕ ΣΤΑΤΙΚΑ ΡΑΦΙΑ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΑΛΕΤΟΦΟΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ	124

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Η λειτουργία του κλάδου των υπηρεσιών εφοδιαστικής αλυσίδας (logistics) βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στη λειτουργία των εμπορευματικών αποθηκών. Οι εμπορευματικές αποθήκες είναι ειδικές εγκαταστάσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση και την οργάνωση της διακίνησης των προϊόντων. Μέσω των αποθηκών αυτών, τα εμπορεύματα μπορούν να μεταβαίνουν από τον παραγωγό ή από οποιονδήποτε μπορεί να προμηθεύσει την αποθήκη στους πελάτες της αποθήκης. Με αυτόν τον τρόπο, οργανώνονται οι εμπορευματικές μεταφορές και μειώνεται σημαντικά το κόστος της διακίνησης των προϊόντων¹.



Εικόνα 1 Εμπορευματική αποθήκη (Πηγή: 1)

Η λειτουργία των εμπορευματικών αποθηκών είναι ένα σύνολο από αλληλοεξαρτώμενες διαδικασίες οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από κοινού, ως ένα ενιαίο σύστημα. Ο σωστός σχεδιασμός της αποθήκης που θα υποστηρίξει τις διαδικασίες των logistics είναι ένα πολύ σημαντικό ζήτημα και ο υπεύθυνος για αυτόν καλείται να λάβει αποφάσεις για πολλά διαφορετικά, αλλά παράλληλα αλληλοεξαρτώμενα ζητήματα.

Στο αρχικό στάδιο της μελέτης του, ο μηχανικός που έχει την ευθύνη για το σχεδιασμό της εμπορευματικής αποθήκης έχει ως αντικείμενο θέματα όπως το πόσες αποθήκες χρειάζονται για τη λειτουργία του συστήματος, το ποια θα είναι η περιοχή εγκατάστασης των αποθηκών, το ποιος θα διαχειρίζεται την κάθε αποθήκη (η ίδια η επιχείρηση ή κάποιος τρίτος), το αν θα είναι ιδιόκτητες ή ενοικιασμένες οι αποθήκες, το μέγεθος, το σύστημα αποθήκευσης, το επίπεδο αυτοματισμού και τη χρήση της τεχνολογίας στην αποθήκη, τις μεθόδους μεταφοράς που θα εφαρμοστούν στην αποθήκη, τις μεθόδους διανομής των προϊόντων στους πελάτες και άλλα σχετικά ζητήματα.

Στο επόμενο στάδιο καλείται να αποφασίσει σχετικά με θέματα όπως αν θα αγοραστούν οι αποθήκες ή θα προωθηθεί η λύση της ενοικίασής τους, που θα βρίσκεται η τοποθεσία των αποθηκών, ποια θα είναι η χωρητικότητα καθεμίας και ποια η διάταξη της, ποιος θα είναι ο εξοπλισμός που θα χρειαστεί για τη λειτουργία τους, αν

θα αγοραστούν ή θα ενοικιαστούν τα απαιτούμενα φορτηγά και πως θα δημιουργηθεί ο στόλος τους (μέγεθος, μείγμα) και άλλα συναφή ερωτήματα.

Στο τελευταίο στάδιο της μελέτης, οι αποφάσεις αφορούν ζητήματα όπως το πόσα άτομα θα απασχοληθούν στις εργασίες του συστήματος και με ποιες αρμοδιότητες ο καθένας, πόσες θα είναι οι ώρες εργασίας του προσωπικού και ποιο το καθεστώς των υπερωριών, ποια μεταφορικά μέσα θα επιλεγούν, πόσες ώρες θα λειτουργεί η αποθήκη, ποιες διαδρομές θα ακολουθούν τα φορτηγά, ποια προϊόντα θα αποθεματοποιηθούν και ποιο θα είναι το ύψος των αποθεμάτων, ποιες θα είναι οι παραγγελίες που θα γίνονται και σε ποια χρονικά διαστήματα, από ποιον/ποιους θα προμηθευτεί τα προϊόντα, ποια θα είναι η αποδεκτή ποιότητα των παραλαβών και ποια των αποστολών, τότε και ποιο μηχάνημα θα υποστεί εργασίες συντήρησης.

Οι αποφάσεις επομένως για το σχεδιασμό ενός συστήματος logistics και κατ' επέκταση μίας εμπορευματικής αποθήκης, μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις βασικές κατηγορίες².

Η πρώτη κατηγορία, ονομάζεται στρατηγικός σχεδιασμός και αφορά τις αποφάσεις που έχουν μακροχρόνιο προσανατολισμό (πρακτικά τουλάχιστον πέντε χρόνια). Οι στρατηγικές αποφάσεις θα επηρεάζουν για μεγάλο χρονικό διάστημα τη λειτουργία του συστήματος, ενώ σημειώνεται πως είναι πολύ δύσκολη έως ανέφικτη η αλλαγή μίας στρατηγικής απόφασης. Συμπεραίνεται επομένως πως ο στρατηγικός σχεδιασμός είναι το πιο καθοριστικό κομμάτι του συνολικού σχεδιασμού ενός συστήματος logistics.

Η επόμενη κατηγορία, ονομάζεται τακτικός σχεδιασμός και αφορά τις αποφάσεις του σχεδιασμού με μεσοπρόθεσμο ορίζοντα. Οι αποφάσεις του τακτικού σχεδιασμού θα επηρεάζουν τη λειτουργία του συστήματος το λιγότερο για δύο με τρία χρόνια και είναι πολύ σημαντικό να ληφθούν με βάση την επιθυμητή λειτουργία του συστήματος, διότι η αλλαγή τους, αν είναι εφικτή, θα επιφέρει μεγάλο κόστος.

Η τελευταία κατηγορία ονομάζεται δυναμικός σχεδιασμός και αφορά τις αποφάσεις που σχετίζονται με την καθημερινή ή εβδομαδιαία λειτουργία του συστήματος. Οι δυναμικές αποφάσεις είναι οι ευκολότερες στην αλλαγή τους, όμως οφείλουν και αυτές να αντιμετωπίζονται με μεγάλη προσοχή καθώς επηρεάζουν την καθημερινή λειτουργία της επιχείρησης.

Η συγκεκριμένη εργασία επιχειρεί μία προσέγγιση του σχεδιασμού μίας αποθήκης για χρήση logistics. Υπό αυτό το πρίσμα, επιχειρείται να προσεγγιστούν τα ζητήματα της χωροθέτησης και του εφοδιασμού της αποθήκης με τον κατάλληλο εξοπλισμό, καθώς και η κοστολόγηση της κατασκευής της. Τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της αφορούν τη φάση του στρατηγικού και κυρίως, του τακτικού σχεδιασμού ενός τέτοιου συστήματος.

1.2 Αντικείμενο, στόχος και δομή εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι ο σχεδιασμός μίας εμπορευματικής αποθήκης, καθώς και ο προσδιορισμός των βασικών στοιχείων που καθορίζουν το κόστος κατασκευής των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού της.

Στόχος της εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός μοντέλου σχεδιασμού και εκτίμησης κατασκευαστικού κόστους για εμπορευματικές αποθήκες.

Η **δομή** της εργασίας παρουσιάζεται παρακάτω:

Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί την εισαγωγή της διπλωματικής εργασίας, στην οποία γίνεται μία ευρύτερη αναφορά στον κλάδο των Logistics, παρουσιάζονται τα είδη του σχεδιασμού μίας αποθήκης και διατυπώνεται ο στόχος της δημιουργίας ενός μοντέλου τακτικού σχεδιασμού για εμπορευματικές αποθήκες.

Το δεύτερο κεφάλαιο αποτελεί τη βιβλιογραφική επισκόπηση της εργασίας. Στα πλαίσια αυτής καταγράφονται οι εργασίες, τα άρθρα και τα επιστημονικά κείμενα που μελετήθηκαν στο πλαίσιο της εργασίας και περιγράφεται σαφώς το στοιχείο τους που χρησιμοποιήθηκε για την εργασία.

Το τρίτο κεφάλαιο της εργασίας είναι το τεχνικό υπόβαθρο, το οποίο αποτελείται από την παρουσίαση των τεχνικών στοιχείων για τα διάφορα ζητήματα σχεδιασμού μίας εμπορευματικής αποθήκης.

Το τέταρτο κεφάλαιο αποτελεί την ανάπτυξη του μοντέλου της εργασίας, το οποίο περιγράφει τη μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία του μοντέλου, τη δομή και τις παραδοχές του και τους υπολογισμούς για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων του.

Το πέμπτο κεφάλαιο αποτελεί την εφαρμογή του μοντέλου της διπλωματικής εργασίας και περιλαμβάνει τα αποτελέσματα του μοντέλου.

Το έκτο κεφάλαιο κεφάλαιο είναι τα συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας τα οποία προέκυψαν από την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της και προσδιορίζουν τη χρησιμότητα του μοντέλου.

Στο έβδομο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας περιλαμβάνονται οι εισηγήσεις για περαιτέρω έρευνα σχετικά με την αξιοποίηση του μοντέλου και την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για το σχεδιασμό εμπορευματικών αποθηκών.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Το παρόν κεφάλαιο αφορά τη βιβλιογραφική επισκόπηση που πραγματοποιήθηκε για τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία και διαχωρίζει τις εργασίες και τα επιστημονικά άρθρα που μελετήθηκαν σε δυο βασικές κατηγορίες.

Στην πρώτη κατηγορία, ανήκουν αυτά που αφορούν τις διάφορες λειτουργίες των εμπορευματικών αποθηκών και την αναλυτική παρουσίαση τους.

Στη δεύτερη κατηγορία υπάγονται οι εργασίες και τα επιστημονικά κείμενα που παρουσιάζουν και αναλύουν διάφορα μοντέλα σχεδιασμού μίας εμπορευματικής αποθήκης.

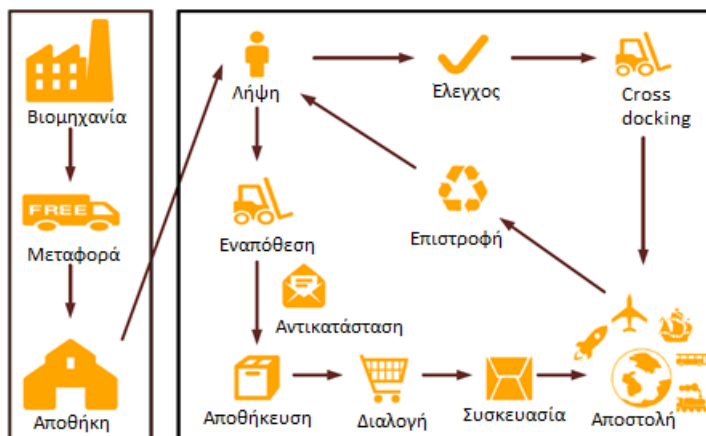
Στην τρίτη κατηγορία εντάσσονται τα επιστημονικά κείμενα που έχουν ως αντικείμενο τεχνικά ζητήματα κατασκευής για εμπορευματικές αποθήκες.

2.1 Λειτουργίες εμπορευματικών αποθηκών

Οι εμπορευματικές αποθήκες χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένες λειτουργίες οι οποίες στις περισσότερες περιπτώσεις είναι κοινές για όλες τις αποθήκες. Υπάρχουν συγκεκριμένες περιπτώσεις αποθηκών οι οποίες μπορεί να παραλείπουν κάποιες από αυτές, καθώς οι παραγγελίες που διακινούν είναι τέτοιες ώστε να μην απαιτούνται κάποιες συνηθισμένες διεργασίες για τέτοιου είδους αποθήκες. Επίσης, υπάρχουν και ορισμένες περιπτώσεις αποθηκών που παρέχουν στους πελάτες τους ειδικές υπηρεσίες, επομένως απαιτούνται επιπλέον διαδικασίες από αυτές για την εκπλήρωση των στόχων τους. Η σχετική βιβλιογραφία που επιλέχθηκε παρουσιάζεται παρακάτω.

Ο Jan Karasek³ κατέγραψε μία ανάλυση για το σύνολο των λειτουργιών των αποθηκών διακίνησης προϊόντων. Το κείμενο του έχει ως βασικό αντικείμενο την αύξηση της αποδοτικότητας αποθηκών Logistics μέσω της βελτιστοποίησης συγκεκριμένων μερών τους. Αυτά τα μέρη είναι η τεχνική δομή τους, η λειτουργική δομή τους και η διεύθυνση και διαχείριση τους. Στα πλαίσια της προσπάθειας του αυτής, παρουσίασε και ανέλυσε τις βασικές λειτουργίες των αποθηκών διακίνησης προϊόντων, καθώς και κάποιες δευτερεύουσες διεργασίες τους.

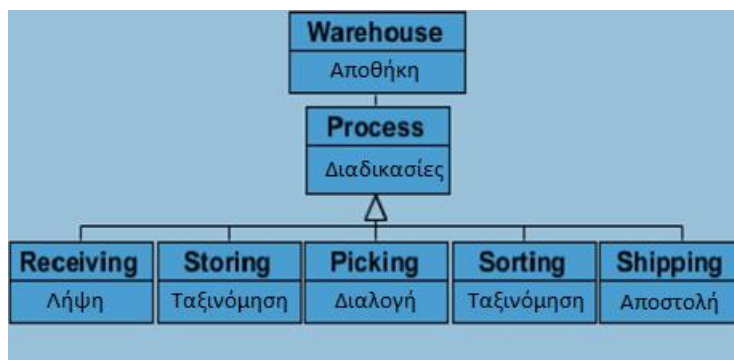
Ως βασικές διεργασίες πρότεινε τη λήψη των προϊόντων (receiving), την αποθήκευση τους (storing), τη δημιουργία αποθεματικού (put-away), τη διαλογή των παραγγελιών (picking/retrieving), την αποστολή των παραγγελιών (shipping) και τη διαδικασία cross-docking. Ως δευτερεύουσες διαδικασίες σε μία τέτοιου είδους αποθήκη ανέφερε τον έλεγχο των προϊόντων και των παραγγελιών (checking), την ενοποίηση των παραγγελιών (consolidation), τη συσκευασία των παραγγελιών (packing) και την αναπλήρωση των προϊόντων που χρειάζεται από το διαθέσιμο αποθεματικό (replenishment).



Εικόνα 2 Ροή διαδικασιών σε μία εμπορευματική αποθήκη (Πηγή: 3)

Από το συγκεκριμένο τεχνικό άρθρο αξιοποιήθηκαν πληροφορίες για τη δημιουργία ενός κειμένου που θα περιγράφει τις διάφορες λειτουργίες που επιτελεί μία εμπορευματική αποθήκη.

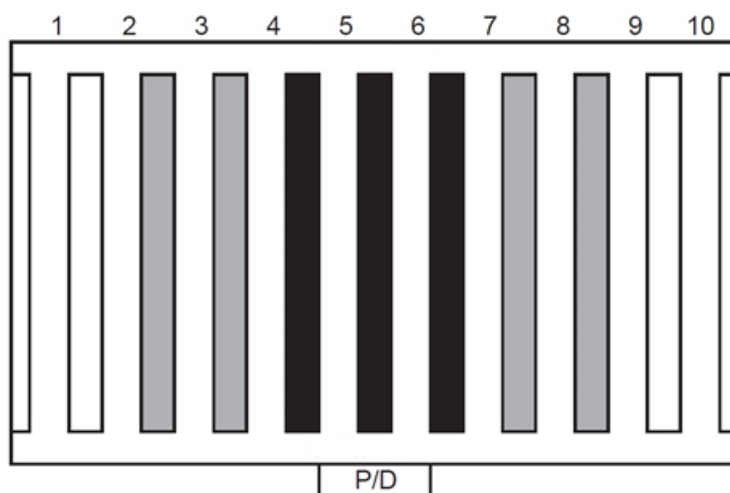
Σε μία παρόμοια μελέτη, οι Shiva Abdoli και Sami Kara⁴ ανέλυσαν το σύνολο των λειτουργιών των αποθηκών διακίνησης εμπορευμάτων. Ο βασικός στόχος της συγκεκριμένης μελέτης ήταν να εξετάσει το πόσο μπορεί να ευνοηθεί ο σχεδιασμός μίας αποθήκης Logistics από την κοινή χρήση δύο μεθόδων σχεδιασμού, του σχεδιασμού συστημάτων βασισμένου σε μοντέλα και της αντικειμενοστραφούς μοντελοποίησης.



Εικόνα 3 Οι λειτουργίες σε μία αποθήκη διακίνησης εμπορευμάτων (Πηγή: 4)

Η προσπάθεια των συγγραφέων του συγκεκριμένου άρθρου αφορούσε το να εξεταστεί κατά πόσο η κοινή χρήση των δύο αυτών μεθόδων μπορούσε να αποφέρει πολλαπλάσια οφέλη στην ανάλυση της λειτουργίας της αποθήκης και των σχέσεων μεταξύ τους. Στα πλαίσια αυτής, παρουσίασαν και ανέλυσαν τις πέντε βασικές λειτουργίες των αποθηκών διακίνησης εμπορευμάτων όπως τις όρισαν, δηλαδή την λήψη των προϊόντων (receiving), την αποθήκευση των προϊόντων (storing), τη διαλογή των προϊόντων από τις θέσεις αποθήκευσης (picking), την ταξινόμηση των διαλεχθέντων προϊόντων σε παραγγελίες (sorting) και την αποστολή των παραγγελιών (shipping). Για την παρούσα εργασία, χρησιμοποιήθηκε υλικό από την προαναφερθείσα μελέτη για τη δημιουργία του κειμένου για τις λειτουργίες μιας εμπορευματικής αποθήκης.

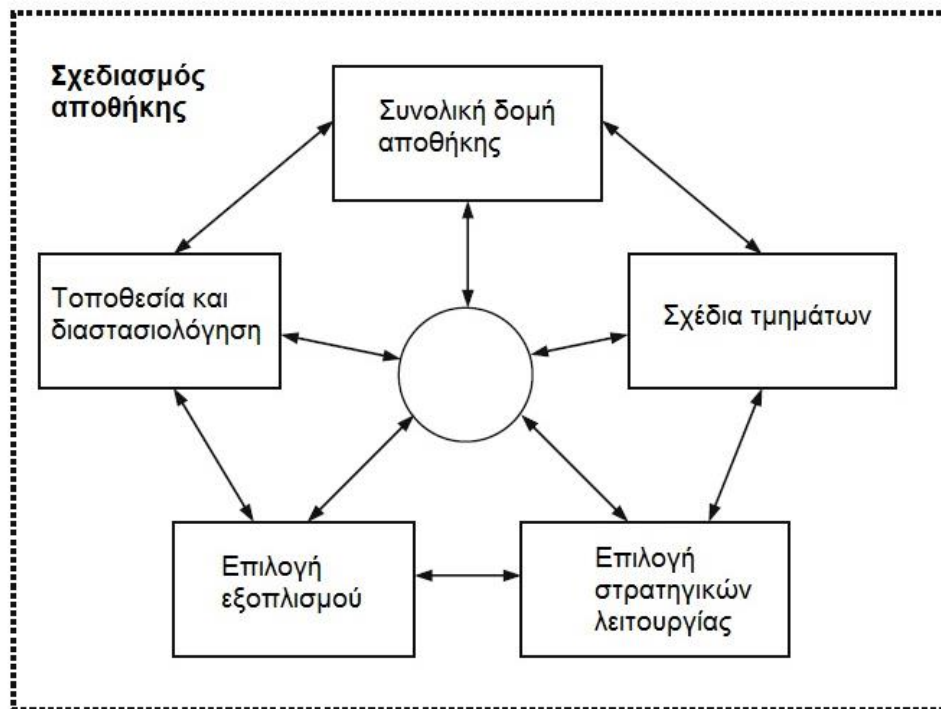
Οι Charles Petersen και Gerald Aase⁵ ανέλυσαν τη διαδικασία της διαλογής των παραγγελιών (order picking), μέσω ενός μοντέλου συγκριτικής αξιολόγησης διάφορων μεθόδων που σχετίζονται με την αποθήκευση των προϊόντων, τη διαλογή τους και τη δρομολόγηση των διαλογέων για την συλλογή όλων των προϊόντων. Αρχικά, αναφέρουν και αναλύουν διάφορες μεθόδους αποθήκευσης, διαλογής και δρομολόγησης παρουσιάζοντας την εφαρμογή, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της κάθε μίας. Στη συνέχεια παρουσιάζουν ένα μοντέλο μίας ενδεικτικής αποθήκης με ένα διάδρομο μπροστά από τα ράφια αποθήκευσης και ένα πίσω από αυτά, καθώς και δέκα ενδιάμεσους διαδρόμους.



Εικόνα 4 Σχέδιο ενδεικτικής αποθήκης και τρόπος αποθήκευσης προϊόντων (Πηγή: 5)

Για τη λειτουργία του μοντέλου απαιτείται να επιλεγεί μία συγκεκριμένη πολιτική διαλογής η οποία θα παραμένει σταθερή και εναλλάσσονται πολιτικές αποθήκευσης και δρομολόγησης των προϊόντων. Τα αποτελέσματα του μοντέλου, τα οποία ελέγχονται από ορισμένες αναλύσεις ευαισθησίας (sensitivity analysis), σχετίζονται με το συνολικό χρόνο που απαιτείται για το διαλογέα προκειμένου να συλλέξει τα προϊόντα μίας παραγγελίας. Η εξαγωγή συμπερασμάτων από τις δοκιμές με τις διάφορες μεθόδους, αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για όσους ασχολούνται με το σχεδιασμό αποθηκών διακίνησης εμπορευμάτων, με βάση τους συγγραφείς. Από το συγκεκριμένο άρθρο αξιοποιήθηκε υλικό τόσο για τη σύνταξη του κειμένου με τις λειτουργίες των εμπορευματικών αποθηκών, όσο και για τη δημιουργία και τον έλεγχο των αποτελεσμάτων του μοντέλου κοστολόγησης της κατασκευής μίας αποθήκης.

Οι Jianxin Gu, Marc Goetschalckx και Leon McGinnis⁶ παρουσιάζουν επίσης μία εκτεταμένη ανάλυση της λειτουργίας της διαλογής των παραγγελιών σε εμπορευματικές αποθήκες. Ο βασικός στόχος του άρθρου τους ήταν να παρουσιάσουν το πρόβλημα του σχεδιασμού μίας αποθήκης Logistics μέσω πέντε βασικών και συσχετιζόμενων ερωτημάτων: ποια θα είναι η συνολική δομή της αποθήκης, ποια θα είναι η τοποθεσία και η διαστασιολόγηση των επιμέρους τμημάτων της, ποιο θα είναι το αναλυτικό σχέδιο κάθε τμήματος της, ποιες θα είναι οι επιλογές για τον εξοπλισμό της αποθήκης και ποιες θα είναι οι στρατηγικές που θα επιλεγθούν για τη λειτουργία της.



Εικόνα 5 Τα πέντε βασικά ζητήματα σχεδιασμού μίας εμπορευματικής αποθήκης (Πηγή: 6)

Στα πλαίσια της παρουσίασης του τελευταίου ζητήματος (επιλογή στρατηγικών λειτουργίας αποθήκης), οι συγγραφείς κάνουν μια εκτενή αναφορά στις διεργασίες της διαλογής των παραγγελιών και αναλύουν τρεις στρατηγικές διαλογής: τη διαλογή ανά παρτίδα, τη διαλογή ανά ζώνες και τη διαλογή ανά κύματα παραγγελιών. Το συγκεκριμένο τμήμα της μελέτης τους έχει αξιοποιηθεί από την παρούσα εργασία για τη συγγραφή του κειμένου για τις λειτουργίες των εμπορευματικών αποθηκών, αλλά και για το σκεπτικό του μοντέλου.

Οι Έφη Μαρκουλάκη και Λάμπρος Λάιος⁷ παρουσίασαν μία διαφορετική προσέγγιση για το θέμα της διαλογής των παραγγελιών και ευρύτερα τις λειτουργίες των εμπορευματικών αποθηκών. Συγκεκριμένα, το βασικό αντικείμενο της μελέτης τους ήταν η παρουσίαση των μέτρων που έλαβε μία εταιρεία διακίνησης προϊόντων ξυλείας για την αποθήκη της, καθώς και η αποτελεσματικότητά τους στο ρυθμό απόδοσης της. Αρχικά ανέλυσαν τις βασικές τακτικές που ακολουθούνται για τρία βασικά ζητήματα των αποθηκών διακίνησης εμπορευμάτων, την αποθήκευση των προϊόντων, τη διαλογή των προϊόντων και τη δρομολόγηση των παραγγελιών και οριοθετούν τους βασικούς στόχους για καθένα από αυτά. Στη συνέχεια παρουσιάζουν την αρχική κατάσταση της αποθήκης και τις πολιτικές που εφαρμόζονταν στα συγκεκριμένα ζητήματα, καθώς και τις διαφοροποιήσεις που εφαρμόστηκαν. Η έρευνα τους καταλήγει στα αποτελέσματα των διαφοροποιήσεων αυτών, καθώς και σε ευρύτερα συμπεράσματα σχετικά με τη διαλογή παραγγελιών σε αποθήκες με αντικείμενο τη διακίνηση εμπορευμάτων. Αρκετά τμήματα της συγκεκριμένης μελέτης έχουν αξιοποιηθεί από τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία για τη συγγραφή του κειμένου που αφορά τις διάφορες διεργασίες των αποθηκών διακίνησης εμπορευμάτων.

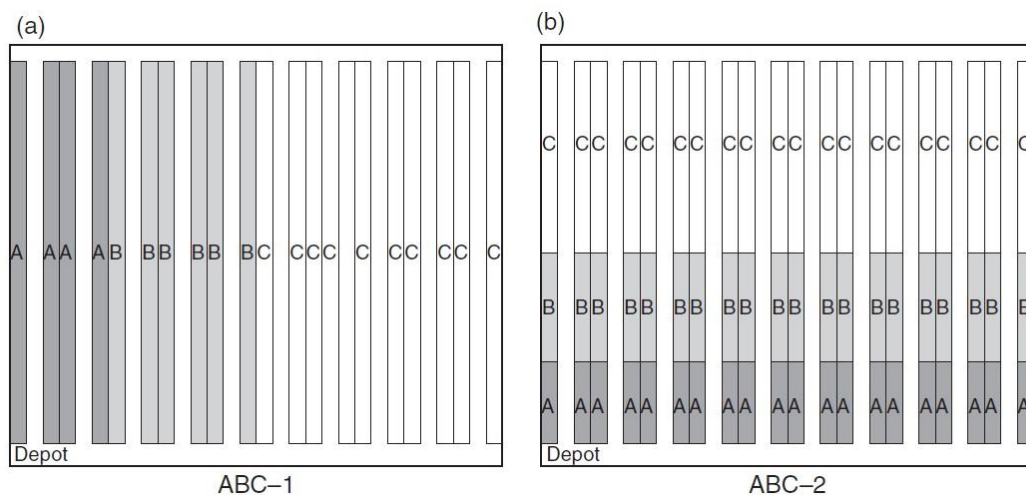
Μια επίσης διαφορετική οπτική για το ζήτημα της διαλογής των παραγγελιών σε αποθήκες διακίνησης προϊόντων μας παραθέτουν οι Rene de Koster, Tho Le-Duc και

Kees Jan Roodbergen⁸. Πρόκειται επί της ουσίας για μία βιβλιογραφική ανασκόπηση της μέχρι τότε βιβλιογραφίας η οποία έχει ως βασικό αντικείμενο τη λειτουργία της διαλογής των παραγγελιών. Στο κείμενο τους περιγράφουν τη διαλογή ως μία διαδικασία που περιλαμβάνει την οργάνωση και την ομαδοποίηση των παραγγελιών των πελατών, τη ρύθμιση της διάθεσης των αποθεμάτων για τη διευκόλυνση της ροής των προϊόντων, τη λήψη των προϊόντων από τα ράφια και τη διάθεση τους για το σχηματισμό των παραγγελιών. Στη συνέχεια αναφέρονται στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των αυτομάτων συστημάτων που λειτουργούν με τη λογική να πηγαίνουν τα προϊόντα στο διαλογέα (parts-to-picker) και αναλύουν την ένταξη μηχανικών μέσων και αυτοματοποιημένων διαδικασιών στη διαλογή των παραγγελιών.

Ένα σημαντικό τμήμα της εργασίας τους αποτελεί η ανάλυση του βασικού στόχου της διαλογής των προϊόντων, δηλαδή την αύξηση του επιπέδου εξυπηρέτησης των πελατών, σε επιμέρους μικρότερους και πιο εύκολα υπολογίσιμους και μετρήσιμους στόχους όπως τη μείωση του χρόνου διαλογής μίας παραγγελίας, τη μείωση του χρόνου διαλογής των προϊόντων για το σύνολο των παραγγελιών της αποθήκης, τη μέγιστη αξιοποίηση του χώρου, του εξοπλισμού και του διαθέσιμου εργατικού δυναμικού της αποθήκης. Με βάση αυτούς τους στόχους, παρουσιάζουν τα τμήματα της βιβλιογραφίας που παραθέτουν τρόπους και μεθόδους για την επίτευξη αυτών, όπως στοιχεία για τη βελτίωση του σχεδίου της αποθήκης, στοιχεία για την επιθυμητή ροή των προϊόντων από το τμήμα αποθεμάτων στο μέτωπο της διαλογής και τις μεθόδους δρομολόγησης των διαλογέων.

Το άρθρο τους ολοκληρώνεται με την παρουσίαση ορισμένων μεθόδων για την αξιολόγηση της διαδικασίας της διαλογής των παραγγελιών, καθώς και τα συμπεράσματα των συγγραφέων όλα τα προαναφερθέντα. Τμήματα του συγκεκριμένου άρθρου αξιοποιήθηκαν από τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία για τη συγγραφή του κείμενου για τις λειτουργίες της αποθήκης αλλά και του κειμένου της βιβλιογραφικής επισκόπησης.

Μία μελέτη σχετικά με τη διαλογή των προϊόντων για τις παραγγελίες παρουσίασαν οι Chien-Ming Chen, Yeming Gong, Rene de Koster και Jo van Nunen⁹. Πρόκειται επί της ουσίας για μία προσπάθεια της συγγραφικής ομάδας για τη δημιουργία μίας εννοιολογικής δομής για την αξιολόγηση των διαδικασιών της διαλογής των εμπορευμάτων. Στα πλαίσια αυτής της προσπάθειας επιχειρούν να τονίσουν τη σχέση μεταξύ του τρόπου αποθήκευσης των προϊόντων και του τρόπου διαλογής τους, εντός της ίδιας αποθήκης. Για το σκοπό αυτό, αρχικά παρουσιάζουν διάφορους τρόπους για την αποθήκευση των εμπορευμάτων και τη διαλογή τους.



Εικόνα 6 Μέθοδοι αποθήκευσης προϊόντων σε εμπορευματικές αποθήκες (Πηγή: 9)

Στο επόμενο στάδιο της μελέτης τους, προσπάθησαν να ελέγξουν ποιες μέθοδοι αποθήκευσης και διαλογής οδηγούν σε αύξηση της αποδοτικότητας της αποθήκης και να κατευθύνουν με αυτόν τον τρόπο επαγγελματίες που ασχολούνται με το σχεδιασμό αποθηκών διακίνησης εμπορευμάτων σε ορθές επιλογές. Από το συγκεκριμένο άρθρο αντλήθηκαν πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία της διαλογής των παραγγελιών στις εμπορευματικές αποθήκες.

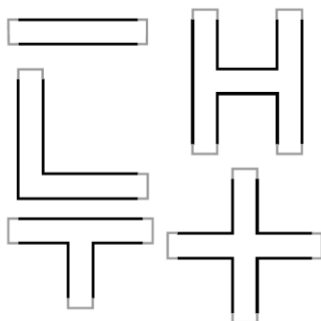
2.2 Μοντέλα σχεδιασμού αποθήκης

Κατά τη βιβλιογραφική αναζήτηση που πραγματοποιήθηκε για τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, εντοπίστηκαν ορισμένες περιπτώσεις μοντέλων για το σχεδιασμό και τη λειτουργία των εμπορευματικών αποθηκών, τα οποία αποτέλεσαν και πηγή έμπνευσης για τη δημιουργία ενός μοντέλου κατασκευής τέτοιου είδους αποθηκών. Τα μοντέλα αυτά ελέγχθηκαν ως προς τη λειτουργία τους αλλά και το σκεπτικό του συγγραφέα τους για τη δημιουργία του, καθώς και για τις τεχνικές λεπτομέρειες τους.

Το πρώτο χρονικά μοντέλο που εξετάστηκε ήταν αυτό των Taniguchi, Noritake, Yamada και Izumitani¹⁰. Οι συγκεκριμένοι ερευνητές δημιούργησαν ένα μοντέλο για την εύρεση της βέλτιστης γεωγραφικής θέσης και του βέλτιστου μεγέθους μίας εμπορευματικής αποθήκης. Πρόκειται για ένα μαθηματικό μοντέλο το οποίο αποτελείται από μία ακολουθία μαθηματικών πράξεων οι οποίες δίνουν ως αποτέλεσμα μία τιμή για το μέγεθος της αποθήκης και μία τιμή που υποδεικνύει στο χρήστη του ποια από τις γεωγραφικές θέσεις που έχει ως εναλλακτικές λύσεις θα οδηγήσει στο μικρότερο κόστος με βάση τις αναμενόμενες κινήσεις των φορτηγών προς αυτό. Για τη δημιουργία του μοντέλου, οι συγγραφείς βασίστηκαν σε δυο βασικές αρχές, στη θεωρία των ουρών αναμονής και στις αρχές του μη-γραμμικού προγραμματισμού.

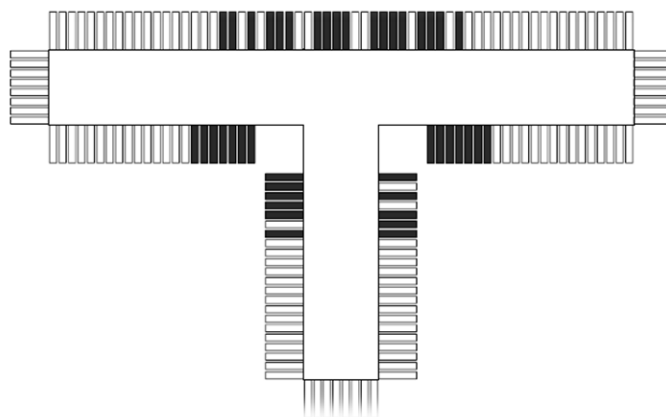
Το μοντέλο αυτό βρήκε εφαρμογή στο οδικό δίκτυο Κυότο – Οσάκα και τα ευρήματα του κρίθηκαν αρκετά ικανοποιητικά για την εποχή. Η λογική του μοντέλου και ορισμένοι τύποι του έχουν αξιοποιηθεί από τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία για τον προσδιορισμό του βέλτιστου μεγέθους μίας αποθήκης, καθώς παρότι δημιουργήθηκε το 1999, κρίθηκε ότι οι βασικές του αρχές έχουν εφαρμογή και στη σημερινή εποχή.

Οι Bartholdi III και Gue¹¹ επιχείρησαν να αναλύσουν το ζήτημα του βέλτιστου σχήματος για αποθήκες που εφαρμόζουν τη μέθοδο cross-docking. Η μέθοδος αυτή περιγράφει αποθήκες οι οποίες παραλαμβάνουν παλέτες από διάφορους προμηθευτές και τις προωθούν, χωρίς να επεξεργαστούν ή να αλλάξουν το περιεχόμενό τους, σε διάφορες παραγγελίες προς αποστολή. Στο πρώτο στάδιο παρουσίασαν το σχήμα που έχουν υπάρχουσες αποθήκες και περιέγραψαν την πραγματική κατάσταση για αυτού του είδους τις αποθήκες σε ορισμένες περιοχές των Η.Π.Α. Ως πιο συνηθισμένα σχήματα που συνάντησαν αναφέρουν τα I, L και T, ενώ ανέφεραν και τα H και X ως λιγότερο συνηθισμένα.



Εικόνα 7 Πιθανά σχήματα αποθηκών cross-docking (Πηγή: 11)

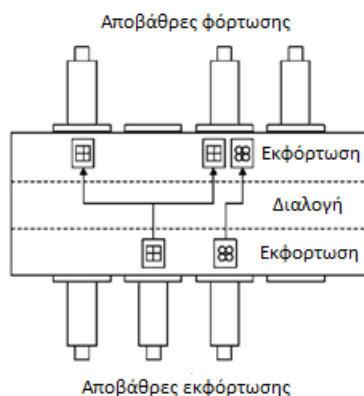
Στο επόμενο τμήμα της παρουσίασης τους ανέλυσαν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε περίπτωσης, καθώς και το τρόπο με τον οποίο οφείλει να επιλέγει το σχήμα για κάθε αποθήκη ο σχεδιαστής με βάση συγκεκριμένα ζητήματα (αριθμός θυρών, ελάχιστο πλάτος, δυνατότητες επέκτασης).



Εικόνα 8 Δομή εμπορευματικής αποθήκης σε σχήμα T (Πηγή: 11)

Στο τελευταίο μέρος της παρουσίασης τους παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της εφαρμογής μίας πειραματικής διάταξης για αποθήκη cross-docking και τονίζουν ως συμπέρασμα τη σημασία του σχήματος της αποθήκης για τη λειτουργία της. Από τη συγκεκριμένη παρουσίαση έχουν αξιοποιηθεί στοιχεία τόσο για το τμήμα του τεχνικού υπόβαθρου που αφορά τις αποθήκες cross-docking, όσο και για την κατασκευή του μοντέλου σχεδιασμού μίας αποθήκης.

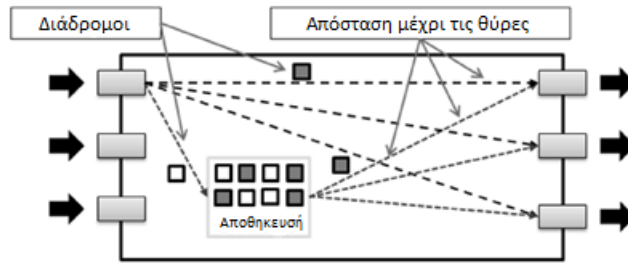
Οι Boysen, Fliedner και Scholl¹² επιχείρησαν να περιγράψουν το ζήτημα της οργάνωσης της λειτουργίας μίας αποθήκης cross-docking μέσω των εισερχόμενων και εξερχόμενων κινήσεων των φορηγών στις αποβάθρες τους.



Εικόνα 9 Δομή αποθήκης cross-docking
(Πηγή: 12)

Στο αρχικό στάδιο του άρθρου τους περιέγραψαν τη λειτουργία και τις στοχεύσεις μίας αποθήκης cross-docking, ενώ έθεσαν και ορισμένες προϋποθέσεις για την επιτυχημένη λειτουργία τους. Ως μία από αυτές περιέγραψαν τον κατάλληλο συντονισμό των κινήσεων των εισερχόμενων και εξερχόμενων φορηγών στις αποβάθρες της αποθήκης. Στόχος της εργασίας τους ήταν ο προσδιορισμός ενός τρόπου για να βελτιστοποιήσουν τη διαδικασία αυτή. Για το σκοπό αυτό δημιούργησαν ένα μοντέλο μαθηματικών πράξεων το οποίο είχε ως στόχο την οργάνωση των κινήσεων των φορηγών στην αποθήκη, μέσω της εισαγωγής απλών παραδοχών και θεμελιωδών γνώσεων που θα καθόριζαν την ενδεδειγμένη δομή της αποθήκης. Από το συγκεκριμένο τεχνικό άρθρο, η παρούσα διπλωματική εργασία αξιοποίησε στοιχεία για το σχεδιασμό της αποβάθρας των εμπορευματικών αποθηκών και για το τμήμα του θεωρητικού υπόβαθρου με αντικείμενο τις cross-docking αποθήκες.

Οι Maknoon, Baptiste, και Kone¹³ παρουσίασαν μία προσέγγιση βελτιστοποίησης της λειτουργίας των αποθηκών που εφαρμόζουν τη μέθοδο cross-docking. Για το σκοπό αυτό συνέταξαν ένα άρθρο το οποίο αναφέρει πως η αποδοτικότητα μίας αποθήκης που χρησιμοποιεί τη μέθοδο cross-docking εξαρτάται από τρεις παράγοντες, την απόσταση μεταξύ των θυρών εκφόρτωσης και φόρτωσης των παλετών, τη συμφόρηση της ροής εντός της αποθήκης και το πρότυπο με βάση το οποίο κινούνται τα προϊόντα εντός της αποθήκης. Στα πλαίσια της μελέτης τους εξέτασαν δύο τρόπους για να βελτιωθεί η απόδοση της αποθήκης μέσω επιλογής του κατάλληλου προτύπου για την κίνηση των παλετών εντός της αποθήκης.



Εικόνα 10 Κινήσεις παλετών εντός εμπορευματικής αποθήκης (Πηγή: 13)

Η πρώτη μέθοδος βασίζεται στο δυναμικό προγραμματισμό και η δεύτερη στη χρήση του αλγόριθμου branch and bound. Βασική προϋπόθεση για την εφαρμογή των παραπάνω μεθόδων είναι η εκ των προτέρων γνώση των εισερχόμενων και των εξερχόμενων παραγγελιών. Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής έχουν αξιοποιηθεί στοιχεία από τη δεύτερη μέθοδο της παρουσίασης για το τμήμα του μοντέλου που αφορά cross-docking αποθήκες, αν και η εύρεση της βέλτιστης κίνησης των μηχανημάτων και του προσωπικού εντός της αποθήκης δεν αποτελεί βασικό στόχο του μοντέλου.

Οι Al-Aomar και Momani¹⁴ ανέπτυξαν ένα δυναμικό μοντέλο για τις διαδικασίες αποθηκών επεξεργασίας και διακίνησης προϊόντων, με στόχο τον καθορισμό, την απεικόνιση, τη μέτρηση και τη βελτίωση τους μέσω εξορθολογισμού, ώστε να επωφεληθεί μέσω αυτού στο σύνολο της η λειτουργία της αποθήκης. Οι βασικές διεργασίες με τις οποίες ασχολείται το συγκεκριμένο μοντέλο είναι η υποδοχή και αποθήκευση των υλικών, η προώθηση τους στις διάφορες θέσεις της αποθήκης για την επεξεργασία τους και η δημιουργία έτοιμων προς αποστολή παραγγελιών με τα προϊόντα – αποτελέσματα της επεξεργασίας. Η βασική μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι η προσομοίωση διακριτού γεγονότος (DES, Discrete Event Simulation) με στόχο το σύνολο των διαδικασιών της αποθήκης να εξελιχθεί σε ένα δυναμικό μοντέλο όπου οι διάφορες λειτουργίες της θα αλληλοεξαρτώνται και θα επηρεάζονται μεταξύ τους.

Χρόνοι κίνησης προς τα ράφια	Χρόνοι φόρτωσης	Χρόνοι κίνησης προς την πόρτα	Χρόνοι εκφόρτωσης
1'05"	22"	1'27"	36"
1'19"	26"	1'35"	45"
1'01"	20"	1'24"	30"
1'10"	24"	1'32"	39"
1'22")	28"	1'37"	44"
41"	25"	59"	26"
30"	19"	42"	20"
32"	20"	44"	24"
34"	20"	46"	25"
31"	20"	44"	21"

Εικόνα 11 Χρόνοι εργασιών εμπορευματικής αποθήκης (Πηγή: 14)

Ως μέτρα απόδοσης, το μοντέλο χρησιμοποιεί τα μεγέθη των ολοκληρωμένων συναλλαγών της αποθήκης, της αξιοποίησης του εργατικού δυναμικού και του κόστους

λειτουργίας. Στο τέλος της παρουσίασης τους προσδιορίζουν τα αποτελέσματα της εφαρμογής του μοντέλου για μία συγκεκριμένη περίπτωση αποθήκης. Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει αξιοποιήσει δεδομένα χρονικών απαιτήσεων για συγκεκριμένες λειτουργίες των εμπορευματικών αποθηκών από το μοντέλο αυτό, ενώ αξιοποιήθηκαν και ορισμένα στοιχεία της προσομοίωσης του για την προσομοίωση του μοντέλου της εργασίας.

Οι Rushton, Croucher και Baker¹⁵, παρουσίασαν ένα μοντέλο με τη μορφή δέντρου αποφάσεων το οποίο κατευθύνει το σχεδιαστή μίας εμπορευματικής αποθήκης σχετικά με τις αποφάσεις για την επιλογή του εξοπλισμού αποθήκευσης (σύστημα ραφιών) και του εξοπλισμού εσωτερικής διακίνησης των εμπορευμάτων. Η βασική δομή του μοντέλου αυτού είναι η εξής: για κάθε μία από τις προαναφερθείσες κατηγορίες εξοπλισμού τίθενται στο σχεδιαστή ερωτήσεις, οι απαντήσεις των οποίων οδηγούν σε επόμενες ερωτήσεις ανάλογα με την τιμή τους. Στο τέλος των ερωτήσεων, η τελική απάντηση αφορά τον κατάλληλο τύπο εξοπλισμού για τις επιλογές του χρήστη. Οι απαντήσεις στις ερωτήσεις είναι καταφατικές και αρνητικές, ή αριθμητικές συγκριτικές (π.χ. >10 ή <10) και αφορούν τις επιλογές και τις εκτιμήσεις του χρήστη, σχετικά με τη λειτουργία της αποθήκης. Από το συγκεκριμένο μοντέλο αξιοποιήθηκαν τόσο δομικά στοιχεία όσο και αριθμητικά δεδομένα για το τμήμα του μοντέλου της συγκεκριμένης διπλωματικής που αφορά τη διαλογή και την κοστολόγηση του εξοπλισμού.

Ένα διαφορετικό μοντέλο που ελέγχθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας είναι αυτό των Pedrielli, Vinsensius, Chew, Lee, Duri και Li¹⁶. Οι δημιουργοί του μοντέλου αυτού μελέτησαν την εφαρμογή των στρατηγικών διαλογής παραγγελιών στην αποθήκευση ειδών μόδας. Τα βασικά χαρακτηριστικά αυτών των ειδών ήταν η μεγάλη ποικιλία τους, ο μικρός χρόνος που έμενε κάθε προϊόν στο ράφι και η αναπλήρωση τους από διαφορετικά προϊόντα, στοιχεία που αύξαναν το βαθμό δυσκολίας της διαχείρισης της αποθήκης. Στο άρθρο που συνέταξαν ανέλυσαν αρχικά τη δομή της αποθήκης και τα βασικά ζητούμενα της επιχείρησης που την εκμεταλλευόταν.

Στο επόμενο στάδιο της μελέτης τους συνέταξαν έναν αλγόριθμο δημιουργίας λίστας επιλογών για τη διαλογή των παραγγελιών με βασικά ζητούμενα την εξισορρόπηση της εργασίας των διαλογέων και τη μείωση του χρόνου διαλογής για τις παραγγελίες. Το δεύτερο αποτέλεσμα της μελέτης τους ήταν ένα σύνολο στρατηγικών οι οποίες αποτελούν συνδυασμό των κλασικών στρατηγικών που εφαρμόζονται για τη διαλογή παραγγελιών και ήταν καταλληλότερες για το συγκεκριμένο είδος εμπορευμάτων. Στο τελικό στάδιο της μελέτης τους έλεγξαν μέσω προσομοίωσης την εφαρμογή του αλγορίθμου τους και τα αποτελέσματα της χρήσης του σε υπάρχουσα αποθήκη. Από τη συγκεκριμένη μελέτη, αξιοποιήθηκαν στα πλαίσια της εργασίας στοιχεία για την κατανόηση της διαδικασίας της διαλογής των παραγγελιών και για τα αποτελέσματα της συγκριτικής ανάλυσης των αποτελεσμάτων της.

Το τελευταίο χρονικά μοντέλο που εξετάστηκε στα πλαίσια της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας ήταν αυτό των Pyzaa, Jachimowska, Jacyna-Goldab και Lewczuka¹⁷. Οι συγκεκριμένοι συγγραφείς πρότειναν ένα μοντέλο που αφορούσε τον προσδιορισμό της απόδοσης του εξοπλισμού μίας εμπορευματικής αποθήκης για τη διακίνηση του εμπορευμάτων στον εσωτερικό χώρο της. Αφού αναφέρθηκαν στη σημασία της λειτουργίας των αποθηκών για την εφοδιαστική αλυσίδα γενικότερα,

τόνισαν τη σημασία του σωστού σχεδιασμού τους και ιδιαίτερα όσον αφορά τον εξοπλισμό εσωτερικής διακίνησης των προϊόντων. Στο επόμενο στάδιο της εργασίας τους παρουσίασαν ένα μαθηματικό μοντέλο με το οποίο ο σχεδιαστής θα είναι σε θέση να αξιολογήσει τις διάφορες επιλογές του ως προς τον εξοπλισμό εσωτερικής διακίνησης των εμπορευμάτων και την αποδοτικότητα τους για τις απαιτήσεις της αποθήκης που σχεδιάζει. Στα πλαίσια της μελέτης τους παρουσίασαν και τα αποτελέσματα της εφαρμογής του μοντέλου τους για μία πραγματική περίπτωση αποθήκης. Από το συγκεκριμένο επιστημονικό άρθρο, η παρούσα διπλωματική εργασία αξιοποίησε στοιχεία για το τμήμα του μοντέλου που αφορά το συγκεκριμένο εξοπλισμό.

2.3 Τεχνικά ζητήματα και προδιαγραφές αποθήκης

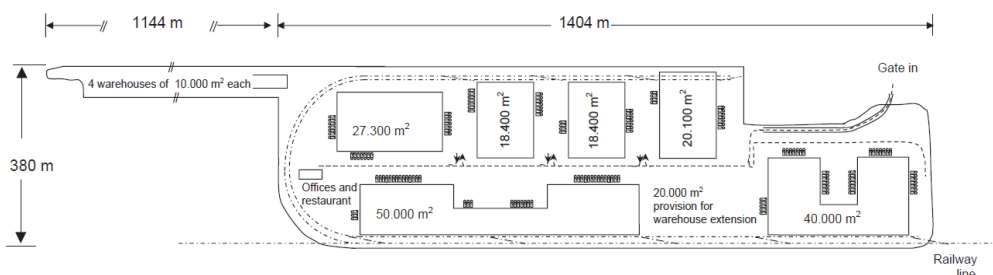
Το τελευταίο τμήμα της βιβλιογραφικής επισκόπησης αφορά τις τεχνικές προδιαγραφές της αποθήκης. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή μίας εμπορευματικής αποθήκης είναι ένα ζήτημα που απαιτεί πολλές τεχνικές λεπτομέρειες, από κατασκευαστικές λεπτομέρειες μέχρι προδιαγραφές και χαρακτηριστικά εξοπλισμού. Για το σκοπό αυτό το μεγαλύτερο τμήμα της βιβλιογραφίας που μελετήθηκε σχετίζεται με το συγκεκριμένο ζήτημα.

Η μελέτη του Σιφνιώτη [2] για τις εμπορευματικές αποθήκες αποτελεί την παλαιότερη χρονικά πηγή πληροφοριών που χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια της μελέτης της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας. Το πρώτο μέρος πληροφοριών που αξιοποιήθηκε στα πλαίσια της μελέτης του αντικείμενου των εμπορευματικών αποθηκών ήταν τα είδη του σχεδιασμού τους. Με βάση το συγγραφέα τα βασικά είδη σχεδιασμού μίας εμπορευματικής αποθήκης είναι τρία: ο στρατηγικός σχεδιασμός που αφορά αποφάσεις που θα επηρεάζουν τη λειτουργία της αποθήκης μεσοπρόθεσμα, ο τακτικός σχεδιασμός που αφορά τις αποφάσεις που θα επηρεάζουν τη λειτουργία της αποθήκης μεσοπρόθεσμα και το δυναμικό σχεδιασμό, του οποίου η επιρροή των αποφάσεων που σχετίζονται με αυτόν επηρεάζουν τη λειτουργία της αποθήκης βραχυπρόθεσμα.

Ένα βασικό τμήμα της μελέτης του συγγραφέα που εξετάστηκε και αξιοποιήθηκε για την εργασία αφορά το σχεδιασμό των εργασιών μίας εμπορευματικής αποθήκης. Ο συγγραφέας υποστήριξε πως οι βασικές διεργασίες σε μία τέτοιου είδους αποθήκη είναι οι διαδικασίες παραλαβής και εισαγωγής των προϊόντων στην αποθήκη, οι διαδικασίες που αφορούν την αποθήκευση των προϊόντων εντός της αποθήκης και οι εργασίες που αφορούν την αποστολή των παραγγελιών στους πελάτες της. Σημαντική ήταν η συνεισφορά του συγκεκριμένου βιβλίου και στην αναζήτηση στοιχείων για τα διάφορα συστήματα αποθήκευσης και τα χαρακτηριστικά τους. Το τελευταίο πεδίο αξιοποίησης της συγκεκριμένης μελέτης από την παρούσα εργασία, ήταν η σύνθεση ενός μοντέλου υπολογισμών ορισμένων στοιχείων κόστους για την κατασκευή μίας αποθήκης που παρουσίασε ο συγγραφέας, το οποίο είχε παρεμφερές αντικείμενο με το μοντέλο της παρούσας εργασίας.

Ο Μπαλλής¹⁸ περιέγραψε με αρκετά στοιχεία τις διάφορες κατηγορίες των εμπορευματικών αποθηκών, ανάλογα με τις συνθήκες αποθήκευσης των προϊόντων, το επίπεδο επεξεργασίας τους και το επίπεδο αυτοματοποίησης τους. Αρκετά στοιχεία

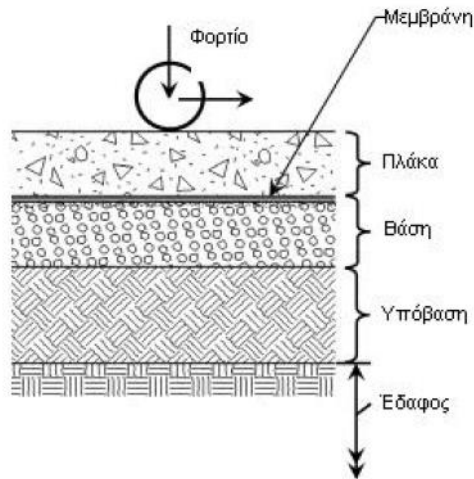
από αυτά αξιοποιήθηκαν για τη συγγραφή τμήματος του τεχνικού υπόβαθρου της παρούσας διπλωματικής. Στο ίδιο άρθρο, παρατίθενται και σημαντικές λεπτομέρειες για τη σύνδεση εμπορευματικής αποθήκης με το οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο. Αναλύονται οι απαιτήσεις που υπάρχουν για τη φορτοεκφόρτωση προϊόντων τόσο σε φορτηγά, όσο και σε σιδηρόδρομο. Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία επιχειρεί να δημιουργήσει ένα μοντέλο εκτίμησης κόστους για αποθήκες που εξυπηρετούν ακριβώς αυτό το είδος των εμπορευματικών μεταφορών (οδικές και σιδηροδρομικές), επομένως τα συγκεκριμένα στοιχεία ήταν ιδιαίτερα χρήσιμα στα πλαίσια της μελέτης που επιτελέστηκε.



Εικόνα 12 Προτεινόμενο σχέδιο εμπορευματικό κέντρο στο Θριάσιο (Πηγή: 18)

Οι εμπορευματικές αποθήκες διέπωνται από ένα ευρύ νομικό πλαίσιο, το οποίο αποτελείται από μεγάλο σύνολο νόμων, υπουργικών αποφάσεων και προεδρικών διαταγμάτων τα οποία καθορίζουν διάφορες λεπτομέρειες σχετικά με τη δημιουργία, τις τεχνικές λεπτομέρειες τους και τη λειτουργία τους, είτε ως ανεξάρτητη εγκατάσταση είτε ως μέρος ενός Κ.Α.Δ. (κέντρο αποθήκευσης και διανομής). Ο Μπαλλής¹⁹ παρέθεσε μία εκτεταμένη μελέτη σχετικά με τη νομοθεσία για την κατασκευή και την αδειοδότηση ενός εμπορευματικού κέντρου. Επίσης, ο Παπανικολάου²⁰ παρουσίασε το νομικό πλαίσιο που αφορά τα εμπορευματικά κέντρα και συγκεκριμένα την αδειοδότηση τους, τη λειτουργία τους, τις οχλήσεις και τα όρια τους, της χρήσης γης, την οδική σύνδεση εντός, την περιβαλλοντική τους κατάταξη και την παθητική πυροπροστασία. Εκτενής αναφορά για τη νομοθεσία που αφορά τις εμπορευματικές αποθήκες γίνεται στο σχετικό παράρτημα.

Οι αποθηκευτικές εγκαταστάσεις επίσης, λόγω της κίνησης μεγάλων φορτίων παρουσιάζουν αυξημένες μηχανικές απαιτήσεις όσον αφορά τα δάπεδα τους. Για το σκοπό αυτό, σε τέτοιου είδους εγκαταστάσεις κατασκευάζονται τα βιομηχανικά δάπεδα. Τα βιομηχανικά δάπεδα είναι αυτοεπιπεδούμενα δάπεδα από σκυρόδεμα τα οποία έχουν ανάλογα με την παραγγελία υψηλές μηχανικές ή χημικές αντοχές. Ο Θεοδωρίδης²¹, παρουσίασε ένα σύνολο από τεχνολογίες οι οποίες βρίσκουν εφαρμογή στα βιομηχανικά δάπεδα και συγκεκριμένα παρέθεσε χαρακτηριστικά για τα ρητινούχα βιομηχανικά δάπεδα υψηλών απαιτήσεων.



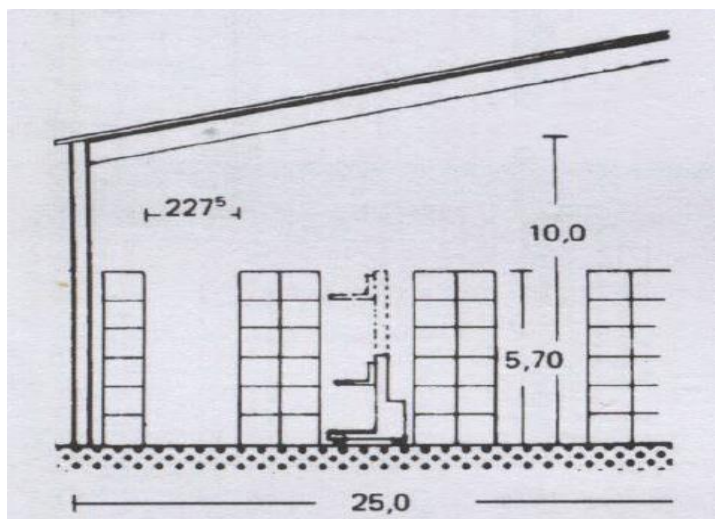
Εικόνα 13 Χαρακτηριστική τομή δαπέδου επί εδάφους
(Πηγή: 22)

Ο ΣΠΜΕ και συγκεκριμένα η επιτροπή τεχνολογίας σκυροδέματος του²², παρέθεσε στοιχεία της μελέτης της για τα δάπεδα από σκυροδέμα. Τα βιομηχανικά δάπεδα αποτελούν υποκατηγορία τω δαπέδων από σκυροδέμα. Παρουσίασαν μεταξύ άλλων την κατηγοριοποίηση των συγκεκριμένων δαπέδων, το κατάλληλο πάχος τους ανάλογα με τις απαιτήσεις που υπάρχουν για αυτό, τον κατάλληλο αριθμό στρώσεων και τον απαιτούμενο οπλισμό ανά περίπτωση για τον περιορισμό της ρηγμάτωσης. Από τις δύο αυτές μελέτες χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία και πληροφορίες για τη σύνταξη του τεχνικού υπόβαθρου της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας και συγκεκριμένα για το κομμάτι που αφορά το βιομηχανικό δάπεδο.

Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα στις εμπορευματικές αποθήκες είναι η διαρρύθμιση του αποθηκευτικού χώρου. Λόγω αυξημένου φόρτου εργασίας, οι περισσότερες εμπορευματικές αποθήκες επιλέγουν να διατηρούν ξεχωριστά τμήματα για τη διαλογή των παραγγελιών και για τη διατήρηση του βασικού αποθέματος. Μία μελέτη σχετικά με το συγκεκριμένο ζήτημα, ήταν αυτή των Gu, Goetschalckx και McGinnis²³. Οι συγκεκριμένοι συγγραφείς παρουσίασαν ένα μαθηματικό μοντέλο το οποίο καθορίζει, με βάση τα προϊόντα που εκτιμάται ότι θα αποθηκεύονται στην υπό σχεδιασμό αποθήκη (είδος, ποσότητες), τον απαιτούμενο χώρο για το τμήμα όπου θα επιτελούνται οι διαδικασίες της διαλογής των παραγγελιών. Επιπλέον καθορίζει και για κάθε κωδικό προϊόντος (SKU) πόσος χώρος απαιτείται ξεχωριστά. Βάση του μοντέλου τους αποτελεί ο αλγόριθμος branch-and-bound, ο οποίος αποτελεί ένα εργαλείο προγραμματισμού για ολοκληρωμένα συστήματα. Από τη συγκεκριμένη μελέτη έχουν αξιοποιηθεί μαθηματικές σχέσεις για τον προσδιορισμό της κατανομής του αποθηκευτικού χώρου σε αποθεματικό και διαλογής παραγγελιών, καθώς και θεωρητικά στοιχεία για το πότε συνίσταται να πραγματοποιείται αυτός ο διαχωρισμός.

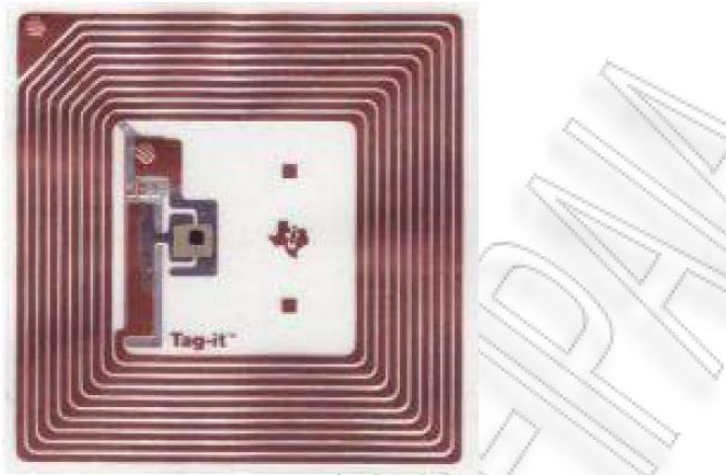
Ο Neufert²⁴ παρέθεσε αρκετά στοιχεία για τη χωροθέτηση και το σχεδιασμό του εσωτερικού χώρου μίας εμπορευματικής αποθήκης. Το πρώτο αντικείμενο του συγκεκριμένου βιβλίου σχετικά με τις εμπορευματικές αποθήκες ήταν οι προδιαγραφές για τις παλέτες και το ύψος που απαιτείται για την τοποθέτηση των διάφορων συστημάτων ραφιών ανάλογα με τα επίπεδα τους. Το επόμενο αντικείμενο της μελέτης του ήταν ο εξοπλισμός εσωτερικής διακίνησης και ο εξοπλισμός αποθήκευσης.

Παρουσίασε αναλυτικά τις λεπτομέρειες για την τοποθέτηση του συστήματος ραφιών, τις προδιαγραφές τους, τις χωρικές απαιτήσεις για την κίνηση των μηχανημάτων ανάμεσα σε αυτά και το ύψος ανύψωσης τους. Το τελευταίο τμήμα των προδιαγραφών που παρουσίασε αφορά τις απαιτήσεις πυροπροστασίας για μία εμπορευματική αποθήκη. Από το συγκεκριμένο βιβλίο αξιοποιήθηκαν αρκετά στοιχεία ως προς τις τεχνικές προδιαγραφές του εξοπλισμού των αποθηκών.



Εικόνα 14 Υψομετρική αξιοποίηση αποθήκης με ανυψωτικά μηχανήματα
(Πηγή: 24)

Ο Κανάκης²⁵ μελέτησε θέματα που αφορούν τα έξυπνα συστήματα που μπορούν να αξιοποιηθούν προς όφελος της λειτουργίας μίας εμπορευματικής αποθήκης. Ιδιαίτερα, το κομμάτι της εργασίας του που μελετήθηκε στα πλαίσια της συγκεκριμένης διπλωματικής είναι τα κεφάλαια 9 και 10. Στο κεφάλαιο 9 παραθέτει πληροφορίες σχετικά με τα συστήματα RFID (Radio Frequency Identification), τα οποία χρησιμοποιούνται ως μέσα αυτόματης αναγνώρισης αντικειμένων, ενώ στο κεφάλαιο 10 περιγράφει και αναλύει τις προϋποθέσεις χρήσης τους στις εμπορευματικές αποθήκες συσχετίζοντας τα με το σχεδιασμό της αποθήκης. Αναλύει τη συγκεκριμένη τεχνολογία, τα διαθέσιμα προϊόντα της, τα προβλήματα στη χρήση τους, τα πλεονεκτήματα της χρήσης τους και παρουσιάζει τρόπους χωροταξίας της αποθήκης ώστε η αξιοποίηση της συγκεκριμένης τεχνολογίας να είναι η μέγιστη δυνατή. Στα πλαίσια της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, οι πληροφορίες από τα κεφάλαια αυτά λήφθηκαν υπόψιν στην προσπάθεια ένταξης των «έξυπνων» πληροφοριακών συστημάτων στο μοντέλο κοστολόγησης της κατασκευής της αποθήκης.



Εικόνα 15 RFID (Πηγή: 25)

Η Εθνική Συνομοσπονδία Ελληνικού Εμπορίου²⁶ παρέθεσε στοιχεία που αποτέλεσαν αντικείμενο μελέτης για τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, στα πλαίσια της δημιουργίας του μοντέλου για τις εμπορευματικές αποθήκες. Αξιοποιήθηκε υλικό σχετικά με τις αποφάσεις για το σχεδιασμό της αποθήκης και συγκεκριμένα για την επιλογή του μεγέθους, της τοποθεσίας και της χωροταξικής οργάνωσης του αποθηκευτικού χώρου για τη δημιουργία του μοντέλου και τον καθορισμό της σειράς των αποφάσεων με την οποία πρέπει να λειτουργεί ο σχεδιαστής της αποθήκης. Αξιοποιήθηκε επίσης υλικό σε σχέση με τον εξοπλισμό της αποθήκης και τις βασικές διεργασίες εντός αυτής, ενώ χρησιμοποιήθηκαν και πληροφορίες για τα διάφορα πληροφοριακά συστήματα της αποθήκης και τις δυνατότητες αυτοματοποίησης της λειτουργίας της μέσω αυτών. Τα συγκεκριμένα στοιχεία χρησιμοποιήθηκαν για τη συγγραφή του τεχνικού υπόβαθρου της παρούσας διπλωματικής εργασίας, το οποίο περιέχει πληροφορίες τις οποίες μπορεί να αξιοποιήσει ο αναγνώστης για να εμβαθύνει και να κατανοήσει καλύτερα τα διάφορα ζητήματα των εμπορευματικών αποθηκών.

Ευρύ φάσμα τεχνικών προδιαγραφών και πληροφοριών σχετικά με τα διάφορα ζητήματα των εμπορευματικών αποθηκών αξιοποιήθηκαν από τη μελέτη των Bartholdi III και Hackman²⁷.

Το πρώτο αντικείμενο που εξετάστηκε από τη συγκεκριμένη μελέτη ήταν οι τύποι των εμπορευματικών αποθηκών. Στο επόμενο στάδιο αξιοποιήθηκαν στοιχεία από το κείμενο των συγγραφέων σχετικά με τις διεργασίες της αποθήκης, αλλά και τις επιλογές διαχείρισης της επιχείρησης που εκμεταλλεύεται την αποθήκη σχετικά με αυτές. Αρκετά από τα στοιχεία της μελέτης τους σε σχέση με τον εξοπλισμό της αποθήκης εξετάστηκαν στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής, τόσο ως προς τον εξοπλισμό αποθήκευσης όσο και ως προς τον εξοπλισμό διακίνησης. Το επόμενο τμήμα της μελέτης τους που αξιοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν αυτό του σχεδίου και της χωροθέτησης της αποθήκης. Για το συγκεκριμένο ζήτημα οι συγγραφείς παρουσίασαν αναλυτικά στοιχεία για τα διάφορα τμήματα της αποθήκης. Από τη συγκεκριμένη μελέτη επίσης, αξιοποιήθηκαν στοιχεία τόσο για την

αυτοματοποίηση στις εμπορευματικές αποθήκες, όσο και για τη μέθοδο του crossdocking.

Ο Ελμιράν²⁸ μελέτησε μία εμπορευματική αποθήκη από ηλεκτρομηχανολογική άποψη. Τα βασικά κεφάλαια της μελέτης του αφορούσαν τη μελέτη θεμελειακής γείωσης, τη μελέτη φωτισμού, τη μελέτη ασθενών ρευμάτων και τη μελέτη ισχυρών ρευμάτων. Η συγκεκριμένη εργασία αξιοποιήθηκε ώστε να ληφθούν υπόψη οι διάφορες παράμετροι που αφορούν την ηλεκτρομηχανολογική μελέτη μίας αποθήκης και τις απαιτήσεις που μπορεί να προκύψουν από το κτίριο για αυτές, ενώ έμφαση δόθηκε στη μελέτη φωτισμού της αποθήκης. Για τη μελέτη αυτή, ο Ελμιράν παρουσίασε μία λύση με χρήση του προγράμματος Dialux, που είναι και το πιο διαδεδομένο πρόγραμμα για τέτοιου είδους μελέτες στον ελληνικό χώρο.

Γραφεία - εργαστήρια	500 Lux
Αίθουσα ελέγχου	500 Lux
Χώροι εργασίας – συλλογής και μεταφοράς εμπορευμάτων	400 – 500 Lux
Γενικοί χώροι – χώροι υγιεινής και αποθήκες	100 - 150 Lux
Δρόμοι μικρής κυκλοφορίας	20 Lux

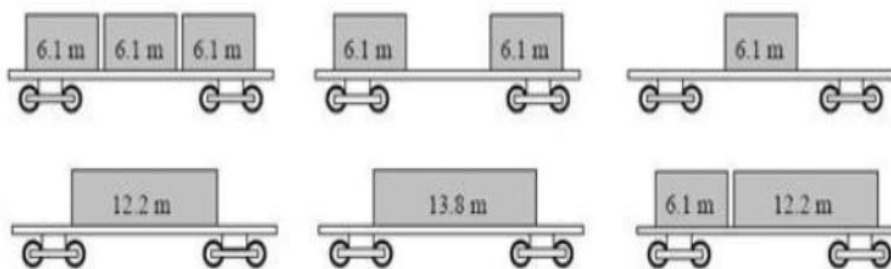
Εικόνα 16 Στάθμες φωτισμού (Πηγή: 28)

Ο Προκοπίου²⁹ παρουσίασε ένα μοντέλο για την αποτύπωση της χρήσης των κλαρκ, δηλαδή των μέσων διακίνησης προϊόντων, στο εσωτερικό μιας αποθήκης. Στα πλαίσια της εργασίας του, αφού ανέλυσε διάφορα στοιχεία για τον κλάδο των Logistics, παρέθεσε στοιχεία σχετικά με την αποθήκη της επιχείρησης Μαρινόπουλος Α.Ε. στα Σπάτα και την κίνηση των κλαρκ εντός αυτής. Οι βασικές ενέργειές του για τη δημιουργία του μοντέλου ήταν η χαρτογράφηση των διάφορων τμημάτων της αποθήκης, η μελέτη της κίνησης των κλαρκ εντός αυτής, η αξιοποίηση των στατιστικών δεδομένων της επιχείρησης στα οποία είχε πρόσβαση, η οριοθέτηση του χρόνου κινήσεως και των αποστάσεων που διένυσαν τα κλαρκ και η επεξεργασία συγκεκριμένων δεδομένων (κινήσεις κλαρκ, νεκροί χρόνοι κλαρκ, παλέτες ανά ώρα).

Εικόνα 17 Δεδομένα για την κίνηση των περνοφόρων μηχανημάτων (Πηγή: 29)

Στο τελευταίο τμήμα της εργασίας του αξιοποίησε τα συγκεκριμένα δεδομένα για να συντάξει μία πρόταση τροποποίησης της λειτουργίας της συγκεκριμένης αποθήκης με ενοποιημένη προσέγγιση για τις κινήσεις των κλαρκ από δυο περιοχές της. Από τη συγκεκριμένη εργασία, η παρούσα διπλωματική εργασία έχει αξιοποιήσει αρκετά δεδομένα για τις κινήσεις του εξοπλισμού εσωτερικής διακίνησης προϊόντων εντός εμπορευματικής αποθήκης.

Η Κώτση³⁰ ανέλυσε αρκετά ζητήματα που αφορούν τις σιδηροδρομικές μεταφορές των εμπορευμάτων, το οποίο αποτελεί ένα από τα αντικείμενα μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Στα πλαίσια της εργασίας της ανέλυσε το σύστημα των εμπορικών μεταφορών μέσω σιδηροδρόμων, προσδιόρισε τα βασικά στοιχεία που αφορούν τη φορτοεκφόρτωση των προϊόντων ανάλογα με την κατηγορία τους και μελέτησε τις διάφορες απαιτήσεις για τις σιδηροδρομικές γραμμές. Στο τελικό στάδιο της εργασίας της παρουσίασε ένα μεθοδολογικό πλαίσιο και την εφαρμογή αυτού για τα εμπορεύματα που μεταφέρονται με αυτόν τον τρόπο στην περιοχή της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης.



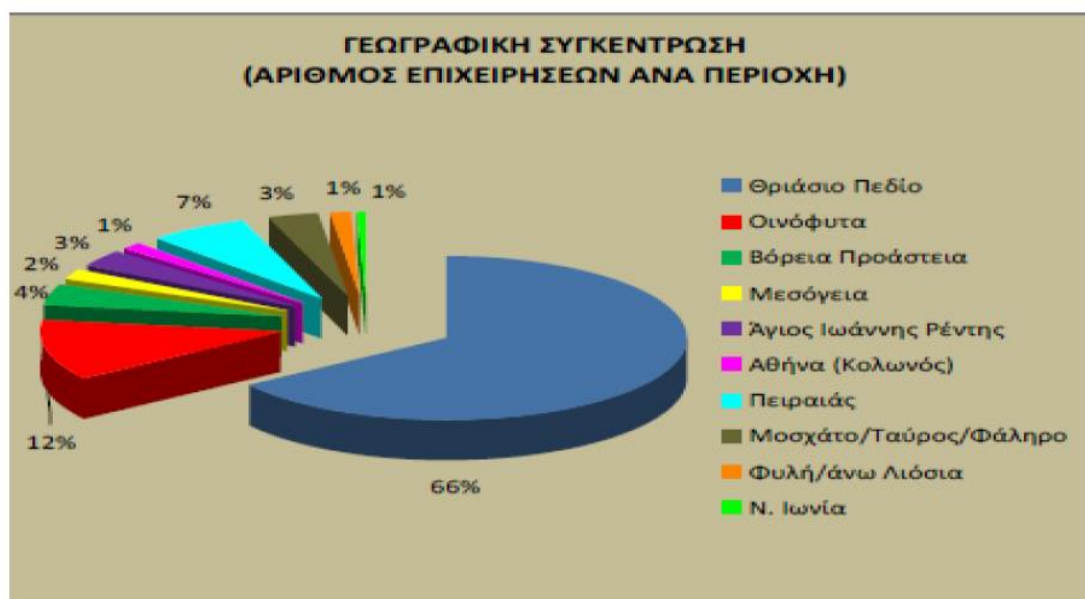
Εικόνα 18 Συνδυασμοί φόρτωσης βαγονιού (Πηγή: 30)

Από την εργασία της Κώτση αξιοποιήθηκαν αρκετά στοιχεία. Το πρώτο αντικείμενο της εργασίας της που μελετήθηκε και προσαρμόστηκε στα δεδομένα της παρούσας διπλωματικής ήταν η κατηγοριοποίηση των διάφορων εμπορευμάτων και των εμπορικών μεταφορών. Παρόλο που η συγκεκριμένη μελέτη αφορά μόνο τις σιδηροδρομικές γραμμές, η περιγραφή της για τα συγκεκριμένα ζητήματα ήταν γενικότερη. Σε επόμενο στάδιο της εργασίας της, περιέγραψε με λεπτομέρεια τις απαιτήσεις σε χώρο και εξοπλισμό για τη φορτοεκφόρτωση εμπορευμάτων από σιδηροδρομικό βαγόνι, αντικείμενο που σχετίζεται άμεσα τόσο με το τεχνικό υπόβαθρο της παρούσας διπλωματικής, όσο και με το μοντέλο της.

Ο βασικός στόχος του μοντέλου της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η εκτίμηση του κόστους κατασκευής μίας εμπορευματικής αποθήκης. Στα πλαίσια αυτού ερευνήθηκαν διάφορες εργασίες και μελέτες για την προσέγγιση των οικονομικών ζητημάτων μίας αποθήκης. Ο Σοχαρόπουλος³¹, μελέτησε την εφοδιαστική αλυσίδα εταιρείας παραγωγής ανθρακικού ασβεστίου στην περιοχή της Θεσσαλονίκης και ερεύνησε την ανάγκη δημιουργίας αποθήκης στην περιοχή της Νότιας Ελλάδας.

Παρουσίασε βιβλιογραφία που αφορούσε αντίστοιχα θέματα και τη μελέτη των στοιχείων της εταιρείας σε σχέση με το ζήτημα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Στη συνέχεια, υπολόγισε τα στοιχεία κόστους και προσέγγισε διάφορους παράγοντες που

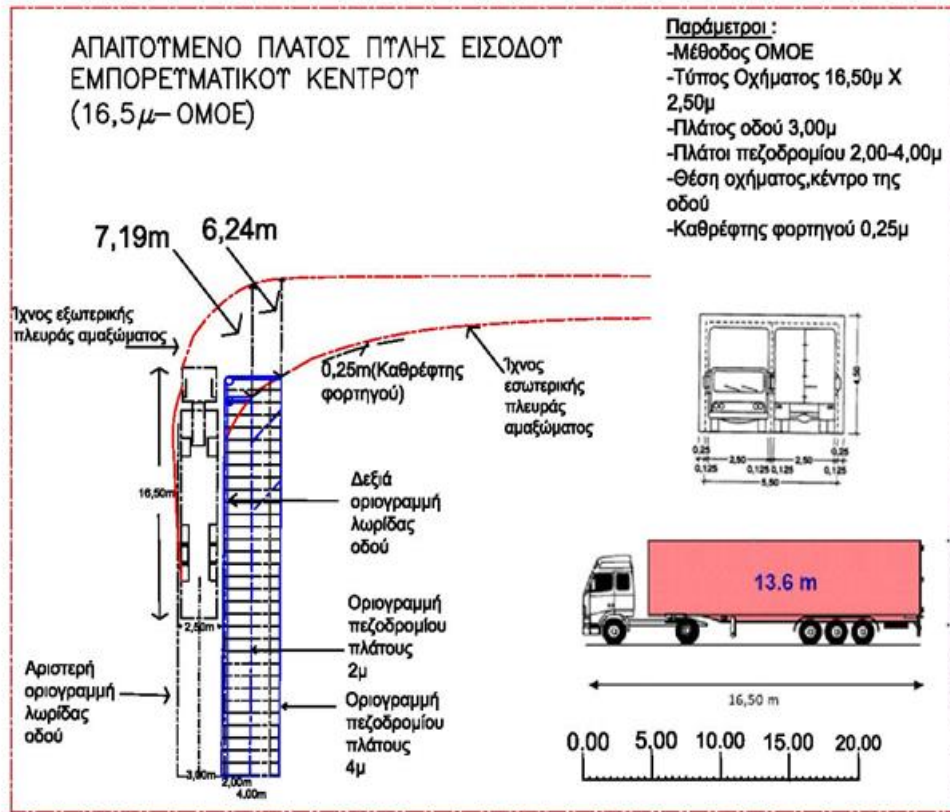
καθορίζουν την απόφαση για την δημιουργία μίας νέας αποθήκης, όπως η επιλογή της θέσης της, ο τρόπος και το κόστος μεταφοράς των εμπορευμάτων καθώς και το μέγεθος και η διαμόρφωση της αποθήκης.



Εικόνα 19 Γεωγραφική συγκέντρωση αποθηκών στην Αττική (Πηγή: 31)

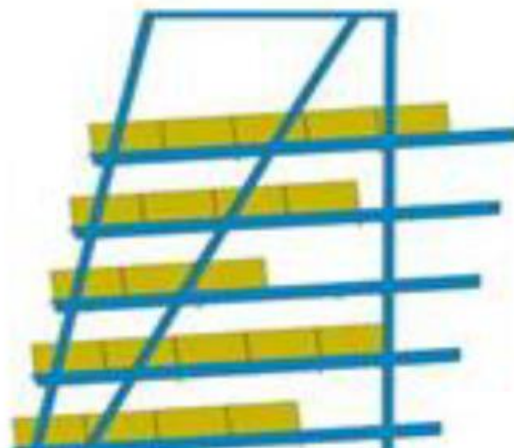
Στο τελευταίο στάδιο της μελέτης του υπολόγισε το συνολικό κόστος μεταφοράς των εμπορευμάτων στην αποθήκη και στους τελικούς πελάτες για ορισμένες διαφορετικές περιοχές καθώς και το κόστος ενοικίασης και αγοράς αυτής. Οι υπολογισμοί αυτοί έγιναν για διάστημα 5 χρόνων, μεταβάλλοντας τη ζήτηση και εξετάστηκε κατά πόσο μια τέτοια επένδυση θα ήταν κερδοφόρα για την εταιρεία. Από τη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκαν τόσο στοιχεία για το κόστος αγοράς και ενοικίασης αποθήκης σε συγκεκριμένες περιοχές της Αττικής, όσο και στοιχεία για τον καθορισμό του κόστους και του κατάλληλου μεγέθους για μία νέα εμπορευματική αποθήκη.

Ο Παπαδάκης ⁽³²⁾, μελέτησε το αντικείμενο του κυκλοφοριακού σχεδιασμού των εμπορευματικών κέντρων. Στα πλαίσια της μελέτης του, επιχείρησε να προσδιορίσει τα θέματα του σχεδιασμού των υποδομών για την κίνηση και τη στάθμευση των φορτηγών στο εσωτερικό των εμπορευματικών κέντρων και του σχεδιασμού των εισόδων και εξόδων των εμπορευματικών κέντρων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποίησε τόσο γραφικές μεθόδους, όσο και λογισμικό προσομοίωσης, μέσω των οποίων κατέληξε σε διάφορα αποτελέσματα σχετικά με τις προδιαγραφές των υποδομών στο εσωτερικό των εμπορευματικών κέντρων. Από τη συγκεκριμένη εργασία έχουν αξιοποιηθεί ορισμένα στοιχεία για τη συγγραφή του τεχνικού υπόβαθρου της παρούσας διπλωματικής και ειδικότερα τεχνικές λεπτομέρειες για το σχεδιασμό του περιβάλλοντα χώρου των εμπορευματικών αποθηκών.



Εικόνα 20 Πλάτος πύλης εισόδου για αρθρωτό φορτηγό (Πηγή: 32)

Οι Patil και Attar³³ παρουσίασαν ένα σύνολο στοιχείων σε σχέση με τα συστήματα αποθήκευσης και τα χαρακτηριστικά τους. Οι βασικές κατηγορίες ραφιών που περιέγραψαν ήταν τα ράφια ροής, τα ράφια διέλευσης, τα ράφια παλέτας και τα ηλεκτροκίνητα ράφια ως ευρύτερη κατηγορία. Στη συνέχεια παρουσίασαν ορισμένες μεθοδολογίες για την επιλογή του κατάλληλου συστήματος με βάση τις ανάγκες της αποθήκης. Από τη συγκεκριμένη μελέτη αξιοποιήθηκαν στοιχεία για τη δημιουργία του θεωρητικού υπόβαθρου της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

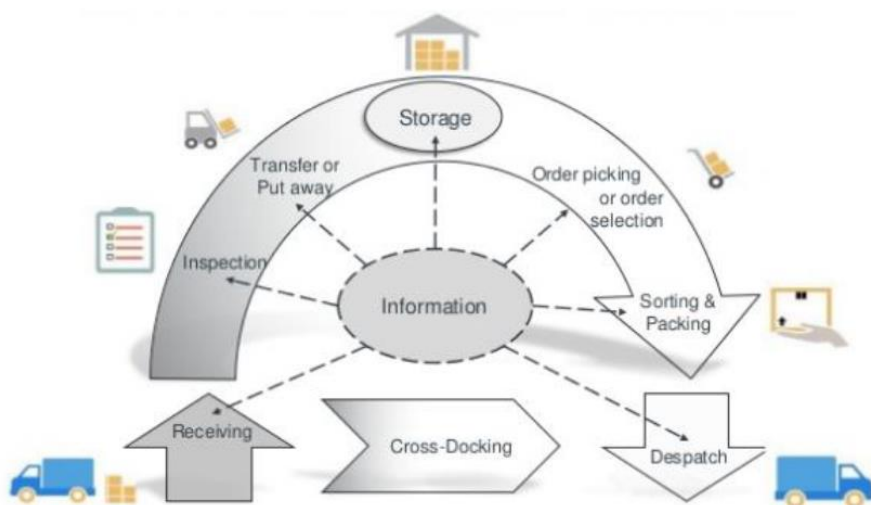


Εικόνα 21 Ράφια βαρύτητας (Πηγή: 33)

Ο Tim Bijl³⁴ παρουσίασε μία μελέτη σε σχέση με την εκτίμηση του κόστους μίας εμπορευματικής αποθήκης. Το βασικό αντικείμενο της εργασίας του ήταν η περιγραφή και η ανάλυση των διάφορων μεθόδων εκτίμησης κόστους και η προσαρμογή τους για τις εμπορευματικές αποθήκες. Η βασική διαφοροποίηση της συγκεκριμένης μελέτης με την παρούσα διπλωματική εργασία είναι πως το κόστος που εκτιμάται στις δυο περιπτώσεις αφορά διαφορετικά αντικείμενα. Η μελέτη του Bijl αφορά το κόστος της λειτουργίας μίας εμπορευματικής αποθήκης, ενώ το μοντέλο που εξάγεται από τη συγκεκριμένη εργασία αφορά το κόστος κατασκευής της αποθήκης. Ωστόσο τα στοιχεία που αξιοποιήθηκαν αφορούν κυρίως τη μεθοδολογική προσέγγιση του συγγραφέα, η οποία βρίσκει εφαρμογή και στις δυο περιπτώσεις.

Στο πρώτο στάδιο της μελέτης αυτής, ο συγγραφέας παρουσιάζει τις μεθόδους εύρεσης του μοναδιαίου κόστους των εργασιών της αποθήκης. Στο επόμενο στάδιο, περιγράφει τις διάφορες μεθόδους κοστολόγησης της συνολικής λειτουργίας της αποθήκης και τις μαθηματικές δομές της κάθε μίας από αυτές. Στο τελευταίο στάδιο της εργασίας του ο Bijl παρουσιάζει μία περίπτωση εφαρμογής τριών μεθόδων από αυτές που περιγράφει και αναλύει τα συγκριτικά τους αποτελέσματα καταλήγοντας σε διάφορα χρήσιμα συμπεράσματα. Από τα στοιχεία της συγκεκριμένης εργασίας χρησιμοποιήθηκαν ορισμένα που αφορούν τις μεθόδους κοστολόγησης, με έμφαση στη μεθοδολογία και όχι στο περιεχόμενο τους.

Η Λυμπεράκη³⁵ παρέθεσε μία εκτεταμένη μελέτη σχετικά με τις εμπορευματικές αποθήκες και διάφορα χαρακτηριστικά τους. Σκοπός της εργασίας της ήταν να παρουσιάσει μια θεωρητική επισκόπηση της αποθήκης σαν έννοια, αλλά και ως παράγοντα διαμόρφωσης στρατηγικού πλεονεκτήματος των σύγχρονων επιχειρηματικών μονάδων. Στα πλαίσια αυτού, σε πρώτο στάδιο παρουσίασε αναλυτικά τις βασικές συνιστώσες που σχετίζονται με το σχεδιασμό και την οργάνωση μίας αποθήκης. Επιχείρησε να εξηγήσει το ρόλο του πληροφοριακού συστήματος σε μία εμπορευματική αποθήκη, ενώ ένα από τα αντικείμενα της μελέτης της ήταν και ο στρατηγικός σχεδιασμός της εφοδιαστικής αλυσίδας και η ευελιξία αυτής. Στο τελευταίο στάδιο της εργασίας της μελέτησε την εφαρμογή των διάφορων τακτικών διαχείρισης αποθεμάτων και αυτοματοποίησης, στην εφοδιαστική αλυσίδα της Amazon.



Εικόνα 22 Σύνδεση διεργασιών αποθήκης μέσω ενιαίου πληροφοριακού συστήματος (Πηγή: 35)

Η παρούσα διπλωματική εργασία αξιοποίησε δεδομένα και στοιχεία που σχετίζονται με τις κατηγορίες των εμπορευματικών αποθηκών, τις διάφορες διαδικασίες που απαιτούνται για τη λειτουργία μίας εμπορευματικής αποθήκης, τα στοιχεία που καθορίζουν τη βέλτιστη επιλογή για τη θέση, το μέγεθος και τη χωροταξία της αποθήκης.

3. ΤΕΧΝΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Οι εμπορευματικές αποθήκες είναι μία εξειδικευμένη μορφή εγκαταστάσεων, οι οποίες χρησιμοποιούνται για να εξυπηρετήσουν τους σκοπούς των διάφορων επιχειρήσεων σχετικά με την απόδοση τους ως τμήματα μίας ευρύτερης εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι τεχνικές λεπτομέρειες οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού, της αξιολόγησης και της προσπάθειας για βελτίωση της απόδοσης τους είναι πολλές και διαφορετικού τύπου. Επομένως, για την ενασχόληση με τα εμπορευματικά κέντρα και τις αποθήκες τους, απαιτείται μεγάλη τεχνική πληροφόρηση και κατάρτιση.

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία επιχειρεί να προσεγγίσει τα θέματα του σχεδιασμού, της κατασκευής και της εκτίμησης του κατασκευαστικού κόστους μίας εμπορευματικής αποθήκης. Για το σκοπό αυτό, παρατίθεται ένα σύνολο πληροφοριών και τεχνικών προδιαγραφών που αφορά αυτού του είδους τις αποθήκες, τη λειτουργία τους και τις εγκαταστάσεις τους.

Στο πρώτο τμήμα του παρόντος υπόβαθρου παρατίθενται στοιχεία σχετικά με τις εμπορευματικές αποθήκες και τις διάφορες κατηγοριοποιήσεις τους. Το δεύτερο τμήμα του υπόβαθρου αφορά στις βασικές λειτουργίες μίας εμπορευματικής αποθήκης, τα βασικά χαρακτηριστικά τους και την αλληλεπίδραση τους. Στο επόμενο μέρος παρουσιάζονται στοιχεία που αφορούν το διαχωρισμό των εμπορευμάτων σε κατηγορίες με βάση τον τρόπο συσκευασίας και αποθήκευσης τους. Στο τελευταίο στάδιο, παρατίθενται πληροφορίες και τεχνικές προδιαγραφές για τον απαιτούμενο εξοπλισμό σε μία εμπορευματική αποθήκη, καθώς και η επιρροή των χαρακτηριστικών του στη λειτουργία και τα διάφορα κόστη της εμπορευματικής αποθήκης.

3.1 Κατηγορίες εμπορευματικών αποθηκών

Οι αποθήκες που αποτελούν τμήμα της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορούν να ποικίλλουν σημαντικά ως προς τα εμπορεύματα που αποθηκεύουν, τον τρόπο λειτουργίας και τους στόχους τους. Κατά το σχεδιασμό μίας αποθήκης, είναι θετικό να γνωρίζει ο υπεύθυνος για το σχεδιασμό της αποθήκης το σκοπό για τον οποίο κατασκευάζεται, ή τουλάχιστον να έχει μία γενική ιδέα ώστε να μπορέσει να θέσει κάποιες βασικές αρχές. Κάθε διαφορετικό είδος αποθήκης διαθέτει και διαφορετική δομή και απαιτεί διαφορετικές υποδομές, γι αυτό όσο περισσότερες είναι οι γνώσεις για τη χρήση για την οποία προορίζεται ο αποθηκευτικός χώρος, τόσο περισσότερες είναι και οι πιθανότητες ο σχεδιασμός να είναι πετυχημένος. Ορισμένες ενδεικτικές μορφές διάκρισης των εμπορευματικών αποθηκών είναι οι εξής:

Με βάση το επίπεδο επεξεργασίας των εμπορευμάτων εντός της αποθήκης

Με βάση το επίπεδο επεξεργασίας των εμπορευμάτων διακρίνονται σε αποθήκες παραγωγής προϊόντων ή εμπορευματικές αποθήκες. Η πρώτη περίπτωση αναφέρεται σε αποθήκες οι οποίες εισάγουν πρωτογενή προϊόντα στις εγκαταστάσεις τους, τα επεξεργάζονται με τον ειδικό εξοπλισμό που διαθέτουν και εξάγουν τα επεξεργασμένα πλέον εμπορεύματα στην τελική τους μορφή. Στη δεύτερη κατηγορία εντάσσονται αποθήκες οι οποίες παραλαμβάνουν τα προϊόντα σε συγκεκριμένη μορφή και τα μεταβιβάζουν στις διάφορες παραγγελία με την ίδια αυτή μορφή. Οι μόνες επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν στις εμπορευματικές αποθήκες αφορούν τη συσκευασία των

προϊόντων. Στη συγκεκριμένη εργασία, το αντικείμενο της μελέτης είναι οι εμπορευματικές αποθήκες.

Με βάση τις συνθήκες αποθήκευσης των εμπορευμάτων εντός της αποθήκης

Μία διαφορετική διάκριση μπορεί να γίνει με βάση τις συνθήκες αποθήκευσης των προϊόντων. Στις εμπορευματικές αποθήκες είναι πιθανό να χρειάζεται να διατηρηθούν προϊόντα σε συγκεκριμένες ειδικές συνθήκες. Όλες οι αποθήκες οφείλουν να προστατεύσουν τα εμπορεύματα τους από τις φυσικές συνθήκες (έκθεση σε ηλιακή ακτινοβολία, ψύχος, ζέση κτλ), απλά υπάρχουν περιπτώσεις προϊόντων που απαιτούν ακόμα πιο εξειδικευμένη μεταχείριση. Για το σκοπό αυτό, υπάρχουν εμπορευματικές αποθήκες που καθορίζουν με ειδικό εξοπλισμό τη θερμοκρασία τους ώστε να είναι θερμαινόμενες. Άλλες αποθήκες χρησιμοποιούν αφυγραντήρες και άλλο σχετικό εξοπλισμό ώστε να διατηρούν τα προϊόντα τους σε συγκεκριμένες συνθήκες υγρασίας. Επίσης, υπάρχουν αποθήκες που διαθέτουν ψυκτικούς θαλάμους συντήρησης, κατάψυξης και βαθείας κατάψυξης για τη συντήρηση προϊόντων, ή ακόμα και αποθήκες που βρίσκονται εξ' ολοκλήρου σε συνθήκες ψύξης. Η διάκριση επομένως που προκύπτει είναι σε συμβατικές αποθήκες και αποθήκες ευπαθών προϊόντων.

Με βάση το επίπεδο αυτοματοποίησης των διαδικασιών της αποθήκης

Ένα άλλο ζήτημα που αποτελεί κριτήριο διάκρισης των εμπορευματικών αποθηκών είναι ο βαθμός αυτοματοποίησης των εργασιών τους. Στη σύγχρονη εποχή, η τεχνολογία έχει εξελιχθεί σε μεγάλο βαθμό και έχει ενταχθεί πολύ περισσότερο σε κάθε μορφή εργασίας. Οι εμπορευματικές αποθήκες δεν αποτελούν εξαίρεση. Ενδιαφέρουσες τεχνολογίες όπως αυτοματοποιημένα πληροφοριακά συστήματα, ρομπότ που εκτελούν μεταφορικές και φορτωτικές/εκφορτωτικές εργασίες, καρουζέλ οριζόντια και κατακόρυφα και άλλες μορφές αποτελούν πλέον διαδεδομένα εργαλεία των εμπορευματικών αποθηκών που προσφέρουν αυτοματοποίηση στις εργασίες τους. Επομένως, με βάση το βαθμό αυτοματοποίησης τους, οι εμπορευματικές αποθήκες μπορούν να διακριθούν σε συμβατικές (με πλήρη έλλειψη αυτοματοποίησης στις εργασίες τους), μερικώς αυτοματοποιημένες (με αυτοματοποίηση σε ορισμένες εργασίες τους) και πλήρως αυτοματοποιημένες.

Με βάση το είδος των επιχειρήσεων που τις εκμεταλλεύονται

Μία διαφορετική διάκριση που υφίσταται για τις εμπορευματικές αποθήκες αφορά το είδος των επιχειρήσεων που τις εκμεταλλεύονται και το είδος της πελατείας τους. Με βάση αυτήν τη διάκριση οι αποθήκες μπορούν να διακριθούν σε κέντρα διανομής για καταστήματα λιανικής, κέντρα διανομής ανταλλακτικών, κέντρα διανομής ηλεκτρονικού εμπορίου και αποθήκες 3PL.

Τα κέντρα διανομής καταστημάτων λιανικής προμηθεύουν καταστήματα που εμπορεύονται προϊόντα λιανικής. Οι παραγγελίες τους αποτελούνται από πολλούς διαφορετικούς κωδικούς προϊόντων, ενώ συνήθως είναι γνωστές τουλάχιστον μία μέρα ωρίτερα.

Τα κέντρα διανομής ανταλλακτικών, αποθηκεύουν στις εγκαταστάσεις τους πολύ μεγάλο αριθμό κωδικών προϊόντων των οποίων η εκτίμηση της ζήτησης τους είναι εξαιρετικά δύσκολη. Για το λόγο αυτό διατηρούν στις εγκαταστάσεις τους μεγάλα

αποθέματα και επομένως απαιτούν αρκετά μεγάλους χώρους, καθώς οι παραγγελίες που τους γίνονται είναι πολλές φορές επείγουσες. Η διαδικασία της διαλογής των παραγγελιών σε τέτοιου είδους κέντρα παρουσιάζει αυξημένο βαθμό δυσκολίας.

Το ηλεκτρονικό εμπόριο βρίσκεται σε συνεχή ανοδική πορεία τα τελευταία χρόνια και γι αυτόν το λόγο η ανάγκη για κέντρα διανομής παραγγελιών αυτού του είδους είναι αυξημένη. Τα συγκεκριμένα κέντρα καλούνται να ανταποκριθούν σε μεγάλο πλήθος παραγγελιών μικρού αριθμού κωδικών. Η διαλογή των προϊόντων που εφαρμόζεται στα συγκεκριμένα κέντρα είναι διαλογή ανά τεμάχιο και γι αυτό απαιτείται σωστή οργάνωση και αυτοματοποίηση στις διάφορες διαδικασίες τους, ώστε η απόκριση στις παραγγελίες να είναι άμεση και σωστή.

Η τελευταία κατηγορία αφορά τις αποθήκες 3PL (3rd Party Logistics). Οι συγκεκριμένες αποθήκες αφορούν τη λειτουργία επιχειρήσεων οι οποίες προσφέρουν εμπορευματικές και αποθηκευτικές υπηρεσίες σε τρίτους. Οι επιχειρήσεις που προσφέρουν τέτοιου είδους υπηρεσίες, αξιοποιούν τις αποθηκευτικές εγκαταστάσεις τους για τους την εξυπηρέτηση άλλων επιχειρήσεων. Χαρακτηριστικό των συγκεκριμένων αποθηκών είναι πως καλούνται να ανταποκριθούν σε αποθήκευση προϊόντων από πολλούς πελάτες, επομένως απαιτείται να διαθέτουν μεγάλο μέγεθος και ευέλικτη δομή.

3.2 Βασικές λειτουργίες εμπορευματικών αποθηκών

Ένα πολύ βασικό ζήτημα που αφορά τις εμπορευματικές αποθήκες και ο υπεύθυνος για το σχεδιασμό τους οφείλει να λαμβάνει υπόψιν, είναι το σύνολο των διεργασιών που εκτελούνται στα πλαίσια της λειτουργίας της αποθήκης. Οι διάφορες αυτές διεργασίες αποτελούν τα επιμέρους τμήματα της λειτουργίας τους τα οποία επηρεάζουν, άλλα σε μικρότερο και άλλα σε μεγαλύτερο βαθμό, την απόδοση της αποθήκης. Οι διεργασίες αυτές παρουσιάζουν μεγάλη αλληλεξάρτηση και σχεδιαστής οφείλει να κάνει τις επιλογές και τις εκτιμήσεις του για όλες σε ένα ενιαίο πλαίσιο.



Εικόνα 23 Λειτουργίες εμπορευματικής αποθήκης

Σε κάθε εμπορευματική αποθήκη υπάρχουν κάποιες βασικές διεργασίες, οι οποίες είναι κοινές και εκτελούνται από όλες. Υπάρχει επίσης και ένα σύνολο αποδευτερεύουσες διεργασίες, οι οποίες σε ορισμένες αποθήκες εκτελούνται και σε άλλες δεν εκτελούνται.

Οι βασικές διεργασίες είναι τέσσερις και εφαρμόζονται σε όλες τις εμπορευματικές αποθήκες: **παραλαβή προϊόντων, αποθήκευση προϊόντων, διαλογή προϊόντων για τις παραγγελίες, αποστολή παραγγελιών.**

Παραλαβή προϊόντων

Η παραλαβή προϊόντων είναι η πρώτη διαδικασία που εκτελείται σε όλες τις εμπορευματικές αποθήκες και αφορά τη λήψη των προϊόντων από τα φορτηγά και την εισαγωγή τους στο χώρο της αποθήκης. Η πρώτη ενέργεια που εκτελείται στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας είναι η κοινοποίηση της άφιξης των προϊόντων. Ακολουθεί η εκφόρτωση των προϊόντων και μία σειρά από διαδικασίες όπως η καταμέτρηση των προϊόντων, η ταυτοποίηση τους και ο ποιοτικός έλεγχος τους. Αφού διαπιστωθεί πως τα προϊόντα είναι σύμφωνα με την παραγγελία που είχε γίνει, γίνεται η αποδοχή των εμπορευμάτων, εκδίδεται η σχετική απόδειξη, σημειώνεται πιθανόν το προϊόν με κάποιο γραμμικό κώδικα (barcode) και καταχωρείται στο σύστημα πληροφοριών. Στη διαδικασία της παραλαβής των προϊόντων αποδίδεται περίπου το 10% του λειτουργικού κόστους της αποθήκης.

Αποθήκευση προϊόντων

Η αμέσως επόμενη διεργασία που εκτελείται είναι η αποθήκευση των προϊόντων. Τα προϊόντα πρέπει να τοποθετηθούν στους προβλεπόμενους χώρους αποθήκευσης πριν τη διαλογή των παραγγελιών. Σε πολλές περιπτώσεις είναι απαραίτητο να διαχωριστούν τα προϊόντα που αποθηκεύονται με σκοπό τη δημιουργία αποθέματος, από τα προϊόντα που αποθηκεύονται με σκοπό την άμεση διαλογή τους. Η διαδικασία αυτή αποτελείται από τη μεταφορά των προϊόντων στο χώρο αποθήκευσης, την ταυτοποίηση τους, την τοποθέτηση των προϊόντων είτε στις προβλεπόμενες θέσεις τους, είτε στους αντίστοιχους αποθηκευτικούς κάδους, ή την τοποθέτηση των παλετών στις προβλεπόμενες θέσεις τους και τον έλεγχο της όλης διαδικασίας. Με αυτόν τον τρόπο είναι ανά πάσα στιγμή γνωστό για κάθε κωδικό προϊόντος το πόσες μονάδες του βρίσκονται στην αποθήκη και σε ποιες θέσεις είναι τοποθετημένες. Οι θέσεις αυτές μπορεί να καθοριστούν με τις παρακάτω μεθόδους:

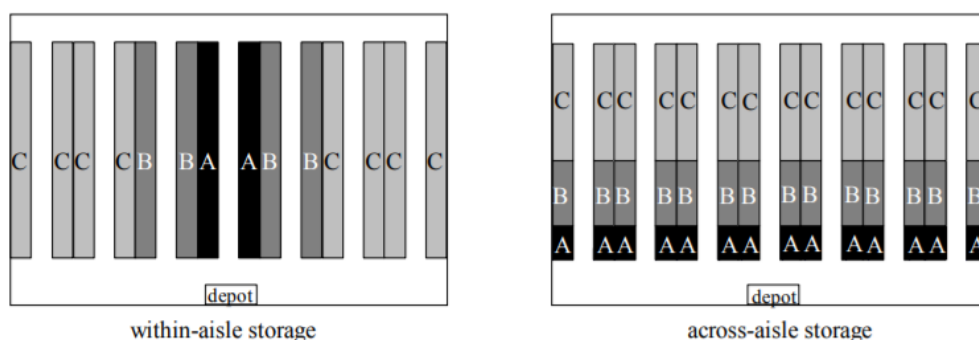
Μέθοδος τυχαία αποθήκευσης. Η επιλογή της θέσης αποθήκευσης για κάθε προϊόν γίνεται τυχαία μεταξύ όλων των διαθέσιμων θέσεων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του χώρου ενώ παράλληλα αυξάνεται η μετακίνηση εντός της αποθήκης. Μπορεί να λειτουργήσει μόνο σε αποθήκες με πληροφοριακό σύστημα.

Μέθοδος πιο κοντινής διαθέσιμης θέσης αποθήκευσης. Ο υπάλληλος της αποθήκης που εκτελεί την αποθήκευση των προϊόντων, τοποθετεί κάθε προϊόν στην πρώτη κενή θέση αποθήκευσης που θα διακρίνει. Επιπρόσθετα απαιτείται κατάλληλο πληροφοριακό σύστημα για να λειτουργήσει η συγκεκριμένη μέθοδος.

Μέθοδος δεσμευμένης θέσης. Σύμφωνα με αυτήν την μέθοδο, κάθε προϊόν αποθηκεύεται σε μία προκαθορισμένη θέση. Το βασικό πλεονέκτημα που προσφέρει η συγκεκριμένη μέθοδος είναι ότι οι υπάλληλοι της αποθήκης εξοικειώνονται περισσότερο με τις θέσεις των προϊόντων και είναι σε θέση να εκτελούν τις διεργασίες της αποθήκης γρηγορότερα. Ένα συχνό πρόβλημα που παρουσιάζεται σε αυτές τις περιπτώσεις είναι ότι η κάθε θέση μπορεί να φαίνεται δεσμευμένη στο σύστημα ακόμα και όταν το απόθεμα του προϊόντος είναι μηδενικό. Απαιτείται σημαντική οργάνωση, καθώς για κάθε προϊόν πρέπει να δεσμευτεί τόσος χώρος, ώστε να μπορεί να αποθηκευτεί σε αυτόν η μέγιστη ποσότητα αποθέματος. Η μέθοδος αυτή βρίσκει μεγάλη εφαρμογή σε περιπτώσεις αποθηκών με μεγάλη ποικιλία προϊόντων με σημαντικές διαφορές στα χαρακτηριστικά τους.

Μέθοδος ανάλυσης ABC. Με βάση τη συγκεκριμένη μέθοδο, τα προϊόντα εντάσσονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την ταχύτητα που μπορεί να κινηθούν. Με βάση τη συγκεκριμένη ανάλυση, τα ταχικίνητα προϊόντα αποτελούν το 20% του αποθέματος ως προς το χώρο που καταλαμβάνουν αλλά δημιουργούν το 80% του κέρδους της επιχείρησης που εκμεταλλεύεται την αποθήκη και εντάσσονται στην κατηγορία Α. Τα βραδυκίνητα προϊόντα αποτελούν το 70% του αποθέματος ως προς το χώρο που καταλαμβάνουν αλλά δημιουργούν μόλις το 15% του συνολικού κέρδους της επιχείρησης και εντάσσονται στην κατηγορία Β. Τα υπόλοιπα προϊόντα ενδιάμεσης ταχύτητας κίνησης εντάσσονται στην κατηγορία Γ. Με βάση τη συγκεκριμένη μεθοδολογία, τα προϊόντα της κατηγορίας Α τοποθετούνται στα ράφια που βρίσκονται πλησιέστερα στο σημείο αποστολής των παραγγελιών, τα προϊόντα της κατηγορίας Β στα αμέσως πιο απομακρυσμένα και στα τελευταία και πιο απομακρυσμένα ράφια

τοποθετούνται τα προϊόντα της κατηγορίας C. Παραδείγματα αποθήκευσης με τη συγκεκριμένη μέθοδο, φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 24 Αποθήκευση προϊόντων με βάση την ανάλυση ABC (Πηγή: 8)

Διαλογή παραγγελιών

Η επόμενη βασική διεργασία των εμπορευματικών αποθηκών είναι η διαλογή των προϊόντων για τις παραγγελίες η οποία αποτελεί μία πολύ σημαντική διεργασία των εμπορευματικών αποθηκών, αν όχι τη σημαντικότερη. Οι δύο βασικότεροι λόγοι που καθιστούν τη συγκεκριμένη διεργασία τόσο σημαντική είναι ότι αφενός σχετίζεται με τις εξερχόμενες συναλλαγές της αποθήκης, που αποτελούν το μεγαλύτερο τμήμα του προϋπολογισμού της, αφετέρου διότι επηρεάζει άμεσα το επίπεδο εξυπηρέτησης των πελατών της. Κατά τη διαδικασία αυτή οι διαλογείς των παραγγελιών κινούνται στους αποθηκευτικούς χώρους της αποθήκης και συλλέγουν τα κατάλληλα για την παραγγελία τους προϊόντα, με βάση τη μέθοδο διαλογής που εφαρμόζεται στη συγκεκριμένη αποθήκη³⁶.



Εικόνα 25 Διαλογή παραγγελιών (Πηγή: 36)

Οι μέθοδοι διαλογής παραγγελιών ποικίλλουν και εφαρμόζονται διαφορετικά ανάλογα με το ποια από τις παρακάτω βασικές τακτικές εφαρμόζεται: 1) η διαλογή ανά τεμάχιο (piece picking), 2) η διαλογή ανά περίπτωση (case picking) και 3) η διαλογή ανά πλήρη παλέτα (full-pallet picking). Η επιλογή της βέλτιστης τακτικής και της βέλτιστης μεθόδου για τη λειτουργία μίας αποθήκης καθορίζεται από πολλούς παράγοντες. Τα χαρακτηριστικά των προϊόντων, ο συνολικός αριθμός των συναλλαγών, ο συνολικός

αριθμός των παραγγελιών, ο αριθμός των διαλογών ανά παραγγελία, η ποσότητα ανά διαλογή, οι διαλογές ανά SKU, ο συνολικός αριθμός των SKUs, διαδικασίες επιπρόσθετης αξίας όπως ιδιωτική επισήμανση παραγγελιών αλλά και το κατά πόσο είναι σε θέση η αποθήκη να επιλέξει κάποια συγκεκριμένη τακτική μέθοδο διαλογής (αν για παράδειγμα μπορεί να αγοράσει τον αντίστοιχο εξοπλισμό) είναι οι κυριότεροι από αυτούς. Σε πολλές περιπτώσεις μάλιστα προτιμάται συνδυασμός μεθόδων διαλογής για τη διαχείριση των διάφορων προϊόντων της αποθήκης.

Οι κύριοι στόχοι της επιλογής της μεθόδου/ων για τη διαλογή των παραγγελιών σε μία αποθήκη αφορούν την αύξηση της παραγωγικότητας της αποθήκης ως προς τη διαλογή, τη μείωση του απαιτούμενου χρόνου για έναν κύκλο διαλογής και την αύξηση της ακρίβειας της διαλογής. Σε αρκετές περιπτώσεις οι στόχοι μπορεί να είναι αλληλοσυγκρουόμενοι, δηλαδή για παράδειγμα η αύξηση της παραγωγικότητας της αποθήκης μπορεί να συνεπάγεται μείωση της ακρίβειας στη διαλογή παραγγελιών και σε αυτό το σημείο καλείται η διοίκηση της αποθήκης να θέσει προτεραιότητες και να λάβει αποφάσεις. Ας εξετάσουμε όμως ξεχωριστά την επίδραση των διάφορων τακτικών διαλογής σε κάθε έναν από τους κύριους αυτούς στόχους³⁷.

- **Παραγωγικότητα.** Η παραγωγικότητα στη διαλογή παραγγελιών καθίσταται μετρήσιμη μέσω του ρυθμού διαλογής. Ο ρυθμός διαλογής για τις μεθόδους τακτικής διαλογής ανά τεμάχιο μετριέται σε αντικείμενα που συλλέχθηκαν ανά ώρα, για τις μεθόδους κατηγορίας διαλογής ανά περίπτωση μετριέται σε περιπτώσεις που εκτελέστηκαν ανά ώρα ή σε αντικείμενα που συλλέχθηκαν ανά ώρα. Για τις μεθόδους κατηγορίας διαλογής ανά πλήρη παλέτα, ο καλύτερος τρόπος μέτρησης είναι οι ολοκληρωμένες παλέτες ανά ώρα. Δεδομένου ότι ο πραγματικός χρόνος που χρειάζεται για να ληφθεί ένα προϊόν από τη θέση του είναι συνήθως σταθερός ανεξάρτητα από τη μέθοδο διαλογής που έχει επιλεγεί, για να ωφεληθεί η παραγωγικότητα πρέπει να μειωθεί ο συνολικός χρόνος συλλογής των προϊόντων μέσω κατάλληλα συνδυασμένων μετακινήσεων εντός της αποθήκης.
- **Χρόνος κύκλου.** Ο χρόνος κύκλου είναι ο συνολικός χρόνος που απαιτείται από τη λήψη της παραγγελίας μέχρι να φτάσει ολοκληρωμένη στην αποβάθρα αποστολής. Τα τελευταία χρόνια, λόγω της απαίτησης των πελατών για παράδοση παραγγελιών εντός της ημέρας έχει δοθεί έμφαση στη μείωση του κύκλου ζωής από ημέρες σε ώρες ή ακόμα και λεπτά. Για τη μείωση του χρόνου κύκλου των παραγγελιών μίας αποθήκης απαιτούνται βελτίωση του χρόνου ροής των πληροφοριών της παραγγελίας εντός της αποθήκης και χρήση μεθόδων που επιτρέπουν την ταυτόχρονη επιλογή διαφορετικών προϊόντων για την ίδια παραγγελία.
- **Ακρίβεια.** Η ακρίβεια στη διαλογή των παραγγελιών είναι πάντα ένας βασικός στόχος για τη διαχείριση της λειτουργίας της αποθήκης. Κάθε απόφαση που λαμβάνεται κατά τη σύσταση μίας αποθήκης θα επηρεάζει την ακρίβεια της, από το σχήμα της αρίθμησης των προϊόντων, μέχρι το σχέδιο των ετικετών των προϊόντων, τη συσκευασία των προϊόντων, το σχέδιο για τα έγγραφα διαλογής, το σύστημα αρίθμησης των θέσεων, τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο διαλογής. Οι τεχνολογίες που μπορούν να υποστηρίξουν την αύξηση της ακρίβειας της διαλογής είναι τα

συστήματα pick-to-light, οι κλίμακες μέτρησης και οι σαρωτές γραμμωτού κώδικα (barcode). Πρέπει πάντως να τονιστεί πως για την επίτευξη υψηλών επιπέδων ακρίβειας απαιτείται επιπλέον ειδική εκπαίδευση του προσωπικού, διαρκής παρακολούθηση της ακρίβειας και λογοδοσία από τα αρμόδια στελέχη.

Όσον αφορά την κάθε τακτική διαλογής παραγγελιών και την επιρροή της σε κάθε μέθοδο διαλογής, τονίζονται τα εξής.



Εικόνα 26 Οι τακτικές διαλογής παραγγελιών σε μία αποθήκη και οι μέθοδοι τους

Διαλογή ανά τεμάχιο (Piece picking)

Μέθοδοι διαλογής ανά τεμάχιο

Η διαλογή ανά τεμάχιο (piece picking ή broken case picking ή pick/pack operations) περιγράφει συστήματα στα όποια τα αντικείμενα συλλέγονται μεμονωμένα. Οι λειτουργίες αυτών των μεθόδων περιλαμβάνουν συνήθως μία μεγάλη βάση από SKU για χιλιάδες ή δεκάδες χιλιάδες αντικείμενα, μικρές ποσότητες ανά διαλογή και μικρούς χρόνους κύκλου διαλογής. Παραδείγματα εταιρειών οι οποίες εφαρμόζουν τέτοιες μεθόδους είναι οι εταιρείες με ηλεκτρονικό κατάλογο παραγγελιών και οι εταιρείες που διακινούν ανταλλακτικά επισκευών. Οι βασικές μέθοδοι διαλογής με την εφαρμογή της συγκεκριμένης τακτικής λειτουργούν ως εξής:

- *Βασική διαλογή παραγγελιών (Basic order picking)*. Στην πιο βασική μέθοδο διαλογής, το απόθεμα αποθηκεύεται σε σταθερές θέσεις σε στατικά ράφια ή συρτάρια παλετών. Αυτός που εκτελεί τη διαλογή των παραγγελιών

(εργαζόμενος ή μηχάνημα) επιλέγει προϊόντα για μία παραγγελία κάθε φορά ακολουθώντας μία πορεία ανάμεσα στους διαδρόμους, σε άλλους προς τη μία κατεύθυνση και σε άλλους προς την αντίθετη μέχρις ότου συμπληρωθεί η παραγγελία. Ο διαλογέας χρησιμοποιεί συνήθως κάποιο είδος καλαθιού.

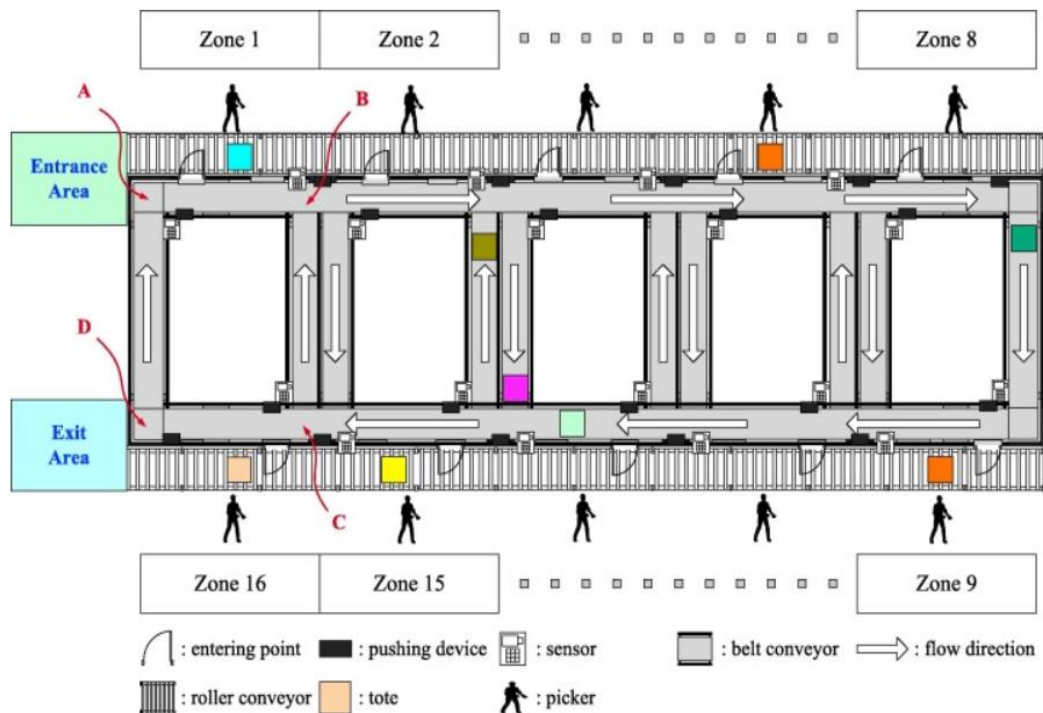
Ο σχεδιασμός της ροής της διαλογής πρέπει να είναι τέτοιος ώστε ο διαλογέας να ολοκληρώνει τη διαλογή κοντά στο αρχικό σημείο εκκίνησης του. Το έγγραφο της διαλογής πρέπει να έχει τις διάφορες διαλογές ταξινομημένες μαζί με την πορεία διαλογής τους. Τα προϊόντα που μπορούν να μετακινηθούν γρήγορα πρέπει να τοποθετούνται κοντά στην κεντρική διασταύρωση των διαδρόμων και να δημιουργούνται πρόσθετοι κάθετοι διάδρομοι που θα επιτρέπουν τις σύντομες μετακινήσεις. Τα αντικείμενα με το μεγαλύτερο όγκο πρέπει να αποθηκεύονται σε σημεία κοντά στο υπολογισμένο τέλος των διάφορων ροών διαλογής. Αυτή η μέθοδος διαλογής μπορεί να λειτουργήσει με θετικά αποτελέσματα σε αποθήκες που εξυπηρετούν μικρό αριθμό παραγγελιών με μεγάλο αριθμό επιλογών ανά παραγγελία. Για αποθήκες με λίγες επιλογές ανά παραγγελία ο χρόνος διαδρομής είναι υπερβολικά μεγάλος, ενώ οι αποθήκες με μεγάλο αριθμό παραγγελιών θα αντιμετωπίσουν πρόβλημα συμφόρησης από τους πολλούς διαλογείς που θα κινούνται ταυτόχρονα στις ίδιες περιοχές.

- *Διαλογή ανά παρτίδα / Συλλογή πολλαπλών παραγγελιών (Batch picking / Multi-order picking)*. Σε αυτήν τη μέθοδο οι παραγγελίες ομαδοποιούνται σε μικρές παρτίδες. Ο διαλογέας θα επιλέξει όλα τα τεμάχια που αποτελούν την παρτίδα μέσω μίας ενοποιημένης λίστας. Συνήθως χρησιμοποιούνται καρότσια με ξεχωριστά τμήματα ώστε να ξεχωρίζουν τα προϊόντα κάθε παραγγελίας. Οι παρτίδες συνήθως περιλαμβάνουν προϊόντα από τέσσερις έως δώδεκα παραγγελίες, ανάλογες με τις επιλογές των παραγγελιών αυτών. Τα συστήματα διαλογής ανά παρτίδα χρησιμοποιούν διευρυμένο λογισμικό προγραμματισμένο ώστε να ομαδοποιεί τις παραγγελίες με τα κοινά προϊόντα. Σε αποθήκες με μικρό αριθμό επιλογών ανά παραγγελία, η μέθοδος αυτή μπορεί να μειώσει σημαντικά το χρόνο διαδρομής του διαλογέα, αφού θα κάνει περισσότερες επιλογές στην κάθε περιοχή που θα βρίσκεται.

Για να αποφευχθεί το να μπερδευτούν οι παραγγελίες μεταξύ τους χρειάζεται η χρήση συστημάτων και η καθιέρωση και τήρηση συγκεκριμένων διαδικασιών. Σε αποθήκες με μεγάλο αριθμό παραγγελιών, η μέθοδος της διαλογής ανά παρτίδα χρησιμοποιείται συχνά σε συνδυασμό με την διαλογή ανά ζώνη και εξοπλισμό αυτόματου χειρισμού υλικών. Για να επιτευχθεί η μέγιστη παραγωγικότητα της μεθόδου, οι παραγγελίες πρέπει να παραμένουν στο σύστημα μέχρι να συγκεντρωθεί επαρκής αριθμός επιλογών ώστε να σχηματιστεί μία παρτίδα. Βέβαια, σε περιπτώσεις παραγγελιών που πρέπει να εξυπηρετηθούν την ίδια μέρα, η καθυστέρηση ίσως να μην είναι αποδεκτή.

- *Διαλογή ανά ζώνη (Zone picking)*. Η μέθοδος διαλογής ανά ζώνη είναι η εκδοχή διαλογής παραγγελιών που προσομοιάζει τη γραμμή παραγωγής. Σε αυτήν τη μέθοδο, η περιοχή διαλογής χωρίζεται σε ζώνες³⁸. Ο κάθε διαλογέας ασχολείται μόνο με μία ζώνη και διακινεί μόνο αντικείμενα αυτής της ζώνης. Οι παραγγελίες κινούνται από ζώνη σε ζώνη, και αφού ολοκληρώσουν τη συλλογή

προϊόντων από μία ζώνη, μεταβαίνουν στην επομένη (pick-and-pass). Συνήθως, χρησιμοποιούνται ειδικά συστήματα για να μεταφέρουν τις παραγγελίες από ζώνη σε ζώνη.



Εικόνα 27 Zone picking (Πηγή: 38)

Στη μέθοδο αυτή είναι σημαντικό να γίνει προσεκτικός χωρισμός των ζωνών ώστε να υπάρχει ισορροπία στον αριθμό επιλογών από κάθε ζώνη και συνεπώς ομαλή και συνεχής ροή παραγγελιών. Οι ζώνες στις συνήθεις αποθήκες είναι σχεδιασμένες για να μπορούν να διαθέσουν επιλογές για έναν ή δύο διαλογείς. Για να επιτευχθεί αύξηση στην παραγωγικότητα της μεθόδου είναι χρήσιμο να δημιουργούνται και περιοχές γρήγορης διαλογής κοντά στα σημεία που κινείται ο μεταφορέας.

Η μέθοδος αυτή έχει μεγάλη απόδοση σε αποθήκες με μεγάλο αριθμό παραγγελιών και μεγάλο αριθμό SKUs και μικρό αριθμό επιλογών ανά παραγγελία. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της διαλογής ανά ζώνη, είναι πως δίνεται η δυνατότητα η κάθε ζώνη να χρησιμοποιεί τις δικές της ανεξάρτητες τεχνικές διαλογής. Για παράδειγμα μπορεί μία ζώνη να χρησιμοποιεί αυτοματοποιημένα συστήματα χειρισμού προϊόντων, ενώ σε μία άλλη ζώνη οι χειρισμοί να γίνονται από προσωπικό χειροκίνητα.

- *Διαλογή ανά κύμα (Wave picking)*. Πρόκειται για μία παραλλαγή που συνδυάζει στοιχεία από τις δύο προηγούμενες μεθόδους. Συγκεκριμένα, αντί οι παραγγελίες μετακινούνται από τη μία ζώνη στην άλλη, τα προϊόντα από όλες τις ζώνες συλλέγονται ταυτόχρονα και τα αντικείμενα ταξινομούνται και ενοποιοούνται στη συνέχεια σε ξεχωριστές παραγγελίες/αποστολές. Η μέθοδος αυτή είναι η γρηγορότερη για διαλογή παραγγελιών με πολλές επιλογές ανά παραγγελία από την άποψη χρόνου κύκλου, όμως η διαδικασία ταξινόμησης και ενοποίησης παρουσιάζει δυσκολίες. Η χρήση της μεθόδου συνιστάται για

αποθήκες με μεγάλο αριθμό SKUs και πολλές επιλογές ανά παραγγελία. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μεμονωμένες παραγγελίες από συγκεκριμένους φορείς, από συγκεκριμένες διαδρομές ή από συγκεκριμένες ζώνες.

Γενικά για τις τέσσερις αυτές μεθόδους και την σχέση τους με το συνολικό αριθμό των παραγγελιών της αποθήκης και το μέσο αριθμό των διαλογών ανά παραγγελία θα μπορούσαμε να σχολιάσουμε τα εξής:

- Η βασική διαλογή παραγγελιών ενδείκνυται για αποθήκες με μικρό αριθμό παραγγελιών και οδηγεί σε μεσαίο ή μεγάλο αριθμό διαλογών ανά παραγγελία
- Η διαλογή ανά παρτίδα ενδείκνυται για αποθήκες που μπορεί να έχουν από χαμηλό έως υψηλό αριθμό παραγγελιών (εξυπηρετεί καλά όλες τις περιπτώσεις) και οδηγεί σε μικρό αριθμό διαλογών ανά παραγγελία
- Η διαλογή ανά ζώνη ενδείκνυται για αποθήκες με μέσο έως μεγάλο αριθμό παραγγελιών και όχι σε χαμηλό ή μέσο αριθμό επιλογών ανά παραγγελία
- Η διαλογή ανά κύμα ενδείκνυται για αποθήκες που μπορεί να έχουν από υψηλό έως χαμηλό αριθμό παραγγελιών (εξυπηρετεί καλά όλες τις περιπτώσεις) και οδηγεί σε μεσαίο έως και υψηλό αριθμό διαλογών ανά παραγγελία

Οι συγκεκριμένες μέθοδοι ανήκουν στην ευρύτερη κατηγορία που ονομάζεται “διαλογέας προς προϊόντα”. Αυτό σημαίνει ότι ο διαλογέας μεταφέρεται στις διάφορες θέσεις της αποθήκης που βρίσκονται τα προϊόντα που επιθυμεί να συλλέξει. Υπάρχει επίσης και η κατηγορία μεθόδων που ονομάζονται “προϊόντα προς το διαλογέα”, κατά τις οποίες ο διαλογέας είναι σταθερός και κάποιος μηχανισμός μεταφέρει σε αυτόν τα προϊόντα που επιλέγει. Οι μέθοδοι αυτές απαιτούν εξοπλισμό όπως καρουζέλ, αυτοματοποιημένα συστήματα αποθήκευσης και ανάκτησης (AS/RS) ή ρομπότ, ενώ μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε συνδυασμό μεθόδους “διαλογέα προς προϊόντα”.

Διαλογή ανά περίπτωση (Case picking)

Μέθοδοι διαλογής ανά περίπτωση

Οι μέθοδοι που αφορούν την τακτική διαλογής ανά περίπτωση εξυπηρετούν καλύτερα αποθήκες με μικρότερο εύρος προϊόντων ανά διαλογή, αλλά αρκετά μεγαλύτερο αριθμό διαλογών ανά προϊόν. Οι βασικές μέθοδοι διαλογής με την εφαρμογή της συγκεκριμένης τακτικής λειτουργούν ως εξής:

- *Βασική διαλογή παραγγελιών ανά περίπτωση (Basic case-picking method).* Είναι η πιο κοινή μέθοδος διαλογής προϊόντων με αυτήν την τακτική. Σε αντίθεση με την τακτική διαλογής ανά τεμάχιο, τα προϊόντα δεν είναι αποθηκευμένα σε στατικά ράφια, αλλά είτε σε ράφια παλετών είτε ελεύθερα αποθηκευμένα στο επίπεδο του εδάφους (χύδην). Η απλούστερη μέθοδος διακίνησης των προϊόντων είναι είτε μέσω χειροκίνητου γρύλου παλετών (hand pallet jack), είτε μέσω μηχανοκίνητου παλετοφόρου οχήματος (motorized pallet truck) που συλλέγουν τα απαιτούμενα κάθε φορά προϊόντα από τις τοποθεσίες όπου βρίσκονται χύδην. Μία πιο σύνθετη λύση είναι η δημιουργία πολύ στενών διαδρόμων (very narrow aisles, VNA) με ράφια παλετών και η χρήση

ανθρώπινου δυναμικού ή/και φορτηγών πύργων (turret trucks) για τη διαλογή των παραγγελιών. Με αυτόν τον τρόπο η αποθήκη εξασφαλίζει υψηλή πυκνότητα αποθήκευσης και υψηλούς ρυθμούς διαλογής.

- *Διαλογή ανά παρτίδα (Batch picking)*. Η μέθοδος αυτή σπάνια μπορεί να βρει εφαρμογή σε αποθήκες που εφαρμόζουν την τακτική της διαλογής ανά περίπτωση, καθώς είναι σχεδόν απίθανο να υπάρχει αρκετός χώρος σε μία παλέτα για διαλογή περισσότερων της μίας παραγγελιών ταυτόχρονα.
- *Διαλογή ανά ζώνη (Zone picking)*. Όπως και η προηγούμενη μέθοδος, είναι δύσκολο έως απίθανο να βρει εφαρμογή σε αποθήκες με τη συγκεκριμένη τακτική.
- *Διαλογή ανά κύμα (Wave picking)*. Η συγκεκριμένη μέθοδος βρίσκει εφαρμογή σε αποθήκες με την τακτική της διαλογής ανά περίπτωση όπου έχουν πολύ μεγάλες παραγγελίες με πολλές διαλογές ανά παραγγελία και στοχεύουν σε μείωση του χρόνου κύκλου διαλογής.

Διαλογή ανά πλήρη παλέτα (Full pallet picking)

Μέθοδοι διαλογής ανά πλήρη παλέτα

Οι τακτική της διαλογής ανά παλέτα είναι επίσης γνωστή και ως τακτική διαλογής ανά μονάδα φόρτωσης (unit-load picking). Οι μέθοδοι διαλογής ανά πλήρη παλέτα είναι αρκετά πιο απλές από τις μεθόδους των δύο προηγούμενων τακτικών, ενώ η διαλογή του κατάλληλου εξοπλισμού είναι πιο σύνθετη, καθώς οι επιλογές και οι πιθανοί συνδυασμοί τους είναι αρκετά περισσότεροι. Οι βασικές μέθοδοι διαλογής βρίσκουν εφαρμογή με τη συγκεκριμένη τακτική ως εξής:

- *Βασική διαλογή ανά παλέτα (Basic pallet picking)*. Αυτή είναι η πιο συνηθισμένη μέθοδος για τη διαλογή ανά πλήρη παλέτα. Κάθε κύκλος διαλογής περιλαμβάνει μία και μόνο παραγγελία. Ο διαλογέας θα χρησιμοποιήσει κάποιον τύπο ανυψωτικού οχήματος ώστε να αναλάβει και να μεταφέρει το φορτίο των παλετών και θα το τοποθετήσει στην περιοχή αποστολής, στη γραμμή αναμονής που έχει οριστεί για τη συγκεκριμένη παραγγελία. Εναλλακτικά, απλώς θα συλλέξει το φορτίο και θα το τοποθετήσει απευθείας στο εξερχόμενο ρυμουλκούμενο ή κιβώτιο του οχήματος αποστολής.
- *Διαλογή ανά παρτίδα (Batch picking)*. Στη συγκεκριμένη τακτική ο κάθε κύκλος διαλογής περιλαμβάνει μόνο μία παραγγελία, επομένως η συγκεκριμένη μέθοδος δεν έχει καμία εφαρμογή για την τακτική της διαλογής ανά πλήρη παλέτα.
- *Διαλογή ανά ζώνη και ανά κύμα (Zone and wave picking)*. Αυτές οι δύο μέθοδοι βρίσκουν εφαρμογή μόνο συνδυαστικά για τη συγκεκριμένη τακτική. Συγκεκριμένα, ο χώρος αποθήκευσης διαχωρίζεται σε ζώνες προϊόντων, για να μη χρειάζεται δύο διαλογείς να βρίσκονται ταυτόχρονα στον ίδιο διάδρομο. Ο χειριστής του ανυψωτικού οχήματος παραλαμβάνει την παλέτα και τη μεταφέρει στην καθορισμένη λωρίδα αναμονής ή απευθείας στο όχημα αποστολής. Η μεταφορά των παραγγελιών συντονίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε

τα οχήματα αποστολής να είναι σε θέση να ξεκινήσουν συγχρονισμένα την αποστολή των παραγγελιών, ανά κύματα.

- *Συσχέτιση/εμπλοκή των εργασιών (Task interleaving).* Η συσχέτιση των εργασιών έγκειται στην προσπάθεια να συνδυαστούν οι διαδικασίες της διαλογής των προϊόντων και της εναπόθεσης των παραγγελιών στις θέσεις αποστολής τους. Σε αυτήν την προσπάθεια, η βασική λογική είναι η καθοδήγηση του χειριστή του ανυψωτικού οχήματος ώστε να επιλέξει παραγγελίες οι οποίες του δίνουν τη δυνατότητα αφού εναποθέσει μία παραγγελία στη θέση αποστολής της, να βρίσκεται κοντά στη θέση παραλαβής των προϊόντων της επόμενης παραγγελίας. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η παραγωγικότητα της αποθήκης.

Σε σχέση με τη διαλογή των προϊόντων, παρατίθενται επίσης οι παρακάτω παρατηρήσεις:

- *Διαλογή από προκαθορισμένες θέσεις.* Ανεξαρτήτως των προϊόντων μίας αποθήκης, των μεθόδων και των τακτικών που χρησιμοποιεί για τη διαλογή τους και του επιλεγμένου εξοπλισμού, πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψιν η συχνότητα διαλογής των προϊόντων στην επιλογή της θέσης τους στην αποθήκη. Η βασική αρχή είναι η τοποθέτηση των ταχέως μετακινούμενων προϊόντων σε θέσεις κοντά στα σημεία αποστολής των παραγγελιών. Με αυτόν τον τρόπο η διαλογή μετατρέπεται σε διαλογή από προκαθορισμένες θέσεις και αυξάνεται σημαντικά η παραγωγικότητα της αποθήκης. Οι προκαθορισμένες θέσεις του κάθε προϊόντος πρέπει να αναθεωρούνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, ανάλογα με τους κύκλους ζωής και την εποχικότητα των προϊόντων.
- *Έλεγχος εξερχόμενων αποστολών.* Τα οχήματα αποστολής πριν αναχωρήσουν από την αποθήκη για τους προκαθορισμένους προορισμούς τους πρέπει να υπόκεινται σε κάποιου είδους έλεγχο ως προς το περιεχόμενο των παραγγελιών. Είναι πολύ σημαντικό και άμεσα συσχετισμένο με την ικανοποίηση των πελατών, οι παραγγελίες να είναι σωστές και πλήρεις. Γι αυτό και μία μορφή ελέγχου από ανθρώπινο δυναμικό είναι απαραίτητη, ακόμα και σε αποθήκες με αυτοματοποιημένα συστήματα. Σε αποθήκες με μεγάλο αριθμό προϊόντων ανά παραγγελία και χαμηλή αξία ανά προϊόν, ένα άτομο είναι ικανό να πραγματοποιήσει τον έλεγχο ενός φορτηγού, με έναν απλό οπτικό έλεγχο. Σε αποθήκες όμως με προϊόντα μεγάλης χρηματικής αξίας, μπορεί να απαιτούνται ακόμα και τρία άτομα ανά φορτηγό για τον έλεγχο της παραγγελίας πριν τη φόρτωση.
- *Ανάλυση δεδομένων στις αποθήκες Logistics.* Για τον προσδιορισμό της κατάλληλης μεθόδου διαλογής είναι απαραίτητη η εκτεταμένη ανάλυση των ιστορικών δεδομένων της αποθήκης. Τα ιστορικά δεδομένα που αφορούν τις επιλογές ανά SKU, την ποσότητα ανά διαλογή, τον αριθμό των διαλογών ανά παραγγελία, το συνολικό αριθμό διαλογών ανά ημέρα, το συνολικό αριθμό των παραγγελιών και την κατανομή τους στη διάρκεια της ημέρας, είναι σημαντικά στοιχεία για το σχεδιασμό μίας νέας αποθήκης αλλά και τη λειτουργία μίας ήδη υπάρχουσας. Εξαιρετικά μεγάλη είναι η σημασία της ανάλυσης δεδομένων για

αποθήκες που χρησιμοποιούν αυτοματοποιημένα συστήματα, καθώς οι χωρικοί περιορισμοί όσον αφορά το προσωπικό είναι αρκετά μεγαλύτεροι και επομένως τα περιθώρια για λανθασμένους υπολογισμούς σαφώς μικρότερα.

Αποστολή παραγγελιών

Η τελευταία βασική διεργασία των εμπορευματικών αποθηκών είναι η αποστολή των παραγγελιών προς τους πελάτες. Στα πλαίσια της συγκεκριμένης διαδικασίας τα προϊόντα μεταφέρονται στο σημείο φόρτωσης, όπου σχηματίζονται και οι παραγγελίες στην τελική ολοκληρωμένη τους μορφή. Στη συνέχεια εκτελείται ο ποιοτικός έλεγχος των προϊόντων ώστε να είναι στην κατάσταση που πρέπει για να μεταβούν στους πελάτες. Το προσωπικό της αποθήκης σε συνεργασία με τους οδηγούς των φορτηγών διευθετούν τα ζητήματα της έκδοσης απόδειξης και διπλότυπου παραγγελίας και στο τελικό στάδιο τα προϊόντα φορτώνονται ως ολοκληρωμένες πλέον παραγγελίες στα φορτηγά.

3.3 Διαχωρισμός εμπορευμάτων με βάση τον τρόπο συσκευασίας τους

Υπάρχουν διάφορα είδη προϊόντων που μπορούν να αποθηκεύονται σε εμπορικές αποθήκες, τα οποία απαιτούν και διαφορετικές συνθήκες αποθήκευσης. Για τα προϊόντα αυτά υφίστανται διάφορες κατηγοριοποιήσεις.

Μια πρώτη κατηγοριοποίηση υπάρχει ως προς τον τρόπο μεταφοράς τους. Σε αυτήν την περίπτωση υπάρχουν τρεις κατηγορίες προϊόντων, τα ευπαθή, τα επικίνδυνα και τα συμβατικά. Τα ευπαθή είναι προϊόντα όπως φαρμακευτικά είδη ή προϊόντα, τα οποία απαιτούν ειδικές συνθήκες μεταφοράς. Τέτοιες μπορεί να είναι η θερμοκρασία ή το ποσοστό υγρασίας. Τα προϊόντα αυτά μεταφέρονται με ειδικά οχήματα όπως φορτηγά ψυγεία και αποθηκεύονται και με αντίστοιχο τρόπο στις αποθήκες.

Η δεύτερη κατηγορία που αφορά τα επικίνδυνα προϊόντα σχετίζεται με είδη τα οποία είναι επιβλαβή για την υγεία των ανθρώπων, όπως τοξικά ή ραδιενεργά υγρά. Απαιτούν ειδική συσκευασία και ειδικό τρόπο στη διαχείρισή τους, ενώ και ο τρόπος κίνησης των φορτηγών όταν τα μεταφέρουν πρέπει να ακολουθεί συγκεκριμένους κανόνες.

Η τρίτη κατηγορία αφορά τα προϊόντα τα οποία δεν υπάγονται σε καμία από τις προαναφερθείσες κατηγορίες και τα οποία μεταφέρονται με συμβατικό τρόπο. Για τη συγκεκριμένη κατηγορία προϊόντων, που αποτελεί και την πλειονότητα, υπάρχουν συγκεκριμένοι τρόποι για τη συσκευασία διακίνησης τους. Για τα προϊόντα αυτής της κατηγορίας μπορεί να πραγματοποιηθεί και μία διαφορετική κατηγοριοποίηση. Ανάλογα με τα φυσικά χαρακτηριστικά τους, μπορούν να διακριθούν σε στερεά, υδαρή, υγρά και αέρια.

Τα στερεά προϊόντα αποτελούν την πλειονότητα των εμπορευμάτων που μεταφέρονται και αποθηκεύονται σε εμπορευματικές αποθήκες. Μπορούν να αποθηκεύονται είτε ως μοναδοποιημένα εμπορεύματα, είτε χύδην. Ο τρόπος συσκευασίας τους είναι συγκεκριμένος και αφορά τρεις κατηγορίες: την πρωτογενή συσκευασία, τη δευτερογενή συσκευασία και την τριτογενή συσκευασία. Η πρωτογενής συσκευασία είναι η συσκευασία του προϊόντος όπως αυτό φτάνει στα χέρια του τελικού καταναλωτή. Σε αυτήν την κατηγορία εντάσσονται οι φιάλες, οι πλαστικοποιημένες χάρτινες συσκευασίες, τα μεταλλικά δοχεία, οι σάκοι και τα βαρέλια.



Εικόνα 28 Σάκοι συσκευασίας (Πηγή: 30)

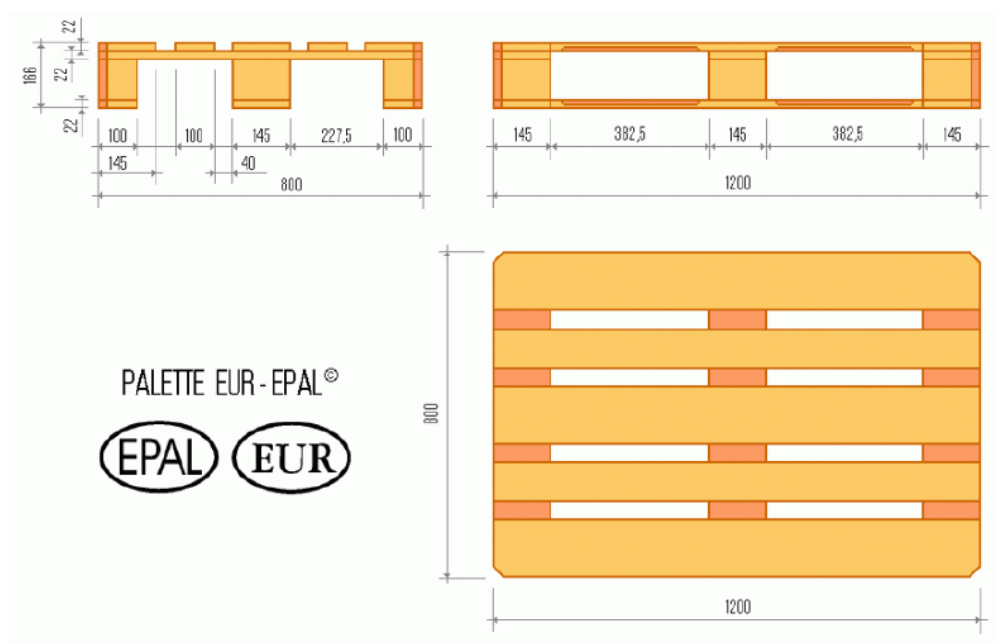
Η δευτερογενής (ομαδοποιημένη) συσκευασία είναι ένα είδος συσκευασίας ενός συνόλου προϊόντων, περιορισμένου αριθμού. Τα προϊόντα διαθέτουν την πρωτογενή τους συσκευασία και στα πλαίσια της δευτερογενούς συσκευασίας ομαδοποιούνται. Σε αυτήν την κατηγορία εντάσσονται τα κιβώτια, τα παλετοκιβώτια και οι παλετοδεξαμενές. Με αυτήν τη μορφή μεταφέρονται συνήθως στο κατάστημα ή στον εκάστοτε έμπορο.



Εικόνα 29 Χάρτινα και ξύλινα κιβώτια συσκευασίας (Πηγή: 30)

Η τριτογενής συσκευασία έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με τη δευτερογενή αλλά αφορά τη συσκευασία μεγαλύτερου αριθμού προϊόντων. Στην τριτογενή συσκευασία εντάσσονται οι παλέτες και τα εμπορευματοκιβώτια.

Οι παλέτες είναι ξύλινες ή μεταλλικές βάσεις καθορισμένων διαστάσεων με σημεία ανάρτησης. Επάνω τους τοποθετούνται προϊόντα τα οποία καλύπτονται με αδιάβροχο κάλυμμα και προσδένονται σταθερά. Στην Ευρώπη η πιο συνηθισμένη μορφή της είναι η ευρωπαϊκά, η οποία είναι συγκεκριμένων διαστάσεων (1,20x0,80x0,12 μέτρα).



Εικόνα 30 Ευρωπαϊκά (Πηγή: 30)

Άλλες διαστάσεις για τις ευρωπαϊκά που μπορεί να χρησιμοποιούνται απεικονίζονται στην παρακάτω εικόνα.

Πλάτος (mm)	Μήκος (mm)	Τύπος
800	1200	EUR, EUR1
1200	1000	EUR2
1000	1200	EUR3
800	600	EUR6 (1/2 της EUR)
600	400	1/4 της EUR
400	300	1/8 της EUR

Εικόνα 31 Τυποποιημένες διαστάσεις ευρωπαϊκών (Πηγή: 30)

Τα εμπορευματοκιβώτια (Ε/Κ, containers) είναι μία ειδική μεταλλική κατασκευή για τη μεταφορά προϊόντων. Πρόκειται για στέρεη μεταφορική μονάδα, η οποία ενδείκνυται για επαναλαμβανόμενη χρήση. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οδικές, σιδηροδρομικές και θαλάσσιες μεταφορές εμπορευμάτων, ενώ οι εξωτερικές διαστάσεις τους είναι τυποποιημένες.



Εικόνα 32 Εμπορευματοκιβώτια (Πηγή: 30).

Δύο από τους πιο συνηθισμένους τύπους εμπορευματοκιβωτίων είναι τα γενικής χρήσης (20ft ή 40ft) και τα εμπορευματοκιβώτια μεγάλου ύψους (20ft, 40ft ή 45ft). Τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους παρατίθενται στην παρακάτω εικόνα.

Τύπος	Μήκος (mm)	Πλάτος (mm)	Ύψος (mm)	Μέγιστο Συνολικό Φορτίο (kg)	Απόβαρο (kg)	Μέγιστο Ωφέλιμο Φορτίο (kg)	Χωρητικότητα (m ³)
20' GP	5895	2350	2392	30480	2250	28230	33,2
20' HC	6058	2350	2896	30500	2500	28000	33,2
40' GP	12029	2350	2392	30480	3780	26700	67,6
40' HC	12024	2350	2697	30480	4020	26460	76,3
45' HC	13532	2414	2694	34000	4950	29050	88,4

Εικόνα 33 Τεχνικά χαρακτηριστικά τυποποιημένων εμπορευματοκιβωτίων (Πηγή: 30).

Στην κατηγορία των υδαρών εμπορευμάτων ανήκουν όσα βρίσκονται σε σχεδόν υγρή κατάσταση και αποτελούν προϊόντα χημικής σύστασης όπως τα τσιμέντο και ο ασβέστης. Τα προϊόντα αυτά αποθηκεύονται σε είτε χύδην, είτε σε πλαστικούς σάκους. Η μεταφορά τους μπορεί να γίνει με βυτιοφόρα οχήματα και σιλό (χύδην), είτε όταν συσκευάζονται σε σάκους με όλα τα συμβατικά μεταφορικά μέσα.

Τα υγρά εμπορεύματα είναι προϊόντα όπως το αργό πετρέλαιο, υγρά λιπάσματα, αλκοολούχα ποτά, το νερό, διάφορα έλαια και μεταφέρονται και αυτά είτε

συσκευασμένα με φιάλες, δοχεία γενικής χρήσης, βαρέλια και παλετοδεξαμενές, είτε χύδην. Για τη μεταφορά τους σε χύδην μορφή χρησιμοποιούνται διάφορες μεταφορικές μονάδες, όπως εμπορευματοκιβώτια δεξαμενές, κινητά αμαξώματα, βυτιοφόρα φορητά και βυτιοφόρα βαγόνια.

Στην κατηγορία των αέριων εμπορευμάτων εντάσσονται διάφορες χημικές ουσίες όπως το άζωτο, το οξυγόνο, το υδρογόνο και άλλα. Μεταφέρονται και αποθηκεύονται είτε σε ειδικές φιάλες χαμηλής ή υψηλής πίεσης και aerosol cans, είτε χύδην.

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζονται τα διάφορα είδη εμπορευμάτων με τους πιθανούς τρόπους συσκευασίας τους.

ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ NST/R		ΜΟΡΦΕΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ						
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΡΟΣ ΕΞΕΤΑΣΗ	ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΑ	ΣΥΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ					ΧΥΔΗΝ ΦΟΡΤΙΑ (ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΙ ΥΓΡΑ)	ΜΗ ΜΟΝΑΔΟΠΗΜΕΝΑ ΓΕΝΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ
		ΚΙΒΩΤΙΟ	ΒΑΡΕΛΙ	ΣΑΚΟΣ	ΜΕΓΑΣΑΚΟΣ	ΠΑΛΕΤΑ		
(ΕΠΙΠΕΔΟ 1)	(ΕΠΙΠΕΔΟ 2 και 3)							
0 ΓΕΩΡΓΙΚΑ/ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ	01 Σιτηρά			✓	✓	✓	✓	
	02 Πατάτες			✓		✓		
	03 Νωπά/κατεψυγμένα φρούτα, λαχανικά	✓				✓		
	056 Τεχνητή ξυλεία							✓
1 ΤΡΟΦΙΜΑ	12 Αλκοολούχα ποτά	✓	✓			✓		
	128 Μη αλκοολούχα ποτά	✓	✓			✓		
	141 Νωπά, διατηρημένα με ψύξη/κατάψυξη κρέατα	✓				✓		
	143 Γάλα και κρέμα γάλακτος	✓				✓		
	144 Βούτυρο, τυρί, λοιπά γαλακτοκομικά προϊόντα	✓				✓		
	161 Αλεύρι, αλεύρα σιτηρών και πλιγούρι			✓	✓	✓		
	18 Σπόροι και καρποί			✓	✓	✓		
6 ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	64 Ασβέστης, τσιμέντο			✓	✓	✓		
	692 Τούβλα, κεραμίδια, κεραμικά οικοδομικά υλικά, πυρίμαχα δομικά υλικά					✓		
7 ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ	71 Φυσικά λιπάσματα			✓		✓		
	72 Χημικά λιπάσματα			✓		✓		
8 ΧΗΜΙΚΑ	893 Ιατρικά και φαρμακευτικά προϊόντα, προϊόντα καθαρισμού	✓				✓		
9 ΔΙΑΦΟΡΑ	93 Ηλεκτρικές συσκευές, μηχανήματα και εξαρτήματα					✓		

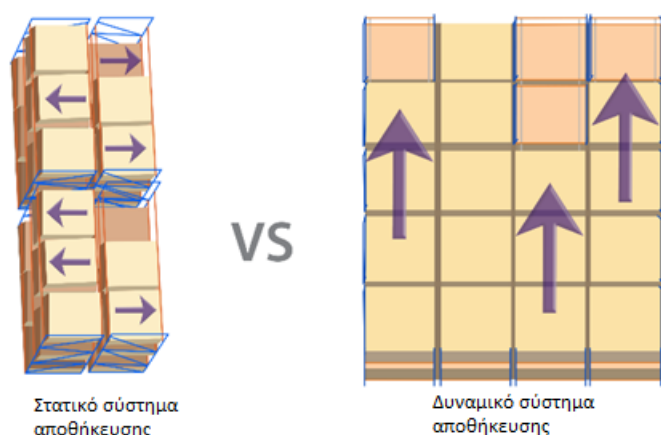
Εικόνα 34 Κατηγορίες εμπορευμάτων και τρόποι συσκευασίας τους (Πηγή: 30)

3.4 Εξοπλισμός εμπορευματικών αποθηκών

Ένα πολύ σημαντικό ζήτημα που αφορά το σχεδιασμό των εμπορευματικών αποθηκών είναι η επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού για την εκτέλεση των διεργασιών τους. Ο εξοπλισμός αυτός θα υποστηρίξει και θα καθορίζει τη μορφή των διεργασιών αυτών σε πολύ μεγάλο βαθμό. Επομένως θα πρέπει να επιλέγονται οι κατάλληλες μονάδες ώστε να περιορίζονται τα λειτουργικά προβλήματα της αποθήκης που οφείλονται στον εξοπλισμό της. Τα βασικά είδη εξοπλισμού που αφορούν τις εμπορευματικές αποθήκες είναι **ο εξοπλισμός αποθήκευσης, ο εξοπλισμός εσωτερικής διακίνησης των προϊόντων, ο εξοπλισμός των θέσεων φορτοεκφόρτωσης και διάφορες μονάδες δευτερεύοντος εξοπλισμού**. Ο εξοπλισμός που απαιτείται για λόγους φωτισμού και πυροπροστασίας της αποθήκης αναλύεται σε επόμενες αυτοτελείς παραγράφους της συγκεκριμένης ενότητας.

3.4.1 Εξοπλισμός αποθήκευσης (συστήματα ραφιών)

Ο εξοπλισμός αποθήκευσης των εμπορευματικών αποθηκών είναι επί της ουσίας το σύστημα των ραφιών που τοποθετείται σε μία αποθήκη για την τοποθέτηση των προϊόντων της. Αποτελεί βασικό παράγοντα επιτυχίας του σχεδιασμού της αποθήκης η επιλογή του σωστού συστήματος ραφιών, καθώς ο κάθε τύπος ραφιών εξυπηρετεί και διαφορετικές διαδικασίες³⁹. Για τα συστήματα ραφιών υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες: τα στατικά συστήματα ραφιών και τα δυναμικά συστήματα ραφιών.



Εικόνα 35 Στατικό και δυναμικό σύστημα ραφιών (Πηγή: 39)

Όσον αφορά τα στατικά συστήματα ραφιών, είναι η ενδεδειγμένη επιλογή στην περίπτωση που οι παλέτες ή τα προϊόντα μετακινούνται εντός της αποθήκης μόνο κατά την αποθήκευση, τη διαλογή των παραγγελιών και τη μεταφορά των αποθεμάτων σε συγκεκριμένες θέσεις (δεν επιθυμείται ή δεν υπάρχει ο απαραίτητος διαθέσιμος προϋπολογισμός για μετακίνηση μίας παλέτας ή ενός προϊόντος σε διαφορετική θέση εντός της αποθήκης). Γενικά πρόκειται για τα οικονομικότερα στην εγκατάσταση συστήματα ραφιών, που επιφέρει όμως το μεγαλύτερο όμως κόστος στις εργασίες της αποθήκης.

Η πρώτη κατηγορία συστήματος στατικών ραφιών είναι τα στατικά ράφια μεμονωμένης θέσης. Συνήθίζεται να τοποθετούνται σε διάταξη back-to-back, δηλαδή ανά δύο τοποθετημένα το ένα δίπλα στο άλλο, ανάμεσα σε δύο διαδρόμους⁴⁰. Είναι ένα αποθηκευτικό σύστημα που εξυπηρετεί κυρίως την αποθήκευση παλετών (για

μεμονωμένα προϊόντα απαιτούνται επιπλέον βοηθητικά εξαρτήματα και δεν προτιμάται ως λύση) και είναι αρκετά απλό ώστε να διευκολύνει το διαλογέα των παραγγελιών να εκτελέσει την εργασία του.



Εικόνα 36 Στατικό σύστημα ραφιών μεμονωμένης θέσης (Πηγή: 40)

Τα εμπορεύματα της αποθήκης σε αυτό το σύστημα ραφιών ακολουθούν τη λογική FiFo (First in First out), δηλαδή το πρώτο προϊόν που θα εισέλθει στο ράφι είναι και το πρώτο που θα εξέλθει για κάποια παραγγελία. Οι παλέτες αποθηκεύονται με τη στενή διάσταση τους παράλληλα στο διάδρομο (στην Ευρώπη οι παλέτες που χρησιμοποιούνται είναι κατά βάση 1,20 x 1,00 μέτρα). Το μήκος που απαιτείται για μία παλετοθέση είναι 1,30 μέτρα (1,00 για την παλέτα + κενά + δοκίδες).

Η δεύτερη κατηγορία συστήματος στατικών ραφιών είναι τα στατικά ράφια πολλαπλών θέσεων. Σε αντίθεση με τα ράφια μίας θέσης, φέρουν σε κάθε επίπεδο περισσότερες παλέτες ανάμεσα σε δύο κολώνες ραφιών. Αποτελούν το πιο διαδεδομένο σύστημα ραφιών στις ελληνικές αποθήκες και συνηθίζεται και αυτά να τοποθετούνται στη διάταξη back-to-back. Στη βασική έκδοση φτάνουν σε ύψος από 8,00 έως 10,00 μέτρα και μπορούν να επεκταθούν σε ύψος 12,00 μέτρων σε ψηλές αποθήκες. Με πρόσθετη υποστήριξη βάθους, οι παλέτες και τα άλλα βοηθητικά μέσα φόρτωσης μπορούν αν χρειαστεί να αποθηκευτούν εγκάρσια. Στο κάθε ράφι τοποθετούνται 3 παλέτες ανά επίπεδο και το ράφι έχει μήκος περίπου 3,5 μέτρα (3,00 x 1,00 + κενά + δοκίδες).

Η μέθοδος που εξυπηρετούν είναι η FiFo. Μία ειδική εφαρμογή για τα συγκεκριμένα ράφια είναι τα ράφια πολλαπλών θέσεων για στενούς διαδρόμους. Είναι μία συνήθης τακτική για αποθήκες οι οποίες έχουν περιορισμένο χώρο για τα αποθέματα που επιθυμούν να διαθέτουν και παράλληλα είναι σε θέση να ξοδέψουν μεγαλύτερα ποσά για το εξοπλισμό εσωτερικής διακίνησης (απαιτούνται ειδικά μηχανήματα τα οποία κοστίζουν περισσότερο από τα αντίστοιχα των συνηθισμένων διαδρόμων). Τα ράφια στενών προσφέρουν όλα τα χαρακτηριστικά απόδοσης του συστήματος ραφιών πολλών θέσεων με ύψη πάνω από 10 μέτρα και στέκονται ελεύθερα μέσα στην αποθήκη. Χαρακτηριστικά τους είναι η μικρή απαίτηση χώρου για διαδρόμους

εργασίας και τα εξαιρετικά μεγάλα ύψη ανύψωσης. Τα ράφια στενών διαδρόμων αποτελούν ενδεδειγμένη επιλογή και στην περίπτωση που υπάρχει απαίτηση για υψηλότερη ταχύτητα χειρισμού σε σχέση με τα συστήματα ραφιών πολλών θέσεων για κανονικούς διαδρόμους.



Εικόνα 37 Στατικό σύστημα ραφιών πολλαπλών θέσεων (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Μία άλλη πρακτική λύση για το σύστημα ραφιών μίας αποθήκης είναι τα ράφια ελεύθερης διέλευσης/εισόδου. Στο σύστημα ραφιών με δυνατότητα εισόδου και διέλευσης η διαφορά με τα προηγούμενα είναι ότι αποθηκεύονται περισσότερες μονάδες φορτίου η μία πίσω από την άλλη στο βάθος των ραφιών σε δύο διαδοχικές επιφάνειες. Κατά την εισαγωγή/εξαγωγή πρέπει να τηρείται κυκλική διαδοχή ανά τομέα συστήματος ραφιών από πάνω προς τα κάτω (ή αντίστροφα). Τα περνοφόρα μηχανήματα έχουν τη δυνατότητα εισόδου στους τομείς του συστήματος ραφιών.

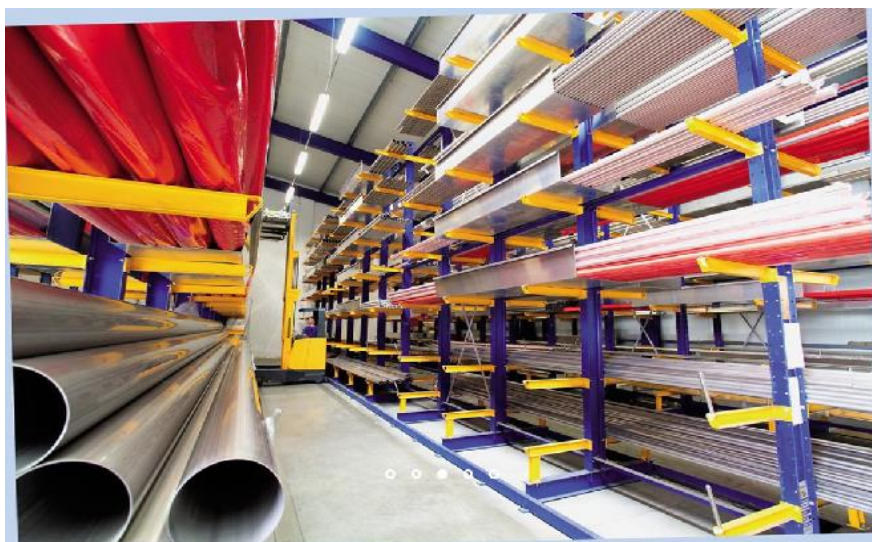


Εικόνα 38 Στατικό σύστημα ραφιών με δυνατότητα διέλευσης/εισόδου (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Στο σύστημα ραφιών με δυνατότητα εισόδου, ο χειρισμός των ραφιών είναι δυνατός από μία μόνο πλευρά (μέθοδος LiFo, Last in First out, δηλαδή το προϊόν που εισέρχεται τελευταίο εξέρχεται πρώτο). Αντίθετα, σε ένα σύστημα ραφιών με δυνατότητα διέλευσης μπορεί να γίνει εισαγωγή από τη μία πλευρά και ταυτόχρονα εξαγωγή από την απέναντι πλευρά (μέθοδος FiFo). Η ταχύτητα χειρισμού των

συστημάτων ραφιών με δυνατότητα διέλευσης είναι υψηλότερη σε σχέση με τα συστήματα ραφιών με δυνατότητα εισόδου.

Υπάρχουν περιπτώσεις αποθηκών οι οποίες σχεδιάζονται για να αποθηκεύουν προϊόντα μεγάλου μήκους τα οποία δεν μπορούν να αποθηκευτούν στα προαναφερθέντα (συγκεκριμένου μήκους) ράφια. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο κατάλληλος τύπος συστήματος ραφιών είναι τα προβολικά ράφια. Τα ράφια αυτά διαμορφώνονται σε όποιο μήκος επιθυμεί ο σχεδιαστής της αποθήκης και είναι κατάλληλα για αποθήκευση φορτίων μεγάλου μήκους, όπως ράβδους σωλήνες κτλ.



Εικόνα 39 Στατικό σύστημα προβολικών ραφιών (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Επίσης, στα συστήματα στατικής αποθήκευσης εντάσσονται και οι υπερυψωμένοι χώροι αποθήκευσης (πατάρια αποθήκευσης). Τα πατάρια αποθήκευσης μπορούν να διαταχθούν με τέτοιο τρόπο, ώστε πάνω τους να μπορούν να οδηγηθούν χειροκίνητα περνοφόρα αλλά και ηλεκτροκίνητα ανυψωτικά μηχανήματα.



Εικόνα 40 Υπερυψωμένος χώρος (πατάρι) αποθήκευσης (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Η πρόσβαση πραγματοποιείται μέσω σκάλας και η ροή υλικών από το ισόγειο με περνοφόρα μηχανήματα. Αυτό το σύστημα μπορεί να εξυπηρετήσει μόνο προϊόντα και παλέτες μέχρι ένα συγκεκριμένο όριο βάρους, αλλά μπορεί να αποτελέσει τη λύση

στο πρόβλημα της δημιουργίας περισσότερων θέσεων αποθήκευσης σε περιορισμένο χώρο.

Τέλος, για την αύξηση του διαθέσιμου αποθηκευτικού χώρου εφαρμόζεται η τεχνολογία των συστημάτων κινητών ραφιών. Τα κινητά ράφια είναι στην ουσία στατικά ράφια που είναι συναρμολογημένα πάνω σε κινητές βάσεις και είναι εξοπλισμένα με μοτέρ. Τα ράφια αυτά μετακινούνται πάνω σε ράγες έτσι ώστε να δημιουργείται εκεί όπου χρειάζεται σε δεδομένη χρονική στιγμή ένας διάδρομος ραφιών. Βάσει αυτής της αρχής εξοικονομούνται 9 από τους 10 διαδρόμους εργασίας, οι οποίοι μπορούν να αξιοποιηθούν ως επιπλέον χώρος αποθήκευσης. Ο έλεγχος του συστήματος μπορεί να πραγματοποιείται κεντρικά από τον πίνακα ελέγχου, αποκεντρωμένα από επιμέρους ράφια ή μέσω τηλεχειρισμού.



Εικόνα 41 Στατικό σύστημα αποθήκευσης με κινητά ράφια (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Η άλλη εναλλακτική είναι τα δυναμικά συστήματα ραφιών. Αυτά τα συστήματα ραφιών αναφέρονται επίσης ως συστήματα ροής βαρύτητας. Τα δυναμικά συστήματα ραφιών χρησιμοποιούν κεκλιμένες ράγες ή κυλίνδρους (ράουλα) για να επιτρέπουν στις παλέτες ή τα κιβώτια να κυλούν προς την κατεύθυνση συλλογής. Με αυτό τον τρόπο εκμεταλλεύονται τη δύναμη της βαρύτητας για την κίνηση των παλετών ή των διάφορων εμπορευμάτων, αντικαθιστώντας με αυτό τον τρόπο μέρος της ανθρώπινης εργασίας και της χρήσης των μηχανημάτων.

Η πρώτη κατηγορία δυναμικών συστημάτων ραφιών αποθήκευσης είναι τα συστήματα ραφιών διέλευσης (drive through racking). Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από ορθοστάτες ραφιών που είναι διατεταγμένοι στη σειρά, σχηματίζοντας ένα κανάλι. Η εισαγωγή πραγματοποιείται από τη μία πλευρά του ραφιού, ενώ η εξαγωγή πραγματοποιείται από την άλλη πλευρά του ραφιού. Επομένως και η μέθοδος που ακολουθούν τα προϊόντα είναι η FIFO.



Εικόνα 42 Δυναμικό σύστημα ραφιών διέλευσης (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Μόλις αφαιρεθεί μια παλέτα, οι παλέτες που ακολουθούν προωθούνται αυτόματα επάνω στους ελαφρώς κεκλιμένους ραουλόδρομους. Ταυτόχρονα τα ράουλα με φρένο ελέγχουν την ταχύτητα προώθησης. Μια αυτόματη διάταξη διαχωρισμού φροντίζει ώστε η πρόσθια παλέτα να μην πιέζεται ποτέ από την παλέτα που ακολουθεί. Με αυτόν τον τρόπο, οι διαδρομές μεταφοράς στο εσωτερικό της αποθήκης γίνονται συντομότερες, αυξάνεται η εκμετάλλευση του διαθέσιμου αποθηκευτικού χώρου και βελτιώνεται η παρακολούθηση των δεδομένων της αποθήκης σε διάρκεια, των παρτίδων και των σειρών παραγωγής.

Η επόμενη κατηγορία δυναμικών συστημάτων ραφιών είναι τα κεκλιμένα ράφια ώθησης (pushback racking). Τα συστήματα αυτά, όπως και τα συστήματα ραφιών διέλευσης αποτελούνται από ορθοστάτες ραφιών που είναι διατεταγμένοι στη σειρά και σχηματίζουν ένα κανάλι. Η κλίση των ραουλόδρομων είναι τρία έως πέντε τοις εκατό. Η εισαγωγή και εξαγωγή των εμπορευμάτων πραγματοποιείται σε αυτά τα συστήματα από την ίδια πλευρά του ραφίου. Όταν υπάρχουν ήδη μονάδες φορτίου σε ένα από τα κανάλια, με τη νέα προς αποθήκευση μονάδα φορτίου πρέπει να ωθηθεί αντίθετα προς την κλίση η μονάδα φορτίου που τοποθετήθηκε νωρίτερα.



Εικόνα 43 Δυναμικό σύστημα ραφιών ώθησης (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Κατά την εξαγωγή, οι παλέτες που υπάρχουν ήδη στο κανάλι μετακινούνται αυτόματα. Συνηθισμένη είναι η διάταξη τριών διαδοχικών παλετών ανά κανάλι. Η μέθοδος την οποία ακολουθούν οι παλέτες και τα προϊόντα είναι η LiFo. Το σύστημα αυτό είναι η ενδεδειγμένη λύση για προσωρινή αποθήκευση, σε αποθήκες όπου η παραλαβή παλετών ή προϊόντων γίνεται σε σαφώς καθορισμένα και γνωστά εκ των προτέρων χρονικά διαστήματα.

3.4.2 Εξοπλισμός εσωτερικής διακίνησης προϊόντων

Ο σχεδιαστής της αποθήκης καλείται να επιλέξει τον εξοπλισμό της αποθήκης για την εσωτερική διακίνηση των προϊόντων. Καθοριστικός παράγοντας για την επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού εσωτερικής διακίνησης προϊόντων είναι η μορφή των διαδρομών που έχουν επιλεγεί για την αποθήκη και ο διαθέσιμος προϋπολογισμός. Οι αποφάσεις για τους διαδρόμους και τον εξοπλισμό εσωτερικής διακίνησης των προϊόντων είναι αλληλοεξαρτώμενες και δεν γίνεται να ληφθεί απόφαση για το ένα ζήτημα χωρίς να έχει ληφθεί υπόψιν το άλλο. Η δημιουργία στενών διαδρόμων ή πολύ στενών διαδρόμων είναι επιλογές που αυξάνουν το διαθέσιμο αποθηκευτικό χώρο και την παραγωγικότητα της αποθήκης, αλλά απαιτούν εξειδικευμένο εξοπλισμό για την κίνηση των προϊόντων στο εσωτερικό της αποθήκης.

Για τον εξοπλισμό της αποθήκης που υποστηρίζει τις εσωτερικές κινήσεις των εμπορευμάτων, υπάρχουν πολλές κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία είναι τα παλετοφόρα μηχανήματα οριζόντιας μεταφοράς. Τα μηχανήματα αυτά αποτελούν μία οικονομική και ασφαλή λύση για τις αποθήκες χωρίς να έχουν τη δυνατότητα της ανύψωσης των παλετών σε υψηλότερα ράφια. Τα παλετοφόρα μπορούν να είναι χειροκίνητα και ηλεκτροκίνητα. Τα χειροκίνητα είναι η οικονομικότερη λύση, μπορεί όμως να εξυπηρετήσει μόνο τη μεταφορά για μικρές αποστάσεις. Η υψηλή ικανότητα φόρτωσης τους (έως 3 τόνους) και η δυνατότητα εύκολων ελιγμών σε στενούς χώρους, καθιστούν τα χειροκίνητα παλετοφόρα τους ιδανικούς «βοηθούς» των καθημερινών εργασιών σε μία εμπορευματική αποθήκη.



Εικόνα 44 Χειροκίνητο παλετοφόρο (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Τα ηλεκτροκίνητα μπορούν να καλύψουν αρκετά μεγαλύτερες αποστάσεις από τα χειροκίνητα, έχουν όμως και αυτά το μειονέκτημα της μη δυνατότητας ανύψωσης. Υπάρχουν δύο κατηγορίες, τα ηλεκτροκίνητα παλετοφόρα πεζού χειριστή (ευέλικτα, εύκολα στο χειρισμό, ασφαλή) και τα ηλεκτροκίνητα παλετοφόρα εποχούμενου χειριστή (καταλληλότερα για μεγαλύτερες αποστάσεις αλλά έως και 25% περισσότερη κατανάλωση ενέργειας και δυσκολότερος χειρισμός).



Εικόνα 45 Ηλεκτροκίνητα παλετοφόρα (αριστερά πεζού χειριστή, δεξιά εποχούμενου χειριστή) (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Ειδική κατηγορία παλετοφόρων αποτελούν τα stackers, τα οποία αποτελούν επί της ουσίας παλετοφόρα που διαθέτουν και δυνατότητα για (περιορισμένη) ανύψωση παλετών. Και αυτά μπορούν να είναι για πεζό ή εποχούμενο χειριστή. Τα βασικά μειονεκτήματα των παλετοφόρων είναι η περιορισμένη δυνατότητα για κάλυψη μεγάλων αποστάσεων εντός της αποθήκης, η περιορισμένη έως μηδενική δυνατότητα ανύψωσης και η έλλειψη μηχανισμού υποβοήθησης του χειριστή για να φορτώσει ή να εκφορτώσει την παλέτα από το μηχάνημα.



Εικόνα 46 Stacker (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Η επόμενη κατηγορία εξοπλισμού εσωτερικής διακίνησης είναι τα μηχανήματα συλλογής παραγγελιών. Πρόκειται για περνοφόρα μηχανήματα τα οποία μπορεί να είναι είτε οριζόντιας μεταφοράς (χωρίς δυνατότητα ανύψωσης), είτε στενών διαδρόμων (με δυνατότητα ανύψωσης). Τα μηχανήματα συλλογής παραγγελιών οριζόντιας μεταφοράς⁴¹ είναι κατάλληλα για τη διαλογή των παραγγελιών από τα ράφια της αποθήκης, χωρίς όμως να υπάρχει η δυνατότητα ανύψωσης τους.



Εικόνα 47 Μηχάνημα συλλογής παραγγελιών οριζόντιας μεταφοράς (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Αντίστοιχα τα μηχανήματα συλλογής παραγγελιών στενών διαδρόμων διαθέτουν επιπλέον τη δυνατότητα ανύψωσης και είναι κατάλληλα για αποθήκες με στενούς διαδρόμους όπου τα περιθώρια κίνησης των χειριστών είναι περιορισμένα. Τα μηχανήματα αυτά μπορούν να παραλαμβάνουν τα προϊόντα είτε σε χαρτοκιβώτια, είτε να τα τοποθετούν μεμονωμένα σε ειδικούς κάδους.



Εικόνα 48 Μηχάνημα συλλογής παραγγελιών στενών διαδρόμων (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Μία ειδική κατηγορία αυτών των μηχανημάτων με δυνατότητα ανύψωσης είναι τα περονοφόρα μηχανήματα μετατοπιζόμενου ιστού υψηλής εναπόθεσης (reach trucks). Τα μηχανήματα αυτά διαθέτουν ειδικό ιστό με δυνατότητα επιμήκυνσης και είναι μικρών διαστάσεων, επομένως είναι ιδανικά για χρήση σε στενούς διαδρόμους. Το ύψος ανύψωσης τους είναι αρκετά μεγαλύτερο από τα άλλα μηχανήματα συλλογής παραγγελιών και μπορεί να φτάνει ακόμα και στα 13-15 μέτρα. Τα μηχανήματα αυτά είναι κατάλληλα και για μεταφορά σε εξωτερικούς χώρους της αποθήκης, ενώ σήμερα αρκετά από αυτά διαθέτουν τεχνολογίες όπως η αξιοποίηση της ενέργειας πέδησης, οι οποίες μειώνουν αρκετά την κατανάλωση ενέργειας.



Εικόνα 49 Reach trucks (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Η επομένη κατηγορία εξοπλισμού για την εσωτερική διακίνηση των προϊόντων εντός της αποθήκης είναι τα περονοφόρα μηχανήματα αντίβαρου. Στα μηχανήματα αυτά η περόνη βρίσκεται στο πρόσθιο μέρος του και αξιοποιείται το βάρος του φορτίου για την κίνηση τους. Τα περονοφόρα μηχανήματα αντίβαρου μπορούν να είναι δύο ειδών, ηλεκτροκίνητα ή με κίνηση πετρελαίου ή αερίου. Τα ηλεκτροκίνητα είναι πιο ευέλικτα και μπορούν να κινηθούν καλύτερα σε στενούς διαδρόμους, ενώ αυτά με κίνηση πετρελαίου ή αερίου μπορούν να μεταφέρουν με ευκολία και ασφάλεια μεγαλύτερα και βαρύτερα φορτία (έως και 5 τόνους). Είναι και αυτά μηχανήματα τα οποία μπορούν να

αξιοποιηθούν και σε εσωτερικό και σε εξωτερικό χώρο αποθήκης, ενώ είναι ίσως τα καταλληλότερα για να διανύουν μεγάλες αποστάσεις εντός αυτής.



Εικόνα 50 Περονοφόρα μηχανήματα αντίβαρου (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Τέλος, μία επιλογή για συγκεκριμένη χρήση είναι τα μηχανήματα VNA. Τα μηχανήματα αυτά αποτελούν ειδικές κατασκευές που προορίζονται για κίνηση και φορτοεκφόρτωση προϊόντων σε αποθήκες με πολύ στενούς διαδρόμους. Πρόκειται για μία επιλογή αυξημένου κόστους, η οποία όμως δίνει αρκετά πλεονεκτήματα στο σχεδιαστή ως προς το διαθέσιμο αποθηκευτικό χώρο. Τα μηχανήματα αυτά διαθέτουν μεγάλες δυνατότητες ανύψωσης και μπορούν να έχουν τη θέση του χειριστή στο άνω στο κάτω μέρος τους. Σε πολλές περιπτώσεις ίσως απαιτείται η κατασκευή ενός συστήματος από ράγες το οποίο θα καθοδηγεί με ακρίβεια την κίνηση τους εντός των στενών διαδρόμων, κάτι που πρέπει να υπολογίσει ο σχεδιαστής στις εκτιμήσεις του.



Εικόνα 51 Μηχάνημα VNA (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

3.4.3 Εξοπλισμός αποβαθρών και βιομηχανικών θυρών

Ένα βασικό ζητούμενο για το σχεδιαστή της αποθήκης είναι ο υπολογισμός των στοιχείων φορτοεκφόρτωσης. αποβάθρας είναι η διαμόρφωση των θέσεων φορτοεκφόρτωσης. Μία θέση φορτοεκφόρτωσης αποτελείται από τρία βασικά μέρη: την πόρτα, τη φυσούνα φραγής και τη ράμπα γεφύρωσης. Η βιομηχανική θύρα ως αντικείμενο αναλύεται σε επόμενη παράγραφο της ενότητας αυτής.

Για το χώρο φορτοεκφόρτωσης είναι βασικό ζητούμενο η προστασία των όποιων διεργασιών εκτελούνται σε αυτόν αλλά και για την ίδια την αποθήκη και το εσωτερικό της να είναι προστατευμένος από τις καιρικές συνθήκες. Βροχή, χιόνι, άνεμοι, υγρασία και διάφορα άλλα καιρικά 'προβλήματα' πρέπει να μην επηρεάζουν τη λειτουργία της αποθήκης ούτε στο χώρο φορτοεκφόρτωσης, ούτε στο εσωτερικό αυτής. Ένα από τα μέτρα για την προστασία της αποθήκης από αυτά τα καιρικά φαινόμενα, είναι η τοποθέτηση φυσούνας φραγής σε κάθε θύρα της.

Οι φυσούνες προστατεύουν τα προς φόρτωση εμπορεύματα από τις καιρικές συνθήκες, εξοικονομούν ενέργεια, εμποδίζουν τα ρεύματα αέρα και έτσι την απουσία προσωπικού λόγω ασθένειας⁴². Σε συνδυασμό με τις υδραυλικές ράμπες δεν απαιτούνται δαπανηρά στέγαστρα και προστατευτικές κατασκευές ραμπών. Η πιο συνηθισμένη κατηγορία φυσούνων που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα είναι οι φυσούνες με πτερύγια.



Εικόνα 52 Φυσούνα με πτερύγια (Πηγή: 42)

Άλλα είδη φυσούνων είναι οι φυσούνες με μαξιλάρια και οι φουσκωτές φυσούνες που εξυπηρετούν ειδικές χρήσεις.



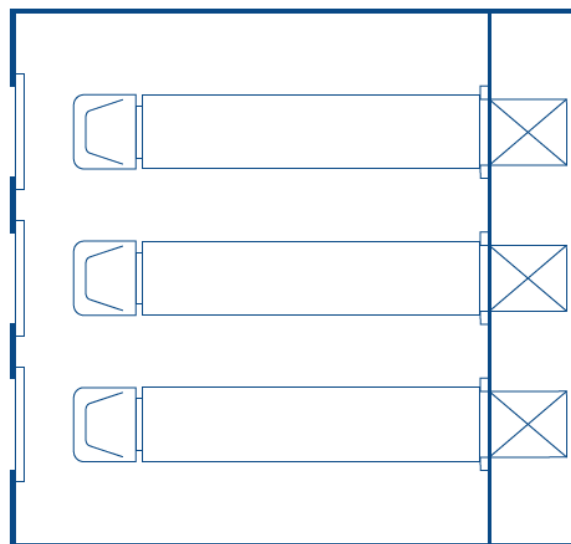
Εικόνα 53 Φυσούνα με μαξιλάρια (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)



Εικόνα 54 Φουσκωτή φυσούνα (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Οι φυσούνες με πτερύγια προσαρμόζονται σε όλα τα μεγέθη φορητών και έτσι θεωρούνται γενικής χρήσης. Διαθέτουν μετωπικά και πλευρικά πτερύγια, συναρμολογημένα πάνω σε ένα ειδικό παραμορφώσιμο πλαίσιο και αποτελούν μια σταθερή, εύκαμπτη και ανθεκτική στο σχίσιμο κατασκευή. Γενικά, έχουν και το πλεονέκτημα ότι αποτελούν κατασκευές των οποίων η αντικατάσταση είναι εύκολη και οικονομική, σε αντίθεση με τα άλλα είδη φυσούνων.

Σε πολύ ειδικές περιπτώσεις όπου η προστασία που απαιτείται είναι πολύ υψηλή, δημιουργούνται οι σταθμοί φορτοεκφόρτωσης. Ένας ολοκληρωμένος σταθμός φορτοεκφόρτωσης αποτελείται από μια πλατφόρμα με υδραυλική ράμπα, την επένδυση τοίχου και οροφής και ένα άνοιγμα φόρτωσης με φυσούνα.



Εικόνα 55 Σταθμός φορτοεκφόρτωσης (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Οι σταθμοί φορτοεκφόρτωσης τοποθετούνται μπροστά από την εσωτερική αίθουσα της αποθήκης. Αυτό σημαίνει: η αίθουσα μπορεί να χρησιμοποιείται πλήρως μέχρι τους εξωτερικούς της τοίχους. Οι σταθμοί φορτοεκφόρτωσης αποτελούν μία ενδεδειγμένη επιλογή, όταν οι αίθουσες δεν επιτρέπουν την εγκατάσταση εσωτερικών ραμπών ή όταν δεν επιτρέπεται η οδήγηση κάτω από τις ράμπες. Σε συνδυασμό με

θερμομονωμένες βιομηχανικές πόρτες οι σταθμοί φορτοεκφόρτωσης ενδείκνυται για τη φόρτωση ευαίσθητων στη θερμοκρασία εμπορευμάτων. Σε αυτήν την περίπτωση, τα φορτηγά μπορούν να προσεγγίσουν τόσο σε γωνία 90° όσο και πλευρικά μετατοπισμένα σε κλειστή γωνία.

Οι σταθμοί φορτοεκφόρτωσης μπορούν να τοποθετηθούν σε μεμονωμένα στοιχεία ή σε σειρά. Στην επίσης ειδική περίπτωση που επιλέγεται πάνω από μία θέση φορτοεκφόρτωσης να τοποθετηθεί υπόστεγο ή μαρκίζα, αυτή πρέπει να είναι σε μεγάλο ύψος για να μην εμποδίζει. Το κριτήριο δεν είναι το ύψος του φορτηγού αλλά το ύψος που απαιτείται για την εγκατάσταση φυσούνας. Για παράδειγμα, εάν μιλάμε για φορτηγά με συνολικό ύψος 4,00 μέτρα, χρειάζονται συνήθως πάνω από 4,75 μέτρα ύψος ώστε να μπορεί να εγκατασταθεί η αντίστοιχη φυσούνα.

Για να καλυφθεί η υψομετρική διαφορά μεταξύ της στάθμης του δαπέδου της αποθήκης και της στάθμης του φορτηγού, χρησιμοποιούνται οι ράμπες γεφύρωσης. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων επιλέγονται οι υδραυλικές ράμπες. Η ράμπα γεφύρωσης βρίσκεται στο εσωτερικό της αποθήκης σε επαφή με την εκάστοτε πόρτα και πρέπει να τοποθετείται έτσι ώστε, σε ουδέτερη θέση (χωρίς κλίση) να είναι στο ύψος της μέσης στάθμης δαπέδου καρότσας για τα οχήματα που εξυπηρετεί. Συνήθως εγκαθίσταται σε ύψη 0,90 έως 1,50 μέτρα, διαστάσεις που για την Ελλάδα μπορούν να περιοριστούν σε 1,10 έως 1,30 μέτρα και να είναι αρκετά ικανοποιητικές για μεγάλο εύρος εφαρμογών.

Είναι σημαντικό κατά το σχεδιασμό να ληφθεί υπόψιν πως όσο μεγαλύτερο είναι το εύρος που έχουμε στα ύψη δαπέδου καρότσας που εξυπηρετούνται, τόσο πιο μεγάλο μήκος ράμπας (η διάσταση η κάθετη στο άνοιγμα) πρέπει να επιλέξουμε, ώστε οι κλίσεις της ράμπας να παραμείνουν σε λογικά όρια (7-10%). Για να υπάρχει αρκετή ευελιξία, καλό είναι να προτιμώνται ράμπες με μήκος από 2,50 μέτρα και πάνω. Ράμπες με μήκος 2,50 μέτρα και 3,00 μέτρα είναι ικανοποιητικές για τις ελληνικές αποθήκες. Συνίσταται ο ελεύθερος χώρος πίσω από τις πόρτες να είναι αρκετός (μεγαλύτερος από 3 μέτρα) ώστε είναι σε θέση να υποδεχτεί και ράμπες μεγαλύτερων διαστάσεων. Αναφορικά με το πλάτος της ράμπας, τυπικά μεγέθη είναι από 1,50 μέτρα έως 2,20 μέτρα. Πιο διαδεδομένη διάσταση είναι τα 2,00 μέτρα, αν και η μέγιστη ευελιξία παρέχεται από τις ράμπες πλάτους 2.20 m με διαιρούμενο χείλος (διαθέτουν ένα κεντρικό, σταθερό τμήμα χείλους με πλάτος 1,70 έως 1,80 μέτρα και πλαϊνά τμήματα χείλους που μπορούν να αναδιπλωθούν ώστε να προσαρμοστούν στο εκάστοτε πλάτος καρότσας).

Ενδείκνυται να επιλέγονται πλάτη που να είναι 0,20-0,30 μέτρα πιο στενά από το εσωτερικό πλάτος της καρότσας των φορτηγών που θα εξυπηρετούν. Στην Ελλάδα ένα συνηθισμένο εσωτερικό πλάτος καρότσας είναι τα 2,4 μέτρα, οπότε ένα πλάτος ράμπας 2,2 μέτρα είναι επαρκές. Τέλος, συνιστάται ιδιαίτερα η εγκατάσταση της ράμπας με τρόπο ώστε ο χώρος από κάτω της να μένει κενός για να δέχεται τις κατεβασμένες υδραυλικές πλατφόρμες των φορτηγών. Γενικά όταν πρόκειται να εξυπηρετούνται φορτηγά με υδραυλική πλατφόρμα καρότσας, πρέπει να διαμορφωθεί κενός χώρος κάτω από την ράμπα με διαστάσεις ικανές ώστε το φορτηγό να την κατεβάσει και μετά να δέσει στη θέση φορτοεκφόρτωσης με την όπισθεν, χωρίς η πλατφόρμα να εμποδίζει. Ο απαιτούμενος χώρος εξαρτάται από τις διαστάσεις της

πλατφόρμας. Γενικά ένα πλάτος 3 μέτρα, ένα βάθος 2,4 μέτρα και ένα ύψος 0,4 μέτρα είναι ικανοποιητικές διαστάσεις για τα ελληνικά δεδομένα.

Τονίζεται σε αυτό το σημείο πως ο σχεδιαστής της αποθήκης οφείλει κατά την επιλογή της υδραυλικής ράμπας να λάβει υπόψιν του το είδος του εξοπλισμού εσωτερικής διακίνησης των προϊόντων. Είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζει κατά το σχεδιασμό τι είδους περονοφόρα και παλετοφόρα θα χρησιμοποιούνται εντός της αποθήκης. Οι διαστάσεις των μηχανημάτων αυτών (κυρίως το ύψος με φορτίο), οι γωνίες προσέγγισης και διαφυγής σε ράμπες, το συνολικό τους βάρος, η εδαφική πίεση ανά τροχό και η μέγιστη ανεκτή κλίση δαπέδου με πλήρες φορτίο, είναι βασικές παράμετροι για τον σχεδιασμό του χώρου και την επιλογή των υλικών. Επίσης το είδος του μηχανήματος επηρεάζει και την κλίση που μπορεί να έχει η ράμπα. Για χειροκίνητο παλετοφόρο η μέγιστη κλίση της ράμπας είναι 3%, για ηλεκτρικό παλετοφόρο 5%, για ηλεκτροκίνητο περονοφόρο 10% και για βενζινοκίνητο ή πετρελαιοκίνητο περονοφόρο 15%.



Εικόνα 56 Υδραυλική ράμπα γεφύρωσης (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

3.4.4 Βοηθητικός εξοπλισμός αποβάθρας

Σημαντικό στοιχείο για το σχεδιασμό των θέσεων φορτοεκφόρτωσης και των αποβαθρών της αποθήκης είναι και ο βοηθητικός εξοπλισμός που θα τοποθετηθεί στην αποβάθρα για να εξυπηρετήσει τις διάφορες ανάγκες που προκύπτουν. Αρχικά θα πρέπει να τοποθετούνται αποσβεστήρες συγκρούσεων. Επειδή ένα φορτωμένο φορηγό, ακόμα και με ελάχιστη ταχύτητα, μπορεί να ασκήσει τεράστια δύναμη σε μία σύγκρουση, επιβάλλεται η χρήση αποσβεστήρων συγκρούσεων, τόσο στην περιοχή γύρω από την ράμπα γεφύρωσης, όπου είναι αναμενόμενο να έχουμε επαφή της καρότσας με τον τοίχο κατά τη διάρκεια μιας οπισθοπορείας, όσο και σε οποιαδήποτε άλλα σημεία είναι πιθανόν να χτυπήσουν τα φορηγά μας (όπως γωνίες κτιρίου, κολώνες κτλ.).



Εικόνα 57 Αποσβεστήρες συγκρούσεων αποβάθρας (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Ενδείκνυται επίσης για τις εμπορευματικές αποθήκες να υπάρχει εξοπλισμός ο οποίος να διευκολύνει την κίνηση των φορητών προς την θέση φορτοεκφόρτωσης, όπως οδηγοί ευθυγράμμισης των φορητών. Πρόκειται επί της ουσίας για μεταλλικές κατασκευές που τοποθετούνται στο διαμορφωμένο έδαφος της αποβάθρας ώστε να κατευθύνουν την κίνηση και την ευθυγράμμιση του φορητού προς τη θέση φορτοεκφόρτωσης. Συνήθως τοποθετούνται με το πλησιέστερο σημείο τους σε απόσταση 4,5 μέτρων από την ράμπα γεφύρωσης και απέχουν μεταξύ τους 2,6 μέτρα.



Εικόνα 58 Οδηγοί τροχών (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Παράλληλα με την τοποθέτηση οδηγών τροχών, σημαντικό βοήθημα είναι και οι διαγραμμίσεις σε λευκό ή κίτρινο χρώμα, σε απόσταση 2,5 μέτρα μεταξύ τους που βοηθούν οπτικά τον οδηγό του φορητού.

Εξαιρετικής σημασίας είναι και ο φωτισμός της αποβάθρας. Για να είναι σε θέση να εκτελούνται εργασίες και μετά τη δύση του ηλίου ή σε περιπτώσεις με περιορισμένο φωτισμό, η αποβάθρα οφείλει να διαθέτει πλήρες σύστημα φωτισμού. Ειδικό σύστημα φωτισμού τοποθετείται και στη θέση φορτοεκφόρτωσης⁴³, τόσο για να κατευθύνεται ο οδηγός προς αυτήν, όσο και για να υπάρχει φωτισμός που θα διευκολύνει τις διεργασίες της φορτοεκφόρτωσης. Ειδικό σύστημα φωτισμού προβλέπεται και για την περίπτωση του σταθμού φορτοεκφόρτωσης.



Εικόνα 59 Φωτισμός θέσεων φορτοεκφόρτωσης (Πηγή: 43)

3.4.5 Πληροφοριακά συστήματα διαχείρισης αποθηκών

Οι σύγχρονες εμπορευματικές αποθήκες, για να διαχειριστούν τον αυξημένο όγκο πληροφοριών που απαιτείται για τη λειτουργία τους, χρησιμοποιούν τα συστήματα διαχείρισης (warehouse management systems, wms). Πρόκειται επί της ουσίας για εφαρμογές λογισμικού οι οποίες παρέχουν πληροφορίες στους εργαζόμενους της αποθήκης και υποστηρίζουν τις διάφορες εργασίες εντός αυτής. Τα συστήματα αυτά επικοινωνούν και με άλλα πληροφοριακά συστήματα διαχείρισης σχετικά με την αποδοχή παραγγελιών, την προμήθεια, τον έλεγχο παραγωγής και άλλα.

Υπάρχουν τρία βασικά συστήματα wms, τα οποία περιγράφονται παρακάτω:

- **Basic WMSs.** Ένα basic WMS υποστηρίζει μόνο έλεγχο αποθέματος και της τοποθέτησης των προϊόντων στη σωστή θέση. Τα προϊόντα μπορούν να αναγνωριστούν με τη χρήση συστημάτων σάρωσης. Επιπλέον, το σύστημα αποφασίζει για την τοποθεσία αποθήκευσης των παραληφθέντων προϊόντων και καταχωρεί αυτή την πληροφορία. Οι οδηγίες αποθήκευσης και προετοιμασίας της παραγγελίας παράγονται από το σύστημα και πιθανώς προβάλλονται σε RF τερματικά. Η πληροφορία διαχείρισης της αποθήκης είναι απλή και εστιάζει κυρίως στην αποθήκη.
- **Advanced WMSs.** Πέραν της λειτουργικότητας που προσφέρεται από ένα basic WMS, ένα advanced WMS έχει την ικανότητα να προγραμματίζει και την κατανομή των πόρων και των δραστηριοτήτων στην αποθήκη. Με αυτόν τον τρόπο, συγχρονίζεται η ροή των προϊόντων στην αποθήκη και αυξάνεται η παραγωγικότητα της.
- **Complex WMSs.** Με ένα complex WMS διατίθεται πληροφορία σχετικά με το πού βρίσκεται κάθε προϊόν (tracking and tracing), που κατευθύνεται και γιατί (planning execution, control). Τα συστήματα αυτά παρέχουν τη δυνατότητα εφαρμογής πολύπλοκων στρατηγικών αποθήκευσης, ανεφοδιασμού και προετοιμασίας της παραγγελίας. Ένα complex WMS είναι ικανό να αλληλεπιδράσει με όλα τα είδη διαφορετικών τεχνικών συστημάτων (AS/RS, sorter, AGV, RF, robots και συστήματα συλλογής πληροφοριών).

Ένας βασικός τρόπος λειτουργίας τέτοιων συστημάτων που είναι ευρέως διαδεδομένα στις εμπορευματικές αποθήκες, είναι μέσω σάρωσης γραμμωτού κώδικα. Ο γραμμωτός κώδικας (barcode) αποτελεί μία από τις πολλές εφαρμογές των τεχνολογιών αυτόματης αναγνώρισης στοιχείων και κτήσης δεδομένων (automatic identification and data capture), που επιτρέπουν τη γρήγορη και εύκολη λήψη και αποθήκευση της πληροφορίας τη στιγμή που αυτή δημιουργείται.

Ο πιο κοινός τύπος γραμμωτού κώδικα είναι αυτός που σήμερα διαχειρίζεται ο οργανισμός GS1 και είναι ο EAN (European Article Numbering). Ο EAN περιλαμβάνει δύο κύρια μέρη: τη κωδικοποίηση και τη συμβολογία. Η κωδικοποίηση αφορά στο είδος/δομή δεδομένων που θα απεικονίζονται στον γραμμωτό κώδικα όπως κωδικοποίηση χώρας και προϊόντος ενώ η συμβολογία στον τρόπο απεικόνισης οποιουδήποτε αριθμού ή αλφαριθμητικού σε γραμμωτή μορφή. Στόχος της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι η απόδοση ενός μοναδικού αριθμού σε κάθε προϊόν. Ειδικότερα ο EAN⁴⁴ αποτελείται από αριθμοσειρά 13 ψηφίων και απαντάται στα περισσότερα καταναλωτικά είδη.



Εικόνα 60 Barcode EAN από αριθμοσειρά 13 ψηφίων (Πηγή: 44)

Τα βασικά πλεονεκτήματα της εφαρμογής της τεχνολογίας του γραμμωτού κώδικα σε μία αποθήκη είναι τα εξής: αύξηση ταχύτητας εισαγωγής, εξαγωγής και άλλων κινήσεων των προϊόντων που εκτελούνται σε μία αποθήκη, μείωση του χρόνου συλλογής πληροφοριών, ακριβής πληροφόρηση, ακριβής γνώση του πόσα και ποια προϊόντα έχει μία επιχείρηση στην αποθήκη της και ποια η θέση τους ανά πάσα χρονική στιγμή, άμεση μεταβίβαση σε πραγματικό χρόνο της πληροφορίας, εάν αυτό απαιτείται. Όλα αυτά οδηγούν σε σημαντικά οικονομικά οφέλη και σε μία ποιοτικότερη και ταχύτερη εξυπηρέτηση πελατών και φυσικά στη συνολική αύξηση παραγωγικότητας. Στα μειονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής περιλαμβάνονται τα εξής: τα barcode είναι αναλώσιμα και ευπαθή, απαιτείται η άμεση οπτική επαφή με τη συσκευή ανάγνωσης, δε διαθέτει αρκετή μνήμη για πληροφορίες, δεν υπάρχει περιθώριο αλλαγής του από τη στιγμή που θα τυπωθεί σε ένα προϊόν.

Οι σαρωτές γραμμωτού κώδικα (barcode scanners), είναι οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία του συστήματος. Στις αποθήκες συνήθως χρησιμοποιούνται οι σαρωτές χειρός (handheld barcode scanners), τους οποίους χειρίζεται το προσωπικό της αποθήκης για την επί τόπου σάρωση των πληροφοριών. Μία διαφορετική επιλογή είναι τα mobile computers, τα οποία είναι πιο ακριβά αλλά διαθέτουν μεγαλύτερο εύρος πληροφοριών στο λογισμικό τους και εξυπηρετούν διάφορες υπηρεσίες εντός αποθήκης.

3.4.6 Εξοπλισμός πυροπροστασίας

Ένα πολύ βασικό ζητούμενο κατά το σχεδιασμό μίας εμπορευματικής αποθήκης είναι η πυροπροστασία της. Οι αποθήκες είναι πιθανό να διατηρούν εντός των τμημάτων τους εύφλεκτα ή εκρηκτικά υλικά, ενώ σε ειδικές περιπτώσεις είναι δυνατόν να εκτελούνται εντός μίας αποθήκης εργασίες που οδηγούν σε μεγάλες αυξήσεις της θερμοκρασίας. Οι βασικοί στόχοι του σχεδιαστή επομένως πρέπει να είναι αφενός η πρόληψη κατά της φωτιάς και αφετέρου η ασφάλεια των εργαζομένων και του κοινού σε περίπτωση εκδήλωσης πυρκαγιάς και η αντιμετώπιση της. Για το σκοπό αυτό, απαιτείται ο κατάλληλος σχεδιασμός από το μελετητή και η συμμόρφωση της σχεδιαζόμενης αποθήκης στους κανονισμούς και τους νόμους που αφορούν την πυροπροστασία των κτιρίων στην Ελλάδα.

Για πολλά χρόνια, ο κανονισμός πυροπροστασίας στην Ελλάδα ήταν το προεδρικό διάταγμα 71 του 1988, με τις διατάξεις του οποίου έπρεπε να εναρμονίζεται η κατασκευή των κτιρίων οποιασδήποτε μορφής μέχρι το 2018. Η ανάγκη όμως για

εναρμονισμό των διατάξεων του κανονισμού με το εθνικό θεσμικό πλαίσιο και τις απαιτήσεις των ευρωπαϊκών οδηγιών, όπως και οι σημερινές σχεδιαστικές, κατασκευαστικές και λειτουργικές ανάγκες των κτιρίων οδήγησε στη σύνταξη ενός νέου κανονισμού, του προεδρικού διατάγματος 41 του 2018⁴⁵.

Το προεδρικό διάταγμα αυτό με τίτλο «Κανονισμός Πυροπροστασίας Κτιρίων» δημοσιεύτηκε στο πρώτο τεύχος της Εφημερίδας της Κυβερνήσεως στο φύλλο 80, στις 7 Μαΐου του 2018 και είχε ημερομηνία έναρξης ισχύος τρεις μήνες μετά τη δημοσίευσή της, δηλαδή στις 7 Αυγούστου του 2018. Επιπρόσθετα, το 2019 κυκλοφόρησε και η διευκρινιστική εγκύκλιος με τίτλο «Διευκρινίσεις για την εφαρμογή του Κανονισμού Πυροπροστασίας Κτιρίων», με την οποία διευκρινίζονται ορισμένες διατάξεις του προεδρικού διατάγματος 41 του 2018. Επομένως, ο σχεδιασμός μίας εμπορευματικής αποθήκης οφείλει να λαμβάνει υπόψη για το θέμα της πυροπροστασίας το συγκεκριμένο προεδρικό διάταγμα – κανονισμό και τη διευκρινιστική εγκύκλιο.

Για να γίνουν περισσότερο κατανοητά ορισμένα θέματα που αφορούν την πυροπροστασία των κτιρίων, ορίζονται παρακάτω μερικές βασικές σχετικές έννοιες, με τους ορισμούς που χρησιμοποιεί ο κανονισμός.

- Άκαυστο δομικό υλικό: Υλικό χαμηλού βαθμού αναφλεξιμότητας, που πληροί τα κριτήρια της εκάστοτε δοκιμής ακαυστότητας.
- Αντίσταση στη δίοδο της θερμότητας (πυρομόνωση): Η ικανότητά ενός δομικού στοιχείου, όταν εκτίθεται σε φωτιά στη μία πλευρά, να περιορίζει την άνοδο της θερμοκρασίας στη μη εκτεθειμένη πλευρά για καθορισμένο χρονικό διάστημα, σε τυπική δοκιμή αντίδρασης σε φωτιά.
- Έξοδος κινδύνου: Άνοιγμα εισόδου σε πυροπροστατευμένη όδευση διαφυγής, ή κατευθείαν σε ασφαλή υπαίθριο χώρο.
- Ενεργητική πυροπροστασία: Τα μέσα πυροπροστασίας που εγκαθίστανται σε ένα κτίριο και τα οποία αποσκοπούν στην έγκαιρη ανίχνευση και προειδοποίηση για την έναρξη φωτιάς ή/και στην άμεση αντιμετώπισή της πριν αυτή καταστεί ανεξέλεγκτη.
- Επικίνδυνος χώρος: Χώρος υψηλού βαθμού κινδύνου του κτιρίου ή χώρος που λόγω της υψηλής εγκατεστημένης ισχύος έχει αυξημένο κίνδυνο έναρξης φωτιάς.
- Θεωρητικός πληθυσμός: Ο τεχνικός υπολογισμός των ατόμων του χώρου, ο οποίος είναι η βάση υπολογισμού για τη λήψη των κατάλληλων μέτρων και μέσων πυροπροστασίας, χωρίς να αποτελεί κριτήριο του μέγιστου πληθυσμού που δύναται να συγκεντρωθεί. Ο υπολογισμός του γίνεται με βάση τη χρήση του χώρου και τις καθαρές επιφάνειες.
- Όδευση διαφυγής: Η συνεχής και χωρίς εμπόδια πορεία για τη διαφυγή από οποιοδήποτε σημείο ενός κτιρίου προς ασφαλή, υπαίθριο συνήθως χώρο, σε περίπτωση πυρκαγιάς.
- Παθητική πυροπροστασία: Το σύνολο των μέτρων που λαμβάνονται για την εξασφάλιση της έγκαιρης και ασφαλούς διαφυγής του κοινού από το κτίριο σε περίπτωση πυρκαγιάς, την αποφυγή κατάρρευσης του καθώς και την αποφυγή μετάδοσης αυτής σε άλλους χώρους ή άλλα κτίρια.
- Πυραντίσταση (αντίσταση στη φωτιά): Η ικανότητα μιας κατασκευής ή ενός δομικού στοιχείου ν' αντιστέκεται για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα, που

ονομάζεται δείκτης πυραντίστασης, στα θερμικά αποτελέσματα μιας φωτιάς, χωρίς απώλεια της ευστάθειας, της ακεραιότητας και της αντίστασης στη δίοδο της θερμότητας.

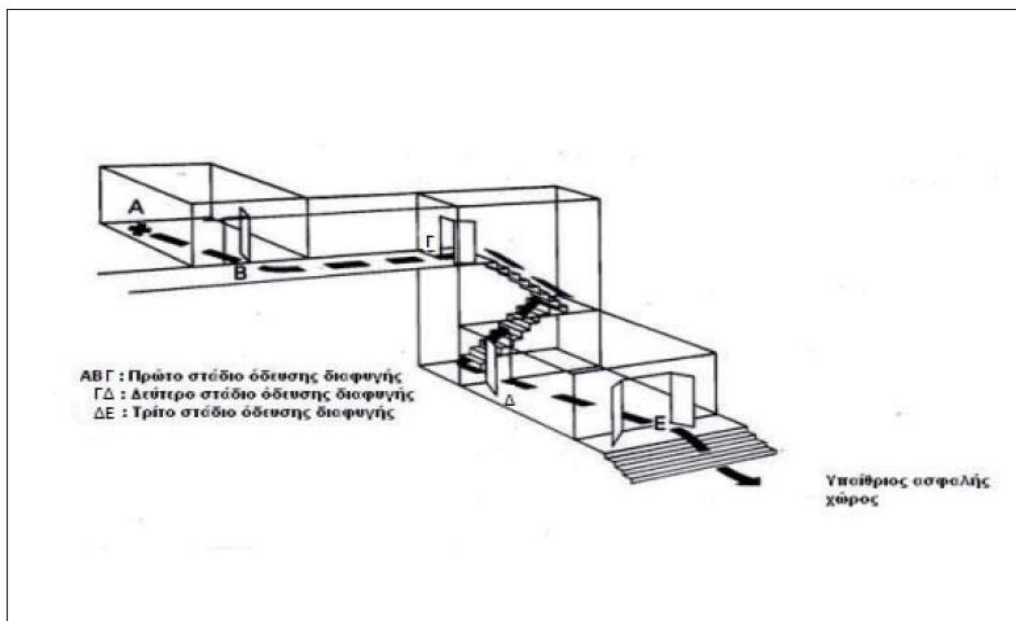
- Πυροδιαμέρισμα: Τμήμα κτιρίου ή και ολόκληρο κτίριο που περικλείεται ερμητικά (σε περίπτωση πυρκαγιάς) από δομικά στοιχεία με προκαθοριζόμενο, κατά περίπτωση, δείκτη πυραντίστασης. Το εμβαδόν και ο όγκος του πυροδιαμερίσματος υπολογίζονται από τις εσωτερικές διαστάσεις του.
- Σύστημα κατάσβεσης: Σύστημα που έχει σχεδιαστεί για τη δυναμική σταθεροποίηση, μείωση ή εξάλειψη του ρυθμού εξάπλωσης της φλόγας ή έκλυσης θερμότητας ή συνεπαγόμενης παραγωγής αερίων καύσης.
- Σχεδιάγραμμα διαφυγής: Σχέδιο όπου απεικονίζονται τα αναγκαία στοιχεία διαφυγής που δύναται να περιλαμβάνουν τις απαιτούμενες πληροφορίες εκκένωσης, διάσωσης και πρώτης επέμβασης.
- Χώρος υψηλού βαθμού κινδύνου: Χώρος κτιρίου ή δομικού έργου, τα περιεχόμενα του οποίου παρουσιάζουν μεγάλη αναφλεξιμότητα, ταχύτητα επιφανειακής εξάπλωσης της φλόγας και έκλυση θερμότητας ή παράγουν πολλά τοξικά καυσαέρια ή έχουν κίνδυνο έκρηξης.

Τα μέτρα πυροπροστασίας μίας αποθήκης διακίνησης εμπορευμάτων εντάσσονται σε δυο βασικές κατηγορίες : στα μέτρα παθητικής πυροπροστασίας και στα μέτρα ενεργητικής πυροπροστασίας.

Μέτρα παθητική πυροπροστασίας

Η παθητική πυροπροστασία έχει ως αντικείμενο δύο βασικά ζητήματα: 1) τη δημιουργία ασφαλών οδεύσεων διαφυγής και 2) τη δομική πυροπροστασία.

Η δημιουργία οδεύσεων διαφυγής είναι ένα πολύ βασικό ζητούμενο στο σχεδιασμό των κτιρίων αποθήκευσης και διανομής προϊόντων. Οι οδεύσεις διαφυγής αποτελούνται από τρία τμήματα: την απροστάτευτη όδευση διαφυγής, την πυροπροστατευμένη όδευση διαφυγής και την οριζόντια όδευση που οδηγεί στην τελική έξοδο. Η απροστάτευτη όδευση διαφυγής είναι το πρώτο στάδιο της όδευσης και αφορά στην πορεία από ένα τυχόν σημείο του κτιρίου μέχρι ένα χώρο ασφαλή, που μπορεί να είναι: i) μια τελική έξοδος προς υπαίθριο χώρο, ii) μια έξοδος κινδύνου ορόφου, iii) μία οριζόντια έξοδος. Συνήθως η απροστάτευτη όδευση είναι μία οριζόντια διαδρομή.



Εικόνα 61 Στάδια οδεύσεων διαφυγής (Πηγή: 45)

Η πυροπροστατευμένη οδευση διαφυγής είναι το δεύτερο στάδιο της οδευσης το οποίο άρχεται από μια έξοδο κινδύνου (η οποία είναι η κατάληξη του πρώτου σταδίου της οδευσης) και οδηγεί σε έξοδο στο επίπεδο του ορόφου εκκένωσης. Όλο αυτό το τμήμα είναι πυροπροστατευμένο, περιβάλλεται δηλαδή από δομικά στοιχεία με τον απαιτούμενο δείκτη πυραντίστασης. Συνήθως το δεύτερο αυτό στάδιο της οδευσης διαφυγής αποτελείται από πυροπροστατευμένα κλιμακοστάσια. Ενίοτε, δύναται να συμπεριλαμβάνει και πυροπροστατευμένους εσωτερικούς ή εξωτερικούς διαδρόμους ή και πυροπροστατευμένους προθάλαμους.

Η οριζόντια οδευση προς την τελική έξοδο είναι το τρίτο και τελικό στάδιο της οδευσης διαφυγής. Είναι η συνέχεια των πυροπροστατευμένων οδεύσεων από τους υπέργειους ή και υπόγειους ορόφους του κτιρίου που καταλήγουν στον όροφο εκκένωσης με κατεύθυνση την τελική ή τις τελικές εξόδους του. Με το τελικό αυτό στάδιο της οδευσης επιτυγχάνεται η διαφυγή των χρηστών προς το εξωτερικό του κτιρίου, είτε σε περιοχή ελεύθερη και ασφαλή του οικοπέδου - γηπέδου που συνέχεια με κοινόχρηστο δρόμο ή το ύπαιθρο, είτε απ' ευθείας σε κοινόχρηστο χώρο ή το ύπαιθρο. Η οδευση του τρίτου σταδίου εφόσον διέρχεται μέσα από το κτίριο πρέπει να είναι πυροπροστατευμένη και όσο το δυνατόν πιο σύντομη και ευθεία. Τονίζεται ότι οι τελικές εξόδους, πρέπει να τοποθετούνται σε κατάλληλες θέσεις του ορόφου εκκένωσης, έτσι ώστε η κατεύθυνση διαφυγής προς το ύπαιθρο να είναι σαφής.

Για το σχεδιασμό των απαιτούμενων οδεύσεων διαφυγής, το πρώτο ζητούμενο είναι ο υπολογισμός του θεωρητικού πληθυσμού της αποθήκης. Με βάση το π.δ. 41/18, για χώρους που χρησιμοποιούνται για αποθήκευση και ειδικά για τα κέντρα αποθήκευσης και διανομής προϊόντων, ο θεωρητικός πληθυσμός είναι 1 άτομο ανά 30 τετραγωνικά μέτρα δαπέδου. Αφού υπολογιστεί ο θεωρητικός πληθυσμός, πρέπει να υπολογιστεί η απαιτούμενη παροχή της οδευσης για να προσδιοριστεί το απαιτούμενο πλάτος της. Ως παροχή της οδευσης ορίζεται ο αριθμός των ατόμων που μπορούν να απομακρυνθούν με ασφάλεια από το κτίριο μέσω της οδευσης και μετράται σε άτομα ανά μονάδα πλάτους οδευσης η οποία ορίζεται ως 0,60 μέτρα. Για την περίπτωση των

αποθηκευτικών χώρων, ορίζεται παροχή όδευσης 100 άτομα ανά μονάδα πλάτους για οριζόντια όδευση και 60 άτομα ανά μονάδα πλάτους για κατακόρυφη όδευση.

Με βάση το θεωρητικό πληθυσμό και την παροχή της όδευσης υπολογίζεται το ελάχιστο απαιτούμενο πλάτος των οδεύσεων διαφυγής για κάθε αποθήκη, δηλαδή το ελεύθερο πλάτος στο στενότερο σημείο της. Σημειώνεται ότι το απαιτούμενο ελάχιστο πλάτος οποιασδήποτε όδευσης διαφυγής για αποθήκη δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερο από 1,00 μέτρο ενώ το ελάχιστο ελεύθερο πλάτος για τις πόρτες των οδεύσεων διαφυγής είναι 0,85 μέτρα και για τους χώρους υγιεινής 0,75 μέτρα. Το πλάτος της όδευσης διαφυγής υπολογίζεται σε συνάρτηση με το θεωρητικό πληθυσμό σε ακέραιες μονάδες πλάτους (0,60 μέτρα). Όταν από τους υπολογισμούς προκύπτει μη ακέραιος αριθμός, τότε η στρογγυλοποίηση γίνεται προς τα άνω, με την προσθήκη μισής μονάδας πλάτους (0,30 μέτρα). Όσον αφορά το ελεύθερο ύψος των χώρων όπου περνά όδευση διαφυγής, πρέπει να είναι τουλάχιστον 2,20 μέτρα, ενώ για τις σκάλες, δοκούς, ανώφλια θυρών μπορεί να είναι 2,00 μέτρα. Περιοχές που παρουσιάζουν υψομετρικές διαφορές δαπέδου μέχρι 0,40 μέτρα και συνδέονται μέσω σκαλοπατιών ή ραμπών μπορούν να συμπεριλαμβάνονται στις οριζόντιες οδεύσεις διαφυγής. Για τις εξόδους κινδύνου των οδεύσεων με βάση το π.δ. 41/18 ισχύουν τα εξής:

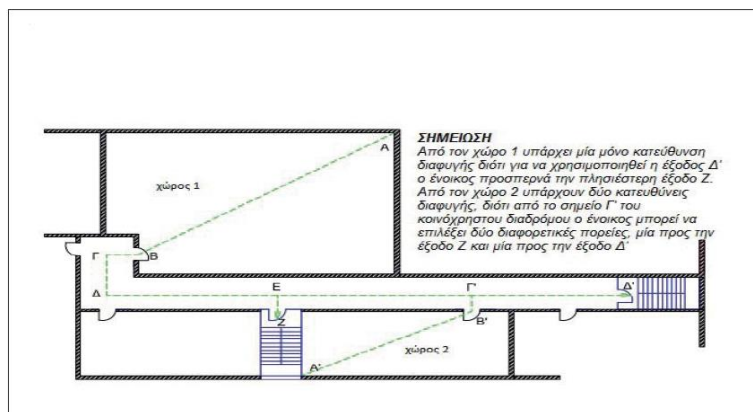
Αριθμός και πλάτος εξόδων κινδύνου ανά όροφο		
Θεωρητικός Πληθυσμός	Ελάχιστος αριθμός εξόδων	Ελάχιστο πλάτος κάθε εξόδου
Έως 30	1*	0,90 μ.
31 - 150 άτομα	2	1,10 μ.
151 - 400 άτομα	2	1,40 μ.
401 - 700 άτομα	3	1,60 μ.
701 - 1.000 άτομα	4	1,80 μ.

Εικόνα 62 Αριθμός και πλάτος εξόδων κινδύνου ανά όροφο (Πηγή: 45)

Σημειώνεται επίσης ότι κατ' εξαίρεση σε υπόγειους χώρους κύριας χρήσης επιβάλλονται 2 τουλάχιστον έξοδοι κινδύνου ελάχιστου πλάτους 0,90 μέτρων και ότι για πληθυσμό μεγαλύτερο των 1.000 ατόμων προστίθεται μία έξοδος πλάτους 1,80 του μέτρου ανά 250 άτομα ή κλάσμα αυτών. Όσον αφορά τους περιορισμούς που πρέπει να ληφθούν υπόψη σχετικά με το μήκος των οδεύσεων διαφυγής, αυτοί αφορούν αποκλειστικά το τμήμα της απροστάτευτης όδευσης. Τα κριτήρια για το μέγιστο επιτρεπόμενο μήκος είναι δύο, η κατηγορία επικινδυνότητας στην οποία εντάσσεται η αποθήκη και το αν η αποθήκη διαθέτει αυτόματο σύστημα πυρόσβεσης με νερό (καταιονισμού ύδατος).

Οι εμπορευματικές αποθήκες εντάσσονται στην κατηγορία επικινδυνότητας Z2 του π.δ. 41/18, εκτός των σπάνιων περιπτώσεων των αποθηκών αφρώδους ή μονομερούς πλαστικού και νιτροκυτταρίνης όπου εντάσσονται στην κατηγορία Z3. Επίσης, οι περισσότερες εμπορευματικές αποθήκες διαθέτουν αυτόματο σύστημα πυρόσβεσης και γενικά προβλέπεται τέτοιο σύστημα για το σχεδιασμό τους ως ενδεδειγμένη λύση. Επομένως για εμπορευματική αποθήκη που εντάσσεται στην κατηγορία επικινδυνότητας Z2 του π.δ. 41/18 και διαθέτει αυτόματο σύστημα πυρόσβεσης το μέγιστο επιτρεπόμενο μήκος απροστάτευτης όδευσης είναι 50 μέτρα

όταν η δυνατότητα διαφυγής είναι προς μία μόνο κατεύθυνση και 90 μέτρα όταν η δυνατότητα διαφυγής είναι προς περισσότερες κατευθύνσεις. Τονίζεται σε αυτό το σημείο πως η μέγιστη αυτή απόσταση αφορά την πραγματική ανεμπόδιστη απόσταση από οποιοδήποτε σημείο της αποθήκης μέχρι την έξοδο κινδύνου που οδηγεί στο πυροπροστατευμένο τμήμα της όδευσης.



Εικόνα 63 Κατευθύνσεις διαφυγής (Πηγή: 45)

Ένα σημαντικό στοιχείο για τη σχεδίαση των οδεύσεων διαφυγής είναι και η σωστή τοποθέτηση των κατάλληλων θυρών για τις διάφορες εξόδους κινδύνου. Οι θύρες που τοποθετούνται ως εξοδοί κινδύνου οφείλουν να είναι πυράντοχες θύρες, με βαθμό πυραντίστασης που καθορίζεται από το εμβαδόν του χώρου και το θεωρητικό πληθυσμό της αποθήκης. Το δάπεδο και από τις δύο πλευρές κάθε θύρας πρέπει να είναι επίπεδο και να βρίσκεται στην ίδια στάθμη, ενώ κάθε θύρα που χρησιμοποιείται ως έξοδος κινδύνου πρέπει γενικά να ανοίγει προς την κατεύθυνση της διαφυγής παρέχοντας το πλήρες πλάτος του ανοίγματός της με εύκολο και προφανή τρόπο. Σε κάθε έξοδο οφείλει να τοποθετείται ειδικό σύστημα φωτισμού ασφαλείας, ενώ σε συγκεκριμένα σημεία του χώρου πρέπει να υπάρχουν ανηρητημένα σχεδιαγράμματα διαφυγής. Όσον αφορά την τελική έξοδο, αυτή πρέπει να έχει πλάτος ικανό να εξυπηρετήσει την συνολική παροχή όδευσης, γι αυτό και για το σχεδιασμό της λαμβάνονται υπόψιν και οι παροχές από υπόγεια ή υπερκείμενους ορόφους.

Το έτερο ζήτημα της παθητικής πυροπροστασίας μίας εμπορευματικής αποθήκης, είναι η δομική πυροπροστασία της. Ο βασικός στόχος της δομικής πυροπροστασίας είναι ο περιορισμός των κινδύνων μερικής ή ολικής κατάρρευσης της αποθήκης εξαιτίας πυρκαγιάς, της εξάπλωσης της φωτιάς μέσα στο κτίριο αλλά και της μετάδοσης της πυρκαγιάς σε γειτονικά κτίρια ή άλλες κατασκευές. Το πρώτο ζητούμενο για το σκοπό αυτόν είναι οι απαιτήσεις για το δείκτη πυραντίστασης των φερόντων δομικών στοιχείων, των πυροπροστατευμένων οδεύσεων διαφυγής και των πυροδιαμερισμάτων των κτιρίων ανάλογα με τη χρήση τους και το μέγεθός τους. Με βάση το π.δ. 41/18 για εμπορευματικές αποθήκες (κατηγορία επικινδυνότητας Z2) με αυτόματο σύστημα πυρόσβεσης, ο δείκτης πυραντίστασης για τα στοιχεία αυτά είναι 60 λεπτά της ώρας για τους υπέργειους χώρους, ενώ αν υπάρχει και υπόγειο τα στοιχεία του οφείλουν να έχουν δείκτη πυραντίστασης 180 λεπτά της ώρας.

Το επόμενο βασικό ζητούμενο της δομικής πυροπροστασίας είναι η σωστή πυροδιαμερισμάτωση της αποθήκης. Ο διαχωρισμός ενός κτιρίου σε

πυροδιαμερίσματα έχει στόχο να περιορίσει την πυρκαγιά μέσα στον χώρο που εκδηλώθηκε και να ανασχέσει την οριζόντια ή/και κατακόρυφη εξάπλωσή της στο υπόλοιπο κτίριο. Τα δομικά στοιχεία του περιβλήματος ενός πυροδιαμερίσματος, δηλαδή οι τοίχοι, το δάπεδο, η οροφή και τα κουφώματα πρέπει να έχουν τον ελάχιστο δείκτη πυραντίστασης που έχει καθοριστεί.

Για εμπορευματικές αποθήκες κατηγορίας επικινδυνότητας Z2 που διαθέτει και αυτόματο σύστημα πυρόσβεσης, το μέγιστο εμβαδό πυροδιαμερίσματος είναι 8000 τετραγωνικά μέτρα για μονώροφη αποθήκη, 3000 τετραγωνικά μέτρα για αποθήκη που διαθέτει περισσότερους ορόφους και 1500 τετραγωνικά μέτρα για υπόγειο αποθήκης. Στα πλαίσια της δομικής πυροπροστασίας επίσης, ελέγχεται ότι σωληνώσεις και καλώδια που διαπερνούν το κέλυφος του πυροδιαμερίσματος έχουν εσωτερική διάμετρος που δεν υπερβαίνει τα 40 χιλιοστά. Αν είναι κατασκευασμένοι από άκαυστα υλικά, με σημείο τήξης πάνω από 800οC⁴⁶, επιτρέπεται η διέλευσή τους και για εσωτερικές διαμέτρους μέχρι 160 χιλιοστά. Επίσης, τα συστήματα κεντρικού κλιματισμού εκτός των απαιτήσεων πυροπροστασίας που επιβάλλουν οι κανονισμοί και οι προδιαγραφές τους, θα πρέπει να διαθέτουν κατάλληλους πυροφραγμούς (dampers), όταν διαπερνούν δομικά στοιχεία περιβλήματος πυροδιαμερισμάτων, και κατάλληλους αυτοματισμούς που να εμποδίζουν την αντίστροφη πορεία του καπνικού μίγματος προς τον χώρο της πυρκαγιάς. Για τα πυροδιαμερίσματα σημειώνεται ακόμα ότι στην περίπτωση που επικοινωνούν με οριζόντια έξοδο, ο δείκτης πυραντίστασης του διαχωριστικού τοίχου επί του οποίου βρίσκεται η οριζόντια έξοδος πρέπει να είναι τουλάχιστον 120 λεπτά.

Τέλος, στα πλαίσια της δομικής πυροπροστασίας του κτιρίου επιβάλλονται τα εξής: 1) Επιβάλλεται η εγκατάσταση φωτισμού ασφαλείας των οδεύσεων διαφυγής και των εξόδων κινδύνου.



Εικόνα 64 Φωτισμός ασφαλείας (Πηγή: 46)

Ο φωτισμός ασφαλείας εγκαθίσταται υποχρεωτικά στις οδεύσεις μέχρι την τελική έξοδο κινδύνου, στις περιπτώσεις που η αποθήκη βρίσκεται σε όροφο. 2) Επιβάλλεται η σήμανση ασφαλείας των οδεύσεων διαφυγής, εξόδων κινδύνου και του πυροσβεστικού υλικού/εξοπλισμού.3) Επιβάλλεται η ανάρτηση διαγραμμάτων

διαφυγής στις αποθήκες με τρεις ή περισσότερους ορόφους, καθώς και στις αποθήκες με συνολικό θεωρητικό πληθυσμό πάνω από 50 άτομα.

Μέτρα ενεργητικής πυροπροστασίας

Εφόσον ο σχεδιαστής της αποθήκης λάβει υπόψιν του της απαιτήσεις και τους περιορισμούς της παθητικής πυροπροστασίας, οφείλει στη συνέχεια να ασχοληθεί και με την ενεργητική πυροπροστασία της αποθήκης. Το πρώτο ζητούμενο για την ενεργητική πυροπροστασία μίας αποθήκης είναι η προμήθεια της με φορητούς πυροσβεστήρες ξηρής σκόνης ή βάσης νερού. Επιβάλλεται η τοποθέτηση ενός φορητού πυροσβεστήρα ξηρής σκόνης ή βάσης νερού, κατασβεστικής ικανότητας τουλάχιστον 21A-113B-C ανά 200 τετραγωνικά μέτρα μικτής επιφάνειας.

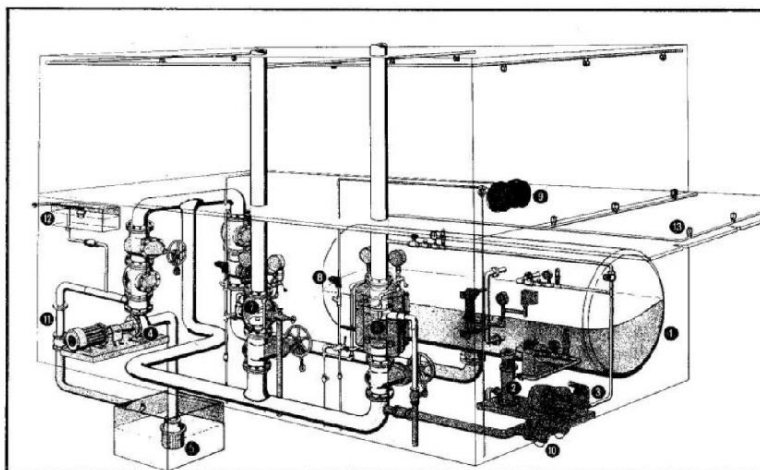


Εικόνα 65 Φορητός πυροσβεστήρας (Πηγή: 47)

Σε επόμενο στάδιο, τα επόμενα ζητούμενα της ενεργητικής πυροπροστασίας είναι η πυρανίχνευση και ο συναγερμός. Στις εμπορευματικές αποθήκες επιβάλλεται η εγκατάσταση αυτόματου συστήματος πυρανίχνευσης⁴⁷ το οποίο να καλύπτει όλες τις επιφάνειες του. Συγκεκριμένα, για αποθήκες το καταλληλότερο σύστημα πυρανίχνευσης είναι το σύστημα με ανιχνευτές καπνού δέσμης, ενώ και ένα σύστημα με ανιχνευτές ιονισμού καπνού θα ήταν αποδεκτό. Παράλληλα επιβάλλεται και η τοποθέτηση χειροκίνητου συστήματος συναγερμού στις εμπορευματικές αποθήκες για την έγκαιρη ενημέρωση των εργαζομένων και του κοινού και κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης για την παρακολούθηση και καταγραφή συμβάντων τόσο στον εξωτερικό όσο και στον εσωτερικό χώρο της εγκατάστασης.

Ένα σημαντικό στοιχείο που πρέπει να ελεγχθεί κατά το σχεδιασμό μίας εμπορευματικής αποθήκης είναι η ύπαρξη μόνιμου υδροδοτικού δικτύου το οποίο μπορεί να καλύψει τις ανάγκες της σε περίπτωση πυρκαγιάς. Η μη ύπαρξη κατάλληλου δικτύου ύδρευσης αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για την κατασκευή μίας αποθήκης στη συγκεκριμένη τοποθεσία και μπορεί ακόμα και να αποτελέσει αποτρεπτικό παράγοντα.

Τέλος, τα μέτρα που πρέπει να λάβει ο σχεδιαστής για την ενεργητική πυροπροστασία της αποθήκης ολοκληρώνονται με την τοποθέτηση ενός αυτόματου συστήματος πυρόσβεσης.



- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. Δοχείο πίεσεως | 7. Μοχλός (χειριστήριο) «υγρού» συνα- |
| 2. Αντλία πληρώσεως | γερμού |
| 3. Αντλία πίεσεως | 8. Κομβία συναγερμού |
| 4. Αντλία παροχής νερού στα sprinklers. | 9. Μηχανική διάταξη συναγερμού |
| 5. Φίλτρο αναρροφήσεως με διακόπτη | 10. Σύνδεση με την Π.Υ. |
| 6. Μοχλός (χειριστήριο) «ξηρού» συνα- | 11. Πιεστικό δοχείο |
| γερμού | 12. Ακροφύσιο (sprinkler) |

Εικόνα 66 Αυτόματο σύστημα πυρόσβεσης (Πηγή: 47)

Η εγκατάσταση τέτοιου συστήματος είναι ενδεικτική ακόμα και για μικρού μεγέθους αποθήκες, καθώς αυξάνει τα περιθώρια των κανονισμών σε σχέση με πολλές παραμέτρους. Το αυτόματο σύστημα καταΐονισμού νερού (sprinkler) περιλαμβάνει τη δεξαμενή του νερού, δίκτυο σωληνώσεων καταλλήλων διαμέτρων για την τροφοδοσία των καταΐονιστών και τις κεφαλές καταΐονισμού. Το πλήθος των κεφαλών υπολογίζεται ως εξής: η απόσταση μεταξύ των καταΐονιστών στη διακλάδωση δεν πρέπει να ξεπερνά τα 4 μέτρα και η επιφάνεια που θεωρητικά καλύπτει μία κεφαλή δεν πρέπει να ξεπερνά τα 12 τετραγωνικά μέτρα.

4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Το παρόν κεφάλαιο έχει ως βασικό αντικείμενο την **ανάπτυξη του μοντέλου** εκτίμησης του κατασκευαστικού κόστους μίας εμπορευματικής αποθήκης.

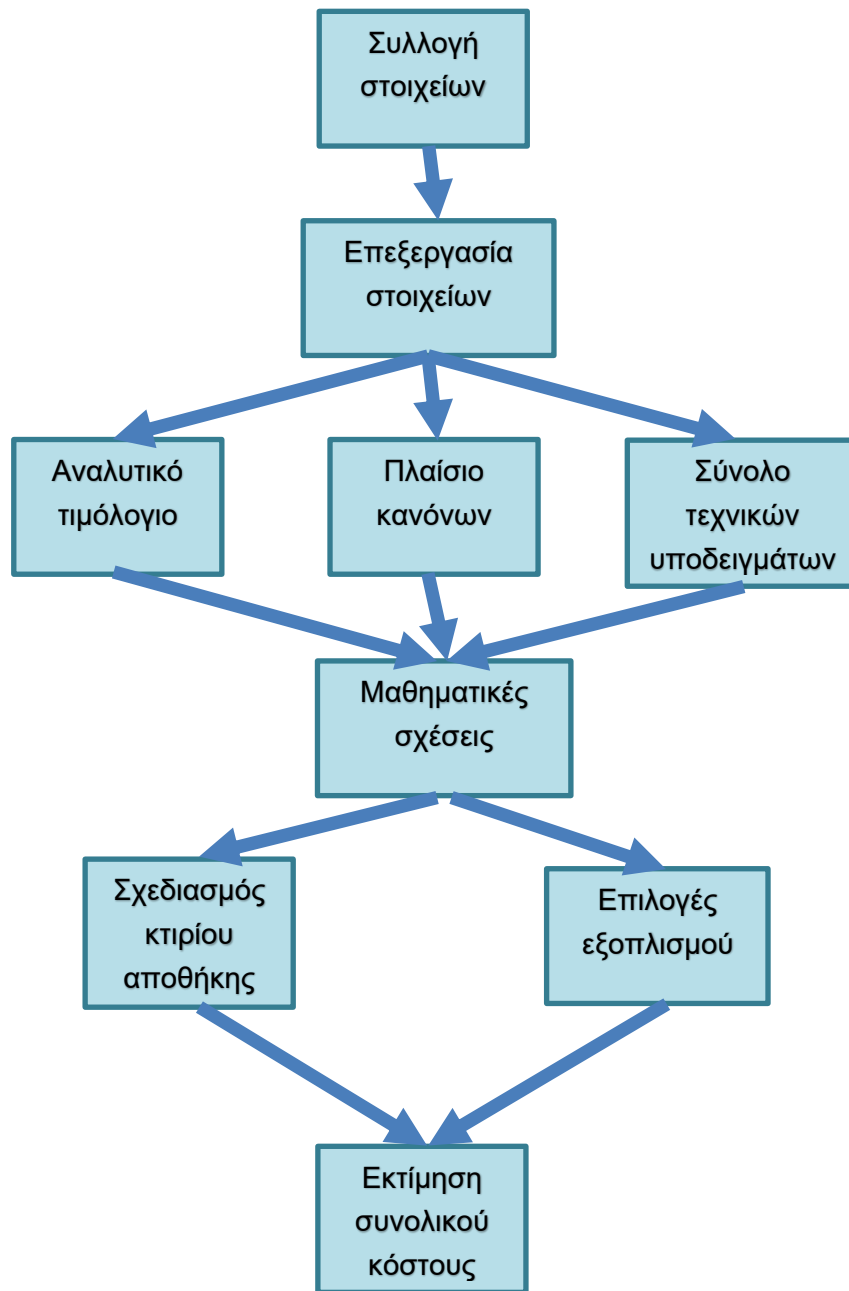
4.1 Μεθοδολογική προσέγγιση

4.1.1 Γενική περιγραφή / σχηματική απεικόνιση

Στη συγκεκριμένη παράγραφο παρουσιάζεται η πορεία που ακολουθήθηκε για την δημιουργία του μοντέλου. Το παρόν μοντέλο αφορά την εκτίμηση του κόστους κατασκευής και προμήθειας με εξοπλισμό μίας εμπορευματικής αποθήκης. Ο βασικός στόχος ήταν η δημιουργία μίας πλατφόρμας στην οποία ο χρήστης του μοντέλου θα εισάγει τιμές και θα επιλέγει πιθανές απαντήσεις, θα εκτελούνται υπολογισμοί και θα εξάγονται αποτελέσματα σε σχέση με τα στοιχεία κόστους. Παράλληλα, οι τιμές και οι επιλογές του χρήστη θα υπόκεινται σε περιορισμούς από το μοντέλο, ενώ θα του προτείνονται και ενδεικτικές τιμές και επιλογές.

Για το σκοπό αυτό συλλέχθηκαν στοιχεία σχετικά με τη λειτουργία, το σχεδιασμό, τις κατασκευαστικές προδιαγραφές και τον εξοπλισμό της αποθήκης, Ως αποτελέσματα της επεξεργασίας των στοιχείων αυτών προέκυψαν: (α) ένα σύνολο κανόνων, σχετικά με τον σχεδιασμό της αποθήκης (στάθμη δαπέδου, προσδιορισμός αριθμού θυρών φορτοεκφόρτωσης των φορτηγών, επιλογή συστήματος ραφιών και εξοπλισμού διακίνησης παλετών, εσωτερική διαρύθμιση χώρου κλπ) και την διαστασιολόγηση της αποθήκης και του περιβαλλόντα χώρου, (β) ένα σύνολο τεχνικών υποδειγμάτων, σχετικά με την κατασκευή της αποθήκης και τον εξοπλισμό της και (γ) ένα αναλυτικό τιμολόγιο που αφορά στις οικοδομικές εργασίες και την αγορά και εγκατάσταση του εξοπλισμού της αποθήκης.

Με βάση τα ανωτέρω στοιχεία δημιουργήθηκε ένα σύνολο μαθηματικών σχέσεων (που διατυπώθηκε σε ένα υπολογιστικό φύλλο) μέσω του οποίου επιλύθηκε σειρά σεναρίων (αποθήκες διαφορετικού μεγέθους, εξοπλισμένες με διαφορετικά συστήματα ραφιών και εξοπλισμού).



Εικόνα 67 Σχηματική απεικόνιση μεθοδολογίας

4.1.2 Συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

Για τη δημιουργία του μοντέλου εκτίμησης του κόστους συλλέχθηκε ένα σύνολο στοιχείων τα οποία υποβλήθηκαν σε επεξεργασία ώστε να προσαρμοστούν στις επιδιώξεις του μοντέλου. Η συλλογή των στοιχείων πραγματοποιήθηκε από πέντε βασικές πηγές:

- Βιβλιογραφία
- Ελληνική νομοθεσία
- Υπάρχουσα προσφορά για κατασκευή εμπορευματικής αποθήκης
- Συνεντεύξεις με 4 μηχανικούς (3 πολιτικούς μηχανικούς και 1 μηχανολόγο μηχανικό)
- Διαδίκτυο

Η παρουσίαση της βιβλιογραφίας παρατίθεται στο κεφάλαιο 2 της εργασίας, όπου και περιγράφονται αναλυτικά οι τρεις βασικοί θεματικοί άξονες που μελετήθηκαν (λειτουργίες εμπορευματικών αποθηκών, τεχνικά ζητήματα και προδιαγραφές αποθήκης, μοντέλα σχεδιασμού αποθήκης) και τα στοιχεία που αξιοποιήθηκαν.

Η νομοθεσία χρησιμοποιήθηκε για να προσδιοριστούν δυο βασικά ζητήματα:

1. Οι κανόνες που διέπουν την κατασκευή μίας εμπορευματικής αποθήκης, οι οποίοι παρουσιάζονται αναλυτικά στην παράγραφο των κανόνων που διέπουν το μοντέλο
2. Οι κανόνες πυροπροστασίας που πρέπει να εφαρμόζονται σε κτίρια όπως μία εμπορευματική αποθήκη, οι οποίοι παρουσιάζονται στο τεχνικό υπόβαθρο της εργασίας

Για να πραγματοποιηθεί η εκτίμηση του κόστους της εμπορευματικής αποθήκης, έπρεπε να συνταχθεί ένα ενιαίο τιμολόγιο, το οποίο θα περιλαμβάνει τιμές για τις οικοδομικές εργασίες και την αγορά και εγκατάσταση του εξοπλισμού της αποθήκης. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκε ως βάση μία υπάρχουσα προσφορά για την κατασκευή εμπορευματικής αποθήκης. Από τη συγκεκριμένη προσφορά προσδιορίστηκε το σύνολο των εργασιών κατασκευής μίας αποθήκης, ενώ αξιοποιήθηκαν και στοιχεία από τον προϋπολογισμό της για τον προσδιορισμό των τιμών μονάδας. Η προσφορά αφορούσε την κατασκευή αποθήκης στην βιομηχανική περιοχή Κορωπίου Αττικής, στη θέση "Τζήμα". Η σύνταξη της έγινε το 2004 και το έργο κατασκευάστηκε και παραδόθηκε με βάση τη συγκεκριμένη προσφορά το 2005. Πρόκειται για διώροφη εμπορευματική αποθήκη (προοριζόταν για αποθήκευση DVD και άλλου σχετικού υλικού) με υπόγειο. Η κατασκευή αφορά αποθήκη μεταλλικής κατασκευής με βάση από άοπλο σκυρόδεμα και διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου. Το συνολικό εμβαδόν της ήταν 2.456 τετραγωνικά μέτρα και το οικόπεδο ήταν 8.245 τετραγωνικά μέτρα.

Λόγω του ότι η συγκεκριμένη προσφορά χρονολογείται το 2004, στα πλαίσια της δημιουργίας του μοντέλου επιζητήθηκε ένας τρόπος επικαιροποίησης των τιμών αυτών και συσχέτισης τους με την κατάσταση της αγοράς του 2020. Παράλληλα, επιζητήθηκε και ένας τρόπος να γενικευτούν οι εργασίες που απαιτήθηκαν για την κατασκευή της συγκεκριμένης αποθήκης ώστε να βρίσκουν εφαρμογή στην

πλειονότητα των κατασκευαστικών εφαρμογών. Για την επίτευξη των στόχων αυτών, πραγματοποιήθηκαν τέσσερις συνεντεύξεις με τρεις πολιτικούς μηχανικούς και έναν μηχανολόγο μηχανικό με κατασκευαστική εμπειρία στα συγκεκριμένα ζητήματα. Συγκεκριμένα οι δύο πολιτικοί μηχανικοί, Δ.Σ. και Γ.Σ. εργάζονται στην Ι., μεγάλη τεχνική εταιρεία που δραστηριοποιείται στον ελληνικό χώρο, ο πολιτικός μηχανικός Ν.Π. είναι ιδιώτης με εργοταξιακή εμπειρία μεγαλύτερη των είκοσι χρόνων και ο Χ.Χ. είναι μηχανολόγος μηχανικός με εμπειρία στην εγκατάσταση ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού στον ελληνικό χώρο μεγαλύτερη των δεκαπέντε ετών. Με βάση τις συνεντεύξεις αυτές πραγματοποιήθηκε η επικαιροποίηση των τιμών μονάδας του ενιαίου τιμολογίου και η γενίκευση των εργασιών.

Παράλληλα αξιοποιήθηκε το διαδίκτυο για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με τον εξοπλισμό της εμπορευματικής αποθήκης. Τα στοιχεία συλλέχθηκαν με δύο βασικούς τρόπους:

- Μέσω αναζήτησης διαδικτυακών καταλόγων
- Μέσω επικοινωνίας με ηλεκτρονική αλληλογραφία με υπαλλήλους εταιρειών που ασχολούνται με το εμπόριο του σχετικού εξοπλισμού

Βασικό αντικείμενο των στοιχείων που συλλέχθηκαν ήταν στοιχεία για το κόστος ανά τεμάχιο από κάθε κατηγορία εξοπλισμού και τεχνικές προδιαγραφές για τα μοντέλα που επιλέχθηκαν από κάθε κατηγορία εξοπλισμού. Τα στοιχεία αυτά επεξεργάστηκαν κατάλληλα και δημιουργήθηκαν συγκριτικοί πίνακες με τα χαρακτηριστικά των συστημάτων ραφιών και των μηχανημάτων διακίνησης των εμπορευμάτων, ώστε να καθοριστούν οι επιλογές σχετικά με τον κατάλληλο εξοπλισμό για την εμπορευματική αποθήκη.

Η επεξεργασία των συλλεχθέντων αυτών στοιχείων, πέραν των συγκριτικών πινάκων οι οποίοι παρουσιάζονται παρακάτω, οδήγησαν επίσης στη δημιουργία:

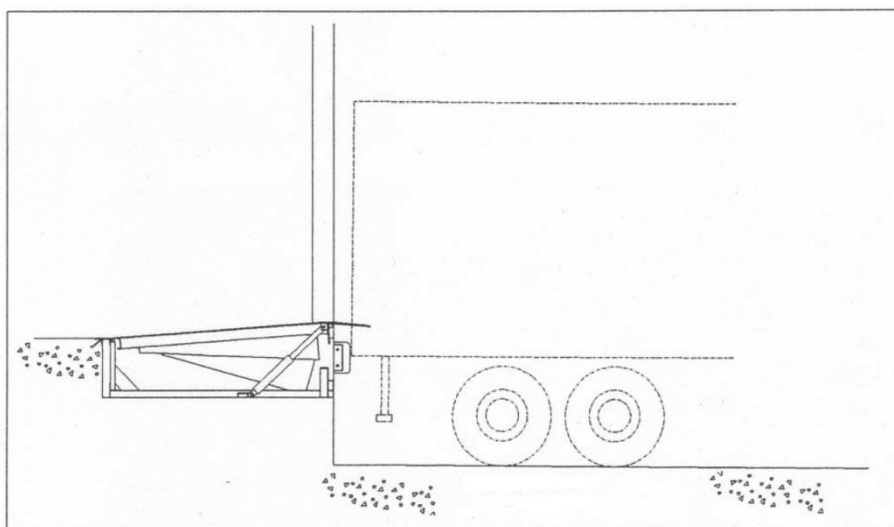
- Ενός πλαισίου κανόνων, που αφορούν τη μορφή της υπό σχεδιασμό αποθήκης και ορισμένους περιορισμούς ανάλογα με τα προϊόντα που επιθυμούνται να αποθηκεύονται στην αποθήκη
- Ενός συνόλου τεχνικών υποδειγμάτων, με βάση τα οποία δημιουργήθηκαν οι μαθηματικές σχέσεις του μοντέλου
- Ενός ενιαίου τιμολογίου το οποίο θα περιλαμβάνει τιμές μονάδας για τις οικοδομικές εργασίες του κτιρίου και την αγορά και εγκατάσταση του εξοπλισμού της αποθήκης

4.1.3 Πλαίσιο κανόνων / Μορφή της αποθήκης που σχεδιάζει το μοντέλο

Για να δημιουργηθεί το συγκεκριμένο μοντέλο, συντάχθηκε αρχικά ένα πλαίσιο επιλογών, υποθέσεων και συμβάσεων που περιγράφονται ως κανόνες και αφορούν τη μορφή της εμπορευματικής αποθήκης που σχεδιάζεται. Με αυτόν τον τρόπο, καθορίστηκαν ορισμένα βασικά στοιχεία που αφορούν την αποθήκη.

Ο πρώτος βασικός κανόνας αφορά στον τρόπο κατασκευής του κτιρίου της αποθήκης. Ένα βασικό ζητούμενο για τη σχεδίαση μίας εμπορευματικής αποθήκης είναι η

κατάλληλη διαμόρφωση της σε σχέση με το έδαφος γύρω από αυτήν. Ανάλογα με τα φορτηγά που θα εξυπηρετεί η αποθήκη, πρέπει να δημιουργηθεί υψομετρική διαφορά μεταξύ του εδάφους γύρω της και του επιπέδου του δαπέδου της ώστε η καρότσα του φορτηγού και η βιομηχανική θύρα να βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο.



Εικόνα 68 Υψομετρική διαφορά στάθμης εδάφους και στάθμης δαπέδου

Η διαφορά μεταξύ των δύο οφείλει να είναι η ελάχιστη δυνατή. Για το σκοπό αυτό πρέπει είτε το δάπεδο της αποθήκης να είναι υπερυψωμένο, είτε το έδαφος της αποβάθρας κατάλληλα διαμορφωμένο ώστε να βρίσκεται χαμηλότερα από το επίπεδο της αποθήκης.

Ένα σημαντικό κριτήριο για την επιλογή ανάμεσα σε αυτές τις λύσεις είναι οι δυνατότητες που παρέχει το έδαφος στο οποίο θα κατασκευαστεί η αποθήκη. Αν επιλεγεί η πρώτη λύση, δημιουργείται μία βάση από μπετόν, η οποία θα έχει κατάλληλο ύψος με βάση τους υπολογισμούς του σχεδιαστή και πάνω σε αυτήν τη βάση δημιουργείται το «κέλυφος» της αποθήκης, συνήθως με μεταλλική κατασκευή ώστε να υπάρχει μεγαλύτερος συντελεστής δόμησης για την κατασκευή. Στη δεύτερη περίπτωση πραγματοποιείται εκσκαφή, ώστε η αποθήκη να βρεθεί σε χαμηλότερο επίπεδο από το έδαφος. Στα πλαίσια του μοντέλου επιλέγεται η δημιουργία μίας αποθήκης με βάση από μπετόν και μεταλλική κατασκευή.



Εικόνα 69 Αποθήκη με βάση από σκυρόδεμα και κέλυφος από μεταλλική κατασκευή (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Για την επιλογή του ύψους της βάσης από μπετόν για την αποθήκη πρέπει να εξεταστεί η κίνηση των φορτηγών που εκτελούν εμπορευματικές μεταφορές. Για την Ελλάδα και συγκεκριμένα για εμπορευματική χρήση αποθήκης, επιλέγεται βάση από μπετόν ύψους 1,20 του μέτρου⁴⁸. Η επιλογή αυτής της τιμής προκύπτει από την εξής θεώρηση.

Όσον αφορά τη στάθμη του δαπέδου της καρότσας τους, τα ελαφρά φορτηγά έως 3,5 τόνων διαθέτουν στάθμη καρότσας από 0,65 – 0,80 έως 1 μέτρο, για συνήθη φορτηγά μεγαλύτερα των 3,5 τόνων το ύψος του δαπέδου της καρότσας τους κυμαίνεται από 1,1 έως 1,3 μέτρα, για φορτηγά – ψυγεία κυμαίνεται από 1,3 έως 1,5 μέτρα και για φορτηγά μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων από 1,4 έως 1,6 μέτρα. Λόγω της εμπορευματικής χρήσης της αποθήκης, επιλέγεται για το μοντέλο το ύψος της βάσης από σκυρόδεμα να είναι 1,2 του μέτρου, διότι αυτό το ύψος σε συνδυασμό με τη χρήση ράμπας ανύψωσης μπορεί να ικανοποιήσει τα περισσότερα φορτηγά που εκτελούν αντίστοιχες μεταφορές.

Ο επόμενος βασικός κανόνας αφορά στο σχήμα της αποθήκης. Για τις εμπορευματικές αποθήκες υπάρχουν διάφορα πιθανά σχήματα τα όποια μπορούν να επιλεγθούν, ανάλογα με τη λειτουργία που επιθυμείται αυτή να επιτελέσει. Τα πιο συνηθισμένα από αυτά είναι το απλό ορθογώνιο, αλλά και πιο ιδιαίτερα σχήματα όπως τα I, L, H και T [9]. Σε πολλές περιπτώσεις το σχήμα μίας εμπορευματικής αποθήκης μπορεί να είναι και κάποιο αυθαίρετο σχήμα⁴⁹.



Εικόνα 70 Vergro warehouse στο Βέλγιο, (Πηγή: 49)

Το σχήμα μίας αποθήκης επιλέγεται με βάση τις επιθυμητές λειτουργίες και εργασίες που πρόκειται να πραγματοποιηθούν σε αυτήν, αλλά και με βάση το οικόπεδο που διατίθεται και τη σύνδεση του με το δίκτυο των μεταφορών. Για το συγκεκριμένο μοντέλο, η υπόθεση που γίνεται είναι πως πρόκειται για ορθογώνια αποθήκη.

Μια εμπορευματική αποθήκη μπορεί να διαθέτει επιπλέον του ισόγειου χώρου της, αποθηκευτικούς χώρους σε όροφο ή στο υπόγειο. Με βάση τη νομοθεσία, είναι πολύ δύσκολο να δημιουργηθεί εμπορευματική αποθήκη με βάση από μπετόν η οποία να έχει περισσότερους από δύο ορόφους, καθώς υπάρχουν υψομετρικοί περιορισμοί. Όσον αφορά το υπόγειο, με βάση τη νομοθεσία το μέγιστο εμβαδόν του είναι το μισό του εμβαδού του ισόγειου (του εμβαδού που χαρακτηρίζεται από το συντελεστή κάλυψης). Η κατασκευή του είναι ένα ιδιαίτερα απαιτητικό εγχείρημα, καθώς απαιτούνται αρκετές εκσκαφές και επιχώσεις, ενισχύσεις των τοιχωμάτων του για προδιαγραφές μεγάλων καταπονήσεων λόγω των φορτίων της αποθήκης στον όροφο και ειδικές προβλέψεις για θέματα πυροπροστασίας. Στο παρόν μοντέλο, εφαρμόζεται κανόνας που ορίζει τη δημιουργία ισόγειας αποθήκης, χωρίς όροφο και υπόγειο.

Ο επόμενος βασικός κανόνας του μοντέλου αφορά στον αριθμό των κτιρίων της αποθήκης. Τα εμπορευματικά κέντρα που εξυπηρετούν τις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελούνται συνήθως από περισσότερα από ένα κτίρια. Αυτό εξυπηρετεί διάφορους σκοπούς, όπως τη δημιουργία χώρων αποκλειστικά για αποθεματικούς σκοπούς ώστε να περιορίζονται οι συμφορήσεις στους χώρους διαλογής παραγγελιών και να αυξάνεται η παραγωγικότητα της αποθήκης, τη διατήρηση προϊόντων με ειδικές απαιτήσεις αποθήκευσης σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους για αυτό το σκοπό και την δημιουργία κτιρίων με διαφορετικό ύψος, άλλων για μεγαλύτερη ταχύτητα στη διαλογή των προϊόντων (κοντύτερα κτίρια με λίγα επίπεδα αποθήκευσης ραφιών) και άλλων για μεγαλύτερο αποθηκευτικό χώρο (ψηλότερα

κτίρια με περισσότερα επίπεδα αποθήκευσης ραφιών που είναι δυσκολότερο να μετακινηθούν). Σε άλλες περιπτώσεις, ολόκληρο το εμπορευματικό κέντρο μπορεί να αποτελείται από ένα κοινό κτίριο αποθήκης, ώστε να υπάρχει καλύτερη συνολική οργάνωση και ευκολότερη επικοινωνία μεταξύ των εργαζομένων.

Η επιλογή για το συγκεκριμένο ζήτημα επηρεάζεται από πολλαπλά κριτήρια τα οποία πρέπει να λάβει υπόψιν ο μελετητής κατά το σχεδιασμό του κέντρου. Στο συγκεκριμένο μοντέλο, εφαρμόζεται κανόνας που ορίζει πως το εμπορευματικό κέντρο αποτελείται από ένα κτίριο αποθήκης, κοινό για την αποθήκευση όλων των ειδών των προϊόντων της.

4.1.4 Τεχνικά υποδείγματα / Μαθηματικές σχέσεις μοντέλου

Με βάση τους προαναφερθέντες κανόνες, καθίσταται κατανοητή στο η μορφή της αποθήκης που αφορούν οι υπολογισμοί του συγκεκριμένου μοντέλου και με αυτόν τον τρόπο επιλέγονται οι παράμετροι που εξυπηρετούν καλύτερα τις επιδιώξεις του μηχανικού για τη σχεδιαζόμενη αποθήκη και τη λειτουργία της. Επαφίεται στο μηχανικό η κατανόηση των προαναφερόμενων παραμέτρων σχεδιασμού και η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις διαφοροποιήσεις που θα επέφεραν αλλαγές σε αυτές με βάση τις επιθυμητές επιλογές του. Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα τεχνικά υποδείγματα με βάση τα οποία δημιουργήθηκαν οι μαθηματικές σχέσεις του μοντέλου, καθώς και οι μαθηματικές αυτές σχέσεις.

4.1.4.1 Διαστάσεις κτιρίου

Το πρώτο στοιχείο που εξετάστηκε για τη δημιουργία του μοντέλου ήταν η μορφή του κτιρίου της αποθήκης. Τα αρχικά ζητούμενα του μοντέλου είναι το επιθυμητό εμβαδόν E της υπό σχεδιασμό αποθήκης, το επιθυμητό ύψος Y της και το επιθυμητό μήκος L_1 για τη μία από τις πλευρές της. Με την εισαγωγή των τιμών αυτών εκτελούνται οι βασικοί υπολογισμοί με βάση αυτές, ως εξής:

$$L_2 = E / L_1 \quad (1)$$

$$a = \max\{ L_1, L_2 \} \quad (2)$$

$$b = \min\{ L_1, L_2 \} \quad (3)$$

$$\text{ΠΕΡ} = 2 \cdot a + 2 \cdot b \quad (4)$$

$$L_c = 2 \cdot \sqrt{(E/2)} \quad (5)$$

$$\text{ΑΠ} = [E/8000] + 1 \quad (6)$$

$$\text{ΘΠ} = [E/30] + 1 \quad (7)$$

όπου:

L_2 = το μήκος της άλλης πλευράς του κτιρίου της αποθήκης

a = το μήκος της μεγαλύτερης πλευράς της αποθήκης

b = το μήκος της μικρότερης πλευράς της αποθήκης

ΠΕΡ = το μήκος της περιμέτρου της αποθήκης

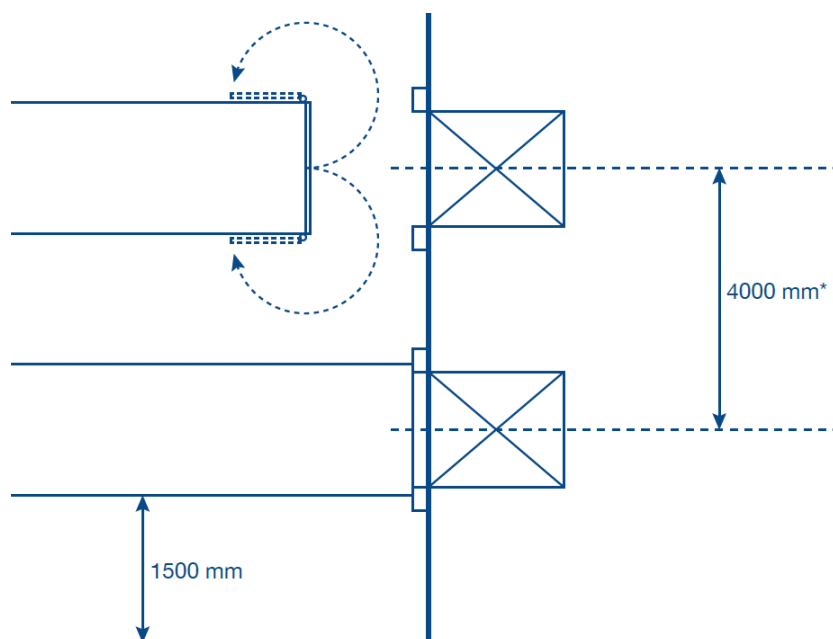
L_c = η συνολικώς διανυόμενη απόσταση του κύκλου εξυπηρέτησης για ένα μηχάνημα στην αποθήκη

ΑΠ = ο αριθμός των πυροδιαμερισμάτων της αποθήκης

ΘΠ = ο θεωρητικός πληθυσμός της αποθήκης.

Το εύρος τιμών για το εμβαδόν της αποθήκης είναι από 100 έως 100.000 τετραγωνικά μέτρα. Οι επιλογές του χρήστη σχετικά με τις τιμές για το ύψος και τις πλευρές του κτιρίου της αποθήκης υποβάλλονται σε περιορισμούς. Το ύψος μίας εμπορευματικής αποθήκης μπορεί να φτάνει τα 12 μέτρα για περιοχές εκτός σχεδίου, είναι στις περισσότερες περιπτώσεις μικρότερο για περιοχές εντός σχεδίου και είναι μέχρι 12 μέτρα σε ΒΙ.ΠΕ., πλην ειδικών περιπτώσεων που δίνεται η σχετική άδεια από την πολεοδομία.

Οι πλευρές του κτιρίου υπόκεινται σε σχετικούς περιορισμούς. Το ελάχιστο μήκος μιας πλευράς θεωρείται αυτό το οποίο επαρκεί για την τοποθέτηση μίας βιομηχανικής πόρτας σε αυτήν. Με βάση αυτό το δεδομένο, το ελάχιστο μήκος για τις πλευρές του κτιρίου της αποθήκης που επιλέγεται για το μοντέλο είναι τα 6,0 μέτρα.



Εικόνα 71 Απαιτούμενες αποστάσεις βιομηχανικής θύρας από άλλη βιομηχανική θύρα ή γωνία κτιρίου (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

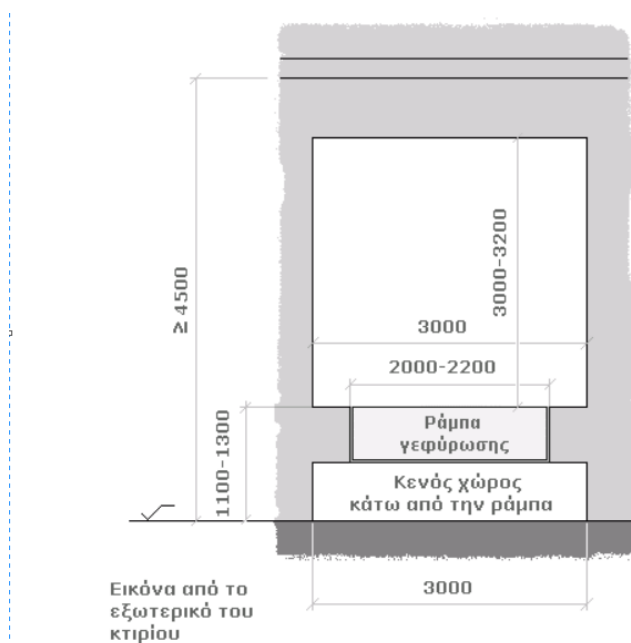
Για κάθε πόρτα απαιτείται ελεύθερη απόσταση 1,5 μέτρου από τον τοίχο ή από γωνία κτιρίου και από το κέντρο της έως το κέντρο της επόμενης 4 μέτρα. Για το λόγο αυτό, για μία πόρτα σε μία πλευρά κτιρίου απαιτείται το μήκος και $2 \times 1,5 = 3$ μέτρα, συν το μήκος της πόρτας. Για τα ελληνικά δεδομένα, μία βιομηχανική πόρτα διαστάσεων 3,0 x 3,0 μέτρα είναι ικανοποιητική για την υποδοχή των περισσότερων μεταφορικών φορητών, όπως αναλύεται και παρακάτω.

Όσον αφορά τις διαστάσεις της πόρτας, αυτές καθορίζονται από τις διαστάσεις των φορτηγών που θα εξυπηρετούνται στο συγκεκριμένο χώρο. Το ύψος και το πλάτος της πόρτας κυμαίνονται συνήθως από 2,8 μέτρα έως 3,2 μέτρα και στην Ελλάδα οι πιο συνηθισμένες διαστάσεις για θύρες εμπορευματικών αποθηκών είναι 3,0 x 3,0 μέτρα.

Τα προϊόντα αυτά, διαθέτουν μοτέρ, διότι πρέπει να εξασφαλίζουν μεγάλη συχνότητα χρήσης, ταχύτητα λειτουργίας, αξιοπιστία και εύκολη πρόσβαση για συντήρηση/επισκευή αλλά και χειροκίνηση σε περίπτωση διακοπής ρεύματος (συνήθως με μηχανισμό μανιβέλας ή αλυσίδας). Τα μοτέρ, με τη σειρά τους απαιτούν χώρους εκατέρωθεν του άξονα της πόρτας, τόσο από την μία μεριά όπου εγκαθίσταται το μοτέρ όσο και από την άλλη πλευρά που εγκαθίσταται το κουζινέτο. Για τον λόγο αυτό συνίσταται να διατηρούνται ελεύθεροι χώροι, δεξιά και αριστερά στην εσωτερική πλευρά του ανοίγματος (λαμπάδες), πλάτους τουλάχιστον 0,40 του μέτρου. Λάθη στην επιλογή των διαστάσεων των βιομηχανικών θυρών της αποθήκης μπορεί να επιφέρουν σημαντικά λειτουργικά προβλήματα [15].

Ένα πολύ σημαντικό σημείο στο σχεδιασμό της αποβάθρας, είναι η απαιτούμενη απόσταση μεταξύ των θυρών της αποθήκης. Η ελάχιστη ανεκτή απόσταση από το κέντρο της μίας θύρας ως το κέντρο της επόμενης είναι τα 4,0 μέτρα, ενώ από το κέντρο μίας θύρας μέχρι τον πλησιέστερο κάθετο σε διάταξη τοίχο 3,0 μέτρα.

Επιπλέον, απαιτείται χώρος, επάνω στην εσωτερική πλευρά του ανοίγματος (δοκάρι), για την τοποθέτηση του άξονα με το μοτέρ. Για την περίπτωση του βιομηχανικού ρολού, απαιτείται ο ελεύθερος αυτός χώρος να είναι τουλάχιστον 0,50 του μέτρου⁵⁰. Για τις σπαστές βιομηχανικές πόρτες οροφής κατά τον ίδιο τρόπο, επειδή χρειάζεται η τροχιά του φύλλου να ακολουθεί την οροφή του χώρου, απαιτείται ο ίδιος ελεύθερος χώρος. Ο χώρος αυτός, επί της οροφής, ανάλογα με την διαδρομή των οριζόντιων οδηγών, μπορεί να είναι μέχρι και λίγο μεγαλύτερος από το ύψος της πόρτας.



Εικόνα 72 Ύψος και απαιτούμενο ύψος τοποθέτησης βιομηχανικής θύρας (Πηγή: 50)

Επομένως το ελάχιστο μήκος για πλευρά θεωρείται το μήκος των 6,0 μέτρων. Αντίστοιχα, προκύπτει και το μέγιστο μήκος για αποθήκες.

Η προτεινόμενη τιμή για το μήκος της πλευράς είναι η τετραγωνική ρίζα του μισού εμβαδού που επιλέγει ο χρήστης για το κτίριο της αποθήκης. Πρόκειται για την περίπτωση που η αποθήκη είναι ορθογώνια και η αναλογία των πλευρών της είναι 1:2. Αυτό είναι το μήκος για τη μικρή πλευρά, η άλλη πλευρά θα έχει διπλάσιο μήκος. Γενικά θεωρείται καλή πρακτική η δημιουργία αποθήκης με ορθογώνιο σχήμα, πλευρές με αναλογία 1:2 και δημιουργία αποβαθρών στις μεγάλες πλευρές της αποθήκης [27].

Στη συνέχεια εκτελούνται οι βασικοί υπολογισμοί με βάση τις τιμές αυτές. Υπολογίζεται το μήκος της άλλης πλευράς του κτιρίου της αποθήκης ως πηλίκο της διαίρεσης του εμβαδού E προς την εισηγμένη τιμή του μήκους πλευράς από το χρήστη (ορθογώνια αποθήκη, $Πλ2=E/Πλ1$). Τίθεται α το μήκος της μεγαλύτερης πλευράς και β το μήκος της μικρότερης πλευράς και υπολογίζεται η περίμετρος του κτιρίου ΠΕΡ. Λόγω ορθογώνιου σχήματος αποθήκης ισχύει $ΠΕΡ=2*\alpha+2*\beta$. Από το εμβαδόν του κτιρίου υπολογίζονται επίσης τα εξής μεγέθη: απόσταση κύκλου εξυπηρέτησης $L_c = 2\sqrt{(E/2)^{51}}$, αριθμός πυροδιαμερισμάτων $ΑΠ=[E/8000]+1$ [45] και θεωρητικός πληθυσμός $ΘΠ=[E/30]+1$ [45].

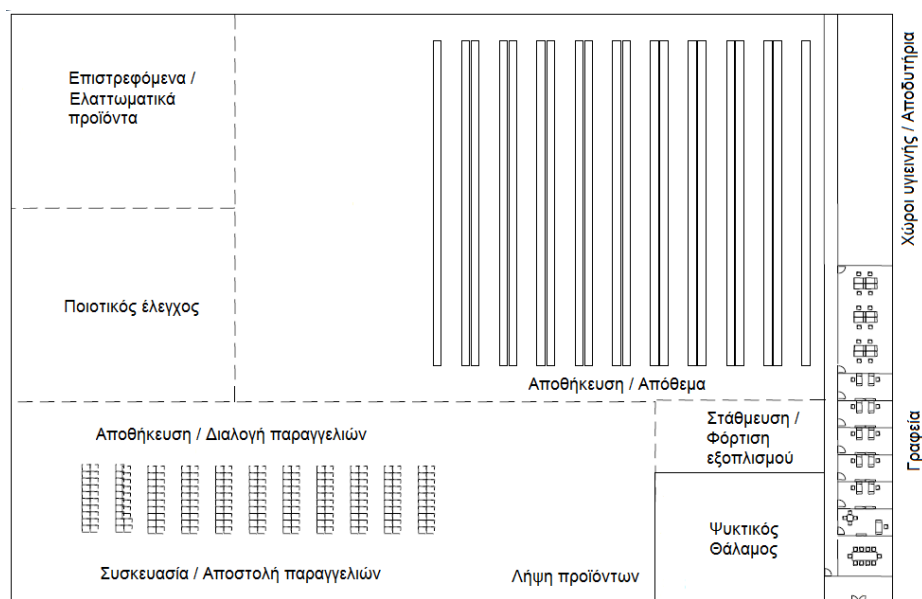
4.1.4.2 Διαστασιολόγηση επιμέρους χώρων αποθήκης

Δημιουργήθηκε ένα σύνολο μαθηματικών σχέσεων που αφορά στη διαστασιολόγηση των επιμέρους χώρων της εμπορευματικής αποθήκης. Οι βασικές λειτουργίες μίας εμπορευματικής αποθήκης εκτελούνται κατά κύριο λόγο στον εσωτερικό χώρο της. Εκεί τοποθετούνται τα προϊόντα και οι παλέτες, μετά τη συλλογή τους από το προσωπικό, εκεί αποθηκεύονται τα προϊόντα, εκεί συλλέγονται όσα προϊόντα απαιτούνται για την ολοκλήρωση των παραγγελιών και εκεί ολοκληρώνονται οι διαδικασίες που απαιτούνται για την αποστολή μίας παραγγελίας προς τους πελάτες. Το βασικό σκεπτικό δημιουργίας του μοντέλου σε αυτό το στάδιο είναι να σχεδιαστεί κατάλληλα ο εσωτερικός χώρος της αποθήκης, με βάση τις απαιτήσεις της επιχείρησης που σκοπεύει να την εκμεταλλευτεί.

Στόχος του μοντέλου είναι η εξασφάλιση της επιτυχημένης λειτουργίας της αποθήκης με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη εκμετάλλευση του διαθέσιμου χώρου. Ο σχεδιασμός του εσωτερικού χώρου της αποθήκης είναι ένα αρκετά δύσκολο εγχείρημα, καθώς πρέπει να ληφθούν υπόψιν πολλές παράμετροι, ενώ από αυτό το τμήμα του συνολικού σχεδιασμού επηρεάζονται και αρκετά άλλα τμήματα.

Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, οφείλει να δημιουργηθεί ένα σχέδιο για την αποθήκη, με όλους τους πιθανούς χώρους εντός αυτής. Κατά την επιλογή των τιμών για τους χώρους αυτούς ο χρήστης του μοντέλου οφείλει να λάβει υπόψιν του τα εξής: τη δημιουργία των διαδρόμων για τον εξοπλισμό που έχει επιλέξει, το βάθος που θα διαθέτει σε κάθε πλευρά, το σύστημα των ραφιών που έχει επιλέξει, τους χώρους που απαιτούνται για γραφεία και χώρους υγιεινής και αποδυτηρίων, τις απαιτήσεις πυροπροστασίας για το κτίριο, το αν θα υπάρχουν ειδικές κατασκευές στην αποθήκη όπως ψυκτικοί θάλαμοι, το αν θα υπάρχει ξεχωριστός χώρος για τα επιστρεφόμενα ή τα ελαττωματικά προϊόντα, το αν θα υπάρχει ξεχωριστός χώρος για τον ποιοτικό

έλεγχου των προϊόντων και τους χώρους υποδοχής και προετοιμασίας αποστολής των προϊόντων και των παλετών.



Εικόνα 73 Ενδεικτικό σχέδιο εσωτερικού χώρου αποθήκης (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Για την συνυπολογίσει όλα τα προαναφερθέντα στοιχεία, ο χρήστης καλείται να εισάγει στο μοντέλο τις τιμές του εμβαδού για τους εξής χώρους:

1. Χώρος για αποθήκευση προϊόντων / διαλογή παραγγελιών
2. Χώρος αποθήκευσης προϊόντων ως απόθεμα
3. Χώρος λήψης προϊόντων
4. Χώρος συσκευασίας / αποστολής παραγγελιών
5. Χώρος γραφείων
6. Χώροι υγιεινής και αποδυτηρίων
7. Χώρος ποιοτικού ελέγχου προϊόντων
8. Χώρος επιστρεφόμενων / ελαττωματικών προϊόντων
9. Χώρος στάθμευσης / φόρτισης μηχανημάτων εσωτερικής διακίνησης προϊόντων
10. Χώρος για ψυκτικό θάλαμο

Το πρώτο ζητούμενο από το χρήστη πριν την εισαγωγή των παραπάνω τιμών είναι η συχνότητα εφαρμογής της τακτικής του cross docking στην υπό σχεδιασμό αποθήκη. Η εφαρμογή ή όχι της συγκεκριμένης τακτικής θα καθορίσει τις προτεινόμενες τιμές του μοντέλου για τους επιμέρους αυτούς χώρους. Για το σκοπό αυτό παρατίθενται τα βασικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης τακτικής.

Οι βασικές λειτουργίες στις εμπορευματικές αποθήκες είναι 4: η λήψη των προϊόντων, η αποθήκευση τους στις εγκαταστάσεις της αποθήκης, η διαλογή των προϊόντων για τη δημιουργία των παραγγελιών και η αποστολή των παραγγελιών προς τους πελάτες. Υπάρχουν περιπτώσεις όμως, που τα προϊόντα που λαμβάνει η αποθήκη είναι σε

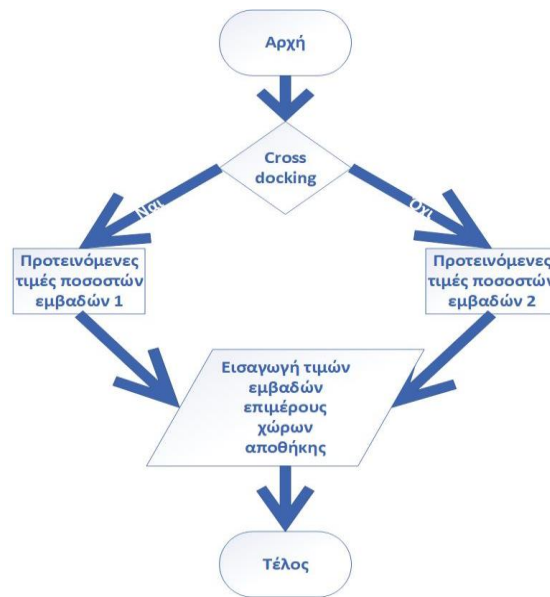
μοναδοποιημένη μορφή και ζητούνται με την ίδια μορφή άμεσα για την ολοκλήρωση των παραγγελιών. Σε αυτές τις περιπτώσεις, τα προϊόντα δε μεταβαίνουν στους αποθηκευτικούς χώρους των αποθηκών, αλλά μεταβαίνουν απευθείας από το χώρο λήψης των προϊόντων στο χώρο αποστολής των παραγγελιών. Αυτός ο τρόπος λειτουργίας ονομάζεται cross docking [9].

Η πιο απλή μορφή cross docking υφίσταται όταν ένα φορτίο ενός προμηθευτή εκφορτώνεται και γίνεται επί τόπου ο διαχωρισμός των προϊόντων ανά παραγγελία πελάτη και αμέσως μετά η φόρτωση των παραγγελιών για διανομή. Μια άλλη παραλλαγή είναι να παραλαμβάνονται τα φορτία προδιαχωρισμένα ανά παραγγελία τελικού παραλήπτη και η αποθήκη να κάνει απλά τη μεταφόρτωση από φορτηγό σε φορτηγό και την έκδοση των παραστατικών μεταφοράς. Μια επίσης διαφορετική παραλλαγή είναι τα προϊόντα να φτάνουν στην αποθήκη σε παλέτες οι οποίες χωρίς καμία επεξεργασία μεταβαίνουν στο χώρο αποστολής των παραγγελιών και η καθεμία από αυτές φορτώνεται στην παραγγελία για την οποία προορίζεται.

Η μέθοδος αυτή προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα στις εμπορικές επιχειρήσεις που λειτουργούν με αυτόν τον τρόπο, καθώς μειώνεται σημαντικά ο απαιτούμενος χώρος για αποθήκευση προϊόντων, μειώνεται το κόστος διατήρησης αποθέματος, ενώ μειώνεται και σε μεγάλο βαθμό ο χρόνος παράδοσης των εμπορευμάτων στους τελικούς πελάτες της επιχείρησης. Επίσης, περιορίζεται σημαντικά ο κίνδυνος πρόκλησης φθορών στα εμπορεύματα, αφού υπόκεινται στον ελάχιστο δυνατό χειρισμό από μηχανήματα και ανθρώπους, παράλληλα με τη μείωση του κινδύνου ποιοτικής υποβάθμισης των προϊόντων που πρέπει να φτάσουν στον τελικό καταναλωτή πολύ φρέσκα.

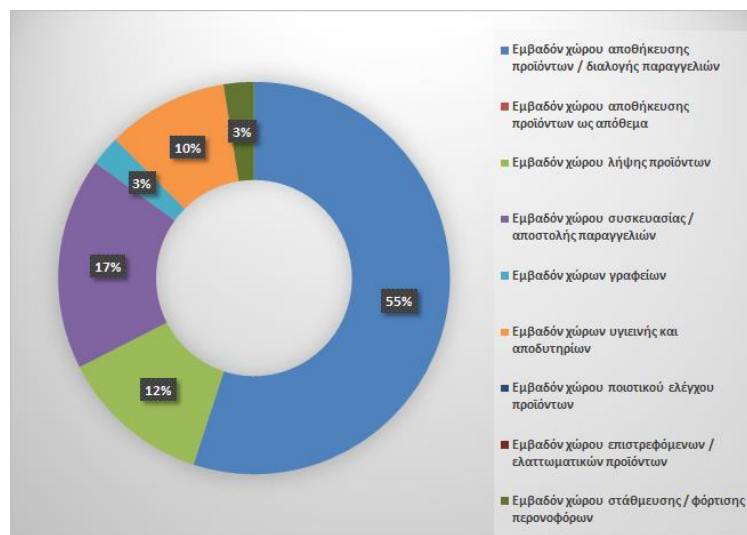
Παρόλα αυτά, το cross docking παρουσιάζει μια σειρά από απαιτήσεις προκειμένου να είναι αποδοτική η αποθήκη που θα εφαρμόσει τη μεθοδολογία αυτή. Η βασικότερη προϋπόθεση είναι να είναι γνωστά τα στοιχεία των παραγγελιών της αποθήκης για κάποιο χρονικό διάστημα νωρίτερα από την αποστολή, ώστε να οργανωθεί η ροή των προϊόντων. Παράλληλα απαιτείται ειδική οργάνωση στους χώρους της αποθήκης ώστε η μετάβαση των προϊόντων από το χώρο λήψης τους στο χώρο αποστολής των παραγγελιών να γίνεται το συντομότερο δυνατόν και να μην υπάρχουν καθυστερήσεις. Επιπρόσθετα, η αποθήκη οφείλει να διαθέτει αξιόπιστο και κατάλληλο σύστημα πληροφοριοδότησης και εξειδικευμένο προσωπικό, ώστε να μην προκύπτουν λάθη και προβλήματα στις διαδικασίες[11].

Σε σχέση με τη δημιουργία του μοντέλου, δίνεται στο χρήστη η δυνατότητα επιλογής των διαδικασιών του cross docking, ως βασικό αντικείμενο της υπό σχεδιασμό αποθήκης. Σε περίπτωση επιλογής του, διαμορφώνονται με διαφορετικό τρόπο οι προτεινόμενες τιμές για το εμβαδόν των διάφορων χώρων της αποθήκης.



Εικόνα 74 Καθορισμός προτεινόμενων τιμών για τα ποσοστά των εμβαδών των επιμέρους χώρων της αποθήκης με βάση το cross docking

Συγκεκριμένα, μηδενίζονται οι προτεινόμενες τιμές των χώρων για τη διατήρηση εμπορευμάτων ως απόθεμα, για τον ποιοτικό έλεγχο των προϊόντων και για τα επιστρεφόμενα ή ελαττωματικά προϊόντα και το εμβαδόν τους προστίθεται σε άλλους χώρους. Το εμβαδόν των χώρων αποθεματικού και επιστρεφόμενων / ελαττωματικών προϊόντων προστίθεται στο εμβαδόν του χώρου για τη διαλογή των παραγγελιών, καθώς λόγω της λειτουργίας του cross docking δεν έχει νόημα να υπάρχουν ξεχωριστοί χώροι για αυτές τις λειτουργίες [11]. Αντίστοιχα, το εμβαδόν του χώρου ποιοτικού ελέγχου των προϊόντων προστίθεται από μισό στους χώρους λήψης προϊόντων και συσκευασίας / αποστολής παραγγελιών και το εμβαδό για τα επιστρεφόμενα / ελαττωματικά προϊόντα στο χώρο διαλογής παραγγελιών.



Εικόνα 75 Προτεινόμενες τιμές ποσοστών εμβαδών 1

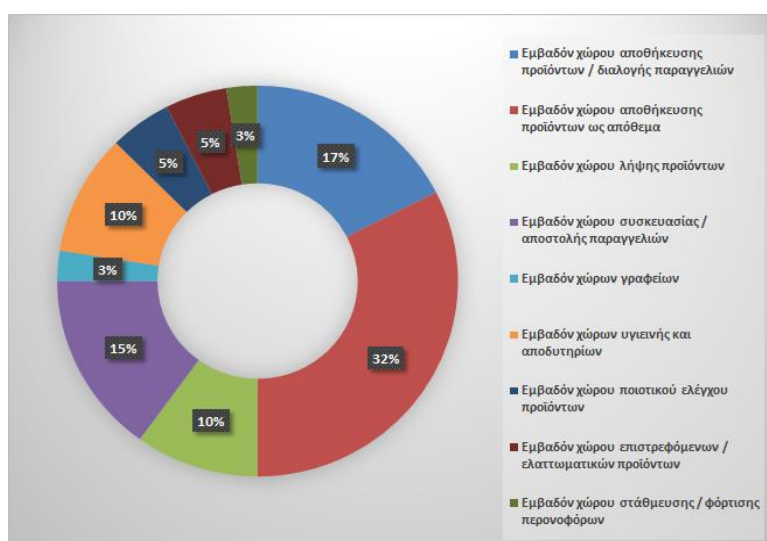
Σε περίπτωση που το cross docking δεν αποτελεί βασικό αντικείμενο της αποθήκης, οι προτεινόμενες τιμές (οι οποίες παρουσιάζονται ως ποσοστά του συνολικού εμβαδού της αποθήκης) διαμορφώνονται ως εξής. Με βάση την ανάλυση ABC [8], θεωρείται

πως τα προϊόντα που τοποθετούνται στο χώρο διαλογής, δηλαδή τα προϊόντα που ανήκουν στην κατηγορία A και τα μισά από αυτά που ανήκουν στην κατηγορία B καταλαμβάνουν μαζί το 35% του αποθηκευτικού χώρου και τα προϊόντα που τοποθετούνται στο χώρο αποθεματικού, δηλαδή τα υπόλοιπα μισά της κατηγορίας B και τα προϊόντα της κατηγορίας C καταλαμβάνουν το 65% του συνολικού χώρου αποθήκευσης [8]. Το συνολικό εμβαδόν για την αποθήκευση των προϊόντων είναι 55% του συνολικού εμβαδού του κτιρίου της αποθήκης και αυτό προκύπτει από την αφαίρεση από το συνολικό εμβαδόν όλων των άλλων ποσοστών για τους άλλους χώρους της αποθήκης.

Τα ποσοστά επομένως για τους χώρους αποθήκευσης του κτιρίου διαμορφώνονται ως εξής: 17,5% του συνολικού εμβαδού για διαλογή των παραγγελιών, 32,5% του συνολικού εμβαδού για απόθεμα και 5% του συνολικού εμβαδού για επιστρεφόμενα / ελαττωματικά προϊόντα (θεωρείται καλή πρακτική για τις εμπορευματικές αποθήκες να διατηρούν ένα χώρο για την επιστροφή προϊόντων και για τα ελαττωματικά προϊόντα⁵²).

Τα προτεινόμενα ποσοστά για τους υπόλοιπους χώρους της αποθήκης προκύπτουν ως εξής: Για τους χώρους λήψης προϊόντων και συσκευασίας / αποστολής παραγγελιών απαιτείται ένας χώρος της τάξης του 25 – 30 % του συνολικού εμβαδού της αποθήκης⁵³. Για το μοντέλο επιλέγεται το ποσοστό 30%, αλλά και η δημιουργία ξεχωριστού χώρου ποιοτικού ελέγχου για την αποθήκη. Για τη συσκευασία και την αποστολή των παραγγελιών απαιτείται περισσότερος χώρος από ότι για τη λήψη των προϊόντων⁵⁴. Επομένως, προτείνονται τα εξής ποσοστά: 10% του συνολικού εμβαδού για λήψη προϊόντων, 15% το συνολικού εμβαδού για συσκευασία και αποστολή παραγγελιών και 5% του συνολικού εμβαδού για ποιοτικό έλεγχο⁵⁵.

Για τους χώρους γραφείων και στάθμευσης / φόρτισης των μηχανημάτων εσωτερικής διακίνησης των προϊόντων απαιτείται από 2,5% του συνολικού εμβαδού⁵⁶, ενώ για τους χώρους υγιεινής και αποδυτηρίων επιλέγεται συνολικά ως προτεινόμενη τιμή το 10% του συνολικού εμβαδού.



Εικόνα 76 Προτεινόμενες τιμές ποσοστών εμβαδών 2

Συνοπτικά, οι προτεινόμενες τιμές με τη μορφή ποσοστών επί του συνολικού εμβαδού E για τους επιμέρους χώρους της αποθήκης, όταν δεν αποτελεί βασικό αντικείμενο της το cross docking, είναι:

- Χώρος για αποθήκευση προϊόντων / διαλογή παραγγελιών 17,5%E
- Χώρος αποθήκευσης προϊόντων ως απόθεμα 32,5%E
- Χώρος λήψης προϊόντων 10%E
- Χώρος συσκευασίας / αποστολής παραγγελιών 15%E
- Χώρος γραφείων 2,5%E
- Χώροι υγιεινής και αποδυτηρίων 10%E
- Χώρος ποιοτικού ελέγχου προϊόντων 5%E
- Χώρος επιστρεφόμενων / ελαττωματικών προϊόντων 5%E
- Χώρος στάθμευσης / φόρτισης μηχανημάτων εσωτερικής διακίνησης προϊόντων 2,5%E
- Χώρος για ψυκτικό θάλαμο 0%E

Σε περίπτωση που βασικό αντικείμενο της αποθήκης είναι το cross docking, τα ποσοστά μετασχηματίζονται ως εξής:

- Χώρος για αποθήκευση προϊόντων / διαλογή παραγγελιών 55%E
- Χώρος αποθήκευσης προϊόντων ως απόθεμα 0%E
- Χώρος λήψης προϊόντων 12,5%E
- Χώρος συσκευασίας / αποστολής παραγγελιών 17,5%E
- Χώρος γραφείων 2,5%E
- Χώροι υγιεινής και αποδυτηρίων 10%E
- Χώρος ποιοτικού ελέγχου προϊόντων 0%E
- Χώρος επιστρεφόμενων / ελαττωματικών προϊόντων 0%E
- Χώρος στάθμευσης / φόρτισης μηχανημάτων εσωτερικής διακίνησης προϊόντων 2,5%E
- Χώρος για ψυκτικό θάλαμο 0%E

Από τα παραπάνω καθορίζεται και ως ελάχιστη τιμή για το εμβαδόν των χώρων αποθέματος, ποιοτικού ελέγχου προϊόντων, επιστρεφόμενων και ελαττωματικών προϊόντων το 0, ενώ μέγιστη τιμή για το εμβαδόν όλων των επιμέρους χώρων θεωρείται το συνολικό εμβαδόν του κτιρίου της αποθήκης.

Όσον αφορά τη δημιουργία ψυκτικού θαλάμου εντός της αποθήκης σημειώνονται τα εξής. Σε μία εμπορευματική αποθήκη είναι πιθανό να επιθυμείται η αποθήκευση προϊόντων σε ειδικές θερμοκρασίες. Τα συγκεκριμένα προϊόντα εντάσσονται στην κατηγορία ευαίσθητα προϊόντα, και μπορούν να είναι τρόφιμα, φαρμακευτικά είδη κτλ. Για τη διατήρηση τέτοιου είδους προϊόντων απαιτείται η δημιουργία ειδικών εγκαταστάσεων, οι οποίες ονομάζονται ψυκτικοί θάλαμοι. Υπάρχουν περιπτώσεις αποθηκών οι οποίες αποτελούν εξ ολοκλήρου έναν ψυκτικό θάλαμο και ονομάζονται ψυχόμενες αποθήκες. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας δεν εξετάζονται αυτού του τύπου οι αποθήκες, αλλά η δημιουργία ψυκτικού θαλάμου εντός εμπορευματικής αποθήκης.

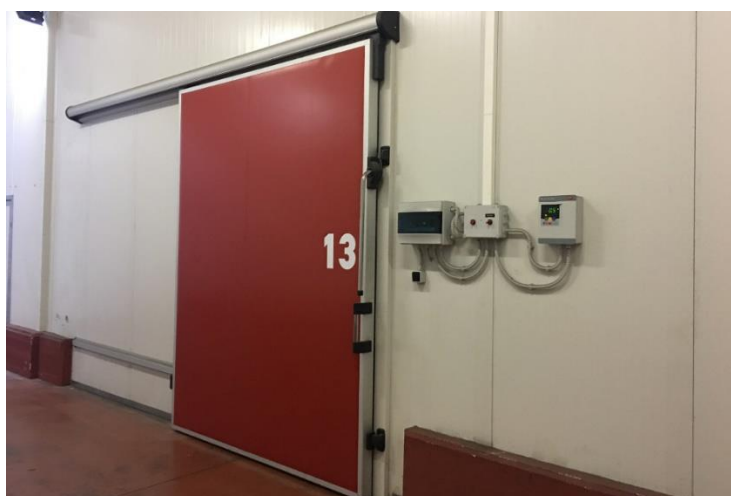
Οι ψυκτικοί θάλαμοι χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, τους ψυκτικούς θάλαμους συντήρησης και τους ψυκτικούς θάλαμους κατάψυξης. Ειδική υποκατηγορία των θαλάμων κατάψυξης αποτελούν οι ψυκτικοί θάλαμοι βαθείας κατάψυξης.

Η κατασκευή ψυκτικών θαλάμων συντήρησης πραγματοποιείται με τη χρήση θερμομονωτικών πανέλων πολυουρεθάνης για την αποθήκευση ή συντήρηση προϊόντων. Τα θερμομονωτικά πανέλα συμπιεσμένης πολυουρεθάνης έχουν πυκνότητα 40-42 κιλά ανά κυβικό μέτρο και πάχος 8 - 10 εκατοστά. Τα πανέλα είναι ιδανικά τόσο για την κατασκευή ψυκτικών θαλάμων όσο και χώρων με ειδικές απαιτήσεις σε υγρασία⁵⁷.



Εικόνα 77 Ψυκτικός θάλαμος (Πηγή: 57)

Οι πόρτες των ψυκτικών θαλάμων συντήρησης που χρησιμοποιούνται διαθέτουν εσωτερική πολυουρεθανική μόνωση, ενώ εξωτερικά φέρουν πλαστικοποιημένα φύλλα από επιχρίσματα από PVC. Οι πέντε βασικοί τύποι θυρών είναι ανοιγόμενες συρόμενες, χειροκίνητες και ηλεκτροκίνητες με χρήση μπουτόν ή ασύρματου χειρηστηρίου. Το πάχος του φύλλου του θυρίδας ποικίλει από 6,8 έως και 9 χιλιοστά, ενώ το πέλμα είναι κατασκευασμένο από υλικό PVC. Εσωτερικά, πίσω από την πόρτα τοποθετούνται κουρτίνες από διαφανείς λωρίδες PVC πάχους 8 - 10 εκατοστών. Παράλληλα τοποθετείται και ειδικό δάπεδο του οποίου τα χαρακτηριστικά καθορίζονται από το αναμενόμενο φορτίο που θα δεχτεί. Οι ψυκτικοί θάλαμοι συντήρησης συνδέονται με τον κατάλληλο ψυκτήρα εξοπλισμού (αεροψυκτών, ψυκτικών μηχανών) και με ηλεκτρολογικό εξοπλισμό (ηλεκτροψυκτικό πίνακα).



Εικόνα 78 Συρόμενη θύρα ψυκτικού θαλάμου (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Οι κυριότεροι τύποι ψυκτικών θαλάμων συντήρησης είναι οι εξής: ψυκτικός θάλαμος συντήρησης τροφίμων, ψυκτικός θάλαμος συντήρησης προϊόντων ζαχαροπλαστικής, ψυκτικός θάλαμος συντήρησης αγροτικών κηπευτικών – φρούτων, ψυκτικός θάλαμος συντήρησης λουλουδιών και ψυκτικός θάλαμος συντήρησης απορριμμάτων και ιατρικών αποβλήτων. Οι θερμοκρασίες των ψυκτικών θαλάμων συντήρησης κυμαίνονται από +2 έως -23 βαθμούς κελσίου και η σχετική υγρασία τους κυμαίνεται από 70 έως και 95%.

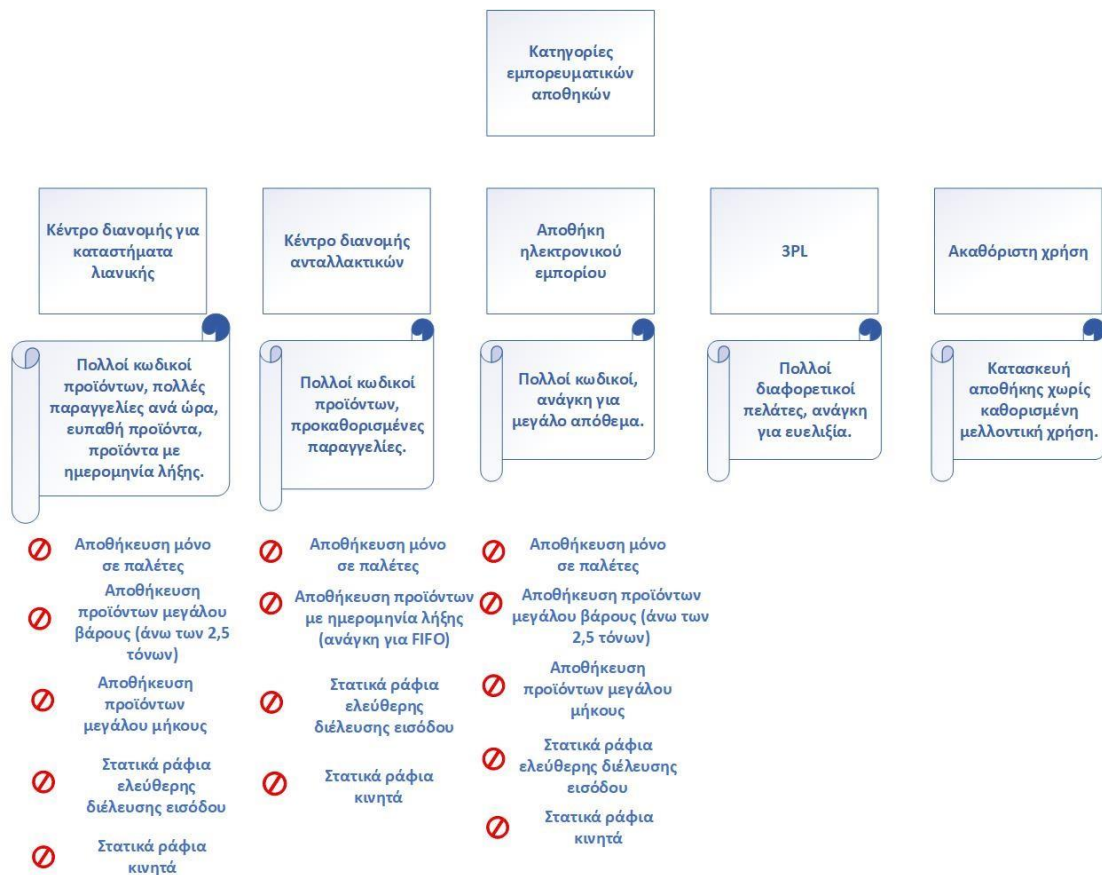
Οι ψυκτικοί θάλαμοι κατάψυξης διαμορφώνονται με ανάλογο τρόπο, απλά τα μηχανήματα είναι υψηλότερης απόδοσης. Οι θερμοκρασίες τους κυμαίνονται από -18 έως -29 βαθμούς κελσίου και η σχετική υγρασία τους από 75 έως και 90%. Ειδική κατηγορία αποτελούν οι ψυκτικοί θάλαμοι βαθείας κατάψυξης οι οποίοι είναι δύο ειδών, σπιράλ ή τούνελ κατάψυξης. Οι θερμοκρασίες σε τέτοιους θάλαμους μπορούν να είναι από -35 έως και -40 βαθμούς κελσίου.

4.1.4.3 Απαιτήσεις αποθήκευσης με βάση τα εμπορεύματα

Το τρίτο στάδιο του μοντέλου αφορά την εισαγωγή στοιχείων από το χρήστη σχετικά με τα είδη της αποθήκης και τις δυνατότητες αποθήκευσης εμπορευμάτων με ειδικές προδιαγραφές. Οι κατηγορίες των αποθηκών είναι αυτές που αναφέρονται και στο τμήμα της εργασίας που αφορά το τεχνικό υπόβαθρο της αποθήκης:

- Κέντρο διανομής για καταστήματα λιανικής
- Κέντρο διανομής ανταλλακτικών
- Αποθήκη ηλεκτρονικού εμπορίου
- Αποθήκη 3PL
- Ακαθόριστο (αφορά την περίπτωση που ο χρήστης δεν έχει αποφασίσει ή δεν επιθυμεί να προσδιορίσει τη χρήση της αποθήκης)

Με βάση τα χαρακτηριστικά κάθε είδους συντάχθηκε το πλαίσιο που απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 79 Καθορισμός περιορισμών και απαιτήσεων με βάση την κατηγορία της εμπορευματικής αποθήκης

Μετά τον καθορισμό των περιορισμών σε σχέση με το είδος της αποθήκης, ο χρήστης καλείται να επιλέξει τη δυνατότητα ή όχι αποθήκευσης προϊόντων με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και απαιτήσεις στην αποθήκη. Οι ειδικές απαιτήσεις αποθήκευσης προϊόντων, παρουσιάζονται στο παρακάτω πλαίσιο κανόνων του μοντέλου:

Πλαίσιο κανόνων

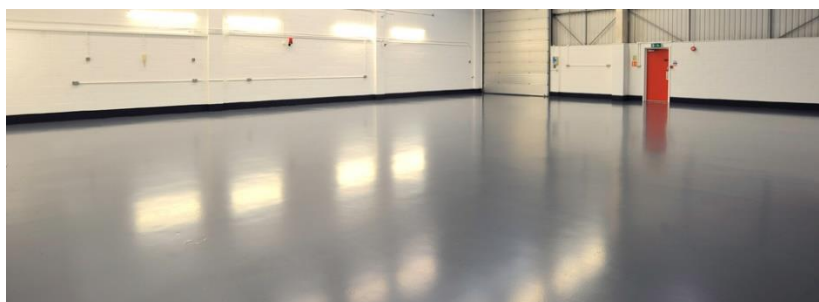
1. Αν επιθυμείται η αποκλειστική αποθήκευση των εμπορευμάτων της αποθήκης σε παλέτες, δεν προσφέρεται η δυνατότητα επιλογής προβολικών ραφιών.
2. Αν επιθυμείται η αποκλειστική αποθήκευση των εμπορευμάτων της αποθήκης σε κιβώτια, δεν προσφέρεται η δυνατότητα επιλογής στατικών ραφιών ελεύθερης διέλευσης / εισόδου και προβολικών ραφιών. Όσον αφορά τον εξοπλισμό διακίνησης εμπορευμάτων, δεν προσφέρεται η δυνατότητα επιλογής παλετοφόρων οριζόντιας μεταφοράς (χειροκίνητα ή ηλεκτροκίνητα) και Stackers.
3. Αν επιθυμείται η αποθήκευση εμπορευμάτων με ημερομηνία λήξης, δεν προσφέρεται η δυνατότητα επιλογής στατικών ραφιών ελεύθερης διέλευσης / εισόδου και προβολικών ραφιών, καθώς δεν μπορούν να υποστηρίξουν τη μέθοδο FIFO.
4. Αν επιθυμείται η αποθήκευση μεγάλου αριθμού (>20) κωδικών εμπορευμάτων, δεν προσφέρεται η δυνατότητα επιλογής στατικών ραφιών ελεύθερης διέλευσης / εισόδου.

5. Αν επιθυμείται η αποθήκευση προϊόντων μεγάλου μήκους στην αποθήκη, είναι υποχρεωτική η τοποθέτηση συστήματος προβολικών ραφιών.
6. Αν επιθυμείται η αποθήκευση εμπορευμάτων σε παλέτες με βάρος μεγαλύτερο των 2,5 τόνων, είναι υποχρεωτική η επιλογή μηχανοκίνητων περνοφόρων μηχανημάτων αντίβαρου.

Οι περιορισμοί με βάση την κατηγορία της αποθήκης και οι προαναφερθέντες κανόνες επιδρούν στην επιλογή των τιμών του χρήστη του μοντέλου. Για παράδειγμα, αν ο χρήστης επιλέξει αποθήκη τύπου κέντρο διανομής ανταλλακτικών, δεν μπορεί να επιλέξει αποθήκευση των προϊόντων μόνο σε παλέτες, καθώς η λειτουργία της αποθήκης επιτάσσει αποθήκευση προϊόντων σε κιβώτια ώστε να γίνεται διαλογή ανά τεμάχιο. Αντίστοιχα, αν επιλέξει την αποθήκευση προϊόντων με ημερομηνία λήξης (όπως τρόφιμα), δεν μπορεί να επιλέξει σύστημα στατικών ραφιών ελεύθερης εισόδου / διέλευσης, καθώς αυτό το σύστημα ραφιών δεν μπορεί να υποστηρίξει την τακτική FIFO (First In First Out).

Σε αυτό το σημείο σημειώνεται επίσης πως η διαμόρφωση πολύ στενών διαδρόμων ή η αποθήκευση προϊόντων βάρους μεγαλύτερου των 2,5 τόνων, επιφέρουν σημαντική αύξηση στα φορτία που δέχεται το δάπεδο της αποθήκης. Ένα πολύ σημαντικό στοιχείο στο σχεδιασμό μίας αποθήκης που προορίζεται για εμπορευματική χρήση, είναι η επιλογή του κατάλληλου τύπου δαπέδου ώστε να διασφαλίζεται η ομαλή λειτουργία της. Ένα δάπεδο που δεν πληρεί συγκεκριμένες προδιαγραφές, θα επέφερε πολλά λειτουργικά προβλήματα σε μία αποθήκη και οι όποιες επεμβάσεις θα γίνονταν, θα διόρθωναν μόνο μέρος του προβλήματος, επιφέροντας μεγάλο κόστος στην επιχείρηση.

Για τις εμπορευματικές αποθήκες η βασική απαίτηση είναι το δάπεδο να έχει υψηλές (υψηλότερες από τα συνήθη δάπεδα) μηχανικές ιδιότητες, καθώς σε αυτές παρατηρούνται έντονη μηχανική καταπόνηση, μετακινήσεις μεγάλων φορτίων, πτώσεις αντικειμένων και κινήσεις τροχήλατου εξοπλισμού και μηχανημάτων⁵⁸. Για το λόγο αυτό, επιλέγεται κάποιος τύπος βιομηχανικού δαπέδου.



Εικόνα 80 Βιομηχανικό δάπεδο (Πηγή: 58)

Βιομηχανικό δάπεδο είναι ένα δάπεδο που κατασκευάζεται για να ικανοποιήσει αυξημένες μηχανικές και χημικές απαιτήσεις σε σχέση με τα υπόλοιπα δάπεδα. Τα βιομηχανικά δάπεδα χρησιμοποιούνται κυρίως στο χώρο της βιομηχανίας και της αποθήκευσης, αλλά μπορούν να έχουν και άλλες εφαρμογές. Η συνήθης περίπτωση είναι η κατασκευή τους ως δάπεδα από σκυρόδεμα. Τα δάπεδα αυτά εξετάζονται κατά τη φιλοσοφία της τεχνικής οδηγίας: ACI 302.1R-15: Guide for Concrete Floor and Slab Construction⁵⁹. Δεν είναι δομικά υπερωψωμένα δάπεδα, εδράζονται στο έδαφος και

έχουν σχεδιαστεί για φέρουσα ικανότητα (πλην της περιοχής των αρμών) ως μη οπλισμένες διατομές. Συχνά περιέχουν μια ελάχιστη ποσότητα χάλυβα οπλισμού (σε μορφή δομικού πλέγματος) ή ίνες με σκοπό τη μείωση του εύρους των ρωγμών από συστολή ξήρανσης. Στα δάπεδα αυτά κατασκευάζονται αρμοί (συνήθως: αρμοί απομόνωσης, συστολοδιαστολής και κατασκευαστικοί - εργασίας) κατά τις γενικές αρχές σχεδιασμού διαμόρφωσης αρμών σε πλάκες επί εδάφους με ή χωρίς κυκλοφορία οχημάτων.

Με βάση την προαναφερθείσα τεχνική οδηγία, τα δάπεδα από σκυρόδεμα χωρίζονται σε 9 κατηγορίες, από τις οποίες τα δάπεδα που ενδείκνυνται για αποθήκες είναι αυτά των κατηγοριών 6 και 9. Και οι δυο κατηγορίες αφορούν διαμόρφωση δαπέδου μίας στρώσης, όπου το δάπεδο κατηγορίας 6 είναι κατάλληλο για βιομηχανική χρήση με αυξημένη κίνηση και αντοχή σε φορτία κρούσης και το δάπεδο κατηγορίας 9 είναι κατάλληλο για αποθήκες με διαμορφώσεις στενών διαδρόμων.

Και οι δυο περιπτώσεις που προαναφέρθηκαν αφορούν αυτοεπιπεδούμενα δάπεδα. Μόνο σε σπάνιες περιπτώσεις ένα βιομηχανικό δάπεδο δεν είναι αυτοεπιπεδούμενο. Σε αυτού του είδους τα δάπεδα, πραγματοποιείται επίστρωση με κάποιου είδους εποξειδική στρώση (συνήθως πολυουρεθάνης), η οποία έχει ως αποτέλεσμα η επιφάνεια του δαπέδου μετά την έγχυση να παίρνει αυτόματα μια ομαλή και επίπεδη υφή χωρίς να απαιτείται κάποια επιπλέον εργασία. Με αυτόν τον τρόπο, η επιφάνεια τους είναι ομαλή και ενδείκνυται για την κίνηση τροχών και μεγάλων φορτίων.

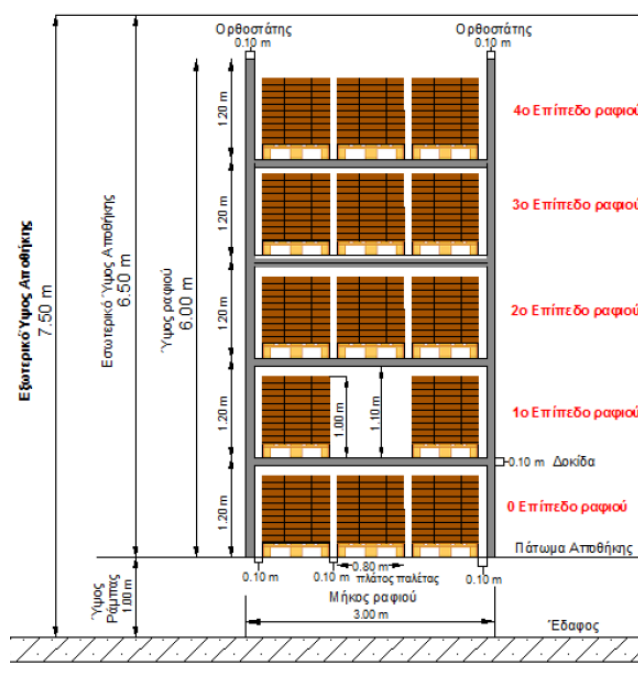
Σημαντικές παράμετροι για τα βιομηχανικά δάπεδα είναι η επιπεδότητα και η ομαλότητα τους. Και τα δυο στοιχεία είναι πολύ βασικά κατά την επιλογή του βιομηχανικού δαπέδου, καθώς οι απαιτήσεις για αυτά είναι υψηλές. Υπάρχουν δυο δείκτες που τα περιγράφουν, ο F_i την ομαλότητα και ο F_1 την επιπεδότητα. Η ελάχιστη απαίτηση για τα βιομηχανικά δάπεδα είναι να είναι υπέρ-επίπεδα, που σημαίνει πως οι ελάχιστη τιμή για τους δύο αυτούς δείκτες είναι 50. Για αποθήκες που αναμένουν κίνηση μεγάλων φορτίων (π.χ. αποθήκες με πολύ στενούς διαδρόμους) ενδείκνυται οι δείκτες αυτοί να έχουν ακόμα μεγαλύτερες τιμές (άνω του 70) και αυτό επιφέρει και σχετική αύξηση του κόστους.

4.1.4.4 Επιλογές συστημάτων ραφιών

Συντάχθηκε ένα σύνολο μαθηματικών σχέσεων σχετικά με την επιλογή του συστήματος ραφιών της αποθήκης. Η βασική στόχευση του μοντέλου σε αυτό το στάδιο είναι η δυνατότητα να συγκριθεί ο αριθμός των παλετοθέσεων που προσφέρει το κάθε είδος ραφιών για μία συγκεκριμένη επιφάνεια και το σχετικό κόστος που επιφέρει κάθε κατηγορία.

Το πρώτο ζητούμενο αυτού του σταδίου είναι τα επίπεδα αποθήκευσης των ραφιών. Όπως αναλύθηκε σε προηγούμενο στάδιο, για κάθε επίπεδο αποθήκευσης απαιτείται 1,2 του μέτρου και συνολικά άλλα 10 εκατοστά για τον ορθοστάτη των ραφιών, ενώ απαιτούνται και άλλα 50 εκατοστά ύψους ελεύθερα για την τοποθέτησή τους, αλλά και την τοποθέτηση του εξοπλισμού για το φωτισμό και την πυροπροστασία των χώρων. Η προτεινόμενη τιμή για τα επίπεδα αποθήκευσης των ραφιών της αποθήκης είναι ο

μέγιστος αριθμός επιπέδων που είναι κατασκευαστικά πραγματοποιήσιμος, μείον 1 επίπεδο.



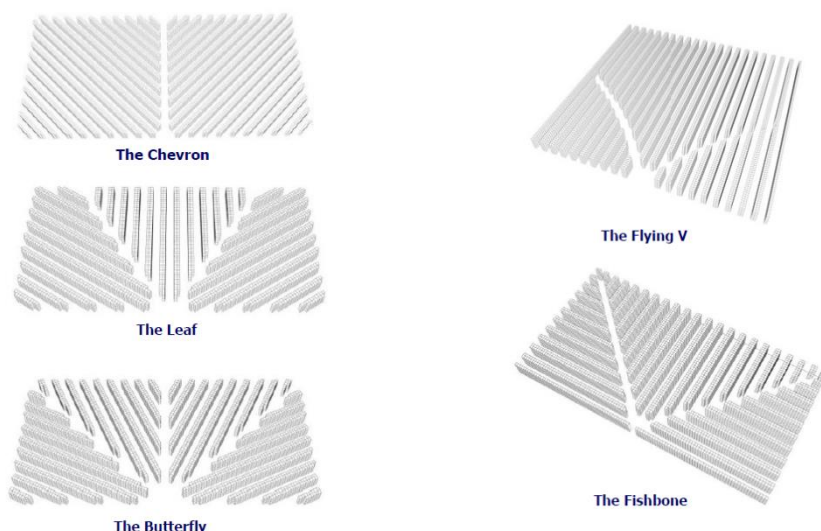
Εικόνα 81 Υπολογισμός απαιτούμενου ύψους επιπέδων αποθήκευσης ραφιών (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Ο μέγιστος κατασκευαστικά πραγματοποιήσιμος αριθμός προκύπτει από το ακέραιο μέρος της διαίρεσης της διαφοράς του ύψους της αποθήκης μείον 1,40 μέτρα (1,0 μέτρο η πλάκα από σκυρόδεμα, 0,40 εκατοστά για ορθοστάτη ραφιών και εργασίες τοποθέτησης [Error! Bookmark not defined.]) διά το 1,50 μέτρο (απαιτούμενο ύψος για κάθε επίπεδο ραφιών για ευρωπαϊκά). Η πρακτική του να δημιουργείται 1 λιγότερο επίπεδο από το μέγιστο δυνατό είναι χρήσιμη τόσο ως προς την εκμετάλλευση μεγάλου ποσοστού του διαθέσιμου αποθηκευτικού χώρου, όσο και ως προς τη δυνατότητα διεύρυνσης του υπάρχοντος αποθηκευτικού χώρου [26]. Η ελάχιστη τιμή για τα επίπεδα αποθήκευσης είναι το 0 και αφορά την περίπτωση της απλής στοίβαξης [2].

Το επόμενο ζητούμενο αφορά τη διαμόρφωση παταριού αποθήκευσης. Το πατάρι αποθήκευσης επεκτείνει τους χώρους αποθήκευσης της αποθήκης και αν καλύπτονται οι απαιτούμενες προδιαγραφές από άποψης προϊόντων (προϊόντα συγκεκριμένου βάρους και διαστάσεων τα οποία δε θα είναι πρόβλημα να μεταβούν μέσω σκάλας στο πατάρι), αποτελεί μία λύση με πολλαπλά οφέλη. Το βασικότερο είναι η αύξηση του αποθηκευτικού χώρου χωρίς να απαιτείται αύξηση των επιπέδων των ραφιών αποθήκευσης. Βασική προϋπόθεση για τη δημιουργία παταριού είναι να υπάρχει ελεύθερο ύψος 2,5 μέτρων στην αποθήκη, ενώ το μέγιστο εμβαδόν του παταριού δεν ξεπερνά το συνολικό εμβαδόν των χώρων αποθήκευσης προϊόντων [Error! Bookmark not defined.]. Ο χρήστης καλείται να επιλέξει αν επιθυμεί τη διαμόρφωση παταριού αποθήκευσης και το εμβαδόν αυτού.

Η επιλογή της διάταξης των διαδρόμων, πέραν του εξοπλισμού της αποθήκης, σχετίζεται άμεσα και με δύο άλλα στοιχεία: τον τρόπο αποθήκευσης των προϊόντων ή των παλετών στην αποθήκη και τον τρόπο κίνησης των διαλογέων για τη διαλογή των προϊόντων που θα σχηματίσουν τις παραγγελίες.

Συνήθως οι διάδρομοι είναι παράλληλοι με την υπολογιζόμενη ροή των προϊόντων και ανά κάποια μέτρα τοποθετούνται εγκάρσιοι διάδρομοι για να μειώνονται οι αποστάσεις διακίνησης των διαλογέων. Τα προϊόντα και οι παλέτες μπορούν να αποθηκεύονται με πολλούς τρόπους στα ράφια, ανάλογα με την κρίση του σχεδιαστή. Τα κριτήρια επιλογής αφορούν τον αριθμό των κωδικών των προϊόντων, το βάρος τους, το μέγεθος τους, τη ζήτηση τους κτλ. Με βάση αυτά ο σχεδιαστής επιλέγει τον τρόπο αποθήκευσης τους που πιστεύει ότι εξυπηρετεί καλύτερα τη ροή των προϊόντων εντός της αποθήκης. Για την επιλογή του τρόπου αποθήκευσης των προϊόντων είναι πολύ σημαντική και η θέση των αποβαθρών φόρτωσης και εκφόρτωσης των προϊόντων. Αν θεωρείται ότι εξυπηρετεί καλύτερα την κίνηση των προϊόντων, μπορεί να επιλεγεί κάποια εναλλακτική διάταξη διαδρόμων.



Εικόνα 82 Εναλλακτική διάταξη διαδρόμων (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Όσον αφορά τον τρόπο κίνησης των διαλογέων, αυτός εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο αποθήκευσης των προϊόντων που επιλέγεται. Είναι σημαντικό να ελεγχθεί αν η πορεία των διαλογέων και οι χρόνοι διαλογής των παραγγελιών βελτιώνονται με την ύπαρξη διαδρόμων υπό γωνία. Αφού αξιολογηθούν όλα αυτά τα στοιχεία επιλέγεται το σύστημα των διαδρόμων και τοποθετούνται στο σχέδιο και τα ράφια με το επιλεγμένο βάρος.

Ο χρήστης του μοντέλου καλείται να εισάγει την τιμή του εμβαδού που επιθυμεί για κάθε σύστημα ραφιών. Το άθροισμα των εμβαδών αυτών ελέγχεται ότι είναι ίσο με το συνολικό εμβαδόν των χώρων αποθήκευσης που έχουν προσδιοριστεί στο τρίτο στάδιο του μοντέλου (χώροι για διαλογή παραγγελιών, απόθεμα και επιστρεφόμενα / ελαττωματικά προϊόντα). Με βάση αυτούς τους χώρους υπολογίζονται οι παλετοθέσεις και το κόστος για κάθε σύστημα ραφιών ως εξής.

$$\Sigma E_{\text{στ}} = E_{\Delta\text{Π}} + E_{\text{ΑΠ}} + E_{\text{ΕΕΠ}} + E_{\text{ΠΑΤ}} \quad (8)$$

όπου:

$\Sigma E_{\text{απ}}$ = το συνολικό εμβαδόν για τους χώρους αποθήκευσης

$E_{\Delta\text{Π}}$ = το εμβαδόν του χώρου για τη διαλογή των παραγγελιών

$E_{\text{ΑΠ}}$ = το εμβαδόν του χώρου για το απόθεμα της αποθήκης

$E_{\text{ΕΕΠ}}$ = το εμβαδόν του χώρου για τα επιστρεφόμενα και τα ελαττωματικά προϊόντα

$E_{\text{ΠΑΤ}}$ = το εμβαδόν του χώρου για το πατάρι αποθήκευσης της αποθήκης

Το εμβαδόν για κάθε έναν από τους χώρους αυτούς το έχει επιλέξει ο χρήστης, είτε από τις προτεινόμενες επιλογές του μοντέλου είτε με δικές του επιθυμητές τιμές. Με βάση αυτό το συνολικό εμβαδόν που έχει προκύψει, ο χρήστης καλείται να επιλέξει τα συστήματα ραφιών που θα τοποθετηθούν στην αποθήκη. Το συνολικό εμβαδόν που θα επιλέξει για τα ράφια ελέγχεται από το μοντέλο να είναι ίσο με το συνολικό εμβαδό για τους χώρους αποθήκευσης που υπολογίζονται με τη σχέση (8). Με βάση τις επιλογές του χρήστη το μοντέλο υπολογίζει τον αριθμό των παλετοθέσεων και το κόστος του αντίστοιχου συστήματος ραφιών ως εξής:

$$N_{\text{παλ}} = \Sigma N_i = \Sigma (\Pi_i * E_i) \quad (9)$$

$$\Pi_i = n_i * EA / E_{\mu i} \quad (10)$$

όπου:

$N_{\text{παλ}}$ = ο συνολικός αριθμός των παλετοθέσεων που προσφέρει το σύστημα ραφιών που έχει επιλεγεί

N_i = ο αριθμός παλετοθέσεων που προσφέρει κάθε μία από τις κατηγορίες ραφιών της αποθήκης

Π_i = ο αριθμός παλετοθέσεων ανά τετραγωνικό μέτρο που προσφέρει κάθε μία από τις κατηγορίες ραφιών της αποθήκης

E_i = το εμβαδόν που έχει επιλεγεί για κάθε μία από τις κατηγορίες των ραφιών

n_i = ο αριθμός των παλετών που προσφέρει η μονάδα κάθε κατηγορίας ραφιών

EA = τα επίπεδα (καθ' ύψος) αποθήκευσης της αποθήκης

$E_{\mu i}$ = το εμβαδόν της μονάδας κάθε κατηγορίας ραφιών.

Το κόστος αντίστοιχα για τα επιλεγμένα συστήματα ραφιών επιλέγεται ως εξής:

$$C_p = \Sigma C_i = \Sigma (C_i * E_i) \quad (11)$$

όπου:

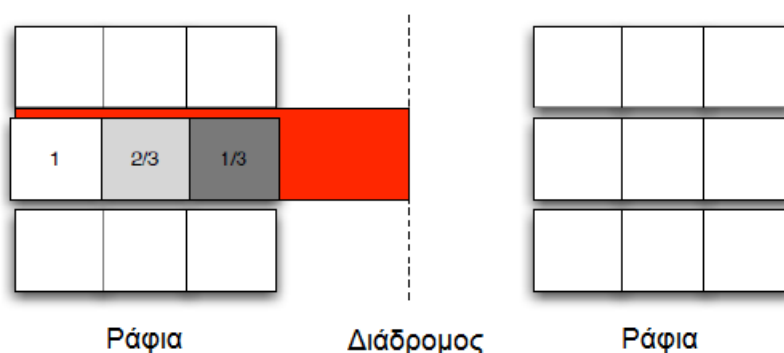
C_p = το συνολικό κόστος για τα ράφια της αποθήκης

C_i = το κόστος για κάθε κατηγορία ραφιών

c_i = το κόστος ανά τετραγωνικό μέτρο για κάθε κατηγορία ραφιών.

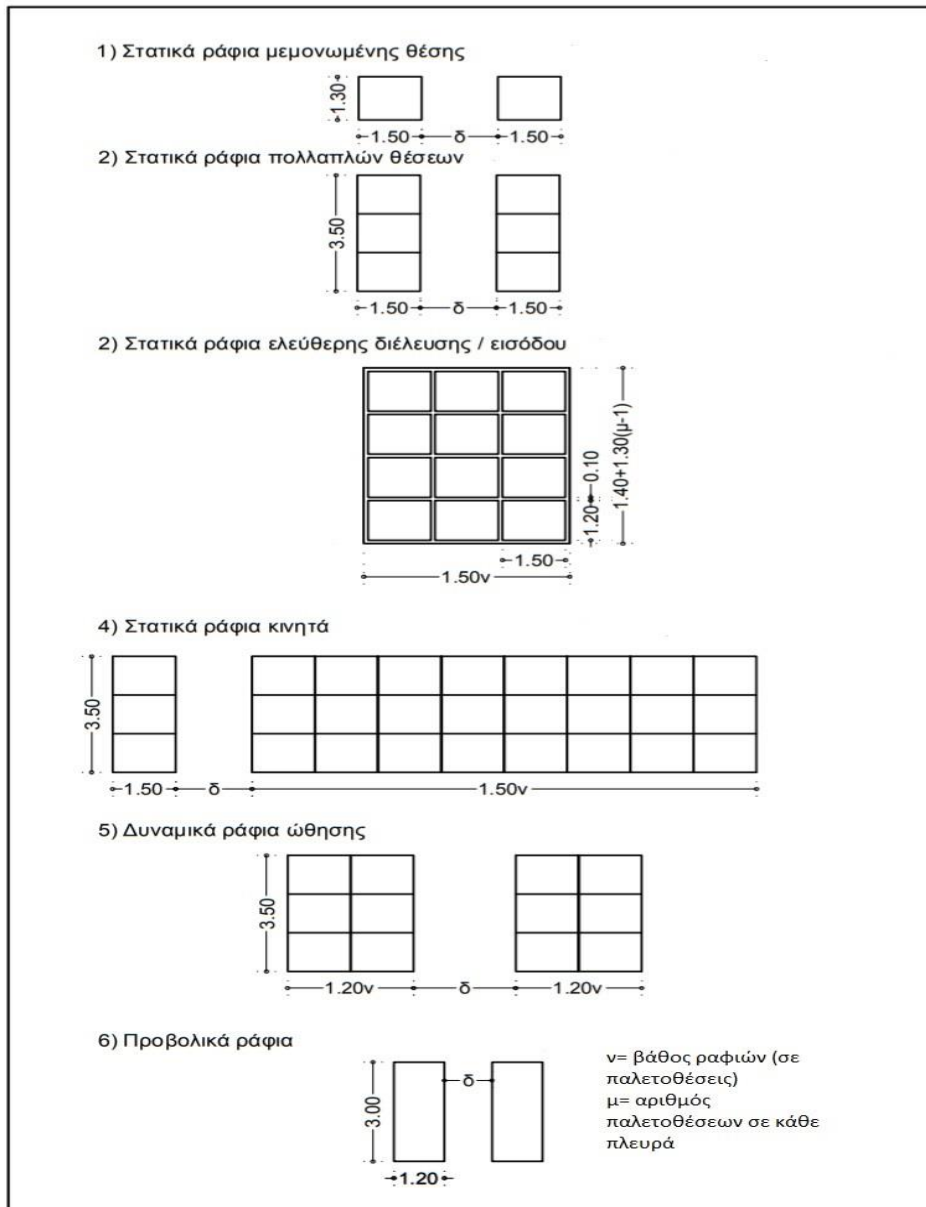
Με αυτούς τους υπολογισμούς ο χρήστης του μοντέλου μπορεί να συγκρίνει πλέον τα αποτελέσματα των επιλογών του και να επιλέξει το σύστημα ραφιών που καλύπτει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις επιδιώξεις του.

Όσον αφορά το βάθος αποθήκευσης των ραφιών, αυτό εκτιμάται σε παλετοθέσεις ή κιβωτιοθέσεις. Το βάθος των ραφιών που επιλέγεται καθορίζει τον αριθμό των διαδρόμων που προκύπτει για την αποθήκη.



Εικόνα 83 Βάθος αποθήκευσης ραφιών (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Για να εκτιμηθεί ο αριθμός παλετοθέσεων ανά τετραγωνικό ανά επίπεδο αποθήκευσης, θεωρήθηκε για κάθε κατηγορία ραφιών μία μονάδα αποθήκευσης. Για την κάθε μονάδα διαιρέθηκε ο αριθμός των παλετοθέσεων που προσφέρει με το απαιτούμενο εμβαδόν της ανάλογα το πλάτος του διαδρόμου που επιλέγεται δ . Οι κατόψεις των μονάδων για τις οποίες έγιναν οι εκτιμήσεις απεικονίζονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 84 Κάτοψη μονάδας ραφιών για κάθε κατηγορία

4.1.4.5 Επιλογές εξοπλισμού διακίνησης

Συντάχθηκε ένα σύνολο μαθηματικών σχέσεων το οποίο αφορά στην επιλογή των μηχανημάτων που θα εκτελούν τη διακίνηση των προϊόντων στο εσωτερικό της αποθήκης. Οι βασικές κινήσεις που εκτελούν τα συγκεκριμένα μηχανήματα είναι: η φόρτωση των προϊόντων και η εκφορτώση τους (από κάποιο φορτηγό ή κάποιο ράφι), η μεταφορά των εμπορευμάτων εντός της αποθήκης και η κίνηση τους χωρίς φορτίο ώστε να μεταβούν σε κάποιο σημείο της αποθήκης.

Η βασική σχέση⁶⁰ που χρησιμοποιεί το μοντέλο για την εκτίμηση του αριθμού που απαιτείται από κάθε κατηγορία μηχανημάτων είναι η εξής:

$$AM = [\Omega \Delta_{\max} * T_c] + 1 \quad (12)$$

όπου:

$\Omega\Delta_{max}$ = μέγιστη ωριαία αναμενόμενη διακίνηση προϊόντων

T_c = χρόνος κύκλου εξυπηρέτησης του μηχανήματος, που υπολογίζεται από την εξής σχέση:

$$T_c = (L_c / V_\mu) + (T_\phi + T_\epsilon) * EA \quad (13)$$

όπου:

L_c = μήκος διαδρομής του κύκλου εξυπηρέτησης του μηχανήματος

V_μ = μέση τιμή της ταχύτητας κίνησης του μηχανήματος για κίνηση με και χωρίς φορτίο

T_ϕ ο χρόνος φόρτωσης του μηχανήματος ανά επίπεδο ανύψωσης

T_ϵ ο χρόνος εκφόρτωσης του μηχανήματος ανά επίπεδο ανύψωσης

Σύμφωνα με αυτή τη σχέση, ο αριθμός των απαιτούμενων μηχανημάτων για την λειτουργία μίας αποθήκης καθορίζεται με βάση δυο στοιχεία που αφορούν την αποθήκη και ορισμένα στοιχεία απόδοσης που αφορούν το μηχάνημα. Συγκεκριμένα, τα στοιχεία που πρέπει να είναι γνωστά για την αποθήκη είναι η μέγιστη ωριαία διακίνηση της και το μήκος διαδρομής κύκλου εξυπηρέτησης των μηχανημάτων της. Τα στοιχεία αυτά είναι μοναδικά για κάθε αποθήκη και εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες. Για τον προσδιορισμό του μήκους διαδρομής του κύκλου εξυπηρέτησης, χρησιμοποιείται ο τύπος της σχέσης (6), ο οποίος θεωρείται ότι προσεγγίζει καλά την απόσταση για ορθογώνιες αποθήκες.

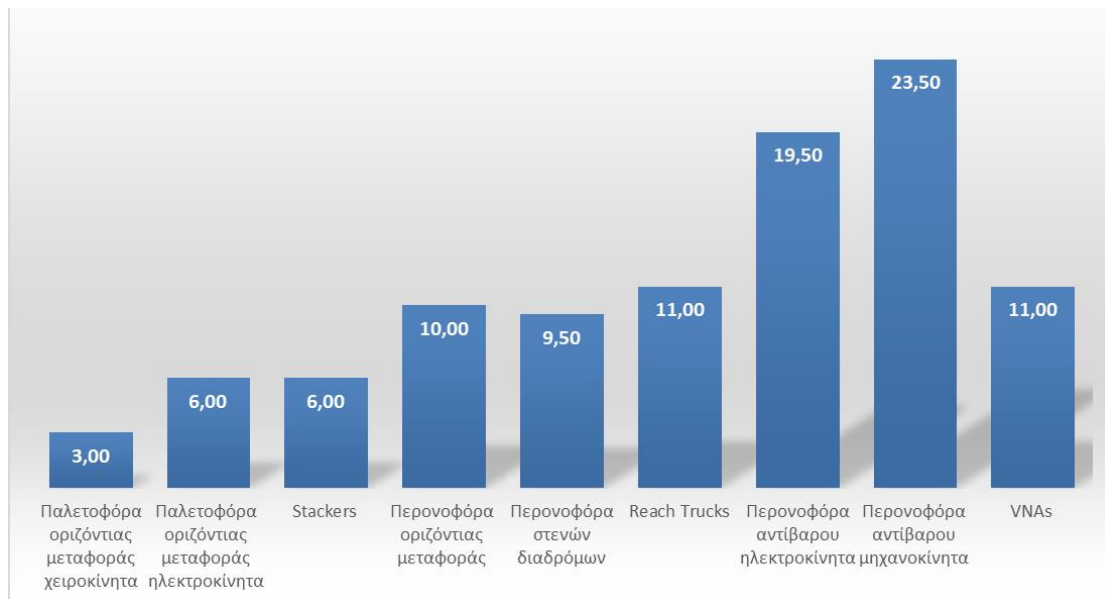
Ο χρήστης καλείται να εισάγει τιμή για την εκτιμώμενη μέγιστη ωριαία διακίνηση της αποθήκης. Με βάση το μήκος που υπολογίστηκε, υπολογίζεται ο απαιτούμενος χρόνος κύκλου εξυπηρέτησης για κάθε μηχάνημα της αποθήκης. Για το χρόνο εξυπηρέτησης απαιτούνται και ορισμένα χαρακτηριστικά του μηχανήματος και συγκεκριμένα η ταχύτητα κίνησης του, ο χρόνος φόρτωσης και ο χρόνος εκφόρτωσης τους. Τα στοιχεία αυτά δεν μπορούν να υπολογιστούν με ακρίβεια καθώς εξαρτώνται από πολλά χαρακτηριστικά όπως το τις επιδόσεις του συγκεκριμένου μοντέλου, το επίπεδο απόδοσης και συντήρησης του μηχανήματος, την ικανότητα και την εξοικείωση του οδηγού, το βαθμό συμφόρησης της αποθήκης και άλλα.

Για αυτό το λόγο έγιναν ορισμένες εκτιμήσεις ώστε να δοθούν οι σχετικές τιμές για τα στοιχεία αυτά για κάθε κατηγορία μηχανήματος. Σε πρώτη φάση συγκεντρώθηκαν στοιχεία για συγκεκριμένα μοντέλα από κάθε κατηγορία, τα οποία λαμβάνονται και ως βάση για τους υπολογισμούς από το παρόν μοντέλο. Τα μοντέλα της κάθε κατηγορίας και τα χαρακτηριστικά τους, προέρχονται από τη διαδικτυακή σελίδα μεγάλης εταιρείας κατασκευής αυτού του είδους μηχανημάτων [Error! Bookmark not defined.], και είναι τα εξής:

- Παλετοφόρα οριζόντιας μεταφοράς χειροκίνητα: BT Lifter Silent
- Παλετοφόρα οριζόντιας μεταφοράς ηλεκτροκίνητα: BT Levio 2 τόνων
- Stackers: BT Staxio 1.6 τόνων
- Περονοφόρα οριζόντιας μεταφοράς: BT Optio 1.2 τόνων

- Περονοφόρα στενών διαδρόμων: BT Optio 1 τόνου Narrow Man-up 3ου επιπέδου
- Reach Trucks: BT Reflex 2 τόνων με ανακλινόμενη καμπίνα
- Περονοφόρα αντίβαρου ηλεκτροκίνητα: Toyota Traigo 80 ηλεκτρικό Compact, 2.5 τόνων με 4 τροχούς
- Περονοφόρα αντίβαρου μηχανοκίνητα: Toyota Tonero LPG 5 τόνων
- VNAs: BT Vector 1.5 τόνων με Articulated steering

Για τα μοντέλα αυτά έγινε η εκτίμηση των χρόνων τους ως εξής: ως ταχύτητα κίνησης τους λήφθηκε η μέση τιμή της ταχύτητας κίνησης τους με και χωρίς φορτίο.



*Stackers = παλετοφόρα μηχανήματα με αυξημένη ικανότητα ανύψωσης σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες παλετοφόρων



**Reach trucks = περονοφόρα μηχανήματα μετατοπιζόμενου ιστού υψηλής εναπόθεσης



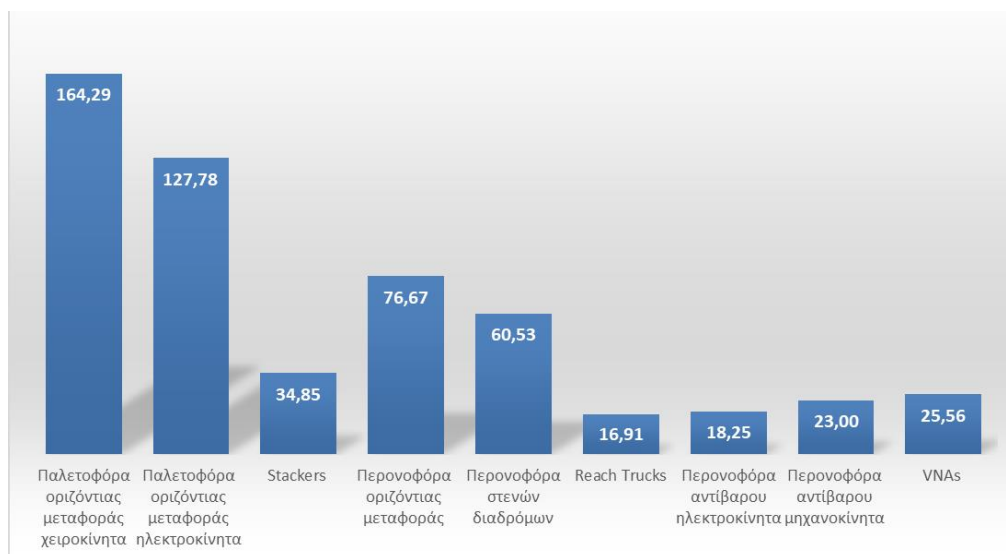
***VNAs = μηχανήματα πολύ στενών διαδρόμων



Εικόνα 85 Μέση τιμή ταχύτητας κίνησης μηχανήματος με και χωρίς φορτίο

Οι χρόνοι για τη φόρτωση και την εκφόρτωση τους υπολογίστηκαν με την εξής προσέγγιση: Για περονοφόρα αντίβαρου μηχανοκίνητα μοντέλου με παρεμφερή χαρακτηριστικά, υπολογίστηκε ο μέσος όρος των χρόνων αυτών από δεδομένα μετρημένων κινήσεων σε εμπορευματική αποθήκη [7]. Η φόρτωση και η εκφόρτωση στην αποθήκη που έγιναν οι εκτιμήσεις αφορούσε 3 επίπεδα αποθήκευσης προϊόντων. Με βάση τις μετρήσεις εκτιμήθηκε μία μέση τιμή για το χρόνο φόρτωσης και εκφόρτωσης του συγκεκριμένου μηχανήματος ανά επίπεδο ανύψωσης. Οι χρόνοι

των υπόλοιπων μηχανημάτων εκτιμήθηκαν ως το γινόμενο του χρόνου αυτού με το πηλίκο της διαίρεσης της ταχύτητας φόρτωσης / εκφόρτωσης του μηχανοκίνητου περονοφόρου αντίβαρου προς τον αντίστοιχο χρόνο του μηχανήματος. Τα αποτελέσματα της εκτίμησης αυτής παρουσιάζονται στις επόμενες δύο εικόνες.



*Stackers = παλετοφόρα μηχανήματα με αυξημένη ικανότητα ανύψωσης σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες παλετοφόρων



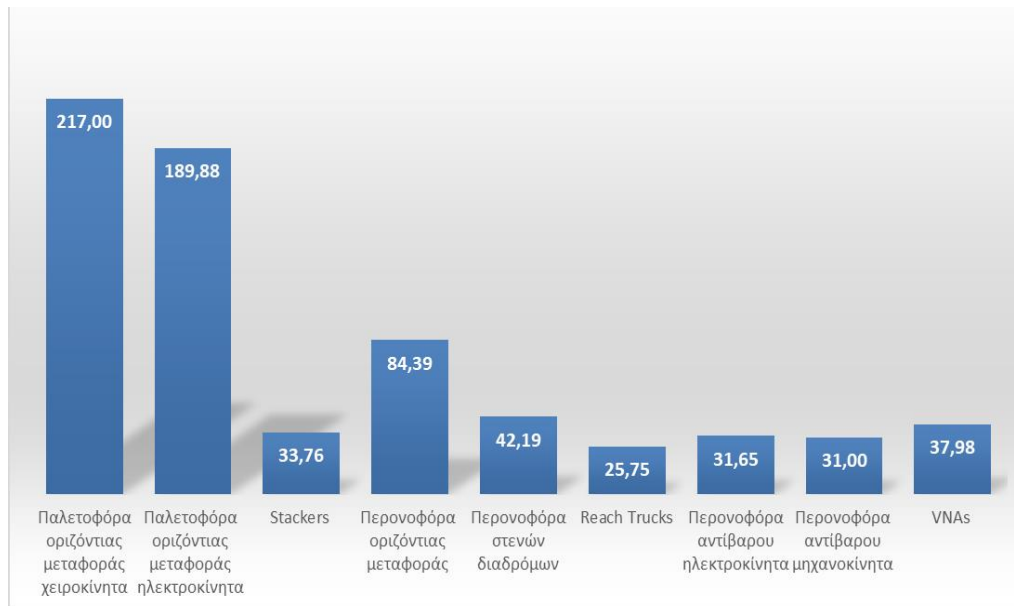
**Reach trucks = περονοφόρα μηχανήματα μετατοπιζόμενου ιστού υψηλής εναπόθεσης



***VNAs = μηχανήματα πολύ στενών διαδρόμων



Εικόνα 86 Εκτίμηση χρόνου φόρτωσης μηχανημάτων ανά επίπεδο αποθήκευσης



*Stackers = παλετοφόρα μηχανήματα με αυξημένη ικανότητα ανύψωσης σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες παλετοφόρων



**Reach trucks = περονοφόρα μηχανήματα μετατοπιζόμενου ιστού υψηλής εναπόθεσης



***VNAs = μηχανήματα πολύ στενών διαδρόμων



Εικόνα 87 Εκτίμηση χρόνου εκφόρτωσης μηχανημάτων ανά επίπεδο αποθήκευσης

Από τις τιμές αυτές προσεγγίζεται ο χρόνος κύκλου εξυπηρέτησης για κάθε είδος μηχανήματος.

Από το χρήστη του μοντέλου ζητείται η εισαγωγή τιμών σχετικά με το ποσοστό της μέγιστης ωριαίας διακίνησης που επιθυμεί να εκτελείται από κάθε κατηγορία μηχανήματος. Το μοντέλο υπολογίζει με βάση τις τιμές αυτές τα απαιτούμενα μηχανήματα από κάθε κατηγορία, το απαιτούμενο εμβαδό στάθμευσης / φόρτισης για κάθε κατηγορία και συνολικά, καθώς και το κόστος κάθε κατηγορίας μηχανημάτων και το συνολικό κόστος για τα μηχανήματα διακίνησης εμπορευμάτων.

Κατηγορία μηχανήματος	Αριθμός οχημάτων καθε κατηγορίας	Απαιτούμενο εμβαδό για στάθμευση (τ.μ.)	Συνολικό κόστος κάθε κατηγορίας (€)
Παλετοφόρα οριζόντιας μεταφοράς χειροκίνητα	0	0,00	0
Παλετοφόρα οριζόντιας μεταφοράς ηλεκτροκίνητα	0	500,00	0
Stackers *	21	36,50	247.317
Περονοφόρα οριζόντιας μεταφοράς	2	4,45	31.000
Περονοφόρα στενών διαδρόμων	9	21,43	360.000
Reach Trucks **	10	33,67	380.000
Περονοφόρα οριζόντιας μεταφοράς ηλεκτροκίνητα	0	38.000,00	0
Περονοφόρα οριζόντιας μεταφοράς μηχανοκίνητα	0	26.000,00	0
VNAs ***	4	21,51	292.000
	Σύνολο	46	64.617,56
			1.310.317

*Stackers = παλετοφόρα μηχανήματα με αυξημένη ικανότητα ανύψωσης σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες παλετοφόρων



**Reach trucks = περονοφόρα μηχανήματα μετατοπιζόμενου ιστού υψηλής εναπόθεσης



***VNAs = μηχανήματα πολύ στενών διαδρόμων



Εικόνα 88 Παράδειγμα υπολογισμών μοντέλου για τα μηχανήματα διακίνησης του εξοπλισμού

Για την υποβοήθηση της προσπάθειας επιλογής των κατάλληλων μηχανημάτων σε σχέση με τις απαιτήσεις του, συντάχθηκε ένα σύνολο πινάκων με τα χαρακτηριστικά της κάθε κατηγορίας (όπως αυτά μεταφράζονται στο μοντέλο), τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω.

Κατηγορία μηχανήματος	Κόστος ανά μηχάνημα (€)
Παλετοφόρα οριζόντιας μεταφοράς χειροκίνητα	500
Παλετοφόρα οριζόντιας μεταφοράς ηλεκτροκίνητα	6.300
Stackers *	11.800
Περονοφόρα οριζόντιας μεταφοράς	15.500
Περονοφόρα στενών διαδρόμων	40.000
Reach Trucks **	38.000
Περονοφόρα οριζόντιας μεταφοράς ηλεκτροκίνητα	26.000
Περονοφόρα οριζόντιας μεταφοράς μηχανοκίνητα	35.000
VNAs ***	73.000

*Stackers = παλετοφόρα μηχανήματα με αυξημένη ικανότητα ανύψωσης σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες παλετοφόρων



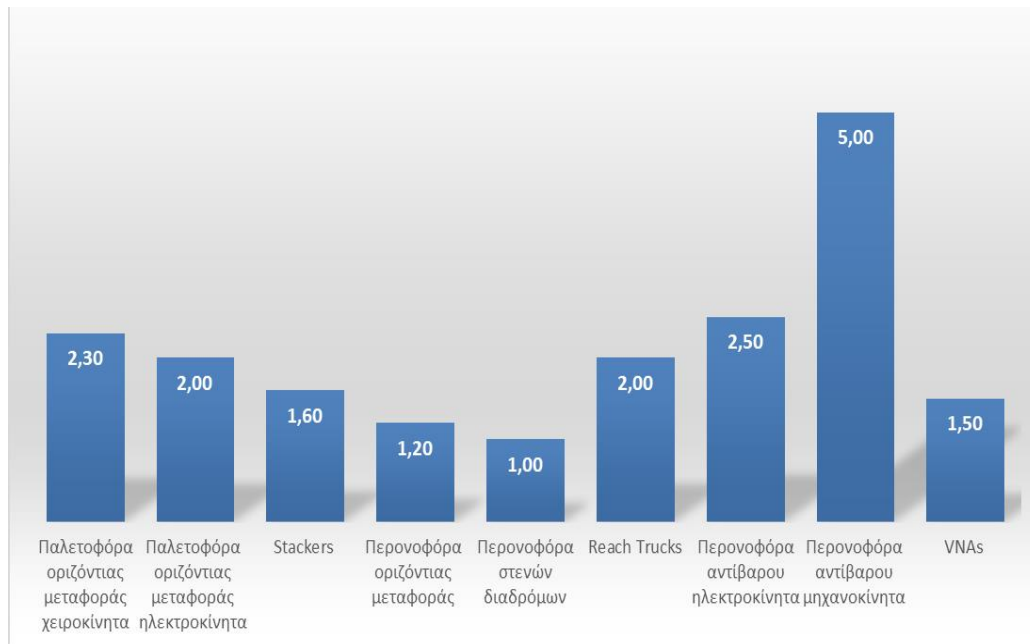
**Reach trucks = περονοφόρα μηχανήματα μετατοπιζόμενου ιστού υψηλής εναπόθεσης



***VNAs = μηχανήματα πολύ στενών διαδρόμων



Εικόνα 89 Κόστος ανά μηχανήμα για κάθε κατηγορία μηχανημάτων



*Stackers = παλετοφόρα μηχανήματα με αυξημένη ικανότητα ανύψωσης σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες παλετοφόρων



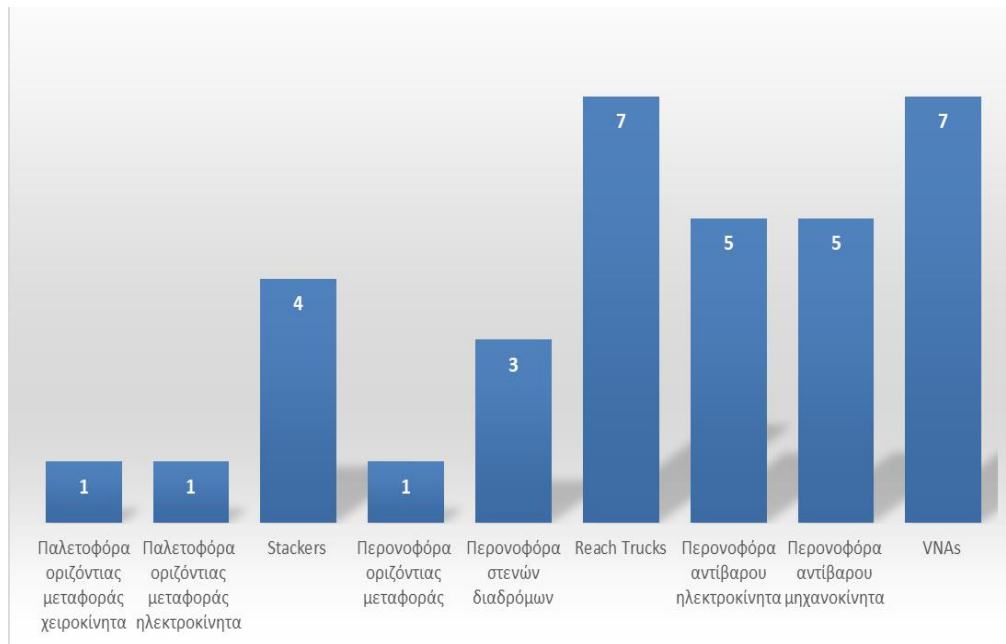
**Reach trucks = περονοφόρα μηχανήματα μετατοπιζόμενου ιστού υψηλής εναπόθεσης



***VNAs = μηχανήματα πολύ στενών διαδρόμων



Εικόνα 90 Βάρος ανύψωσης για κάθε κατηγορία μηχανημάτων



*Stackers = παλετοφόρα μηχανήματα με αυξημένη ικανότητα ανύψωσης σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες παλετοφόρων



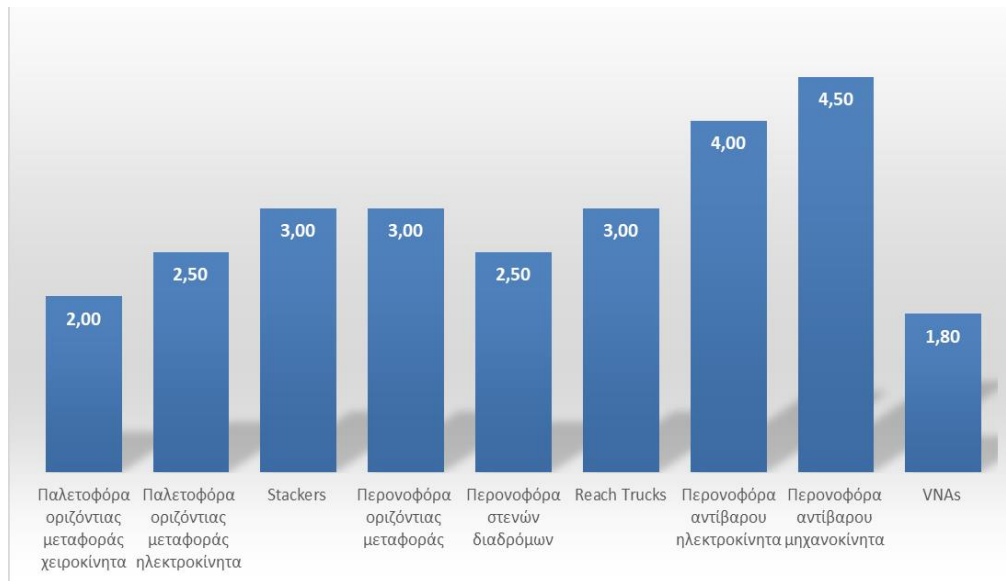
**Reach trucks = περονοφόρα μηχανήματα μετατοπιζόμενου ιστού υψηλής εναπόθεσης



***VNAs = μηχανήματα πολύ στενών διαδρόμων



Εικόνα 91 Επίπεδα ανύψωσης για κάθε κατηγορία μηχανημάτων



*Stackers = παλετοφόρα μηχανήματα με αυξημένη ικανότητα ανύψωσης σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες παλετοφόρων



**Reach trucks = περονοφόρα μηχανήματα μετατοπιζόμενου ιστού υψηλής εναπόθεσης



***VNAs = μηχανήματα πολύ στενών διαδρόμων



Εικόνα 92 Απαιτούμενο πλάτος διαδρόμου για κάθε κατηγορία μηχανημάτων

4.1.4.6 Επιλογές για θύρες αποθήκης

Δημιουργήθηκε ένα σύνολο μαθηματικών σχέσεων για την επιλογή των θυρών της αποθήκης. Οι θύρες αυτές είναι δύο κατηγοριών: βιομηχανικές θύρες και θύρες προσωπικού. Οι βιομηχανικές θύρες είναι εκείνες στις οποίες εκτελείται η φορτοεκφόρτωση των εμπορευμάτων στα φορτηγά, ενώ οι θύρες προσωπικού είναι δύο ειδών, αυτές που τοποθετούνται στις πλευρές της αποθήκης και τα πυροδιαμερίσματα της για την είσοδο / έξοδο του προσωπικού και αυτές που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία εσωτερικών χωρισμάτων (χώροι γραφείων, αποδυτηρίων, υγιεινής).

Οι βιομηχανικές θύρες της αποθήκης είναι στις περισσότερες περιπτώσεις δύο ειδών: βιομηχανική σπαστή πόρτα οροφής ή βιομηχανικό ρολλό. Οι σπαστές πόρτες οροφής είναι πιο ακριβές από τα ρολλά, όμως παρέχουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως θερμομόνωση, μεγαλύτερη ασφάλεια, στεγανότητα και αντοχή στην ανεμοπίεση⁶¹.



Εικόνα 93 Βιομηχανική θύρα τύπου σπαστή οροφής (Πηγή: 61)

Τα βιομηχανικά ρολλά αποτελούν μία φτηνότερη λύση, τα οποία ανάλογα με το είδος που θα επιλεγεί (χαλύβδινα, αλουμινίου, διπλού τοιχώματος, μονού τοιχώματος κλπ) φέρουν και συγκεκριμένα χαρακτηριστικά⁶².



Εικόνα 94 Βιομηχανική θύρα τύπου βιομηχανικό ρολό (Πηγή: 62)

Η επιλογή του τύπου της πόρτας που θα τοποθετηθεί εξαρτάται από τις προτεραιότητες του σχεδιαστή. Αν υπάρχει ο διαθέσιμος προϋπολογισμός συνίσταται η τοποθέτηση βιομηχανικών σπαστών θυρών οροφής. Σε ειδικές περιπτώσεις με απαίτηση για υψηλότερες προδιαγραφές, μπορεί να επιλεγθεί και συνδυασμός των παραπάνω, όπως για παράδειγμα μια εξωτερική σπαστή πόρτα οροφής με μεγαλύτερη απόδοση και εσωτερικά (απαιτείται ειδική διαμόρφωση του χώρου με ένα είδος προθάλαμου) ένα πυράντοχο βιομηχανικό ρολό.

Η έναρξη των υπολογισμών αυτού του σταδίου εκτελείται με την εισαγωγή του αριθμού των πλευρών της αποθήκης που θα διαθέτουν αποβάθρες. Αποτελεί πολύ σημαντικό στοιχείο σχεδιασμού για μία εμπορευματική αποθήκη ο σχεδιασμός της αποβάθρας στην οποία θα προσεγγίζουν τα φορτηγά και θα εκτελούνται οι διαδικασίες φορτοεκφόρτωσης. Συνίσταται οι πλευρές της αποθήκης στις οποίες θα δημιουργηθούν αποβάθρες να μην βρίσκονται στο βόρειο τμήμα της αποθήκης για να αποφεύγονται καιρικά φαινόμενα όπως οι βόρειοι άνεμοι, οι οποίοι ενδέχεται σε ορισμένες χρονικές περιόδους να δυσχεραίνουν τις διάφορες διεργασίες της.

Επομένως όταν επιλέγεται η δημιουργία μίας κοινής αποβάθρας για τη φορτοεκφόρτωση των εμπορευμάτων, αυτή τοποθετείται στο νότιο τμήμα της αποθήκης, ενώ σε περίπτωση δύο αποβαθρών αυτή που αναμένεται να έχει τη μεγαλύτερη κίνηση (συνήθως είναι η αποβάθρα των φορτώσεων, εξαρτάται από το είδος των προϊόντων και των πελατών της αποθήκης) τοποθετείται στο νότιο τμήμα και η άλλη αποβάθρα στο ανατολικό ή το δυτικό. Για περισσότερες των δύο αποβάθρες η συγκεκριμένη πρακτική δεν έχει ιδιαίτερη εφαρμογή. Αυτό που πρέπει να σημειωθεί σε αυτήν την περίπτωση είναι πως οι επιλογές του σχεδιασμού καθορίζονται τόσο από τις χωρικές δυνατότητες του οικοπέδου της αποθήκης, όσο και το οδικό δίκτυο με το οποίο θα συνδέεται.

Στα πλαίσια του μοντέλου οι θύρες της αποθήκης υπολογίζονται με τον εξής τρόπο. Πραγματοποιούνται ξεχωριστοί υπολογισμοί για τις βιομηχανικές θύρες και τις θύρες προσωπικού. Για τις θύρες προσωπικού επίσης πραγματοποιούνται ξεχωριστοί υπολογισμοί για αυτές που τοποθετούνται στις πλευρές της αποθήκης και στα πυροδιαμερίσματα και για αυτές που τοποθετούνται εσωτερικά για τη δημιουργία χώρων όπως χώροι υγιεινής, χώροι γραφείων και χώροι αποδυτηρίων. Όσον αφορά τις βιομηχανικές θύρες, υπολογίζονται η μέγιστη τιμή και η προτεινόμενη τιμή του μοντέλου. Ως ελάχιστη τιμή θεωρείται το άθροισμα του αριθμού των πλευρών της αποθήκης που διαθέτουν αποβάθρες και του αριθμού των επιπλέον του ενός πυροδιαμερισμάτων.

Ο υπολογισμός της μέγιστης τιμής αφορά τη μέγιστη δυνατή τιμή από κατασκευαστική άποψη [**Error! Bookmark not defined.**]. Αυτή προκύπτει από το ακέραιο μέρος του πηλίκου της διαίρεσης του μήκους των πλευρών της αποθήκης με αποβάθρες διά του 5, διότι θεωρείται πως το 5,00 είναι η ελάχιστη απαιτούμενη τιμή του μήκους για τοποθέτηση βιομηχανικής θύρας 3,00 x 3,00 μέτρων. Η προτεινόμενη τιμή για τις βιομηχανικές θύρες της αποθήκης προκύπτει από τη σχέση⁶³:

$$N_d = \Omega M_{\max} * T_{\varepsilon\phi} * \Sigma A / T_d \quad (13)$$

όπου:

N_d = αριθμός βιομηχανικών θυρών

$T_{\varepsilon\phi}$ = χρόνος φορτοεκφόρτωσης που έχει υπολογιστεί για τα μηχανήματα

ΣA ένας συντελεστής ασφαλείας με τιμές από 1,5-2 που λαμβάνεται ίσος με 1,5

T_d = οι ώρες λειτουργίας που λειτουργεί η αποθήκη ημερήσια.

Το τελευταίο στοιχείο το εισάγει ο χρήστης του μοντέλου. Με τον υπολογισμό της προτεινόμενης τιμής, ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει και τα χαρακτηριστικά των θυρών, τα οποία και θα καθορίσουν το κόστος ανά τεμάχιο. Η βασική επιλογή αφορά το αν θα είναι θύρα τύπου σπαστή οροφής ή θύρα τύπου βιομηχανικό ρολό, ενώ συμπληρώνεται και αν επιθυμεί ο χρήστης την τοποθέτηση οδηγών των τροχών μπροστά από τις θύρες, την τοποθέτηση φωτισμού καθοδήγησης και ο τύπος της φυσούνας φραγής που επιθυμείται για τις θύρες.

Σε συνέχεια των υπολογισμών αυτών εκτελούνται και οι υπολογισμοί για τις θύρες του προσωπικού της αποθήκης. Για τις θύρες των εξωτερικών χωρισμάτων και των

πυροδιαμερισμάτων, οι οποίες επιλέγεται να είναι πυράντοχες με βάση τον κανονισμό πυροπροστασίας, η προτεινόμενη τιμή προκύπτει ως εξής:

$$N_{\pi d} = \max\left\{\frac{PEP-5 \cdot N_d}{25}, \text{αριθμός πλευρών με αποβάθρες}, \min N_{\pi d}\right\} \quad (14)$$

$N_{\pi d}$ = αριθμός θυρών προσωπικού

Ο πρώτος αριθμός αφορά την τοποθέτηση θυρών ανά 25 μέτρα αν υπάρχει ο διαθέσιμος χώρος, που θεωρείται μία αποδεκτή απόσταση βαδίσεως για το προσωπικό [Error! Bookmark not defined.]. Ο δεύτερος αριθμός αφορά την τοποθέτηση τουλάχιστον μίας θύρας σε κάθε πλευρά της αποθήκης με αποβάθρες και ο τρίτος αριθμός τον ελάχιστο απαιτούμενο αριθμό όπως αυτός υπολογίζεται προηγουμένως.

Για τις θύρες προσωπικού που απαιτούνται για τα εσωτερικά χωρίσματα, οι υπολογισμοί εκτελούνται με τον εξής τρόπο. Με βάση τις προδιαγραφές για τέτοιου είδους χώρους [24], απαιτείται 1 τουαλέτα με νιπτήρα ανά 10 εργαζόμενους, 1 ανεξάρτητος χώρος υγιεινής για κάθε 10 τουαλέτες, 1 ανεξάρτητος χώρος γραφείων για κάθε 300 εργαζόμενους και 1 ανεξάρτητος χώρος αποδυτηρίων για κάθε 100 εργαζόμενους. Επομένως για κάθε μία από αυτές τις τιμές απαιτείται το πηλίκο της ακέραιας διαίρεσης του θεωρητικού πληθυσμού με το αντίστοιχο νούμερο συν 1 για κάθε τιμή.

Αφού υπολογιστούν οι επιμέρους τιμές όλων αυτών των θυρών για την αποθήκη, πολλαπλασιάζεται ο αριθμός κάθε μίας από αυτές με το κόστος ανά τεμάχιο για κάθε μία από αυτές και προκύπτει το κόστος ανά κατηγορία θύρας. Το άθροισμα των επιμέρους αυτών τιμών, είναι και το συνολικό κόστος των θυρών της αποθήκης και εντάσσεται στην ομάδα κόστους που αφορά τον εξοπλισμό της αποθήκης.

$$C_d = C_{Nd} \cdot N_d + C_{N\pi d} \cdot N_{\pi d} \quad (15)$$

όπου:

C_d = κόστος θυρών αποθήκης

C_{Nd} = κόστος βιομηχανικών θυρών ανά τεμάχιο

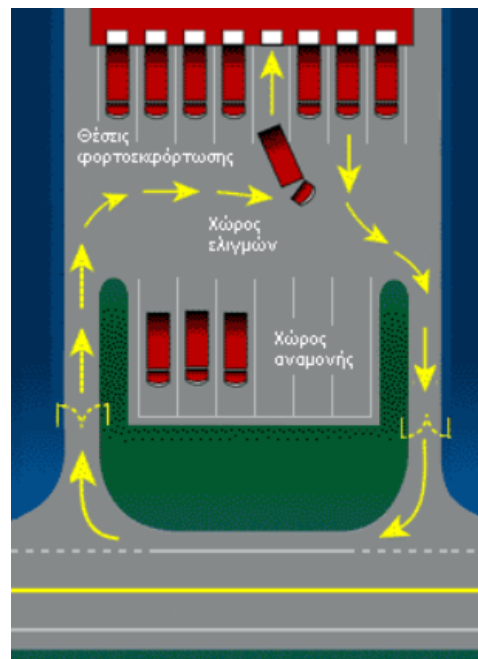
$C_{N\pi d}$ = κόστος θυρών προσωπικού ανά τεμάχιο

4.1.4.7 Περιβάλλοντα χώρος και ειδικές απαιτήσεις αποθήκης

Οι μαθηματικές σχέσεις του της συγκεκριμένης παραγράφου αφορούν στις απαιτήσεις του περιβάλλοντα χώρου της αποθήκης και τον καθορισμό των μεγεθών που τον αφορούν. Τα δύο βασικά ζητούμενα για τον περιβάλλοντα χώρο είναι ο χώρος μπροστά από τις αποβάθρες για τη στάθμευση και την κίνηση των φορτηγών και ο χώρος που απαιτείται για τη στάθμευση των Ι.Χ. αυτοκινήτων. Επιπρόσθετα απαιτείται και ο καθορισμός της διαστασιολόγησης ορισμένων στοιχείων του περιβάλλοντα χώρου με βάση τις προδιαγραφές.

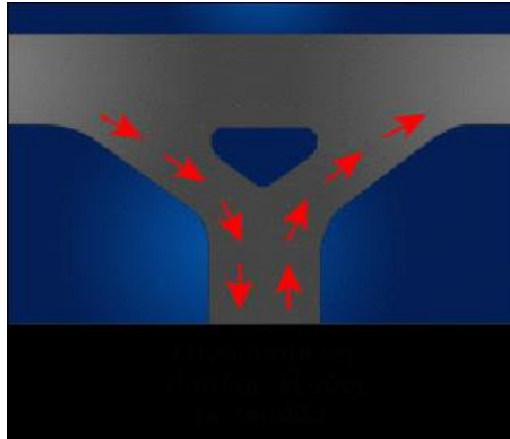
Για το σχεδιασμό του περιβάλλοντα χώρου της αποθήκης ισχύουν τα εξής. Ένα σημείο που απαιτεί την προσοχή είναι η διαμόρφωση του χώρου γύρω από την αποθήκη ως προς την κίνηση των φορητών. Στην Ελλάδα τα φορητά είναι αριστεροτίμονα. Επομένως για να εκτελεστεί η όπισθεν κίνηση με ευκολία και σε σύντομο χρονικό διάστημα, οφείλει η κίνηση των φορητών στην αποθήκη να είναι κατά την ωρολογιακή φορά. Απλουστευτικά, ο οδηγός θα πρέπει να εισέρχεται από την αριστερή μεριά της περιφραξης και να εξέρχεται από τη δεξιά, όπως τις βλέπει ένας παρατηρητής που βρίσκεται εκτός της αποθήκης και κοιτά προς αυτήν.

Επίσης σημαντικό είναι αν υπάρχει η σχετική δυνατότητα να διαμορφωθούν σε ξεχωριστές θέσεις οι θύρες εισόδου και εξόδου των φορητών από την αποβάθρα, ώστε να μη συγχέεται και δυσχεραίνει η κίνηση τους.



Εικόνα 95 Αποθήκη με διαφορετικές θέσεις εισόδου και εξόδου και κίνηση φορητών κατά την ωρολογιακή φορά (Πηγή:Error! Bookmark not defined.)

Σε διαφορετική περίπτωση ενδείκνυται η διαμόρφωση της κοινής θύρας να περιλαμβάνει και μια νησίδα διαχωρισμού της κίνησης.



Εικόνα 96 Αποθήκη με κοινή θέση εισόδου και εξόδου φορτηγών και διαμόρφωση νησίδας (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Όσον αφορά τις διόδους, το ελεύθερο πλάτος που αφήνουν οι θύρες όταν ανοίγουν, πρέπει να είναι 4,90 μέχρι 6,10 μέτρα για μονή λωρίδα κυκλοφορίας, 8,70 μέχρι 9,30 μέτρα εάν πρόκειται για διπλή λωρίδα κυκλοφορίας και 10,70 μέτρα εάν υπάρχει και παράπλευρη δίοδος για διέλευση πεζών. Στα υπόλοιπα σημεία της η δίοδος πρέπει να έχει πλάτος τουλάχιστον 4,00 μέτρα για μονή λωρίδα κυκλοφορίας και τουλάχιστον 7,80 μέτρα για διπλή λωρίδα κυκλοφορίας.

Τυχόν παράπλευροι πεζόδρομοι πρέπει να διαχωρίζονται με μπαριέρα από την κυκλοφορία των οχημάτων. Σημαντικό επίσης είναι, οι δίοδοι να επιτρέπουν την διέλευση υψηλών φορτηγών. Τα παραπάνω μεγέθη ισχύουν για τα ευθύγραμμα τμήματα της διόδου. Εάν λάβουμε υπόψιν ότι η ακτίνα στροφής ενός φορτηγού μπορεί να υπερβαίνει τα 15 μέτρα, είναι προφανές ότι στις στροφές απαιτείται η αύξηση του πλάτους της διόδου.

Συμβατικά επομένως λαμβάνεται ως δεσμευμένο το 50% του περιβάλλοντα χώρου για τη δημιουργία ασφαλτόστρωσης για την κίνηση των φορτηγών, τη δημιουργία σιδηροδρομικής γραμμής και τη δημιουργία ορισμένων αδόμητων χώρων για λόγους αισθητικής (π.χ. εμφύτευση σε αυτούς τους χώρους) γύρω από το κτίριο της αποθήκης.

Με αυτό ως δεδομένο, ζητείται από το χρήστη του μοντέλου η εισαγωγή τιμών για το μήκος του μεγαλύτερου φορτηγού που αναμένεται να εξυπηρετηθεί από την αποθήκη, το εμβαδόν του χώρου για τη στάθμευση και την κίνηση των φορτηγών μπροστά από τις αποβάθρες, το εμβαδόν για τη στάθμευση των Ι.Χ. αυτοκινήτων και το εμβαδό για την εναπόθεση εμπορευματοκιβωτίων.

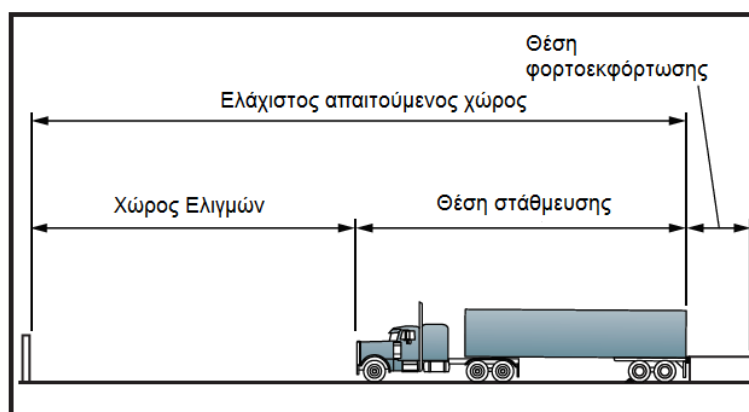
Στην Ελλάδα τα χρησιμοποιούμενα φορτηγά έχουν τις εξής διαστάσεις: τα μικρά φορτηγά βάρους έως 3,5 τόνων είναι μέχρι 6 μέτρα, τα μεσαία φορτηγά 3,5 έως 8 τόνων είναι μέχρι 12 μέτρα και τα μεγάλα φορτηγά άνω των 8 τόνων είναι συνήθως 16,5 ή 18,75 μέτρα. Αυτές είναι οι τιμές που δέχεται το μοντέλο για το μήκος των φορτηγών που εξυπηρετούνται στην αποθήκη.

Μπροστά από την αποβάθρα πρέπει να διαμορφωθεί ένας χώρος επίπεδος ο οποίος να έχει μήκος όσο το μεγαλύτερο φορτηγό που αναμένεται να δεχτεί η αποθήκη. Για λόγους διευκόλυνσης σε αυτό το νούμερο προστίθεται ακόμα 1 μέτρο. Με βάση τη

νομοθεσία περί φορτηγών στην Ελλάδα, το μέγιστο επιτρεπόμενο μήκος (περίπτωση οδικού συρμού) είναι 18,75 μέτρα, επομένως μία επίπεδη διαμόρφωση 20 μέτρων καλύπτει όλες τις περιπτώσεις αποθηκών στην Ελλάδα. Αυτός θα είναι ο χώρος στάθμευσης για τα φορτηγά ώστε να εκτελέσουν τις διαδικασίες της φορτοεκφόρτωσης.

Στη συνέχεια ακριβώς μετά από αυτήν τη διαμόρφωση του εδάφους, πρέπει να διαμορφωθεί ένας αντίστοιχος χώρος για τους ελιγμούς των φορτηγών, ίσου μήκους με τον χώρο της στάθμευσης για φορτοεκφορτώσεις. Αν έχει επιλεγεί η μέθοδος της εκσκαφής του χώρου γύρω από την αποθήκη, το έδαφος μπορεί να διαμορφωθεί με κλίση το πολύ μέχρι 10%, το οποίο να φτάνει και πάλι στο ίδιο υψόμετρο που ήταν το έδαφος πριν την εκσκαφή⁶⁴. Αυτό απαιτείται διότι μεγαλύτερες κλίσεις πιθανόν να δημιουργούν σημαντικά προβλήματα στα φορτωμένα φορτηγά που κινούνται προς την αποθήκη.

Στην ιδανική περίπτωση το μήκος αυτής της διαμόρφωσης θα είναι το ίδιο με το μήκος της επίπεδης διαμόρφωσης, διαφορετικά θα επιλέγεται μεγαλύτερο μήκος για να μη δημιουργηθεί πρόβλημα με την κλίση. Σε καμία περίπτωση πάντως δε θα επιλεγεί μικρότερο μήκος από αυτό. Ο χώρος αυτός θα χρησιμοποιείται για τους ελιγμούς των φορτηγών.



Εικόνα 97 Ελάχιστος απαιτούμενος χώρος μπροστά από θέση φορτοεκφόρτωσης (Πηγή: 64)

Για αποθήκες στις οποίες αναμένεται μεγάλη εισροή φορτηγών τις ώρες αιχμής, προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα συνωστισμού, συνίσταται η διαμόρφωση και ενός τρίτου χώρου ο οποίος θα χρησιμοποιείται για τη στάθμευση των φορτηγών που βρίσκονται σε αναμονή. Ο χώρος αυτός πρέπει να έχει το ίδιο μήκος με τους δύο προηγούμενους αλλά μπορεί να εκτείνεται σε μικρότερο πλάτος, κατά την επιλογή του σχεδιαστή.

Σε αυτό το σημείο τονίζεται ότι πρέπει να δημιουργηθεί και ένα σύστημα απορροών στο επίπεδο τμήμα της διαμόρφωσης για τα νερά της βροχής. Ιδανικά, οι απορροές πρέπει να τοποθετούνται σε απόσταση μικρότερη του 1 μέτρου από την αποθήκη. Η διαμόρφωση του εδάφους μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορα υλικά, όπως μπετόν, άσφαλτο ή άλλα υλικά οδοποιίας. Η κατασκευή με μπετόν έχει μεγαλύτερο κόστος, αλλά οι φθορές που θα υποστεί θα είναι πολύ μικρότερες από τα άλλα υλικά

και τα έξοδα για τη συντήρηση του πολύ μικρότερα, επομένως θεωρείται ενδεδειγμένη λύση.

Επομένως, με βάση τα προαναφερθέντα καθορίζονται ο ελάχιστος χώρος για τη στάθμευση και τους ελιγμούς των φορτηγών μπροστά από τις αποβάθρες ως το διπλάσιο του μήκους του μεγαλύτερου φορτηγού που αναμένεται να εξυπηρετηθεί στην αποθήκη συν 1,0 μέτρο και ως μέγιστος το τριπλάσιο της ίδιας τιμής. Παράλληλα σημειώνεται ότι απαιτείται και 1 θέση στάθμευσης Ι.Χ. αυτοκινήτου ανά 30 τετραγωνικά μέτρα κτιρίου αποθήκης. Η θέση στάθμευσης Ι.Χ. αυτοκινήτου θεωρείται ίση με 5,00 x 2,00 μέτρα [24].

Στο τελευταίο στάδιο εισαγωγής τιμών του μοντέλου, ζητούνται οι επιλογές του σχετικά με ειδικά ζητήματα της αποθήκης όπως η τοποθέτηση συστήματος αντικλεπτικού συναγερμού στην αποθήκη και το αν η περιφραξη επιθυμείται να είναι συμβατική ή υψηλής ασφαλείας. Οι τιμές που θα εισαχθούν στο συγκεκριμένο σημείο αποτελούν παράγοντες διαμόρφωσης του κόστους της αποθήκης. Συγκεκριμένα, ο αντικλεπτικός συναγερμός και η περιφραξη αποτελούν αυτοτελή στοιχεία για την εκτίμηση του τελικού κόστους της κατασκευής της αποθήκης και εντάσσονται το πρώτο στοιχείο στο κόστος του εξοπλισμού της αποθήκης και το δεύτερο στο κόστος για τον περιβάλλοντα χώρο της.

4.1.5 Αναλυτικό τιμολόγιο εργασιών και εξοπλισμού αποθήκης

Για να πραγματοποιηθεί η εκτίμηση του κόστους, δημιουργήθηκε ένα αναλυτικό τιμολόγιο που αφορά τις τιμές μονάδος των οικοδομικών εργασιών και της αγοράς και εγκατάστασης του εξοπλισμού της αποθήκης. Με βάση αυτές τις τιμές και τις τιμές που εισάγονται στο μοντέλο, εκτελούνται οι υπολογισμοί και εξάγονται ως αποτελέσματα οι εκτιμώμενες τιμές κόστους για τις επιμέρους ομάδες, αλλά και για το συνολικό κόστος της κατασκευής της αποθήκης.

Για τη σύνταξη του τιμολογίου χρησιμοποιήθηκαν αρχικά τα στοιχεία της προσφοράς που αναφέρεται στην παράγραφο της συλλογής των στοιχείων. Από τη συγκεκριμένη προσφορά αξιοποιήθηκαν τόσο στοιχεία κοστολόγησης των επιμέρους εργασιών και των υλικών, με μία σχετική επικαιροποίηση των τιμών διότι πρόκειται για προσφορά που πραγματοποιήθηκε πριν από 15 χρόνια, όσο και στοιχεία για την εκτίμηση της ποσότητας εργασιών και προμήθειας υλικού που απαιτούνται για την κατασκευή μίας αποθήκης.

Οι εκτιμήσεις αφορούν τα εξής ζητήματα:

- Εκτίμηση ποσοστού επιχώσεων επί του συνολικού οικοπέδου της αποθήκης σε 10%
- Εκτίμηση απαιτούμενου πάχους βιομηχανικού δαπέδου πάχους 5 χιλιοστών του μέτρου
- Εκτίμηση απαιτούμενου αριθμού φρεατίων ανά τετραγωνικό μέτρο οικοπέδου

- Απαιτούμενο βάρος φορέα από σιδηροκατασκευή ανά τετραγωνικό μέτρο (κανονικά απαιτείται στατική μελέτη, γι αυτό επιλέχθηκε να γίνει μία εκτίμηση με βάση τη συγκεκριμένη μελέτη)
- Απαιτούμενες υδρορροές για το κτίριο
- Απαιτούμενος αριθμός διατμητικών ήλων
- Απαιτούμενα μέτρα για σοβατεπί με βάση τα τετραγωνικά μέτρα το κτιρίου της αποθήκης
- Απαιτούμενος αριθμός παραθύρων με βάση τα τετραγωνικά μέτρα του κτιρίου της αποθήκης

Οι τιμές μονάδας που χρησιμοποιήθηκαν από τη συγκεκριμένη προσφορά χωρίς επικαιροποίηση αφορούν τις εξής εργασίες:

- Εκσκαφές ανά κυβικό μέτρο
- Σύστημα τσιμεντοσωλήνων και δαχτυλιδιών βόθρου
- Οριζόντιες και κατακόρυφες ανά μέτρο
- Διατμητικούς ήλους ανά τεμάχιο
- Επενδύσεις πλακιδίων ανά τετραγωνικό μέτρο
- Ξύλινο σοβατεπί ανά μέτρο

Με βάση τις συνεντεύξεις με τους μηχανικούς που αναφέρονται στην παράγραφο της συλλογής στοιχείων, πραγματοποιήθηκε η επικαιροποίηση για τις τιμές μονάδας για τις εξής εργασίες:

- Επίχωση με προϊόντα εκσκαφής ανά κυβικό μέτρο
- Άσφαλτος πάχους 5 χιλιοστών με υπόστρωμα 20 εκατοστών ανά τετραγωνικό μέτρο
- Κράσπεδα ανά μέτρο
- Φρεάτια ανά τεμάχιο
- Σκυροδέτηση με οπλισμένο σκυρόδεμα C25/30 ανά κυβικό μέτρο
- Φορέας από σιδηροκατασκευή (μεταλλικό χωροδικτύωμα) ανά κιλό
- Πλαγιοκάλυψη (πανέλα 50 χιλιοστών) ανά τετραγωνικό μέτρο
- Επικάλυψη στέγης (πανέλα 80 χιλιοστών) ανά τετραγωνικό μέτρο
- Εσωτερικά χωρίσματα ανά τετραγωνικό μέτρο
- Βιομηχανικό δάπεδο ανά τετραγωνικό μέτρο
- Πλαστικό δάπεδο ανά τετραγωνικό μέτρο
- Τσιμεντοκονία και κεραμικά πλακίδια ανά τετραγωνικό μέτρο
- Χωρίσματα γυψοσανίδας (πάχους 7,50 χιλιοστών) ανά τετραγωνικό μέτρο
- Ψευδοροφή γυψοσανίδας ανά τετραγωνικό μέτρο
- Βιομηχανικές θύρες τύπου σπαστή θύρα οροφής (με τον πλήρη εξοπλισμό τους) ανά τεμάχιο
- Βιομηχανικές θύρες τύπου βιομηχανικό ρολό (με τον πλήρη εξοπλισμό τους) ανά τεμάχιο
- Μονόφυλλες θύρες προσωπικού πυράντοχες (45') ανά τεμάχιο
- Παράθυρα αλουμινίου σταθερά ανά τεμάχιο
- Παράθυρα αλουμινίου ανακλινόμενα ανά τεμάχιο

- Λεκάνες με το καζανάκι τους ανά τεμάχιο
- Νιπτήρες ανά τεμάχιο
- Καθρέπτες ανά τεμάχιο
- Κλιματισμός ανά τετραγωνικό μέτρο
- Εξαερισμός ανά τετραγωνικό μέτρο
- Ηλεκτρικά ανά τετραγωνικό μέτρο
- Ύδρευση ανά τετραγωνικό μέτρο
- Αποχέτευση ανά τετραγωνικό μέτρο
- Τοποθέτηση συστήματος pick-to-light ανά παλετοθέση

Σημειώνεται πως οι ανωτέρω τιμές προέκυψαν για τις εξής παραδοχές:

- Στο κόστος ύδρευσης υπολογίζονται τα κόστη χαλκοσωλήνων, βαλβίδων, φρεατίου ύδρευσης, ενός ηλεκτρικού θερμοσίφωνα, φίλτρων νερού και ρακόρ σύνδεσης.
- Στο κόστος αποχέτευσης υπολογίζονται τα κόστη πλαστικών σωλήνων, σιφωνιών για το δάπεδο των χώρων υγιεινής, μηχανοσίφωνα, αντεπιστροφών, αντλιοστασίου, ταπών καθαρισμού, σύνδεσης κεντρικού δικτύου και αποχέτευσης με βόθρο.
- Στο κόστος για τα ηλεκτρικά της αποθήκης υπολογίζονται τα κόστη για καλώδια, σχάρες, πλαστικούς σωλήνες, φωτιστικά, διακόπτες, κουτιά οργάνου διακοπής, κουτιά διακλάδωσης και πίνακες.

Για το ζήτημα του εφοδιασμού της αποθήκης με συστήματα ραφιών, βρέθηκε διάυλος επικοινωνίας μέσω ηλεκτρονικής αλληλογραφίας με την εταιρεία L-M και συγκεκριμένα τον υπάλληλο της Θ.Φ., ο οποίος παρέθεσε ένα πλαίσιο τιμών το οποίο αξιοποιήθηκε από το μοντέλο. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν πληροφορίες για την προμήθεια και εγκατάσταση του εξής εξοπλισμού:

- Στατικά ράφια μεμονωμένης θέσης ανά τετραγωνικό μέτρο
- Στατικά ράφια πολλαπλών θέσεων ανά τετραγωνικό μέτρο
- Στατικά ράφια ελεύθερης διέλευσης εισόδου ανά τετραγωνικό μέτρο
- Στατικά ράφια κινητά ανά τετραγωνικό μέτρο
- Προβολικά ράφια ανά τετραγωνικό μέτρο
- Δυναμικά ράφια διέλευσης ανά τετραγωνικό μέτρο
- Δυναμικά ράφια ώθησης ανά τετραγωνικό μέτρο
- Πατάρια αποθήκευσης ανά τετραγωνικό μέτρο

Τα υπόλοιπα στοιχεία κόστους που συλλέχθηκαν από το διαδίκτυο ήταν η τιμή μονάδος για τις εξής εργασίες / κατηγορίες εξοπλισμού:

- Περίφραξη ανά τετραγωνικό μέτρο
- Περίφραξη αυξημένης ασφαλείας ανά τετραγωνικό μέτρο
- Χειροστεγνωτήρες με την μπαταρία τους ανά τεμάχιο
- Φωτισμός ασφαλείας ανά τετραγωνικό μέτρο
- Σύστημα πυρανίχνευσης / αυτόματου συναγερμού ανά τετραγωνικό μέτρο
- Σύστημα αυτόματης πυρόσβεσης ανά τετραγωνικό μέτρο
- Φορητοί πυροσβεστήρες ξηρής σκόνης ανά τετραγωνικό μέτρο

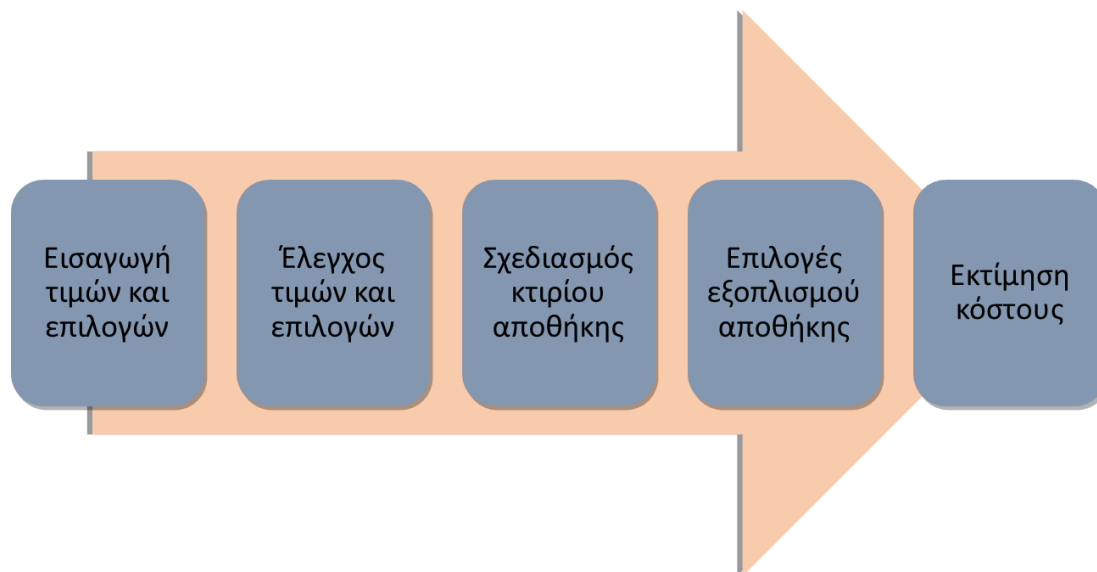
- Ψυκτικός θάλαμος (ύψους 2,50 μέτρων) ανά τετραγωνικό μέτρο
- Κάμερες παρακολούθησης ανά τεμάχιο
- Παλετοφόρα οριζόντιας μεταφοράς χειροκίνητα ανά τεμάχιο
- Παλετοφόρα οριζόντιας μεταφοράς ηλεκτροκίνητα ανά τεμάχιο
- Stackers ανά τεμάχιο
- Περονοφόρα οριζόντιας μεταφοράς ανά τεμάχιο
- Περονοφόρα στενών διαδρόμων ανά τεμάχιο
- Reach Trucks ανά τεμάχιο
- Περονοφόρα οριζόντιας μεταφοράς ηλεκτροκίνητα ανά τεμάχιο
- Περονοφόρα οριζόντιας μεταφοράς μηχανοκίνητα ανά τεμάχιο
- VNAs ανά τεμάχιο
- Σαρωτές (Scanners) ανά τεμάχιο

Σε αυτό το σημείο επισημαίνονται τα εξής:

1. Το μοναδιαίο κόστος για τις βιομηχανικές θύρες περιλαμβάνει το κόστος της αντίστοιχης ράμπας γεφύρωσης, το κόστος της φυσούνας ανάλογα με το είδος που έχει επιλέξει ο χρήστης, το κόστος των προσκρουστήρων, το κόστος των οδηγών τροχών αν έχουν επιλεγεί από το χρήστη και το κόστος του φωτισμού καθοδήγησης αν έχει επιλεγεί από το χρήστη
2. Στο μοναδιαίο κόστος για τα συστήματα ραφιών περιλαμβάνεται και το κόστος για εγκατάσταση pick-to-light συστήματος σε περίπτωση που αυτό επιλεγεί από το χρήστη
3. Το μοναδιαίο κόστος του δαπέδου ανά τετραγωνικό αυξάνεται σε περίπτωση επιλογής αποθήκευσης προϊόντων άνω των 2,5 τόνων στην αποθήκη ή στην περίπτωση διαμόρφωσης πολύ στενών διαδρόμων
4. Το μοναδιαίο κόστος της περιφραξής καθορίζεται από την επιλογή του χρήστη για συμβατική περιφραξη ή περιφραξη υψηλής ασφάλειας

4.1.6 Σχεδιασμός κτιρίου αποθήκης / Επιλογές εξοπλισμού / Εκτίμηση κόστους

Στη συγκεκριμένη παράγραφο παρουσιάζεται η λειτουργία της πλατφόρμας του μοντέλου και οι υπολογισμοί που αυτό εκτελεί. Για τη λειτουργία του μοντέλου δημιουργήθηκε μία πλατφόρμα μέσω του προγράμματος Microsoft Excel, η οποία εκτελεί το σχεδιασμό του κτιρίου της αποθήκης, χρησιμοποιείται για την επιλογή του εξοπλισμού της αποθήκης και εκτελεί τους υπολογισμούς για την εκτίμηση του κόστους της αποθήκης. Η λειτουργία της πλατφόρμας του μοντέλου παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 98 Σχηματική απεικόνιση λειτουργίας πλατφόρμας μοντέλου

- Η εισαγωγή των τιμών του μοντέλου γίνεται από το χρήστη και περιλαμβάνει τις επιθυμητές τιμές και επιλογές του για τα χαρακτηριστικά της αποθήκης και των προϊόντων που θα αποθηκεύονται. Οι βασικές μεταβλητές εισόδου αφορούν στις διαστάσεις του κτιρίου, στα χαρακτηριστικά των εμπορευμάτων που επιθυμείται να αποθηκεύονται στην αποθήκη, στη διαστασιολόγηση των επιμέρους χώρων της αποθήκης, στις θύρες (βιομηχανικές και θύρες προσωπικού) της αποθήκης, στον περιβάλλοντα χώρο και τις ειδικές απαιτήσεις της αποθήκης, στα συστήματα ραφιών της αποθήκης και στα μηχανήματα διακίνησης των εμπορευμάτων της.
- Οι τιμές αυτές ελέγχονται ως προς την ορθότητα τους από το μοντέλο με βάση τους κανόνες και τα τεχνικά υποδείγματα που έχουν περιγραφεί. Σε περίπτωση που δεν είναι ορθές, ζητείται η εισαγωγή διαφορετικής τιμής.
- Εκτελείται ο σχεδιασμός του κτιρίου. Το μοντέλο εκτελεί τους υπολογισμούς με βάση τις μαθηματικές σχέσεις που έχουν εξαχθεί και περιγραφεί σε προηγούμενη παράγραφο και προκύπτουν οι τιμές που αφορούν το σχεδιασμό του κτιρίου και του περιβάλλοντος χώρου της αποθήκης, η διαστασιολόγηση των επιμέρους χώρων της αποθήκης και οι θύρες της. Ο χρήστης του μοντέλου μπορεί εφόσον το επιθυμεί να επιλέξει διαφορετικές τιμές.
- Εκτελείται η επιλογή του εξοπλισμού της αποθήκης. Επιλέγεται το σύστημα των ραφιών της αποθήκης και ο αριθμός και το είδος των μηχανημάτων

διακίνησης των εμπορευμάτων. Ο χρήστης του μοντέλου μπορεί εφόσον το επιθυμεί να επιλέξει διαφορετικές τιμές.

- Εκτελείται ο υπολογισμός του κόστους της αποθήκης. Με βάση το σχεδιασμό του κτιρίου και τις επιλογές του εξοπλισμού της αποθήκης, εξάγονται τιμές που αφορούν το κόστος διαχωρισμένο στις εξής ομάδες κόστους:
 1. Οικοδομικές εργασίες κτιρίου αποθήκης
 2. Οικοδομικές εργασίες διαμόρφωσης περιβάλλοντα χώρου
 3. Ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες κτιρίου αποθήκης
 4. Εξοπλισμός αποθήκης

Για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους, εκτελούνται αρχικά οι επιμέρους υπολογισμοί κόστους. Για την εκτέλεση τους πολλαπλασιάζεται η τιμή μονάδας κόστους της εργασίας ή του εξοπλισμού, επί την απαιτούμενη ποσότητα για την κατασκευή της αποθήκης. Οι υπολογισμοί αυτοί επιμερισμένοι στις ομάδες κόστους είναι οι εξής:

1. Οικοδομικές εργασίες κτιρίου αποθήκης
 - Σκυροδέματα
 - Φορέας από σιδηροκατασκευή
 - Πλαγιοκάλυψη / Επικάλυψη στεγής / Εσωτερικά χωρίσματα / Οριζόντιες υδροροές / Κατακόρυφες υδροροές
 - Διατμητικοί ήλοι
 - Βιομηχανικό δάπεδο / Πλαστικό δάπεδο
 - Τσιμεντοκονία, κεραμικά πλακίδια και επένδυση
 - Ξύλινο σοβατεπί
 - Χωρίσματα γυψοσανίδας / Ψευδοροφή γυψοσανίδας
 - Θύρες προσωπικού
 - Παράθυρα αλουμινίου σταθερά / Παράθυρα αλουμινίου ανακλινόμενα
 - Λεκάνες με καζανάκι / Νιπτήρες με καθρέπτη / Χειροστεγνωτήρες με την μπαταρία τους
 - Πατάρια αποθήκευσης
2. Οικοδομικές εργασίες διαμόρφωσης περιβάλλοντα χώρου
 - Εκσκαφές / Επιχώσεις
 - Ασφαλτόστρωση
 - Περίφραξη
 - Κράσπεδα
 - Φρεάτια
 - Σύστημα τσιμεντοσωλήνων και δαχτυλιδιών βόθρου
3. Ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες κτιρίου αποθήκης
 - Κλιματισμός
 - Εξαερισμός
 - Φωτισμός ασφαλείας
 - Συστήματα πυρανίχνευσης / συναγερμού/ αυτόματης πυρόσβεσης
 - Ηλεκτρικά
 - Ύδρευση
 - Αποχέτευση

4. Γενικός εξοπλισμός αποθήκης
 - Βιομηχανικές θύρες οροφής σπαστές
 - Βιομηχανικές θύρες τύπου βιομηχανικού ρολού
 - Θύρες προσωπικού για εξωτερικά χωρίσματα
 - Θύρες προσωπικού για εσωτερικά χωρίσματα
 - Φορήτοί πυροσβεστήρες
 - Ψυκτικός θάλαμος
 - Κάμερες παρακολούθησης
 - Σαρωτές (Scanners)
5. Συστήματα ραφιών
 - Στατικά ράφια μεμονωμένης θέσης
 - Στατικά ράφια πολλαπλών θέσεων
 - Στατικά ράφια ελεύθερης διέλευσης εισόδου
 - Στατικά ράφια κινητά
 - Προβολικά ράφια
 - Δυναμικά ράφια ώθησης
6. Μηχανήματα διακίνησης εμπορευμάτων
 - Παλετοφόρα οριζόντιας μεταφοράς χειροκίνητα
 - Παλετοφόρα οριζόντιας μεταφοράς ηλεκτροκίνητα
 - Stackers
 - Περονοφόρα οριζόντιας μεταφοράς
 - Περονοφόρα στενών διαδρόμων
 - Reach Trucks
 - Περονοφόρα οριζόντιας μεταφοράς ηλεκτροκίνητα
 - Περονοφόρα οριζόντιας μεταφοράς μηχανοκίνητα
 - VNAs

Στη συνέχεια για κάθε επιμέρους τιμή κόστους που προβλέπεται, γίνεται η σχετική έκπτωση. Οι εκπτώσεις του μοντέλου βασίζονται σε εκτιμήσεις που προέκυψαν από τη συγκριτική ανάλυση τριών προσφορών για έργα από μεγάλη τεχνική εταιρεία. Με βάση τα στοιχεία αυτά, εκτιμήθηκαν οι παρακάτω εκπτώσεις. Αξίζει να αναφερθεί πως σε περιπτώσεις μεγάλων εταιρειών οι εκπτώσεις είναι συγκεκριμένες ανεξαρτήτως ποσότητας εργασίας ανά έργο και γι αυτό οι παρακάτω εκτιμήσεις οφείλουν να εξεταστούν με επιφυλάξεις. Οι εκπτώσεις που χρησιμοποιούνται στα πλαίσια του μοντέλου είναι οι εξής:

- 10% έκπτωση στις εκσκαφές για ποσότητα μεγαλύτερη των 10.000 κυβικών μέτρων
- 10% έκπτωση στις επιχώσεις για ποσότητα μεγαλύτερη των 10.000 κυβικών μέτρων
- 10% έκπτωση στην ασφαλτόστρωση για ποσότητα μεγαλύτερη των 1.000 τετραγωνικών μέτρων
- 10% έκπτωση για σκυροδέματα με κόστος μεγαλύτερο του 1.000.000€
- 10% έκπτωση στο φορέα από σιδηροκατασκευή για κόστος μεγαλύτερο του 1.000.000€
- 15% έκπτωση για πλαγιοκάλυψη με κόστος μεγαλύτερο του 1.000.000€
- 15% έκπτωση για επικάλυψη με κόστος μεγαλύτερο του 1.000.000€

- 15% έκπτωση για εσωτερικά χωρίσματα με κόστος μεγαλύτερο του 1.000.000€
- 10% έκπτωση για τα δάπεδα (βιομηχανικό και πλαστικό) για ποσότητα μεγαλύτερη των 1.000 τετραγωνικών μέτρων
- 15% έκπτωση για τις γυψοσανίδες με κόστος μεγαλύτερο του 1.000.000€
- 10% έκπτωση για βιομηχανικές θύρες για ποσότητα μεγαλύτερη των 10 τεμαχίων
- 10% έκπτωση για θύρες προσωπικού και παράθυρα για ποσότητα μεγαλύτερη των 100 τεμαχίων
- 10% έκπτωση για κλιματισμό, εξαερισμό, συστήματα πυρανίχνευσης / συναγερμού/ αυτόματης πυρόσβεσης, ηλεκτρικά, ύδρευση και αποχέτευση για κόστος μεγαλύτερο από 100.000€
- 10% έκπτωση στην κατασκευή παταριών αποθήκευσης για κόστος μεγαλύτερο του 1.000.000€
- 10% έκπτωση για τα συστήματα ραφιών για εμβαδό τοποθέτησης μεγαλύτερο των 500 τετραγωνικών μέτρων (για 3 επίπεδα αποθήκευσης ραφιών και άνω)

Αφού υπολογιστούν και οι προβλεπόμενες εκπτώσεις, το μοντέλο εξάγει ως αποτελέσματα τα κόστη των επιμέρους ομάδων κόστους (οικοδομικές εργασίες κτιρίου αποθήκης, οικοδομικές εργασίες διαμόρφωσης περιβάλλοντα χώρου, ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες κτιρίου αποθήκης, εξοπλισμός αποθήκης), το συνολικό κόστος που είναι το άθροισμα του κόστους των επιμέρους ομάδων και τη συνολική έκπτωση που πραγματοποιήθηκε.

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η εφαρμογή του μοντέλου εκτίμησης του κόστους κατασκευής εμπορευματικής αποθήκης, μέσω αποτελεσμάτων και συγκριτικών αξιολογήσεων.

5.1 Αποτελέσματα

Διατυπώθηκε ένας μεγάλος αριθμός σεναρίων για διάφορα επιθυμητά μεγέθη εμπορευματικών αποθηκών, τύπων ραφιών και τύπων εξοπλισμού διακίνησης προϊόντων, από τα οποία προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα:

- Απαιτούμενο συνολικό κόστος κατασκευής εμπορευματικής αποθήκης και κατανομή ανά ομάδα κόστους
- Κόστος κατασκευής ανά τετραγωνικό μέτρο εμπορευματικής αποθήκης
- Συγκριτική διερεύνηση μέγιστου αριθμού παλετοθέσεων και κόστους για τα συστήματα ραφιών σε αποθήκη με ίδιο εμβαδόν για όλες τις περιπτώσεις
- Συγκριτική διερεύνηση μέγιστου αριθμού παλετοθέσεων και κόστους για τα μηχανήματα διακίνησης εμπορευμάτων σε αποθήκη με το ίδιο εμβαδόν για όλες τις περιπτώσεις

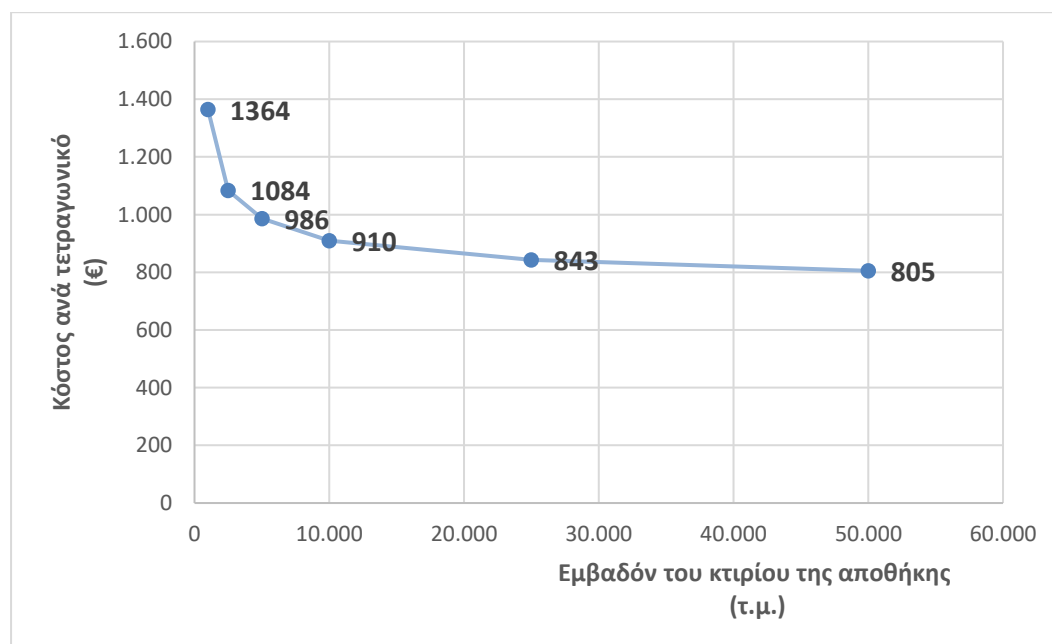
Εξετάστηκε το απαιτούμενο συνολικό κόστος για την κατασκευή εμπορευματικής αποθήκης και η κατανομή του ανά ομάδα κόστους, όπως αυτές έχουν οριστεί στο κεφάλαιο 4 (κόστος οικοδομικών εργασιών περιβάλλοντα χώρου αποθήκης, κόστος οικοδομικών εργασιών κτιρίου αποθήκης, κόστος ηλεκτρομηχανολογικών εργασιών κτιρίου αποθήκης, κόστος εξοπλισμού αποθήκης). Οι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν για σενάριο αποθήκης με παρόμοιο σύστημα ραφιών (στατικά ράφια πολλαπλών θέσεων) και παρόμοια μηχανήματα διακίνησης προϊόντων (χειροκίνητα παλετοφόρα και περνοφόρα αντίβαρου ηλεκτροκίνητα). Η βασική διαφοροποίηση αφορούσε στο εμβαδόν της αποθήκης. Στόχος ήταν το να εξεταστεί η αύξηση του κόστους με την αύξηση των συνολικών τετραγωνικών της αποθήκης για παρόμοιες επιλογές εξοπλισμού.

Εμβαδόν του κτιρίου της αποθήκης (τ.μ.)	Οικοδομικές εργασίες διαμόρφωσης περιβάλλοντα χώρου (€)		Οικοδομικές εργασίες κτιρίου αποθήκης (€)		Ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες κτιρίου αποθήκης (€)		Εξοπλισμός αποθήκης (€)		Συνολικό κόστος κατασκευής αποθήκης (€)
	Κόστος (€)	Ποσοστό ομάδας εργασιών	Κόστος (€)	Ποσοστό ομάδας εργασιών	Κόστος (€)	Ποσοστό ομάδας εργασιών	Κόστος (€)	Ποσοστό ομάδας εργασιών	
1.000	182.857	13,4%	463.561	34,0%	118.100	8,7%	599.816	44,0%	1.364.334
2.500	438.633	16,2%	998.441	36,8%	294.550	10,9%	978.702	36,1%	2.710.327
5.000	801.703	16,3%	1.864.184	37,8%	588.400	11,9%	1.674.879	34,0%	4.929.166
10.000	1.577.469	17,3%	3.428.624	37,7%	1.073.450	11,8%	3.020.257	33,2%	9.099.799
25.000	3.900.334	18,5%	7.940.170	37,7%	2.663.500	12,6%	6.571.639	31,2%	21.075.643
50.000	7.759.242	19,3%	15.082.227	37,5%	5.296.300	13,2%	12.116.702	30,1%	40.254.472

Εικόνα 99 Κόστος και ποσοστό επί του συνολικού κόστους για κάθε ομάδα εργασιών

Παρατηρείται πως με την αύξηση του συνολικού εμβαδού της αποθήκης, το ποσοστό του κόστους που αφορά στον εξοπλισμό μειώνεται. Αυτό επεξηγείται από το γεγονός πως για τον εξοπλισμό της αποθήκης, η αύξηση του μεγέθους της αποθήκης δεν επιφέρει ευθέως αναλογικά αύξηση και σε όλα τα στοιχεία του. Υπάρχουν και άλλα στοιχεία που καθορίζουν το κόστος του εξοπλισμού, όπως ο αριθμός των παραγγελιών που εξυπηρετεί μία αποθήκη ωριαία. Για παράδειγμα η αύξηση του εμβαδού μίας αποθήκης μπορεί να μην απαιτεί και τοποθέτηση περισσότερων βιομηχανικών θυρών, αλλά να γίνεται απλά με στόχο την αύξηση του αποθηκευτικού χώρου της αποθήκης.

Εξετάστηκε στη συνέχεια η μεταβολή του κόστους κατασκευής αποθήκης ανά τετραγωνικό μέτρο με την αύξηση των τετραγωνικών μέτρων της αποθήκης. Παρατηρήθηκε πως η αύξηση του συνολικού εμβαδού της αποθήκης επιφέρει μείωση του κόστους ανά τετραγωνικό μέτρο. Αυτή η μείωση οφείλεται κυρίως στις οικονομίες κλίμακας που έχουν ληφθεί υπόψιν για τους υπολογισμούς του μοντέλου.



Εικόνα 100 Κόστος ανά τετραγωνικό μέτρο αποθήκης σε σχέση με το συνολικό εμβαδόν της αποθήκης

Για το επόμενο αποτέλεσμα του μοντέλου, εξετάστηκε η σύγκριση μέγιστου αριθμού παλετοθέσεων ανά επίπεδο αποθήκευσης και του κόστους για τα συστήματα ραφιών της αποθήκης για δεδομένο εμβαδό και πλάτος διαδρόμου. Στόχος των συγκεκριμένων υπολογισμών ήταν η σύγκριση του μέγιστου αριθμού παλετοθέσεων και του κόστους που επιφέρει το κάθε σύστημα ραφιών για την τοποθέτηση του στον ίδιο από άποψη διαστάσεων χώρο. Για αυτό και οι υπολογισμοί εκτελέστηκαν με την υπόθεση ίδιου εμβαδού και ίδιου πλάτους διαδρόμου. Το σενάριο που εκτελέστηκε αφορά εμπορευματική αποθήκη με εμβαδόν 10.000 τετραγωνικών μέτρων και διάδρομο 4 μέτρων, ενώ για όλα τα συστήματα ραφιών επιλεγείται βάθος αποθήκευσης ίσο με δύο παλέτες. Για κάθε κατηγορία ραφιών, υπολογίστηκαν οι παλετοθέσεις που προσφέρει ανά επίπεδο αποθήκευσης και το σχετικό κόστος.

Σύστημα ραφιών	Παλετοθέσεις	Κόστος (€)	Κόστος συστήματος ραφιών ανά παλετοθέση (€)
Στατικά ράφια μεμονωμένης θέσης (σε ζεύγη)	6.044	3.795.000	628
Στατικά ράφια πολλαπλών θέσεων (σε ζεύγη)	6.735	4.620.000	686
Στατικά ράφια ελεύθερης διέλευσης / εισόδου (σε διπλή συστοιχία) *	13.836	5.610.000	405
Στατικά ράφια ελεύθερης διέλευσης / εισόδου (σε πενταπλή συστοιχία) *	34.590	10.378.000	300
Στατικά ράφια κινήτα (με έναν διάδρομο για κάθε πέντε θέσεις) **	12.122	7.260.000	599
Δυναμικά ράφια ώθησης (σε διπλή συστοιχία) ***	8.929	4.620.000	517

* Για τα στατικά ράφια ελεύθερης διέλευσης σημειώνεται πως ο βασικός περιορισμός είναι πως η φόρτωση και η εκφόρτωση των εμπορευμάτων πραγματοποιείται μόνο από τη μία πλευρά, επομένως μπορεί με την αύξηση του βάθους αποθήκευσης να μειώνεται το κόστος των ραφιών ανά παλετοθέση, αλλά η αποθήκευση εμπορευμάτων σε τέτοια ράφια βρίσκει πρακτική εφαρμογή μόνο σε πολύ μεγάλες αποθήκες με μεγάλο αριθμό εμπορευμάτων ως απόθεμα. Επίσης μπορούν να εξυπηρετηθούν μόνο από μηχανήματα τύπου ηλεκτροκίνητα παλετοφόρα και stackers.

** Τα συστήματα κινητών ραφιών προσφέρουν μεγάλο αριθμό παλετοθέσεων και μικρό συγκριτικά κόστος ανά παλετοθέση, όμως η κίνηση τους απαιτεί αρκετό χρόνο και είναι κατάλληλα μόνο για αποθήκες με μικρό ημερήσιο αριθμό παραγγελιών

*** Τα δυναμικά ράφια ώθησης προσφέρουν μεγαλύτερο αριθμό παλετοθέσεων και μικρότερο κόστος ραφιών ανά παλετοθέση από τα στατικά ράφια μεμονωμένης και πολλαπλών θέσεων. Ο περιορισμός σχετικά με αυτά τα ράφια αφορά στο γεγονός πως η φόρτωση και η εκφόρτωση τους πραγματοποιείται από διαφορετική μεριά. Το συγκριτικό πλεονέκτημα τους είναι η επιφορά μικρότερου λειτουργικού κόστους στην αποθήκη

Εικόνα 101 Παλετοθέσεις και κόστος για κάθε κατηγορία ραφιών για σενάριο αποθήκης 10.000 τ. μ. σύμφωνα με το μοντέλο

- Σύγκριση μέγιστου αριθμού παλετοθέσεων και κόστους για τα μηχανήματα διακίνησης για δεδομένο σύστημα ραφιών. Εκτελέστηκαν υπολογισμοί για σενάριο εμπορευματικής αποθήκης εμβαδού 10.000 τετραγωνικών μέτρων με μέγιστη ωριαία διακίνηση 100 παλέτες. Επιλέχθηκε επίσης ύψος αποθήκης 12 μέτρα και ράφια τύπου στατικά πολλαπλών θέσεων, ώστε να μην υπάρχουν περιορισμοί στα επίπεδα αποθήκευσης και στη χρήση των μηχανημάτων. Αυτό που άλλαζε κάθε φορά ήταν το είδος του μηχανήματος, που θα εκτελούσε εξ' ολοκλήρου τη διακίνηση των εμπορευμάτων. Για κάθε κατηγορία εξοπλισμού διακίνησης, υπολογίστηκε ο μέγιστος αριθμός των παλετοθέσεων, ο αριθμός των απαιτούμενων μηχανημάτων, το συνολικό κόστος των μηχανημάτων και η σχέση του αριθμού παλετοθέσεων προς το κόστος.

Κατηγορία μηχανήματος	Επίπεδα ανύψωσης	Βάρος ανύψωσης (τόνοι)	Απαιτούμενο πλάτος διαδρόμων (μ.)	Παλετοθέσεις	Αριθμός απαιτούμενων μηχανημάτων	Κόστος (€)	Κόστος μηχανήματος ανά παλετοθέση (€)
Παλετοφόρα οριζόντιας μεταφοράς χειροκίνητα	0	2	2,0	1.886	32	15.968	8
Παλετοφόρα οριζόντιας μεταφοράς ηλεκτροκίνητα	1	2	2,5	1.714	24	150.960	88
Stackers	4	2	3,0	6.286	10	117.770	19
Περονοφόρα οριζόντιας μεταφοράς	1	1	3,0	1.571	13	201.500	128
Περονοφόρα στενών διαδρόμων	3	1	2,5	5.143	10	400.000	78
Reach Trucks	7	2	3,0	11.000	6	228.000	21
Περονοφόρα αντίβαρου ηλεκτροκίνητα	5	3	4,0	6.735	6	156.000	23
Περονοφόρα αντίβαρου μηχανοκίνητα	5	5	4,5	6.286	6	210.000	33
VNAs	7	2	1,8	13.750	8	584.000	42

Εικόνα 102 Βασικά χαρακτηριστικά, παλετοθέσεις, αριθμός μηχανημάτων και κόστος κατηγοριών εξοπλισμού διακίνησης εμπορευμάτων για σενάριο αποθήκης με σύστημα στατικών ραφιών πολλαπλών θέσεων για μέγιστη ωριαία διακίνηση 100 παλετών

5.2 Παράδειγμα υπολογισμού κόστους

Στο παρόν κεφάλαιο δίνεται ένα παράδειγμα υπολογισμών του κόστους για καθορισμένο σενάριο αποθήκης. Συγκεκριμένα, το σενάριο αφορά εμπορευματική αποθήκη εμβαδού 10.000 τετραγωνικών μέτρων, με ύψος 12 μέτρα και μήκος πλευράς 25 μέτρα. Η κατηγορία της αποθήκης επιλέγεται να είναι 4 (3PL), για διακίνηση εμπορευμάτων με περισσότερους από 20 κωδικούς προϊόντων. Η αποθήκη δε θα χρησιμοποιεί την τεχνική cross docking, δε θα υποδέχεται προϊόντα μέσω σιδηροδρομικών μεταφορών, ενώ η μέγιστη ωριαία διακίνηση επιλέγεται να είναι 100 παλέτες ανά ώρα. Τα εμβαδά των επιμέρους χώρων επιλέγονται να είναι ίσα με τα προτεινόμενα του μοντέλου, δηλαδή

- Εμβαδόν χώρου αποθήκευσης προϊόντων / διαλογής παραγγελιών 1750 τ.μ.
- Εμβαδόν χώρου αποθήκευσης προϊόντων ως απόθεμα 3250 τ.μ.
- Εμβαδόν χώρου λήψης προϊόντων 1000 τ.μ.
- Εμβαδόν χώρου συσκευασίας / αποστολής παραγγελιών 1500 τ.μ.
- Εμβαδόν χώρων γραφείων 250 τ.μ.
- Εμβαδόν χώρων υγιεινής και αποδυτηρίων 1000 τ.μ.
- Εμβαδόν χώρου ποιοτικού ελέγχου προϊόντων 500 τ.μ.
- Εμβαδόν χώρου επιστρεφόμενων / ελαττωματικών προϊόντων 500 τ.μ.
- Εμβαδόν χώρου στάθμευσης / φόρτισης περονοφόρων 250 τ.μ.

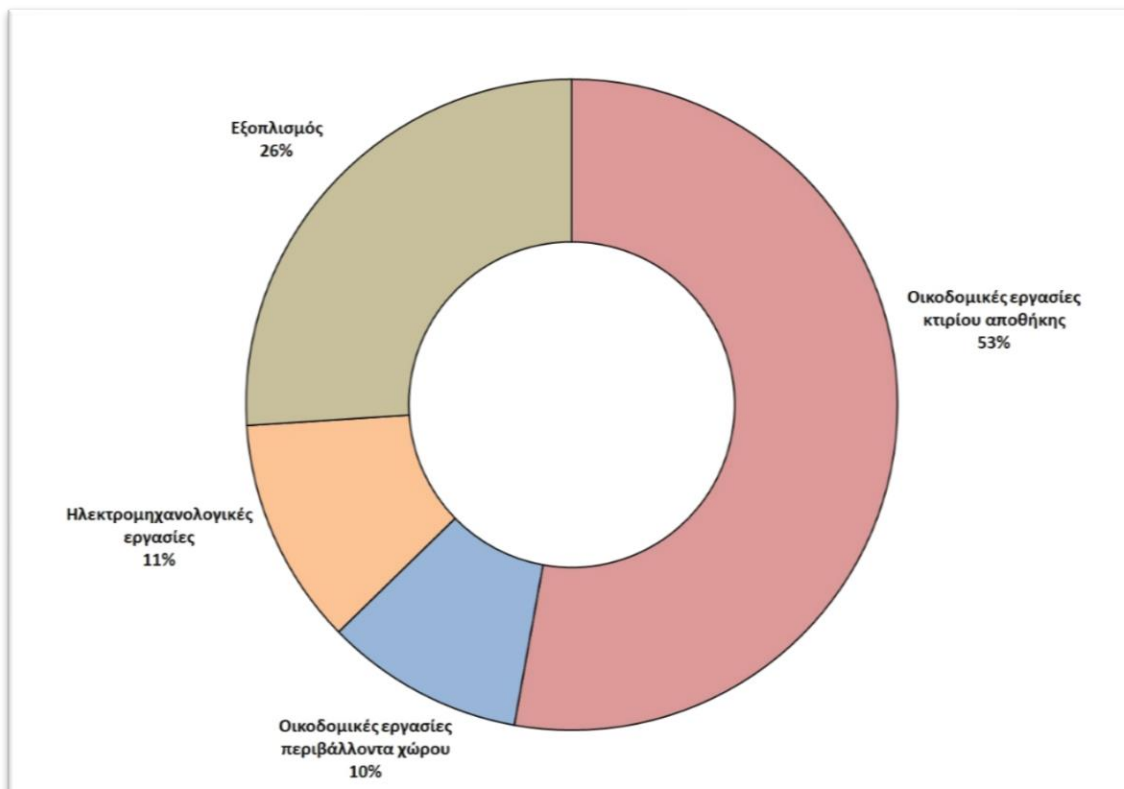
Για τον εξοπλισμό διακίνησης των προϊόντων επιλέγεται το 10% της διακίνησης να εκτελείται από χειροκίνητα παλετοφόρα οριζόντιας μεταφοράς, 30% από Stackers και 60% από περονοφόρα στενών διαδρόμων. Με βάση αυτές τις επιλογές προκύπτει απαίτηση για 5 χειροκίνητα παλετοφόρα οριζόντιας μεταφοράς, 4 Stackers και 7 περονοφόρα στενών διαδρόμων. Το πλάτος των διαδρόμων της αποθήκης προκύπτει ίσο με 3 μέτρα. Επιλέγεται να πραγματοποιηθούν 4 επίπεδα αποθήκευσης ραφιών.

Με βάση τα συγκεκριμένα μηχανήματα και τη μέγιστη ωριαία διακίνηση υπολογίζεται από τη σχέση (13) του κεφαλαίου 4 απαίτηση για 42 βιομηχανικές θύρες και από τη σχέση (14) του ίδιου κεφαλαίου απαίτηση για 38 θύρες προσωπικού. Οι βιομηχανικές θύρες επιλέγεται να διαθέτουν φωτισμό καθοδήγησης και φυσούνα τύπου 1 (με πτερύγια). Το κόστος ανά τεμάχιο για τις βιομηχανικές θύρες διαμορφώνεται σε 3.200 €. Επιλέγεται να μην τοποθετηθεί αντικλεπτικός συναγερμός και να τοποθετηθεί συμβατική περίφραξη.

Στη συνέχεια εκτελείται ο υπολογισμός κόστους του μοντέλου για τις επιλογές αυτές.

Κατηγορία στοιχείου κόστους	Περιγραφή στοιχείου κόστους	Μονάδα μέτρησης	Τιμή Μονάδας	Ποσότητα	Έκπτωση	Επιμέρους κόστος (€)	Κόστος κατηγορίας (€)
Οικοδομικές εργασίες κτιρίου αποθήκης	Εκσκαφές	κ.μ.	10,50	20.000	10%	189.000	5.082.973
	Επιχώσεις	κ.μ.	4,50	10.000		45.000	
	Σκυροδέματα	κ.μ.	238,50	13.640	10%	2.927.826	
	Φορέας από σιδηροκατασκευή	κιά	2,00	325.000		650.000	
	Πλαγιοκάλυψη	τ.μ.	35,00	10.200		357.000	
	Επικάλυψη στέγης	τ.μ.	40,00	10.000		400.000	
	Εσωτερικά χωρίσματα	τ.μ.	32,00	3.060		97.920	
	Οριζόντιες υδροροές	μ.	49,50	1.700		84.150	
	Κατακόρυφες υδροροές	μ.	29,50	1.020		30.090	
	Διαμητηκίο ήλοι	τεμ.	2,50	1.176		2.940	
	Βιομηχανικό δάπεδο	τ.μ.	25,00	8.750		218.750	
	Πλαστικό δάπεδο	τ.μ.	11,00	250		2.750	
	Τσιμεντοκονία, κεραμικά πλακίδια και επένδυση	τ.μ.	16,50	1.000		16.500	
	Ξύλινο σοβατεπί	μ.	4,10	1.105		4.531	
	Χωρίσματα γυψοσανίδας	τ.μ.	17,00	83		1.403	
	Ψευδοροφή γυψοσανίδας	τ.μ.	14,00	1.250		17.500	
	Θύρες προσωπικού	τεμ.	320,00	38		12.160	
	Παράθυρα αλουμινίου σταθερά	τεμ.	135,00	60		8.100	
	Παράθυρα αλουμινίου ανακλινόμενα	τεμ.	200,00	40		8.000	
Λεκάνες με καζανάκι	τεμ.	85,00	50		4.250		
Νυττήρες με καθρέπτη	τεμ.	93,00	40		3.720		
Χειροστεγνωτήρες με την μπαταρία τους	τεμ.	346,00	4		1.384		
Οικοδομικές εργασίες περιβάλλοντα χώρου	Ασφαλτόστρωση	τ.μ.	13,50	8.333	10%	101.250	949.813
	Περίφραξη	τ.μ.	1,20	10.000		12.000	
	Κράσπεδα	μ.	10,00	83.333		833.333	
	Φρεάτια	τεμ.	130,00	11		1.430	
	Σύστημα τσιμεντοσωλήνων και δαχτυλιδιών βόθρου	τεμ.	1.800,00	1		1.800	
Ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες	Κλιματισμός	τ.μ.	45,00	10.000	10%	405.000	1.085.000
	Εξαερισμός	τ.μ.	30,00	10.000	10%	270.000	
	Συστήματα πυρανίχνευσης / συναγερμού/ αυτόματης πυρόσβεσης	τ.μ.	3,50	10.000		35.000	
	Ηλεκτρικά	τ.μ.	28,00	10.000		280.000	
	Υδρευση	τ.μ.	2,50	10.000		25.000	
	Αποχέτευση	τ.μ.	7,00	10.000		70.000	
Εξοπλισμός	Βιομηχανικές θύρες οροφής σπαστές	τεμ.	3.180,00	42		133.560	2.504.063
	Φωτισμός ασφαλείας	τεμ.	700,00	238		166.600	
	Φορητοί πυροσβεστήρες	τεμ.	32,00	200		6.400	
	Κάμερες παρακολούθησης	τεμ.	29,00	100		2.900	
	Στατικά ράφια πολλαπλών θέσεων	τ.μ.	280,00	5.500		1.540.000	
	Παλετοφόρα οριζόντια μεταφοράς χειροκίνητα	τεμ.	499,00	5		2.495	
	Stackers	τεμ.	11.777,00	4		47.108	
	Περνοφόρα στενών διαδρόμων	τεμ.	40.000,00	7		280.000	
Σαρωτές (Scanners)	τεμ.	650,00	500		325.000		
					Συνολικό κόστος	9.621.849	

Εικόνα 103 Αποτελέσματα υπολογισμών μοντέλου για αποθήκη 10.000 τ.μ. με στατικά ράφια πολλαπλών θέσεων και παλετοφόρα ηλεκτροκίνητα μηχανήματα



Εικόνα 104 Κατανομή κόστους ανά ομάδα κόστους για αποθήκη 10.000 τ.μ. με στατικά ράφια πολλαπλών θέσεων και παλετοφόρα ηλεκτροκίνητα μηχανήματα

5.3 Έλεγχος εγκυρότητας μοντέλου

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο έλεγχος εγκυρότητας των αποτελεσμάτων του μοντέλου. Για να διερευνηθούν τα αποτελέσματα του μοντέλου, αναζητήθηκαν σχετικές προσφορές κατασκευής ώστε να πραγματοποιηθεί μία σύγκριση των αποτελεσμάτων και να διαπιστωθεί το μέγεθος και το ποσοστό των αποκλίσεων. Επισημαίνεται πως η κάθε κατασκευή είναι διαφορετική και πως σε κάθε περίπτωση υπάρχουν ιδιαιτερότητες που καθορίζουν το τελικό κόστος ανάλογα.

Η σχετική προσφορά που ελέγχθηκε αφορά στην κατασκευή αποθήκης στην περιοχή της Σίνδου από την κοινοπραξία της Rail Cargo Logistics Goldair⁶⁵. Η προσφορά αφορούσε συγκεκριμένα την κατασκευή αποθηκών 7.000 τετραγωνικών μέτρων με κόστος 8.000.000 €. Το κόστος ανά τετραγωνικό μέτρο στην προκειμένη περίπτωση είναι 1.143 € / τ.μ. Για τον έλεγχο των αποτελεσμάτων του μοντέλου, εκτελέστηκαν σενάρια με κοινές παραμέτρους με την αποθήκη αυτή. Στις πληροφορίες της δημοσίευσης, δεν αναφερόταν το σύστημα ραφιών της αποθήκης, για το οποίο έγιναν διάφορες υποθέσεις σεναρίων.

Από την εκτέλεση των σεναρίων αυτών, με το υπολογιστικό φύλλο του μοντέλου, προέκυψαν για αποθήκη 7.000 τετραγωνικών μέτρων τιμές από με κόστος 6,685,000 € έως έως 8.970.000 €. Το εύρος του μοναδιαίου κόστους ανά τετραγωνικό μέτρο, που είναι και το καθοριστικό στοιχείο του οποίου ελέγχεται η εγκυρότητα, προέκυψε από 955 € / τ.μ. έως 1.280 € / τ.μ.

Παρατηρούμε ότι το κόστος ανά τετραγωνικό μέτρο της προσφοράς βρίσκεται εντός του εύρους των εκτιμώμενων τιμών του μοντέλου. Σε περίπτωση που ήταν γνωστό το σύστημα ραφιών της αποθήκης, το εύρος των εκτιμώμενων τιμών του μοντέλου θα ήταν ακόμη πιο περιορισμένο. Σημειώνεται πως οι συγκεκριμένοι υπολογισμοί έχουν εκτελεστεί χωρίς να υπολογιστούν στοιχεία του εξοπλισμού της αποθήκης όπως μηχανήματα διακίνησης και πληροφοριακά συστήματα, τα οποία δεν συμπεριλαμβάνονται και στην οικονομική προσφορά για την αποθήκη.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία είχε ως στόχο τη δημιουργία ενός μοντέλου για την εκτίμηση του κόστους κατασκευής εμπορευματικής αποθήκης. Η εκτίμηση αυτή διαμορφώνεται μέσω της διατύπωσης των απαιτήσεων και των περιορισμών που επιφέρουν οι κατασκευαστικές επιλογές και καταλήγει σε ενδεικτικές τιμές για επιμέρους στοιχεία του κόστους. Η γενική επιδίωξη ενός εγχειρήματος όπως αυτό είναι διπλή. Αφενός απαιτείται οι εγκαταστάσεις να ανταποκρίνονται στις επιθυμητές ποσότητες και προδιαγραφές για τη διακίνηση των εμπορευμάτων, αφετέρου η κατασκευή τους και ο εφοδιασμός τους με τον απαραίτητο εξοπλισμό να επιφέρουν το μικρότερο δυνατό κόστος. Μέσω της επισκόπησης της σχετικής βιβλιογραφίας και της εφαρμογής του μοντέλου, διατυπώθηκαν ορισμένα συμπεράσματα σχετικά με τις προαναφερόμενες επιδιώξεις.

6.1 Συμπεράσματα από τη βιβλιογραφική επισκόπηση

Το πρώτο συμπέρασμα που εξήχθει, αφορά στη σημασία των εμπορευματικών αποθηκών για τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η κατασκευή εγκαταστάσεων για χρήση εμπορευματικής αποθήκης είναι ένα εγχείρημα υψηλού βαθμού δυσκολίας το οποίο περιλαμβάνει αρκετές παραμέτρους. Ο υπεύθυνος για το σχεδιασμό της αποθήκης οφείλει να συνυπολογίζει την επίδραση όλων αυτών των παραμέτρων και να λαμβάνει αποφάσεις με γνώμονα την επίτευξη των βασικών στόχων που έχουν τεθεί. Η εύρυθμη λειτουργία μίας εμπορευματικής αποθήκης έχει μεγάλο αντίκτυπο στη λειτουργία ολόκληρου του συστήματος, που ορίζεται ως εφοδιαστική αλυσίδα. Για όλες τις επιχειρήσεις των οποίων η λειτουργία σχετίζεται με οποιονδήποτε τρόπο ως προς τον εφοδιασμό με την αποθήκη, να επιτευχθούν σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο βαθμό οι στόχοι της.

Ένα σημείο άξιο αναφοράς σε σχέση με την κατασκευή των εμπορευματικών αποθηκών, είναι η σπουδαιότητα της χωροταξικής προσέγγισης για τη λειτουργία τους. Η εμπορευματική αποθήκη λαμβάνει προϊόντα από διάφορους προμηθευτές και αφού τα διαμορφώσει στις κατάλληλες παραγγελίες, τα αποστέλλει στους πελάτες της. Είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει εξ αρχής μία γενική εικόνα για τη λειτουργία της αποθήκης και τους ενδεχόμενους προμηθευτές και πελάτες της, ώστε η τοποθεσία που θα επιλεγεί να εξυπηρετεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις εμπορευματικές μεταφορές που αφορούν την αποθήκη.

6.2 Συμπεράσματα από την εφαρμογή του μοντέλου

Μελετήθηκε αρχικά το εύρος του κατασκευαστικού κόστους για τα μεγέθη υπολογισμού του μοντέλου.

- Η κατασκευή μίας μικρής εμπορευματικής αποθήκης 1.000 τετραγωνικών μέτρων επιφέρει ένα κατασκευαστικό κόστος της τάξης του 1.000.000 €, ανάλογα και με τις επιλογές του εξοπλισμού της. Αντίστοιχα, η κατασκευή μίας μεγάλης εμπορευματικής αποθήκης (της τάξης των 50.000 τετραγωνικών μέτρων) θα επέφερε ένα κόστος της τάξης των 40.000.000 €. Καταδεικνύεται πως η σχέση των δύο μεγεθών δεν είναι ευθέως αναλογική, αλλά με την αύξηση των συνολικών τετραγωνικών προκύπτει μία μείωση στην τιμή κόστους ανά τετραγωνικό.
- το ποσοστό του κόστους εξοπλισμού επί του συνολικού κόστους σημειώνει μείωση με την αύξηση των τετραγωνικών της αποθήκης. Αντίθετα, τα ποσοστά για τις άλλες τρεις ομάδες κόστους αυξάνονταν με την αύξηση του εμβαδού της αποθήκης.
- τα στατικά ράφια ελεύθερης διέλευσης / εισόδου και τα στατικά κινητά ράφια δίνουν το μεγαλύτερο αριθμό παλετοθέσεων. Αυτό που πρέπει όμως να συνυπολογιστεί είναι οι περιορισμοί στον τρόπο αποθήκευσης που επιφέρουν τα συγκεκριμένα ράφια, καθώς το εύρος των προϊόντων που αποθηκεύονται σε αυτά είναι περιορισμένο.
- Η υψηλότερη τιμή της σχέσης των παλετοθέσεων προς το κόστος από τις υπόλοιπες κατηγορίες ραφιών αφορούσε τα στατικά ράφια πολλαπλών θέσεων για την πλειονότητα των σεναρίων αποθήκευσης. Τα συγκεκριμένα ράφια παρέχουν και τις περισσότερες δυνατότητες αποθήκευσης, καθώς είναι κατάλληλα για σχεδόν κάθε είδους προϊόντα (εξαιρούνται τα εμπορεύματα μεγάλου μήκους).
- Τα στατικά ράφια μεμονωμένης θέσης είναι η πλέον οικονομική λύση, παρέχουν όμως το μικρότερο αριθμό παλετοθέσεων και δεν είναι κατάλληλα για αποθήκευση βαρέων προϊόντων.
- Τα δυναμικά ράφια αποθήκευσης περιορίζουν την ανθρώπινη εργασία εντός της αποθήκης, καθώς λόγω της κατασκευής τους εκμεταλλεύονται τη βαρύτητα για να πραγματοποιούν την αντικατάσταση των εμπορευμάτων στα ράφια, όμως επιφέρουν μεγάλο κόστος και δεν είναι συμβατά με κάθε τύπο μηχανήματος.
- Τα προβολικά ράφια είναι ειδική κατηγορία και αφορά μόνο εμπορεύματα μεγάλου μήκους.
- Ο μέγιστος αριθμός παλετοθέσεων μίας αποθήκης καθορίζεται από δύο βασικά χαρακτηριστικά των μηχανημάτων: το ύψος ανύψωσης τους και το απαιτούμενο πλάτος διαδρόμου. Τα δύο αυτά στοιχεία καθορίζουν τις δυνατότητες διάταξης των ραφιών της αποθήκης και επηρεάζουν το σύνολο των παλετοθέσεων ή κιβωτιοθέσεων σε μία αποθήκη. Ανάλογα με τις προτεραιότητες σχεδιασμού, ο μηχανικός που σχεδιάζει μία αποθήκη καλείται να επιλέξει τον εξοπλισμό διακίνησης της αποθήκης.
- Για μικρότερες αποθήκες, η σχέση παλετοθέσεων – κόστους είναι βέλτιστη για ηλεκτροκίνητα παλετοφόρα και stacker μηχανήματα, ενώ για μεγαλύτερες αποθήκες για ηλεκτροκίνητα περονοφόρα αντίβαρου και reach trucks.

- Τα χειροκίνητα παλετοφόρα, λόγω των περιορισμών τους μπορούν είτε να εξυπηρετήσουν μικρές αποθήκες (εμβαδού μικρότερου των 100 τ.μ.), είτε να χρησιμοποιούνται ως βοηθητικός εξοπλισμός.
- Η επιλογή μηχανημάτων VNA (πολύ στενών διαδρόμων), επιφέρει μεγάλο σχετικό κόστος, αλλά παράλληλα δίνει τη δυνατότητα για μεγάλη αύξηση του αριθμού παλετοθέσεων σε μία αποθήκη.
- Οι αποφάσεις σε μία εμπορευματική αποθήκη σχετικά με τον εξοπλισμό της οφείλουν να λαμβάνονται με κύριο γνώμονα τις επιδιώξεις που υπάρχουν για την αποδοτικότητα της αποθήκης και το σχετικό κόστος. Οι περιορισμοί που μπορεί να υπάρχουν, η παράμετρος στην οποία δίνεται έμφαση (κόστος απόκτησης και λειτουργίας ή αποδοτικότητα σε σχέση με τα προϊόντα) και τα όρια που έχουν τεθεί στις επιλογές είναι αυτά που θα καθορίσουν το καταλληλότερο σύστημα για κάθε περίπτωση αποθήκης.

7. ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Το μοντέλο που αναπτύχθηκε στη συγκεκριμένη εργασία αφορά την εκτίμηση του κόστους για συγκεκριμένης μορφής αποθήκες. Ως συνέχεια της εργασίας, μπορεί το συγκεκριμένο μοντέλο να εξελιχθεί σε ένα έμπειρο σύστημα, το οποίο θα προσφέρει επιλογές για περισσότερες μορφές αποθηκών. Το πρώτο σημείο που μπορεί να εξεταστεί, είναι η τοποθέτηση συστημάτων μεταποίησης των εμπορευμάτων και το κόστος που αυτή επιφέρει. Αυτή η παράμετρος, σε συνδυασμό με πιθανές παραλλαγές στη μορφή της αποθήκης (σχήμα, όροφοι κτλ), θα μπορούσαν να διεκρίνουν το αντικείμενο μελέτης της συγκεκριμένης εργασίας.

Παράλληλα, θα ήταν χρήσιμο να εξεταστεί η αυτοματοποίηση των διαδικασιών της αποθήκης και οι επιπτώσεις που αυτή μπορεί να έχει στην διαστασιολογηση και τις επιλογές συστήματος ραφιών και εξοπλισμού διακίνησης παλετών/φορτιών. Το παρόν μοντέλο δεν εξετάζει καθόλου την τοποθέτηση συστημάτων για την αυτοματοποίηση των διαδικασιών της αποθήκης. Στη σημερινή εποχή, όλο και περισσότερες αποθήκες εξετάζουν την τοποθέτηση τέτοιου είδους συστημάτων στις εγκαταστάσεις τους, καθώς παρότι επιφέρουν μεγάλο κόστος, επιφέρουν μεγάλη αύξηση στην παραγωγικότητα της αποθήκης.

Το μοντέλο θα μπορούσε να εμπλουτιστεί με περισσότερες επιλογές εξοπλισμού. Θα μπορούσαν να εξεταστούν περισσότερα διαφορετικά μοντέλα από κάθε κατηγορία μηχανήματος διακίνησης εμπορευμάτων ως προς τα χαρακτηριστικά τους, ενώ θα μπορούσε να διευρυνθεί και η μελέτη ως προς το κόστος για όλα τα είδη εξοπλισμού της αποθήκης. Επιπρόσθετα, θα μπορούσαν να εξεταστούν και περισσότερες επιλογές για τα βιομηχανικά δάπεδα και να εμπλουτιστεί το αναλυτικό τιμολόγιο. Για τον εξοπλισμό της αποθήκης, θα μπορούσε επίσης να προστεθεί και το αναμενόμενο λειτουργικό κόστος κάθε επιλογής.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

¹ <https://www.cranfield.ac.uk/>

² Σιφνιώτης Κ., (1997) “Logistics management, θεωρία και πράξη”, Εκδόσεις Παπαζήση

³ Jan Karasek, (2013) “An overview of warehouse optimization”, International Journal of Advances in Telecommunications, Electronics, Signals and Systems, 2(3). Doi:10.11601/ijates.v2i3.61

⁴ Shiva Abdoli and Sami Kara, (2016) “Designing warehouse logical architecture by applying object oriented model based system engineering”, 26th CIRP Design Conference, Procedia CIRP 50 713 – 718

⁵ Petersen, C. G. and Aase, G. (2004), “A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking”, International Journal of Production Economics, Vol. 92, No. 1, pp. 11–19

⁶ Gu, J. Goetschalckx, M. and McGinnis, L. F. (2007), “Research on warehouse operation: A comprehensive review”, European Journal of Operational Research, Vol. 177, No. 1, pp. 1–21

⁷ Marcoulaki E., Laios L., (2005) “Warehouse management for improved order picking performance: An application case study from the wood industry”, Computers & Chemical Engineering, vol. 23, p. 97

⁸ De Koster, R. Le-Duc, T. and Roodbergen, K. J. (2007), “Design and control of warehouse order picking: A literature review”, European Journal of Operational Research, Vol. 182, No. 2, pp. 481–501

⁹ Chen C.M., Gong Y., de Koster R.B., van Nunen J.A., (2010) “A flexible evaluative framework for order picking systems”, Prod. Oper. Manag. 19(1) 70-82

¹⁰ Taniguchi E, Noritake M, Yamada T, Izumitani T (1999) Optimal size and location planning for public logistics terminals. Trans Res Part E 35:207–222

¹¹ John J. Bartholdi III, Kevin R. Gue, (2004) “The Best Shape for a Crossdock”, Transportation Science Vol. 38, No. 2, May 2004, pp. 235–244

¹² Nils Boysen, Malte Fliedner, Armin Scholl (2008), “Scheduling inbound and outbound trucks at cross docking terminals”, Operations Research – Spektrum Vol. 32, 10.1007/s00291-008-0139-2

¹³ M.Y. Maknoon, P. Baptiste, O. Kone, “Optimal loading and unloading policy in cross-docking platform”, Proceedings of the 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, Moscow, Russia, June 3-5, 2009

¹⁴ Al-Aomar, R. and Momani, A., 2009, " A Dynamic Process Modeling of Warehouse Operations", 21st European Modeling and Simulation Symposium, Tenerife - Canary Islands, Spain

-
- ¹⁵ Rushton A., Croucher P. & Baker P. (2014), *The Handbook of Logistics and Distribution Management*, 5 th Edition , Kogan Page, London
- ¹⁶ Giulia Pedrielli, Albert Vinsensius, Ek Peng Chew, Loo Hay Lee, Alessandro Duri, Haobin Li, “Hybrid order picking strategies for fashion e-commerce warehouse systems”, *Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference*, 2016
- ¹⁷ Pyzaa D., Jachimowskia R., Jacyna-Goldab I., Lewczuka K., (2017) “Performance of Equipment and Means of Internal Transport and Efficiency of Implementation of Warehouse Processes”, *10th International Scientific Conference Transbaltica 2017: Transportation Science and Technology*, *Procedia Engineering* 187 (2017) 706 –711
- ¹⁸ Μπαλλής Α., (2006) “Freight villages, warehouse design and rail link aspects”, *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, No 1966, Washington DC, 2006, pp. 27-33
- ¹⁹ Μπαλλής Αθανάσιος, (2007) “Policy and problems in the establishment, design and operation of freight villages in Greece”
- ²⁰ Παπανικολάου Νικόλαος, (2018) “Κέντρα αποθήκευσης και διανομής”, Διεύθυνση Συντονισμού & Παρακολούθησης του Κανονιστικού Πλαισίου για το Επιχειρηματικό Περιβάλλον, Γενική Γραμματεία Βιομηχανίας, Υπουργείο Οικονομίας και Ανάπτυξης
- ²¹ Θεοδωρίδης Χ., (2008) “Νέες τεχνολογίες στα βιομηχανικά δάπεδα”, 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, ΤΕΕ, Αθήνα, 21-23 Μαΐου
- ²² ΣΠΜΕ, (2013) “Τεχνική Οδηγία 4: Δάπεδα από σκυρόδεμα”
- ²³ Gu J., Goetschalckx M., McGinnis L., (2010) “Solving the forward-reserve allocation problem in warehouse order picking systems”, *Journal of Operational Research Society*, Vol. 61, Issue 6, pp 1013-1021
- ²⁴ Neufert E., (2010) “Οικοδομική και αρχιτεκτονική σύνθεση”, Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας
- ²⁵ Κανάκης Βασίλειος, “Η λειτουργία της αποθήκης και του συστήματος διαχείρισης αποθεμάτων wms”, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών στην Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Συστημάτων, 2010
- ²⁶ Εθνική Συνομοσπονδία Ελληνικού Εμπορίου, (2014) “Διαχείριση Αποθήκης Εμπορικών Επιχειρήσεων”, Πρόγραμμα Διά Βίου Εκπαίδευσης για το Ανθρώπινο Δυναμικό των Εμπορικών Επιχειρήσεων
- ²⁷ <https://www2.isye.gatech.edu/~jib/wh/book/editions/wh-sci-0.96.pdf>, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: Μάρτιος 2020
- ²⁸ Ελμιράν Κ., (2014) “Ηλεκτρολογική μελέτη εμπορικής αποθήκης”, Διπλωματική εργασία, Α.Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Τ.Ε
- ²⁹ Προκοπίου Βασίλειος, (2015) “Βελτιστοποίηση χρόνων και αποστάσεων των Κλαρκ”, Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Διατμηματικό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών «Οργάνωση και διοίκηση βιομηχανικών συστημάτων»

³⁰ Κώση Α., (2015) “Διερεύνηση γενικών και ειδικών απαιτήσεων για σιδηροδρομική μεταφορά εμπορευμάτων”, Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

³¹ Σοχταρόπουλος Β., (2015) “Μελέτη σκοπιμότητας δημιουργίας αποθήκης - κέντρου διανομής Νοτίου Ελλάδας εταιρείας παραγωγής ανθρακικού ασβεστίου στη Θεσσαλονίκη”, Διπλωματική εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών «Διοίκηση Logistics»

³² Παπαδάκης Αντώνης (2016), “Διερεύνηση θεμάτων κυκλοφοριακού σχεδιασμού εμπορευματικών κέντρων”, Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

³³ Patil J., Attar P., (2016) “Storage Racking System for efficient warehousing”, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Vol. 03 Issue 11, pp 490-492

³⁴ Tim Bijl, (2016) “Warehouse cost estimation”, University of Twente

³⁵ Λυμπεράκη Π., (2018) “Ο σύγχρονος σχεδιασμός και η λειτουργία των αποθηκών ως παράγων διαμόρφωσης στρατηγικού πλεονεκτήματος της επιχείρησης. Η περίπτωση των μεγάλων επιχειρήσεων.”, Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών «Διοίκηση Logistics»

³⁶ <https://www.toyota-forklifts.gr/>

³⁷ Cormier, G., and E.A. Gunn, (1992) “A review of warehouse models. European Journal of Operational Research”, Vol. 58, pp: 3-13

³⁸ <https://www.ars.els-cdn.com/>

³⁹ <https://www.rebstorage.com/>

⁴⁰ <https://www.jungheinrich.gr/>

⁴¹ NAVY DEPARTMENT Naval Supply Systems Command, (1985) “Warehouse modernization and layout planning guide”, NAVSUP Publication 529, Washington, D.C.

⁴² Stertil, (2017) “How to design a loading bay”

⁴³ Blue giant, (2018) “Loading dock system guide”

⁴⁴ <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EAN-13-5901234123457.svg>

⁴⁵ π.δ. 41/2018, ΦΕΚ 80Α/07-05-2018

⁴⁶ <https://www.megafire.gr/>

⁴⁷ <https://www.firesecurity.gr/>

⁴⁸ <https://www.seaa.gr/el/content/22>

⁴⁹ <https://www.eurofresh-distribution.com/>

⁵⁰ <https://www.kapagroup.gr/>

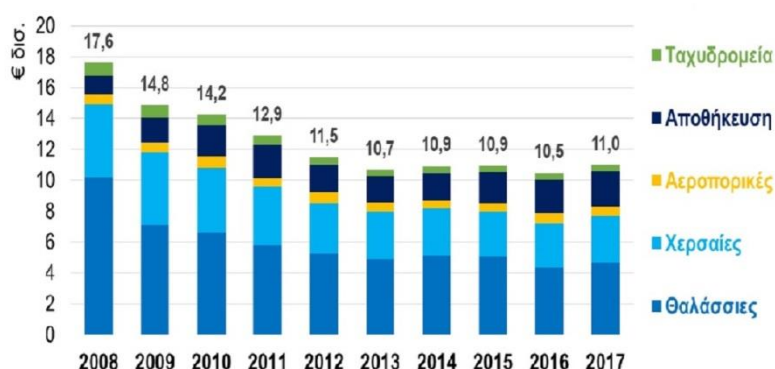
⁵¹ https://www.linkedin.com/pulse/warehouse-calculus-part-ii-how-many-forklifts-workers-rose?fbclid=IwAR2uteW9vsxUOYeSWYV6NKj5siu7YpIBQeAJGTRrjGK3k8vM_do40IirCs

-
- ⁵² De Koster et al, (2001) “How to organise return handling: an exploratory study with nine retailer warehouses”, Econometric institute report
- ⁵³ Yu Zhang, Syed Abdul Rehman Khan, (2017) “Importance of Warehouse Layout in Order Fulfilling Process Improvement”, International Journal of Transportation Engineering and Technology Vol. 3, No. 4, pp. 49-52
- ⁵⁴ Rouwenhorst et al, (2000) “Warehouse design and control: Framework and literature review”, European Journal of Operational Research 122, pp 515-522
- ⁵⁵ Govindaraj, T., E.E. Blanco, D.A. Bodner, M. Goetschalckx, L.F. McGinnis, and G.P. Sharp. (2000) “Design of warehousing and distribution systems: An object model of facilities, functions and information”, IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Nashville, Tennessee, USA, 8-11 October 2000, pp: 1099-1104
- ⁵⁶ Μανωλάς Ι., (2009) “Εμπορευματικά Κέντρα - Εμπορικές Αποθήκες, Νομοθεσία & Πρακτικές του σήμερα”, 2^η Διεθνής Έκθεση : Εφοδιαστική αλυσίδα και logistics
- ⁵⁷ <https://www.alfacoolhellas.gr/>
- ⁵⁸ <https://www.skiadas.gr>
- ⁵⁹ ACI 302.1R-15: Guide for Concrete Floor and Slab Construction
- ⁶⁰ https://www.linkedin.com/pulse/warehouse-calculus-part-ii-how-many-forklifts-workers-rose?fbclid=IwAR2uteW9vsxUOYeSWYV6NKj5siu7YpIBQeAJGTRrIjGK3k8vM_do40IirCs
- ⁶¹ <https://www.vvautomaticdoors.gr/>
- ⁶² <https://www.kolliasdoors.com/>
- ⁶³ <https://www.quora.com/How-do-I-estimate-number-of-doors-in-a-warehouse>
- ⁶⁴ Nova Technology, (2013) “Dock planning standards”

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Κλάδος εφοδιαστικής (Logistics)

Ο κλάδος υπηρεσιών εφοδιαστικής αλυσίδας (logistics) είναι ένας από τους πιο νευραλγικούς τομείς της ελληνικής οικονομίας για την ανάπτυξη της βιομηχανίας και μεταποίησης. Η γεωγραφική θέση της χώρας είναι κομβικής σημασίας για την προώθηση των διεθνών εμπορικών συναλλαγών και ο κλάδος των logistics προσελκύει το επενδυτικό ενδιαφέρον των ισχυρών εμπορικών δυνάμεων στην παγκόσμια αγορά. Τι ορίζεται όμως ως κλάδος logistics; Γενικά έχουν διατυπωθεί αρκετοί ορισμοί. Ένας σύντομος ορισμός για τις υπηρεσίες logistics είναι οι υπηρεσίες αποθήκευσης και διακίνησης προϊόντων. Ένας άλλος ορισμός, πιο περιγραφικός, είναι αυτός ο οποίος ορίζει ως logistics τις διεργασίες που εκτελούνται για να εξασφαλιστεί η ροή των προϊόντων από τους προμηθευτές στους τελικούς καταναλωτές/πελάτες μέσω των διαδικασιών της παραγωγής και της επιχείρησης. Ο κλάδος των logistics παρουσίασε μικρή κάμψη τα προηγούμενα χρόνια της μεγάλης κρίσης στην Ελλάδα, σε σχέση με τους περισσότερους άλλους κλάδους της οικονομίας και πλέον παρουσιάζει δείγματα ανάκαμψης, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα⁶⁴.



Εικόνα Error! Main Document Only.5. Ακαθάριστη Προστιθέμενη Αξία του κλάδου των μεταφορών και αποθήκευσης (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Η σημασία του κλάδου των logistics είναι μεγάλη για την ελληνική οικονομία. Προσφέρει υπηρεσίες αποθήκευσης και διανομής προϊόντων στις εγχώριες μεταποιητικές και εμπορικές επιχειρήσεις, ενώ η ταχεία βελτίωση των λιμενικών υποδομών του Πειραιά και (προσεχώς) της Θεσσαλονίκης αναβαθμίζει σημαντικά το διαμετακομιστικό ρόλο της χώρας στις διεθνείς εμπορευματικές ροές. Αξίζει να σημειωθεί ότι παράγει το 6% περίπου του ΑΕΠ της χώρας, το οποίο ανεβαίνει στο 9,5%, συμπεριλαμβάνοντας τις ίδιες υπηρεσίες logistics που παρέχονται εσωτερικά από πολλές εμπορικές και μεταποιητικές επιχειρήσεις. Δίνει δουλειά στο 4,7% των απασχολούμενων, δηλαδή σε περίπου 200.000 άτομα. Επίσης, σε σχέση με τον μέσο όρο της οικονομίας, ο κλάδος, αφενός δημιουργεί μεγαλύτερη ακαθάριστη προστιθέμενη αξία ανά απασχολούμενο, και, αφετέρου ανακάμπτει με ταχύτερους ρυθμούς σε όρους απασχόλησης και μισθών. Είναι, επίσης, ο κλάδος που διαχειρίζεται όλο το διεθνές εισαγωγικό και εξαγωγικό εμπόριο της χώρας, και μεταφέρει το ελληνικό όνομα στις παγκόσμιες αγορές.

Στη σημερινή εποχή, όλο και περισσότερες εμπορικές και μεταποιητικές επιχειρήσεις αναθέτουν πλέον υπηρεσίες logistics σε ειδικευμένους πάροχους υπηρεσιών Third Party Logistics (3PL), που πέραν της αποθήκευσης και της διανομής προϊόντων, παρέχουν και άλλες υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας, όπως ανασυσκευασία και ετικετοκόλληση. Η δραστηριοποίηση των εμπορικών, μεταποιητικών και 3PL εταιριών προκαλεί αυξημένη αναζήτηση συγχρόνων και αποδοτικών αποθηκευτικών χώρων, και ωθεί τον υποκλάδο της αποθήκευσης σε ισχυρότερη ανάκαμψη από τους άλλους υποκλάδους της παροχής υπηρεσιών logistics, με τα μισθώματα αποθηκευτικών χώρων να βελτιώνονται, καθώς οι υφιστάμενοι αποθηκευτικοί χώροι δεν επαρκούν, ή δεν πληρούν κριτήρια ασφαλούς αποθήκευσης (πχ. ψύξης ή κατάψυξης). Οι περισσότεροι διαθέσιμοι χώροι αποθήκευσης βρίσκονται στη Δυτική Αττική (στον Ασπρόπυργο, δίπλα στο Θριάσιο Πεδίο), στη Βόρεια Αττική (Άγιος Στέφανος, Μεταμόρφωση, Λυκόβρυση), τη Βοιωτία και τη Θεσσαλονίκη (Σίνδος, Καλοχώρι). Η ανάπτυξη του υποκλάδου της αποθήκευσης προϋποθέτει τη δημιουργία Πάρκων Εφοδιαστικής Αλυσίδας τοπικής και εθνικής κλίμακας. Ήδη δρομολογούνται το Εμπορευματικό Κέντρο Θριασίου, το Εμπορευματικό Κέντρο Θεσσαλονίκης στο πρώην στρατόπεδο Γκόνου, καθώς και τα εμπορευματικά Κέντρα Ηγουμενίτσας, Αλεξανδρούπολης και Καβάλας, με τους αντίστοιχους λιμένες, τις σιδηροδρομικές διασυνδέσεις και τους οδικούς άξονες να δημιουργούν τις απαραίτητες συνέργειες⁶⁴.



Εικόνα Error! Main Document Only.06. Σχέδιο για το εμπορευματικό κέντρο στο Θριάσιο Πεδίο (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Εμπορευματικές μεταφορές και πλεονεκτήματα μειονεκτήματα των οδικών μεταφορών

Οι εμπορευματικές αποθήκες διατηρούν στις εγκαταστάσεις τους διάφορα προϊόντα και εμπορεύματα, με τα οποία σχηματίζουν τις παραγγελίες τις οποίες αποστέλουν στους πελάτες τους. Για να εκτελεστεί η διαδικασία αυτή, τα προϊόντα θα πρέπει να μεταφερθούν αρχικά από τους παραγωγούς ή τα διάφορα σημεία προμήθειας τους στις αποθήκες και σε επόμενο στάδιο να μεταφερθούν από την αποθήκη προς την την

τοποθεσία που έχει συμφωνηθεί με τους πελάτες. Το σύνολο των μεταφορών αυτών ονομάζεται εμπορευματικές μεταφορές.

Για το σχεδιασμό μίας εμπορευματικής αποθήκης, ο εκάστοτε σχεδιαστής οφείλει να μελετήσει το αντικείμενο των εμπορευματικών μεταφορών και να επιλέξει με ποιους τρόπους επιθυμεί να μεταφέρονται τα εμπορεύματα από και προς την υπό σχεδιασμό αποθήκη. Οι πληροφορίες σχετικά με αυτό το ζήτημα θα αποτελέσουν σημαντικό βοήθημα για τη λήψη αποφάσεων για θέματα όπως η τοποθεσία της αποθήκης, οι εγκαταστάσεις της, ο σχεδιασμός της αποβάθρας τους.

Οι βασικές κατηγορίες εμπορευματικών μεταφορών είναι πέντε και είναι οι εξής: οδικές, σιδηροδρομικές, αεροπορικές, θαλάσσιες και μεταφορές μέσω αγωγών.

Οι οδικές μεταφορές αποτελούν το βασικότερο μέσο μεταφορών εμπορευμάτων τόσο για τον ελληνικό, όσο και για τον ευρωπαϊκό χώρο. Ο συγκεκριμένος τύπος μεταφορών χρησιμοποιείται για όλες τις κατηγορίες εμπορευμάτων, ενώ για τα ευπαθή εμπορεύματα αποτελούν τον ενδεδειγμένο τρόπο μεταφοράς τους. Υπάρχουν αρκετές κατηγορίες οχημάτων και ανάλογα με τις ανάγκες των μεταφορών επιλέγεται ο κατάλληλος τύπος. Οι βασικότερες κατηγορίες τους είναι τα φορτηγά μεταφορών διαφόρων μεγεθών και βαρών, τα βυτιοφόρα φορτηγά, τα φορτηγά ψυγεία και οι πλατφόρμες μεταφοράς containers.



Εικόνα 107 Οδικές εμπορευματικές μεταφορές (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Οι σιδηροδρομικές μεταφορές αποτελούν έναν από τους ασφαλέστερους και τους οικονομικότερους τρόπους μεταφοράς εμπορευμάτων και έχουν φτάσει τα τελευταία χρόνια να αποτελούν ποσοστό μεγαλύτερο του 10% των εμπορευματικών μεταφορών, τόσο στην Ελλάδα, όσο και στην Ευρώπη. Ο συγκεκριμένος τύπος μεταφορών εμφανίζει διάφορα πλεονεκτήματα και συνίσταται ιδιαίτερα για μεταφορές προϊόντων σε μεγάλες αποστάσεις. Η βασική προϋπόθεση για το συγκεκριμένο τύπο μεταφορών είναι η ύπαρξη σιδηροδρομικού δικτύου.



Εικόνα 108 Σιδηροδρομικές εμπορευματικές μεταφορές (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Οι αεροπορικές μεταφορές είναι οι μεταφορές με το μεγαλύτερο κόστος. Πρόκειται για μεταφορές οι οποίες ενδείκνυνται για τη μεταφορά προϊόντων μεγάλης αξίας και μικρών δεμάτων, ή για περιπτώσεις ταχυμεταφορών (express). Τα τελευταία χρόνια γίνονται οργανωμένες προσπάθειες για να μειωθεί το κόστος του συγκεκριμένου είδους μεταφοράς με ενέργειες όπως η κατασκευή νέων αεροδρομίων που θα εξυπηρετούν κυρίως εμπορευματικούς σκοπούς. Για να μεταφερθούν προϊόντα από και προς μία αποθήκη με αυτόν τον τρόπο απαιτείται η αποθήκη να βρίσκεται κοντά και να συνδέεται κατάλληλα με κάποιο αεροδρόμιο⁶⁴.



Εικόνα 109 Αεροπορικές εμπορευματικές μεταφορές (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Οι θαλάσσιες εμπορευματικές μεταφορές είναι ένας αρκετά διαδεδομένος τρόπος μεταφορών στον ελληνικό χώρο, δεδομένης και της ισχυρής ελληνικής ναυτιλίας. Τα βασικά πλεονεκτήματα των θαλάσσιων εμπορευματικών μεταφορών είναι το χαμηλό κόστος μεταφοράς και η δυνατότητα μεταφοράς προϊόντων κάθε είδους και κάθε μεγέθους, ενώ το βασικό μειονέκτημα τους είναι χαμηλή ταχύτητα εκτέλεσης τους. Χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, τις εσωτερικές που αφορούν μεταφορές εντός των υδάτινων συνόρων μίας χώρας και οι διεθνείς. Βασική προϋπόθεση για μία αποθήκη που αποσκοπεί σε τέτοιου είδους μεταφορές είναι η σύνδεση με κάποιο λιμάνι κατάλληλο για την υποδοχή εμπορευμάτων⁶⁴.



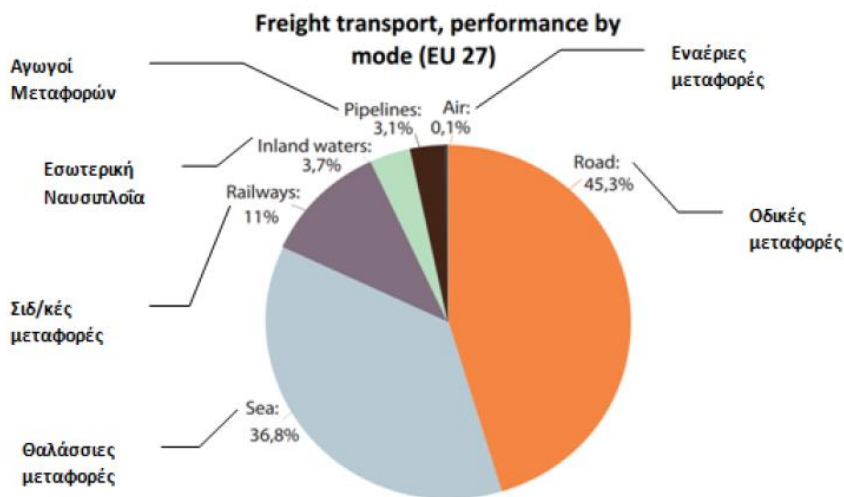
Εικόνα 110 Θαλάσσιες εμπορευματικές μεταφορές (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Η τελευταία κατηγορία είναι η μεταφορά εμπορευμάτων μέσω αγωγού. Οι αγωγοί μεταφορών είναι μεγάλοι σε μήκος χαλύβδινοι ή πλαστικοί σωλήνες οι οποίοι συνδέουν υπόγεια περιοχές και μεταφέρονται εντός αυτών υγρά και αέρια εμπορεύματα με χαμηλό κόστος και χωρίς να απαιτείται συσκευασία τους. Στις περισσότερες περιπτώσεις έχουν διάμετρο 0,10 έως 1,22 μέτρα και θάβονται σε διάφορα βάθη, από 0,90 έως 1,80 μέτρα.



Εικόνα 111 Εμπορευματικές μεταφορές μέσω αγωγού (Πηγή: Error! Bookmark not defined.)

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας εξετάζονται αποθήκες για την υποδοχή οδικών και σιδηροδρομικών μεταφορών. Αυτό συμβαίνει διότι οι οδικές εμπορευματικές μεταφορές είναι αυτές που εκτελούνται συχνότερα από οποιοσδήποτε άλλες, ενώ οι σιδηροδρομικές είναι αυτές με τη μεγαλύτερη συνάφεια ως προς τις οδικές.



Εικόνα 112 Ποσοστά μεταφορικών μέσων στις ευρωπαϊκές εμπορευματικές μεταφορές για το 2013 (Πηγή: 30)

Οι οδικές εμπορευματικές μεταφορές παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα και ορισμένα μειονεκτήματα σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταφορές. Ένα βασικό πλεονέκτημα τους είναι τα μεγάλα περιθώρια ευελιξίας που παρουσιάζουν σε σχέση με άλλες μεταφορές, τόσο ως προς το δρομολόγιο όσο και ως προς τον προορισμό. Είναι το μόνο είδος μεταφορών που μπορεί σε κάθε περίπτωση να εκτελείται «από πόρτα σε πόρτα», δηλαδή να ξεκινά από οποιοδήποτε σημείο και να φτάνει στον προορισμό του χωρίς απαίτηση μεταφόρτωσης. Πλεονεκτήματα των συγκεκριμένων μεταφορών αποτελούν η ταχύτητα και η αξιοπιστία τους, αλλά και το γεγονός ότι δεν επηρεάζονται από τις καιρικές συνθήκες στον ίδιο βαθμό. Τέλος, πλεονέκτημα για τις συγκεκριμένες μεταφορές θεωρείται και το χαμηλό πάγιο κόστος τους, το οποίο τις καθιστά μεσαίου κόστους εμπορευματικές μεταφορές.

Υπάρχουν όμως και συγκεκριμένα μειονεκτήματα για τις οδικές μεταφορές. Ένα σημαντικό μειονέκτημα τους είναι το υψηλό κόστος μετάβασης από ένα σημείο σε ένα άλλο (καύσιμα, διόδια, ασφάλιστρα), γεγονός που τις καθιστά μη ενδεδειγμένες για μεγάλες αποστάσεις. Επιπρόσθετα, η κίνηση των φορτηγών μέσα σε αστικές περιοχές είναι δύσκολη, λόγω κυκλοφοριακής συμφόρησης και έλλειψης δυνατοτήτων στάσης και στάθμευσης. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι οι απαιτήσεις τους για καλής ποιότητας οδόστρωμα, ώστε να είναι ασφαλής η κίνηση τους σε αυτό. Τέλος, ένα σημαντικό μειονέκτημα των οδικών εμπορευματικών μεταφορών, το οποίο δεν επηρεάζει τη λειτουργία των αποθηκών αλλά οφείλει να λαμβάνεται υπόψιν είναι η περιβαλλοντική επιβάρυνση.