

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

**ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ  
ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ (SLOTTING) ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΑΠΟΘΗΚΗ ΜΕ ΤΗ  
ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ  
(ΕΠΙΛΟΓΗ - ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ - ΕΦΑΡΜΟΓΗ)**

**ΒΟΖΙΚΙΑΝ ΑΣΠΑΣΙΑ ΤΑΛΙΝ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΣΤΑΥΡΟΣ ΠΟΝΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΜΠ**



ΑΘΗΝΑ, 17/02/2022

-- Κενή σελίδα --

Έχω διαβάσει και κατανοήσει τους κανόνες για τη λογοκλοπή και τον τρόπο σωστής αναφοράς των πηγών που περιέχονται στον οδηγό συγγραφής Διπλωματικών Εργασιών. Δηλώνω ότι, από όσα γνωρίζω, το περιεχόμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι προϊόν δικής μου εργασίας και υπάρχουν αναφορές σε όλες τις πηγές που χρησιμοποίησα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτή τη Διπλωματική εργασία είναι του συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών ή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Ασπασία Ταλίν Βοζικιάν

## Ευχαριστίες

Με την παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στη Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Ε.Μ.Π.) ως Μηχανολόγος Μηχανικός Παραγωγής. Θα ήθελα στο σημείο αυτό να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας αλλά και με στήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια της ακαδημαϊκής μου πορείας.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου και επιβλέποντα της εργασίας, κ. Σταύρο Πόνη, για το αμέριστο ενδιαφέρον του, τη στήριξη και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε από την αρχή μέχρι το τέλος της διπλωματικής. Χωρίς τις πολύτιμες συμβουλές και την καθοδήγησή του σε κρίσιμα σημεία στην πορεία της εργασίας δεν θα είχε βγει το παρόν αποτέλεσμα.

Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρία Planning A.E. και τον διευθύνοντα σύμβουλό της, κ. Παναγιώτη Ανδριανόπουλο, σε συνεργασία με τον οποίο πραγματοποιήθηκε η παρούσα διπλωματική. Ο κ. Ανδριανόπουλος αρχικά μου παραχώρησε τα στοιχεία της μελέτης περίπτωσης που μελετήθηκε και στη συνέχεια ήταν διαρκώς παρών για να επιλύει τυχόν απορίες και να ενημερώνεται για την πορεία της εργασίας προσφέροντας παράλληλα πολύτιμες γνώσεις σχετικά με τη διαδικασία οργάνωσης μίας αποθήκης και ειδικότερα τη διαδικασία ανάθεσης κωδικών σε θέσεις αποθήκευσης.

Επιπλέον, κρίσιμης σημασίας ήταν η βοήθεια και υποστήριξη της κ. Αθανασίας Κλουτσινιώτη από την εταιρία Mantis Group η οποία πραγματοποίησε τρεις τρίωρες εκπαιδεύσεις πάνω στη λειτουργία του λογισμικού, μου παραχώρησε το εγχειρίδιο χρήσης του και ήταν συνεχώς διαθέσιμη να επιλύσει απορίες και να συζητήσει μαζί μου προβληματισμούς σχετικά με το DC Expert 4.5.

Δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω τον Κωνσταντίνο Αγαλιανό για την καθοδήγησή του στα πρώτα βήματα συγγραφής της εργασίας, στη δημιουργία της δομής της και καταγραφής των απαραίτητων στοιχείων που θα έπρεπε να περιλαμβάνει το βιβλιογραφικό μέρος της εργασίας.

Θα ήθελα κλείνοντας να αναφέρω και τη συμβολή του Ανδρέα Βαρέλα ο οποίος παρακολούθησε ένα μέρος της εργασίας και μέσω τακτικών κλήσεων συζητήσαμε διάφορα ζητήματα/ προβληματισμούς που προέκυψαν κατά την πορεία της.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, για την αγάπη, την εμπιστοσύνη και τη στήριξη τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του μαθήματος «Συστήματα Παραγωγής» του τομέα Βιομηχανικής Διοίκησης και Επιχειρησιακής Έρευνας (Β.Δ. & Ε.Ε.) της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η βελτιστοποίηση της ανάθεσης των κωδικών στις θέσεις αποθήκευσης μίας αποθήκης με χρήση κατάλληλου λογισμικού. Στο πλαίσιο αυτό, εξετάζονται διαφορετικοί τρόποι ανάθεσης με βάση τόσο τα ίδια χαρακτηριστικά των προϊόντων όσο και τα δεδομένα κίνησής τους μέσα στην εκάστοτε υπό εξέταση αποθήκη.

Αρχικά, στο πρώτο μέρος της εργασίας, γίνεται εκτενής αναφορά σε όλες τις αποφάσεις και παραμέτρους που καλείται λάβει κάποιος υπόψη κατά τον σχεδιασμό, κατασκευή αλλά και μελέτη ενός Κέντρου Αποθήκευσης και Διανομής. Στόχος είναι να εντοπισθούν όλες οι υπάρχουσες εναλλακτικές προκειμένου να προσδιορισθούν στη συνέχεια ποιες από αυτές ισχύουν στη μελέτη περίπτωσης όπου θα εξετασθεί. Επιπλέον, αναλύονται εμπειριστατωμένα οι διαφορετικές στρατηγικές/ μέθοδοι slotting που εφαρμόζονται μέχρι και τη στιγμή συγγραφής της εργασίας με σκοπό τόσο την πληρότητα της μελέτης όσο και την αντιστοίχιση της βιβλιογραφικής αναφοράς με την πρακτική εφαρμογή αυτών των εναλλακτικών στο δεύτερο μέρος της εργασίας.

Στη συνέχεια, αναλύονται διαφορετικά λογισμικά μέσω των οποίων δίνεται η δυνατότητα μελέτης, ανάλυσης και βελτίωσης λειτουργιών της αποθήκης προκειμένου να επιλεγεί και το λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη περίπτωσης. Για το λογισμικό που επιλέγεται αναλύεται ο τρόπος λειτουργίας του καθώς και τα προαπαιτούμενα δεδομένα εισαγωγής.

Το δεύτερο μέρος της παρούσας διπλωματικής αφορά στην πρακτική μελέτη μίας υπάρχουσας αποθήκης ακολουθώντας βήμα-βήμα τη δημιουργία του μοντέλου της στο επιλεγμένο λογισμικό. Σε αυτό το μέρος υλοποιούνται όλες οι αποφάσεις/ παράμετροι της αποθήκης που αναφέρθηκαν στο βιβλιογραφικό τμήμα ξεκινώντας από το εξωτερικό και προχωρώντας προς το εσωτερικό αυτής. Εστιάζοντας στο εσωτερικό και αφού έχει διαμορφωθεί ένα πλήρες και λεπτομερές μοντέλο του Κέντρου Αποθήκευσης και Διανομής και των κωδικών που αποθηκεύονται σε αυτό, πραγματοποιείται η διαδικασία ανάθεσης των κωδικών σε παλετοθέσεις («slotting»). Βασικός στόχος είναι η εξέταση του βαθμού στον οποίο διαφοροποιείται ο χάρτης ανάθεσης των προϊόντων ανάλογα με την πολιτική slotting που επιλέγεται. Τέλος, καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας αλλά και μέσω των τελικών αποτελεσμάτων αξιολογείται η λειτουργικότητα, ευχρηστία και αποτελεσματικότητα του λογισμικού. Στην τελική φάση της μελέτης τα αποτελέσματα ανάθεσης των κωδικών συγκρίνονται με μία ήδη υπάρχουσα λύση που έχει δοθεί με αξιοποίηση άλλων εργαλείων χωρίς τη χρήση λογισμικού καθώς και με την κατάσταση αναφοράς.

## Synopsis

This diploma thesis was developed in the context of the course “Production Systems” offered by the Sector of Industrial Management and Operational Research (S.I.M.O.R.) of the School of Mechanical Engineering of the National Technical University of Athens (N.T.U.A.).

Its main purpose is the optimization of a warehouse’s slotting map by using and evaluating a suitable software. In order to achieve this goal, a variety of storage assignment methods are examined including those that take the characteristics of the SKUs (Storage Keeping Units) and their demand data into consideration.

In the first part of the thesis there is an extensive reference to the critical decisions that are to be made before and during the design and construction of a storage and distribution center. The aim is to identify all the existing alternatives in order to determine which of them are implemented in the case study that will be studied in the second part of the diploma thesis. Two of the most significant decisions are related to the storage assignment and slotting policies. Therefore, the different slotting strategies/ methods applied are thoroughly analyzed in order for the theoretical framework to be complete. Also, this analysis is important as it provides the reader with the theoretical background in order to fully understand the practical implementation of the strategies later in the case study.

The last chapter of the bibliographic part is dedicated to the basic slotting optimization software solutions. These programs have a variety of capabilities including the design of a warehouse and the analysis and improvement of its processes. One of these software will be selected and used in the practical part of the thesis. Subsequently, the chosen software is analyzed in terms of functionality, capabilities and required data.

The second part of the diploma thesis is the practical implementation of the software in a real case study. The design of the already existing storage and distribution center, the modification of its interior, the import of the data and the execution of multiple slotting scenarios are analyzed step-by-step. All the decisions, parameters and alternatives that were theoretically presented before for the exterior and interior of the warehouse are applied and materialized in this part. Focusing on the interior of the facility, the creation of the detailed model of the warehouse and the import of the required data regarding the products that are stored are followed by the execution of different slotting runs. The main target of this part is to determine how the slotting map is differentiated among different “what-if” scenarios in which different parameters and slotting policies are selected. The functionality, ease-of-use and effectiveness of the software are evaluated during every step of the procedure. In the final phase of the case study the results of the software are compared with each other and with another slotting map that was created manually without the use of a slotting tool. At the end the selected scenario is compared with the baseline.

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	4
Περίληψη.....	5
Synopsis .....	6
Κατάλογος Σχημάτων .....	11
Κατάλογος Πινάκων .....	18
Αρκτικόλεξα.....	20
Ορολογία.....	20
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή .....	24
1.1 Αντικείμενο εργασίας.....	24
1.2 Δομή εργασίας .....	25
Κεφάλαιο 2. Αποφάσεις που σχετίζονται με την οργάνωση και λειτουργία ενός ΚΑΔ.....	27
2.1 Είδη αποθηκών.....	27
2.2 Πρώτο (1 <sup>ο</sup> ) επίπεδο αποφάσεων: Στρατηγικό επίπεδο (Strategic level) .....	28
2.3 Δεύτερο (2 <sup>ο</sup> ) επίπεδο αποφάσεων: Λειτουργικό επίπεδο (Operational level) .....	33
Κεφάλαιο 3. Πολιτικές ανάθεσης κωδικών σε θέσεις αποθήκευσης (Assignment policies) .	35
3.1 Άναρχο σύστημα τοποθέτησης.....	36
3.1.1 Τυχαία τοποθέτηση προϊόντων σε θέσεις αποθήκευσης χωρίς κάποιο κριτήριο - Random Storage .....	36
3.1.2 Τοποθέτηση προϊόντων στην πλησιέστερη διαθέσιμη (άδεια) θέση - Closest open location storage.....	37
3.2 Δεσμευμένο σύστημα αποθήκευσης – Dedicated storage.....	37
3.2.1 Ανάθεση προϊόντων με βάση την ταχυκινησία - Full turnover storage .....	38
3.2.1.1 Δείκτης COI (Cube-per-Order Index) .....	39
3.2.1.2 Αριθμός τεμαχίων/παλετών που συλλέγονται σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο (Pick volume).....	40
3.2.2 Ανάθεση προϊόντων λαμβάνοντας υπόψη συνδυασμό χαρακτηριστικών τους...	41
3.3 Ανάθεση των κωδικών με ταξινόμηση σε κλάσεις με βάση τη μέθοδο Pareto - Class based storage ή ABC storage strategy.....	41
3.3.1 Σύγκριση μεταξύ των συστημάτων ανάθεσης class based storage και full turnover storage.....	43
3.3.2 Σύγκριση μεταξύ των συστημάτων ανάθεσης class based storage και του άναρχου συστήματος .....	44
3.4 Ανάθεση των κωδικών ανά οικογένειες προϊόντων - Family grouping .....	44
3.4.1 Family grouping με βάση το είδος των προϊόντων .....	45
3.4.2 Family grouping με βάση τις συσχετίσεις των προϊόντων .....	45

3.4.2.1 Συμπληρωματική μέθοδος (Complimentary-based method) .....	46
3.4.2.2 Μέθοδος που βασίζεται στην αλληλουχία συλλογής (Contact-based method) .....	46
3.5 Χωρισμός της αποθήκης σε ζώνες - Zoning .....	47
Κεφάλαιο 4. Λογισμικά βελτιστοποίησης του slotting .....	51
4.1 Slot3D (Slot3D) .....	51
4.2 OptiSlot DC™ (Optricity™) .....	55
4.3 WISE – Warehouse Slotting Software (Royal 4 Systems) .....	60
4.4 Smart Slotting (Storage Solutions) .....	64
4.5 DC Expert 4.5 (Insight Technologies Inc. - Mantis Group).....	69
4.6 Επιλογή λογισμικού προς δοκιμή .....	71
Κεφάλαιο 5. Λογισμικό DC Expert 4.5.....	72
5.1 Λειτουργία Warehouse Layout .....	72
5.1.1 Εξωτερικό αποθήκης (Exterior) .....	72
5.1.2 Εσωτερικό αποθήκης (Interior) .....	72
5.1.3 Αναφορές του Warehouse Layout (Reports) .....	76
5.2 Λειτουργία Slot Master .....	78
5.3 Slot Master Wizard .....	87
5.4 Χάρτης θερμότητας (Run Heat Map) .....	93
5.5 Αναφορές του Slot Master (Reports) .....	95
5.5.1 Αναφορές από το εικονίδιο «Analysis».....	95
5.5.2 Αναφορές από το εικονίδιο «Diagnostics» .....	97
Κεφάλαιο 6. Δοκιμή λογισμικού DC Expert σε πραγματική μελέτη περίπτωσης.....	100
6.1 Δοκιμή λειτουργίας Warehouse Layout.....	100
6.1.1 Exterior (Εξωτερικό αποθήκης) .....	100
6.1.2 Interior (Εσωτερικό αποθήκης).....	103
6.1.3 Εξαγωγή αναφορών και σύγκριση με τα πραγματικά δεδομένα .....	113
6.1.4 Παρατηρήσεις επί της λειτουργίας Warehouse Layout (Exterior και Interior) και της διαδικασίας εξαγωγής αναφορών .....	115
6.2 Δοκιμή λειτουργίας Slot Master.....	116
6.2.1 Καθορισμός των προφίλ συγκομιδής (pickface profiles) και αλληλουχίας συγκομιδής (picking sequence).....	116
6.2.2 Παρατηρήσεις από τη διαδικασία καθορισμού προφίλ συγκομιδής και αλληλουχίας συγκομιδής .....	131
6.2.3 Καθορισμός αριθμού διαδρόμου, ζωνών, κέντρου βάρους και διαγραφή θέσεων .....	132



6.2.4 Παρατηρήσεις από τη διαδικασία καθορισμού αριθμού διαδρόμου, ζωνών, κέντρου βάρους και τη διαδικασία διαγραφής θέσεων.....	132
6.2.5 Εισαγωγή των απαραίτητων δεδομένων/αρχείων .csv .....	137
6.2.5.1 Αρχείο με τα χαρακτηριστικά του αποθέματος (Stock).....	144
6.2.5.2 Αρχείο LocationMap.....	152
6.2.5.3 Αρχείο StockLocation .....	154
6.2.6 Παρατηρήσεις για τη διαδικασία εισαγωγής των αρχείων .csv .....	155
6.2.7 Slot Master Wizard .....	157
6.2.7.1 Ομάδα σεναρίων slotting: Run1 – 12012022.....	159
6.2.7.2 Ομάδα σεναρίων slotting: Run1 – 27012022.....	168
6.2.7.3 Εκτέλεση των σεναρίων Run1-02022022 και Run2-02022022 με είσοδο το αρχείο Stock_05 .....	170
6.2.7.4 Δοκιμή επιλογής εξισορρόπησης των ζωνών (Apply Zone Balancing).....	173
6.2.7.5 Δοκιμή εκτέλεσης σεναρίου με Sort Tolerance ≠ 0 .....	176
6.2.8 Παρατηρήσεις για το Slot Master Wizard .....	176
6.2.9 Εξαγωγή αναφορών του Slot Master (Reports) .....	178
6.2.10 Παρατηρήσεις από την εξαγωγή των αναφορών .....	180
Κεφάλαιο 7. Αξιολόγηση και σύγκριση αποτελεσμάτων του Slot Master Wizard για τα διαφορετικά σενάρια slotting.....	183
7.1 Σύγκριση των ομάδων σεναρίων Run1-12012022 και Run1-27012022 με χρήση των αναφορών του Slot Master .....	183
7.2 Αξιολόγηση και σύγκριση των σεναρίων βελτιστοποίησης Run1-02022022 και Run2-02022022 μέσω των αναφορών του Slot Master .....	186
7.3 Αξιολόγηση και σύγκριση των σεναρίων βελτιστοποίησης Run1-02022022 και Run2-02022022 μέσω του Run Heat Map .....	189
7.3.1 Heat Map με κριτήριο την ευθραυστότητα (Crushable).....	189
7.3.2 Heat Map με κριτήριο το είδος συσκευασίας (Ranking) .....	192
7.3.3 Heat Map με κριτήριο την ταχυκίνηση (Velocity).....	196
7.4 Σύγκριση των σεναρίων βελτιστοποίησης Run1-02022022 και Run2-02022022 μέσω δημιουργίας παραγγελίας και προσομοίωσης της αλληλουχίας συγκομιδής που ακολουθεί ο picker.....	198
7.5 Σύγκριση του σεναρίου Run1-02022022 με την κατάσταση αναφοράς (baseline)....	205
7.5.1 Σύγκριση ως προς την ευθραυστότητα (Crushable) .....	205
7.5.2 Σύγκριση ως προς το είδος συσκευασίας (Ranking) .....	207
Κεφάλαιο 8. Συμπεράσματα και επόμενα βήματα.....	209
Αναφορές .....	214
Παράρτημα Α. Αναφορές από το Warehouse Layout.....	220
Α.1 Λεπτομερής αναφορά («Detailed Report»).....	220

A.2 Περιληπτική αναφορά («Summary Report»).....	221
Παράρτημα Β. Αναφορές από το Slot Master.....	223
B.1 Αναφορές από το εικονίδιο «Analysis» .....	223
B.2 Αναφορές από το εικονίδιο «Diagnostics» .....	233

## Κατάλογος Σχημάτων

<b>Σχήμα 1.1: Καταμερισμός του λειτουργικού κόστους μίας αποθήκης.</b> (Insight Group Technologies Inc., 2017).....	24
<b>Σχήμα 1.2: Καταμερισμός του κόστους των εργατικών («Labour Breakdown»).</b> (Insight Group Technologies Inc., 2017).....	24
<b>Σχήμα 2.1: Στοίβαξη παλετών στο δάπεδο («Block (floor) pallet stacking»).</b> (Hinz, 2012) .	30
<b>Σχήμα 2.2: Ράφια «Back-to-back».</b> (Industry Search, 2022).....	31
<b>Σχήμα 2.3: Σύστημα ραφιών «Drive-in».</b> (AR Racking, 2022) .....	31
<b>Σχήμα 2.4: Ράφια βάρους («Gravity Racks»).</b> (Warehouse One, 2013).....	31
<b>Σχήμα 2.5: Ράφια «Push-Back».</b> (REB Storage Systems International, 2019) .....	32
<b>Σχήμα 2.6: Κινητά συστήματα ραφιών («Mobile Pallet Racking»).</b> (Mecalux, 2022) .....	32
<b>Σχήμα 2.7: Ράφια «Pallet Shuttle».</b> (Linde , 2022) .....	32
<b>Σχήμα 3.1: Οι δύο βασικοί τρόποι χωρισμού μίας αποθήκης σε ζώνες ταχυκινησίας.</b> (Erasmus Research Institute of Management (ERIM), χ.χ.).....	43
<b>Σχήμα 3.2: Σχηματική αναπαράσταση του τρόπου συλλογής παραγγελιών «pick-and-pass» σε αποθήκες όπου εφαρμόζεται το zone picking.</b> (Interlake Mecalux, 2021) .....	49
<b>Σχήμα 3.3: Σχηματική αναπαράσταση του τρόπου συλλογής παραγγελιών «pick-and-merge» σε αποθήκες όπου εφαρμόζεται το zone picking.</b> (Interlake Mecalux, 2021) .....	50
<b>Σχήμα 4.1: Λογότυπο της εταιρίας και του λογισμικού Slot3D.</b> (Slot3D, 2021).....	51
<b>Σχήμα 4.2: Στιγμιότυπο οθόνης από τον σχεδιασμό του τρισδιάστατου μοντέλου της αποθήκης στο περιβάλλον του Slot3D.</b> (Slot3D, 2021).....	52
<b>Σχήμα 4.3: Ορισμός της διαδρομής συλλογής των κωδικών στο λογισμικό Slot3D.</b> (Slot3D, 2021).....	53
<b>Σχήμα 4.4: Χρωματισμός των παλετοθέσεων της αποθήκης ανάλογα με την ταχυκινησία των κωδικών που έχουν ανατεθεί σε αυτές (στιγμιότυπο οθόνης από το Slot3D).</b> (Slot3D, 2021).....	53
<b>Σχήμα 4.5: Λογότυπο του λογισμικού OptiSlot DC της εταιρίας Optricity.</b> (Optricity, 2022) .....	55
<b>Σχήμα 4.6: Εικόνα μίας αποθήκης πριν (πάνω) και μετά (κάτω) τη βελτιστοποίηση της ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις. Οι χρωματισμοί των παλετοθέσεων αντικατοπτρίζουν την ταχυκινησία των κωδικών.</b> (Optricity, 2022).....	59
<b>Σχήμα 4.7: Λογότυπο της εταιρίας Royal 4 Systems.</b> (Royal 4 Systems, 2022).....	60
<b>Σχήμα 4.8: Λογότυπο του λογισμικού Smart Slotting της εταιρίας Storage Solutions.</b> (Heather Hutton - Storage Solutions, 2019).....	64
<b>Σχήμα 4.9: Στιγμιότυπο οθόνης από την απεικόνιση της αποθήκης στο λογισμικό Smart Slotting.</b> (Storage Solutions, 2022).....	65
<b>Σχήμα 4.10: Εικόνα της αποθήκης πριν (πάνω) και μετά (κάτω) την ανάθεση κωδικών με το λογισμικό Smart Slotting. Ο χρωματισμός των παλετοθέσεων αντικατοπτρίζει την ταχυκινησία των κωδικών που έχουν ανατεθεί σε αυτές.</b> (Storage Solutions, χ.χ.).....	68
<b>Σχήμα 4.11: Εικονίδιο του λογισμικού DC Expert 4.5.</b> .....	69
<b>Σχήμα 4.12: Απαιτήσεις συστήματος για την εγκατάσταση του λογισμικού DC Expert 4.5.</b> (Mantis Group, 2020) .....	70

Σχήμα 5.1: Ραφιάρα αποθήκης με απεικόνιση των σχετικών μεγεθών. (Mantis Group, 2020).....	74
Σχήμα 5.2: Δοκίδια ραφιάρας αποθήκης με απεικόνιση των σχετικών μεγεθών. (Mantis Group, 2020).....	74
Σχήμα 5.3: Παράθυρο διαμόρφωσης του προφίλ συγκομιδής της θέσης αποθήκευσης («Pickface Profile Editor»).....	78
Σχήμα 5.4: Διαμόρφωση της θέσης για διάφορες τιμές των pickface levels, pickslot levels και pickslot sections. ....	79
Σχήμα 5.5: Προσδιορισμός ταχυκινήσιων κωδικών που κάθε φάτνωμα δύναται να φιλοξενήσει ή/και απενεργοποίηση του φατνώματος («Set Disable») μέσω του παραθύρου καθορισμού προφίλ συγκομιδής.....	79
Σχήμα 5.6: Συντεταγμένες εντός της θέσης αποθήκευσης. (Mantis Group, 2020) .....	86
Σχήμα 5.7: Δεύτερη οθόνη του Slot Master Wizard - Βασικές ρυθμίσεις σεναρίου βελτιστοποίησης.....	88
Σχήμα 5.8: Μήνυμα που εμφανίζει το Slot Master Wizard στην περίπτωση επιλογής του κριτηρίου «Location Proximity» εάν δεν έχουν ορισθεί preferred points για την εκάστοτε οικογένεια.....	92
Σχήμα 5.9: Επιλογή κριτηρίου με βάση το οποίο θα δημιουργηθεί ο Heat Map. ....	94
Σχήμα 6.1: Επιλογή λειτουργίας Warehouse Layout για τον σχεδιασμό της αποθήκης. .	100
Σχήμα 6.2: Επιλογή «New» από το μενού «File» για τη δημιουργία νέου αρχείου στο Warehouse Layout.....	100
Σχήμα 6.3: Καθορισμός μονάδων μέτρησης και βασικών διαστάσεων του οικοπέδου της εγκατάστασης. ....	101
Σχήμα 6.4: Πλέγμα που αντικατοπτρίζει το οικόπεδο στο οποίο βρίσκεται η αποθήκη. Το λογισμικό δημιουργεί το πλέγμα μετά την εισαγωγή των βασικών διαστάσεων. ....	101
Σχήμα 6.5: Πρωταρχικός σχεδιασμός του κτηρίου της εγκατάστασης.....	102
Σχήμα 6.6: Καθορισμός του μήκους, πλάτους και ύψους της αποθήκης με ακρίβεια από τις ιδιότητες που έχουν εμφανισθεί στα δεξιά της οθόνης. ....	102
Σχήμα 6.7: Μετά από την διαμόρφωση του εξωτερικού της αποθήκης, η μετάβαση στο εσωτερικό αυτής γίνεται μέσω της επιλογής «Interior» από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης.....	102
Σχήμα 6.8: Προειδοποιητικό μήνυμα που εμφανίζει το λογισμικό μόλις ο χρήστης πατήσει το εικονίδιο «Interior». ....	103
Σχήμα 6.9: Επιλογή του «Storage Medium» από το μενού που βρίσκεται στην ενότητα «Interior Drawing» για τον σχεδιασμό των χώρων αποθήκευσης εντός της αποθήκης. .	104
Σχήμα 6.10: Εικόνα του χώρου αποθήκευσης («chamber») που δημιουργείται με σύρσιμο του ποντικιού μέσα στον χώρο της αποθήκης. Η αποθήκη φαίνεται σε κάτοψη. ....	104
Σχήμα 6.11: Οι ιδιότητες του storage medium που δημιουργήθηκε όπως εμφανίζονται στα αριστερά της οθόνης. ....	104
Σχήμα 6.12: Παράθυρο καθορισμού ονόματος των chambers.....	105
Σχήμα 6.13: Δημιουργία των τριών βασικών χώρων αποθήκευσης που στη συνέχεια εικάζεται πως θα μπορέσουν να διαμορφωθούν (λ.χ. ορισμός διαδρομών κλπ.) έτσι ώστε το σχέδιο να προσεγγίσει το μοντέλο της πραγματικής αποθήκης.....	105
Σχήμα 6.14: Καθορισμός προσανατολισμού των ραφιών σε επίπεδο chamber. ....	106

Σχήμα 6.15: Παράθυρο ρυθμίσεων των παραμέτρων του Storage Medium. Καθώς δεν ταιριάζει κάποιο από τα έτοιμα πακέτα ρυθμίσεων στο συγκεκριμένο case study επιλέγεται το «Add New» και εμφανίζεται το παράθυρο καθορισμού ονόματος του νέου template.....	107
Σχήμα 6.16: Εικόνα της αποθήκης όπως διαμορφώθηκε με ρύθμιση των παραμέτρων για τρία chambers.....	107
Σχήμα 6.17: Τρισδιάστατη απεικόνιση του τελικού σχεδίου της αποθήκης. ....	112
Σχήμα 6.18: Κάτοψη του τελικού σχεδίου της αποθήκης. ....	112
Σχήμα 6.19: Πραγματικό στιγμιότυπο οθόνης από το λογισμικό AUTOCAD στο οποίο απεικονίζεται το πραγματικό σχέδιο της εγκατάστασης. ....	112
Σχήμα 6.20: Επιλογή «Analysis» του μενού μέσω της οποίας μπορούν να εξαχθούν δύο reports σχετικά με τη χωρητικότητα της αποθήκης. Το ένα report είναι αναλυτικό και το άλλο περιληπτικό. ....	113
Σχήμα 6.21: Στιγμιότυπο οθόνης από την αναφορά «Summary Warehouse Report» που αφορά στις διαστάσεις της αποθήκης. ....	113
Σχήμα 6.22: Στιγμιότυπο οθόνης από την αναφορά «Summary Warehouse Report» που αφορά στις πληροφορίες των chambers και των φατνωμάτων. ....	114
Σχήμα 6.23: Εικονίδιο μέσω του οποίου γίνεται εξαγωγή του μοντέλου από το Warehouse Layout και εισαγωγή του στο Slot Master.....	116
Σχήμα 6.24: Αναδυόμενο παράθυρο στο περιβάλλον του Slot Master που ενημερώνει τον χρήστη για τον αριθμό των θέσεων που εισήχθησαν με επιτυχία από το Warehouse Layout.....	116
Σχήμα 6.25: Παράθυρο με τις επιλογές που έχει ο χρήστης για την ομάδα θέσεων που έχει επιλέξει. Η επιλογή ανάθεσης προφίλ συγκομιδής στις θέσεις είναι η πρώτη που εμφανίζεται στο παράθυρο.....	118
Σχήμα 6.26: Προφίλ συγκομιδής B1 – Disabled. ....	119
Σχήμα 6.27: Προφίλ συγκομιδής B2 – Disabled. ....	119
Σχήμα 6.28: Προφίλ συγκομιδής B3 – Disabled. ....	120
Σχήμα 6.29: Προφίλ συγκομιδής B1 – Αριστερά προς τα δεξιά.....	120
Σχήμα 6.30: Προφίλ συγκομιδής B1 – Δεξιά προς τα αριστερά.....	121
Σχήμα 6.31: Προφίλ συγκομιδής B2 – Αριστερά προς τα δεξιά.....	121
Σχήμα 6.32: Προφίλ συγκομιδής B2 – Δεξιά προς τα αριστερά.....	122
Σχήμα 6.33: Προφίλ συγκομιδής B3 – Αριστερά προς τα δεξιά.....	122
Σχήμα 6.34: Προφίλ συγκομιδής B3 – Δεξιά προς τα αριστερά.....	123
Σχήμα 6.35: Εικόνα του χάρτη της αποθήκης σε κάτοψη μετά την ανάθεση των προφίλ συγκομιδής. Με διαφορετικά χρώματα απεικονίζονται τα φατνώματα στα οποία έχουν ανατεθεί διαφορετικά προφίλ.....	124
Σχήμα 6.36: Απεικόνιση του τρόπου με τον οποίο θα ομαδοποιηθούν τα chambers με την εντολή «Group Chambers».....	124
Σχήμα 6.37: Η επιλογή «Group Chambers» εμφανίζεται στον χρήστη μετά το μαρκάρισμα των επιλεγμένων θέσεων που είναι επιθυμητό να ανήκουν στο ίδιο chamber.....	125
Σχήμα 6.38: Το παράθυρο που εμφανίζεται μετά το πάτημα της επιλογής «Group Chambers» προκειμένου να ολοκληρωθεί η ομαδοποίηση.....	125
Σχήμα 6.39: Απεικόνιση των ορίων των chambers μετά την ομαδοποίηση του χώρου των κατεψυγμένων (μπλε περίγραμμα).....	126
Σχήμα 6.40: Απεικόνιση των ορίων των chambers μετά την ομαδοποίησή τους στους τρεις ξεχωριστούς αποθηκευτικούς χώρους της αποθήκης.....	126

Σχήμα 6.41: Απεικόνιση των φατνωμάτων και των διαδρόμων του χώρου των κατεψυγμένων από τα οποία γίνεται συλλογή προϊόντων σε Microsoft Excel. Αυτή η φορά συλλογής θα αποτυπωθεί και στο λογισμικό.....	127
Σχήμα 6.42: Παράθυρο καθορισμού της αλληλουχίας συλλογής του chamber των κατεψυγμένων. Με κόκκινα βέλη απεικονίζεται η φορά picking που πρέπει να αποτυπωθεί.....	127
Σχήμα 6.43: Αποτύπωση του picking sequence που φαίνεται στο σχήμα 6.42 στο λογισμικό.....	128
Σχήμα 6.44: Παράθυρο καθορισμού της αλληλουχίας συλλογής του chamber των εύφλεκτων κωδικών. Με κόκκινα βέλη απεικονίζεται η φορά picking που πρέπει να αποτυπωθεί.....	129
Σχήμα 6.45: Αποτύπωση του picking sequence που φαίνεται στο σχήμα 6.44 στο λογισμικό.....	129
Σχήμα 6.46: Παράθυρο καθορισμού της αλληλουχίας συλλογής του chamber των εύφλεκτων κωδικών. Με κόκκινα βέλη απεικονίζεται η φορά picking που πρέπει να αποτυπωθεί.....	130
Σχήμα 6.47: Αποτύπωση του picking sequence που φαίνεται στα αριστερά του σχήματος 6.46 στο λογισμικό.....	130
Σχήμα 6.48: Αποτύπωση του picking sequence που φαίνεται στα δεξιά του σχήματος 6.46 στο λογισμικό.....	130
Σχήμα 6.49: Πλέον μαρκάροντας μία ομάδα φατνωμάτων ο χρήστης μπορεί να πατήσει πάνω σε όλες τις επιλογές του παραθύρου «Display Options».....	132
Σχήμα 6.50: Παράθυρο καθορισμού αριθμού διαδρόμου για την επιλεγμένη περιοχή.....	132
Σχήμα 6.51: Εικόνα της αποθήκης μετά τη διαγραφή των δύο θέσεων στο σημείο που υπάρχει το κόκκινο πλαίσιο.....	133
Σχήμα 6.52: Παράθυρο που εμφανίζεται μετά το κλικ πάνω στην επιλογή «Assign Zone Number».....	133
Σχήμα 6.53: Εικόνα του χάρτη της αποθήκης μετά τον καθορισμό των ζωνών και την επιλογή του «Run Zone Mapping».....	134
Σχήμα 6.54: Ορισμός κέντρου βάρους με κλικ στην επιλογή «Set Preferred Point» της καρτέλας «Display» από το μενού που βρίσκεται στο πάνω μέρος της οθόνης.....	134
Σχήμα 6.55: Παράθυρο καθορισμού του κέντρου βάρους της αποθήκης.....	134
Σχήμα 6.56: Τοποθέτηση του κέντρου βάρους της αποθήκης πάνω στον χάρτη αυτής.....	135
Σχήμα 6.57: Απεικόνιση του κέντρου βάρους της αποθήκης μέσω ομόκεντρων κύκλων.....	136
Σχήμα 6.58: Δημιουργία του αρχείου .csv στο οποίο θα εισαχθούν οι πληροφορίες σχετικά με το απόθεμα. Η επιλογή αυτή δημιουργεί ένα αρχείο που έχει ως στήλες τα χαρακτηριστικά των κωδικών που πρέπει να εισαχθούν.....	138
Σχήμα 6.59: Αλλαγές στις επιλογές της ενότητας «Data Operations» μετά την εισαγωγή του αρχείου Stock.....	138
Σχήμα 6.60: Μήνυμα σφάλματος που εμφανίζει το λογισμικό σε περίπτωση που δεν μπορεί να διαβάσει το αρχείο Stock.....	139
Σχήμα 6.61: Μηνύματα σφάλματος που εμφανίζει το λογισμικό στην περίπτωση όπου υπάρχει κάποια λανθασμένη καταχώρηση (δεξί πάνω μήνυμα) ή λείπει κάποιο από τα υποχρεωτικά δεδομένα (κάτω μήνυμα).....	139
Σχήμα 6.62: Μηνύματα που εμφανίζει το λογισμικό εφόσον το αρχείο Stock πληροί τις προϋποθέσεις για εισαγωγή του στο λογισμικό.....	140

Σχήμα 6.63: Πληροφορίες που εμφανίζει το λογισμικό μετά το πάτημα της επιλογής «View Families». Στο συγκεκριμένο στιγμιότυπο έχει ζητηθεί από το λογισμικό να ταξινομήσει τις οικογένειες κατά φθίνουσα σειρά ευθραυστότητας. ....	141
Σχήμα 6.64: Επιλογή «Create Baseline Template» για δημιουργία των αρχείων της κατάστασης αναφοράς και «Import Baseline» για εισαγωγή τους.....	142
Σχήμα 6.65: Παράθυρο που ενημερώνει τον χρήστη πως εντοπίστηκε το αρχείο «LocationMap» και μπορεί να εισαχθεί στο Slot Master.....	142
Σχήμα 6.66: Παράθυρο που ενημερώνει τον χρήστη πως εντοπίστηκε το αρχείο «StockLocation» και μπορεί να εισαχθεί στο Slot Master. ....	142
Σχήμα 6.67: Μήνυμα ολοκλήρωσης της διαδικασίας εισαγωγής του baseline. ....	143
Σχήμα 6.68: Μήνυμα ολοκλήρωσης της διαδικασίας εισαγωγής του baseline στην περίπτωση όπου μόνο το αρχείο «LocationMap» έχει ίδια ονομασία με το αρχείο κατάληξης .smb1. ....	143
Σχήμα 6.69: Μήνυμα ολοκλήρωσης της διαδικασίας εισαγωγής του baseline στην περίπτωση όπου μόνο το αρχείο «StockLocation» έχει ίδια ονομασία με το αρχείο κατάληξης .smb1. ....	143
Σχήμα 6.70: Σχηματική απεικόνιση των μεγεθών x, y, z, α και β που θα χρησιμοποιηθούν στις παρακάτω εξισώσεις. ....	147
Σχήμα 6.71: Διαστάσεις ευρωπαϊκής 80x120. (mertzanidis stores, 2021) .....	148
Σχήμα 6.72: Αντιστοίχιση του αριθμού των slots όπως καταγράφονται στο λογισμικό και στην πραγματική αποθήκη στην περίπτωση φοράς συλλογής από δεξιά προς τα αριστερά. ....	154
Σχήμα 6.73: Μήνυμα σφάλματος κατά την εισαγωγή του αρχείου Stock. ....	155
Σχήμα 6.74: Μήνυμα σφάλματος που εμφανίζει το λογισμικό κατά την εισαγωγή του αρχείου Stock στην περίπτωση όπου αυτό είναι παράλληλα ανοιχτό στο Microsoft Excel. ....	156
Σχήμα 6.75: Δημιουργία του αρχείου .csv στην περίπτωση όπου ο υπολογιστής έχει ελληνικές ρυθμίσεις περιοχής. ....	156
Σχήμα 6.76: Δημιουργία του αρχείου .csv στην περίπτωση όπου ο υπολογιστής έχει καναδικές ρυθμίσεις περιοχής. ....	156
Σχήμα 6.77: Εικονίδιο «Optimize Layout» στην ενότητα «Optimization» του μενού που βρίσκεται στο πάνω μέρος της οθόνης. ....	158
Σχήμα 6.78: Παράθυρο επιλογής/δημιουργίας σεναρίου βελτιστοποίησης. ....	158
Σχήμα 6.79: Παράθυρο ορισμού ονομασίας για το νέο σενάριο βελτιστοποίησης. ....	158
Σχήμα 6.80: Πρώτη οθόνη του Slot Master Wizard. ....	159
Σχήμα 6.81: Δεύτερη οθόνη του Slot Master Wizard.....	160
Σχήμα 6.82: Τρίτη οθόνη του Slot Master Wizard.....	162
Σχήμα 6.83: Τέταρτη οθόνη του Slot Master Wizard.....	163
Σχήμα 6.84: Πέμπτη οθόνη του Slot Master Wizard. ....	164
Σχήμα 6.85: Έκτη οθόνη του Slot Master Wizard – Πρώτη οθόνη σύνοψης.....	164
Σχήμα 6.86: Έβδομη οθόνη του Slot Master Wizard.....	165
Σχήμα 6.87: Όγδοη οθόνη του Slot Master Wizard.....	165
Σχήμα 6.88: Ένατη οθόνη του Slot Master Wizard - Δεύτερη οθόνη σύνοψης. ....	166
Σχήμα 6.89: Δέκατη και τελευταία οθόνη πριν την έναρξη της εκτέλεσης του σεναρίου. ....	167
Σχήμα 6.90: Ενδέκατη οθόνη του Slot Master Wizard. ....	167
Σχήμα 6.91: Δωδέκατη και τελευταία οθόνη του Slot Master Wizard. ....	168
Σχήμα 6.92: Οθόνη οπτικοποίησης του slotting για τα σενάρια με picking παλετών. ....	169

Σχήμα 6.93: Τελευταία οθόνη με τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης για τα σενάρια με picking παλετών.....	170
Σχήμα 6.94: Χάρτης της αποθήκης στον οποίο απεικονίζονται με διαφορετικό χρωματισμό τα δεσμευμένα και τα μη δεσμευμένα φατνώματα με βάση το σενάριο Run1-27012022-ΒΟΗ.....	171
Σχήμα 6.95: Κριτήρια βελτιστοποίησης για το σενάριο Run2-02022022.....	173
Σχήμα 6.96: Δεύτερη οθόνη του Slot Master Wizard στην περίπτωση όπου είναι επιθυμητή η εξισορρόπηση μεταξύ των ζωνών («Zone Balancing»).....	174
Σχήμα 6.97: Τέταρτη οθόνη του Slot Master Wizard στην περίπτωση επιλογής του Zone Balancing.....	174
Σχήμα 6.98: Πέμπτη οθόνη του Slot Master Wizard στην περίπτωση επιλογής του Zone Balancing.....	175
Σχήμα 6.99: Δέκατη οθόνη του Slot Master Wizard στην περίπτωση επιλογής του Zone Balancing.....	175
Σχήμα 6.100: Μήνυμα που εμφανίζει το λογισμικό κατά την προσπάθεια απο-επιλογής των θέσεων.....	177
Σχήμα 6.101: Εικονίδια για την εξαγωγή των αναφορών. Στο σχήμα έχει πατηθεί το εικονίδιο «Analysis».....	178
Σχήμα 6.102: Παράθυρο επιλογής σεναρίου για το οποίο θα εξαχθεί το εκάστοτε report.....	178
Σχήμα 6.103: Τελευταίο παράθυρο πριν την εξαγωγή της επιθυμητής αναφοράς.....	179
Σχήμα 6.104: Παράθυρο επιλογής πριν την εξαγωγή της αναφοράς «Comparison».....	179
Σχήμα 6.105: Αναφορά «Bay Profile By Chamber» σε μορφή .csv.....	182
Σχήμα 7.1: Χάρτης της αποθήκης στον οποίο απεικονίζονται με διαφορετικό χρωματισμό τα δεσμευμένα και τα μη δεσμευμένα φατνώματα με βάση το σενάριο Run1-02022022.....	187
Σχήμα 7.2: Χάρτης της αποθήκης στον οποίο απεικονίζονται με διαφορετικό χρωματισμό τα δεσμευμένα και τα μη δεσμευμένα φατνώματα με βάση το σενάριο Run2-02022022. Με μπλε κύκλους απεικονίζεται το κέντρο βάρους.....	188
Σχήμα 7.3: Παράθυρο επιλογής κριτηρίων του Heat Map βάσει ευθραυστότητας για το Run1-02022022.....	190
Σχήμα 7.4: Παράθυρο επιλογής κριτηρίων του Heat Map βάσει ευθραυστότητας για το Run2-02022022.....	190
Σχήμα 7.5: Heat Map βάσει ευθραυστότητας για το Run1-02022022.....	191
Σχήμα 7.6: Heat Map βάσει ευθραυστότητας για το Run2-02022022.....	192
Σχήμα 7.7: Παράθυρο επιλογής κριτηρίων του Heat Map βάσει είδους συσκευασίας για το Run1-02022022.....	194
Σχήμα 7.8: Παράθυρο επιλογής κριτηρίων του Heat Map βάσει είδους συσκευασίας για το Run2-02022022.....	194
Σχήμα 7.9: Heat Map βάσει είδους συσκευασίας για το Run1-02022022.....	194
Σχήμα 7.10: Heat Map βάσει είδους συσκευασίας για το Run2-02022022.....	195
Σχήμα 7.11: Παράθυρο επιλογής κριτηρίων του Heat Map βάσει ταχυκινήσις για το Run1-02022022.....	197
Σχήμα 7.12: Παράθυρο επιλογής κριτηρίων του Heat Map βάσει ταχυκινήσις για το Run2-02022022.....	197
Σχήμα 7.13: Heat Map βάσει ταχυκινήσις για το Run1-02022022.....	197



Σχήμα 7.14: Heat Map βάσει ταχυκινησίας για το Run2-02022022.....	198
Σχήμα 7.15: Παράθυρο επιλογής κριτηρίων του Heat Map βάσει ευθραυστότητας για την Baseline.....	205
Σχήμα 7.16: (Πάνω) Heat Map βάσει ευθραυστότητας για την baseline. (Κάτω) Heat Map βάσει ευθραυστότητας για το Run1-02022022.....	206
Σχήμα 7.17: Παράθυρο επιλογής κριτηρίων του Heat Map βάσει είδους συσκευασίας για την Baseline. ....	207
Σχήμα 7.18: (Πάνω) Heat Map βάσει είδους συσκευασίας για την baseline. (Κάτω) Heat Map βάσει είδους συσκευασίας για το Run1-02022022. ....	207
Σχήμα A.1: Πρώτη σελίδα της αναλυτικής (λεπτομερούς) αναφοράς που εξάγεται από το Warehouse Layout.....	220
Σχήμα A.2: Πρώτη σελίδα της περιληπτικής αναφοράς που εξάγεται από το Warehouse Layout.....	221
Σχήμα A.3: Δεύτερη και τελευταία σελίδα της περιληπτικής αναφοράς που εξάγεται από το Warehouse Layout. ....	222
Σχήμα B.1: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «By Family».....	223
Σχήμα B.2: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «By SKU».....	224
Σχήμα B.3: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «By Chamber/Aisle».....	225
Σχήμα B.4: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «By Location». ....	226
Σχήμα B.5: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «By Zone». ....	227
Σχήμα B.6: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «Unslotted Items». ....	228
Σχήμα B.7: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «Empty Locations». ....	229
Σχήμα B.8: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «Empty Slots». ....	230
Σχήμα B.9: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «Comparison». Η σύγκριση έχει γίνει με την κατάσταση αναφοράς.....	231
Σχήμα B.10: Πρώτη και μοναδική σελίδα της αναφοράς «Zone Summary».....	232
Σχήμα B.11: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «Bay Profile By Chamber».....	233
Σχήμα B.12: Πρώτη και μοναδική σελίδα της αναφοράς «Bay Profile Distribution By Chamber».....	234
Σχήμα B.13: Πρώτη και μοναδική σελίδα της αναφοράς «Bay Profile Utilization By Chamber».....	235
Σχήμα B.14: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «Slots Utilization By Chamber».....	236
Σχήμα B.15: Πρώτη και μοναδική σελίδα της αναφοράς «CubeFill». ....	237
Σχήμα B.16: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «CubeFill By Location». ....	238

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1: Καταμερισμός του παράγοντα κόστους «labor» ανά διαδικασία της αποθήκης. (Insight Group Technologies Inc., 2017) .....	25
Πίνακας 4.1: Τιμές μεγεθών που σχετίζονται με τη λειτουργία αποθήκης σε μελέτη περίπτωσης πριν και μετά την εφαρμογή του Smart Slotting. ....	68
Πίνακας 6.1: Παράμετροι των τεσσάρων templates που δημιουργήθηκαν για την ακριβή αποτύπωση του χώρου αποθήκευσης των κατεψυγμένων.....	108
Πίνακας 6.1I: Παράμετροι των πέντε templates που δημιουργήθηκαν για την ακριβή αποτύπωση του χώρου ξηρής αποθήκευσης.....	109
Πίνακας 6.1II: Παράμετροι του template που δημιουργήθηκε για την ακριβή αποτύπωση του χώρου αποθήκευσης των εύφλεκτων κωδικών.....	110
Πίνακας 6.IV: Ύψη παλετών που φιλοξενεί η αποθήκη και δυνατότητα αποθήκευσης τους σε κάθε ένα από τα τρία διαφορετικά ύψη παλετοθέσεων. ....	111
Πίνακας 6.V: Σύγκριση βασικών δεδομένων του μοντέλου της αποθήκης στο DC Expert 4.5 με την πραγματική αποθήκη. ....	114
Πίνακας 6.VI: : Χωρισμός των προϊόντων σε κλάσεις ταχυκινησίας με βάση τις πωλήσεις παλετών ανά εβδομάδα και εύρος αριθμητικών τιμών της εκάστοτε κλάσης.....	145
Πίνακας 6.VII: Χωρισμός των προϊόντων σε κλάσεις ευθραυστότητας με βάση το ειδικό βάρος, αντιστροφή του αριθμού των κλάσεων και εύρος αριθμητικών τιμών της εκάστοτε κλάσης.....	149
Πίνακας 6.VIII: Κωδικός που αντιστοιχεί στο εκάστοτε είδος συσκευασίας. Τα νούμερα των παρακάτω κωδικών θα εισαχθούν στη στήλη «Ranking». ....	150
Πίνακας 6.IX: Διαφορές μεταξύ των αρχείων Stock_01, Stock_02, Stock_03 και Stock_04. ....	152
Πίνακας 6.X: Χαρακτηριστικά των τεσσάρων σεναρίων της ομάδας Run1-12012022. ....	159
Πίνακας 6.XI: Χαρακτηριστικά των τεσσάρων σεναρίων της ομάδας Run1-27012022. ....	168
Πίνακας 6.XII: Σύγκριση αρχείων Stock_04 και Stock_05 ως προς τον αριθμό κωδικών ανά ζώνη. ....	172
Πίνακας 6.XIII: Αριθμός κωδικών που ανατίθενται στο εκάστοτε chamber και σύγκριση με τη χωρητικότητά του. ....	172
Πίνακας 7.1: Σύγκριση των οκτώ διαφορετικών σεναρίων των ομάδων Run1-12012022 και Run1-27012022 ως προς τους κωδικούς που μένουν εκτός ανάθεσης και τις μη-δεσμευμένες θέσεις αποθήκευσης. ....	184
Πίνακας 7.1I: Σύγκριση των σεναρίων Run1-02022022 και Run2-02022022 ως προς τους κωδικούς που μένουν εκτός ανάθεσης και τις μη-δεσμευμένες θέσεις αποθήκευσης....	187
Πίνακας 7.1II: Αριθμός κωδικών ανά κλάση ευθραυστότητας και ποσοστό επί του συνολικού. ....	189
Πίνακας 7.IV: Καθορισμός ποσοστών Top και Bottom για τον Heat Map βάσει ευθραυστότητας των σεναρίων Run1-02022022 και Run2-02022022.....	190
Πίνακας 7.V: Αριθμός κωδικών ανά είδος συσκευασίας και ποσοστό επί του συνολικού. ....	193

Πίνακας 7.VI: Καθορισμός ποσοστών Top και Bottom για τον Heat Map βάσει είδους συσκευασίας των σεναρίων Run1-02022022 και Run2-02022022. ....	193
Πίνακας 7.VII: Αριθμός κωδικών ανά κλάση ταχυκινησίας και ποσοστό επί του συνολικού. ....	196
Πίνακας 7.VIII: Καθορισμός ποσοστών Top και Bottom για τον Heat Map βάσει ταχυκινησίας των σεναρίων Run1-02022022 και Run2-02022022. ....	196
Πίνακας 7.IX: Κωδικοί που επιλέγονται για τη σύγκριση. ....	199
Πίνακας 7.X: Παλετοθέσεις στις οποίες ανατίθενται οι επιλεγμένοι κωδικοί στην κατάσταση αναφοράς, στην προσπάθεια βελτιστοποίησης χωρίς χρήση λογισμικού και στα σεναρία Run1-02022022 και Run2-02022022. ....	200
Πίνακας 7.XI: Αριθμός κωδικών που βρίσκονται σε διαφορετικούς διαδρόμους μεταξύ των σεναρίων. ....	201
Πίνακας 7.XII: Σειρά picking των επιλεγμένων κωδικών στο σενάριο Run1-02022022. ..	202
Πίνακας 7.XIII: Σειρά picking των επιλεγμένων κωδικών στο σενάριο Run2-02022022. .	204

## Αρκτικόλεξα

**ΚΑΔ:** Κέντρο Αποθήκευσης και Διανομής

**ERP:** Enterprise Resource Planning

**WMS:** Warehouse Management System

**YMS:** Yard Management System (FourKites, 2022)

**3PL:** Third-Party Logistics

**VLM:** Vertical Lift Modules

**VNA:** Very Narrow Aisles

**SKU:** Storage Keeping Unit

**MHE:** Material Handling Equipment (Warehouse Systems Limited (WSL), 2017)

**COI:** Cube per Order Index

**ROI:** Return On Investment

**BOH:** Balance On Hand

**AI:** Artificial Intelligence

**ML:** Machine Learning

**FIFO:** First In First Out

**LIFO:** Last In First Out

## Ορολογία

**Warehouse:** αποθήκη. Κτήριο που εξυπηρετεί την αποθήκευση και διαχείριση α' υλών, ημιέτοιμων ή έτοιμων προϊόντων.

**Facility:** εγκατάσταση.

**Labor ή Labour:** εργατικό δυναμικό ή εργασία. Βασικός παράγοντας κόστους σε μία αποθήκη.

**Baseline:** κατάσταση αναφοράς.

**Third-Party Logistics company:** εταιρία που προσφέρει υπηρεσίες εφοδιαστικής αλυσίδας σε άλλες εταιρίες. Μία εταιρία μπορεί να αναθέσει εξωτερικά σε μία 3PL company είτε όλες τις διαδικασίες που αφορούν στην εφοδιαστική αλυσίδα είτε μέρος αυτών (LaGore, 2019).

**Cross-dock:** εγκατάσταση που εξυπηρετεί την προσωρινή αποθήκευση αγαθών που φτάνουν σε αυτό προκειμένου να διανεμηθούν στη συνέχεια.

**Capacity:** στην περίπτωση των αποθηκών με τον όρο αυτό περιγράφεται συνήθως η χωρητικότητα/ αποθηκευτική ικανότητα της αποθήκης. Μετρείται συνήθως είτε σε όγκο είτε σε αριθμό παλετών που μπορούν να αποθηκευτούν.

**Utilization:** βαθμός εκμετάλλευσης της αποθήκης. Συνήθως εκφράζεται με ποσοστό το οποίο υπολογίζεται ως ο όγκος της αποθήκης που αξιοποιείται για την αποθήκευση των ειδών προς τον συνολικό όγκο θέσεων αποθήκευσης της αποθήκης.

**Rough Layout:** βασικός χωροταξικός σχεδιασμός μίας εγκατάστασης. Κατά τον σχεδιασμό αυτό λαμβάνονται αποφάσεις σχετικά με τον χωρισμό της εγκατάστασης σε επιμέρους χώρους καθώς και σχετικά με την έκταση αυτών. Σε αυτό το στάδιο δεν λαμβάνονται αποφάσεις σχετικά με τη διαμόρφωση του εσωτερικού των χώρων/ τμημάτων της αποθήκης.

**Warehouse Management System (WMS):** εφαρμογή λογισμικού που αυτοματοποιεί και διαχειρίζεται τις διαδικασίες της αποθήκης ενός οργανισμού. Το WMS παρέχει ένα κεντρικό και ενιαίο περιβάλλον λογισμικού («interface») για την επεξεργασία, τη διαχείριση και την παρακολούθηση των λειτουργικών διαδικασιών μιας αποθήκης (Techopedia, χ.χ.).

**Yard Management System (YMS):** πρόκειται για λογισμικό το οποίο είναι σχεδιασμένο ώστε να διαχειρίζεται την κίνηση των τρέιλερ στην «αυλή» ή αλλιώς στον ανοιχτό χώρο που βρίσκεται γύρω από μία εγκατάσταση, ένα κέντρο διανομής ή μία αποθήκη (FourKites, 2022).

**Depot:** σημείο που αφήνουν οι συλλέκτες μίας αποθήκης του κωδικούς που έχουν προκύψει από τη συγκομιδή και εκκινούν για τη συλλογή της επόμενης παραγγελίας.

**Dock ή Loading and unloading area:** ο χώρος των ραμπών ή αλλιώς ο χώρος φορτοεκφόρτωσης σε μία αποθήκη. Οι ράμπες αποτελούν σημεία εκφόρτωσης αγαθών από τα φορτηγά και εισόδου τους στην αποθήκη ή/και σημεία εξόδου αγαθών από την αποθήκη και φόρτωσής τους στα φορτηγά μεταφοράς (Sunol, 2021).

**Receiving Area:** χώρος παραλαβών των εισερχόμενων προϊόντων σε μία αποθήκη.

**Storage Area ή Reverse Area:** πρόκειται για τους χώρους της αποθήκης όπου εξυπηρετούν μόνο την αποθήκευση των κωδικών. Από τις περιοχές αυτές δεν γίνεται συλλογή των προϊόντων για την κάλυψη παραγγελιών («picking») παρά μόνο ανατροφοδότηση των παλετοθέσεων της περιοχής από την οποία γίνεται συλλογή (βλ. επόμενο ορισμό).

**Order Picking Area ή Forward Area:** ο χώρος της αποθήκης από τον οποίο οι συλλέκτες πραγματοποιούν τη συλλογή των προϊόντων για την ικανοποίηση των παραγγελιών. Στον χώρο αυτό μεταφέρονται από τους χώρους που εξυπηρετούν αποκλειστικά την αποθήκευση («storage areas», βλ. παραπάνω ορισμό) συγκεκριμένες ποσότητες κάθε κωδικού και αποθηκεύονται μέχρι τη στιγμή της συγκομιδής τους.

**Replenishment:** αναπλήρωση αποθέματος. Η διαδικασία μεταφοράς μονάδων ενός κωδικού από την περιοχή αποθήκευσης («storage area») στην περιοχή συλλογής («order picking area»). Η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα είτε όταν τελειώσει το απόθεμα ενός κωδικού στον χώρο συλλογής είτε προγραμματισμένα μέσα στην μέρα προκειμένου να προληφθεί η οποιαδήποτε έλλειψη αποθέματος.

**Dispatch:** ο χώρος της αποθήκης στον οποίο συγκεντρώνονται οι κωδικοί που έχουν συλλεχθεί από τους pickers, ομαδοποιούνται ανά παραγγελία και συσκευάζονται προκειμένου στη συνέχεια να σταλούν στον πελάτη. Στον χώρο αυτό πραγματοποιείται και τελικός έλεγχος συμμόρφωσης των κωδικών και των ποσοτήτων αυτών που έχουν συλλεχθεί με τις εντολές παραγγελίας (AR Racking, 2020).

**Marshalling ή Staging Area:** χώρος της αποθήκης χωρίς ράφια στον οποίο τα προϊόντα στοιβάζονται/ τοποθετούνται προσωρινά στο δάπεδο (Interlake Mecalux, 2021).

**Racks:** ραφιέρες/ ράφια αποθήκευσης.

**Flow racks:** ραφιέρες κατασκευασμένες με τέτοιο τρόπο ώστε τα κιβώτια ή οι παλέτες να μετακινούνται από τη μία άκρη της ραφιάρας στην άλλη (Floyd, 2018). Συνήθως, η κίνηση επιτυγχάνεται είτε με μηχανικά μέσα είτε με εκμετάλλευση της βάρους («gravity flow racks»).

**Storage medium:** είδος αποθηκευτικού μέσου.

**Balance On Hand (BOH):** στιγμιότυπο/ εικόνα του αποθέματος μίας αποθήκης.

**Storage Keeping Unit (SKU):** κωδικός προϊόντος. Κάθε ξεχωριστός τύπος προϊόντος έχει ένα μοναδικό κωδικό (8ψήφιο ή και παραπάνω) αποτελούμενο από αριθμούς και γράμματα μέσω των οποίων ενδέχεται να προσδιορίζονται χαρακτηριστικά του κωδικού όπως ο κατασκευαστής, η μάρκα, το χρώμα, το μέγεθος κλπ. (Bloomenthal, 2020), (Shopify, χ.χ.)

**Chamber:** Πρόκειται για όρο που χρησιμοποιείται στο λογισμικό DC Expert 4.5 και περιγράφει κάθε ξεχωριστό χώρο αποθήκευσης.

**Φάτνωμα:** ενιαίος χώρος αποθήκευσης κατά μήκος μίας δοκίδας.

**Slot:** παλετοθέση. Υποδιαίρεση του φατνώματος.

**Beam:** δοκίδα ραφιάρας.

**Stocker:** Ο εργαζόμενος στον οποίο έχει ανατεθεί η αρμοδιότητα τοποθέτησης των προϊόντων στις θέσεις αποθήκευσης.

**Picker:** συλλέκτης ή πικαδόρος. Ο εργαζόμενος στον οποίο έχει ανατεθεί η αρμοδιότητα συλλογής των προϊόντων από τις θέσεις αποθήκευσης με στόχο την κάλυψη των αναγκών παραγγελιών.

**Picking:** διαδικασία συλλογής ή αλλιώς συγκομιδής των προϊόντων μέσα σε μία αποθήκη για την ικανοποίηση παραγγελιών.

**Picking List:** η λίστα που περιλαμβάνει τους κωδικούς προς συλλογή.

**Picking Route:** διαδρομή που ακολουθεί ο συλλέκτης μέσα στην αποθήκη για τη συγκομιδή των κωδικών της λίστας που του έχει δοθεί.

**Picking Sequence:** η σειρά με την οποία ο συλλέκτης επισκέπτεται τις παλετοθέσεις προκειμένου να συλλέξει τα προϊόντα της λίστας που του έχει δοθεί.

**Routing method:** η μέθοδος με την οποία καθορίζονται οι διαδρομές των συλλεκτών ή αλλιώς ο τρόπος κίνησης των συλλεκτών μέσα στην αποθήκη.

**Single-command picking orders:** εντολές παραγγελιών σύμφωνα με τις οποίες ένας συλλέκτης αναλαμβάνει τη συγκομιδή όλων των κωδικών μίας και μόνο παραγγελίας σε μία διαδρομή.

**Multi-command picking orders:** εντολές παραγγελιών σύμφωνα με τις οποίες ένας συλλέκτης αναλαμβάνει τη συγκομιδή κωδικών για περισσότερες από μία παραγγελίες σε μία διαδρομή.

**(Picking) Travel time:** χρονική διάρκεια της διαδρομής που διανύει ο συλλέκτης μίας αποθήκης για τη συλλογή κωδικών. Πρόκειται για τον χρόνο που απαιτείται προκειμένου ένας picker να συλλέξει τους κωδικούς είτε μία παραγγελίας είτε μίας παρτίδας

παραγγελιών. Ο χρόνος αυτός μετράει από το σημείο έναρξης της συλλογής και περιλαμβάνει την επίσκεψη στις θέσεις αποθήκευσης αλλά και την επιστροφή στο σημείο έναρξης για να ξεκινήσει την επόμενη διαδρομή (Logistik KNOWHOW, 2017).

**Product Family:** οικογένεια προϊόντων. Μια οικογένεια προϊόντων είναι μια ομάδα συναφών αγαθών που παράγονται από την ίδια εταιρία με την ίδια επωνυμία. Τα μεμονωμένα προϊόντα σε μια οικογένεια προϊόντων είναι συχνά αρκετά παρόμοια. Η σύνθεση, η συσκευασία και η τιμολόγησή τους μπορεί να είναι μοιάζει αλλά δεν είναι πανομοιότυπη για όλους τους κωδικούς (Kenton, 2021).

**Zone Formation ή Zoning:** χωρισμός της αποθήκης σε συγκεκριμένες περιοχές που ονομάζονται ζώνες και φιλοξενούν συγκεκριμένους κωδικούς. Σε κάθε ζώνη μπορούν να κινούνται ανά βάρδια συγκεκριμένοι συλλέκτες. Όταν εφαρμόζεται αυτή η τμηματοποίηση της αποθήκης κάθε συλλέκτης αναλαμβάνει τη συλλογή προϊόντων από μία μόνο ζώνη.

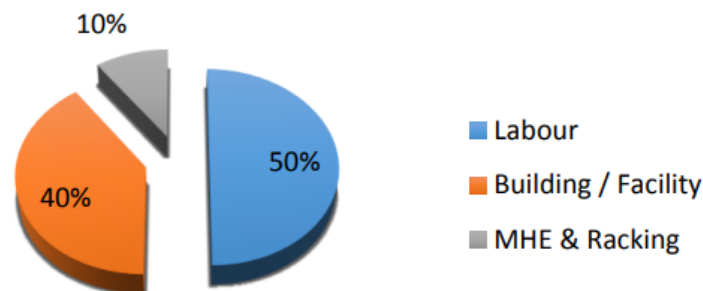
**Storage assignment:** η τοποθέτηση των κωδικών μίας αποθήκης στις θέσεις αποθήκευσης. Αυτή μπορεί να γίνεται τυχαία (άναρχα) ή σύμφωνα με κάποιο χάρτη αποθήκευσης κωδικών (δεσμευμένο σύστημα).

**Slotting:** διαδικασία αντιστοίχισης των κωδικών σε θέσεις αποθήκευσης.

## Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

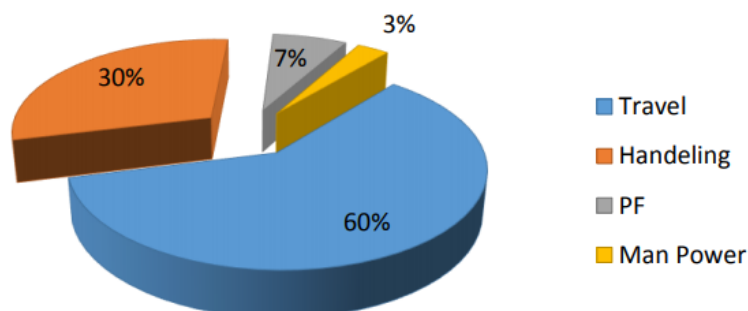
### 1.1 Αντικείμενο εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο την μελέτη των μεθόδων ανάθεσης των κωδικών ενός Κέντρου Αποθήκευσης και Διανομής στις επιμέρους θέσεις αποθήκευσης («storage assignment») καθώς και τη διερεύνηση τρόπων βελτιστοποίηση της ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις στις περιπτώσεις δεσμευμένων συστημάτων («slotting»). Βασικός σκοπός του βελτιστοποιημένου πλάνου slotting είναι η ελαχιστοποίηση της απόστασης που διανύουν οι εργαζόμενοι κατά τη διαδικασία της συλλογής κωδικών («picking») καθώς και η ελαχιστοποίηση του χρόνου ταξιδιού («travel time», (TUP - Redaktion, 2020)). Ο χρόνος μετάβασης από τη μία θέση αποθήκευσης στην επόμενη θεωρείται νεκρός χρόνος κατά την συλλογή των τεμαχίων μίας παραγγελίας, καθώς αποτελεί εργατώρες στις οποίες το έργο το οποίο παράγεται δεν προσθέτει αξία στο τελικό προϊόν (Bartholdi & Hackman, 2019). Παράλληλα, το πρόβλημα ελαχιστοποίησης του «χρόνου ταξιδιού» ή διαφορετικά μεγιστοποίησης της αξιοποίησης των εργατωρών αποτελεί το πρώτο υποψήφιο προς επίλυση κατά την προσπάθεια αύξησης του δείκτη απόδοσης σε ένα ΚΑΔ. Ο λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό είναι πως η εργασία («labour») καταλαμβάνει το υψηλότερο ποσοστό (50%) του κόστους μίας αποθήκης (Σχήμα 1.1). Ακολουθεί η ανοικοδόμηση του κτηρίου και το οικοπέδο της αποθήκης («Building/Facility») καταλαμβάνοντας ποσοστό ίσο με 40% και τέλος το 10% του κόστους αντιστοιχεί σε εξοπλισμό διαχείρισης των κωδικών («MHE») και μέσων αποθήκευσης («racking»).



Σχήμα 1.1: Καταμερισμός του λειτουργικού κόστους μίας αποθήκης. (Insight Group Technologies Inc., 2017)

Αναλύοντας περαιτέρω τις δραστηριότητες στις οποίες επιμερίζεται το κόστος/ χρόνος της εργασίας, διαπιστώνεται πως το 60% αντιστοιχεί σε μετακινήσεις εντός της αποθήκης («travel») και το 30% στη διαχείριση των ειδών (Σχήμα 1.2).



Σχήμα 1.2: Καταμερισμός του κόστους των εργατικών («Labour Breakdown»). (Insight Group Technologies Inc., 2017)



Με βάση την κατανομή του εργατικού κόστους ανά διαδικασία της αποθήκης («warehouse process») που φαίνεται στον πίνακα 1.1. Παρατηρούμε πως το μεγαλύτερο ποσοστό (55%) κατέχει η συλλογή των κωδικών με διαφορά από το αμέσως επόμενο που αποτελεί την σύνθεση των παραγγελιών (20%).

**Πίνακας 1.1: Καταμερισμός του παράγοντα κόστους «labor» ανά διαδικασία της αποθήκης.** (Insight Group Technologies Inc., 2017)

Διαδικασία Αποθήκης	Ποσοστό επί των εργατικών (%)
Παραλαβή εμπορευμάτων	15
Τοποθέτηση κωδικών στις θέσεις αποθήκευσης («Back-up storage/ Reserve »)	10
Συλλογή κωδικών	55
Σύνθεση παραγγελιών	20

Μία επένδυση με στόχο τη μείωση του χρόνου ταξιδιού των συλλεκτών προς τη συγκομιδή των ειδών της αποθήκης είναι η υιοθέτηση του δεσμευμένου συστήματος αποθήκευσης και κατάστρωση ενός βελτιστοποιημένου πλάνου ανάθεσης των κωδικών σε παλετοθέσεις. Ωστόσο, η εύρεση του βέλτιστου χάρτη ανάθεσης αποτελεί μία βασική πρόκληση που καλούνται να αντιμετωπίσουν όσοι εργάζονται στην οργάνωση των σύγχρονων αποθηκών.

Η λύση όπου η εκάστοτε εταιρία υιοθετεί η στο συγκεκριμένο πρόβλημα αποτελεί απόφαση στρατηγικού και λειτουργικού επιπέδου (De Koster, et al., 2006). Καθώς για τη δημιουργία ενός πλάνου slotting λαμβάνεται υπόψη μεγάλος αριθμός παραγόντων με αποτέλεσμα αυξημένη πολυπλοκότητα για ΚΑΔ που διαχειρίζονται πολλούς κωδικούς, έχουν αναπτυχθεί λογισμικά («software») τα οποία επιλύουν το συγκεκριμένο πρόβλημα. Ορισμένα από τα λογισμικά αυτά καταγράφονται, αναλύονται ως προς τη λειτουργία τους, συγκρίνονται μεταξύ τους και επιλέγεται ένα προς δοκιμή. Στο πλαίσιο του δεύτερου μέρους της παρούσας πτυχιακής εργασίας εξετάζεται το επιλεγμένο λογισμικό σε υπάρχουσα μελέτη περίπτωσης («case study»). Το λογισμικό το οποίο επιλέγεται αναλύεται διεξοδικά ως προς τη λειτουργία του και δοκιμάζεται σε υπάρχουσα μελέτη περίπτωσης. Στόχος της δοκιμής είναι η αναλυτική περιγραφή των βημάτων από τη μοντελοποίηση της αποθήκης μέχρι και την εκτέλεση σεναρίων βελτιστοποίησης, ο εντοπισμός ενδεχόμενων δυσλειτουργιών του λογισμικού ή σημείων όπου χρήζουν προσοχής και η εξαγωγή συμπερασμάτων ως προς τη λειτουργικότητα και αποτελεσματικότητα του λογισμικού.

## 1.2 Δομή εργασίας

Στο Κεφάλαιο 2 πραγματοποιείται εισαγωγή στις αποφάσεις που λαμβάνονται στα πλαίσια της οργάνωσης ενός Κέντρου Αποθήκευσης και Διανομής προκειμένου να γίνει αντιληπτό από τον αναγνώστη της παρούσας εργασίας το επίπεδο αποφάσεων στο οποίο εντάσσεται το storage assignment καθώς και το είδος των αποφάσεων που ήδη έχουν ληφθεί πριν από αυτό το στάδιο. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται αντιληπτός ο αριθμός των παραμέτρων που σχετίζονται με την εγκατάσταση και λαμβάνονται υπόψη κατά την ανάθεση των SKUs σε αποθηκευτικούς χώρους.

Στο Κεφάλαιο 3 αναλύονται οι διαφορετικές μέθοδοι ανάθεσης των κωδικών στις θέσεις μίας αποθήκης με παρουσίαση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων της κάθε μίας.

Στο Κεφάλαιο 4 καταγράφονται τα υπάρχοντα λογισμικά που προσφέρουν λύσεις στο πρόβλημα του slotting με αναλυτική παρουσίαση του τρόπου λειτουργίας τους. Στο τέλος του κεφαλαίου αναλύονται οι λόγοι που οδηγούν στην επιλογή δοκιμής του λογισμικού που θα επιλεγθεί.

Στο Κεφάλαιο 5 πραγματοποιείται λεπτομερής ανάλυση του τρόπου λειτουργίας του λογισμικού που επιλέγεται, των δεδομένων που απαιτούνται ως είσοδοι («inputs») καθώς και των μεθόδων ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις που ενσωματώνει. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στα κριτήρια με βάση τα οποία το λογισμικό καταλήγει στην κατανομή των κωδικών.

Στο Κεφάλαιο 6 πραγματοποιείται η δοκιμή του λογισμικού σε υπάρχουσα μελέτη περίπτωσης. Το κεφάλαιο περιλαμβάνει παρουσίαση των δεδομένων του case study και συγκεκριμένα το σχέδιο της αποθήκης, τα χαρακτηριστικά των SKUs που καλείται ο χρήστης να καταναίμει σε θέσεις αποθήκευσης και τις σκληρές απαιτήσεις που προκύπτουν από αυτά. Στη συνέχεια, περιγράφεται αναλυτικά ο τρόπος χρήσης του λογισμικού με σχετικά στιγμιότυπα οθόνης («printscreens») και παρατηρήσεις για το κάθε βήμα, ενώ παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προκύπτουν. Στο τέλος του κεφαλαίου καταγράφονται συμπεράσματα και παρατηρήσεις από τη χρήση του λογισμικού.

Στο Κεφάλαιο 7 γίνεται η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του λογισμικού, συγκρίνονται τα αποτελέσματα του για διαφορετικά σενάρια βελτιστοποίησης με τρεις διαφορετικούς τρόπους και τέλος τα αποτελέσματα συγκρίνονται με ήδη υπάρχουσα βελτιωμένη λύση ανάθεσης των κωδικών σε θέσεις αποθήκευσης καθώς και με την κατάσταση αναφοράς.

Στο Κεφάλαιο 8 παρουσιάζονται γενικά συμπεράσματα σχετικά με τη λειτουργία του λογισμικού, τις περιπτώσεις στις οποίες αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να προσφέρει ικανοποιητικά αποτελέσματα καθώς και τις βασικές του δυσλειτουργίες. Επιπλέον, παρουσιάζονται προτεινόμενα επόμενα βήματα.

Στο Κεφάλαιο «Αναφορές» της εργασίας παρατίθενται όλες οι βιβλιογραφικές αναφορές των πηγών από τις οποίες αντλήθηκαν πληροφορίες.

Τα Παραρτήματα Α και Β που παρατίθενται στο τέλος της εργασίας περιέχουν αναφορές που εξάγονται από το λογισμικό και αναλύονται/ σχολιάζονται μέσα στην εργασία.

## Κεφάλαιο 2. Αποφάσεις που σχετίζονται με την οργάνωση και λειτουργία ενός ΚΑΔ

### 2.1 Είδη αποθηκών

Διακρίνονται διαφορετικά είδη αποθηκευτικών εγκαταστάσεων ανάλογα με τις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας που επιτελούνται σε αυτές. Στις περιπτώσεις όπου κύρια λειτουργία αποτελεί η αποθήκευση α' υλών, ημιέτοιμων ή/και τελικών προϊόντων, η εγκατάσταση χαρακτηρίζεται ως «αποθήκη» («warehouse»). Εάν επιπρόσθετα, το οικοδόμημα εξυπηρετεί και τη διανομή των αγαθών, η εγκατάσταση χαρακτηρίζεται ως Κέντρο Αποθήκευσης και Διανομής (Κ.Α.Δ). Στην τελευταία περίπτωση όπου ο χώρος εξυπηρετεί κυρίως την προσωρινή αποθήκευση και διανομή, χαρακτηρίζεται ως «cross-dock» (De Koster, et al., 2006). Ελλείψει ακριβούς μετάφρασης στην ελληνική γλώσσα, με τον όρο cross-docking περιγράφεται η διαδικασία κατά την οποία τα εισερχόμενα αγαθά δεν παραμένουν στον χώρο αποθήκευσης, αντιθέτως ετοιμάζονται άμεσα για την αποστολή με ελάχιστο χρόνο χειρισμού και αποθήκευσης (CWI Logistics, 2019). Διαφορετικές λειτουργίες απαιτούν διαφορετικό σχεδιασμό της εγκατάστασης καθώς και στελέχωση με τον κατάλληλο ανά περίπτωση εξοπλισμό αλλά και προσωπικό.

Οι αποθηκευτικές εγκαταστάσεις με βάση την ισχύουσα ελληνική νομοθεσία διακρίνονται στις τέσσερις κατηγορίες που παρατίθενται:

1. Εμπορικές Αποθήκες
2. Βιομηχανικές Αποθήκες
3. Εμπορευματικοί Σταθμοί Αυτοκινήτων (Α' και Β' τύπου)
4. Κέντρα Αποθήκευσης και Διανομής («Logistic Centers»).

(Delta Engineering - Σύμβουλοι Μηχανικοί, 2020)

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας η μελέτη περίπτωσης που εξετάζεται αποτελεί Κέντρο Αποθήκευσης και Διανομής. Ως ΚΑΔ ορίζεται το σύνολο εγκαταστάσεων οι οποίες εξυπηρετούν την άσκηση μίας ή περισσότερων κύριων λειτουργιών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ως κύριες δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας ορίζονται, σύμφωνα με τη νομοθεσία ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 4302 ΦΕΚ Α'225/8.10.2014 Ρύθμιση θεμάτων Εφοδιαστικής και άλλες διατάξεις, «η συλλογή, φόρτωση, μεταφορά, μεταφόρτωση, εκφόρτωση και παράδοση αγαθών και εμπορευμάτων, η ομαδοποίηση (consolidation) και ο διαχωρισμός (deconsolidation) αγαθών και εμπορευμάτων, η αποθήκευση και η διαχείριση της απογραφής εμπορευμάτων, η διαχείριση επιστροφών εμπορευμάτων και φθαρμένων ή κατεστραμμένων εμπορευμάτων (reverse logistics) ή ακατάλληλων εμπορευμάτων ή υλικών συσκευασίας και η διαχείριση και επεξεργασία της πληροφορίας που αφορά όλες αυτές τις δραστηριότητες (κύριες δραστηριότητες)» (Ελληνική Δημοκρατία, 2014).

Επιπρόσθετα, σε ένα Κέντρο Αποθήκευσης και Διανομής δύνανται να ασκούνται και δευτερεύουσες/ συμπληρωματικές δραστηριότητες όπως συσκευασία – ανασυσκευασία, τοποθέτηση ετικετών και σήμανσης, έλεγχος ποιότητας τελικών προϊόντων, συναρμολόγηση, μικρές τροποποιήσεις, εκτελωνιστικές εργασίες, έκθεση και ο δειγματισμός προϊόντων (GTEC IKE, 2020).

## 2.2 Πρώτο (1<sup>ο</sup>) επίπεδο αποφάσεων: Στρατηγικό επίπεδο (Strategic level)

Ο σχεδιασμός, εγκατάσταση και λειτουργία ενός Κέντρου Αποθήκευσης και Διανομής έπεται ενός συνόλου αποφάσεων δύο επιπέδων. Το πρώτο επίπεδο είναι αυτό των μακροχρόνιων αποφάσεων (οργανωτικό επίπεδο – strategic level) οι οποίες καθορίζουν τα χαρακτηριστικά του συστήματος («system characteristics»). Τα προκείμενα χαρακτηριστικά μένουν σταθερά είτε στον χρονικό ορίζοντα λειτουργίας της αποθήκης είτε για πολύ μεγάλο ποσοστό αυτού. Κάθε μία από τις αποφάσεις που λαμβάνεται στο οργανωτικό επίπεδο αποτελεί τη βάση για τη λήψη των αποφάσεων του δεύτερου επιπέδου. Κατ' επέκταση η μεταβολή μίας παραμέτρου που ανήκει στο πρώτο επίπεδο απαιτεί επένδυση σε κεφάλαιο, χρόνο και άλλους πόρους, ενώ ενδέχεται να προκαλέσει αναγκαιότητα μεταβολής παραμέτρων που ανήκουν στο δεύτερο επίπεδο. Οι αποφάσεις αυτές καταγράφονται παρακάτω και αφορούν:

### 1. Την τοποθεσία του Κέντρου Αποθήκευσης και Διανομής

Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν αυτή την απόφαση είναι η τοποθεσία της/των μονάδας/ων παραγωγής, η τοποθεσία του/των προμηθευτή/ών της επιχείρησης, η γεωγραφική διασπορά των πελατών της επιχείρησης, το κόστος των μεταφορών, οι εξαγωγικές δραστηριότητες της επιχείρησης καθώς και ο συνδυασμός μέσω μεταφοράς που αυτή αξιοποιεί για να τις υλοποιήσει. Σχετικά με το μίγμα προϊόντων που πρόκειται να αποθηκευτεί, η ευαισθησία ορισμένων από αυτά σε συγκεκριμένες κλιματολογικές συνθήκες αποτελεί παράγοντα μείζον σημασίας για την επιλογή του τόπου αποθήκευσης. Όσον αφορά σε παράγοντες εκτός της εφοδιαστικής αλυσίδας αναφέρεται ενδεικτικά πως η τοποθεσία μόνιμης κατοικίας των εργαζομένων, το κόστος κτήσης των οικοπέδων, οι ισχύουσες χρεώσεις σε ό,τι αφορά στην ηλεκτρική ενέργεια και η ισχύουσα νομοθεσία λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κατά τη λήψη της απόφασης.

### 2. Την έκταση (εμβαδόν) του Κέντρου Αποθήκευσης και Διανομής

Κάθε επιχείρηση κατά το στήσιμο της εφοδιαστικής της αλυσίδας καλείται να επιλέξει μεταξύ πολλών σε αριθμό και μικρότερων σε έκταση αποθηκευτικών χώρων ή λίγων σε αριθμό και μεγάλων σε έκταση αποθηκευτικών χώρων. Η πρώτη περίπτωση μειώνει τα κόστη μετακινήσεων και αυξάνει τα λειτουργικά κόστη των εγκαταστάσεων καθώς λιγότερα προϊόντα επωμίζονται τα σταθερά κόστη κάθε εγκατάστασης. Στη δεύτερη περίπτωση αυξάνονται τα κόστη μετακινήσεων άλλα τα σταθερά κόστη επιμερίζονται σε μεγαλύτερο αριθμό προϊόντων με αποτέλεσμα η επιχείρηση να μπορεί να αξιοποιήσει οικονομίες κλίμακας στην αποθήκευση και διανομή. Υπόψη πρέπει να ληφθούν σε αυτήν την απόφαση οι ισχύουσες τιμές της ενέργειας και των οικοπέδων καθώς και η ισχύουσα φορολογία (σταθερά κόστη) έναντι των τιμών του καυσίμου.

### 3. Τη διαρρύθμιση των διαφορετικών τμημάτων του ΚΑΔ («Rough layout» ή αλλιώς «Facility layout problem»)

Ο σχεδιασμός του rough layout αποτελεί ένα σκαρίφημα του εσωτερικού της αποθήκης. Κατά τον σχεδιασμό λαμβάνονται αποφάσεις σχετικά με το εκτιμώμενο εμβαδόν κάθε τμήματος της αποθήκης καθώς και σχετικά με την τοποθέτηση αυτών στον χώρο της εγκατάστασης. Τα κύρια τμήματα της αποθήκης είναι τα εξής: χώρος παραλαβών («receiving area»), αποθηκευτικός χώρος («storage area»), χώρος διαλογής (εάν υπάρχει) («order-picking area»), χώρος φόρτωσης/εκφόρτωσης φορτηγών – ράμπες («docks») και χώρος εναπόθεσης κωδικών και σύνθεσης των παραγγελιών («consolidation center»). Υποστηρικτικοί χώροι μίας

αποθήκης ενδέχεται να είναι το τμήμα επιστροφών, χώροι γραφείων, χώροι ανάπαυσης των εργαζομένων και αποχωρητήρια.

#### 4. Τον βαθμό εκμηχανισμού και αυτοματοποίησης της εγκατάστασης

Ένα Κέντρο Αποθήκευσης και Διανομής μπορεί να είναι πλήρως αυτοματοποιημένο, ημι-αυτοματοποιημένο ή να βασίζεται στη χειρωνακτική εργασία του ανθρώπινου δυναμικού («labor – intensive»). Η πρώτη και δεύτερη περίπτωση υλοποιούνται με εγκατάσταση και προγραμματισμό ρομποτικών συστημάτων («picking robots») για την πραγματοποίηση του συνόλου των κύριων δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η περίπτωση στελέχωσης της αποθήκης με ανθρώπινο δυναμικό χωρίζεται επίσης σε υποκατηγορίες ανάλογα με τον εξοπλισμό που διαθέτει το προσωπικό για την πραγματοποίηση της διαλογής, της μετακίνησης μέσα στην αποθήκη και της ομαδοποίησης. Οι δύο βασικές κατηγορίες συστημάτων είναι οι εξής: συστήματα όπου τα προϊόντα κινούνται προς τους συλλέκτες («parts-to-pickers») και συστήματα όπου οι συλλέκτες κινούνται προς τα προϊόντα («pickers-to-parts»). Στην πρώτη περίπτωση τα προϊόντα βρίσκονται αποθηκευμένα σε μηχανικές διατάξεις με δυνατότητα κίνησης, όπως επί παραδείγματι τα οριζόντια και κατακόρυφα καρουζέλ και τα VLM (Vertical Lift Modules). Στη δεύτερη περίπτωση ο διαλογέας μετακινείται στους διαδρόμους προκειμένου και συλλέξει τα απαιτούμενα τεμάχια από τα φατνώματα/κάδους στους οποίους έχουν αποθηκευτεί. Ο τρόπος μετακίνησής του καθορίζει εάν το σύστημα ορίζεται ως υψηλού ή χαμηλού επιπέδου («high/low level system»). Σε ένα σύστημα διαλογής υψηλού επιπέδου ο διαλογέας βρίσκεται πάνω σε όχημα/γερανό διαλογής το οποίο κινείται ανάμεσα στους διαδρόμους και σταματά αυτόματα στο σημείο αποθήκευσης του προϊόντος που πρέπει να συλλεχθεί έως ότου ο εργαζόμενος πραγματοποιήσει τη διαλογή. Αντίθετα, στα συστήματα διαλογής χαμηλού επιπέδου ο εργαζόμενος μετακινείται περπατώντας στους διαδρόμους προκειμένου να πραγματοποιήσει τη διαλογή.

(De Koster, et al., 2006)

#### 5. Σχεδιασμός επιμέρους τμημάτων

Τον πρόχειρο σχεδιασμό («rough layout») ακολουθεί ο λεπτομερής σχεδιασμός των επιμέρους τμημάτων, δηλαδή του χώρου φόρτωσης/εκφόρτωσης, του χώρου σύνθεσης των παραγγελιών, των αποθηκευτικών χώρων κλπ. Στην παρούσα παράγραφο θα αναλυθούν σε μεγαλύτερο βαθμό οι παράμετροι σχεδιασμού του χώρου αποθήκευσης και συγκομιδής. Σημειώνεται ότι ο διαχωρισμός των δύο χώρων δεν είναι απαραίτητος, καθώς σε πολλές περιπτώσεις η συγκομιδή γίνεται απευθείας από τον αποθηκευτικό χώρο. Η απόφαση για διαχωρισμό ή μη των δύο χώρων λαμβάνεται στο στάδιο του rough layout.

Το πρόβλημα σχεδιασμού του εσωτερικού του αποθηκευτικού χώρου περιγράφεται και με τον αγγλικό όρο «Internal Layout Design» ή «Aisle Configuration Problem». Το συγκεκριμένο πρόβλημα επικεντρώνεται κυρίως στον αριθμό των διαδρόμων και τον προσανατολισμό αυτών. Η απόφαση αυτή καθορίζει και τον αριθμό των διαφορετικών χώρων αποθήκευσης («blocks») από τα οποία θα αποτελείται η αποθήκη. Στην περίπτωση όπου ο αποθηκευτικός χώρος είναι ενιαίος χαρακτηρίζεται ως αποθήκη μοναδικού μπλοκ («single-block») ενώ σε αντίθετη περίπτωση χαρακτηρίζεται ως αποθήκη πολλαπλών μπλοκ («multiple-block»). Την απόφαση αυτή διαδέχεται το πλάτος των διαδρόμων, το οποίο καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την επιλογή των περνοφόρων («forklifts») που θα κινούνται μέσα στον αποθηκευτικό χώρο. Η απόφαση αυτή λαμβάνεται με άξονα την μέγιστη αξιοποίηση του διαθέσιμου

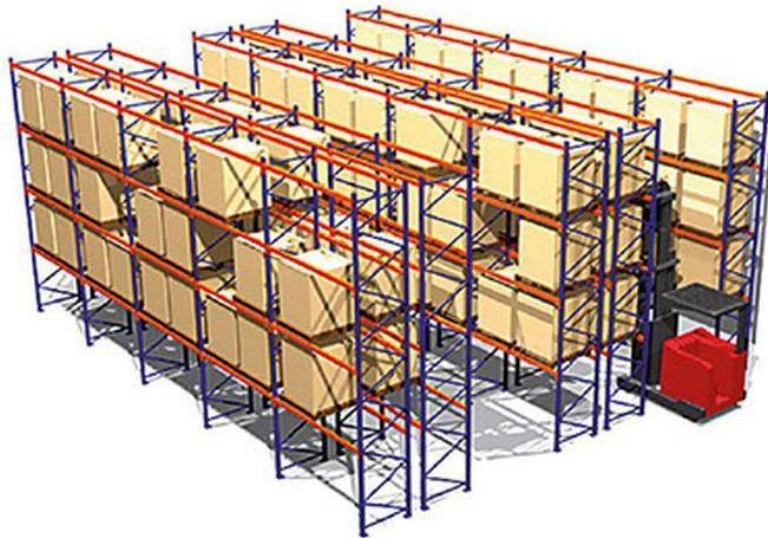
εμβαδού («maximize utilization») (De Koster, et al., 2006). Η χρήση ή όχι περονοφόρων οχημάτων καθώς και η επιλογή αυτών αποτελεί το πρόβλημα επιλογής του εξοπλισμού ενδοδιακίνησης υλικών (Πόνης, 2020).

Επιπροσθέτως, ο σχεδιασμός του χώρου αποθήκευσης περιλαμβάνει την επιλογή του συστήματος αποθήκευσης («racking») στα οποία εναποτίθενται οι αποθηκευτικές μονάδες. Οι συνήθεις επιλογές τρόπων αποθήκευσης είναι οι εξής:

- Block (floor) pallet stacking: στοίβαξη παλετών στο δάπεδο (Σχήμα 2.1).
- Back-to-back selective racks: ραφιέρρες τοποθετημένες κολλητά μεταξύ τους πλάτη με πλάτη (Σχήμα 2.2).
- Drive in: σύστημα ραφιών που εξυπηρετούν τη συλλογή ραφιών με χρήση περονοφόρων (Σχήμα 2.3).
- Gravity racks/Live pallet racking: ραφιέρρες στις οποίες πραγματοποιείται κίνηση των παλετών προς τα μπροστά μόλις συλλεχθεί η παλέτα που βρίσκεται μπροστά τους. Προκειμένου να καταστεί αυτό εφικτό τα συγκεκριμένα ράφια έχουν μία κλίση, σχηματίζουν δηλαδή γωνία με τον οριζόντιο άξονα. Στα συγκεκριμένα ράφια οι παλέτες συλλέγονται με τη λογική FIFO, δηλαδή η πρώτη που τοποθετείται είναι και η πρώτη που συλλέγεται (AR Racking, 2022) (Σχήμα 2.4).
- Push back: πρόκειται για αντίστοιχες ραφιέρρες με τις παραπάνω. Η διαφορά τους είναι πως οι παλέτες συλλέγονται με τη λογική LIFO, δηλαδή η τελευταία που τοποθετείται είναι και η πρώτη που συλλέγεται (AR Racking, 2022) (Σχήμα 2.5).
- Mobile Pallet Racking: πρόκειται για κινητές ραφιέρρες εγκατεστημένες σε ράγες οι οποίες εξυπηρετούν τη μετακίνησή τους (Σχήμα 2.6).
- Pallet Shuttle: σύστημα ραφιών που εξυπηρετούν την κίνηση των παλετών προκειμένου να φτάσουν στο περονοφόρο όχημα συλλογής. Η κίνηση ελέγχεται μέσω τηλεχειριστηρίου και τα ράφια εξυπηρετούν συλλογή παλετών είτε με τη λογική «FIFO» είτε με τη λογική «LIFO» (Linde , 2022) (Σχήμα 2.7). (Πόνης, 2020)



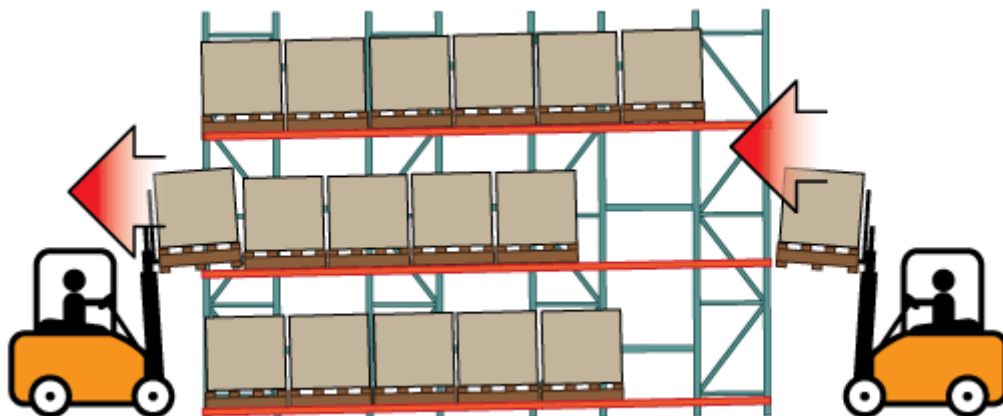
Σχήμα 2.1: Στοίβαξη παλετών στο δάπεδο («Block (floor) pallet stacking»). (Hinz, 2012)



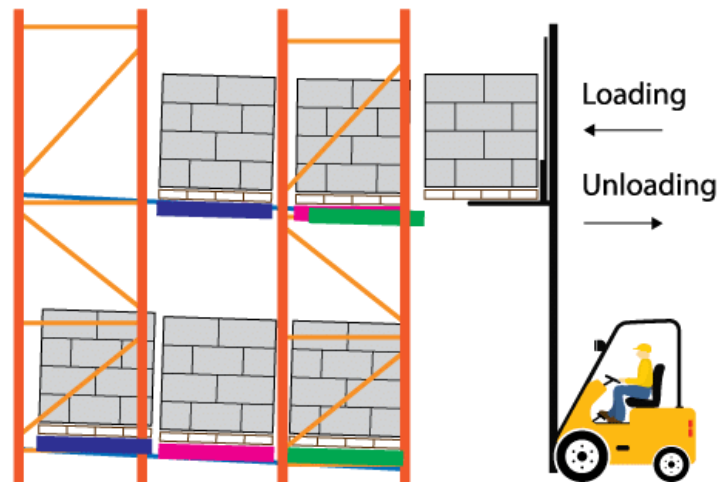
Σχήμα 2.2: Ράφια «Back-to-back». (Industry Search, 2022)



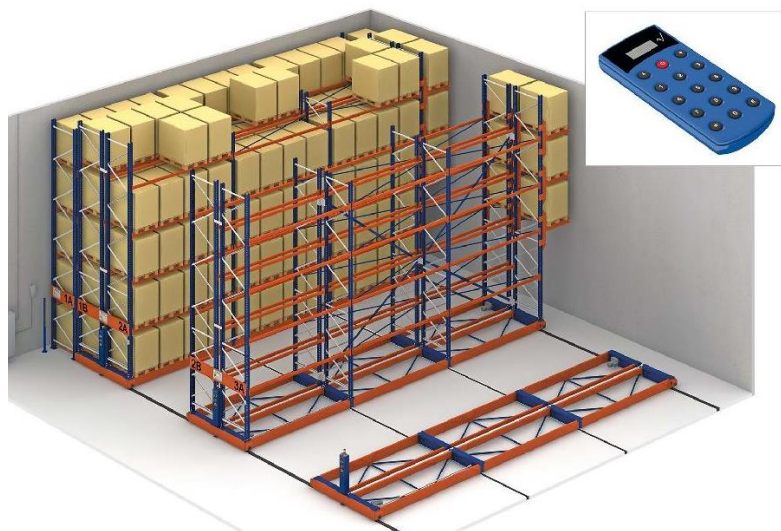
Σχήμα 2.3: Σύστημα ραφιών «Drive-in». (AR Racking, 2022)



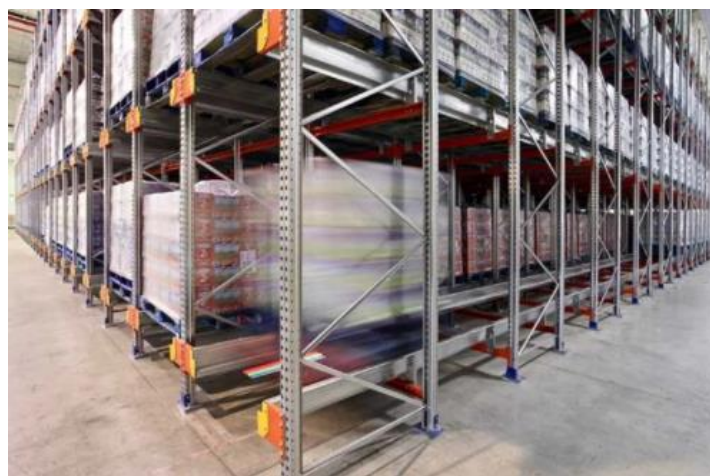
Σχήμα 2.4: Ράφια βάρους («Gravity Racks»). (Warehouse One, 2013)



Σχήμα 2.5: Ράφια «Push-Back». (REB Storage Systems International, 2019)



Σχήμα 2.6: Κινητά συστήματα ραφών («Mobile Pallet Racking»). (Mecalux, 2022)



Σχήμα 2.7: Ράφια «Pallet Shuttle». (Linde, 2022)



Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματοποιείται μελέτη υπάρχουσας αποθηκευτικής εγκατάστασης με αντικειμενικό σκοπό την αναδιάταξη των αποθηκευτικών μονάδων στις θέσεις αποθήκευσης («slots») προκειμένου να επιλυθεί ένα βασικό πρόβλημα στοίβαξης των κωδικών κατά μήκος της διαδρομής των pickers και να επιτευχθεί βελτίωση της διαδικασίας της διαλογής και μείωση των χρόνων μετακίνησης. Καθότι η μελέτη επικεντρώνεται σε ήδη υφιστάμενους χώρους αποθήκευσης οι μεταβλητές που αφορούν στο πρώτο επίπεδο αποφάσεων («strategic level») λαμβάνονται ως σταθερές στο πρόβλημα.

### 2.3 Δεύτερο (2<sup>ο</sup>) επίπεδο αποφάσεων: Λειτουργικό επίπεδο (Operational level)

Το δεύτερο επίπεδο αποφάσεων αφορά στην λειτουργία («operational level») του ΚΑΔ. Οι αποφάσεις αυτές έχουν πιο στενό χρονικό ορίζοντα από τις αντίστοιχες του στρατηγικού σχεδιασμού, ενώ η μεταβολή τους κρίνεται ως ευκολότερη λόγω των περιορισμένων απαιτήσεων σε χρόνο, κεφάλαιο και λοιπούς πόρους εν συγκρίσει με τις μεταβολές των στρατηγικών παραμέτρων. Ενδεικτικά, η μεταφορά της εγκατάστασης σε διαφορετική τοποθεσία ή η απόφαση επέκτασης της είναι παραδείγματα αποφάσεων που υλοποιούνται δυσκολότερα εν συγκρίσει με την αλλαγή της μεθόδου εναπόθεσης των αποθηκευτικών μονάδων («SKUs») στις θέσεις αποθήκευσης (αλλαγή της μεθόδου storage assignment), την αλλαγή του πλάνου συλλογής των κωδικών (routing plan) ή την απόφαση χωρισμού του αποθηκευτικού χώρου σε ζώνες.

Παρακάτω καταγράφονται αναλυτικά τα επιμέρους προβλήματα που επιζητούν λύση στο λειτουργικό επίπεδο αποφάσεων στα πλαίσια της οργάνωσης μίας αποθήκης.

- Απόφαση σχετικά με τη μέθοδο ανάθεσης προϊόντων στις θέσεις αποθήκευσης

Αναλυτικά οι μέθοδοι storage assignment, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της εκάστοτε μεθόδου καθώς και ο τρόπος εφαρμογής τους αποτελούν το αντικείμενο στο οποίο εστιάζεται η παρούσα διπλωματική εργασία και αναλύονται στο κεφάλαιο 3 αυτής.

- Ανάθεση προϊόντων στις αποθηκευτικές θέσεις (κατάστρωση του slotting plan)

Αφού ληφθεί η απόφαση σχετικά με το ποια μέθοδος θα ακολουθηθεί για την τοποθέτηση των αποθηκευτικών μονάδων στις θέσεις αποθήκευσης, ακολουθεί ο σχεδιασμός του τρόπου εφαρμογής της. Ο χρόνος και οι πόροι που απαιτούνται για την κατάστρωση του slotting plan ποικίλουν ανάλογα με την μέθοδο η οποία θα ακολουθηθεί καθώς και από τις αποφάσεις που καταγράφονται παρακάτω.

- Απόφαση σχετικά με τον χωρισμό του αποθηκευτικού χώρου σε ζώνες διαλογής («zoning»)

Η κατάστρωση πλάνου συλλογής παραγγελιών («picking route») περιλαμβάνει αρχικά την απόφαση σχετικά με τον διαχωρισμό της αποθήκης σε ζώνες συλλογής («zoning»). Σε αυτήν την περίπτωση τον ανθρώπινο δυναμικό χωρίζεται σε ομάδες κάθε μία από τις οποίες αναλαμβάνει την συλλογή εκείνων των κωδικών που βρίσκονται στη ζώνη δραστηριοποίησής της (De Koster, et al., 2006). Ο τρόπος με τον οποίο θα χαραχθούν οι ζώνες σε μία αποθήκη καθώς και η ανάθεση των ζωνών στους εργαζόμενους αποτελούν επίσης αποφάσεις του λειτουργικού σχεδιασμού.

- Επιλογή των κωδικών προϊόντων που θα βρίσκονται στον χώρο συγκομιδής (forward area) καθώς και απόφαση σχετικά με τις ποσότητες του εκάστοτε προϊόντος

Κάποιοι κωδικοί ενδέχεται να μην υπάρχουν στον χώρο συλλογής των κωδικών. Τονίζεται πως η απόφαση ύπαρξης ξεχωριστού χώρου που λειτουργεί ως picking area ή η απόφαση συλλογής των αποθηκευτικών μονάδων απευθείας από τον αποθηκευτικό χώρο («storage area»), όπως προαναφέρθηκε, αποτελεί απόφαση στρατηγικού επιπέδου που λαμβάνεται κατά την υλοποίηση του rough layout.

- Προγραμματισμός του πλάνου αναπλήρωσης του αποθέματος από τον αποθηκευτικό χώρο στον χώρο του picking (στην περίπτωση ύπαρξης forward area)

Η αναπλήρωση («replenishment») αποτελεί διαδικασία που δεν προσθέτει αξία στο προϊόν και εξυπηρετεί τη διαθεσιμότητα ενός κωδικού στον χώρο συλλογής. Για τον λόγο αυτό πρέπει κατά τον χρονικό προγραμματισμό των διαδικασιών της αποθήκης να τοποθετείται σε νεκρό χρόνο και να σχεδιάζεται με τρόπο ώστε να αποφεύγεται η οποιαδήποτε έλλειψη κάποιου/ων κωδικού/ών κατά την κανονική λειτουργία της αποθήκης. Το πρόβλημα εξισορρόπησης της επιπλέον προσπάθειας που απαιτείται για την αναπλήρωση στην picking area και της εξοικονόμησης ανθρωποωρών που εξασφαλίζει η ύπαρξή της συναντάται στη βιβλιογραφία με τον ξένο όρο «forward-reserve problem» (De Koster, et al., 2006).

- Λεπτομερής σχεδιασμός του δρομολογίου συλλογής των κωδικών («picking route»)

Ο σχεδιασμός και προγραμματισμός του δρομολογίου συλλογής των κωδικών («picking route») αφορά στην αλληλουχία με την οποία οι εργαζόμενοι θα επισκεφτούν τις παλετοθέσεις προκειμένου να πραγματοποιήσουν τη διαδικασία της συλλογής προϊόντων. Αποτελεί το τελευταίο στάδιο του λειτουργικού σχεδιασμού και εξαρτάται από όλες τις μεταβλητές απόφασης που ανήκουν στο λειτουργικό επίπεδο.

Το πρόβλημα έχει ως δεδομένα τους κωδικούς που περιλαμβάνονται σε μία ή περισσότερες παραγγελίες («picking orders») καθώς και τις θέσεις αυτών στο ΚΑΔ. Το ζητούμενο είναι η διαδρομή που θα ακολουθήσει ο picker προκειμένου να συλλέξει όλα τα τεμάχια να είναι η ελάχιστη δυνατή από άποψη χιλιομετρικής απόστασης και απαιτούμενου χρόνου. Για την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος μπορούν να επιστρατευτούν ευρετικοί αλγόριθμοι, οι οποίοι υποδεικνύουν στον picker την επόμενη θέση στην οποία πρέπει να βρεθεί μέσα στην αποθήκη (De Koster, et al., 2006). Ο τρόπος με τον οποίο ο αλγόριθμος επικοινωνεί με τον εργαζόμενο εξαρτάται από τον βαθμό ενσωμάτωσης της τεχνολογίας στην λειτουργία της αποθήκης. Ο πιο συνήθης τρόπος είναι μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή ή κάποιου άλλου ηλεκτρονικού μέσου.

Πρέπει να σημειωθεί πως το είδος του picking route που θα δώσει τα βέλτιστα αποτελέσματα διαφέρει από αποθήκη σε αποθήκη καθώς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη χωροθέτηση, τη διάταξη των ραφιών μέσα στην αποθήκη καθώς και την πολιτική ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις που ακολουθείται.

## Κεφάλαιο 3. Πολιτικές ανάθεσης κωδικών σε θέσεις αποθήκευσης (Assignment policies)

Από τις παραπάνω αποφάσεις οργάνωσης και σχεδιασμού ενός Κέντρου Αποθήκευσης και Διανομής, η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται σε αποφάσεις λειτουργικού επιπέδου οι οποίες λαμβάνονται με δεδομένες τις παραμέτρους των στρατηγικών αποφάσεων (βλ. Κεφάλαιο 2.2). Ειδικότερα, από το λειτουργικό επίπεδο, αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελούν οι μέθοδοι τοποθέτησης κωδικών σε θέσεις αποθήκευσης («storage assignment») μέσα σε μία αποθήκη καθώς και οι μέθοδοι κατάστρωσης του χάρτη slotting. Η διαδικασία περιλαμβάνει όπως αναλύθηκε και παραπάνω (βλ. Κεφάλαιο 2.3) αρχικά την απόφαση της μεθόδου τοποθέτησης. Ανάλογα με την επιλεχθείσα μέθοδο ακολουθεί είτε κατάρτιση του χάρτη τοποθέτησης των κωδικών στην εγκατάσταση είτε προγραμματισμός του τρόπου τοποθέτησης των κωδικών στα ράφια και ανάπτυξης μεθόδων παρακολούθησης αυτών.

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η επιλογή μίας μεθόδου ανάθεσης κωδικών σε θέσεις αποθήκευσης υπολογίζεται ο μέσος χρόνος που απαιτείται για την αποθήκευση και τη συλλογή των κωδικών. Ως καλύτερη αξιολογείται η μέθοδος που ελαχιστοποιεί τον χρόνο αυτό ικανοποιώντας παράλληλα της σκληρές απαιτήσεις που εισάγονται στο πρόβλημα (Jayakhanthan, 2015). Όπως θα διαφανεί και από τα επόμενα υπο-κεφάλαια αυτής της ενότητας σε ορισμένες περιπτώσεις οι μέθοδοι που ελαχιστοποιούν τον χρόνο εναπόθεσης έχουν ως αποτέλεσμα μεγάλους χρόνους συλλογής και το αντίστροφο.

Όσον αφορά στον τρόπο τοποθέτησης των κωδικών στις θέσεις αποθήκευσης, οι κυριότερες μέθοδοι καταγράφονται παρακάτω και θα αναλυθούν στο παρόν κεφάλαιο.

- Άναρχο σύστημα τοποθέτησης
  - Τυχαία τοποθέτηση προϊόντων σε θέσεις αποθήκευσης χωρίς κάποιο κριτήριο - Random storage
  - Τοποθέτηση προϊόντων στην κοντινότερη διαθέσιμη (άδεια) θέση – Closest open location storage
- Δεσμευμένο σύστημα τοποθέτησης – Dedicated storage
  - Ανάθεση προϊόντων με κύριο κριτήριο την ταχυκινησία τους - Full turnover storage
    - Με βάση τον δείκτη Cube-per-Order Index (COI)
    - Με βάση τον αριθμό παλετών που συλλέγονται (Pick Volume)
  - Ανάθεση προϊόντων λαμβάνοντας υπόψη περισσότερα από ένα κριτήρια/ χαρακτηριστικά
- Ταξινόμηση προϊόντων σε ζώνες - Class based storage
- Ταξινόμηση των κωδικών σε επιμέρους οικογένειες προϊόντων - Family grouping

Η επιλογή της λέξης «τοποθέτηση» και όχι ανάθεση για την περίπτωση του άναρχου συστήματος δεν είναι τυχαία καθώς με τη λέξη «ανάθεση» υπονοείται η ύπαρξη κάποιου πλάνου/ σχεδίου με βάση το οποίο δεσμεύονται οι θέσεις αποθήκευσης με είδη.

### 3.1 Άναρχο σύστημα τοποθέτησης

#### 3.1.1 Τυχαία τοποθέτηση προϊόντων σε θέσεις αποθήκευσης χωρίς κάποιο κριτήριο - Random Storage

Όταν πραγματοποιείται η τοποθέτηση των κωδικών με τη μέθοδο της άναρχης τοποθέτησης, κάθε τεμάχιο/ παλέτα/ κιβώτιο τοποθετείται τυχαία σε μία από τις κενές αποθηκευτικές θέσεις. Η θέση αυτή μπορεί να βρίσκεται οπουδήποτε μέσα στον χώρο αποθήκευσης. Το πλεονέκτημα του συστήματος είναι η πλήρης αξιοποίηση του χώρου, καθώς δεν υπάρχουν θέσεις δεσμευμένες για κωδικούς των οποίων το απόθεμα ενδέχεται να είναι μηδενικό.

Προκειμένου η μέθοδος αυτή να είναι λειτουργική θα πρέπει η αποθήκη να υποστηρίζεται από ανεπτυγμένο πληροφοριακό σύστημα, μέσω του οποίου τηρείται διαρκής καταγραφή των κατειλημμένων θέσεων και των κωδικών που έχουν τοποθετηθεί σε αυτές (ζεύγος κωδικού θέσης και κωδικού προϊόντος). Επιπλέον, ένα συχνά εμφανιζόμενο φαινόμενο είναι ένας κωδικός να βρίσκεται από λίγες ποσότητες σε πολλά σημεία της αποθήκης με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο χρόνος ταξιδιού («travel time») στην περίπτωση παραγγελιών μεγάλων ποσοτήτων καθώς ενδέχεται μικρές ποσότητες ενός κωδικού να βρίσκονται σε διαφορετικές θέσεις της αποθήκης. Επιπλέον, το άναρχο σύστημα τοποθέτησης μειώνει τον χρόνο εναπόθεσης των προϊόντων αλλά στον αντίποδα αυξάνει τον χρόνο συλλογής (De Koster, et al., 2006), καθώς με τη μέθοδο αυτή δεν υπάρχουν περιθώρια βελτιστοποίησης της τοποθέτησης των προϊόντων. Η τοποθέτηση γίνεται χωρίς κανένα κριτήριο με αποτέλεσμα να μην υπάρχει περιθώριο αξιοποίησης των χαρακτηριστικών και διαθέσιμων δεδομένων ταχυκινήσιμης/ ζήτησης των κωδικών. Ακόμη, καθώς οι συλλογείς αναζητούν κάθε φορά κωδικούς σε διαφορετική θέση ο συνολικός χρόνος συλλογής («picking time») να αυξάνεται.

##### Πλεονεκτήματα:

- + Υψηλή ταχύτητα εναπόθεσης κωδικών.
- + Πολύ υψηλή εκμετάλλευση του χώρου.
- + Ευκολία επέκτασης.
- + Υψηλή ευελιξία και προσαρμοστικότητα στις αλλαγές που ενδεχομένως να προκύπτουν στο μίγμα προϊόντων που αποθηκεύεται στην αποθήκη.

##### Μειονεκτήματα:

- Αυξάνεται ο χρόνος εντοπισμού ενός κωδικού και ο χρόνος συλλογής της απαιτούμενης ποσότητας.
- Δεν αξιοποιούνται τα χαρακτηριστικά των κωδικών για βελτιστοποίηση της ανάθεσης τους κατά μήκος της διαδρομής του picker.
- Σε περιπτώσεις κωδικών μεγάλων διαστάσεων, ειδικά όταν η αποθήκη έχει παλετοθέσεις διαφορετικών διαστάσεων, ο εργαζόμενος θα χρειαστεί να αναζητήσει κάποια εντελώς κενή θέση ή κάποια θέση τέτοιων διαστάσεων ώστε να μπορεί να φιλοξενήσει τον συγκεκριμένο κωδικό.
- Δεν δύναται να υπάρξει εξοικείωση του picker με την θέση αποθήκευσης του εκάστοτε κωδικού αφού αυτή κάθε φορά αλλάζει.

### 3.1.2 Τοποθέτηση προϊόντων στην πλησιέστερη διαθέσιμη (άδεια) θέση - Closest open location storage

Η περίπτωση του άναρχου συστήματος με τοποθέτηση των προϊόντων στην κοντινότερη κενή αποθηκευτική θέση αποτελεί επίσης τυχαία τοποθέτηση των κωδικών μέσα στην αποθήκη. Η μέθοδος αυτή είναι παρόμοια με την μέθοδο του τυχαίο τρόπου τοποθέτησης και παρουσιάζει τα ίδια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Η μόνη διαφορά που παρατηρείται είναι το φαινόμενο πλήρωσης των θέσεων κοντά στην περιοχή από τον οποίο εκκινούν οι pickers για τη συλλογή των προϊόντων («depot») και σταδιακή μείωση των αποθεμάτων σε μεγαλύτερη απόσταση από αυτή (De Koster, et al., 2006).

### 3.2 Δεσμευμένο σύστημα αποθήκευσης – Dedicated storage

Στην περίπτωση του δεσμευμένου συστήματος αποθήκευσης κάθε κωδικός έχει μία συγκεκριμένη θέση εντός της αποθήκης η οποία δεν αλλάζει κατά τη λειτουργία αυτής εκτός και αν αλλάξει ο χάρτης slotting. Μάλιστα, η δεσμευμένη θέση οφείλει να είναι αντίστοιχων διαστάσεων ώστε να υπάρχει η δυνατότητα να φιλοξενήσει την μέγιστη δυνατή ποσότητα αποθέματος του κωδικού που της έχει ανατεθεί. Αυτό είναι μεν αναγκαίο καθώς διαφορετικά στις περιπτώσεις μέγιστου αποθέματος δεν θα υπήρχε επαρκής χώρος αποθήκευσης για τον εκάστοτε κωδικό, ωστόσο έχει ως αποτέλεσμα να μειώνεται ο βαθμός εκμετάλλευσης του αποθηκευτικού χώρου καθώς είναι αρκετά σπάνιο να υπάρχει ταυτόχρονα μέγιστο απόθεμα για όλους τους κωδικούς της αποθήκης για μεγάλο χρονικό διάστημα. Όταν το σύστημα αυτό εφαρμόζεται, πρακτικά επιβάλλει τους εξής περιορισμούς κατά τη λειτουργία της αποθήκης:

- Κάθε κωδικός πρέπει να τοποθετείται σε συγκεκριμένη θέση κατά την ανατροφοδότηση.
- Εάν μία θέση είναι δεσμευμένη με κάποιον κωδικό, απαγορεύεται να τοποθετηθούν άλλα προϊόντα σε αυτή. Άλλους ο περιορισμός ισχύει και στην περίπτωση όπου δεν υπάρχει διαθέσιμο απόθεμα από τον κωδικό που άλλους έχει ανατεθεί και κατ' επέκταση πρόκειται να μείνει άδεια.

Ένα βασικό πλεονέκτημα του συστήματος δεσμευμένων θέσεων αποθήκευσης αποτελεί η εξοικείωση των εργαζομένων με την αντιστοιχία θέσης αποθήκευσης και κωδικού (De Koster, et al., 2006) με αποτέλεσμα τη σταδιακή μείωση του χρονικού διαστήματος που απαιτείται για τον εντοπισμό άλλους κωδικού. Επιπλέον, όταν κάθε κωδικός τοποθετείται σε συγκεκριμένη θέση υπάρχει η δυνατότητα εκμετάλλευσης των χαρακτηριστικών των κωδικών άλλους, αντοχή, ταχυκίνησια, είδος συσκευασίας, βάρος κλπ., με σκοπό η συλλογή των προϊόντων να γίνει πιο εύκολη και αποδοτική για άλλους pickers. Ένα τέτοιο παράδειγμα αξιοποίησης των χαρακτηριστικών των κωδικών είναι η τοποθέτηση των κωδικών με μεγαλύτερη αντοχή σε πίεση στην αρχή άλλους διαδρομής των συλλεκτών και των προϊόντων με μικρότερη αντοχή σε πίεση στο τέλος της διαδρομής. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται πως ο συλλέκτης δεν θα τοποθετήσει πάνω από εύθραυστα προϊόντα άλλους κωδικούς.

#### Πλεονεκτήματα:

- + Σταδιακή ευκολία εντοπισμού των κωδικών.
- + Δυνατότητα ανάθεσης των κωδικών με τέτοιο τρόπο ώστε να μειώνεται ο χρόνος διαδρομής και να γίνεται εκμετάλλευση των ιδιοτήτων των κωδικών για πιο αποδοτική συλλογή.

- + Εξασφάλιση επαρκούς χώρου για την αποθήκευση του μέγιστου επιπέδου αποθέματος για τον εκάστοτε κωδικό.

#### Μειονεκτήματα:

- Περιορισμένη προσαρμοστικότητα και ευελιξία. Στην περίπτωση αλλαγής του μίγματος προϊόντων ή αλλαγής των δεδομένων με βάση τα οποία έχει γίνει η ανάθεση, απαιτείται επαναπροσδιορισμός της αντιστοιχίας κωδικών-παλετοθέσεων.
- Περιορισμένη εκμετάλλευση του χώρου αποθήκευσης. Θέσεις παραμένουν κενές εάν ο κωδικός που φιλοξενούν έχει μηδενικό απόθεμα.

### 3.2.1 Ανάθεση προϊόντων με βάση την ταχυκινήσια - Full turnover storage

Στη συγκεκριμένη μέθοδο ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις λαμβάνεται υπόψη η ταχυκινήσια των προϊόντων. Ειδικότερα, με βάση δεδομένα πωλήσεων γίνεται μία αρχική ταξινόμηση των κωδικών από τους πιο ταχυκίνητους στους πιο βραδυκίνητους καθώς οι πιο ταχυκίνητοι κωδικοί είναι και αυτοί που θα χρειαστεί να συλλέξουν οι pickers με μεγαλύτερη συχνότητα. Με βάση την παραπάνω λογική, οι κωδικοί αυτοί τοποθετούνται σε σημεία της αποθήκης όπου είναι πιο εύκολα και γρήγορα προσβάσιμα. Τέτοια σημεία μέσα στην αποθήκη είναι για παράδειγμα οι ραφιέρες κοντά στον χώρο όπου γίνεται η συγκέντρωση, ταξινόμηση και κατανομή των κωδικών («depot») (De Koster, et al., 2006) ή τα φατνώματα που βρίσκονται στις άκρες των διαδρόμων και κατ' επέκταση οι pickers δεν αναγκάζονται να εισέλθει σε αυτόν. Αντίστοιχα, οι πιο βραδυκίνητοι κωδικοί θα τοποθετηθούν σε περιοχές που είναι πιο δύσκολα ή λιγότερο γρήγορα προσβάσιμες, συνήθως μακριά από τον χώρο συγκέντρωσης των προϊόντων και πιο βαθιά μέσα στην αποθήκη, καθώς οι pickers δεν θα χρειαστεί να επισκεφτούν με μεγάλη συχνότητα τις θέσεις αποθήκευσής τους.

Για να είναι αποδοτική η ανάθεση των κωδικών σε παλετοθέσεις με αυτή τη μέθοδο συνδυάζεται με το δεσμευμένο σύστημα, όπου, όπως προαναφέρθηκε, ένα από τα πλεονεκτήματά του είναι η αξιοποίηση των χαρακτηριστικών των κωδικών για την αποδοτική ταξινόμηση τους κατά μήκος της διαδρομής του συλλέκτη. Ωστόσο, το γεγονός πως οι δείκτες πωλήσεων αλλάζουν συχνά, σε συνδυασμό με τη δεσμευτικότητα του συστήματος αυτού, έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχει ανά τακτά χρονικά διαστήματα ανάγκη για αναθεώρηση της ταξινόμησης και αναδιαμόρφωση της ανάθεσης των κωδικών μέσα στην αποθήκη. Οι αλλαγές αυτές πέρα από οικονομική επιβάρυνση αναιρούν και το πλεονέκτημα της εξοικείωσης με της αντιστοιχίας θέσεων με προϊόντα που αναφέρθηκε για το δεσμευμένο σύστημα.

Σε κάθε περίπτωση η ταξινόμηση των προϊόντων με βάση μεγέθη και δείκτες ταχυκινήσιας απαιτεί συγκέντρωση και ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων των πωλήσεων τα οποία μάλιστα ενδέχεται να μεταβάλλονται συχνά. Κατ' επέκταση, η διαδικασία ενδεχομένως να οδηγήσει ακόμη και σε λανθασμένα στατιστικά συμπεράσματα και ταξινόμηση λόγω εποχικότητας στη ζήτηση ή ανάλυσης μικρού όγκου δεδομένων. Στα επόμενα υπο-κεφάλαια καταγράφονται δύο από τους βασικότερους δείκτες με βάση τους οποίους μπορούν να εξαχθούν αποτελέσματα αναφορικά με την ταχύτητα κίνησης των προϊόντων σε μία αποθήκη.

Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει όλα τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του δεσμευμένου συστήματος. Επιπλέον εμφανίζει τα ακόλουθα:

Μειονεκτήματα:

- Πέρα από τον όγκο και την ταχυκινησία δεν λαμβάνονται υπόψη άλλα χαρακτηριστικά των κωδικών, όπως το βάρος, η αντοχή τους σε πίεση ή η σταθερότητα της συσκευασίας τους. Για τον λόγο αυτό δεν αποτελεί την ιδανική μέθοδο όταν ακολουθείται το σύστημα των multi-command picking orders όπου ο picker καλείται να συλλέξει διαφορετικά προϊόντα για την ίδια ή διαφορετικές παραγγελίας.

**3.2.1.1 Δείκτης COI (Cube-per-Order Index)**

Ένας δείκτης ταχυκινησίας που χρησιμοποιείται αρκετά συχνά ως εργαλείο βάσει του οποίου γίνεται η ταξινόμηση των κωδικών ονομάζεται Cube-per-Order Index (COI) και τον εισήγαγε ο Αμερικανός ακαδημαϊκός Τζέιμς Λ. Χέσκετ (James L. Heskett) το 1963 (Schuur, 2014). Ο δείκτης COI συνδυάζει την πληροφορία του μεγέθους του προϊόντος με τη συχνότητα συλλογής του κωδικού μέσα σε μία ημέρα και ο τύπος με βάση τον οποίο υπολογίζεται είναι ο εξής:

$$COI = \frac{\text{κυβικά μέτρα που καταλαμβάνει ο κωδικός στην περιοχή συλλογής προϊόντων}}{\text{αριθμός φορών που συλλέγεται ο κωδικός σε μία μέρα}} \quad (3.α)$$

Σημειώνεται πως σε γενικές γραμμές ο αριθμητής εκφράζει τον χώρο που καταλαμβάνει ένας κωδικός και μπορεί να εκφραστεί με διαφορετικά μεγέθη ανάλογα την περίπτωση και την αποθήκη. Λόγου χάριν, αντί για τον όγκο του κιβωτίου (κυβικά μέτρα) μπορεί να αξιοποιηθεί το μήκος του (μήκος της ραφιάρας που καταλαμβάνει σε μέτρα) (Rushton, et al., 2014), αρκεί η εφαρμογή αυτού του μεγέθους για τον υπολογισμό του COI να είναι ίδια για όλους τους κωδικούς. Όσον αφορά στο μέγεθος της ταχυκινησίας, οι φορές όπου ένας κωδικός συλλέγεται μέσα σε μία μέρα προκύπτει ως μέσος όρος δεδομένων από πολλές διαφορετικές ημέρες. Επιπλέον, ενδεχομένως να χρησιμοποιηθεί άλλη χρονική περίοδος διαφορετική της ημέρας όπως η εβδομάδα ή ο μήνας, αρκεί και πάλι αυτό να εφαρμόζεται με τον ίδιο τρόπο για όλους τους κωδικούς.

Πρακτικά ο δείκτης Cube-per-Order καταδεικνύει τους κωδικούς που αξιοποιούν με καλύτερο τρόπο τον χώρο που καταλαμβάνουν. Με βάση τον παραπάνω τύπο (3α) ο κωδικός του οποίου τα τεμάχια/ κιβώτια/ παλέτες καταλαμβάνουν τον περισσότερο όγκο μέσα σε μία παλετοθέση και παράλληλα συλλέγεται τις λιγότερες φορές μέσα σε μία μέρα σε σύγκριση με τα άλλα προϊόντα θα έχει την μεγαλύτερη τιμή του δείκτη COI. Λαμβάνοντας υπόψη τα δύο αυτά μεγέθη (ταχυκινησία και μέγεθος) προκύπτει ένας αριθμός για τον εκάστοτε κωδικό με βάση τον οποίο γίνεται η ταξινόμηση των κωδικών. Οι κωδικοί με την μικρότερη τιμή του δείκτη, δηλαδή αυτοί που καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο και συλλέγονται περισσότερες φορές μέσα στην ημέρα, θα τοποθετηθούν στα πιο γρήγορα προσβάσιμα σημεία της αποθήκης. Με αυτόν τον τρόπο γεμίζει σταδιακά η αποθήκη από τις ραφίερές κοντά στον χώρο συγκέντρωσης των κωδικών προς τα μέσα. Συνοπτικά η μέθοδος αυτή ακολουθεί τα εξής τρία βήματα:

1. Ταξινόμηση των θέσεων αποθήκευσης από τις ευκολότερα έως τις δυσκολότερα προσβάσιμες ή εναλλακτικά από αυτές που απέχουν τη μικρότερη απόσταση έως αυτές που απέχουν τη μεγαλύτερη απόσταση από το Input/Output Point.
2. Ταξινόμηση των κωδικών με βάση την τιμή του δείκτη COI κατά αύξουσα σειρά.
3. Αντιστοίχιση των θέσεων αποθήκευσης με κωδικούς.

Εντοπίζονται όλα τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του δεσμευμένου συστήματος. Επιπλέον, τα πλεονεκτήματα χρήσης του δείκτη COI ως κριτήριο για την ανάθεση κωδικών σε παλετοθέσεις είναι τα ακόλουθα:

Πλεονεκτήματα:

- + Ελαχιστοποίηση του χρόνου ταξιδιού του picker στις περιπτώσεις του single command order picking.
- + Για την ταξινόμηση λαμβάνεται υπόψη και ο όγκος του αντικειμένου. Έτσι, για προϊόντα ίδιας ταχυκινήσις πιο κοντά στο σημείο έναρξης του picking θα βρεθούν τα μικρότερα σε διαστάσεις καθώς με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται ο αριθμός των ταχυκίνητων κωδικών που είναι πιο εύκολα προσβάσιμοι.

**3.2.1.2 Αριθμός τεμαχίων/παλετών που συλλέγονται σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο (Pick volume)**

Σε αυτή την περίπτωση ο δείκτης ταχυκινήσις είναι ο αριθμός τεμαχίων/ κιβωτίων ή παλετών ενός κωδικού που συλλέγεται σε ορισμένη χρονική περίοδο η οποία λαμβάνεται ίδια για όλους τους κωδικούς. Σημειώνεται πως στην περίπτωση που στην αποθήκη η συλλογή γίνεται σε επίπεδο κιβωτίων και ως μονάδα μέτρησης ταχυκινήσις επιλεχθούν οι παλέτες πρέπει να ληφθεί υπόψη πως διαφορετικοί κωδικοί έχουν διαφορετικό αριθμό τεμαχίων/ κιβωτίων ανά παλέτα. Κατ' επέκταση αυτή η επιλογή μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα.

Πέρα από το γεγονός πως αυτός ο δείκτης δεν λαμβάνει υπόψη τον χώρο που απαιτεί η αποθήκευση του εκάστοτε κωδικού, όλα τα υπόλοιπα που αναφέρονται στο προηγούμενο κεφάλαιο συμπεριλαμβανομένων των βημάτων εφαρμογής αυτής της μεθόδου slotting είναι ίδια. Κοντά στο depot τοποθετούνται οι πιο ταχυκίνητοι κωδικοί και μακριά από αυτό η περισσότερο βραδυκίνητοι. Ενώ στην περίπτωση του δείκτη COI οι μεγαλύτερες τιμές αυτού ισοδυναμούσαν με λιγότερο ταχυκίνητα και περισσότερο ογκώδη προϊόντα, στην περίπτωση του δείκτη pick volume μεγαλύτερες τιμές ισοδυναμούν με περισσότερο ταχυκίνητα προϊόντα. Αυτό είναι λογικό καθώς στον υπολογισμό του δείκτη COI η συχνότητα συλλογής ενός κωδικού βρίσκεται στον παρονομαστή. Άρα, στην περίπτωση slotting με βάση τον αριθμό φορών συλλογής ενός κωδικού, τα είδη με τη μεγαλύτερη τιμή τοποθετούνται κοντά στο depot και σταδιακά γεμίζουν οι λιγότερο προσβάσιμες θέσεις με είδη που έχουν χαμηλότερη ζήτηση.

Εντοπίζονται όλα τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του δεσμευμένου συστήματος βάσει ταχυκινήσις. Επιπλέον, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα χρήσης του δείκτη ζήτησης ως κριτήριο για το slotting είναι τα ακόλουθα:

Πλεονεκτήματα:

- + Απαιτήση λιγότερων δεδομένων και λιγότερων υπολογιστικών πόρων σε σχέση με τον δείκτη COI.

Μειονεκτήματα:

- Επειδή δεν λαμβάνεται υπόψη ο απαιτούμενος χώρος αποθήκευσης ενδέχεται να δεσμευτούν πολλά εύκολα προσβάσιμα φατνώματα με λίγους ταχυκίνητους μεν αλλά ογκώδης κωδικούς με αποτέλεσμα περισσότερα ταχυκίνητα προϊόντα να βρεθούν σε λιγότερο προσβάσιμες θέσεις.



### 3.2.2 Ανάθεση προϊόντων λαμβάνοντας υπόψη συνδυασμό χαρακτηριστικών τους

Στην μέθοδο αυτή ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις στο δεσμευμένο σύστημα λαμβάνονται υπόψη περισσότερα από ένα χαρακτηριστικά/ ιδιότητες των κωδικών. Μερικά από τα χαρακτηριστικά βάσει των οποίων μπορεί να γίνει το slotting είναι τα εξής:

- Ταχυκινήσια (βλ. Κεφάλαιο 3.2.1)
- Βάρος: στις περιπτώσεις pickers-to-parts όπου το picking γίνεται χωρίς χρήση περονοφόρου ενδέχεται να είναι επιθυμητό βαριά προϊόντα να βρίσκονται πιο κοντά στην αρχή του picking route προκειμένου να μην επιβαρύνεται ο συλλέκτης μεταφέροντας τα κατά μήκος της αποθήκης. Σε άλλες περιπτώσεις είναι επιθυμητό τα βαριά είδη να συλλέγονται στην αρχή της διαδρομής του συλλέκτη προκειμένου να μην συνθλίψουν πιο ελαφριά και εύθραυστα προϊόντα στην πορεία της διαδρομής.
- Ειδικό βάρος: πρόκειται για αντίστοιχο χαρακτηριστικό με το βάρος, μόνο που σε αυτή την περίπτωση λαμβάνεται υπόψη και ο όγκος του αντικειμένου.

$$\text{Ειδικό βάρος} = \frac{\text{βάρος}}{\text{όγκος}} \quad (3.β)$$

- Αντοχή σε πίεση: η αντοχή ενός κωδικού σε πίεση διαδραματίζει ιδιαίτερα βασικό ρόλο στην περίπτωση ύπαρξης συγκεκριμένης σειράς επίσκεψης των φατνωμάτων. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό το κριτήριο μπορεί να εξασφαλισθεί πως δεν θα τοποθετηθούν προϊόντα χαμηλής αντοχής στην αρχή της διαδρομής συλλογής με κίνδυνο να συνθλιφτούν.
- Είδος συσκευασίας: το είδος συσκευασίας επηρεάζει και την αντοχή σε πίεση του τεμαχίου/κιβωτίου/ παλέτας αλλά και τη σταθερότητα του ως προς τη στοίβαξη άλλων προϊόντων από πάνω του. Στην περίπτωση ύπαρξης συγκεκριμένων picking routes ενδέχεται προϊόντα με μη σταθερές συσκευασίες να τοποθετούνται στο τέλος της διαδρομής και προϊόντα με σταθερές συσκευασίες στην αρχή αυτής ώστε να μπορούν να τοποθετηθούν από πάνω τους τα υπόλοιπα είδη που θα συλλεχθούν κατά μήκος της διαδρομής συλλογής.
- Ειδικές συνθήκες αποθήκευσης: κάποιοι κωδικοί έχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις συνθηκών αποθήκευσης όσων αφορά στην υγρασία, τη θερμοκρασία κλπ. Όταν η απαίτηση είναι πολύ έντονη δημιουργούνται ξεχωριστοί χώροι αποθήκευσης, εναλλακτικά εντοπίζονται οι θέσεις μέσα στην αποθήκη που πληρούν καλύτερα αυτές τις προϋποθέσεις (λ.χ. κάποια φατνώματα ενδέχεται να τα χτυπάει ο ήλιος και άλλα όχι).
- Άλλα χαρακτηριστικά τα οποία μπορεί να λαμβάνονται υπόψη είναι: ο κατασκευαστής, το χρώμα, η τιμή (λ.χ. μπορεί να υπάρχουν ειδικές θέσεις για κωδικούς που συμμετέχουν σε προωθητικές ενέργειες) κ.α.

Ανάλογα με το είδος της αποθήκης και το είδος των προϊόντων που αποθηκεύονται σε αυτή ενδεχομένως να υπάρχουν πιο εξειδικευμένα χαρακτηριστικά και κριτήρια τα οποία λαμβάνονται υπόψη. Λόγου χάριν σε ΚΑΔ αποθήκευσης τροφίμων ενδεχομένως να λαμβάνεται υπόψη ως κριτήριο η ημερομηνία λήξης των προϊόντων, εάν είναι μακράς διάρκειας ή όχι κλπ.

### 3.3 Ανάθεση των κωδικών με ταξινόμηση σε κλάσεις με βάση τη μέθοδο Pareto - Class based storage ή ABC storage strategy

Η μέθοδος αυτή έχει βασιστεί στην παρατήρηση του Ιταλού κοινωνιολόγου και οικονομολόγου Βιλφρέντο Παρέτο (Vilfredo Pareto) σύμφωνα με την οποία «Το 80% του

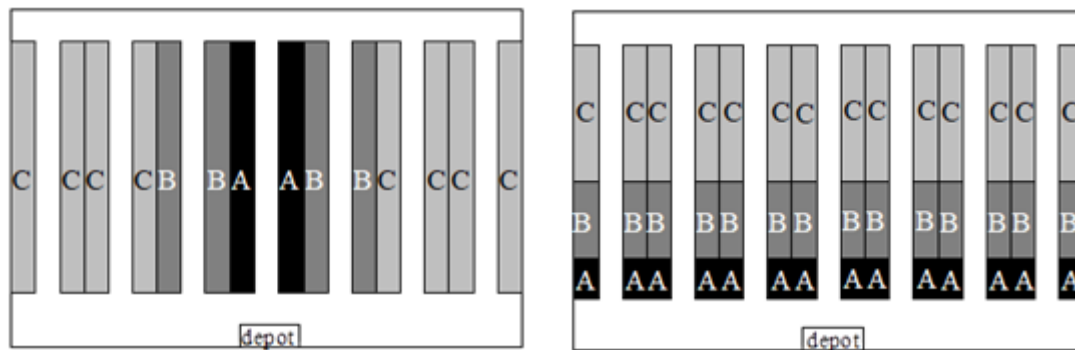
πλούτου είναι στην κατοχή του 20% των ανθρώπων». Η παρατήρηση αυτή είναι η βάση για την γενικότερη Αρχή του Παρέτο (γνωστή και ως «Κανόνας 80-20») σύμφωνα με την οποία για πολλά γεγονότα περίπου το 80% των επιπτώσεων προέρχεται από το 20% των αιτιών (Βικιπαίδεια, 2021).

Προσαρμόζοντας την παραπάνω αρχή στα δεδομένα μία αποθήκης, προκύπτει ένα σύστημα ταξινόμησης αποθεμάτων σύμφωνα με το οποίο μία μικρή ποσότητα ταχυκίνητων κωδικών ευθύνεται για το μεγαλύτερο μέρος των συνολικών πωλήσεων («turnover»). Με βάση αυτή τη λογική τα προϊόντα μίας αποθήκης χωρίζονται συνήθως σε τρεις κλάσεις, Α, Β και C. Στην κλάση «Α» ανήκει το 5% με 15% των πιο ταχυκίνητων κωδικών, στην κλάση «Β» το 30% των κωδικών και στην κλάση «C» το 55% με 65% των κωδικών. Με βάση την αρχή αυτή τα προϊόντα Α οφείλονται για το 70% με 80% των συνολικών πωλήσεων, τα προϊόντα Β οφείλονται για το 15% των συνολικών πωλήσεων (Russell & Taylor III, 2017) και τέλος οι κωδικοί κλάσης C για το 5% με 15% των συνολικών πωλήσεων. Σημειώνεται πως οι δείκτες ταχυκινήσις των κωδικών με βάση τις τιμές των οποίων κατανέμονται στις κλάσεις είναι οι δείκτες που παρουσιάστηκαν στα κεφάλαια 3.2.1.1 και 3.2.1.2. Επιπλέον, τα προϊόντα μπορούν να χωρισθούν σε περισσότερες από τρεις κλάσεις.

Αντίστοιχα, και ο αποθηκευτικός χώρος ή η περιοχή συλλογής χωρίζεται σε τρεις ή περισσότερες επιμέρους περιοχές (η αποθήκη χωρίζεται σε τόσες περιοχές όσες και οι κλάσεις των προϊόντων), όπου η κάθε μία θα φιλοξενήσει κωδικούς μίας εκ των τριών κατηγοριών. Οι δύο πιο συνήθεις τρόποι με τους οποίους μπορεί να χωριστεί η αποθήκη όταν εφαρμόζεται η μέθοδος των τριών κλάσεων είναι οι εξής:

- «Within Aisle Storage»: Εκατέρωθεν του διαδρόμου να υπάρχουν ίδιας κλάσης κωδικοί (Σχήμα 3.1 - Αριστερά)
- «Across Aisle Storage»: Τα όρια των κλάσεων να τέμνουν κάθετα τους διαδρόμους (Σχήμα 3.1 - Δεξιά)

Σε κάθε περίπτωση και ανεξάρτητα από το ποια μέθοδος θα ακολουθηθεί, η τοποθέτηση των ζωνών (πρόκειται για διαφορετικές ζώνες από αυτές του κεφαλαίου 3.5) μέσα στην αποθήκη εξαρτάται από το που βρίσκεται ο χώρος εκκίνησης των διαδρομών των pickers. Συγκεκριμένα, τα προϊόντα κατηγορίας Α είναι αυτά τα οποία θα πρέπει να βρίσκονται πιο κοντά στον χώρο από τον οποίο εκκινούν οι pickers για τη συλλογή των προϊόντων («depot»). Στο σχήμα 3.1 το σημείο εκκίνησης φαίνεται να είναι στο κέντρο της αποθήκης, για αυτόν τον λόγο και στη μέθοδο «Within Aisle Storage» οι κωδικοί κατηγορίας «Α» τοποθετούνται στα ράφια εκατέρωθεν του κεντρικού διαδρόμου. Εάν, λόγου χάριν, το σημείο εκκίνησης βρισκόταν στα δεξιά της αποθήκης τότε οι κωδικοί κατηγορίας «Α» θα τοποθετούνταν εκατέρωθεν του δεξιού διαδρόμου (Erasmus Research Institute of Management (ERIM), χ.χ.). Αντίστοιχα, θα τοποθετούνταν εκατέρωθεν του αριστερού διαδρόμου εάν το σημείο εκκίνησης βρισκόταν στα αριστερά της αποθήκης.



Σχήμα 3.1: Οι δύο βασικοί τρόποι χωρισμού μίας αποθήκης σε ζώνες ταχυκινησίας. (Erasmus Research Institute of Management (ERIM), χ.χ.)

Συγκρίνοντας τους δύο τρόπους χωρισμού της αποθήκης σε ζώνες ταχυκινησίας ως προς την χρονική διάρκεια ταξιδιού των pickers προκύπτει πως συνήθως είναι καλύτερος ο διαχωρισμός που φαίνεται στην δεξιά εικόνα του σχήματος 3.1 όπου οι ζώνες τέμνουν κάθετα τους διαδρόμους («across aisle storage»). Ωστόσο, ο καλύτερος τρόπος χωρισμού των ζωνών διαφέρει από αποθήκη σε αποθήκη και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο με τον οποίο καθορίζονται τα δρομολόγια των συλλεκτών, δηλαδή από τη μέθοδο routing που εφαρμόζεται στο εκάστοτε ΚΑΔ (De Koster, et al., 2006).

Εντός των περιοχών οι κωδικοί που ανήκουν στις αντίστοιχες κατηγορίες αυτές τοποθετούνται στις παλετοθέσεις με τυχαίο τρόπο, δηλαδή εντός των ζωνών υιοθετείται το άναρχο σύστημα (De Koster, et al., 2006). Ωστόσο υπάρχει η δυνατότητα συνδυασμού του ABC συστήματος και γενικότερα του συστήματος αποθήκευσης βάσει κλάσεων με το δεσμευμένο σύστημα όπου κάθε κωδικός θα ανατεθεί σε συγκεκριμένη παλετοθέση της περιοχής του.

Συνοπτικά οι αποφάσεις που πρέπει να παρθούν όταν πρόκειται να εφαρμοσθεί αυτό το σύστημα ανάθεσης κωδικών μέσα σε μία αποθήκη είναι οι εξής:

- Αριθμός των κλάσεων στις οποίες θα ταξινομηθούν τα προϊόντα.
- Ποσοστό των προϊόντων που θα ανήκουν σε κάθε μία κλάση.
- Αποφάσεις σχετικά με τη χωροταξία της αποθήκης και συγκεκριμένα πως θα χωριστεί οι αποθήκη στις αντίστοιχες περιοχές αποθήκευσης και που θα βρίσκεται η κάθε μία.
- Μέθοδος ανάθεσης ή τοποθέτησης των κωδικών μέσα στις περιοχές.

### 3.3.1 Σύγκριση μεταξύ των συστημάτων ανάθεσης class based storage και full turnover storage

Αρχικά, σημειώνεται πως συγκρίνεται το δεσμευμένο σύστημα ανάθεσης κωδικών με βάση την ταχυκινησία («Full-turnover storage») με το σύστημα ανάθεσης κωδικών με τη μέθοδο των κλάσεων («Class-based storage») εντός των οποίων οι κωδικοί τοποθετούνται σε παλετοθέσεις κατά τρόπο άναρχο.

Με βάση πειραματικά δεδομένα προσομοιώσεων, η μέθοδος ανάθεσης με βάση την ταχυκινησία υπερτερεί της μεθόδου των κλάσεων όταν συγκρίνονται ως προς τη συνολική διαδρομή («travel distance») που διανύει ο εργαζόμενος για τη συγκομιδή των προϊόντων σε σύστημα συλλογής που βασίζεται στη χειρωνακτική εργασία («manual order picking system»). Τον βαθμό στον οποίο το ένα σύστημα ανάθεσης υπερτερεί του άλλου επηρεάζουν σημαντικά ο τρόπος με τον οποίο γίνεται ο χωρισμός των κλάσεων, όπως για παράδειγμα ο

αριθμός των κατηγοριών στις οποίες χωρίζονται η κωδικοί και το ποσοστό των κωδικών που ταξινομείται στην κάθε μία, καθώς και η μέθοδος με την οποία καθορίζονται οι διαδρομές των συλλεκτών («routing method») (De Koster, et al., 2006).

Ωστόσο, η μέθοδος των κλάσεων όταν οι κωδικοί χωρίζονται σε δύο έως και τέσσερις κατηγορίες υπερτερεί του δεσμευμένου συστήματος με βάση την ταχυσκηνισία όσον αφορά στην ευκολία εφαρμογής του σε μία αποθήκη. Πρακτικά το σύστημα των κλάσεων μπορεί να εφαρμοσθεί ταχύτερα και χωρίς απαίτηση μεγάλου όγκου πληροφοριών όπως για παράδειγμα αναλυτική κατάταξη των κωδικών με βάση την ταχύτητα κίνησής τους (De Koster, et al., 2006). Επιπλέον, η μέθοδος των κλάσεων συνδυάζει κάποια από τα πλεονεκτήματα του δεσμευμένου συστήματος, όπως η εκμετάλλευση των χαρακτηριστικών των κωδικών της αποθήκης, με κάποια από τα πλεονεκτήματα του άναρχου συστήματος, όπως η ευελιξία, η πλήρης εκμετάλλευση του χώρου και η μεγαλύτερη ευκολία στην εναπόθεση των κωδικών.

### 3.3.2 Σύγκριση μεταξύ των συστημάτων ανάθεσης class based storage και του άναρχου συστήματος

Στην σύγκριση των δύο πρέπει να ληφθεί υπόψη πως η μέθοδος των κλάσεων αποτελεί συνδυασμό του δεσμευμένου με το άναρχο σύστημα ή διαφορετικά αποτελεί εφαρμογή του άναρχου συστήματος με συγκεκριμένους περιορισμούς. Όσον αφορά στην εκμετάλλευση («utilization») του αποθηκευτικού χώρου το πλήρως άναρχο σύστημα παρουσιάζει υψηλότερα ποσοστά πλήρωσης από τη μέθοδο των κλάσεων. Αυτή η διαφορά των δύο μεθόδων μεγαλώνει όσο αυξάνεται ο αριθμός των κλάσεων στις οποίες χωρίζονται οι κωδικοί και κατ' επέκταση και η αποθήκη, καθώς πρέπει να υπάρχουν κενές θέσεις σε όλες τις περιοχές/ κλάσεις προκειμένου να μπορούν να φιλοξενήσουν τους κωδικούς που αποθηκεύονται σε αυτές. Έτσι, απαιτείται περισσότερος χώρος ραφιών εν συγκρίσει με το άναρχο σύστημα (De Koster, et al., 2006).

Από την άλλη πλευρά, το σύστημα class-based storage υπερτερεί όσον αφορά στην αξιοποίηση της ταχυσκηνισίας των κωδικών και στην εξοικείωση των pickers με τον χώρο στον οποίο μπορούν να εντοπισθούν συγκεκριμένοι κωδικοί.

## 3.4 Ανάθεση των κωδικών ανά οικογένειες προϊόντων - Family grouping

Η μέθοδος ανάθεσης των κωδικών ανά οικογένειες προϊόντων διαφέρει από όλες τις προαναφερόμενες ως προς το γεγονός πως λαμβάνει υπόψη ενδεχόμενες συσχετίσεις και ομοιότητες μεταξύ των κωδικών που αποθηκεύονται σε μία αποθήκη (De Koster, et al., 2006). Εν ολίγοις, προϊόντα με παρόμοιες ιδιότητες και χαρακτηριστικά τοποθετούνται σε κοντινά φατνώματα μέσα στον χώρο αποθήκευσης. Ο τρόπος με τον οποίο τοποθετούνται οι οικογένειες κοντά ή πιο απομακρυσμένα από το σημείο εκκίνησης της διαδικασίας του picking θα γίνει και πάλι σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά των προϊόντων. Η διάφορα σε αυτή την περίπτωση είναι πως η ταξινόμηση γίνεται με βάση τα χαρακτηριστικά των οικογενειών που προκύπτουν ως μέσος όρος των αριθμητικών τιμών των επιμέρους προϊόντων που ανήκουν στην οικογένεια. Η μέθοδος της ομαδοποίησης ανά οικογένεια μπορεί να εφαρμοσθεί με δύο διαφορετικές προσεγγίσεις.

### 3.4.1 Family grouping με βάση το είδος των προϊόντων

Όσον αφορά στην πρώτη προσέγγιση, αξιοποιούνται οι οικογένειες προϊόντων στις οποίες πολλές εταιρίες κατατάσσουν τους κωδικούς τους σε με βάση το είδος τους και τα χαρακτηριστικά τους. Επί παραδείγματι, σε μία αποθήκη ειδών τεχνολογίας μπορεί να υπάρχει η οικογένεια προϊόντων «Φορητοί Υπολογιστές» στην οποία ανήκουν όλοι οι κωδικοί που αντιστοιχούν σε laptops καθώς πρόκειται για προϊόντα που ανήκουν στο ίδιο είδος τεχνολογικού εξοπλισμού και έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά όπως: διαστάσεις, είδος συσκευασίας, βάρος, ειδικό βάρος κλπ. Έτσι, αυτή η πρώτη προσέγγιση θα τοποθετήσει μαζί τους κωδικούς που ανήκουν στο ίδιο είδος προϊόντος ανεξάρτητα από τις συσχετίσεις τους με άλλα προϊόντα.

#### Πλεονεκτήματα:

- + Εξοικείωση του προσωπικού με τον νοητό χωρισμό της αποθήκης σε περιοχές που αποθηκεύονται ίδια προϊόντα.

#### Μειονεκτήματα:

- Περιορισμένη εκμετάλλευση των χαρακτηριστικών ταχυκινήσις των κωδικών. Για παράδειγμα στην περίπτωση όπου ως κριτήριο τοποθέτησης των οικογενειών μέσα στην αποθήκη χρησιμοποιηθεί η ταχυκινήσις των οικογενειών, ενδέχεται κάποια ταχυκίνητα προϊόντα που ανήκουν σε κατά τα άλλα βραδυκίνητες οικογένειες να τοποθετηθούν πιο μακριά από το depot σε σχέση με κωδικούς ίδιας ζήτησης που ανήκουν σε συνολικά πιο ταχυκίνητες οικογένειες.

### 3.4.2 Family grouping με βάση τις συσχετίσεις των προϊόντων

Η δεύτερη προσέγγιση παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και αφορά στις συσχετίσεις μεταξύ των κωδικών στις εντολές παραγγελιών. Με αυτή τη μέθοδο εξετάζεται η συχνότητα με την οποία δύο οι περισσότεροι κωδικοί εμφανίζονται μαζί στις παραγγελίες. Πρακτικά εξετάζεται εάν οι πελάτες συνηθίζουν να επιλέγουν έναν κωδικό μαζί με κάποιον άλλο σε μία παραγγελία. Λόγου χάριν, στην προηγούμενη αποθήκη με τα είδη τεχνολογίας, εάν παρατηρηθεί από τα δεδομένα πως σε πολλές παραγγελίες όπου αφορούν εκτυπωτές οι πελάτες εντάσσουν στην παραγγελία τους και τα αντίστοιχα μελάνια τότε αυτή η μέθοδος ανάθεσης των κωδικών θα επιχειρήσει να τοποθετήσει το ζευγάρι εκτυπωτής – συμβατός κωδικός μελανιού σε κοντινές ή και διπλανές παλετοθέσεις. Η μέθοδος αυτή έχει νόημα μόνο εάν συνδυάζεται με το δεσμευμένο σύστημα και κατ' επέκταση παρουσιάζει όλα τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αυτού. Επιπλέον, θετικά και αρνητικά χαρακτηριστικά της είναι τα ακόλουθα:

#### Πλεονεκτήματα:

- + Μειώνεται ο χρόνος ταξιδιού του picker στην περίπτωση όπου κάθε συλλέκτης αναλαμβάνει την εξυπηρέτηση μίας ολόκληρης παραγγελίας.
- + Αξιοποιούνται τα δεδομένα της ζήτησης με τρόπο συνδυαστικό.

#### Μειονεκτήματα:

- Ενδεχομένως οι συσχετιζόμενοι κωδικοί να έχουν τελείως διαφορετικά χαρακτηριστικά όπως ευθραυστότητα ή αντοχή σε πίεση. Στην περίπτωση όπου οι pickers συλλέγουν

προϊόντα διαφορετικών παραγγελιών αυτό έχει ως ενδεχόμενο αποτέλεσμα να τοποθετηθούν μεγαλύτερα ή πιο βαριά προϊόντα πάνω από πιο εύθραυστα.

Προκειμένου να εφαρμοσθεί αυτό το είδος family grouping, οι στατιστικές συσχετίσεις («statistical correlation», (De Koster, et al., 2006)) μεταξύ των προϊόντων πρέπει είτε να είναι γνωστές είτε να υπάρχει τουλάχιστον η δυνατότητα πρόβλεψής τους. Στην βιβλιογραφία εντοπίζονται δύο κυρίαρχες μέθοδοι σύζευξης των προϊόντων. Η πρώτη ονομάζεται «Συμπληρωματική μέθοδος» («Complimentary-based method») και η δεύτερη «Μέθοδος που βασίζεται στην αλληλουχία συλλογής» («Contact-based method»).

#### 3.4.2.1 Συμπληρωματική μέθοδος (Complimentary-based method)

Η μεθοδολογία family grouping με βάση τη συμπληρωματικότητα αποτελείται από δύο βασικά στάδια. Η πρώτη φάση είναι αυτή του συσχετισμού των προϊόντων, κατά την οποία οι κωδικοί χωρίζονται σε ομάδες (groups) σύμφωνα με τη δυναμικότητα της από κοινού ζήτησής τους («strength of joint demand», (De Koster, et al., 2006)). Στη συνέχεια, οι κωδικοί που ανήκουν στην ίδια ομάδα τοποθετούνται σε όσο το δυνατόν περισσότερο κοντινές θέσεις. Άρα για να ολοκληρωθεί η ανάθεση των κωδικών σε παλετοθέσεις υπολείπεται η απόφαση σχετικά με το που θα τοποθετηθεί η κάθε μία από αυτές τις ομάδες προϊόντων. Σύμφωνα, με μία προσέγγιση του προβλήματος όπου βασίζεται αποκλειστικά στη ζήτηση των κωδικών («volume-based strategy»), η ομάδα κωδικών με τη μεγαλύτερη ζήτηση θα πρέπει να τοποθετηθεί πιο κοντά στο σημείο εκκίνησης των pickers. Σύμφωνα με μία άλλη προσέγγιση μαζί με τη ζήτηση πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι απαιτήσεις σε αποθηκευτικό χώρο μίας ομάδας προϊόντων, δηλαδή η τοποθέτηση να γίνει με βάση τον δείκτη COI («COI-based strategy»). Όπως είναι λογικό, τα δύο μεγέθη/δείκτες με βάση τα οποία γίνεται η ταξινόμηση των ομάδων προϊόντων («product groups») βάσει ταχυκινήσις μέσα στην αποθήκη ταυτίζονται με τα μεγέθη βάσει των οποίων γίνεται ανάθεση σε επίπεδο κωδικών βάσει ταχυκινήσις στην μέθοδο ανάθεσης «Full turnover storage» που αναλύθηκε στο κεφάλαιο 3.2.1 της παρούσας εργασίας.

#### 3.4.2.2 Μέθοδος που βασίζεται στην αλληλουχία συλλογής (Contact-based method)

Η μέθοδος family grouping με βάση την αλληλουχία συλλογής των προϊόντων παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με την αμέσως προηγούμενη μέθοδο. Η διαφορά των δύο έγκειται στον τρόπο με τον οποίο οι κωδικοί χωρίζονται και ταξινομούνται σε ομάδες, καθώς σε αυτή την περίπτωση βασικό κριτήριο δεν είναι η από κοινού ζήτηση αλλά η συχνότητα με την οποία ο picker θα συλλέξει με συγκεκριμένη σειρά κάποια προϊόντα. Πρακτικά, η συχνότητα επαφής («contact sequence») για έναν κωδικό  $i$  και έναν κωδικό  $j$  μεταφράζεται με το πόσο συχνά οι pickers συλλέγουν τον κωδικό  $i$  αμέσως μετά τον κωδικό  $j$  και το αντίθετο. Ωστόσο, σημειώνεται πως η συχνότητα αυτή δεν είναι ανεξάρτητη από τις θέσεις των κωδικών  $i$  και  $j$  μέσα στην αποθήκη, καθώς η διαδρομή που ακολουθεί ένας picker και η αλληλουχία συλλογής συσχετίζονται με την αντιστοίχιση θέσεων με κωδικούς (De Koster, et al., 2006). Οπότε, παρατηρούμε πως γίνεται προσπάθεια επίλυσης του προβλήματος τοποθέτησης των κωδικών σε θέσεις μέσω μίας παραμέτρου όπου εξαρτάται από το πρόβλημα που προσπαθεί να επιλύσει.

### 3.5 Χωρισμός της αποθήκης σε ζώνες - Zoning

Μέχρι στιγμής έχει ήδη εξεταστεί μία μέθοδος slotting (η μέθοδος ABC, βλ. Κεφάλαιο 3.3), κατά την οποία η αποθήκη χωρίζεται σε νοητές περιοχές ή αλλιώς ζώνες ταχυκινησίας των κωδικών χωρίς όμως να υπάρχει αναγκαία κάποιος περιορισμός ως προς τις κινήσεις των pickers μέσα σε αυτές τις περιοχές. Με άλλα λόγια στη μέθοδο των κλάσεων, οι περιοχές αποθήκευσης λειτουργούν μόνο ως περιορισμός κατά τη διαδικασία ανάθεσης των κωδικών σε θέσεις αποθήκευσης, δηλαδή επηρεάζουν μόνο το slotting και όχι τη συλλογή των παραγγελιών.

Στην περίπτωση του zoning η αποθήκη χωρίζεται και πάλι σε περιοχές-ζώνες, με τη διαφορά πως υπάρχουν συγκεκριμένοι pickers που επισκέπτονται κάθε ζώνη για συλλογή προϊόντων. Έτσι, δεν εφαρμόζεται συχνά το single-command order όπου ένας picker θα συλλέξει όλους τους κωδικούς μίας παραγγελίας, αλλά αντίθετα η παραγγελία «σπάει» και οι κωδικοί της ανατίθενται σε διαφορετικούς συλλέκτες ανάλογα με τη ζώνη στην οποία βρίσκονται. Συνήθως ο χωρισμός των ζωνών και η ταξινόμηση των κωδικών σε αυτές γίνεται με βάση τα χαρακτηριστικά των κωδικών (λ.χ. μέγεθος, βάρος κλπ.) αλλά και τις ιδιαίτερες απαιτήσεις αποθήκευσής τους. Επί παραδείγματι ενδέχεται ορισμένοι κωδικοί να απαιτείται να αποθηκευτούν σε συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας (λ.χ. κατεψυγμένα προϊόντα σε αποθήκες τροφίμων). Επιπλέον, υπάρχει περίπτωση κάποιοι κωδικοί να απαιτούν εγκατάσταση ιδιαίτερου εξοπλισμού στον χώρο αποθήκευσης τους, λόγω χάριν ο χώρος αποθήκευσης κάποιων εύφλεκτων ειδών χρειάζεται να έχει αυξημένο εξοπλισμό πυρασφάλειας που δεν απαιτείται να εγκατασταθεί στο σύνολο της αποθήκης.

Είναι αξιοσημείωτο πως ο χωρισμός της αποθήκης σε ζώνες δεν αποτελεί αμιγώς στρατηγική ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις αλλά συνδυάζεται πάντα με μία από τις μεθόδους ανάθεσης που αναφέρθηκαν στα κεφάλαια 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 και στα υπο-κεφάλαιά τους. Συχνά μάλιστα όταν υπάρχουν ζώνες σε μία αποθήκη, η ανάθεση κωδικών σε παλετοθέσεις γίνεται «υπό περιορισμούς ζώνης» («zoning constraints», (De Koster, et al., 2006)).

Βασικές αποφάσεις σχετικά με τον χωρισμό των ζωνών που επηρεάζουν σημαντικά τη διαδρομή ταξιδιού των εργαζομένων εντός μίας ζώνης είναι οι εξής:

- Αριθμός ζωνών
- Μέγεθος ζωνών
- Το σχήμα των ζωνών («zone shape», (De Koster, et al., 2006)) που περιλαμβάνει τα εξής:
  - Αριθμός διαδρόμων ανά ζώνη
  - Μήκος διαδρόμων εντός μίας ζώνης
- Αριθμός κωδικών στη λίστα συλλογής
- Μέθοδος ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις εντός των ζωνών

Παρακάτω καταγράφονται ορισμένα πλεονεκτήματα και πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου.

#### Πλεονεκτήματα:

- + Οι pickers διανύουν μικρότερες αποστάσεις καθώς κινούνται μόνο μέσα σε μία συγκεκριμένη περιοχή της αποθήκης και δεν θα χρειαστεί ποτέ να τη διασχίσουν όλη για κάποια εντολή παραγγελίας. Έτσι, κάθε συλλέκτης μπορεί να εξυπηρετήσει περισσότερες παραγγελίες σε πολύ λιγότερο χρόνο (Interlake Mecalux, 2021).

- + Αποφεύγονται οι περιπτώσεις συνωστισμού («traffic congestion») σε μία περιοχή της αποθήκης ή έναν διάδρομο. Κατ' επέκταση μειώνονται οι πιθανότητες ατυχήματος λόγω συμφόρησης στους διαδρόμους (Interlake Mecalux, 2021).
- + Οι συλλέκτες έρχονται σε επαφή με ένα μόνο μέρος της αποθήκης και κατ' επέκταση αυξάνονται πιθανότητες εξοικείωσης τους με τη ζώνη που τους έχει ανατεθεί. Επιπλέον μειώνεται ο χρόνος που απαιτείται για να εξοικειωθεί ο picker με την αντιστοιχία των κωδικών σε παλετοθέσεις εάν εφαρμόζεται το δεσμευμένο σύστημα εντός των ζωνών. (De Koster, et al., 2006)
- + Εξειδικευμένο προσωπικό μπορεί να αναλάβει τη συλλογή κωδικών με ειδικές απαιτήσεις όσον αφορά στη συλλογή και διαχείρισή τους. Ειδικότερα, στην περίπτωση όπου μία ζώνη περιλαμβάνει προϊόντα με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που ενδεχομένως χρήζουν ιδιαίτερης μεταχείρισης δεν τίθεται η ανάγκη σχετικής εκπαίδευσης όλων των εργαζομένων, παρά μόνο εκείνων που θα αναλάβουν τη συγκεκριμένη ζώνη (Logiwa , χ.χ.).
- + Η συλλογή κωδικών ανά ζώνη είναι ενδεικτική ώστε να τηρούνται αποστάσεις μεταξύ των εργαζομένων, συμβάλει δηλαδή στο «social distancing» (Navitrans, 2020) που άρχισε να επιδιώκεται στους χώρους εργασίας από το 2019 με την έξαρση της πανδημίας του κορονοϊού, COVID-19.

#### Μειονεκτήματα:

- Οι παραγγελίες πρέπει οπωσδήποτε να διαμελίζονται σε διαφορετικούς pickers. Κατ' επέκταση εφόσον συλλεχθούν όλα τα είδη και συγκεντρωθούν στον χώρο συσκευασίας και σύνθεσης υπάρχει ένα επιπλέον βήμα πριν την αποστολή των παραγγελιών («shipment»): αυτό της σύνθεσής τους (De Koster, et al., 2006).
- Σε περίπτωση αποστολής λανθασμένης παραγγελίας είναι δύσκολο να εντοπισθεί το σημείο όπου έγινε το λάθος (Logiwa , χ.χ.). Αυτό σχετίζεται άμεσα και με το πρώτο μειονέκτημα καθώς δεν είναι εύκολο να αποφανθεί κανείς εάν έγινε κάποιο λάθος στη συλλογή της παραγγελίας ή στη σύνθεσή της.
- Καθώς κάποιες ζώνες ενδεχομένως να περιέχουν προϊόντα με μεγαλύτερη ζήτηση από κάποιες άλλες («High-Volume Pick Zones», (Logiwa , χ.χ.)), οι pickers που εργάζονται στις συγκεκριμένες ζώνες εκτελούν περισσότερες διαδρομές και έχουν βαρύτερο φόρτο εργασίας από τους συλλέκτες ζωνών με πιο βραδυκίνητα προϊόντα. Το φαινόμενο αυτό είναι άμεσα συνδεδεμένο και με την εποχικότητα των ειδών, καθώς τα είδη μίας ζώνης ενδεχομένως να έχουν αυξημένη ζήτηση μία συγκεκριμένη εποχή του χρόνου και μειωμένη με την πάροδο αυτής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αλλάζει ο τρόπος κατανομής του φόρτου εργασίας των pickers ανάλογα με την εποχή του έτους. Το φαινόμενο που περιεγράφηκε παραπάνω ανάλογα με το πόσο εμφανές και έντονο είναι μπορεί να δημιουργήσει εντάσεις και να εγείρει αντιδράσεις των εργαζόμενων των ζωνών με την πιο έντονη κίνηση.
- Το σύστημα αυτό παρουσιάζει περιορισμένη ευελιξία στις περιπτώσεις μη προβλεπόμενης και απότομης αύξησης της ζήτησης για μία κατηγορία προϊόντων. Λόγω του χωρισμού σε ζώνες δεν είναι εύκολο να αναλάβουν τις παραγγελίες αυτών των κωδικών περισσότεροι pickers από αυτούς που έχουν ανατεθεί στη συγκεκριμένη ζώνη.
- Σε κάποιες περιπτώσεις οι συλλέκτες έχουν συγκεκριμένες προτιμήσεις όσον αφορά στη ζώνη όπου θέλουν να ανατεθούν είτε λόγω μεγαλύτερης εξοικείωσης με τα προϊόντα, είτε σχετικής τεχνογνωσίας τους, είτε λόγω άλλων αιτιών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να



ανταλλάσσουν άτυπα αρμοδιότητες και ζώνες γεγονός που μπορεί να προκαλέσει σύγχυση μέσα στην αποθήκη (Logiwa , χ.χ.).

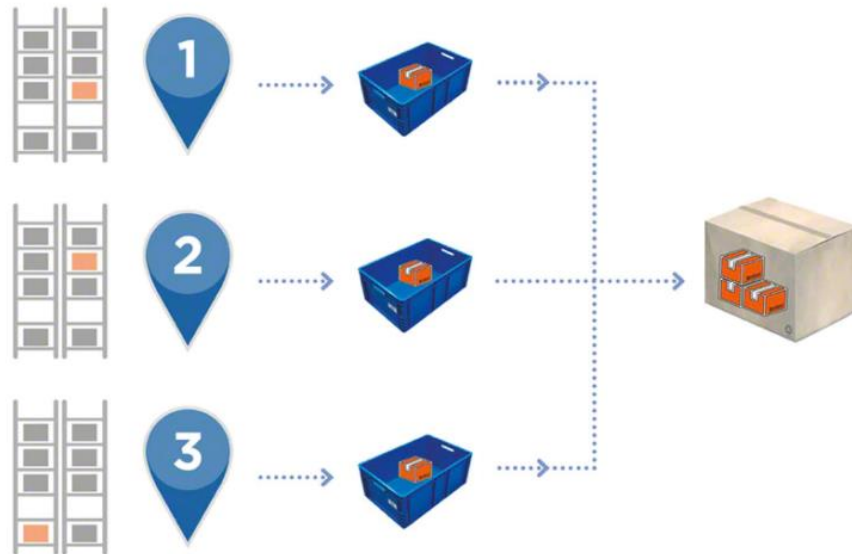
Παρατηρούμε πως στη μέθοδο του zoning υπάρχουν αρκετά πλεονεκτήματα όσον αφορά στη συλλογή των προϊόντων και κανένα μειονέκτημα που να αφορά στη διάρκεια του picking και του χρόνου ταξιδιού των pickers. Αντίθετα, το πρώτο μειονέκτημα που αναφέρεται εντοπίζεται στα βήματα μετά την συλλογή όλων των ειδών της παραγγελίας και πριν την αποστολή της. Για την επίλυση του προβλήματος της σύνθεσης των παραγγελιών έχουν αναπτυχθεί δύο λύσεις που εστιάζουν στον τρόπο με τον οποίο γίνεται η συλλογή και όχι στον τρόπο ταξινόμησης των κωδικών στις παλετοθέσεις. Παρόλα αυτά αναφέρονται και οι δύο για λόγους πληρότητας της ανάλυσης της μεθόδου του zoning.

Η πρώτη προσέγγιση αφορά στην προοδευτική συναρμολόγηση («progressive assembly», (De Koster, et al., 2006)) της παραγγελίας. Σύμφωνα με αυτόν τον τρόπο συγκομιδής, ένας picker συλλέγει τους κωδικούς της παραγγελίας που βρίσκονται στη ζώνη αρμοδιότητας του και στη συνέχεια παραδίδει την σακούλα («tote») ή τον κάδο («bin») και γενικά όλα τα μέσα που χρησιμοποίησε μαζί με την λίστα των κωδικών («picking list») στον επόμενο picker ο οποίος θα συνεχίσει να «συναρμολογεί» την παραγγελία συλλέγοντας τα προϊόντα που βρίσκονται στη δική του περιοχή. Έτσι, μία παραγγελία ή ένα σύνολο παραγγελιών ολοκληρώνονται μόνο αφού έχουν επισκεφθεί όλες τις ζώνες στις οποίες υπάρχουν κωδικοί τους. Το σύστημα αυτό συλλογής ονομάζεται εναλλακτικά διαδοχικό picking ζώνης («Sequential Zone Picking») ή αλλιώς «pick-and-pass» (Gmiles - iCepts Technology Group, 2016). Ένα πιθανό μειονέκτημα της μεθόδου αυτή είναι η δημιουργία καθυστερήσεων («bottlenecks») καθώς ένας εκ των pickers μπορεί να συναντήσει κίνηση ή να αργήσει να δώσει την παραγγελία στον επόμενο (Logiwa , χ.χ.). Επιπλέον, το γεγονός πως αποφεύγεται το στάδιο της σύνθεσης της παραγγελίας είναι μεν θετικό, ωστόσο κατά το στάδιο αυτό συχνά εντοπίζονται και ενδεχόμενα λάθη των pickers.



Σχήμα 3.2: Σχηματική αναπαράσταση του τρόπου συλλογής παραγγελιών «pick-and-pass» σε αποθήκες όπου εφαρμόζεται το zone picking. (Interlake Mecalux, 2021)

Η δεύτερη προσέγγιση αφορά στην συλλογή των κωδικών μίας παραγγελίας από όλες τις ζώνες ταυτόχρονα («parallel or synchronized picking», (De Koster, et al., 2006)). Οι pickers των σχετικών ζωνών ξεκινούν ταυτόχρονα τη συλλογή ειδών μίας παραγγελίας και αφού ολοκληρώσουν και οι τρεις το picking η παραγγελία συνενώνεται και αποστέλλεται. Το σύστημα αυτό ονομάζεται εναλλακτικά ταυτόχρονο picking ζώνης («Simultaneous Zone Picking») ή αλλιώς «pick-and-merge» (Gmiles - iCepts Technology Group, 2016).



**Σχήμα 3.3:** Σχηματική αναπαράσταση του τρόπου συλλογής παραγγελιών «pick-and-merge» σε αποθήκες όπου εφαρμόζεται το zone picking. (Interlake Mecalux, 2021)

Όσον αφορά στο τρίτο μειονέκτημα που αναφέρεται και αποτελεί επίσης βασική δυσκολία όταν δεν λαμβάνονται μέτρα για την πρόληψή του, υπάρχουν διάφορες μέθοδοι προκειμένου ο φόρτος εργασία να κατανέμεται ίσα και ισορροπημένα μεταξύ των εργαζομένων. Οι προσπάθειες αυτές περιγράφονται με τον όρο «εξισορρόπηση των ζωνών» αποθήκευσης μέσα σε μία αποθήκη («zone balancing»).

## Κεφάλαιο 4. Λογισμικά βελτιστοποίησης του slotting

### 4.1 Slot3D (Slot3D)



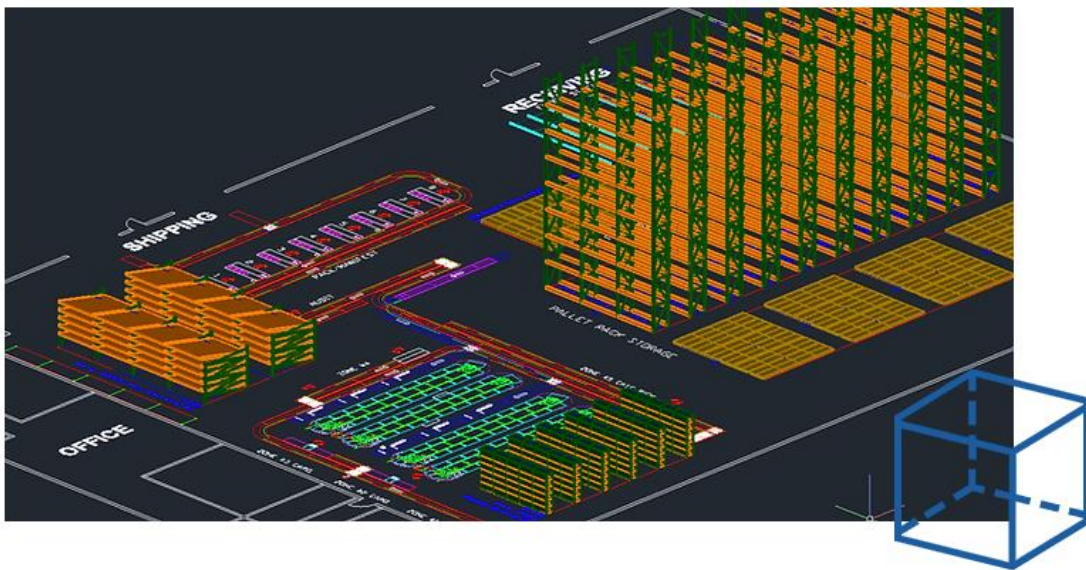
Σχήμα 4.1: Λογότυπο της εταιρίας και του λογισμικού Slot3D. (Slot3D, 2021)

Πρόκειται για λογισμικό που έχει αναπτυχθεί από την εταιρία Slot3D. Η εταιρία προσφέρει το software ως το βασικό προϊόν της και παράλληλα παρέχει συμβουλευτικές/ υποστηρικτικές υπηρεσίες σε εταιρίες που σκοπεύουν να αξιοποιήσουν τις λειτουργίες του όπως: υποστήριξη σχετικά με την συλλογή και οργάνωση των απαραίτητων δεδομένων της αποθήκης, ανάλυση των αποτελεσμάτων του λογισμικού και πρόταση μετατροπών σε επίπεδο εγκαταστάσεων προκειμένου να βρεθεί η βέλτιστη συνολική λύση και εξαγωγή των αποτελεσμάτων του λογισμικού σε άλλες μορφές αρχείων συμβατές με το σύστημα WMS της εκάστοτε εταιρίας (Slot3D, 2021).

Σύμφωνα με την επίσημη ιστοσελίδα της εταιρίας το λογισμικό έχει τη δυνατότητα ψηφιακής μοντελοποίησης της αποθήκης συνδυάζοντας αρχεία του σχεδιαστικού προγράμματος AutoCAD στα οποία αποτυπώνεται το σχέδιο της αποθήκης με εργαλεία οικονομικής ανάλυσης (Slot3D, 2021). Το λογισμικό έχει τρεις βασικές λειτουργίες, οι οποίες είναι οι ακόλουθες:

- Σχεδιασμός αποθήκης («Warehouse Design»): Εξερεύνηση και αξιολόγηση διαφορετικών επιλογών όσον αφορά στη χωροταξία του Κέντρου Διανομή και Αποθήκευσης, τον εξοπλισμό διαχείρισης κωδικών που θα ενσωματωθεί στην αποθήκη και την βέλτιστη ανάθεση των κωδικών στις αποθηκευτικές θέσεις. Ο σχεδιασμός αποθήκης γίνεται σε έξι βήματα:
  1. Καθορισμός παραμέτρων υψηλού επιπέδου που σχετίζονται με την τοποθεσία της εγκατάστασης («high-level site-specific parameters») όπως κόστη εργατικών και κόστος εκταρίων γης.
  2. Εισαγωγή δεδομένων για τους κωδικούς που αποθηκεύονται και διακινούνται μέσω του Κέντρου Αποθήκευσης και Διανομής και εισαγωγή δεδομένων των παραγγελιών. Τα δεδομένα αυτά θα επεξεργαστούν από τη λειτουργία ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις που ενσωματώνει το λογισμικό («Slot3D's data mapping wizard»).
  3. Επιλογή του εξοπλισμού που ενσωματώνει η αποθήκη. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει εξοπλισμό όπως απλά ράφια («shelving»), ραφιέρες μέσω των οποίων επιτυγχάνεται ροή των υλικών («flow racks»), ραφιέρες αποθήκευσης παλετών («pallet racks») κλπ. από την έτοιμη βιβλιοθήκη του λογισμικού ή/και να παραμετροποιήσει τον εξοπλισμό προσθέτοντας προσαρμοσμένες διαμορφώσεις αυτού («customization»).

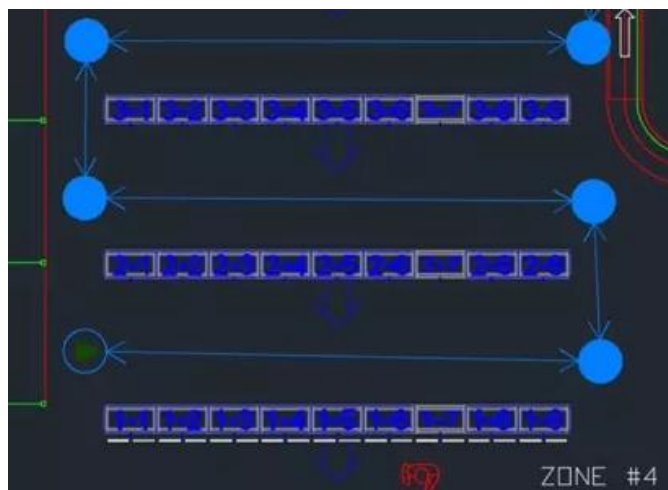
4. Ανάθεση των κωδικών στον διαθέσιμο εξοπλισμό αποθήκευσης από το λογισμικό και παροχή αναλυτικών πληροφοριών όσον αφορά στο κόστος χρήσης του εξοπλισμού αλλά και στις υπόλοιπες διαδικασίες της αποθήκης όπως συλλογή και ανατροφοδότηση. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να προσθέσει, να αφαιρέσει ή/και να τροποποιήσει την ανάθεση έτσι ώστε το μοντέλο της αποθήκης να προσεγγίζει με βέλτιστο τρόπο τις ανάγκες του πελάτη.
5. Δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου του ΚΑΔ με βάση όσα ορίστηκαν στα παραπάνω βήματα. Στιγμιότυπο οθόνης από το βήμα αυτό παρουσιάζεται στο σχήμα 4.2 το οποίο προέρχεται από την επίσημη ιστοσελίδα του λογισμικού.
6. Δημιουργία αναλυτικού αρχείου με την αντιστοιχία των SKUs σε παλετοθέσεις. (Slot3D, 2021)



Σχήμα 4.2: Στιγμιότυπο οθόνης από τον σχεδιασμό του τρισδιάστατου μοντέλου της αποθήκης στο περιβάλλον του Slot3D. (Slot3D, 2021)

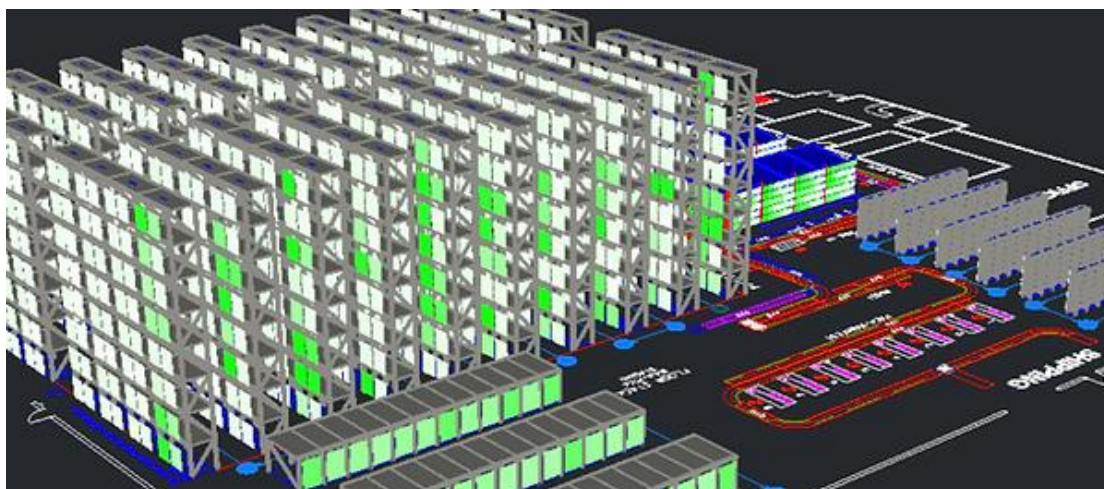
- Λειτουργία «3D Warehousing»: επεξεργασία του τρισδιάστατου μοντέλου της αποθήκης με εξειδικευμένα εργαλεία τρισδιάστατης σχεδίασης, βελτιστοποίηση του σχεδιασμού και εκτέλεση προσομοιώσεων.
  - Το λογισμικό αναγνωρίζει το είδος εξοπλισμού που ενσωματώνει η αποθήκη σύμφωνα με τα όσα όρισε ο χρήστης στη λειτουργία «Warehouse Design». Στη συνέχεια, δημιουργεί τα αντίστοιχα τρισδιάστατα αντικείμενα βάσει της παραμετροποίησης του εξοπλισμού, που επίσης πραγματοποιήθηκε στην προηγούμενη λειτουργία, προκειμένου να δημιουργήσει ένα όσο το δυνατόν πιο πιστή τρισδιάστατη αναπαράσταση.
  - Υπάρχει η δυνατότητα οπτικοποίησης των περιορισμών («Visual Business Rules») που ισχύουν όσον αφορά στην αποθήκευση των ειδών. Επί παραδείγματι, η εισαγωγή προτιμήσεων όσον αφορά στην αντιστοιχία κωδικών-θέσεων μπορεί να γίνει γραφικά μέσα στο μοντέλο μέσω εισαγωγής ή διαμόρφωσης ενός χάρτη θερμότητας («heat map»). Το software μεταφράζει τα δεδομένα του χάρτη σε περιορισμούς τους οποίους λαμβάνει υπόψη ώστε να προσφέρει μία βέλτιστη λύση slotting σύμφωνη με τις απαιτήσεις του χρήστη.
  - Το λογισμικό διαθέτει εργαλείο δημιουργίας προσομοιώσεων των διαδρομών των συλλεκτών («travel simulation engine») αξιοποιώντας το τρισδιάστατο μοντέλο. Για να γίνει αυτό ο χρήστης πρέπει να δημιουργήσει τις διαδρομές που ακολουθούν οι

pickers για τη συλλογή και αποθήκευση των προϊόντων. Ο τρόπος προσδιορισμού του picking sequence είναι επίσης γραφικός και φαίνεται στο σχήμα 4.3. Ειδικότερα, ο χρήστης τοποθετεί κόμβους («nodes») μέσα στο σχέδιο της αποθήκης τους οποίους στη συνέχεια ενώνει υποδεικνύοντας τη διεύθυνση και τη φορά του picking. Μάλιστα, υπάρχουν ειδικοί κόμβοι οι οποίοι αντιπροσωπεύουν τα σημεία εκκίνησης και το τέλος του picking path, τα σημεία όπου οι pickers δίνουν τα προϊόντα και την picking list στον επόμενο συλλέκτη για να συνεχίσει τη συλλογή μίας παραγγελίας («hand-off») καθώς και τα σημεία στα οποία γίνεται ανατροφοδότηση (Slot3D, 2021). Με βάση αυτά τα δεδομένα, το λογισμικό εκτελεί προσομοιώσεις διαδρομών για συγκεκριμένες εντολές παραγγελίας και υπολογίζει τον χρόνο ταξιδιού του εργαζόμενου καθώς και τα κόστη συλλογής και αποθήκευσης των ειδών. Μέσω αυτού του εργαλείου συγκρίνονται διάφορα σενάρια ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις τόσο μεταξύ τους όσο και με την αρχική κατάσταση προκειμένου να αξιολογηθεί η πιο συμφέρουσα επένδυση («ROI validation»).



Σχήμα 4.3: Ορισμός της διαδρομής συλλογής των κωδικών στο λογισμικό Slot3D. (Slot3D, 2021)

- Το λογισμικό οπτικοποιεί τα αποτελέσματα του slotting (το οποίο γίνεται με βάση την ταχυκινησία των ειδών) απευθείας μέσα στο τρισδιάστατο μοντέλο χρωματίζοντας τα slots ανάλογα με τη ζήτηση των ειδών που τοποθετήθηκαν σε αυτά (Σχήμα 4.4). (Slot3D, 2021)



Σχήμα 4.4: Χρωματισμός των παλετοθέσεων της αποθήκης ανάλογα με την ταχυκινησία των κωδικών που έχουν ανατεθεί σε αυτές (στιγμιότυπο οθόνης από το Slot3D). (Slot3D, 2021)

- Οικονομική ανάλυση του slotting («Economic Slotting»): το λογισμικό πέρα από κριτήρια που αφορούν αμιγώς τα χαρακτηριστικά των SKUs, όπως η ταχυκινήσια των κωδικών, και τη χωροταξία της αποθήκης, όπως η εγγύτητα των θέσεων στο depot, λαμβάνει υπόψη και οικονομικούς δείκτες όσον αφορά στην ανάθεση κωδικών σε παλετοθέσεις. Ειδικότερα, τα οικονομικά μεγέθη τα οποία υπολογίζει για κάθε ανάθεση είναι τα εξής:
  - Κόστος συλλογής των προϊόντων από τις θέσεις στις οποίες έχουν τοποθετηθεί («Picking Cost»)
  - Κόστος ανατροφοδότησης των παλετοθέσεων των οποίων το απόθεμα εξαντλείται («Replenishment Cost»)
  - Κόστος αποθήκευσης των ειδών («Storage Cost»)

Το λογισμικό πρακτικά προτείνει τη μετακίνηση ενός κωδικού από μία θέση σε κάποιες άλλες και υπολογίζει τα χρήματα που εξοικονομούνται από την εκάστοτε πρόταση μετακίνησης με βάση τα τρία παραπάνω μεγέθη. Ιδιαίτερα, για να υπολογίσει τα κόστη που σχετίζονται με τις μετακινήσεις του προσωπικού, το software πραγματοποιεί προσομοιώσεις με βάση τα travel patterns των συλλεκτών της αποθήκης και πραγματικές εντολές παραγγελιών. Με βάση τα παραπάνω υπολογίζει τις απαιτήσεις συλλογής συγκεκριμένων picking orders όσον αφορά στην απόσταση ταξιδιού του picker, τον απαιτούμενο χρόνο και το κόστος της συγκεκριμένης διαδρομής. Σημειώνεται πως ο μηχανισμός προσομοίωσης («simulation») του Slot 3D μπορεί να προσομοιώσει την πραγματοποίηση διαδρομών με οποιοδήποτε μέσο μετακίνησης (λ.χ. περπάτημα του συλλέκτη, περονοφόρα οχήματα κλπ.)

(Slot3D, 2021)

Σύμφωνα με την επίσημη ιστοσελίδα της εταιρίας οι δυνατότητες καθώς και τα βασικά πλεονεκτήματα του λογισμικού είναι τα ακόλουθα:

- Σχεδιασμός μίας εγκατάστασης από την αρχή με στόχο την επίτευξη μέγιστης απόδοσης δεδομένων των χαρακτηριστικών των κωδικών που αποθηκεύονται σε αυτή και τις βασικές απαιτήσεις και κανόνες λειτουργίας της.
  - Αξιολόγηση ή/και επιβεβαίωση πως καινούργιες εγκαταστάσεις ικανοποιούν τις λειτουργικές απαιτήσεις και ενσωματώνουν/ αξιοποιούν με βέλτιστο τρόπο τον εξοπλισμό αποθήκευσης.
  - Εξασφάλιση αυξημένης αποδοτικότητας τόσο για την υπάρχουσα υπό μελέτη αποθήκη όσο και για μελλοντική επέκτασή της.
  - Μείωση των «stock-outs», δηλαδή των φορών όπου τελειώνει το απόθεμα ενός κωδικού στην picking area και βελτιστοποίηση της συχνότητας ανατροφοδοτήσεων.
  - Επαναπροσδιορισμός των στρατηγικών ανάθεσης αποθέματος προκειμένου η αποθήκη να προσαρμόζεται σε ειδικές απαιτήσεις ή εποχικότητες στη ζήτηση.
  - Βελτιστοποίηση πολλών διαφορετικών αποθηκών.
  - Οπτικοποίηση του αποτελέσματος των πιθανών αλλαγών πριν την εφαρμογή τους στην πραγματική αποθήκη.
  - Βελτίωση των χρόνων προετοιμασίας των παραγγελιών καθώς η ανάθεση των κωδικών γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται ο χρόνος ταξιδιού κατά τη συλλογή όλων των παραγγελιών.
  - Αξιολόγηση πολλών διαφορετικών «what-if» σεναρίων πριν την πραγματοποίηση αλλαγών στην φυσική αποθήκη.
- (Slot3D, 2021)

Η αγορά του software περιλαμβάνει την εφαρμογή «Slot3D Professional Desktop», το «Slot3D Professional Cloud» και ένα χρόνο πλατινένιας υποστήριξης από την εταιρία Slot3D («Platinum Subscription Plan»). Το πρώτο περιλαμβάνει τις τρεις προαναφερόμενες λειτουργίες του λογισμικού καθώς και την προαιρετική επιλογή «AutoSync» σύμφωνα με την οποία το λογισμικό συγχρονίζεται αυτόματα με το WMS ή/και το ERP σύστημα της επιχείρησης προκειμένου να αντλήσει τα δεδομένα που απαιτείται να εισαχθούν (Slot3D, 2021). Το δεύτερο εξυπηρετεί την αποθήκευση όλων των δεδομένων και αποτελεσμάτων του Slot3D σε ένα εταιρικό cloud (Slot3D, 2021).

#### 4.2 OptiSlot DC™ (Optricity™)



Σχήμα 4.5: Λογότυπο του λογισμικού OptiSlot DC της εταιρίας Optricity. (Optricity, 2022)

Πρόκειται για λογισμικό που έχει αναπτυχθεί από την εταιρία Optricity™. Η εταιρία προσφέρει λύσεις που στόχο έχουν τον σχεδιασμό και τη βελτιστοποίηση της αποθήκης και των λειτουργιών της. Επιπλέον, προσφέρει λύσεις σε επίπεδο λογισμικών ανάλυσης των δεδομένων λειτουργίας των Κέντρων Αποθήκευσης και Διανομής. Το λογισμικό OptiSlot DC™ αποτελεί ένα από τα συνολικά τρία τεχνολογικά προϊόντα της εταιρίας και αφορά αποκλειστικά στην βελτιστοποίηση του slotting.

Το OptiSlot DC™ βελτιστοποιεί την ανάθεση κωδικών σε παλετοθέσεις μέσα σε μία αποθήκη επιτρέποντας στον χρήστη να δημιουργήσει και να εκτελέσει πολλά διαφορετικά σενάρια slotting συγκρίνοντας τα ως προς τους λειτουργικούς στόχους της αποθήκης και τις οικονομικές απολαβές. Σύμφωνα με την επίσημη ιστοσελίδα της εταιρίας το λογισμικό βελτιστοποιεί το slotting ενός ΚΑΔ μέσω πολύπλοκων μαθηματικών αλγορίθμων λαμβάνοντας υπόψη τις εξής παραμέτρους:

- Διαστασιολογικά δεδομένα κωδικών
- Χαρακτηριστικά κωδικών όπως το βάρος και η ταχυκινησία τους
- Φυσικά χαρακτηριστικά της αποθήκης και συγκεκριμένα:
  - τη διαμόρφωση των παλετοθέσεων («slot configurations»),
  - τη διαδρομή συλλογής που ακολουθούν οι συλλέκτες και
  - το είδος εξοπλισμού που ενσωματώνει η αποθήκη για τη διαχείριση των ειδών της («Material Handling Equipment»).
- Λειτουργικές παραμέτρους και στόχους της αποθήκης όπως:
  - τρόποι σύνθεσης μίας παλέτας είτε με κιβώτια του ίδιου κωδικού είτε διαφορετικών κωδικών («pallet building»),
  - ζήτηση και εποχικότητα της («seasonality requirements») και
  - Ομαδοποιήσεις λιανικής («retail groupings»).

(Optricity, 2022)

Σύμφωνα με το επίσημο φυλλάδιο περιγραφής των λειτουργιών του λογισμικού (το οποίο έγινε διαθέσιμο κατόπιν αίτησης σχετικά με περαιτέρω πληροφορίες για το software μέσω της ιστοσελίδας της εταιρίας) οι δυνατότητες («capabilities») καθώς και τα βασικά πλεονεκτήματα του λογισμικού είναι τα ακόλουθα:

- Καθορισμός στόχων και περιορισμών για τη στρατηγική ανάθεσης των κωδικών σε παλετοθέσεις.
  - Καθορισμός της συνολικής στρατηγικής slotting.
  - Καθορισμός συγκεκριμένων στόχων καθώς και προσδιορισμός της βάρους του κάθε στόχου και τα περιθώρια απόκλισης από αυτόν.
  - Καθορισμός πολλαπλών περιορισμών οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν από το λογισμικό προκειμένου να προσδιορισθεί η βέλτιστη λύση slotting που όχι μόνο ικανοποιεί τους στόχους αλλά ικανοποιεί και τις σκληρές απαιτήσεις που υφίστανται στην αποθήκη.
- Αντιπαραβολή της υφιστάμενης αντιστοιχίας κωδικών-θέσεων και της βελτιωμένης αντιστοιχίας που προτείνεται από το λογισμικό («before-and-after slotting status») σύμφωνα με τις απαιτήσεις που έχουν ορισθεί από τον χρήστη.
  - Σύγκριση πολλαπλών σεναρίων ανάθεσης κωδικών βάσει διαφορετικών συνδυασμών κριτηρίων slotting. Η σύγκριση των σεναρίων γίνεται αναλυτικά («στόχο-προς-στόχο») σύμφωνα με τους στόχους που έχουν ορισθεί από τον χρήστη.
  - Επιλογή του πλάνου slotting που δύναται να εκτελεστεί με τα πιο ευεργετικά αποτελέσματα για την αποθήκη.
- Ευκολία στη χρήση («Ease of use»)
  - Χρήση εύκολα κατανοητής από τον χρήστη ορολογίας και ενσωμάτωση εύχρηστων μενού μέσω των οποίων ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί εύκολα στο πρόγραμμα.
  - Η λειτουργία του λογισμικού που αφορά στην μοντελοποίηση της αποθήκης («Warehouse editor») επιτρέπει στον χρήστη να δημιουργήσει νέα μοντέλα αποθήκης από την αρχή. Μάλιστα, ο χρήστης μπορεί να καθορίσει τη διάταξη των αποθηκών γραφικά αντί να απαιτείται η εισαγωγή αριθμητικών δεδομένων ή συντεταγμένων.
- Δυνατότητα καθορισμού στρατηγικών σε συνδυασμό με υπολογισμένες ευκαιρίες βελτίωσης.
  - Ο χρήστης μπορεί να καθορίσει ή να επιτρέψει στο λογισμικό να υπολογίσει τα περιθώρια βελτίωσης του slotting με βάση τις εξής παραμέτρους: εναλλαγές κιβωτίων («case rotations»), στοίβαξη κιβωτίων ή παλετών («stacking»), τοποθέτηση κωδικών σε περισσότερες από μία παλετοθέσεις («multiple facing»), αριθμός κιβωτίων ανά στρώση και αριθμός στρώσεων ανά παλέτα («TI/HI configurations»), μέγιστος και ελάχιστος αριθμός παλετοθέσεων στις οποίες μπορεί να τοποθετηθεί ο εκάστοτε κωδικός («max/min slots»), αριθμός παλετοθέσεων που επιτρέπεται να μείνουν κενές («empty slot allowance») κλπ.
  - Δυνατότητα διαμόρφωσης τόσο των φατνωμάτων που εξυπηρετούν αποκλειστικά την αποθήκευση των ειδών («reserve locations») όσο και των φατνωμάτων από τα οποία γίνεται η συλλογή («picking locations»). Μάλιστα, το λογισμικό παρέχει δυνατότητα υπολογισμού του αριθμού και του είδους των παλετοθέσεων που χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν μόνο για αποθήκευση.
  - Βέλτιστη κατανομή του χώρου αποθήκευσης ανά SKU στην περιοχή συλλογής («picking area») με στόχο την ελαχιστοποίηση των ανατροφοδοτήσεων.



- Υπολογισμός του χρηματικού ποσού που εξοικονομείται ανά τεμάχιο («cost savings per unit shipped») από την υιοθέτηση του δεσμευμένου συστήματος αποθήκευσης στην picking περιοχή εν συγκρίσει με την συλλογή κωδικών κατευθείαν από τον χώρο στον οποίο πραγματοποιείται αποκλειστικά αποθήκευση των ειδών.
- Εφαρμογή κανόνων slotting που υφίστανται σε πραγματικές συνθήκες αποθήκης.
  - Το λογισμικό εξισορροπεί το βέλτιστο πλάνο slotting που προκύπτει από τους υπολογισμούς του αλγορίθμου και το προσαρμόζει κατάλληλα προκειμένου να είναι λειτουργικό και εκτελέσιμο.
  - Ο χρήστης έχει την ευχέρεια να ορίσει κριτήρια με βάση τα οποία θα απορρίπτονται μετακινήσεις κωδικών οι οποίες θα ήταν οριακά ωφέλιμες («marginally beneficial product moves») για την αποθήκη. Παραδείγματα τέτοιων κριτηρίων είναι τα εξής: χρονική στιγμή της τελευταίας αλλαγής της θέσης ενός κωδικού («time stamping of last reassignment»), εγγύτητα του slot στο οποίο ανατίθενται ο κωδικός στο βελτιστοποιημένο σενάριο και του slot στο οποίο βρίσκεται στην υφιστάμενη κατάσταση («optimal slot proximity to current slot»), ± ανοχές σε αποκλίσεις από τους στόχους («plus/minus goal tolerances») και συνολική βαθμολογία («overall score achievement»).
- Προσαρμογή του προτεινόμενου slotting στις υφιστάμενες αλλά και μελλοντικές ανάγκες της αποθήκης εξασφαλίζοντας την ετοιμότητα αυτής («Proactive slotting preparedness»)
  - Το λογισμικό αναλύει τα δεδομένα κίνησης των κωδικών εντός της αποθήκης και μέσω υπολογισμών εκτιμά την διακύμανσή της μέσα στον χρόνο (εποχικότητα ζήτησης). Επιπλέον, εκτιμά την αύξηση ζήτησης που μπορεί να προκληθεί λόγω προωθητικών ενεργειών.
  - Το λογισμικό προτείνει μελλοντικές αλλαγές στην τοποθέτηση των κωδικών εκ των προτέρων προκειμένου το slotting της αποθήκης να παραμείνει βέλτιστο και στις περιόδους που πρόκειται να μεταβληθεί η ζήτηση.
- Γρήγορη εκτέλεση πολλαπλών σεναρίων slotting.
  - Το λογισμικό επιτρέπει στον χρήστη να εκτελέσει σε σύντομο χρονικό διάστημα πολλά διαφορετικά σενάρια τα οποία συνοδεύονται και από τα αντίστοιχα κόστη και οφέλη που θα προκύψουν από την εφαρμογή τους. Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης μπορεί να επιλέξει και να εφαρμόσει την πιο επωφελή ανάθεση για την εκάστοτε αποθήκη.
- Υπολογισμός λογικής αλληλουχίας των μετακινήσεων των ειδών από την υφιστάμενη θέση αποθήκευσης στην καινούργια.
  - Η ανάθεση των κωδικών σε παλετοθέσεις γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλισθούν οι λιγότερες αλλαγές σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση. Επιπλέον, το λογισμικό προγραμματίζει την αλληλουχία των μετακινήσεων σε καθημερινή βάση προκειμένου η αποθήκη να μεταβεί από την υφιστάμενη κατάσταση στη βελτιωμένη κατάσταση που προτείνει το λογισμικό. Ο προγραμματισμός αυτός γίνεται με τρόπο που να εξασφαλίζει ομαλή ροή των εργασιών.
- Καθορισμός του (μέγιστου) αριθμού των εργαζομένων και των (μέγιστων) εργατωρών που επιθυμεί ο χρήστης να αφιερώσει για την ανάθεση των κωδικών στις παλετοθέσεις.
  - Το λογισμικό εξασφαλίζει πως θα γίνουν περιορισμένες μετακινήσεις κωδικών ή επιλέγει ποιο υποσύνολο των συνολικών μετακινήσεων θα πραγματοποιηθούν ανάλογα με περιορισμούς που υπάρχουν όσων αφορά στο πρόγραμμα εργασίας των εργαζομένων.

- Το λογισμικό λαμβάνει υπόψη τους δείκτες διαθεσιμότητας και παραγωγικότητας («time availability and productivity rates») των εργαζομένων που τοποθετούν τους κωδικούς στις θέσεις αποθήκευσης («stockers») προκειμένου να προγραμματίσει τις εργασίες μετακίνησης των κωδικών στις καινούργιες θέσεις αποθήκευσής τους.
- Μέσω του λογισμικού δίνεται η δυνατότητα παρακολούθησης και διαχείρισης των εργασιών που θα πραγματοποιηθούν σχετικά με το slotting των ειδών.
- Δυνατότητα εποπτείας από τη διοίκηση («Management visibility»).
  - Το λογισμικό παράγει συνοπτικές αναφορές («summary reports») οι οποίες παρουσιάζουν την πληροφορία με μορφή γραφημάτων, γεγονός που τις καθιστά ιδιαίτερα ευανάγνωστες. Οι αναφορές αυτές περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με τα υφιστάμενα δεδομένα slotting της αποθήκης καθώς και με τις υπάρχουσες ευκαιρίες βελτίωσης προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι που αφορούν την απόδοση της επένδυσης (δείκτης «Return On Investment - ROI», (Ευρετήριο Οικονομικών Όρων, 2022)). (Optricity, 2022)

Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζονται στιγμιότυπα οθόνης από το λογισμικό τα οποία έχουν δημοσιευθεί στην επίσημη ιστοσελίδα της εταιρίας. Στο πρώτο σχήμα φαίνεται η κατάσταση αναφοράς μίας αποθήκης όσον αφορά στο slotting των κωδικών της και στο δεύτερο η βελτιστοποιημένη λύση που προσέφερε το λογισμικό για αυτή τη μελέτη περίπτωσης. Σημειώνεται πως η συγκεκριμένη βελτιστοποίηση έγινε με βάση την κινητικότητα ή αλλιώς ταχυκίνησια των προϊόντων (Optricity, 2022). Γίνεται κατανοητό (χωρίς ωστόσο να δηλώνεται στην ιστοσελίδα της επιχείρησης) πως ο χρωματισμός των ορθογωνίων αφορά στην ταχύτητα των προϊόντων με κόκκινα να είναι slots στα οποία τοποθετήθηκαν τα πιο ταχυσκίνητα προϊόντα. Στην βελτιωμένη εκδοχή της ανάθεσης κωδικών φαίνεται πως οι «κόκκινοι» κωδικοί δηλαδή τα είδη με τη μεγαλύτερη ζήτηση τοποθετήθηκαν όλα μαζί στα φατνώματα που βρίσκονται πιο κοντά στο κάτω μέρος της οθόνης που εικάζεται πως βρίσκεται το depot.



Σχήμα 4.6: Εικόνα μίας αποθήκης πριν (πάνω) και μετά (κάτω) τη βελτιστοποίηση της ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις. Οι χρωματισμοί των παλετοθέσεων αντικατοπτρίζουν την ταχυσκηνία των κωδικών. (Optricity, 2022)

Το λογισμικό φαίνεται να χρησιμοποιείται και από την εταιρία Logistics Change η οποία προσφέρει συμβουλευτικές υπηρεσίες στους πελάτες της που αφορούν μεταξύ άλλων στον σχεδιασμό, στην οργάνωση και στον εξοπλισμό των αποθηκών τους. Ανάμεσα σε αυτές τις σχετικές υπηρεσίες η επιχείρηση προσφέρει και υπηρεσίες product slotting αξιοποιώντας το OptiSlot DC™ (Logistics Change, 2015). Σύμφωνα με τη Logistics Change οι πληροφορίες που χρειάζεται ως είσοδο («input») το λογισμικό για να εκτελέσει τα σενάρια είναι οι εξής:

- Περιγραφή των SKUs, χαρακτηριστικά των επιμέρους κωδικών καθώς και χαρακτηριστικά των χαρτοκιβωτίων («cartons») και των παλετών.
- Είδος εξοπλισμού για διακίνηση και συλλογή των προϊόντων («movement - pick type»), ιστορικό ζήτησης («demand history») και προφίλ αποστολών («shipping profile»).
- Διαδρομή που ακολουθούν οι pickers της αποθήκης («pick path»).
- Μέθοδοι αναπλήρωσης («replenishment methodologies») που εφαρμόζονται στην αποθήκη.
- Υφιστάμενη χωροταξική κατάσταση.

(Logistics Change, 2015)

Τέλος, όσον αφορά στο τι προσφέρει η εταιρία σχετικά με το λογισμικό της, σημειώνεται πως η Optricity™ παρέχει δωρεάν δοκιμή του λογισμικού της («demo», (Optricity, 2022)) κατόπιν σχετικής αίτησης. Επιπλέον, μέσω της ιστοσελίδας της εταιρίας Logistics Change φαίνεται πως η Optricity™ προσφέρει σχετική εκπαίδευση σε όσους πρόκειται να χρησιμοποιήσουν το λογισμικό η οποία συνοδεύεται από αντίστοιχο πιστοποιητικό («Qualifications: OptiSlot Training» (Logistics Change, 2015)).

#### 4.3 WISE – Warehouse Slotting Software (Royal 4 Systems)



Σχήμα 4.7: Λογότυπο της εταιρίας Royal 4 Systems. (Royal 4 Systems, 2022)

Πρόκειται για λογισμικό το οποίο έχει αναπτυχθεί από την εταιρία λογισμικού Royal 4 Systems. Ειδικότερα, η εταιρία υποστηρίζει πολλές διαφορετικές διαδικασίες και στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας και έχει αναπτύξει τα ακόλουθα είδη λογισμικών: λογισμικά διαχείρισης αποθηκών («Warehouse Management Software»), λογισμικά 3PL («3PL Software»), λογισμικά οικονομικής ανάλυσης και λογιστικής («Financial Software»), λογισμικά διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας («Supply Chain Management»), συστήματα διαχείρισης αποθέματος («Inventory Management System»), πληροφοριακά συστήματα ενδοεπιχειρησιακού σχεδιασμού («ERP») και λογισμικά διαχείρισης της «αυλής» ενός ΚΑΔ («YMS»).

Από τα είδη λογισμικού που προσφέρει η εταιρία, το λογισμικό Wise-Warehouse Slotting Software ανήκει στην κατηγορία των λύσεων διαχείρισης αποθηκών. Σύμφωνα με την επίσημη ιστοσελίδα της εταιρίας το λογισμικό ενσωματώνει τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης («AI and ML technologies») προκειμένου να πραγματοποιήσει την ανάθεση κωδικών σε παλετοθέσεις με τρόπο δυναμικό («dynamic slotting») και ακριβή. Το ποσοστό εξοικονόμησης χρημάτων που μπορεί να προκύψει από τη χρήση του λογισμικού σε επίπεδο εργατικών («manpower cost») είναι 8% έως 15% ενώ σε επίπεδο κόστους αποθήκευσης είναι περίπου 10% έως 30%. Ως πλεονεκτήματα της ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις με το λογισμικό WISE – Warehouse Slotting Software δηλώνονται τα ακόλουθα:

- Αύξηση του δείκτη πληρότητας («occupancy ratio») της αποθήκης.
- Βελτίωση της παραγωγικότητας στην διαδικασία συλλογής των προϊόντων.
- Βελτιστοποίηση της διαδικασίας συλλογής των κωδικών.
- Μείωση των καθυστερήσεων («bottleneck») κατά τη συλλογή των προϊόντων.
- Ελαχιστοποίηση των ανατροφοδοτήσεων.
- Δημιουργία παλετοθέσεων κατάλληλου τύπου και διαστάσεων αναλογικά με τα διαστασιολογικά δεδομένα των κωδικών.

- Προσαρμογή του slotting στα δεδομένα εποχικής ζήτησης των ειδών.
  - Αναγνώριση των πιο εύκολα προσβάσιμων παλετοθέσεων και εκτέλεση του slotting με αυτό το κριτήριο.
  - Μείωση του χρόνου συλλογής των κωδικών καθώς και του χρόνου μετακινήσεων των συλλεκτών.
  - Μείωση των δεδομένων που απαιτείται να εισαχθούν χειροκίνητα στο λογισμικό.
  - Αναγνώριση των ταχυκίνητων κωδικών («fast moving items»).
- (Royal 4 Systems, 2022)

Οι άξονες λειτουργίας που η εταιρία αξιολογεί ως τους βασικότερους του software είναι οι εξής τέσσερις:

### 1. Βελτίωση της εξισορρόπησης του φόρτου εργασίας.

Ένας από τους στόχους του αλγόριθμου του λογισμικού είναι η εξισορρόπηση της κινητικότητας μεταξύ πολλαπλών περιοχών picking προκειμένου να αποφεύγεται η κυκλοφοριακή συμφόρηση λόγω συγκέντρωσης πολλών εργαζομένων στην ίδια περιοχή συλλογής κωδικών. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, το software επεξεργάζεται την κλάση στην οποία έχουν καταταχθεί οι κωδικοί μέσω της εφαρμογής της μεθόδου ABC και τον αριθμό φορών συλλογής του εκάστοτε κωδικού μέσα σε μία ημέρα. Στη συνέχεια, το λογισμικό λαμβάνει υπόψη τη διασπορά των παλετοθέσεων και «μοιράζει» κωδικούς όλων των κλάσεων σε όλη την έκταση της αποθήκης ακολουθώντας συγκεκριμένα μοτίβα ορισμένα από τον χρήστη. Τα μοτίβα αυτά μπορεί να είναι τοποθέτηση ταχυκίνητου προϊόντος ανά συγκεκριμένο αριθμό θέσεων αποθήκευσης (λ.χ. ανά πέντε παλετοθέσεις ή φατνώματα) ή δημιουργία μίας συγκεκριμένης αλληλουχίας («round-robin») ταχυκινήσιων κωδικών (λ.χ. τοποθέτηση τριών κωδικών κλάσης A, μετά τοποθέτηση 2 κωδικών κλάσης B κλπ.) (Royal 4 Systems, 2022).

### 2. Διαχείριση αγαθών με εποχική ζήτηση.

Ο χρήστης, όπως περιγράφεται και παρακάτω, εισάγει ημερήσια δεδομένα που υποδεικνύουν τη ζήτηση ενός κωδικού για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Το λογισμικό επεξεργάζεται αυτά τα δεδομένα και είναι σε θέση να αντιληφθεί τις αυξομειώσεις που εντοπίζονται στη ζήτηση σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα και να λάβει υπόψη αυτές τις εποχικότητες στην πραγματοποίηση του slotting.

### 3. Ανάθεση κωδικών βάσει προβλέψεων ζήτησης.

Το λογισμικό λαμβάνει υπόψη τις προβλέψεις πωλήσεων («forecasting») ανά μήνα κατά την εκτέλεση του slotting. Όπως αναφέρεται στην ιστοσελίδα, η εταιρία διαθέτει εργαλείο forecasting προκειμένου να υπολογίζει τις προβλεπόμενες πωλήσεις των ειδών. Το συγκεκριμένο εργαλείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην περίπτωση καινούργιων ειδών χωρίς ιστορικό ζήτησης. Στην περίπτωση ειδών με ιστορικό ζήτησης τότε το λογισμικό μπορεί να συγκρίνει τα πραγματικά δεδομένα ζήτησης με την αντίστοιχη προβλεπόμενη ζήτηση προκειμένου να δημιουργήσει το μίγμα του slotting (Royal 4 Systems, 2022).

Σχετικά με την παραπάνω παράγραφο δεν γίνεται σαφές εάν το εργαλείο πρόβλεψης των πωλήσεων που στην ιστοσελίδα αναφέρεται ως «The Royal 4 “current sales forecast tool”» είναι ενσωματωμένο στο λογισμικό βελτιστοποίησης του slotting που εξετάζεται στο παρόν κεφάλαιο ή αποτελεί ξεχωριστό εργαλείο της εταιρίας που μπορεί να προστεθεί. Κατόπιν αναζήτησης στα υπόλοιπα προϊόντα της εταιρίας δεν εντοπίστηκε κάποιο τέτοιο software το

οποίο να διατίθεται ξεχωριστά από την Royal 4 Systems, οπότε καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως το εργαλείο πρόβλεψης είναι ενσωματωμένο στο λογισμικό που εξετάζεται. Τέλος, από την προηγούμενη παράγραφο δεν καθίσταται σαφές εάν ο χρήστης εκτός από δεδομένα ζήτησης των ειδών εισάγει και δεδομένα πρόβλεψης αυτής για τον εκάστοτε κωδικό.

#### 4. Ταξινόμηση των κωδικών του αποθέματος σε κλάσεις με τη μέθοδο ABC (βλ. Κεφάλαιο 3.3).

Όπως προαναφέρθηκε οι κωδικοί κατατάσσονται σε κλάσεις ταχυκινήσιμης βάσει της ζήτησης τους σύμφωνα με τη μέθοδο ABC. Η διαδικασία ταξινόμησης των ειδών σε κλάσεις («ABC Classification Process») πραγματοποιείται από τον αλγόριθμο του λογισμικού. Ωστόσο, προκειμένου να παραχθούν τα σωστά αποτελέσματα από το λογισμικό απαιτείται η εισαγωγή συγκεκριμένων δεδομένων από τον χρήστη. Η μορφή των δεδομένων αυτών για τον εκάστοτε κωδικό είναι η εξής: για ένα χρονικό διάστημα (δηλαδή από την ημέρα xx/xx/xx έως την ημέρα xx/xx/xx) καταγράφεται ο αριθμός εντολών που συμπεριλαμβάνουν τον κωδικό ή η ποσότητα τεμαχίων ενός κωδικού που συμπεριλαμβάνεται σε εντολές ανά ημέρα. Οι εντολές αυτές μπορεί να είναι είτε εντολές συλλογής («picking tasks») είτε εντολές συσκευασίας («packing tasks»).

Τέλος, οι παράμετροι που λαμβάνει υπόψη το λογισμικό προκειμένου να αναθέσει τους κωδικούς σε παλετοθέσεις ή αλλιώς τα βασικά features του λογισμικού είναι τα εξής:

- Χρυσή ζώνη αποθήκευσης («Golden Area»)
 

Γενικά, στην διαχείριση των αποθηκών η «χρυσή περιοχή» ή «χρυσή ζώνη» απαρτίζεται από θέσεις αποθήκευσης που βρίσκονται στο ύψος της μέσης των συλλεκτών (Neuwirth, 2019). Λόγω του γεγονότος πως πρόκειται για θέσεις από τις οποίες το picking είναι πιο εύκολο και γίνεται με λιγότερο κόπο και επιβάρυνση για τον picker, πολλές φορές ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για να περιγράψει σε ένα ευρύτερο πλαίσιο τις πιο εύκολα προσβάσιμες θέσεις της αποθήκης. Έτσι, το λογισμικό μπορεί να αναγνωρίσει και να χαρακτηρίσει ως θέσεις της «golden area» τα φατνώματα που βρίσκονται στο επίπεδο του δαπέδου, τα ράφια που εξυπηρετούν την μετακίνηση των κιβωτίων/παλετών («flow racks»), τις θέσεις cross-dock που εξυπηρετούν την προσωρινή αποθήκευση των ειδών, τις θέσεις που βρίσκονται πιο κοντά στον χώρο αποστολής («shipping area») ή/και τις θέσεις στις οποίες οι pickers μπορούν να φτάσουν ταχύτερα.
- Επιπέδου αποθέματος σε reserve και picking περιοχή («Reserve Inventory»)
 

Ο χρήστης ορίζει την ποσότητα του αποθέματος που επιθυμεί να αποθηκεύεται στην περιοχή συλλογής για τον εκάστοτε κωδικό. Επί παραδείγματι, εάν το μοντέλο μίας αποθήκης απαιτεί να γίνονται ανατροφοδοτήσεις μόνο μία φορά μέσα στην ημέρα, αυτό για τον κάθε κωδικό μεταφράζεται σε απόθεμα ικανό να καλύψει την ζήτηση μίας ημέρας στην περιοχή συλλογής. Όπως είναι λογικό όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός τεμαχίων του κάθε κωδικού που ορίζεται πως πρέπει να είναι στην picking area, τόσο περισσότερος χώρος πρέπει να δεσμευτεί για τον εκάστοτε κωδικό. Το ενδιαφέρον σημείο που αφορά στην λειτουργία του λογισμικού είναι πως για όσους περισσότερους κωδικούς ορισθεί μεγάλη ποσότητα αποθέματος στην picking area, τόσο λιγότεροι κωδικοί θα ανατεθούν σε θέσεις με τρόπο δεσμευτικό. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως θα μειωθεί ο αριθμός των παλετοθέσεων στις οποίες μπορεί να τοποθετηθεί μόνο ένας κωδικός. Προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα υπερ-εκμετάλλευσης («over-utilization») των θέσεων από περιορισμένο αριθμό κωδικών μπορεί να ληφθεί υπόψη ένας κυλιόμενος μέσος όρος

αποθέματος ανά συγκεκριμένη χρονική περίοδο για το εκάστοτε SKU. Με αυτόν τον τρόπο εξισορροπείται η ημερήσια απαιτούμενη ποσότητα αποθέματος σε θέση picking.

- Υπολογισμοί ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις («Slotting Calculations»)
 

Το λογισμικό λαμβάνει υπόψη όλες τις παραμέτρους που αφορούν στα χαρακτηριστικά και τη ζήτηση των κωδικών και στο τέλος της βελτιστοποίησης προβάλλει στον χρήστη τα αποτελέσματα slotting που προέκυψαν. Ο χρήστης μπορεί σε αυτή την οθόνη να πραγματοποιήσει αλλαγές ή/και προσθήκες εφόσον αυτό είναι απαραίτητο. Τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να είναι οι εξής: καινούργιοι ή διακοπτόμενοι κωδικοί, κωδικοί που βρίσκονται σε ειδικές προσφορές ή προωθητικές ενέργειες αλλά και κωδικοί για τους οποίους το λογισμικό δεν είχε επαρκείς πληροφορίες και για αυτόν τον λόγο δεν τις τοποθέτησε σε κάποια παλετοθέση. Άρα, ένα βασικό συμπέρασμα είναι πως το λογισμικό αφήνει εκτός της ανάθεσης («unslotted») είδη για τα οποία δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα.

Στην οθόνη με τα αποτελέσματα του slotting το λογισμικό προβάλλει τις εξής πληροφορίες: κωδικό παλετοθέσης, κωδικό προϊόντος που θα τοποθετηθεί στην συγκεκριμένη θέση τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή, ελάχιστο και μέγιστο αριθμό τεμαχίων σε θέσεις picking τη στιγμή της ανάλυσης καθώς και μελλοντική προτεινόμενη θέση στην οποία μπορεί να τοποθετηθεί ο κωδικός.
- Ιστορικό αποθέματος και ζήτησης («Inventory History»)
 

Όπως προαναφέρθηκε τα ημερήσια δεδομένα ζήτησης για τον εκάστοτε κωδικό εισάγονται για συγκεκριμένες χρονικές περιόδους. Ειδικά στην περίπτωση όπου το μίγμα της ζήτησης αλλάζει ανά χρονικά διαστήματα (εποχικότητα της ζήτησης), η εισαγωγή των δεδομένων με αυτόν τον τρόπο δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να εκτελέσει σενάρια βελτιστοποίησης για συγκεκριμένες περιόδους του χρόνου. Επί παραδείγματι, εάν το μίγμα ζήτησης είναι διαφορετικό κατά την καλοκαιρινή περίοδο, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα με τα δεδομένα του προηγούμενου καλοκαιριού να εκτελέσει σενάρια βελτιστοποίησης που θα αφορούν μόνο αυτούς τους μήνες.
- Ύπαρξη και λειτουργία της picking περιοχής με τον βέλτιστο τρόπο («Forward Picking»)
 

Στόχος του λογισμικού είναι να περιορίσει τον αριθμό ανατροφοδοτήσεων μέσα στην ημέρα. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω τοποθέτησης αρκετών ταχυκίνητων κωδικών στην κύρια ζώνη αποθήκευσης σε επαρκείς ποσότητες.
- Αναγνώριση των ταχυκίνητων κωδικών («ID Fast Movers»)
 

Το software αναγνωρίζει τα ταχυκίνητα προϊόντα είτε μέσω του αριθμού φορών που συλλέγονται μέσα στην ημέρα (που είναι και το πιο συνηθισμένο) είτε μέσω της συνολικής ποσότητας τεμαχίων του κωδικού που συλλέγονται.
- Δεδομένα παλετοθέσεων («Locations»)
 

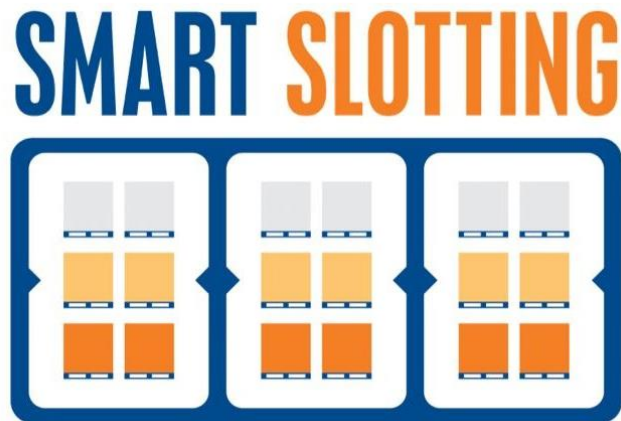
Το λογισμικό λαμβάνει υπόψη τις διαστάσεις των κιβωτίων και των παλετών των κωδικών, τον αριθμό κιβωτίων που περιλαμβάνει μία παλέτα καθώς και τη χωρητικότητα των θέσεων αποθήκευσης προκειμένου να παραγάγει αποτελέσματα ως προς τον μέγιστο και ελάχιστο αριθμό κιβωτίων που θα τοποθετηθούν σε picking θέσεις καθώς και τον αριθμό των παλετοθέσεων που θα είναι αντιστοιχισμένες με έναν μόνο κωδικό («dedicated slots»).

(Royal 4 Systems, 2022)

Όλες οι παραπάνω πληροφορίες είναι ιδιαίτερα κατατοπιστικές ως προς τον τρόπο με τον οποίο ο αλγόριθμος του λογισμικού πραγματοποιεί τη βελτιστοποίηση ανάθεσης κωδικών σε θέσεις αποθήκευσης. Ωστόσο, υπάρχει έλλειψη πληροφοριών ως προς τον τρόπο με τον

οποίο δημιουργείται το μοντέλο της αποθήκης στο λογισμικό (διαστάσεις αποθήκης, ζώνες αποθήκευσης, χωροταξία, ραφιέρες κλπ.).

#### 4.4 Smart Slotting (Storage Solutions)



**Σχήμα 4.8:** Λογότυπο του λογισμικού Smart Slotting της εταιρίας Storage Solutions. (Heather Hutton - Storage Solutions, 2019)

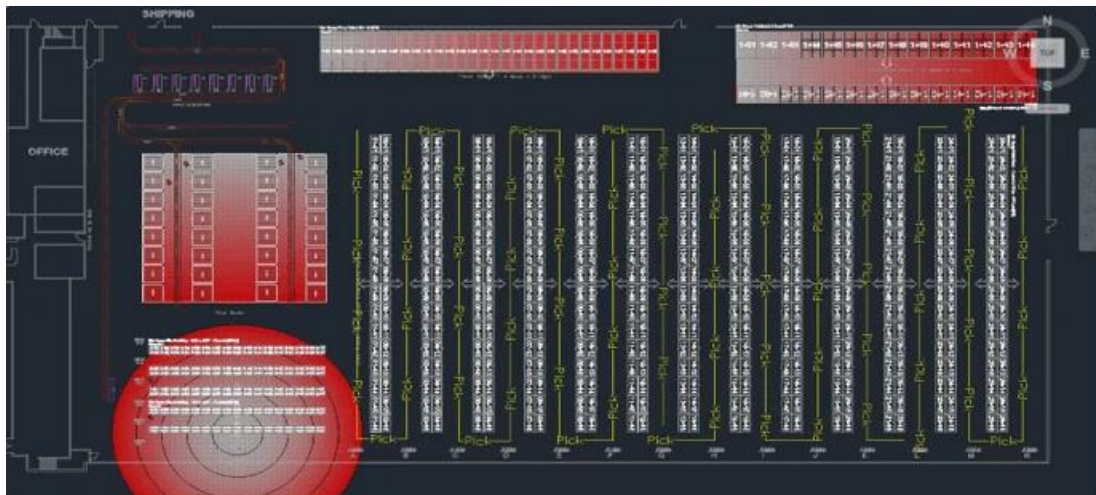
Πρόκειται για λογισμικό το οποίο έχει αναπτυχθεί από την εταιρία Storage Solutions με την υποστήριξη της εταιρίας Slot3D (Heather Hutton - Storage Solutions, 2019) (βλ. Κεφάλαιο 4.1). Η εταιρία Storage Solutions αφενός προσφέρει συμβουλευτικές υπηρεσίες σε ό,τι αφορά στον σχεδιασμό και στον εξοπλισμό αποθηκών και κέντρων διανομής και αφετέρου προμηθεύει τους πελάτες της με καινούργιο ή/και μεταχειρισμένο εξοπλισμό και αναλαμβάνει την εγκατάστασή του.

Το εργαλείο Smart Slotting είναι ένα από τα προϊόντα που προσφέρει η Storage Solutions σε επίπεδο σχεδιασμού και οργάνωσης αποθήκης. Ειδικότερα, πρόκειται για ένα εργαλείο βελτιστοποίησης το οποίο μπορεί μεταξύ άλλων να εξυπηρετήσει τα ακόλουθα projects: ανάθεση κωδικών σε παλετοθέσεις είτε σε επίπεδο εγκατάστασης είτε σε επίπεδο ζωνών, επιλογή και βελτιστοποίηση χρήσης του εξοπλισμού διαχείρισης των υλικών και αποθήκευσης των ειδών, σχεδιασμός εγκατάστασης για νεόφυτες επιχειρήσεις («startups»), βελτιστοποίηση της ροής των εργασιών και της διαδρομής συλλογής των προϊόντων (Storage Solutions, χ.χ.). Σύμφωνα με την επίσημη ιστοσελίδα της εταιρίας τα πλεονεκτήματα και δυνατότητες του λογισμικού είναι τα ακόλουθα:

- Ανάθεση κωδικών σε παλετοθέσεις με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται η συνολική απόσταση που διανύεται για τη συλλογή όλων των παραγγελιών. Έτσι, επιτυγχάνεται η αύξηση της αποδοτικότητας του picking και η έγκαιρη προετοιμασία των παραγγελιών ενώ παράλληλα μειώνονται τα κόστη και αυξάνονται τα κέρδη που προκύπτουν από την εκτέλεση των εργασιών μέσα στην αποθήκη.
- Υπολογισμός της επίδρασης που θα έχουν πιθανές αλλαγές του χάρτη slotting στα κόστη λειτουργίας της αποθήκης πριν την εφαρμογή τους στη φυσική αποθήκη.
- Δυνατότητα εξέτασης του σεναρίου ενοποίησης των λειτουργιών της αποθήκης («consolidation of operations») μέσω της αποθήκευσης όλων των κωδικών στον ίδιο χώρο. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένες ποσότητες αποθήκευσης του εκάστοτε SKU και σε μειωμένα λειτουργικά έξοδα.



- Ανάθεση κωδικών στην καλύτερη δυνατή θέση αποθήκευσης λαμβάνοντας υπόψη τις εποχικότητες στη ζήτηση και τις επιδράσεις αυτής.
- Μείωση των stock-outs και κατ' επέκταση της συχνότητας ανατροφοδοτήσεων (Storage Solutions, 2022). Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της μοντελοποίησης και του χώρου που προορίζεται αποκλειστικά για αποθήκευση των ειδών («reverse storage zone») και του χώρου συλλογής των προϊόντων («forward pick zone») προκειμένου να προκύψει το πιο συμφέρον πλάνο ανατροφοδοτήσεων ώστε αφενός να μην υπάρχουν ελλείψεις και αφετέρου να ελαχιστοποιηθούν τα κόστη που σχετίζονται με τη διαδικασία του replenishment (Storage Solutions, χ.χ.).
- Ρεαλιστική απόδοση της αποθήκης μέσω εργαλείων τρισδιάστατης σχεδίασης εγκαταστάσεων το οποίο είναι πλήρως συμβατό με το σχεδιαστικό πρόγραμμα AutoCAD.
- Δυνατότητα προσδιορισμού των θέσεων που ανήκουν στην «χρυσή ζώνη» («golden zone») προκειμένου να δεσμευτούν με ταχυκίνητους κωδικούς. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται τόσο βελτίωση της εργονομίας στην διαδικασία του picking όσο και μείωση του κινδύνου πρόκλησης κάποιου ατυχήματος ή τραυματισμού (Storage Solutions, χ.χ.).



Σχήμα 4.9: Στιγμιότυπο οθόνης από την απεικόνιση της αποθήκης στο λογισμικό Smart Slotting. (Storage Solutions, 2022)

Ο τρόπος με τον οποίο το λογισμικό εκτελεί σενάρια βελτιστοποίησης και παράγει αποτελέσματα βασίζεται αποκλειστικά σε παραμέτρους κόστους και συγκεκριμένα στο κόστος του αποθηκευτικού χώρου, στο κόστος ανατροφοδοτήσεων και στο κόστος χρήσης του εξοπλισμού που ενσωματώνει μία αποθήκη. Για να υπολογίσει τις παραπάνω παραμέτρους, το λογισμικό λαμβάνει υπόψη δεδομένα όπως το κόστος εργατικών, τον εξοπλισμό που ενσωματώνει η αποθήκη για τη διαχείριση των υλικών καθώς και τα μέσα αποθήκευσης αυτής. Έτσι, οι αλγόριθμοι του λογισμικού είναι σε θέση να υπολογίζουν και να προσδιορίσουν το πλάνο slotting που θα αποφέρει το μικρότερο λειτουργικό κόστος στην αποθήκη. Επιπλέον, το εργαλείο Smart Slotting λαμβάνει υπόψη την εποχικότητα της ζήτησης, τις προοπτικές επέκτασης της αποθήκης καθώς και άλλες μεταβαλλόμενες συνθήκες προκειμένου να προτείνει μία λύση ανάθεσης κωδικών που θα ικανοποιεί τόσο τις απαιτήσεις του πελάτη τη στιγμή της ανάλυσης όσο και τις μελλοντικές του ανάγκες (Storage Solutions, 2022).

Το εργαλείο Smart Slotting έχει χρησιμοποιηθεί σε μελέτη περίπτωσης της οποίας η αναφορά μπορεί να γίνει διαθέσιμη κατόπιν σχετικής αίτησης στην ιστοσελίδα (Storage Solutions,

2022). Σύμφωνα με την αναφορά αυτή η μεθοδολογία που ακολουθείται προκειμένου να μπορέσει το λογισμικό να παραγάγει αποτελέσματα ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

1. Προετοιμασία των δεδομένων που θα εισαχθούν στο λογισμικό και συγκεκριμένα συγκέντρωση, αξιολόγηση και μετατροπή τους σε απαιτήσεις που θα εισαχθούν στο λογισμικό (αυτή είναι μία διαδικασία που γίνεται από τον χρήστη εκτός του software).
2. Ανάλυση της υπάρχουσας εγκατάστασης και των δεδομένων που έχουν προκύψει από τη λειτουργία της («operational data») και εισαγωγή των παραπάνω στο λογισμικό.
3. Προσδιορισμός του επιπέδου αποθέματος τη στιγμή της ανάλυσης και της ήδη υφιστάμενης αντιστοιχίας κωδικών σε παλετοθέσεις (κατάσταση αναφοράς).
4. Πραγματοποίηση ανάλυσης των παραπάνω δεδομένων από το Smart Slotting.
5. Πρόταση αναθεώρησης του πλάνου slotting της αποθήκης από το λογισμικό («storage re-slotting»).
6. Προβολή λύσεων σχετικά με το slotting των κωδικών, την αλλαγή των storage mediums και τη βελτιστοποίηση του τρόπου με τον οποίο γίνεται η συλλογή των κωδικών.
7. Δυνατότητα αναθεώρησης της τελικής λύσης που προτείνει το λογισμικό.  
(Storage Solutions, χ.χ.)

Στο πρώτο βήμα της παραπάνω μεθοδολογίας αναφέρεται η εισαγωγή των δεδομένων που θα αξιοποιηθούν από το λογισμικό προκειμένου να προτείνει λύσεις βελτιστοποίησης. Όπως είναι φυσικό, όσο περισσότερα και όσο πιο ακριβή είναι τα δεδομένα που εισάγονται για την υπό εξέταση εγκατάσταση και τη λειτουργία της, τόσο αποδοτικότερο θα είναι το μοντέλο αποθήκης που θα δημιουργηθεί. Το είδος των δεδομένων τα οποία είναι απαραίτητο να εισαχθούν στο Smart Slotting εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το είδος του έργου για το οποίο χρησιμοποιείται το λογισμικό και τους στόχους του πελάτη.

Τα δεδομένα που υποχρεωτικά πρέπει να εισαχθούν στο λογισμικό προκειμένου να μπορέσει να πραγματοποιήσει την ανάθεση των κωδικών είναι τα εξής:

- Σχέδιο της υπάρχουσας εγκατάστασης και της χωροταξίας της σε μορφή αρχείου AutoCAD ή PDF.
- Αρχείο με τα χαρακτηριστικά του αποθέματος («SKU Item File»). Τα βασικά χαρακτηριστικά των κωδικών που είναι απαραίτητο να περιλαμβάνει το αρχείο είναι: διαστάσεις τεμαχίου («unit»), βάρος τεμαχίου, αριθμός τεμαχίων ανά κιβώτιο («container»), αριθμός τεμαχίων ανά παλέτα, διαστάσεις κιβωτίου και διαστάσεις παλέτας. Το αρχείο μπορεί να περιλαμβάνει και άλλα δεδομένα πέραν των παραπάνω.
- Αρχείο με δεδομένα παραγγελιών («Order Line Item»). Τα βασικά χαρακτηριστικά ζήτησης που είναι απαραίτητο να περιλαμβάνει το αρχείο είναι τα ακόλουθα: αριθμός παραγγελίας, πληροφορίες παραγγελίας, κωδικοί προϊόντων που περιλαμβάνει, ποσότητα του εκάστοτε κωδικού που παραγγέλθηκε και τελική ποσότητα του εκάστοτε κωδικού που απεστάλη στον πελάτη. Το αρχείο μπορεί να περιλαμβάνει και άλλα δεδομένα πέραν των παραπάνω.  
(Storage Solutions, χ.χ.)

Επιπλέον, υπάρχουν και προαιρετικά αρχεία/ δεδομένα τα οποία μπορούν (εφόσον είναι διαθέσιμα) να εισαχθούν στο λογισμικό προκειμένου να προσεγγίσει μία λύση όσο το δυνατόν πιο κοντά στη βέλτιστη. Τα δεδομένα αυτά είναι:

- Αρχείο με δεδομένα ημερήσιου επιπέδου αποθέματος των κωδικών (ή αλλιώς ημερήσιων στιγμιότυπων αποθέματος, «inventory snapshots») για συγκεκριμένη χρονική περίοδο («on-hand inventory»). Όσα περισσότερα «στιγμιότυπα» αποθέματος εισαχθούν στο λογισμικό τόσο καλύτερη θα είναι και η ανάλυσή του. Το αρχείο αυτό είναι απαραίτητο να περιλαμβάνει τα ακόλουθα δεδομένα αποθέματος για τον εκάστοτε κωδικό: αριθμός («unit quantity»), αριθμός κιβωτίων («case quantity»), αριθμός παλετών («pallet quantity»), κωδικός προϊόντος («SKU number») και ημερομηνίες των στιγμιότυπων του αποθέματος. Το αρχείο μπορεί να περιλαμβάνει και άλλα δεδομένα πέραν των παραπάνω.
- Δεδομένα λειτουργίας της αποθήκης («Operational Data»). Τα δεδομένα αυτά αντανακλούν το σύνολο της δραστηριότητας του ΚΑΔ και περιλαμβάνουν απαραίτητα τις εξής πληροφορίες: κόστη εργατωρών («standard labour rate»), διάρκεια της εκάστοτε βάρδιας σε ώρες («hours per shift»), αριθμός βάρδιων ανά ημέρα («shifts per day»), ποσοστό υπερωριών («overtime percent»), κόστος του αποθηκευτικού χώρου της εγκατάστασης ανά μονάδα εμβαδού («facility space cost per square unit»), αριθμός εργάσιμων ημερών ανά έτος («work days per year»), δείκτες ανάπτυξης («growth rates»), υφιστάμενη ροή εργασιών («current process flows»), εμβαδόν της εγκατάστασης («facility footprint») και χρόνοι/ συχνότητα ανατροφοδοτήσεων («replenishment times»). Το αρχείο μπορεί να περιλαμβάνει και άλλες πληροφορίες πέραν των παραπάνω.
- Αρχείο με την υφιστάμενη αντιστοίχιση κωδικών προϊόντων και θέσεων αποθήκευσης («Slotted Locations Extract»). Για κάθε θέση η οποία έχει δεσμευτεί με έναν κωδικό το αρχείο είναι απαραίτητο να περιλαμβάνει τα ακόλουθα δεδομένα: κωδικός προϊόντος, κωδικός ζώνης αποθήκευσης, κωδικός φατνώματος ή κάδου αποθήκευσης, αριθμός ραφιού, αριθμός τεμαχίων του προϊόντος που τοποθετούνται στη συγκεκριμένη θέση. Το αρχείο μπορεί να περιλαμβάνει και άλλες πληροφορίες πέραν των παραπάνω.
- Αρχείο με το σύνολο των θέσεων αποθήκευσης της αποθήκης («Available Locations Extract»). Τα χαρακτηριστικά των παλετοθέσεων τα οποία υποχρεωτικά περιλαμβάνονται στο αρχείο είναι τα εξής: είδος storage medium, κωδικός ζώνης, κωδικός της ομάδας κάδων αποθήκευσης («bin group code»), κωδικός κάδου αποθήκευσης, κωδικός ραφιού και διαστάσεις παλετοθέσης.  
(Storage Solutions, χ.χ.)

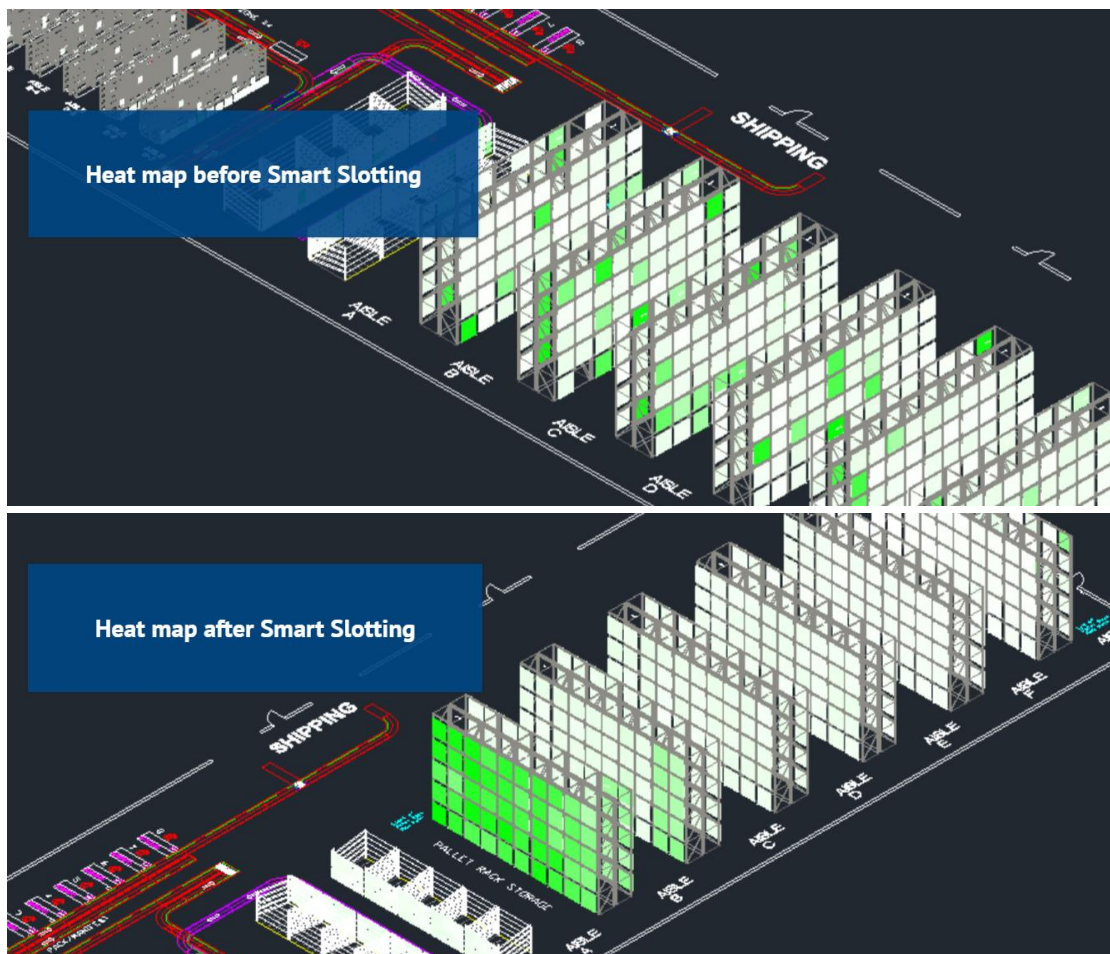
Σημειώνεται πως το λογισμικό ενσωματώνει έτοιμα templates για τα ακόλουθα αρχεία: αρχείο με τα χαρακτηριστικά των κωδικών («SKU Item»), αρχείο με δεδομένα παραγγελιών («Order Line Item»), αρχείο αποθέματος («On-Hand Inventory»), αρχείο υφιστάμενου πλάνου slotting («Slotted Locations») και αρχείο χαρακτηριστικών όλων των διαθέσιμων παλετοθέσεων («Available Locations») (Storage Solutions, χ.χ.).

Τέλος, στην αναφορά του συγκεκριμένου case study εφαρμογής του λογισμικού καταγράφονται ιδιαίτερα ενδιαφέροντα αποτελέσματα αυτού όσον αφορά στη βελτίωση λειτουργίας της αποθήκης τα κυριότερα συνοψίζονται στον πίνακα 4.1. Σημειώνεται πως το «Πριν» αντιστοιχεί στην κατάσταση αναφοράς, ενώ το «Μετά» στη λειτουργία της αποθήκης μετά την υιοθέτηση της λύσης που προέκυψε από το Smart Slotting (Storage Solutions, χ.χ.). Επιπλέον, ο πίνακας μέχρι και τη στήλη «Μετά» έχει προέλθει από την αναφορά της εταιρίας, ενώ η στήλη «Σύγκριση» προκύπτει από την επεξεργασία των δεδομένων της αναφοράς.

Πίνακας 4.1: Τιμές μεγεθών που σχετίζονται με τη λειτουργία αποθήκης σε μελέτη περίπτωσης πριν και μετά την εφαρμογή του Smart Slotting.

Μεγέθη λειτουργίας της αποθήκης	Πριν	Μετά	Σύγκριση
Αριθμός διαφορετικών ειδών παλετοθέσεων	4	2	↓50,0 %
Αριθμός εργαζομένων που χρειάζονται για να καλυφθούν οι ανάγκες της αποθήκης	75	66	↓12,0 %
Ημερήσιο κόστος εργατικών	21.033\$	18.496\$	↓12,1 %
Αριθμός παραγγελιών που ολοκληρώνονται σε ημερήσια βάση	684	778	↑13,7 %
Απαιτούμενη έκταση αποθήκης για την κάλυψη των αναγκών αποθήκευσης	139.800 ft <sup>2</sup>	97.008 ft <sup>2</sup>	↓30,6 %
Εκμετάλλευση αποθηκευτικού χώρου	20%	91%	↑71,0 %
Κωδικοί που μένουν εκτός παλετοθέσης («Unslotted»)	1.705	0	↓100 %

Στα παρακάτω στιγμιότυπα οθόνης φαίνεται η αλλαγή στη διασπορά των κωδικών ανάλογα με την ταχυκινησία τους πριν και μετά τη βελτιστοποίηση ανάθεσης των κωδικών από το λογισμικό (Σχήμα 4.10). Παρατηρούμε πως το περιβάλλον του λογισμικού καθώς και η οπτικοποίηση της αποθήκης και του αποτελέσματος του slotting παρουσιάζουν σημαντικές ομοιότητες με το λογισμικό Slot3D (Σχήμα 4.4, βλ. Κεφάλαιο 4.1). Το γεγονός αυτό είναι φυσικό καθώς όπως προαναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου η ανάπτυξη του Smart Slotting έχει γίνει με την υποστήριξη της Slot3D.



Σχήμα 4.10: Εικόνα της αποθήκης πριν (πάνω) και μετά (κάτω) την ανάθεση κωδικών με το λογισμικό Smart Slotting. Ο χρωματισμός των παλετοθέσεων αντικατοπτρίζει την ταχυκινησία των κωδικών που έχουν ανατεθεί σε αυτές. (Storage Solutions, χ.χ.)

#### 4.5 DC Expert 4.5 (Insight Technologies Inc. - Mantis Group)



Σχήμα 4.11: Εικονίδιο του λογισμικού DC Expert 4.5.

Πρόκειται για λογισμικό το οποίο έχει αναπτυχθεί από την εταιρία Insight Technologies Inc. η οποία ανήκει στον μεγαλύτερο όμιλο επιχειρήσεων Mantis Group. Η εταιρία προσφέρει αφενός λύσεις λογισμικού («software solutions») και αφετέρου συμβουλευτικές υπηρεσίες («consultancy»). Όσον αφορά το πρώτο είδος υπηρεσιών της εταιρίας, η Insight διαθέτει λογισμικά τα οποία ενσωματώνουν εργαλεία βελτιστοποίησης των μέσων αποθήκευσης («storage medium optimization»), της ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις («slotting programs») και της στρατηγικής δικτύου («network strategy optimization tools»). Επιπλέον, διαθέτει συστήματα διαχείρισης αποθηκών («Warehouse Management Systems») καθώς και εργαλεία ανάλυσης εισερχόμενης και εξερχόμενης ροής («inbound/ outbound throughput analysis»). Από την άλλη πλευρά, οι συμβουλευτικές υπηρεσίες που παρέχονται αφορούν στο σύνολο της εφοδιαστικής αλυσίδας και συγκεκριμένα στη διαχείριση αποθηκών, στο δίκτυο μεταφορών, στα logistics εμπορευμάτων («freight logistics») καθώς και στη διαχείριση της εργασίας («labour management») (Insight Technologies - LinkedIn, 2022).

Το λογισμικό DC Expert 4.5 αποτελεί ένα από τα τρία προϊόντα software που προσφέρει η εταιρία και αποτελεί ένα σύνολο εργαλείων διαχείρισης της λειτουργίας μίας αποθήκης (Insight Technologies Inc, 2015). Ειδικότερα, το λογισμικό ενσωματώνει πέντε λειτουργίες εκ των οποίων οι τέσσερις τελευταίες συναντώνται όλες μαζί στο περιβάλλον του λογισμικού. Αντίθετα, η πρώτη λειτουργία αποτελεί πρόσθετο εργαλείο και δεν βρίσκεται στο βασικό μενού. Οι βασικές ενότητες του λογισμικού είναι οι εξής:

1. Benchmark: εργαλείο σύγκρισης και αξιολόγησης μέσω δεικτών απόδοσης.
2. Dock Planner: πρόκειται για τη λειτουργία του λογισμικού που σχετίζεται με το σχεδιασμό του χώρου των ραμπών μίας αποθήκης. Ειδικότερα, ο χρήστης μπορεί να υπολογίσει πόσες ράμπες και πόρτες θα χρειαστεί να ενσωματωθούν στην εγκατάσταση για τη διαχείριση των εισερχόμενων και εξερχόμενων ροών («throughputs») καθώς και το μέγεθος της περιοχής προσωρινής τοποθέτησης των παλετών/κιβωρίων στο δάπεδο («marshalling/ staging area») (Mantis Group, 2020).
3. Rack Selection: πρόκειται για τη λειτουργία του λογισμικού που σχετίζεται με την επιλογή των κατάλληλων storage mediums που απαιτούνται για την αποθήκευση των κωδικών της αποθήκης. Η επιλογή του μίγματος των μέσων αποθήκευσης εξαρτάται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των κωδικών (Mantis Group, 2020).
4. Warehouse Layout: πρόκειται για τη λειτουργία σχεδιασμού του μοντέλου της υπό μελέτη εγκατάστασης στο λογισμικό. Ειδικότερα, εισάγονται οι βασικές διαστάσεις της αποθήκης, σχεδιάζονται τα storage mediums (ραφιέρες και διάδρομοι), τοποθετούνται

οι κολώνες, οι marshalling/ staging areas και οι πόρτες. Επιπλέον, υπάρχει δυνατότητα υπολογισμού της συνολικής χωρητικότητας της αποθήκης. Το μοντέλο που προκύπτει από το Warehouse Layout εισάγεται στη λειτουργία με τίτλο «Slot Master».

5. Slot Master: αποτελεί το περιβάλλον βελτιστοποίησης της ανάθεσης των κωδικών σε παλετοθέσεις βάσει των χαρακτηριστικών των κωδικών και των κριτηρίων βελτιστοποίησης που ορίζονται από τον χρήστη. Προκειμένου να καταστεί εφικτό αυτό, μέσα στο περιβάλλον του Slot Master ανατίθενται τα προφίλ συλλογής στα φατνώματα (αριθμός παλετοθέσεων όπου χωρίζεται ένα φάτνωμα, ύψος κλπ.), η αλληλουχία συλλογής («picking sequence») καθώς και το κέντρο βάρους της αποθήκης. Επιπλέον, σε αυτή τη λειτουργία γίνεται η εισαγωγή των απαραίτητων αρχείων σχετικά με τα δεδομένα των κωδικών και την κατάσταση αναφοράς της αποθήκης.

Σύμφωνα με την επίσημη ιστοσελίδα της Insight Technologies Inc. τα αποτελέσματα που μπορεί να αποφέρει η χρήση του λογισμικού για μία δεδομένη αποθήκη είναι τα εξής:

- Αύξηση της αποδοτικότητας της αποθήκης έως και 15%.
  - Μείωση της συνολικής διανυόμενης απόστασης για τη συλλογή των κωδικών.
  - Μεγιστοποίηση της εκμετάλλευσης του αποθηκευτικού χώρου.
  - Ακριβής πρόβλεψη του κόστους των εργατικών και ειδικότερα υπολογισμός εργατωρών («manhours») και κόστος του εξοπλισμού διαχείρισης των υλικών («ΜΗΕ»).
  - Βελτιστοποίηση της ανάθεσης των κωδικών σε παλετοθέσεις με χρήση περισσότερων από 150.000 αλγορίθμους.
  - Αύξηση της ευελιξίας και του ελέγχου της αποθήκης μέσω των αναλυτικών αναφορών και της λειτουργίας benchmarking.
- (Insight Technologies Inc., 2015)

Οι απαιτήσεις συστήματος του ηλεκτρονικού υπολογιστή στον οποίο θα εγκατασταθεί το λογισμικό καταγράφονται αναλυτικά στις οδηγίες χρήσης («training manual») που εξέδωσε η εταιρία Mantis Group τον Απρίλιο του 2020 και είναι οι ακόλουθες:

1	Intel® Core i3; 2GHz or faster processor Permissions granted for access to SQL Server
2	Microsoft® Windows® XP with Service Pack 3; or Windows 7 or later
3	Minimum 12 GB RAM (16 GB recommended)
4	SQL Compact Edition 4.0
5	2GB of available hard-disk space for installation; additional free space required during installation (cannot install on removable flash storage devices)
6	1024x768 display (1280x800 recommended) with qualified hardware-accelerated OpenGL graphics card, 16-bit color, and minimum 512MB of VRAM (Recommended - 1 GB)
7	Import format: Microsoft® Excel
8	Export format: Microsoft® Excel®, Microsoft® Access®, CSV, DXF
9	<sup>1</sup> Microsoft, Windows, Excel, and Access are either registered trademarks or trademarks of Microsoft Corporation in the United States and/or other countries.

Σχήμα 4.12: Απαιτήσεις συστήματος για την εγκατάσταση του λογισμικού DC Expert 4.5. (Mantis Group, 2020)

Το συγκεκριμένο λογισμικό δεν θα αναλυθεί περαιτέρω καθώς όπως θα αναφερθεί και στο επόμενο κεφάλαιο είναι και αυτό που θα χρησιμοποιηθεί στο πρακτικό μέρος της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

#### 4.6 Επιλογή λογισμικού προς δοκιμή

Από τα παραπάνω πέντε λογισμικά βελτιστοποίησης της ανάθεσης των κωδικών σε παλετοθέσεις μέσα σε μία αποθήκη («slotting optimization») θα αναλυθεί το software DC Expert 4.5. Οι λόγοι για τους οποίους επιλέγεται η ανάλυση αυτού του λογισμικού είναι αρχικά η άμεση διαθεσιμότητα του τη χρονική στιγμή έναρξης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Επιπλέον, η εταιρία Mantis Group έχει παράρτημα στην Ελλάδα με γνώση επί του λογισμικού και της χρήσης του. Η εταιρία αυτή στα πλαίσια της συνεργασίας της με την Planning A.E, είναι διαθέσιμη και πρόθυμη να πραγματοποιήσει εκπαίδευση πάνω σε αυτό. Τέλος, η δοκιμή και αξιολόγηση του λογισμικού παρουσιάζει ένα ενδιαφέρον καθώς η υφιστάμενη βιβλιογραφία πάνω σε αυτό και οι δημοσιευμένες μελέτες περίπτωσης στις οποίες έχει αξιοποιηθεί είναι περιορισμένες.

## Κεφάλαιο 5. Λογισμικό DC Expert 4.5

Το λογισμικό το οποίο επιλέγεται για την ανάθεση των κωδικών σε θέσεις αποθήκευσης είναι το DC Expert 4.5 (βλ. Κεφάλαιο 4.5). Η έκδοση του λογισμικού η οποία θα χρησιμοποιηθεί αναπτύχθηκε το 2014 και είναι η Version 4.6.1.5. Το συγκεκριμένο λογισμικό διαθέτει τις 4 λειτουργίες («Application Functions»): Rack Selection, Slot Master, Warehouse Layout και Dock Planner, οι οποίες αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 4.5. Από αυτές τις λειτουργίες, το πρόβλημα ανάθεσης κωδικών σε θέσεις αποθήκευσης εξυπηρετούν οι ενότητες του «Warehouse Layout» και του «Slot Master».

### 5.1 Λειτουργία Warehouse Layout

#### 5.1.1 Εξωτερικό αποθήκης (Exterior)

Το λογισμικό αντιμετωπίζει κάθε αποθήκη ως ένα καινούργιο μοντέλο. Τα δεδομένα τα οποία χρειάζεται να εισαχθούν πριν το σχέδιο της εγκατάστασης είναι τα εξής:

- Σύστημα μονάδων μέτρησης («Units»): οι μονάδες μέτρησης επιλέγονται στην αρχή και η επιλογή αυτή δεν μπορεί να αλλάξει στην πορεία ανάπτυξης του μοντέλου. Το λογισμικό δίνει την επιλογή εισαγωγής των παρακάτω διαστάσεων είτε σε μετρικό σύστημα («metric») είτε σε αγγλικό («imperial»).
- Μήκος εγκατάστασης («Site Length»)
- Πλάτος εγκατάστασης («Site Width»)
- Μέγιστο ύψος εγκατάστασης («Max Warehouse Height»)

Όσον αφορά στο μήκος και πλάτος εγκατάστασης, ο χρήσης έχει τη δυνατότητα να εισάγει είτε το μήκος και πλάτος του οικοπέδου όπου βρίσκεται η εγκατάσταση, είτε το μήκος και πλάτος του οικοδομήματος της αποθήκης.

Στη συνέχεια το λογισμικό δημιουργεί ένα πλέγμα με βάση τις διαστάσεις που δόθηκαν. Στη συνέχεια, ο χρήστης καλείται να σκιαγραφήσει το μέρος του οικοπέδου που καταλαμβάνει η αποθήκη. Στην περίπτωση όπου οι εισαχθείσες διαστάσεις αποτελούν και τις διαστάσεις του Κέντρου Αποθήκευσης και Διανομής, τότε ο χρήστης μαρκάρει όλη την περιοχή του πλέγματος. Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας αυτής το DC Expert 4.5 παράγει ένα τρισδιάστατο μοντέλο της αποθήκης με ύψος το μέγιστο ύψος εγκατάστασης.

Ο καθορισμός των διαστάσεων του κτηρίου αποτελεί και τον σκοπό της λειτουργίας που αφορά στο εξωτερικό της αποθήκης («Exterior»). Μετά τον καθορισμό του συνολικού όγκου του ΚΑΔ επακολουθεί η διαμόρφωση του εσωτερικού χώρου του αποθηκευτικού κέντρου. Τον σκοπό αυτό εξυπηρετεί η λειτουργία που αφορά στο εσωτερικό της αποθήκης («Interior»), η επιλογή της οποίας «κλειδώνει» τις διαστάσεις της αποθήκης που καθορίστηκαν στο Exterior.

#### 5.1.2 Εσωτερικό αποθήκης (Interior)

Την πρώτη απαραίτητη ρύθμιση στο περιβάλλον του «Εσωτερικού» αποτελεί ο καθορισμός των μονάδων μέτρησης των παραμέτρων του εσωτερικού πλέγματος «Grid Spacing». Η παραμετροποίηση του εσωτερικού πλέγματος γίνεται στους άξονες x και z. Στη συνέχεια, ιδιαίτερα σημαντικός είναι ο καθορισμός των διαστάσεων και της χωροταξικής τοποθέτησης των περιοχών αποθήκευσης («chamber») αλλά και των κολώνων («columns»).



Όσον αφορά στον καθορισμό των χώρων αποθήκευσης, οι αρχικές παράμετροι που θα πρέπει να καθοριστούν για αυτές είναι οι εξής:

- Διαστάσεις της περιοχής αποθήκευσης: μήκος, ύψος και πλάτος
- Τοποθέτηση της περιοχής μέσα στον χώρο της αποθήκης: αποστάσεις από τους εξωτερικούς τοίχους

Μετά τον σχεδιασμό και τον καθορισμό των παραμέτρων των περιοχών ακολουθεί η παραμετροποίηση του εσωτερικού των περιοχών αυτών μέσω του παραθύρου «Storage Medium Parameters». Σημειώνεται πως το λογισμικό έχει ήδη μία βιβλιοθήκη με έτοιμα διαμορφωμένα μέσα αποθήκευσης («storage medium templates») από τα οποία ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ποιο θα τοποθετηθεί στο εκάστοτε chamber. Διαφορετικά, ο χρήστης μπορεί να διαμορφώσει το δικό του storage medium και να το αναθέσει στο αντίστοιχο chamber. Το παράθυρο αυτό έχει τις εξής καρτέλες καθεμία από τις οποίες περιλαμβάνει τις παρακάτω πληροφορίες:

#### Καρτέλα με λεπτομέρειες ραφιών («Rack Details»)

- Μέγιστη ανύψωση («max lift»): συνολικό ύψος ραφιέρας (Σχήμα 5.1)
- Upright width: μήκος του δοκαριού (Σχήμα 5.2)
- Upright depth: πλάτος του δοκαριού (Σχήμα 5.2)
- Beam Width: πάχος δοκίδας (Σχήμα 5.2)
- Beam Height: ύψος δοκίδας (Σχήμα 5.2)
- Beam Length: μήκος δοκίδας, το οποίο πρακτικά αντιστοιχεί στο μήκος ενός φατνώματος (Σχήμα 5.1)
- Pallets Deep: αριθμός παλετών που τοποθετούνται η μία μπροστά από την άλλη σε ένα ράφι
- Pallets Clearance: διάκενο μεταξύ παλέτας-δοκαριού («racking upright») και παλετών μεταξύ τους (Σχήμα 5.1)
- Flue Space: απόσταση μεταξύ της πλάτης των back-to-back ραφιών
- First Section Racking: σε περίπτωση που επιλεγεί σημαίνει πως η πρώτη σειρά ραφιών βρίσκεται στον τοίχο
- Lift Off Space: απόσταση μεταξύ παλέτας και δοκίδας («beam»)
- Running Aisle Width: πλάτος διαδρόμου
- Base Slot Height: ύψος της παλέτας που βρίσκεται στην πλησιέστερη με το έδαφος θέση (Σχήμα 5.1)
- Reserve Space Height: ύψος μεταξύ της μίας δοκίδας και της αμέσως από πάνω της (Σχήμα 5.1)
- Rack Direction: προσανατολισμός των ραφιών
- Fit Round Columns: επιλογή της λογικής που θα ακολουθηθεί για τις κολώνες
- Effective Pickface: ποσοστό ωφέλιμων picking παλετοθέσεων επί του συνολικού αριθμού των slots
- Effective Base: ποσοστό ωφέλιμων picking παλετοθέσεων δαπέδου επί του συνολικού αριθμού των παλετοθέσεων που βρίσκονται στο δάπεδο
- Effective Reserve: ποσοστό ωφέλιμων παλετοθέσεων που εξυπηρετούν την αποθήκευση επί του συνολικού αριθμού των slots

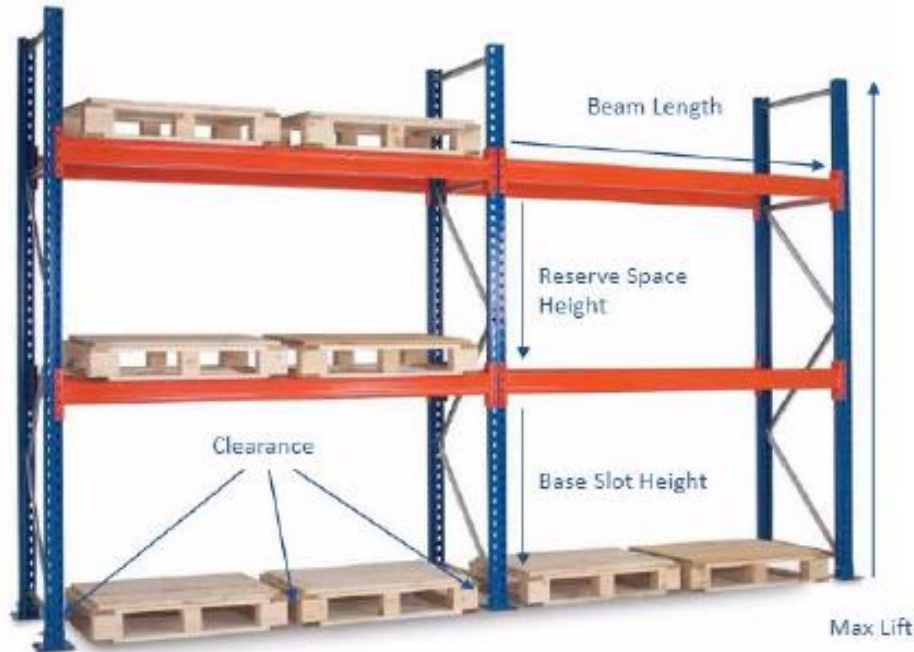
Οι τύποι που ισχύουν για τις παραμέτρους των ραφιών είναι οι εξής:

$$\text{Beam Length} = \text{Pallets clearance} * \text{Pallets per beam} + \text{Pallets width} * \text{Pallets per beam} \quad (5.α)$$

$$\text{Reserve space height} \geq \text{Pallet height} + \text{Lift off space} \quad (5.β)$$

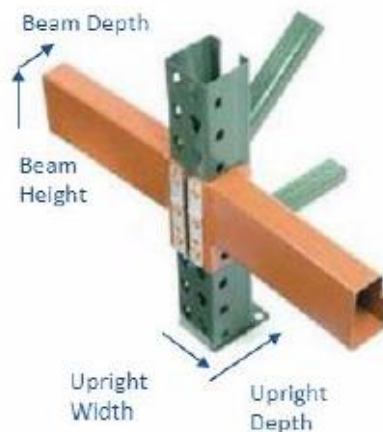
$$\text{Max Lift} \geq \text{Number of levels} * (\text{Pallet height} + \text{Liftoff space} + \text{Beam Height}) \quad (5.γ)$$

Η απεικόνιση των μεγεθών Max Lift, Beam Length, Reserve Space Height, Base Slot Height και Clearance φαίνεται στο σχήμα 5.1.



Σχήμα 5.1: Ραφιέρα αποθήκης με απεικόνιση των σχετικών μεγεθών. (Mantis Group, 2020)

Η απεικόνιση των μεγεθών Beam Depth, Beam Height, Upright Width και Upright Depth φαίνεται στο σχήμα 5.2.



Σχήμα 5.2: Δοκίδα ραφιέρας αποθήκης με απεικόνιση των σχετικών μεγεθών. (Mantis Group, 2020)

#### Καρτέλα με λεπτομέρειες διαδρόμων (X-Aisle Details)

- Quantity: αριθμός διαδρόμων παράλληλων προς τις ραφιέρες
- Running Aisle Width: πλάτος διαδρόμου
- Internal Aisle: ύπαρξη ή όχι διαδρόμου κάθετου ως προς τις ραφιέρες

Καρτέλα με λεπτομέρειες παλετών («Pallet Details»)

- Width: μήκος παλετών
- Depth: πλάτος παλετών
- Height: ύψος παλετών
- Pallets Per Beam: αριθμός παλετών ανά δοκίδα

Καρτέλα με λεπτομέρειες κόστους (Cost Details)

- Cost Per Pallet Space: κόστος ανά αποθηκευτικό χώρο παλέτας
- Cost Per Square Unit per Annum: κόστος ανά τετραγωνική μονάδα ανά έτος
- Cost Per Frame: κόστος ανά πλαίσιο ραφιού
- Cost per Beam: κόστος ανά δοκίδα
- Effective Cost Increase %: πιθανή αύξηση επί των τιμών κόστους

Καρτέλα με λεπτομέρειες διαστάσεων του chamber («Size Details»)

- Chamber Left: απόσταση αριστερού ορίου του chamber από τον αριστερό τοίχο της αποθήκης
- Chamber Right: απόσταση δεξιού ορίου του chamber από τον δεξί τοίχο της αποθήκης
- Chamber Top: απόσταση πάνω ορίου του chamber από τον πάνω τοίχο της αποθήκης
- Chamber Bottom: απόσταση κάτω ορίου του chamber από τον κάτω τοίχο της αποθήκης
- Chamber Description: περιγραφή του chamber

Οι πληροφορίες που σχετίζονται με τους πυλώνες εισάγονται στο παράθυρο «Warehouse Layout Column Settings». Όσον αφορά στις διαστάσεις του πυλώνα, οι πληροφορίες που πρέπει να εισαχθούν είναι το πλάτος («Column Width») και το βάθος («Column Depth»). Όσον αφορά στη χωροταξία, αρχικά απαιτείται ο καθορισμός της θέσης του πρώτου πυλώνα ορίζοντας την απόσταση από την πάνω και την κάτω αριστερή γωνία του κτηρίου («First Column Location: Distance to top left corner & Distance to bottom left corner»). Με βάση αυτήν την πληροφορία καθώς και την μεταξύ των πυλώνων απόσταση («Column Spacing Across & Column Spacing Down») θα προκύψει και η χαρτογράφηση («mapping») των πυλώνων στο εσωτερικό της αποθήκης.

Η ρύθμιση αυτή δεν αποτελεί απαραίτητη πληροφορία κατά στην κατασκευή του σεναρίου καθώς αυτό θα εισαχθεί μόνο στη λειτουργία του «Slot Master» DC Expert 4.5 για την πραγματοποίηση του slotting. Η εισαγωγή των πυλώνων ωστόσο είναι απαραίτητη στην περίπτωση όπου το μοντέλο θα χρησιμοποιηθεί και στην λειτουργία του «Rack Selection» ή του «Dock Planner».

Επιπλέον, πέρα από τις κολώνες, μπορούν να μοντελοποιηθούν και οι πόρτες της αποθήκης κατά τη διαμόρφωση του εσωτερικού της μέσω της εντολής «Doors» που βρίσκεται στο πάνω μέρος του μενού στην ενότητα «Interior Drawing».

Όντας μέσα στο περιβάλλον του Interior Warehouse layout και πριν την εισαγωγή του σεναρίου στο slot master, μπορεί να γίνει ο υπολογισμός της μέγιστης ποσότητας των παλετών που μπορούν να αποθηκευτούν στην αποθήκη. Προκειμένου να γίνει αυτό απαιτείται η εισαγωγή των διαστασιολογικών δεδομένων των παλετοθέσεων που πρόκειται να αποθηκευτούν στην αποθήκη.

### 5.1.3 Αναφορές του Warehouse Layout (Reports)

Μέσα στο περιβάλλον του Warehouse Layout μπορούν να εξαχθούν αναφορές που σχετίζονται με το μέγεθος της αποθήκης και την αποθηκευτική ικανότητα («capacity») αυτής. Ειδικότερα υπάρχουν δύο αναφορές που μπορούν να δημιουργηθούν: η λεπτομερής («Warehouse Detail Report») και η περιληπτική αναφορά («Warehouse Summary Report»). Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι πληροφορίες που παρέχει η κάθε μία.

#### Λεπτομερής Αναφορά

Η λεπτομερής αναφορά παρουσιάζει για κάθε storage medium που δημιουργήθηκε τις εξής πληροφορίες:

- Μέσο όρο παλετών ανά δοκίδα
- Μέσο όρο ύψους παλετών
- Μέσο όρο ανύψωσης
- Συνολικό εμβαδόν
- Συνολικό χώρο αποθήκευσης
- Μέσο ποσοστό εκμετάλλευσης
- Μέσο πλάτος διαδρόμου
- Λεπτομέρειες φατνωμάτων
  - Συνολικό αριθμό θέσεων από τις οποίες γίνεται picking
  - Συνολικό αριθμό μη αξιοποιήσιμων («lost») θέσεων από τις οποίες γίνεται picking (εικάζεται πως εννοεί παλετοθέσεις που χάθηκαν λόγω κολώνων)
  - Συνολικό αριθμό παλετών που μπορούν να τοποθετηθούν στο δάπεδο
  - Συνολικό αριθμό μη αξιοποιήσιμων θέσεων παλετών στο δάπεδο (εικάζεται πως εννοεί παλετοθέσεις που χάθηκαν λόγω κολώνων)
  - Συνολικός αριθμός παλετών που μπορούν να αποθηκευτούν
  - Συνολικός αριθμός παλετών που θα μπορούσαν να αποθηκευτούν εάν οι θέσεις δεν είχαν καταστεί μη αξιοποιήσιμες
  - Μέσο ποσοστό εκμεταλλεύσιμων pickfaces
  - Μέσο ποσοστό εκμεταλλεύσιμων θέσεων αποθήκευσης παλετών που βρίσκονται στο δάπεδο
  - Μέσο ποσοστό εκμεταλλεύσιμων θέσεων που εξυπηρετούν μόνο την αποθήκευση («reserve»)
  - Συνολικό αριθμό εκμεταλλεύσιμων φατνωμάτων
  - Συνολικό αριθμό δοκίδων
  - Συνολικό αριθμό πλαισίων ραφιών («frames»)
- Κόστη αποθήκευσης
  - Μέσο κόστος ανά τετραγωνικό
  - Μέσο κόστος ανά παλέτα
  - Μέσο κόστος δοκίδων
  - Μέσο κόστος πλαισίων ραφιών («frames»)
  - Μέσο ποσοστό πιθανής αύξησης του κόστους («Average % Effective Increase»)
  - Συνολικό κόστος ανά τετραγωνικό μέτρο
  - Συνολικό κόστος ανά παλέτα
  - Συνολικό κόστος δοκίδων
  - Συνολικό κόστος πλαισίων
  - Συνολικό κόστος που οφείλεται σε αυξήσεις («Total Cost of Effective Increase»)

- Συνολικό κόστος εξοπλισμού

### Συνοπτική Αναφορά

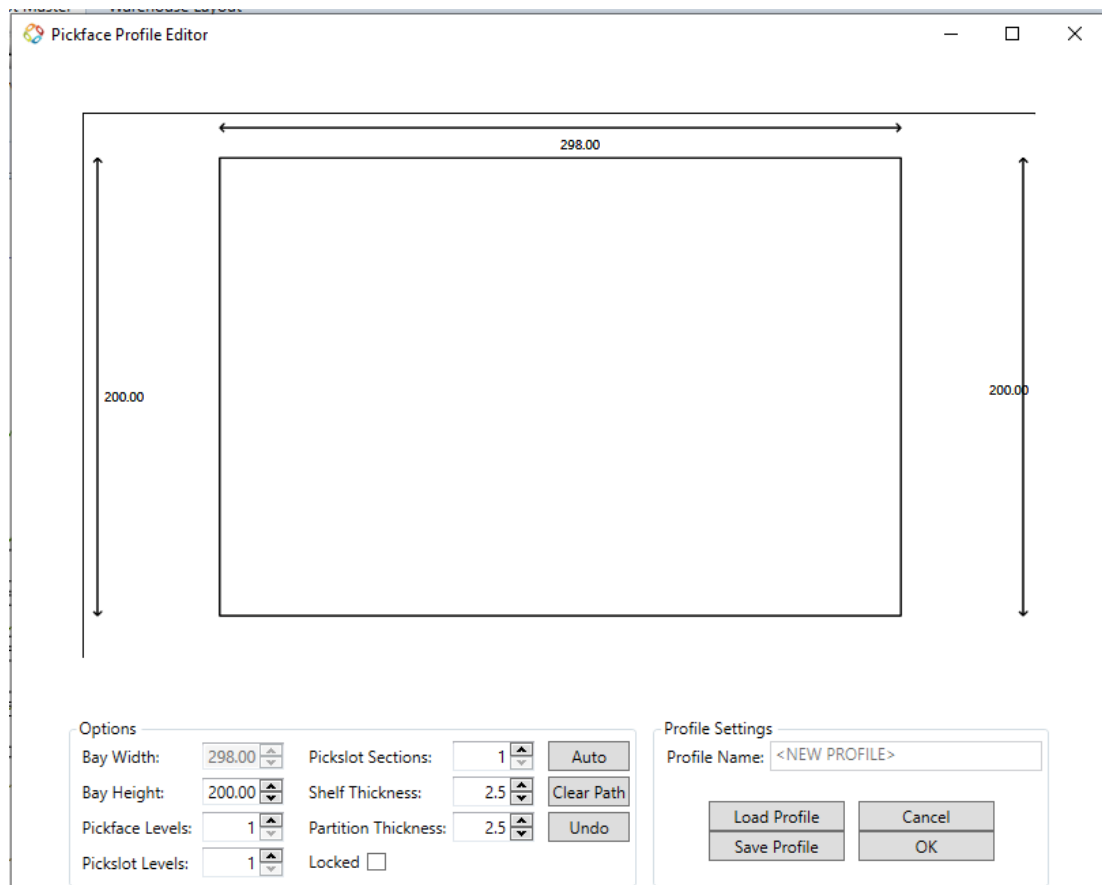
Η αναφορά αυτή περιλαμβάνει αντίστοιχες πληροφορίες με τη λεπτομερή αναφορά με τη διαφορά πως τα μεγέθη πλέον αναφέρονται στο σύνολο της αποθήκης και όχι στους επιμέρους χώρους. Ειδικότερα, αυτό το report παρέχει τις εξής πληροφορίες:

- Μέσο όρο παλετών ανά δοκίδα
- Μέσο όρο ύψους παλετών
- Μέσο όρο ανύψωσης
- Συνολικό εμβαδόν όλων των chambers
- Συνολικό χώρο αποθήκευσης
- Μέσο ποσοστό εκμετάλλευσης
- Μέσο πλάτος διαδρόμου
- Λεπτομέρειες φατνωμάτων
  - Συνολικό αριθμό θέσεων από τις οποίες γίνεται συλλογή
  - Συνολικό αριθμό μη αξιοποιήσιμων («lost») θέσεων από τις οποίες γίνεται picking (εικάζεται πως εννοεί παλετοθέσεις που χάθηκαν λόγω κολώνων)
  - Συνολικό αριθμό παλετών που μπορούν να τοποθετηθούν στο δάπεδο
  - Συνολικό αριθμό μη αξιοποιήσιμων θέσεων παλετών στο δάπεδο (εικάζεται πως εννοεί παλετοθέσεις που χάθηκαν λόγω κολώνων)
  - Συνολικό αριθμό παλετών που μπορούν να αποθηκευτούν
  - Συνολικό αριθμό παλετών που θα μπορούσαν να αποθηκευτούν εάν οι θέσεις δεν είχαν καταστεί μη αξιοποιήσιμες
  - Μέσο ποσοστό εκμεταλλεύσιμων pickfaces
  - Μέσο ποσοστό εκμεταλλεύσιμων θέσεων αποθήκευσης παλετών που βρίσκονται στο δάπεδο
  - Μέσο ποσοστό εκμεταλλεύσιμων θέσεων που εξυπηρετούν μόνο την αποθήκευση («reserve»)
  - Συνολικό αριθμό εκμεταλλεύσιμων φατνωμάτων
  - Συνολικό αριθμό δοκίδων
  - Συνολικό αριθμό πλαισίων ραφιών («frames»)
- Κόστη αποθήκευσης
  - Μέσο κόστος ανά τετραγωνικό
  - Μέσο κόστος ανά παλέτα
  - Μέσο κόστος δοκίδων
  - Μέσο κόστος πλαισίων ραφιών («frames»)
  - Μέσο ποσοστό πιθανής αύξησης του κόστους («Average % Effective Increase»)
  - Συνολικό κόστος ανά τετραγωνικό
  - Συνολικό κόστος ανά παλέτα
  - Συνολικό κόστος δοκίδων
  - Συνολικό κόστος πλαισίων
  - Συνολικό κόστος που οφείλεται σε αυξήσεις («Total Cost of Effective Increase»)
  - Συνολικό κόστος εξοπλισμού
- Διαστάσεις αποθήκης
  - Μήκος εγκατάστασης
  - Πλάτος εγκατάστασης
  - Μέγιστο μήκος αποθήκης

- Μέγιστο πλάτος αποθήκης
- Ύψος αποθήκης
- Συνολικό εμβαδόν αποθήκης
- Συνολικός όγκος αποθήκης
- Συνολικό εμβαδόν εγκατάστασης.
- Ποσοστό κάλυψης του οικοπέδου

## 5.2 Λειτουργία Slot Master

Στο περιβάλλον του Slot Master το πρώτο βήμα είναι η δημιουργία των προφίλ συγκομιδής τα οποία στη συνέχεια θα ανατεθούν στα φατνώματα. Το περιβάλλον διαμόρφωσης των προφίλ είναι αυτό που παρουσιάζεται στο σχήμα 5.3.

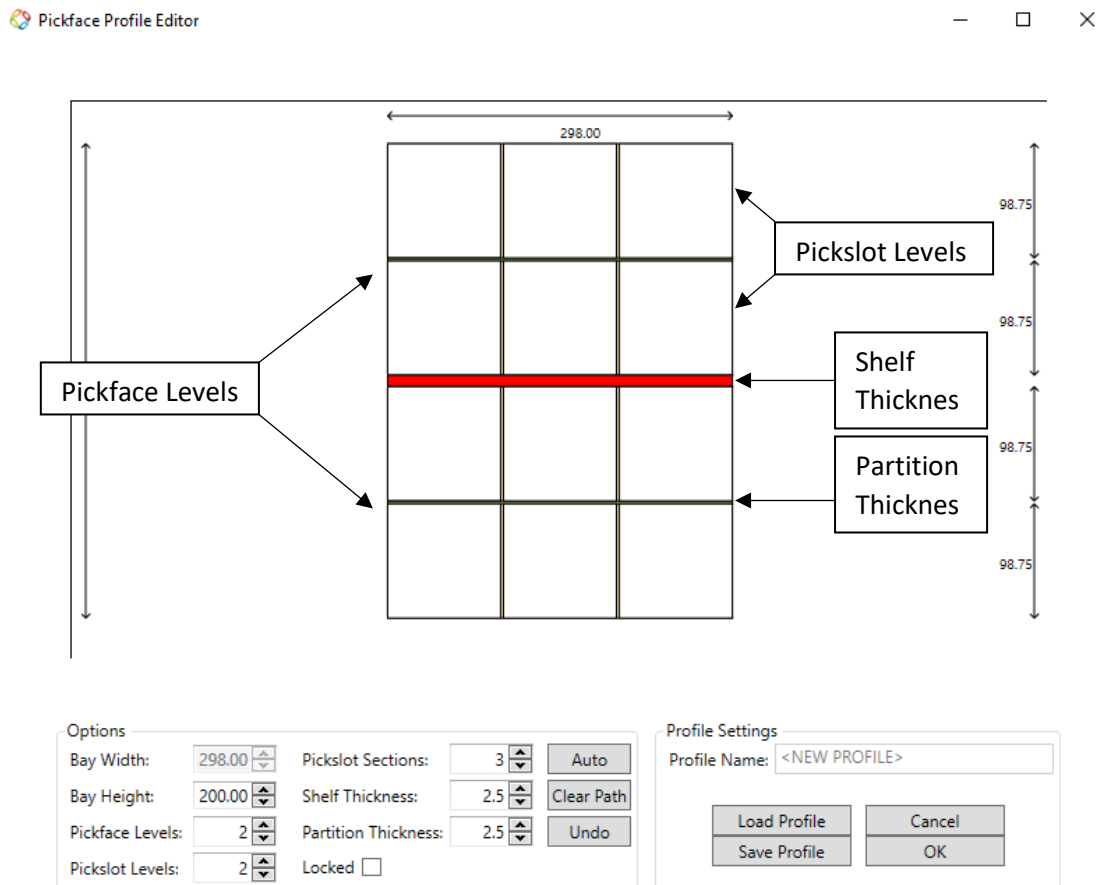


Σχήμα 5.3: Παράθυρο διαμόρφωσης του προφίλ συγκομιδής της θέσης αποθήκευσης («Pickface Profile Editor»).

Αναλυτικά οι παράμετροι που προσδιορίζονται στο παραπάνω εικονιζόμενο παράθυρο είναι οι εξής:

- Bay Width: συνολικό μήκος θέσης
- Bay Height: ύψος παλετοθέσης, η παράμετρος αυτή αλλάζει όταν μία αποθήκη έχει παλετοθέσεις διαφορετικών υψών όπως συμβαίνει στη μελέτη περίπτωσης που παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 6
- Pickface Levels: αριθμός επιπέδων από τα οποία γίνεται συγκομιδή (φατνώματα)
- Pickslot Levels: αριθμός υπο-επιπέδων στα οποία χωρίζεται το κάθε pickface level
- Pickslot Sections: αριθμός κάθετων τομών στο/α φάτνωμα/φατνώματα

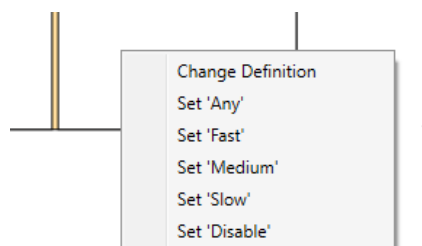
- Shelf Thickness: πάχος του ραφιού (οριζόντιο χώρισμα μεταξύ των φανωμάτων)
- Partition Thickness: πάχος των κάθετων χωρισμάτων μεταξύ των παλετοθέσεων στις οποίες χωρίζεται η θέση
- Για παράδειγμα, ορίζονται τιμές ίσες με «2» για pickface levels και pickslot levels και τιμή ίση με «3» για τα pickslot sections και το φάνωμα διαμορφώνεται όπως φαίνεται στο σχήμα 5.4.



Σχήμα 5.4: Διαμόρφωση της θέσης για διάφορες τιμές των pickface levels, pickslot levels και pickslot sections.

Επιπλέον, μέσα στο περιβάλλον αυτό μπορούν να καθοριστούν κάποιες παράμετροι για την εκάστοτε παλετοθέση πατώντας δεξί κλικ πάνω σε αυτή (Σχήμα 5.5). Ειδικότερα μπορεί να προσδιοριστεί η ταχυκινήσια των κωδικών που τοποθετούνται στην εκάστοτε παλετοθέση καθώς και εάν θα καταργηθεί ένα φάνωμα.

Αφού καθοριστούν τα pickface profiles γίνεται ανάθεσή τους στις θέσεις αποθήκευσης οι οποίες χρωματίζονται με διαφορετικό χρώμα ανάλογα με το προφίλ που τους αναλογεί.



Σχήμα 5.5: Προσδιορισμός ταχυκινήσιας κωδικών που κάθε φάνωμα δύναται να φιλοξενήσει ή/και απενεργοποίηση του φανώματος («Set Disable») μέσω του παραθύρου καθορισμού προφίλ συγκομιδής.

Επιπλέον, το λογισμικό διαθέτει τη δυνατότητα καθορισμού της διαδρομής που ακολουθεί ο picker κατά την συλλογή κωδικών από ένα chamber. Μέσα στο περιβάλλον καθορισμού της διαδοχής προσφέρονται οι εξής πέντε επιλογές σχετικά με το μοτίβο επίσκεψης των παλετοθέσεων:

- Sawtooth: αφού ο χρήστης ορίσει την αρχή του picking στη συνέχεια δημιουργείται ένα picking sequence με την μορφή διαγώνιου μαιάνδρου, όπου ο picker μετά την επίσκεψη ενός φατνώματος κινείται στην απέναντι ραφιάρα.
- Z: αφού ο χρήστης ορίσει την αρχή του picking στη συνέχεια δημιουργείται ένα picking sequence με την μορφή «Z», όπου ο picker μετά την επίσκεψη τριών φατνωμάτων κινείται διαγώνια στην απέναντι ραφιάρα.
- U: αφού ο χρήστης ορίσει την αρχή του picking στη συνέχεια δημιουργείται ένα picking sequence με την μορφή μαιάνδρου, όπου ο picker μετά την επίσκεψη δύο φατνωμάτων κινείται κάθετα στην απέναντι ραφιάρα.
- Superspline: αφού ο χρήστης ορίσει την αρχή του picking στη συνέχεια δημιουργεί ένα picking sequence όπου ο picker επισκέπτεται όλες τις θέσεις μίας σειράς και μετά πηγαίνει στην απέναντι ραφιάρα του διαδρόμου.
- Manual: ο χρήστης ορίζει μόνος του την διαδοχή των θέσεων.

Οι τέσσερις πρώτες αποτελούν τις πιο συνηθισμένες διαδοχές που χρησιμοποιούνται κατά το picking.

Εφόσον ορισθεί picking sequence για όλα τα chambers τότε μόνο ενεργοποιούνται οι επιλογές «Assign Aisle Number» και «Delete Locations». Μέσα από την επιλογή «Assign Aisle Number» ο χρήστης μπορεί να ορίζει τον αριθμό των διαδρόμων μέσα σε ένα chamber μαρκάροντας τους. Με την επιλογή «Delete Locations» ο χρήστης διαγράφει εντελώς όσες από τις θέσεις επιθυμεί.

Σημειώνεται πως η επιλογή «Delete Locations» αποτελεί μόνιμη διαγραφή των θέσεων σε αντίθεση με την επιλογή «Disable» που επιτρέπει στον χρήστη να απενεργοποιεί μία θέση χωρίς όμως να τη διαγράφει. Ο χρήστης αλλάζοντας την ανάθεση του χαρακτηρισμού «Disabled» μπορεί να ενεργοποιήσει ξανά το φάτνωμα.

Επιπλέον, στο περιβάλλον του Slot Master ο χρήστης μπορεί να ορίσει ζώνες μέσα στην αποθήκη εφαρμόζοντας τη μέθοδο zoning που αναλύθηκε στο κεφάλαιο 3.5. Οι περιπτώσεις στις οποίες ο ορισμός ζωνών είναι απαραίτητος είναι οι εξής:

- Όταν δεν συλλέγουν όλοι οι pickers κωδικούς από όλα τα φατνώματα της αποθήκης αλλά διαφορετικοί pickers αναλαμβάνουν τη συγκομιδή κωδικών από συγκεκριμένες ραφιάρες/περιοχές (ζώνες).
- Όταν υπάρχει ανάγκη εξισορρόπησης της κατανομής των κωδικών μέσα σε μία περιοχή.
- Όταν διαφορετικοί κωδικοί αποθηκεύονται σε διαφορετικές περιοχές της αποθήκης.

Εφόσον ολοκληρωθεί η παραμετροποίηση των chambers και των φατνωμάτων σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, απαιτείται η εισαγωγή τριών αρχείων μορφής .csv (υπολογιστικό φύλλο οριοθετημένο με κόμματα) τα οποία περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με τις θέσεις της αποθήκης και τους κωδικούς που πρόκειται να αποθηκευτούν σε αυτή. Τα αρχεία αυτά δημιουργούνται μέσα από το περιβάλλον του Slot Master.

Το πρώτο αρχείο που απαιτείται να δημιουργηθεί και στη συνέχεια να εισαχθεί στο λογισμικό είναι το «Stock». Πρόκειται για ένα αρχείο με όλους τους κωδικούς που πρόκειται



να αποθηκευτούν στην αποθήκη όπου για κάθε κωδικό προϊόντος (SKU) απαιτείται ένα σύνολο πληροφοριών. Κάποια από αυτά τα δεδομένα αποτελούν απαραίτητη προϋπόθεση προκειμένου να μπορέσει να παραγάγει σωστά αποτελέσματα το λογισμικό. Η συμπλήρωση των υπόλοιπων δεδομένων είναι προαιρετική.

#### Υποχρεωτικά δεδομένα:

- Κωδικός (Item)

Αποτελεί τον μοναδικό κωδικό του εκάστοτε προϊόντος. Ο κωδικός του προϊόντος είναι το μοναδικό δεδομένο για το οποίο απαγορεύεται η ύπαρξη διπλότυπων.

- Ταχυκινησία (Velocity)

Πρακτικά πρόκειται για την ταχυκινησία (ζήτηση) του προϊόντος. Εκφράζει τον αριθμό των τεμαχίων ή παλετών που συλλέγονται προς αποστολή ανά συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Η χρονική περίοδος αναφοράς επιλέγεται από τον χρήστη και η επιλογή δεν επηρεάζει τα δεδομένα αρκεί να είναι η ίδια για όλα τα προϊόντα. Μεγαλύτερος αριθμός μεταφράζεται σε πιο ταχικίνητους κωδικούς.

- Απόθεμα (Balance on Hand snapshot – BOH)

Αποτελεί το απόθεμα της αποθήκης για τον συγκεκριμένο κωδικό. Μονάδα μέτρησης για το απόθεμα είναι το τεμάχιο ή η παλέτα ανάλογα με το εάν για κάποιο κωδικό έχουμε picking τεμαχίων ή παλέτας.

- Ποσοστό αποθέματος στην pickface (BOH\_Percent\_In\_Pface)

Αποτελεί το ποσοστό του αποθέματος του συγκεκριμένου προϊόντος που ο χρήστης επιθυμεί να τοποθετήσει σε θέσεις picking. Λαμβάνει τιμές από 0 έως 1.

- Ελάχιστη ποσότητα κιβωτίων/παλετών στην pickface (Min\_In\_Pface)

Ελάχιστη ποσότητα τεμαχίων ή παλετών που ο χρήστης επιθυμεί να βρίσκονται σε θέσεις picking. Εάν αυτό το δεδομένο δεν υπάρχει τοποθετείται παντού η μονάδα (1) προκειμένου κατά την διαδικασία βελτιστοποίησης να τοποθετηθεί τουλάχιστον ένα τεμάχιο από όλους τους κωδικούς σε θέση συλλογής. Ωστόσο, σύμφωνα με το εγχειρίδιο της Mantis, εάν ο χρήστης επιθυμεί κατά τη βελτιστοποίηση του slotting να ληφθούν υπόψη διαστασιολογικοί περιορισμοί βάσει των χαρακτηριστικών του αποθέματος, πρέπει να τοποθετηθεί η τιμή 0 στο πεδίο αυτό (Mantis Group, 2020).

- Μέγιστη ποσότητα κιβωτίων/παλετών στην pickface (Max\_In\_Pface)

Μέγιστη ποσότητα τεμαχίων ή παλετών που ο χρήστης επιθυμεί να βρίσκονται σε θέσεις picking. Εάν δεν υπάρχει κάποιος περιορισμός τοποθετείται παντού η τιμή 99999 προκειμένου το δεδομένο αυτό να μην επηρεάσει το slotting. Ωστόσο, σύμφωνα με το εγχειρίδιο της Mantis, εάν ο χρήστης επιθυμεί κατά τη βελτιστοποίηση του slotting να ληφθούν υπόψη διαστασιολογικοί περιορισμοί βάσει των χαρακτηριστικών του αποθέματος, πρέπει να τοποθετηθεί η τιμή 0 στο πεδίο αυτό (Mantis Group, 2020).

- Αριθμό παλετοθέσεων που είναι επιθυμητό να δεσμεύσει ο εκάστοτε κωδικός (Pickface\_Slots)

Αφορά τον αριθμό θέσεων μέσα σε μία θέση που ο χρήστης επιθυμεί να βρίσκεται ο συγκεκριμένος κωδικός. Εάν δεν υπάρχει κάποιος περιορισμός ως προς την τιμή αυτού του χαρακτηριστικού μπαίνει η μονάδα (1). Σημειώνεται πως σε επόμενο στάδιο αυτό μπορεί να αγνοηθεί εάν ο χρήστης επιθυμεί το λογισμικό να καθορίσει τον αριθμό των θέσεων στις οποίες θα τοποθετηθεί το προϊόν με τρόπο βέλτιστο.

Μία σημαντική παρατήρηση είναι πως το συνολικό άθροισμα των παλετοθέσεων που ορίζει ο χρήστης πως απαιτούνται για την αποθήκευση των κωδικών δεν πρέπει να υπερβαίνει τον συνολικό αριθμό παλετοθέσεων της αποθήκης όπως διαμορφώνεται στο Slot Master. Στην περίπτωση όπου συμβεί αυτό κάποιοι κωδικοί δεν θα τοποθετηθούν σε θέσεις picking.

- Ποσοστό πληρότητας της pickface (Pickface\_Cubefill\_Percent)

Αφορά στο ποσοστό του όγκου των θέσεων picking που ο χρήστης επιθυμεί να γεμίσει. Συνήθως είναι επιθυμητό σε μία θέση να γίνεται 100% εκμετάλλευση του χώρου, οπότε και μπαίνει ως τιμή η μονάδα.

- Ύψος Κιβωτίου (M\_Case\_Height)
- Μήκος Κιβωτίου (M\_Case\_Length)
- Πλάτος Κιβωτίου (M\_Case\_Width)

Όλες οι διαστάσεις εισάγονται σε εκατοστά (cm).

- Ύψος Παλέτας (P\_Height)
- Πλάτος Παλέτας (P\_Width)
- Μήκος Παλέτας (P\_Length)

Αφορούν στις διαστάσεις του ξύλου της παλέτας και όχι της παλέτας με προϊόντα πάνω. Όλες οι διαστάσεις εισάγονται σε εκατοστά (cm).

- Ενεργός (Active)

Αφορά στο εάν ένας κωδικός είναι ενεργός ή όχι. Αποτελεί δυαδική παράμετρο και παίρνει τις τιμές 0 ή 1. Η τιμή 0 αντιστοιχεί σε μη ενεργούς κωδικούς ενώ η τιμή 1 σε ενεργούς κωδικούς.

- Στοίβαξη στο δάπεδο (Floor\_Stack)

Αφορά στο εάν ένας κωδικός μπορεί να τοποθετηθεί στο δάπεδο ή όχι. Αποτελεί δυαδική παράμετρο και παίρνει τις τιμές 0 ή 1. Η τιμή 0 αντιστοιχεί κωδικούς που δεν μπορούν να τοποθετηθούν στο δάπεδο ενώ η τιμή 1 σε κωδικούς που τοποθετούνται στο δάπεδο. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι χρήσιμο για τη λειτουργία του λογισμικού «Rack Selection», οπότε στην περίπτωση που η λειτουργία αυτή δεν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, η παράμετρος αυτή δεν συμπληρώνεται (τιμή «Blank»).

- Decantable
- Toteable
- Ειδικές απαιτήσεις (Special)

Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι χρήσιμα για τη λειτουργία του λογισμικού «Rack Selection», οπότε στην περίπτωση που η λειτουργία αυτή δεν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί συμπληρώνεται και στις τρεις παραμέτρους η default τιμή «0».

- Ύψος στοίβας (Stack\_Height)

Το χαρακτηριστικό αυτό είναι χρήσιμο για τη λειτουργία του λογισμικού «Rack Selection», οπότε στην περίπτωση που η λειτουργία αυτή δεν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί συμπληρώνεται η default τιμή «1».

- Ευθραυστότητα (Crushable)

Η παράμετρος αυτή αναφέρεται στο πόσο εύθραυστο είναι το προϊόν και δέχεται τιμές σε κλίμακα από το 1 έως το 99999. Το μέγεθος αυτό είναι αντίστροφο της αντοχής καθώς μεγαλύτερος αριθμός αντιστοιχεί σε πιο εύθραυστα προϊόντα.

- Αριθμός κιβωτίων ανά στρώση παλέτας (Cases\_Layer)
- Αριθμός στρώσεων ανά παλέτα (Layers\_Pallet)

- Τοξικότητα (Toxicity)

Η παράμετρος αυτή αναφέρεται στο πόσο τοξικό είναι το προϊόν και δέχεται τιμές σε κλίμακα από το 1 έως το 99999. Οι μεγαλύτεροι αριθμοί αντιστοιχούν σε προϊόντα μεγαλύτερης επικινδυνότητας.

- Βάρος κιβωτίου (M\_Case\_Weight)

Τα δεδομένα βάρους εισάγονται σε κιλά (Kg).

- Case\_Pick

Η παράμετρος αυτή αναφέρεται στον τρόπο συλλογής του κωδικού και δέχεται δυαδική τιμή, 0 ή 1. Η τιμή «1» αντιστοιχεί σε συλλογή κιβωτίου ενώ η τιμή «0» σε συλλογή παλέτας.

- Προτιμητέα ζώνη αποθήκευσης (Preferred\_Zone\_Id)

Αποτελεί παράμετρο στην περίπτωση που εφαρμόζεται συλλογή προϊόντων ανά ζώνες («zone picking»). Σε αυτό το κελί συμπληρώνεται ο αριθμός της ζώνης στην οποία ο χρήστης προτιμά να γίνει τοποθέτηση του κωδικού.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως η κατά προτίμηση ζώνη αποθήκευσης αποτελεί σκληρό περιορισμό για το λογισμικό. Δηλαδή εάν για έναν κωδικό έχει ορισθεί ζώνη αποθήκευσης η οποία δεν έχει άλλες διαθέσιμες θέσεις, τότε ο κωδικός αυτός δεν θα τοποθετηθεί σε θέση άλλης ζώνης αποθήκευσης και θα χαρακτηριστεί unslotted.

- Επιλεξιμότητα (Selected)

Αποτελεί παράμετρο με δυαδική είσοδο. Η τιμή «1» σημαίνει πως το προϊόν επιλέγεται για να συμπεριληφθεί στη διαδικασία του slotting ενώ η τιμή «0» σημαίνει πως το προϊόν θα εξαιρεθεί από τη διαδικασία του slotting.

Μία σημαντική σημείωση σχετικά με το χαρακτηριστικό «Active» και το χαρακτηριστικό «Selected» είναι ποιο χαρακτηριστικό εκ των δύο υπερτερεί. Ειδικότερα, στην περίπτωση όπου ένας κωδικός ορισθεί ως ενεργός (active = 1) αλλά μη επιλέξιμος για το slotting (selected = 0) τότε το λογισμικό δεν θα συμπεριλάβει τον συγκεκριμένο κωδικό στη διαδικασία. Στην αντίθετη περίπτωση, δηλαδή active = 0 και selected = 1 το λογισμικό θα συμπεριλάβει τον συγκεκριμένο κωδικό στη διαδικασία τοποθέτησης στα ράφια. Κατ' επέκταση συμπεραίνουμε πως το χαρακτηριστικό «Selected» είναι αυτό που καθορίζει το εάν ένα προϊόν θα συμπεριληφθεί στη διαδικασία ανεξάρτητα από το εάν έχει χαρακτηριστεί ενεργός ή ανενεργός ο κωδικός.

Προαιρετικά δεδομένα

- Κωδικός Προμηθευτή (Supplier\_code)

Αποτελεί τον μοναδικό κωδικό ο οποίος έχει αντιστοιχηθεί σε κάθε προμηθευτή της εταιρίας στο πληροφοριακό της σύστημα.

- Διακριτικός τίτλος προμηθευτή (Supplier)

Διαφορετικό στοιχείο από τον κωδικό του προμηθευτή. Αποτελεί την επωνυμία προμηθευτή που συνδέεται με τον κωδικό προμηθευτή που συμπληρώθηκε.

- Ανάγκη για προετοιμασία (Pre\_Process)

Αφορά σε διαδικασίες που πρέπει να προηγηθούν της αποστολής των προϊόντων. Αποτελεί δυαδικό (binary) δεδομένο καθώς οι εισοδοί του μπορεί να είναι μόνο δύο. Ο χρήστης πληκτρολογεί 1 (=Ναι) εάν πριν από την αποστολή απαιτείται κάποια επιπλέον διεργασία επί του προϊόντος και 0 (=Όχι) ένα το προϊόν μπορεί να σταλεί για shipping αμέσως μετά τη διαλογή από τον χώρο αποθήκευσης. Ως διεργασίες που προηγούνται της αποστολής μπορεί να είναι η συναρμολόγηση («kitting»), η τοποθέτηση ετικετών («labeling») κλπ.

- Περιγραφή (Description)

Κείμενο που αποτελεί την περιγραφή του εκάστοτε κωδικού.

- Οικογένεια Προϊόντος (Prod\_Fam)

Αφορά στην κατηγορία («οικογένεια») στην οποία ανήκει ένα προϊόν και συμπληρώνεται μόνο στην περίπτωση όπου η εταιρία ακολουθεί την πολιτική κατηγοριοποίησης («product grouping») των προϊόντων της σε οικογένειες. Εάν η αποθήκη είναι οργανωμένη με τρόπο τέτοιο ώστε συγκεκριμένες αποθηκευτικές θέσεις ή χώροι αποθήκευσης να αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες οικογένειες προϊόντων, τότε η αναγραφή της κατηγορίας είναι απαραίτητη. Στην περίπτωση όπου συμπληρωθεί αυτή η παράμετρος για τα προϊόντα υπάρχει η δυνατότητα να πραγματοποιηθεί slotting βάσει οικογενείας (family grouping – βλ. Κεφάλαιο 3.4).

- Κατάταξη οικογένειας (Family Ranking)

Αφορά σε εταιρίες όπου εφαρμόζουν πολιτική κατάταξης στις οικογένειες προϊόντων και με βάση αυτή καθορίζεται η προτεραιότητα τους κατά τη συλλογή.

- Αριθμός τεμαχίων σε κάθε κιβώτιο (Units\_Master\_Case)
- M\_Case\_Break

Αυτή η παράμετρος μένει κατά βάση κενή. Αφορά στο εάν σπάει ένα κιβώτιο στα τεμάχια του κατά το picking.

- Κατάταξη Προϊόντος (Item Ranking)

Αφορά σε εταιρίες που κατατάσσουν τα προϊόντα τους με βάση έναν συνδυασμό παραγόντων ώστε να τηρείται κάποια σειρά προτεραιότητας κατά την συλλογή.

- Κωδικός θέσης στην υπάρχουσα αποθήκη (Location\_ID)

Χρησιμοποιείται στην περίπτωση όπου η αποθήκη βρίσκεται σε λειτουργία και τηρεί ήδη πλάνο τοποθέτησης κωδικών σε θέσεις αποθήκευσης.

- Σημείωση (Note)

Σημειώνεται πως πρέπει να υπάρχει συνέπεια στο σύστημα μονάδων μέτρησης που χρησιμοποιείται κατά την εισαγωγή των δεδομένων του «Stock» όπως μήκη, ύψη, βάρη κλπ. και του συστήματος μονάδων μέτρησης που έχει χρησιμοποιηθεί τόσο κατά το Warehouse Layout όσο και κατά τη δημιουργία των προφίλ των θέσεων picking. Η συνέπεια αυτή καθίσταται ιδιαίτερα σημαντική καθώς κατά την αντιστοίχιση κωδικών με θέσεις picking το λογισμικό λαμβάνει υπόψη τις διαστάσεις της συσκευασίας/παλέτας κάθε κωδικού καθώς και τις διαστάσεις της παλετοθέσης προκειμένου να μην τοποθετηθούν παλέτες κωδικών σε θέσεις που ενδεχομένως να μην χωράνε.

Εφόσον δημιουργηθεί το template του αρχείου «Stock» και στη συνέχεια συμπληρωθούν τα στοιχεία των κωδικών σε αυτό, το αρχείο θα πρέπει να εισαχθεί («Import») ως πληροφορία στο λογισμικό. Σημειώνεται πως ήδη με την εισαγωγή των χαρακτηριστικών των κωδικών και του αποθέματος το λογισμικό μπορεί ήδη να εκτελέσει σενάρια βελτιστοποίησης της ανάθεσης των κωδικών σε θέσεις αποθήκευσης. Αυτό συμβαίνει στην περίπτωση ανάθεσης κωδικών σε καινούργια αποθήκη.

Αντίθετα στην περίπτωση όπου η αποθήκη λειτουργεί ήδη και υπάρχουν δεδομένα ανάθεσης κωδικών σε ήδη υπάρχουσες θέσεις θα πρέπει να δημιουργηθούν και τα άλλα δύο αρχεία με κατάληξη .csv μέσω των οποίων ο χρήστης εισάγει στο λογισμικό την ήδη υπάρχουσα κατάσταση της αποθήκης. Σημειώνεται πως σε κάθε περίπτωση είναι απαραίτητη η εισαγωγή του αρχείου «Stock» προκειμένου ο χρήστης να μπορέσει να προχωρήσει στη δημιουργία των επόμενων δύο αρχείων .csv.

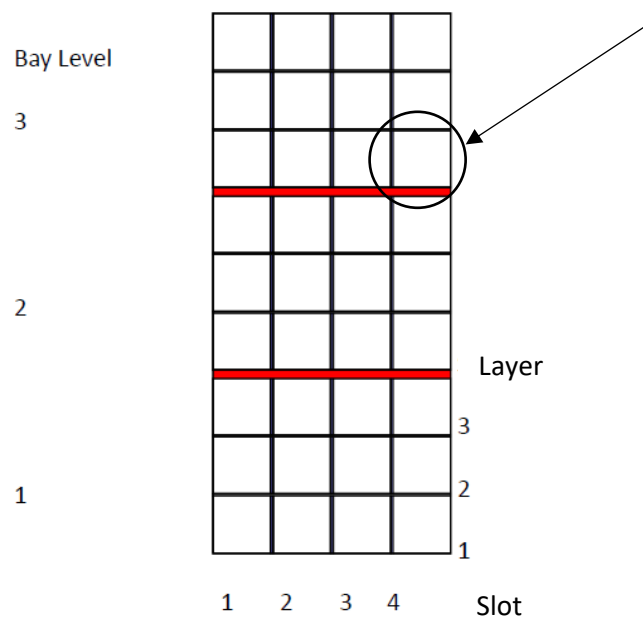
Ειδικότερα, τα δύο αρχεία .csv έχουν τους τίτλους: «LocationMap» και «StockLocation» και δημιουργούνται από το ίδιο το λογισμικό με την εντολή «Create Baseline Template». Στο αρχείο LocationMap ο χρήστης εισάγει την πληροφορία κωδικοποίησης των θέσεων αποθήκευσης όπως αυτή ισχύει στην υπάρχουσα αποθήκη. Οι στήλες αυτού του αρχείου είναι οι εξής:

- Chamber  
Κωδικός chamber όπως έχει ορισθεί στο λογισμικό.
- Aisle  
Αριθμός διαδρόμου όπως έχει ορισθεί στο λογισμικό.
- Location  
Κωδικός θέσης όπως έχει ορίσει μόνο του το λογισμικό.
- Bay  
Αριθμός διαμερίσματος του φατνώματος όπως το έχει ορίσει το λογισμικό. Το bay υπ' αριθμόν 1 είναι το πλησιέστερο στο δάπεδο ενώ όσο ανεβαίνουμε προς τα πάνω οι αριθμοί αυξάνουν μέχρι το 999.
- Layer  
Αριθμός επιπέδου του εκάστοτε διαμερίσματος (bay) του φατνώματος όπως το έχει ορίσει το λογισμικό. Το επίπεδο υπ' αριθμόν 1 είναι χαμηλότερο επίπεδο του διαμερίσματος και οι αριθμοί αυξάνουν όσο ανεβαίνουμε προς τα πάνω μέχρι το 999.
- Slot  
Αριθμός της θέσης αποθήκευσης όπως ορίζεται από το λογισμικό. Η αρίθμηση μπορεί να ξεκινάει από αριστερά προς τα δεξιά ή από τα δεξιά προς τα αριστερά ανάλογα με την picking sequence που έχει ορισθεί για τη συγκεκριμένη θέση.
- ZoneID

Ο κωδικός της ζώνης στην οποία βρίσκεται η εκάστοτε θέση.

Μέχρι και το ZoneID το αρχείο είναι ήδη συμπληρωμένο από το λογισμικό και τα δεδομένα αφορούν στην κωδικοποίηση που το λογισμικό αυτόματα έχει δώσει στις θέσεις της αποθήκης.

- **Description**  
Περιγραφή της κάθε θέσης (σημειώσεις, ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κλπ.). Το πεδίο αυτό μπορεί να μείνει κενό.
- **BayLocation**  
Πρόκειται για τον αριθμό του διαμερίσματος όπως αυτό έχει συμπληρωθεί από το λογισμικό στην στήλη «Bay».
- **LocationID**  
Κωδικός θέσης της υφιστάμενης αποθήκης.
- **SubBayCoordinates**  
Πρόκειται για έναν αριθμό 9 ψηφίων και παίρνει τιμές στο διάστημα 001001001 έως 999999999. Τα τρία πρώτα ψηφία αντιστοιχούν στο bay, τα τρία ενδιάμεσα στο επίπεδο του bay στο οποίο βρίσκεται η θέση και τα τρία τελευταία αντιστοιχούν στη συγκεκριμένη θέση του layer. Δίνεται παράδειγμα με βάση το παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 5.6: Συντεταγμένες εντός της θέσης αποθήκευσης. (Mantis Group, 2020)

Έστω ότι το παραπάνω αποτελεί ένα φάντωμα με τρία διαμερίσματα τα οποία έχουν τρία επίπεδα το κάθε ένα και κάθε επίπεδο έχει τέσσερις θέσεις. Η κυκλωμένη θέση έχει συντεταγμένες 003001004, δηλαδή στο διαμέρισμα (bay) υπ' αριθμόν 3, στο πρώτο επίπεδο (layer), πρόκειται για την τέταρτη θέση από αριστερά.

Οι στήλες αυτές είναι κενές και πρόκειται να συμπληρωθούν από τον χρήστη με βάση το τι ισχύει στην υφιστάμενη κατάσταση της αποθήκης.

Στο αρχείο StockLocation ο χρήστης εισάγει την πληροφορία αντιστοιχίας των κωδικών σε θέσεις όπως αυτή ισχύει στην υπάρχουσα αποθήκη. Οι στήλες αυτού του αρχείου είναι οι εξής:

- SKU

- Κωδικός προϊόντος όπως έχει εισαχθεί από το αρχείο Stock.
- Supplier  
Όνομα προμηθευτή όπως έχει εισαχθεί από το αρχείο Stock.
- StockDesc  
Περιγραφή προϊόντος όπως έχει εισαχθεί από το αρχείο Stock.
- FamilyDesc  
Περιγραφή οικογένειας προϊόντος όπως έχει εισαχθεί από το αρχείο Stock.

Μέχρι και το FamilyDesc το αρχείο είναι ήδη συμπληρωμένο από το λογισμικό με τα δεδομένα του αρχείου Stock που ο χρήστης έχει ήδη εισάγει. Εδώ γίνεται κατανοητός ο λόγος για τον οποίο το λογισμικό δεν επιτρέπει τη δημιουργία αυτών των δύο αρχείων πριν γίνει εισαγωγή των δεδομένων αποθέματος.

- LocationID  
Κωδικός θέσης της υφιστάμενης αποθήκης στην οποία τοποθετείται ο κωδικός.
- SubBayCoordinates

Σημειώνεται πως στην περίπτωση όπου ο χρήστης επιθυμεί να μελετήσει την ίδια αποθήκη για διαφορετική προηγούμενη κατάσταση αρκεί να αλλάξει μόνο το αρχείο StockLocation. Το αρχείο LocationMap παραμένει ίδιο κατά τη μελέτη της ίδιας αποθήκης.

Μετά την εισαγωγή όλων των αρχείων .csv η επόμενη παράμετρος που πρέπει να καθορισθεί για το μοντέλο της αποθήκης είναι το κέντρο βάρους αυτής («center of gravity»). Το σημείο αυτό θεωρητικά μπορεί να αποτελεί την αρχή ή το τέλος της διαδρομής συλλογής των κωδικών. Πρακτικά το κέντρο βάρους μίας πραγματικής αποθήκης μπορεί να είναι το γραφείο κίνησης από το οποίο ξεκινούν οι pickers, οι ράμπες φορτοεκφόρτωσης ή κάποιο σημείο όπου καταλήγουν τα προϊόντα τα οποία συλλέγονται για περαιτέρω επεξεργασία (λ.χ. χώρος πακεταρίσματος). Σημειώνεται πως με τον καθορισμό και του κέντρου βάρους έχουν εισαχθεί στο λογισμικό όλες οι απαραίτητες πληροφορίες προκειμένου να προχωρήσει στην βελτιστοποίηση.

### 5.3 Slot Master Wizard

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα του λογισμικού DC Expert 4.5 είναι ο υψηλός βαθμός παραμετροποίησης της διαδικασίας ανάθεσης κωδικών σε θέσεις αποθήκευσης η οποία γίνεται μέσω της λειτουργίας Slot Master Wizard. Μέσα από αυτό το περιβάλλον ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει διαφορετικά σενάρια βελτιστοποίησης τα οποία διαφέρουν ως προς τις ρυθμίσεις τους, τα κριτήρια με βάση τα οποία γίνεται η ανάθεση καθώς και ως προς το ποιοι χώροι, ζώνες, παλετοθέσεις, οικογένειες προϊόντων ή προϊόντα θα εξαιρεθούν από τη διαδικασία. Όλες οι παραπάνω επιλογές θα αναλυθούν στο παρόν υπο-κεφάλαιο με τη σειρά που το ίδιο το λογισμικό τις εμφανίζει στο παράθυρο του Slot Master Wizard.

Η δεύτερη οθόνη (Σχήμα 5.7) του περιβάλλοντος βελτιστοποίησης αφορά στις γενικές ρυθμίσεις του σεναρίου οι οποίες είναι οι εξής:

Settings

Run Description:

Free Space:   Break on Family

%  Locations  Chamber  Aisle  Location  
 #  Slots

Sort Tolerance:   Disable Summary Screens

Order Pareto  Apply Zone Balancing

% Fast:   Allow Multiple Pickfaces

% Medium:   Use BOH Slotting Constraints

% Slow:   Use Min/Max Slotting Constraints

Slotting Delay:  Lift-off space:

Σχήμα 5.7: Δεύτερη οθόνη του Slot Master Wizard - Βασικές ρυθμίσεις σεναρίου βελτιστοποίησης.

- Χώρος που πρέπει να μείνει κενός στην αποθήκη κατά την κατανομή κωδικών σε θέσεις (Free Space)

Η παράμετρος αυτή καθορίζεται με ποσοστό («%») επί των φατνωμάτων (Locations) ή παλετοθέσεων (Slots) ή με απόλυτο νούμερο («#») φατνωμάτων ή παλετοθέσεων. Η επιλογή αυτή εφαρμόζεται στην περίπτωση όπου το μοντέλο της αποθήκης επιβάλλει λ.χ. ανά 3 φατνώματα να υπάρχει ένα κενό χωρίς να διαδραματίζει ρόλο η θέση αυτού. Ο λόγος για τον οποίο θα μπορούσε να ισχύει κάτι τέτοιο είναι επί παραδείγματι η ανάγκη αποθήκευσης εποχικών προϊόντων τα οποία και αλλάζουν θέση ανάλογα με την περίοδο του χρόνου ή η αποθήκευση κωδικών σε προσφορά.

- Αριθμός προσπαθειών για εύρεση θέσης για κάποιον κωδικό (Sort Tolerance)

Το λογισμικό δεν θα ταξινομήσει όλους τους κωδικούς σε θέσεις αποθήκευσης που ταιριάζουν ακριβώς με τις απαιτήσεις που ισχύουν για κάθε προϊόν με την πρώτη προσπάθεια. Ο αριθμός αυτός καθορίζει μετά από πόσες προσπάθειες τοποθέτησης του κωδικού σε κάποια θέση, το λογισμικό θα χαρακτηρίσει το προϊόν ως «unslotted», δηλαδή προϊόν που δεν μπορεί να τοποθετηθεί σε κάποια θέση με βάση τις παραμέτρους ταξινόμησης που έχουν ορισθεί για το συγκεκριμένο σενάριο.

- Κατανομή Pareto των κωδικών ανάλογα με την ταχύτητα κίνησής τους (Order Pareto)

Επιλέγεται μόνο εφόσον στον καθορισμό των προφίλ συγκομιδής («pickface profiles») κάποιες θέσεις έχουν χαρακτηριστεί ως προς την ταχύτητα κίνησης των κωδικών που θα φιλοξενήσουν. Εφόσον η τελευταία προϋπόθεση ισχύει, είναι απαραίτητο να καθορισθούν τα ποσοστά ταξινόμησης των κωδικών στις τρεις κατηγορίες ταχυκινήσιας. Αυτό συμβαίνει καθώς, ενώ οι θέσεις αποθήκευσης έχουν λάβει έναν από τους τρεις χαρακτηρισμούς «Fast», «Medium» και «Slow», στο αρχείο .csv με τα χαρακτηριστικά των κωδικών και συγκεκριμένα



στην στήλη «Velocity» έχουν τοποθετηθεί αριθμητικά δεδομένα που αντιστοιχούν σε αριθμό τεμαχίων που συλλέγονται ή σε αριθμούς πωλήσεων σε συγκεκριμένη περίοδο αναφοράς. Έτσι, τα ποσοστά στα πεδία %Fast, %Medium και %Slow καθορίζουν αντίστοιχα το ποσοστό επί των κωδικών που θα λάβουν καθένα από τους τρεις χαρακτηρισμούς με βάση το αριθμητικό δεδομένο της στήλης «Velocity». Έτσι, λ.χ. εάν ο χρήστης επιλέξει την ρύθμιση Order Pareto και τις εξής τιμές για τα ποσοστά: %Fast: 10, %Slow: 10 και %Medium: 80 (η τιμή του πεδίου %Medium συμπληρώνεται από το λογισμικό καθώς το άθροισμα των τριών ποσοστών πρέπει να ισούται με 100) αυτό σημαίνει πως με βάση την τιμή της στήλης «Velocity» το 10% των κωδικών με μεγαλύτερη κινητικότητα θα χαρακτηρισθούν ταχυκίνητοι και θα τοποθετηθούν στις αντίστοιχες θέσεις «Fast», το 10% των κωδικών με τη χαμηλότερη κινητικότητα θα χαρακτηρισθούν ως βραδυκίνητοι και θα τοποθετηθούν στις θέσεις «Slow» και οι υπόλοιποι κωδικοί θα χαρακτηρισθούν ως μέτριας κινητικότητας και θα τοποθετηθούν στις θέσεις «Medium».

- Καθυστέρηση της αναπαράστασης («animation») του slotting (Slotting Delay)

Δεν επηρεάζει ουσιαστικά την διαδικασία του slotting καθώς αφορά στην ταχύτητα του animation με το οποίο το λογισμικό οπτικοποιεί την ανάθεση των κωδικών σε θέσεις αποθήκευσης.

- Ομαδοποίηση κωδικών με βάση την οικογένεια (Break on Family)

Επιλέγεται στην περίπτωση που απαιτείται από τα δεδομένα της αποθήκης, τα είδη της ίδιας οικογένειας να τοποθετηθούν μαζί στον ίδιο χώρο («chamber»), στον ίδιο διάδρομο («aisle») ή στην ίδια θέση («location»).

- Απενεργοποίηση οθονών σύνοψης (Disable Summary Screens)

Το λογισμικό εμφανίζει συνολικά δύο οθόνες σύνοψης (Summary Screens) μέσω των οποίων ο χρήστης έχει συνολική εποπτεία των chambers ή ζωνών και φατνωμάτων στα οποία θα γίνει το slotting (1<sup>ο</sup> Summary Screen) και των οικογενειών προϊόντων και κωδικών που θα ανατεθούν σε παλετοθέσεις (2<sup>ο</sup> Summary Screen). Σημειώνεται πως οι οθόνες αυτές δεν είναι απλά ενημερωτικές αλλά ο χρήστης μπορεί και μέσα από αυτές να από-επιλέξει ένα φάτνωμα, μία παλετοθέση, μία οικογένεια κωδικών ή έναν κωδικό. Στην περίπτωση όπου επιλεγθεί αυτή η ρύθμιση, οι παραπάνω οθόνες εμφανίζονται χωρίς πληροφορία.

- Εξισορρόπηση μεταξύ των ζωνών αποθήκευσης (Apply Zone Balancing)

Έχει εφαρμογή μόνο εφόσον έχουν ορισθεί ήδη ζώνες στην αποθήκη στο περιβάλλον του Slot Master. Στην περίπτωση αυτή το λογισμικό θα προσπαθήσει να τοποθετήσει με τέτοιο τρόπο τους κωδικούς ώστε να υπάρχει περίπου ίδιος αριθμός κωδικών σε όλες τις ζώνες προκειμένου η κίνηση των pickers σε αυτές να είναι εξισορροπημένη.

- Ανάθεση κωδικών σε περισσότερες των μία θέσεων αποθήκευσης (Allow Multiple Pickfaces)

Εάν επιλεγθεί αυτή η παράμετρος, το λογισμικό θα τοποθετήσει κάθε κωδικό σε περισσότερες από μία παλετοθέσεις με βάση τον αριθμό που έχει καταχωρηθεί στη στήλη «Pickface\_Slots» του αρχείου Stock.

- Ανάθεση κωδικών με βάση τις διαστάσεις τους και αντιστοίχιση με τις διαστάσεις των θέσεων αποθήκευσης (Use BOH Slotting Constraints).

Εφόσον έχουν καθοριστεί οι διαστάσεις των παλετοθέσεων κατά τη διαμόρφωση των προφίλ των θέσεων αποθήκευσης και υπάρχουν τα δεδομένα των διαστάσεων των SKUs και των παλετών τους, το λογισμικό θα συνδυάσει τις δύο πληροφορίες προκειμένου να μην τοποθετήσει κωδικούς σε θέσεις όπου ενδεχομένως να μην χωρούν και να μεγιστοποιήσει την χωρική εκμετάλλευση («utilization») της αποθήκης. Σημειώνεται, πως με αυτή την επιλογή ο χρήστης δίνει την ελευθερία στο λογισμικό να τοποθετήσει ένα κωδικό σε περισσότερες από μία παλετοθέσεις βασιζόμενο μόνο στα διαστασιολογικά δεδομένα και αγνοώντας τις τιμές της στήλης «Pickface\_Slots».

- Ανάθεση κωδικών με βάση τους περιορισμούς ελάχιστου και μέγιστου αριθμού κιβωτίων/ παλετών (Use Min/Max Slotting Constraints)

Η ανάθεση των κωδικών σε παλετοθέσεις θα γίνει με βάση τις τιμές των στηλών Min\_In\_Pface και Max\_In\_Pface του αρχείου Stock. Δηλαδή, ο αριθμός κιβωτίων του εκάστοτε κωδικού θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος του ελάχιστου αριθμού κιβωτίων/ παλετών σε θέσεις picking και μικρότερος του μέγιστου αριθμού κιβωτίων/ παλετών σε θέσεις picking που έχουν ορισθεί για τον εκάστοτε κωδικό.

Σημειώνεται πως από τις τρεις τελευταίες επιλογές (Allow Multiple Pickfaces, Use BOH Slotting Constraints και Use Min/Max Slotting Constraints) μπορεί να επιλεγεί μόνο μία σε κάθε σενάριο. Αυτό είναι κατανοητό καθώς παρατηρούμε πως οι τρεις επιλογές είναι μεταξύ τους αντικρουόμενες και σε περίπτωση επιλογής λ.χ. και του Allow Multiple Pickfaces και του Use BOH Slotting Constraints το λογισμικό θα είχε δύο διαφορετικές εντολές/ κανόνες ως προς τον τρόπο που θα ταξινομήσει τα κιβώτια ή τις παλέτες των κωδικών σε παραπάνω της μίας παλετοθέσης.

- Περιθώριο αριστερά και δεξιά των τεμαχίων (Lift-Off Space)

Αριθμητική τιμή που καθορίζει τα εκατοστά ελεύθερου χώρου που επιθυμεί ο χρήστης να υπάρχει αριστερά και δεξιά ενός κιβωτίου ή μίας παλέτας.

Αφού καθοριστούν οι βασικές ρυθμίσεις, στην επόμενη οθόνη, το λογισμικό παρέχει τη δυνατότητα περαιτέρω παραμετροποίησης του αλγορίθμου βελτιστοποίησης με βάση τα χαρακτηριστικά των οικογενειών, των προϊόντων και των φατνωμάτων. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να καθορίσει τη σειρά προτεραιότητας με την οποία το DC Expert θα αναθέσει τις οικογένειες και τα προϊόντα που ανήκουν σε αυτές σε παλετοθέσεις καθώς και τη σειρά προτεραιότητας με την οποία θα δεσμευτούν τα φατνώματα (τρία επίπεδα κριτηρίων). Εφόσον το λογισμικό συνδυάζει τα κριτήρια των τριών επιπέδων ο χρήστης μέσω αυτής της οθόνης του Slot Master Wizard ορίζει πρακτικά πως θα γίνει η αντιστοίχιση προϊόντων με παλετοθέσεις. Παρακάτω αναλύονται τα κριτήρια ανά επίπεδο.

- Επίπεδο1 - Οικογένεια Προϊόντος (Tier1 - Product Family)
  - Βαθμολογία τοξικότητας («Toxicity Rating»)
 

Ανάλογα με το εάν επιλεχθεί αύξουσα ή φθίνουσα σειρά προτεραιότητας θα ταξινομηθούν πρώτα οι οικογένειες προϊόντων με τη μικρότερη ή μεγαλύτερη τιμή τοξικότητας αντίστοιχα. Η βαθμολογία τοξικότητας ανά οικογένεια προκύπτει από το άθροισμα τιμών της στήλης «Toxicity» των κωδικών που ανήκουν στην ίδια οικογένεια.
  - Ταχυκίνησια («Velocity»)
 

Ανάλογα με το εάν επιλεχθεί αύξουσα ή φθίνουσα σειρά προτεραιότητας θα ταξινομηθούν πρώτα οι οικογένειες προϊόντων με τη μικρότερη ή μεγαλύτερη τιμή

ταχυκινησίας αντίστοιχα. Υπενθυμίζεται πως μεγαλύτερη αριθμητική τιμή ισοδυναμεί με περισσότερο ταχυκίνητα προϊόντα. Η ταχυκινησία ανά οικογένεια προκύπτει από το άθροισμα των τιμών της στήλης «Velocity» των κωδικών που ανήκουν στην ίδια οικογένεια.

- Αριθμός κωδικών («Number of SKUs»)
 

Ανάλογα με το εάν επιλεχθεί αύξουσα ή φθίνουσα σειρά προτεραιότητας θα ταξινομηθούν πρώτα οι οικογένειες προϊόντων με τους λιγότερους ή τους περισσότερους κωδικούς αντίστοιχα.
- Κατάταξη («Ranking»)
 

Ανάλογα με το εάν επιλεχθεί αύξουσα ή φθίνουσα σειρά προτεραιότητας θα ταξινομηθούν πρώτα οι οικογένειες προϊόντων με τη μικρότερη ή μεγαλύτερη τιμή κατάταξης αντίστοιχα. Η κατάταξης μίας οικογένειας προκύπτει από το άθροισμα των τιμών της στήλης «Item\_Ranking» των κωδικών που ανήκουν στην ίδια οικογένεια.
- Βαθμολογία ευθραυστότητας («Crushable Rating»)
 

Ανάλογα με το εάν επιλεχθεί αύξουσα ή φθίνουσα σειρά προτεραιότητας θα ταξινομηθούν πρώτα οι οικογένειες προϊόντων με τη μικρότερη ή μεγαλύτερη τιμή ευθραυστότητας αντίστοιχα. Υπενθυμίζεται πως μεγαλύτερη αριθμητική τιμή ισοδυναμεί με περισσότερο εύθραυστα προϊόντα. Η ευθραυστότητα ανά οικογένεια προκύπτει από το άθροισμα των τιμών της στήλης «Crushable» των κωδικών που ανήκουν στην ίδια οικογένεια.
- Βάρος («Weight»)
 

Ανάλογα με το εάν επιλεχθεί αύξουσα ή φθίνουσα σειρά προτεραιότητας θα ταξινομηθούν πρώτα οι οικογένειες προϊόντων με το μικρότερο ή μεγαλύτερο βάρος αντίστοιχα. Το βάρος της κάθε οικογένειας προκύπτει ως το άθροισμα των τιμών της στήλης «M\_Case\_Weight» των κωδικών που ανήκουν στην ίδια οικογένεια.
- Επίπεδο2 - Προϊόν (Tier2 - Stock Item)
  - Βαθμολογία τοξικότητας («Toxicity Rating»)
 

Ανάλογα με το εάν επιλεχθεί αύξουσα ή φθίνουσα σειρά προτεραιότητας θα ταξινομηθούν πρώτα οι κωδικοί με τη μικρότερη ή μεγαλύτερη τιμή στη στήλη «Toxicity» του αρχείου Stock.
  - Βαθμολογία ευθραυστότητας («Crushable Rating»)
 

Ανάλογα με το εάν επιλεχθεί αύξουσα ή φθίνουσα σειρά προτεραιότητας θα ταξινομηθούν πρώτα οι πιο ανθεκτικοί ή οι πιο εύθραυστοι κωδικοί αντίστοιχα.
  - Αριθμός κιβωτίων ανά στρώση παλέτας («Tie Count»)
 

Ανάλογα με το εάν επιλεχθεί αύξουσα ή φθίνουσα σειρά προτεραιότητας θα ταξινομηθούν πρώτα οι κωδικοί των οποίων οι παλέτες έχουν τα λιγότερα ή περισσότερα κιβώτια ανά στρώση αντίστοιχα.
  - Ταχυκινησία («Velocity»)
 

Ανάλογα με το εάν επιλεχθεί αύξουσα ή φθίνουσα σειρά προτεραιότητας θα ταξινομηθούν πρώτα οι πιο βραδυκίνητοι ή οι πιο ταχυκίνητοι κωδικοί αντίστοιχα.
  - Βάρος («Weight»)
 

Ανάλογα με το εάν επιλεχθεί αύξουσα ή φθίνουσα σειρά προτεραιότητας θα ταξινομηθούν πρώτα οι κωδικοί με τα πιο ελαφριά ή πιο βαριά κιβώτια αντίστοιχα.
  - Κωδικός («SKU Code»)
 

Ανάλογα με το εάν επιλεχθεί αύξουσα ή φθίνουσα σειρά προτεραιότητας θα ταξινομηθούν πρώτα τα προϊόντα με τη μικρότερη ή μεγαλύτερη τιμή κωδικού αντίστοιχα. Αυτό το κριτήριο έχει νόημα ένα και η κωδικοποίηση των προϊόντων

γίνεται με βάση κάποιο κανόνα που σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά τους. Εάν η αρίθμηση είναι τυχαία τότε δεν υπάρχει νόημα χρήσης αυτού του κριτηρίου.

- Κατάταξη («Ranking»)
 

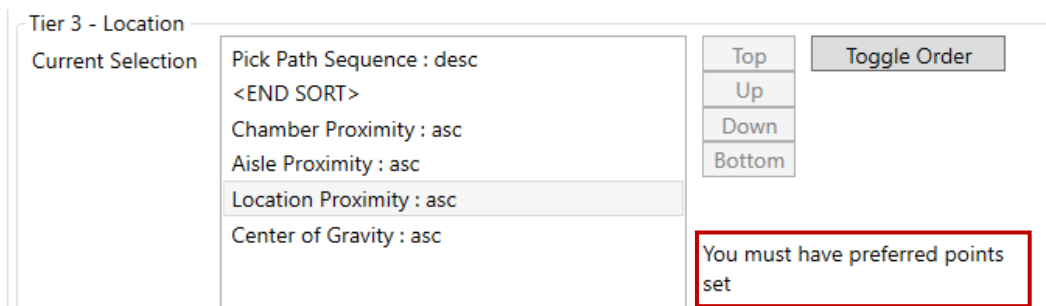
Ανάλογα με το εάν επιλεγθεί αύξουσα ή φθίνουσα σειρά προτεραιότητας θα ταξινομηθούν πρώτα τα προϊόντα με τη μικρότερη ή μεγαλύτερη τιμή της στήλης «Item\_Ranking» αντίστοιχα.
- Επίπεδο3 – Θέση Αποθήκευσης (Tier3 - Location)
  - Εγγύτητα chamber («Chamber Proximity»)
 

Καθώς τα chambers αριθμούνται από το λογισμικό με αριθμούς από το 1 έως το 999, ανάλογα με το εάν επιλεγθεί αύξουσα ή φθίνουσα σειρά προτεραιότητας, θα δεσμευτούν πρώτα τα φατνώματα που βρίσκονται στο chamber με τον μικρότερο ή τον μεγαλύτερο αριθμό αντίστοιχα.
  - Εγγύτητα διαδρόμου («Aisle Proximity»)
 

Καθώς ο χρήστης αριθμεί τους διαδρόμους με αριθμούς από το 1 έως το 999, ανάλογα με το εάν επιλεγθεί αύξουσα ή φθίνουσα σειρά προτεραιότητας, θα δεσμευτούν πρώτα τα φατνώματα που βρίσκονται στον διάδρομο με τον μικρότερο αριθμό ή τον μεγαλύτερο αριθμό αντίστοιχα.
  - Αλληλουχία συλλογής («Pick Path Sequence»)
 

Ανάλογα με το εάν επιλεγθεί αύξουσα ή φθίνουσα σειρά προτεραιότητας θα δεσμευτούν πρώτα τα φατνώματα που βρίσκονται στην αρχή της διαδρομής του συλλέκτη (μικρός αριθμός picking sequence) ή στο τέλος αυτής (μεγάλος αριθμός picking sequence) αντίστοιχα.
  - Εγγύτητα φατνώματος («Location Proximity»)
 

Αυτό το κριτήριο μπορεί να επιλεγθεί μόνο εφόσον έχουν ορισθεί επιμέρους κέντρα βάρους για την κάθε οικογένεια κωδικών (Σχήμα 5.8). Ανάλογα με το εάν επιλεγθεί αύξουσα ή φθίνουσα σειρά προτεραιότητας θα δεσμευτούν πρώτα τα φατνώματα που βρίσκονται πιο κοντά ή πιο μακριά από κάποιο preferred point.



**Σχήμα 5.8:** Μήνυμα που εμφανίζει το Slot Master Wizard στην περίπτωση επιλογής του κριτηρίου «Location Proximity» εάν δεν έχουν ορισθεί preferred points για την εκάστοτε οικογένεια.

- Κέντρο βάρους («Center of Gravity»)
 

Ανάλογα με το εάν επιλεγθεί αύξουσα ή φθίνουσα σειρά προτεραιότητας θα δεσμευτούν πρώτα τα φατνώματα που βρίσκονται πιο κοντά (μικρότερη απόσταση) ή πιο μακριά (μεγαλύτερη απόσταση) από το κέντρο βάρους της αποθήκης αντίστοιχα.

Οι επόμενες οθόνες αφορούν στην εξαίρεση chambers (4<sup>η</sup> οθόνη), φατνωμάτων (5<sup>η</sup> οθόνη), παλετοθέσεων (6<sup>η</sup> οθόνη και 1<sup>η</sup> οθόνη σύνοψης), οικογενειών προϊόντων (7<sup>η</sup> οθόνη) και κωδικών (8<sup>η</sup> οθόνη) από τη διαδικασία της βελτιστοποίησης. Η προ-τελευταία οθόνη (9<sup>η</sup>

οθόνη) αποτελεί και την δεύτερη οθόνη σύνοψης που πληροφορεί τον χρήστη για τις οικογένειες που θα συμπεριληφθούν στη διαδικασία, τον αριθμό των κωδικών ανά οικογένεια και τα επιμέρους προϊόντα κάθε οικογένειας.

Η τελευταία οθόνη (10<sup>η</sup> οθόνη) πριν την εκτέλεση της βελτιστοποίησης είναι και η μόνη οθόνη καθαρά ενημερωτικού περιεχομένου, καθώς ακόμα και στις οθόνες σύνοψης ο χρήστης είχε τη δυνατότητα να από-επιλέξει φατνώματα, παλετοθέσεις, οικογένειες και κωδικούς. Οι πληροφορίες οι οποίες παρέχει είναι οι εξής:

- Sort Order σε επίπεδο οικογένειας προϊόντων («Family»)/ κωδικών («SKU»)/ θέσεων αποθήκευσης («Location»): τα κριτήρια προτεραιοποίησης που επιλέχθηκαν στην τρίτη οθόνη του Slot Master Wizard με βάση τα οποία θα εκτελεσθεί και η βελτιστοποίηση.
- Chambers/Locations/Slots Selected: ο τελικός αριθμός φατνωμάτων και παλετοθέσεων στα οποία θα ανατεθούν προϊόντα σε σχέση με τον συνολικό αριθμό φατνωμάτων και παλετοθέσεων ανά επιλεγμένο chamber.
- Families/ SKUs Selected: καταγράφονται οι οικογένειες προϊόντων που θα ταξινομήσει το λογισμικό καθώς και ο αριθμός επιλεγμένων προϊόντων για την κάθε μία σε σχέση με τον συνολικό αριθμό προϊόντων της εκάστοτε οικογένειας.
- Total Products: συνολικός αριθμός των κωδικών που θα ανατεθούν σε παλετοθέσεις.

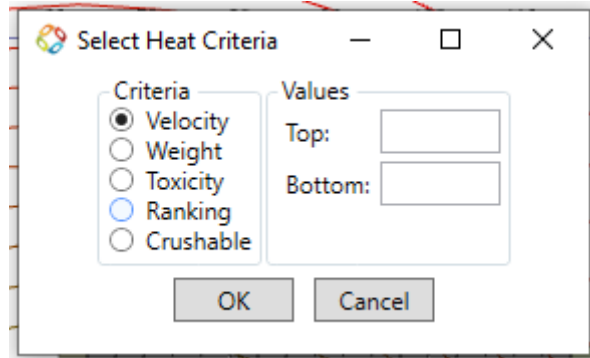
Μόλις ο χρήστης πατήσει «Finish» ξεκινά η ανάθεση των προϊόντων στις παλετοθέσεις (11<sup>η</sup> οθόνη). Μόλις ολοκληρωθεί η βελτιστοποίηση εμφανίζεται και η τελευταία οθόνη του Slot Master Wizard (12<sup>η</sup> οθόνη) με τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης. Κάθε γραμμή παρέχει στον χρήστη τις εξής πληροφορίες:

- Location: θέση αποθήκευσης στην οποία τοποθετήθηκε κωδικός
- Coordinates: εσωτερικές συντεταγμένες της παλετοθέσης όπου τοποθετήθηκε κωδικός
- Chamber: το chamber στο οποίο βρίσκεται η συγκεκριμένη θέση
- Aisle: διάδρομος στον οποίο βρίσκεται η συγκεκριμένη θέση
- Bay: φάτνωμα στο οποίο τοποθετήθηκε ο κωδικός
- Layer: στρώση εντός του φατνώματος όπου τοποθετήθηκε ο κωδικός
- Slot: συγκεκριμένη παλετοθέση όπου τοποθετήθηκε ο κωδικός
- SKU: ο κωδικός του προϊόντος όπου τοποθετήθηκε στην παλετοθέση
- Description: περιγραφή του προϊόντος
- Family: οικογένεια του προϊόντος
- Quantity: αριθμός κιβωτίων ή παλετών του προϊόντος που τοποθετήθηκαν στη συγκεκριμένη παλετοθέση
- Velocity: τιμή ταχυκινήσις του κωδικού
- Weight: βάρος του κωδικού
- Toxicity: τιμή τοξικότητας του κωδικού.

#### 5.4 Χάρτης θερμότητας (Run Heat Map)

Η επιλογή «Run Heat Map» βρίσκεται στην ενότητα «Display» του μενού του Slot Master καθώς αποτελεί επιλογή που επηρεάζει τον τρόπο προβολής του χάρτη των φατνωμάτων. Ειδικότερα, ο όρος «Heat Map» συναντήθηκε και στα διάφορα υπο-κεφάλαια του κεφαλαίου 4 και αποτελεί τρόπο χρωματισμού του χάρτη των παλετοθέσεων ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των κωδικών όπου έχουν ανατεθεί σε αυτές. Στο κεφάλαιο 4 συναντήθηκαν περιπτώσεις λογισμικών όπου οι «χάρτες θερμότητας» αποτύπωναν με διαφορετικούς

χρωματισμούς τις θέσεις ανάλογα με την ταχυκινησία/ ζήτηση των προϊόντων που είχαν ανατεθεί σε αυτές. Στην περίπτωση του DC Expert 4.5 ο χρήστης δύναται να επιλέξει το κριτήριο με βάση το οποίο θα χρωματισθούν τα φατνώματα στον heat map για το επιλεγμένο πλάνο ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις. Η επιλογή γίνεται μεταξύ πέντε χαρακτηριστικών των κωδικών τους όπως φαίνεται και στο σχήμα 5.9.



Σχήμα 5.9: Επιλογή κριτηρίου με βάση το οποίο θα δημιουργηθεί ο Heat Map.

Ειδικότερα, τα φατνώματα μπορούν να χρωματισθούν ανάλογα με την ταχυκινησία, το βάρος, την τοξικότητα, την κατάταξη ή την ευθραυστότητα των κωδικών τους. Στα πεδία «Top» και «Bottom» ορίζεται το ποσοστό των κωδικών που ο χρήστης επιθυμεί να θεωρήσει το λογισμικό ως κωδικούς που έχουν υψηλή και χαμηλή την τιμή του επιλεγμένου χαρακτηριστικού αντίστοιχα. Οι χρωματισμοί των φατνωμάτων είναι οι εξής:

- Κόκκινο χρώμα: φατνώματα που έχουν δεσμευτεί με κωδικούς που έχουν τις υψηλότερες τιμές του κριτηρίου.
- Μπλε χρώμα: φατνώματα που έχουν δεσμευτεί με κωδικούς που έχουν τις χαμηλότερες τιμές του κριτηρίου.
- Κίτρινο χρώμα: φατνώματα που έχουν δεσμευτεί με κωδικούς που έχουν ενδιάμεσες τιμές του κριτηρίου.
- Μαύρο χρώμα: φατνώματα τα οποία έχουν παραμείνει κενά με βάση το slotting plan του επιλεγμένου σεναρίου βελτιστοποίησης.

Έτσι, εάν για το χαρακτηριστικό της ταχυκινησίας («Velocity») επιλεγθούν οι τιμές Top =20 και Bottom=80 τότε το λογισμικό θα εντοπίσει το 20% των κωδικών με την υψηλότερη τιμή ταχυκινησίας και θα χρωματίσει το φάτνωμα τους με κόκκινο χρώμα και θα θεωρήσει το 80% των κωδικών ως αυτούς με τη χαμηλή τιμή του κριτηρίου οπότε τα φατνώματα στα οποία έχουν ανατεθεί θα χρωματισθούν με μπλε χρώμα. Άρα, σε αυτή την περίπτωση στον χάρτη θερμοκρασίας θα εμφανισθούν μόνο το κόκκινο, μπλε και μαύρο χρώμα.

Αντίθετα εάν για το χαρακτηριστικό της ταχυκινησίας («Velocity») επιλεγθούν οι τιμές Top =20 και Bottom=20 τότε το λογισμικό θα εντοπίσει το 20% των κωδικών με την υψηλότερη τιμή ταχυκινησίας και θα χρωματίσει το φάτνωμα τους με κόκκινο χρώμα, θα εντοπίσει το 20% των κωδικών με την χαμηλότερη τιμή ταχυκινησίας και θα χρωματίσει το φάτνωμα τους με μπλε χρώμα και θα χρωματίσει τα υπόλοιπα φατνώματα που είναι δεσμευμένα με το 60% των κωδικών με τις ενδιάμεσες τιμές ταχυκινησίας με κίτρινο χρώμα. Άρα, συμπεραίνουμε πως το κίτρινο χρώμα εμφανίζεται στον χάρτη μόνο εάν οι τιμές που θα τοποθετηθούν δίπλα στα «Top» και «Bottom» έχουν άθροισμα μικρότερο του 100%.

Η επιλογή «Run Heat Map» αποτελεί έναν γρήγορο τρόπο εποπτείας του βαθμού στον οποίο μπόρεσε το λογισμικό να προσεγγίσει ένα πλάνο slotting το οποίο να ικανοποιεί τα κριτήρια

βελτιστοποίησης που ορίστηκαν από τον χρήστη για το επιλεγμένο σενάριο. Επιπλέον, αποτελεί έναν γρήγορο τρόπο σύγκρισης σεναρίων βελτιστοποίησης ως προς την τοποθέτηση προϊόντων με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά στην αρχή ή στο τέλος του picking sequence.

## 5.5 Αναφορές του Slot Master (Reports)

Μέσα από το περιβάλλον του Slot Master μπορούν να εξαχθούν αναφορές και αναλύσεις με βάση το μοντέλο της αποθήκης που έχει εισαχθεί στο Slot Master, τα σενάρια τα οποία έχει τρέξει ο χρήστης στο Slot Master Wizard αλλά και την κατάσταση αναφοράς (baseline). Τα reports μπορούν να εξαχθούν από το εικονίδιο «Analysis» και από το εικονίδιο «Diagnostics». Οι αναφορές μπορούν να εξαχθούν στις εξής δύο μορφές αρχείων: .pdf και .csv. Μάλιστα καθώς για κάποιες αναφορές οι πληροφορίες που παρέχουν διαφέρουν ανάλογα με τη μορφή αρχείου που επιλέγεται θα σημειώνεται για κάθε αναφορά εάν η αναφορά ως pdf και .csv παρέχει τις ίδιες ή διαφορετικές πληροφορίες.

### 5.5.1 Αναφορές από το εικονίδιο «Analysis»

Τα reports που προκύπτουν από το εικονίδιο «Analysis» αφορούν περισσότερο στα αποτελέσματα των σεναρίων αυτούσια και είναι τα εξής:

- **By Family (Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε ένα κωδικό προϊόντος και μία παλετοθέση)**

Αποτελεί αναφορά της ανάθεση των κωδικών σε παλετοθέσεις ανά οικογένεια για το δεδομένο σενάριο. Συγκεκριμένα, η αναφορά σε .pdf παρουσιάζει τους κωδικούς των προϊόντων ανά οικογένεια, την περιγραφή αυτών, το chamber στο οποίο έχουν τοποθετηθεί, τον αριθμό διαδρόμου στον οποίο έχουν τοποθετηθεί, τον κωδικό της παλετοθέσης στην οποία έχουν ανατεθεί με βάση το σύστημα κωδικοποίησης της αποθήκης και με βάση το σύστημα κωδικοποίησης του DC Expert και τέλος τις συντεταγμένες της παλετοθέσης εντός του διαμερίσματος. Σημειώνεται πως εάν ένας κωδικός έχει τοποθετηθεί σε παραπάνω από ένα slot θα εμφανιστούν δύο διαφορετικές γραμμές για τον ίδιο κωδικό, μία για κάθε παλετοθέση.

Η εξαγωγή της αναφοράς σε .csv περιλαμβάνει για την εκάστοτε παλετοθέση επιπλέον την πληροφορία της περιγραφής της οικογένειας προϊόντων καθώς τη στήλη ειδικών σημειώσεων «Note».

- **By SKU (Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε ένα κωδικό προϊόντος)**

Το συγκεκριμένο report παρουσιάζει τους κωδικούς των προϊόντων ανά οικογένεια, την περιγραφή αυτών, την αριθμητική τιμή της ταχυκινήσας τους, τον αριθμό κιβωτίων ανά στρώση («Ti») και τον αριθμό στρώσεων ανά παλέτα («Hi»). Σημειώνεται πως σε αυτή την αναφορά δεν εμφανίζονται πληροφορίες σχετικά με την ανάθεση κωδικών σε παλετοθέσεις.

Η εξαγωγή της αναφοράς σε .csv περιλαμβάνει για τον εκάστοτε κωδικό επιπλέον τη στήλη ειδικών σημειώσεων «Note».

- **By Chamber/Aisle (Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε μία παλετοθέση)**

Στο συγκεκριμένο report παρουσιάζονται ανά chamber και διάδρομο οι κωδικοί των θέσεων σύμφωνα με την κωδικοποίηση του λογισμικού, η αντιστοιχία με την κωδικοποίηση που εφαρμόζεται στην πραγματική αποθήκη σε επίπεδο παλετοθέσεων (δηλαδή κάθε κωδικός

φατνώματος εμφανίζεται σε τόσες γραμμές όσα και τα slots που έχει η θέση), ο κωδικός προϊόντος που έχει ανατεθεί στην παλετοθέση με βάση το επιλεγμένο σενάριο, οι συντεταγμένες της παλετοθέσης εντός της θέσης αποθήκευσης και η περιγραφή του κωδικού προϊόντος.

Η εξαγωγή της αναφοράς σε .csv περιλαμβάνει για την εκάστοτε παλετοθέση επιπλέον τη στήλη ειδικών σημειώσεων «Note».

- **By Location (Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε μία παλετοθέση)**

Η αναφορά ανά θέση αποθήκευσης («by Location») περιέχει παρόμοιες πληροφορίες με την αμέσως παραπάνω αναφορά. Ειδικότερα, παρουσιάζονται οι θέσεις με την κωδικοποίηση του λογισμικού, τα chambers στα οποία αυτές ανήκουν, ο αριθμός διαδρόμου όπου βρίσκονται, οι συντεταγμένες τους εντός της θέσης, η αντίστοιχη κωδικοποίηση στην πραγματική αποθήκη, ο κωδικός προϊόντος όπου έχει ανατεθεί στην εκάστοτε παλετοθέση, η αριθμητική τιμή της ταχυκινήσias του, το βάρος του καθώς και η ποσότητα του κωδικού που τοποθετήθηκε στην παλετοθέση.

Η εξαγωγή της αναφοράς σε .csv περιλαμβάνει για την εκάστοτε παλετοθέση επιπλέον την περιγραφή του κωδικού, τις συντεταγμένες του κατά «X» και «Y» καθώς και τη στήλη ειδικών σημειώσεων «Note».

- **By Zone (Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε μία παλετοθέση)**

Πρόκειται για παρουσίαση των παλετοθέσεων ομαδοποιημένων ανά ζώνη αποθήκευσης. Ειδικότερα, σε κάθε γραμμή δίνεται ο αριθμός της ζώνης, ο κωδικός της θέσης όπου ανήκει το slot, ο αριθμός του διαμερίσματος (bay) εντός αυτής, ο αριθμός της στρώσης (layer) όπου ανήκει το slot, ο αριθμός του slot και ο κωδικός προϊόντος που του έχει ανατεθεί με βάση το επιλεγμένο σενάριο βελτιστοποίησης.

Η εξαγωγή της αναφοράς σε .csv δεν περιέχει καμία επιπλέον πληροφορία.

- **Unslotted Items (Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε ένα κωδικό προϊόντος)**

Πρόκειται για το report των κωδικών προϊόντων για τα οποία δεν βρέθηκε παλετοθέση μέσα στην αποθήκη κατά το τρέξιμο του επιλεγμένου σεναρίου. Ειδικότερα παρουσιάζεται ο κωδικός του προϊόντος για το οποίο δεν βρέθηκε θέση, η περιγραφή του, η ταχυκινήσias του, το πλάτος, ύψος, μήκος και βάρος του ενός κιβωτίου και τέλος ο λόγος για τον οποίο δεν βρέθηκε παλετοθέση για τον συγκεκριμένο κωδικό. Επί παραδείγματι μία συνήθης αιτία είναι πως δεν υπάρχουν άλλες παλετοθέσεις διαθέσιμες («No more locations available»).

Η εξαγωγή της αναφοράς σε .csv περιλαμβάνει για τον εκάστοτε κωδικό επιπλέον τη στήλη ειδικών σημειώσεων «Note».

- **Empty Locations (Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε μία θέση αποθήκευσης)**

Πρόκειται για την αναφορά των θέσεων/ φατνωμάτων που έμειναν κενά στο επιλεγμένο σενάριο, είτε διότι ο χρήστης επέλεξε να μην συμπεριληφθούν στο slotting στο περιβάλλον του Slot Master Wizard είτε διότι όλοι οι κωδικοί που θα μπορούσαν να τοποθετηθούν σε αυτά τοποθετήθηκαν σε άλλες παλετοθέσεις. Οι πληροφορίες που παρατίθενται είναι ο κωδικός της θέσης που έμεινε κενή, το chamber και ο αριθμός διαδρόμου στο οποίο βρίσκεται, η περιγραφή της θέσης, η χωρητικότητά της (χωρίς να είναι ξεκάθαρη η μονάδα μέτρησης αυτή), καθώς και οι συντεταγμένες της στον οριζόντιο και κατακόρυφο άξονα.



Η εξαγωγή της αναφοράς σε .csv δεν περιέχει καμία επιπλέον πληροφορία.

- **Empty Slots (Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε μία παλετοθέση)**

Αντίστοιχο με το report με τίτλο «Empty Locations» με τη διαφορά πως πρόκειται για αναφορά κενών παλετοθέσεων για το επιλεγμένο σενάριο και όχι ολόκληρων θέσεων αποθήκευσης. Ειδικότερα, για κάθε κενή παλετοθέση παρουσιάζεται ο κωδικός του φατνώματος στο οποίο ανήκει, ο αριθμός του διαμερίσματος και της στρώσης όπου ανήκει εντός του φατνώματος, ο αριθμός της, το πλάτος, το βάθος της καθώς και ο κωδικός που της αντιστοιχεί στην πραγματική αποθήκη.

Η εξαγωγή της αναφοράς σε .csv περιλαμβάνει για την εκάστοτε παλετοθέση επιπλέον τις συντεταγμένες της κατά τον «X», «Y» και «Z» καθώς και το ύψος της.

- **Comparison (Σε κάθε κωδικό αντιστοιχούν δύο γραμμές στο αρχείο pdf και μία στο αρχείο .csv)**

Πρόκειται για μία αναφορά σύγκρισης μεταξύ της πρότερη κατάσταση («Source (Baseline) Run») και του σεναρίου που επιλέγεται για σύγκριση («Comparison Run»). Οι πληροφορίες που παρέχει στον χρήστη η αναφορά σύγκρισης είναι ο κωδικός του προϊόντος, η οικογένεια στην οποία ανήκει, η περιγραφή του, η προηγούμενη παλετοθέση του κωδικού με βάση το «Source Run» και η καινούργια παλετοθέση του κωδικού με βάση το «Comparison Run» με βάση και την κωδικοποίηση του λογισμικού αλλά και την κωδικοποίηση της αποθήκης, το κόστος της αλλαγής (εφόσον έχει ορισθεί), η διαφορά «Difference», η βέλτιστη λύση μεταξύ των δύο και το κόστος της μεταφοράς των κιβωτίων από τη μία θέση στην άλλη. Σημειώνεται πως στην περίπτωση όπου ένας κωδικός δεν έχει τοποθετηθεί σε θέση στο σενάριο σύγκρισης, ανήκει δηλαδή στους unslotted κωδικούς, η γραμμή «New» παραμένει άδεια.

Η εξαγωγή της αναφοράς σε .csv δεν περιέχει καμία επιπλέον πληροφορία.

- **Zone Summary (Σε κάθε ζώνη αντιστοιχεί μία γραμμή)**

Πρόκειται για την αναφορά σύνοψης του αριθμού των κωδικών που τοποθετήθηκαν στην εκάστοτε ζώνη καθώς και του αθροίσματος ταχυκινήσιων των κωδικών κάθε ζώνης.

Η εξαγωγή της αναφοράς σε .csv δεν περιέχει καμία επιπλέον πληροφορία.

## 5.5.2 Αναφορές από το εικονίδιο «Diagnostics»

Τα reports που προκύπτουν από το εικονίδιο Diagnostics αφορούν ανάλυση του λογισμικού συνδυάζοντας τα δεδομένα του μοντέλου της αποθήκης (λ.χ. χωρητικότητα) και τα δεδομένα των διαφόρων σεναρίων και είναι τα εξής:

- **Bay Profile by Chamber (Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε μία παλετοθέση)**

Πρόκειται για την αναφορά της αντιστοίχισης παλετοθέσεων με τα αντίστοιχα προφίλ ανά chamber. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται το chamber στο οποίο ανήκει κάθε slot, ο κωδικός του φατνώματος, ο κωδικός της παλετοθέσης στην πραγματική αποθήκη, ο κωδικός του προφίλ (σε κάθε προφίλ αντιστοιχεί ένα μοναδικό αναγνωριστικό «Profile ID» το οποίο ορίζεται από το λογισμικό και όχι από τον χρήστη), το όνομα και η περιγραφή του προφίλ όπως έχουν ορισθεί από τον χρήστη και τέλος ο όγκος του κενού χώρου ή αλλιώς ο μέγιστος όγκος παλέτας που μπορεί να φιλοξενήσει η θέση («capacity»).

Η εξαγωγή της αναφοράς σε .csv περιλαμβάνει για την εκάστοτε παλετοθέση επιπλέον την περιγραφή του chamber καθώς και την στήλη «Profile Count» που δεν είναι ξεκάθαρο τι πληροφορία περιέχει.

- **Bay Profile Distribution by Chamber (Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε ένα ζευγάρι προφίλ παλετοθέσης - chamber)**

Σε αυτήν την αναφορά παρουσιάζεται ο αριθμός των διαμερισμάτων (bays) στις οποίες έχει αποδοθεί το κάθε προφίλ ανά chamber. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται ο αριθμός του chamber, ο μοναδικός κωδικός, η ονομασία και η περιγραφή κάθε προφίλ και ο αριθμός των διαμερισμάτων που έχουν το εκάστοτε προφίλ. Σημειώνεται, πως η αναφορά αυτή δεν περιλαμβάνει τα προφίλ στα οποία αποδόθηκε ο χαρακτηρισμός «Disabled» κατά τη διαδικασία δημιουργίας των προφίλ.

Η εξαγωγή της αναφοράς σε .csv δεν περιέχει καμία επιπλέον πληροφορία.

- **Bay Profile Utilization by Chamber (Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε ένα ζευγάρι προφίλ παλετοθέσης-chamber)**

Αυτή η αναφορά περιέχει την πληροφορία του αριθμού και του ποσοστού των διαμερισμάτων που δεσμευτήκαν ανά προφίλ στο εκάστοτε chamber καθώς και του ποσοστού των διαμερισμάτων που έμειναν κενά.

Η εξαγωγή της αναφοράς σε .csv περιέχει επιπλέον τις στήλες περιγραφής του chamber, του κωδικού της εκτέλεσης για την οποία εξήχθη η αναφορά καθώς και δύο στήλες με τίτλους «Location» και «Location ID» που δεν είναι κατανοητό τι πληροφορία μπορεί να περιέχουν.

- **Slots Utilization by Chamber (Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε ένα ζευγάρι προφίλ παλετοθέσης - chamber)**

Αυτή η αναφορά περιέχει την πληροφορία του αριθμού των παλετοθέσεων που δεσμευτήκαν ανά προφίλ στο εκάστοτε chamber καθώς και του συνολικού αριθμού των παλετοθέσεων που έχουν το συγκεκριμένο προφίλ στην αποθήκη ανά chamber. Με βάση τα δύο αυτά αριθμητικά δεδομένα προκύπτει το ποσοστό των slots που χρησιμοποιήθηκαν και το ποσοστό των slots έμειναν κενά ανά προφίλ συγκομιδής και ανά chamber. Όπως είναι φυσικό, το άθροισμα των δύο ποσοστών ισούται με 100%.

Η εξαγωγή της αναφοράς σε .csv περιλαμβάνει για την εκάστοτε παλετοθέση επιπλέον τη στήλη περιγραφής του chamber.

- **CubeFill**

Πρόκειται αναφορά που παράγει το λογισμικό σχετικά με το ποσοστό την πλήρωσης της αποθήκης. Συγκεκριμένα αναφέρει το μοναδικό αναγνωριστικό του σεναρίου για το οποίο συντάσσεται, «Run ID», τον βαθμό πλήρωσης της αποθήκης, το μέγιστο βαθμό πλήρωσης της αποθήκης και εν τέλει το ποσοστό εκμετάλλευσής της που προκύπτει ως ηλίκο των δύο.

Η εξαγωγή της αναφοράς σε .csv δεν περιέχει καμία επιπλέον πληροφορία.

- **CubeFill by Location (Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε μία παλετοθέση)**

Πρόκειται για την αναφορά πλήρωσης της αποθήκης ανά φάτνωμα με βάση το επιλεγμένο σενάριο. Ειδικότερα, παρουσιάζει τον αριθμό του chamber στο οποίο ανήκει η παλετοθέση, τον αριθμό του διαδρόμου, τον κωδικό του φαντώματος στο λογισμικό, τις συντεταγμένες

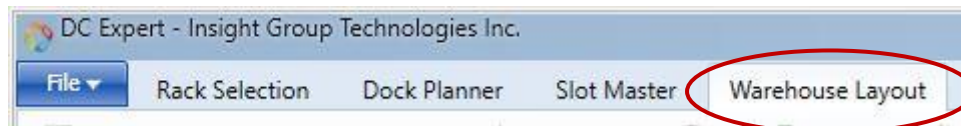
της παλετοθέσης εντός του φατνώματος, τον αριθμό του φατνώματος στην picking sequence, τον κωδικό του προϊόντος που έχει ανατεθεί σε αυτή, την περιγραφή του, το capacity της παλετοθέσης, τις συντεταγμένες της και τον αριθμό κιβωτίων που έχουν τοποθετηθεί σε αυτή.

Η εξαγωγή της αναφοράς σε .csv περιέχει για την κάθε παλετοθέση επιπλέον την πληροφορία του κωδικού της εκτέλεσης, του μήκους, πλάτους και ύψους του κιβωτίου και της παλέτας του κωδικού που έχει ανατεθεί σε αυτή, μία στήλη στην οποία δηλώνεται εάν γίνεται συλλογή κιβωτίων ή όχι, τον αριθμό κιβωτίων ανά στρώση («Ti») και τον αριθμό στρώσεων ανά παλέτα («Hi») για τον κωδικό ο οποίος έχει τοποθετηθεί στην παλετοθέση, το μήκος, ύψος και βάθος της παλετοθέσης, το βάθος, μήκος και ύψος της παλέτας του κωδικού που έχει ανατεθεί σε αυτή τη θέση και το ποσοστό πληρότητας της θέσης. Επιπλέον υπάρχουν και οι στήλες «Fits\_N\_Deep», «Fits\_N\_High», «Raw\_Fits\_N\_High», «Fits\_N\_Times», «SKU\_Cu\_Ft» και «Slotted\_Cu\_Ft» για τις οποίες δεν είναι ξεκάθαρη η πληροφορία που προσφέρουν αναφορικά με την εκάστοτε παλετοθέση.

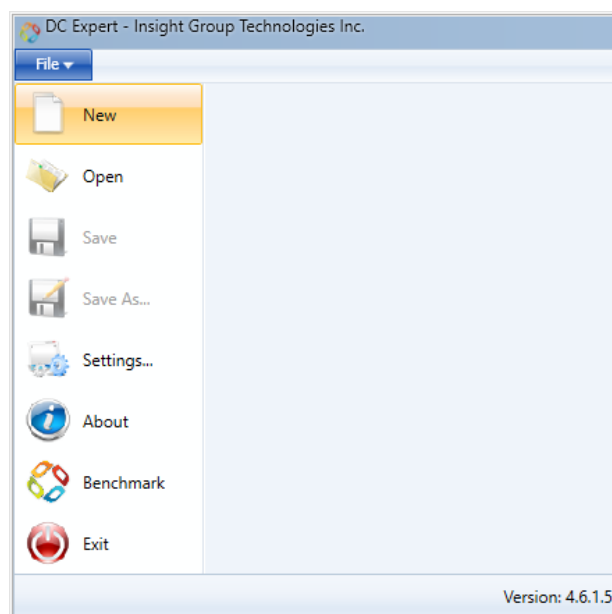
## Κεφάλαιο 6. Δοκιμή λογισμικού DC Expert σε πραγματική μελέτη περίπτωσης

### 6.1 Δοκιμή λειτουργίας Warehouse Layout

Αρχικά από την πάνω μπάρα των επιλογών επιλέγεται η λειτουργία Warehouse Layout (Σχήμα 6.1). Στη συνέχεια από το αναδιπλούμενο μενού του File επιλέγεται το New προκειμένου να ξεκινήσει η εισαγωγή των δεδομένων της καινούργιας αποθήκης (Σχήμα 6.2).



Σχήμα 6.1: Επιλογή λειτουργίας Warehouse Layout για τον σχεδιασμό της αποθήκης.



Σχήμα 6.2: Επιλογή «New» από το μενού «File» για τη δημιουργία νέου αρχείου στο Warehouse Layout.

#### 6.1.1 Exterior (Εξωτερικό αποθήκης)

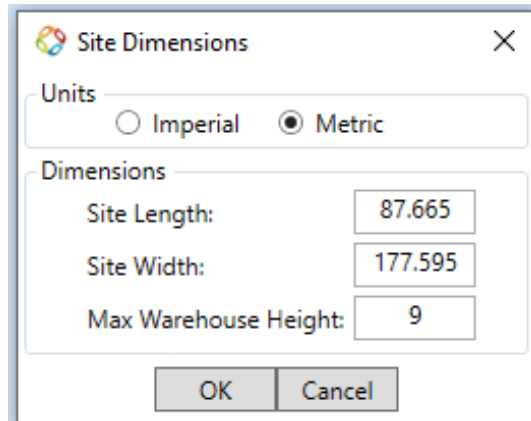
Με το πάτημα της επιλογής «New» εμφανίζεται το παράθυρο για τον καθορισμό των μονάδων μέτρησης και των τριών βασικών διαστάσεων της αποθήκης (Σχήμα 6.3). Στην περίπτωση του case study αρχικά ως σύστημα μονάδων μέτρησης επιλέγεται το μετρικό σύστημα (metric – s, m, Kg). Τα στοιχεία του μήκους και πλάτους λαμβάνονται από το σχέδιο AUTOCAD της εγκατάστασης.

Μήκος εγκατάστασης: 177,595m

Πλάτος εγκατάστασης: 87,665m

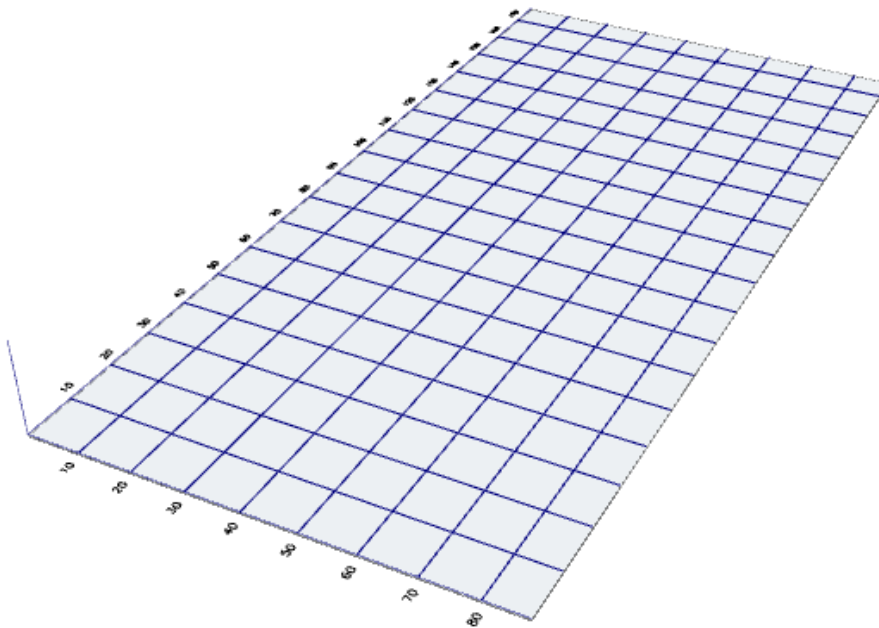
Έκταση αποθηκευτικού χώρου: 15.568,87 m<sup>2</sup>

Μέγιστο ύψος εγκατάστασης: 9m

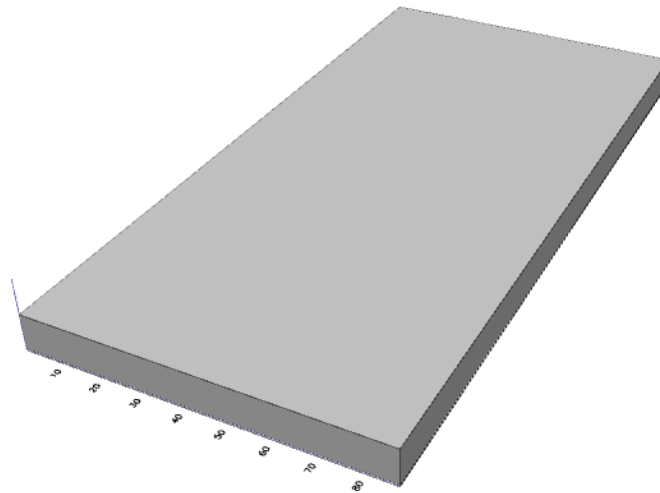


Σχήμα 6.3: Καθορισμός μονάδων μέτρησης και βασικών διαστάσεων του οικοπέδου της εγκατάστασης.

Αμέσως μετά την εισαγωγή των τριών βασικών διαστάσεων το λογισμικό δημιουργεί πλέγμα με μήκος και πλάτος αυτά που ορίστηκαν στο παραπάνω βήμα (Σχήμα 6.4). Στο πλέγμα αυτό ο χρήστης μπορεί σύροντας το δείκτη του ποντικιού να δημιουργήσει την εγκατάσταση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, καθώς οι εισαχθείσες διαστάσεις αποτελούν τις διαστάσεις της εγκατάστασης και όχι του οικοπέδου, η κίνηση του ποντικιού γίνεται από την αριστερή γωνία προς τη δεξιά, σκιαγραφώντας ολόκληρο το πλέγμα (Σχήμα 6.5).

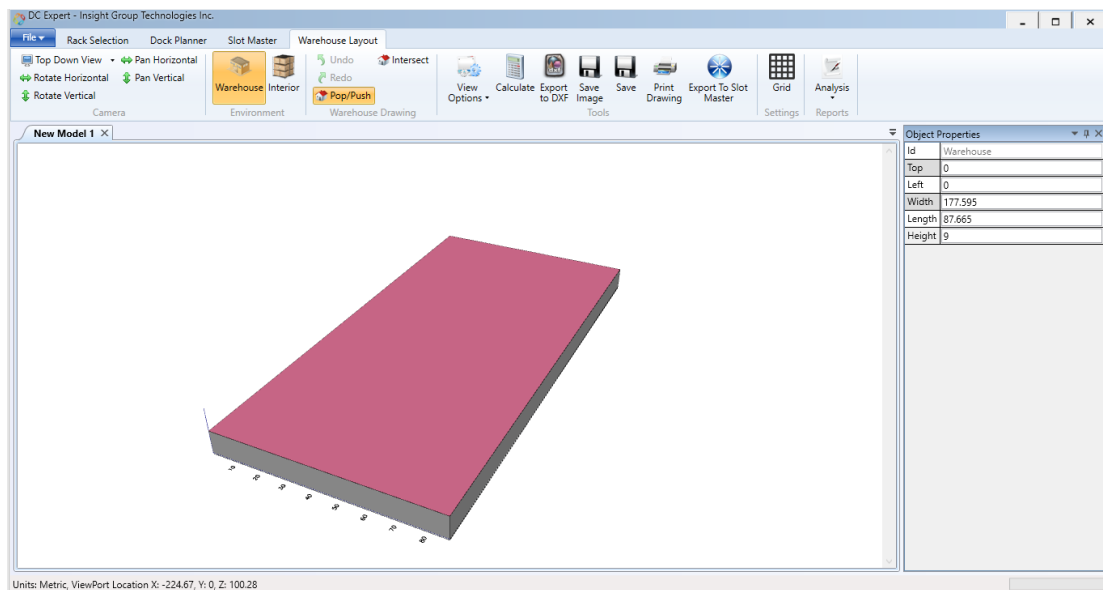


Σχήμα 6.4: Πλέγμα που αντικατοπτρίζει το οικοπέδο στο οποίο βρίσκεται η αποθήκη. Το λογισμικό δημιουργεί το πλέγμα μετά την εισαγωγή των βασικών διαστάσεων.



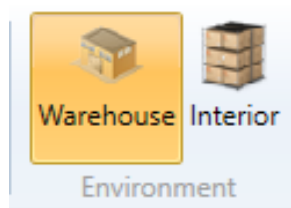
Σχήμα 6.5: Πρωταρχικός σχεδιασμός του κτηρίου της εγκατάστασης.

Κάνοντας δεξί κλικ στην πάνω επιφάνεια του ορθογώνιου που αντικατοπτρίζει την εγκατάσταση και επιλέγοντας την επιλογή «Exterior Properties» καθορίζονται με ακρίβεια οι διαστάσεις της αποθήκης (Σχήμα 6.6).



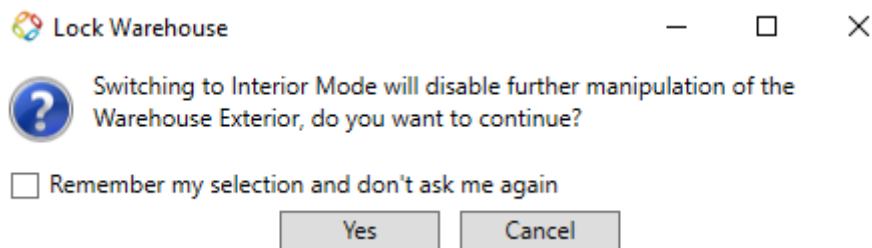
Σχήμα 6.6: Καθορισμός του μήκους, πλάτους και ύψους της αποθήκης με ακρίβεια από τις ιδιότητες που έχουν εμφανισθεί στα δεξιά της οθόνης.

Αφού ολοκληρωθεί η παραμετροποίηση των εξωτερικών διαστάσεων της αποθήκης επιλέγεται το εικονίδιο «Interior» που βρίσκεται στην καρτέλα Environment (Σχήμα 6.7).



Σχήμα 6.7: Μετά από την διαμόρφωση του εξωτερικού της αποθήκης, η μετάβαση στο εσωτερικό αυτής γίνεται μέσω της επιλογής «Interior» από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης.

Σημειώνεται πως μετά την επιλογή μετάβασης στο περιβάλλον του Interior δεν είναι δυνατή η περαιτέρω επεξεργασία των βασικών διαστάσεων της αποθήκης της οποίας το σχέδιο «κλειδώνει» («Lock Warehouse») (Σχήμα 6.8).



Σχήμα 6.8: Προειδοποιητικό μήνυμα που εμφανίζει το λογισμικό μόλις ο χρήστης πατήσει το εικονίδιο «Interior».

### 6.1.2 Interior (Εσωτερικό αποθήκης)

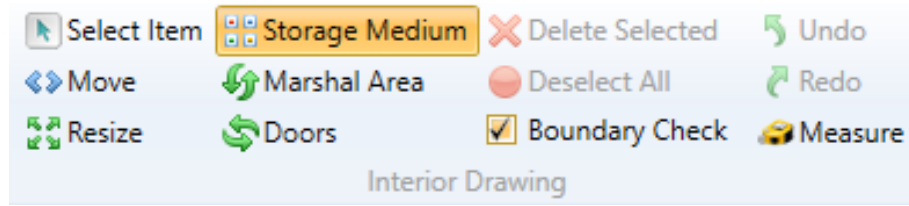
Μέσα στο περιβάλλον του Interior θα δημιουργηθούν οι χώροι αποθήκευσης της αποθήκης, «Storage Mediums». Στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης υπάρχουν οι εξής χώροι αποθήκευσης:

- Ψυχρή Αποθήκευση (Chilled): Χώρος αποθήκευσης των κατεψυγμένων
- Ξηρή αποθήκευση (Ambient): Χώρος αποθήκευσης των συσκευασιών που δεν χρειάζονται ψύξη
- Ξηρή Αποθήκευση (Ambient - Oils): Χώρος αποθήκευσης των εύφλεκτων

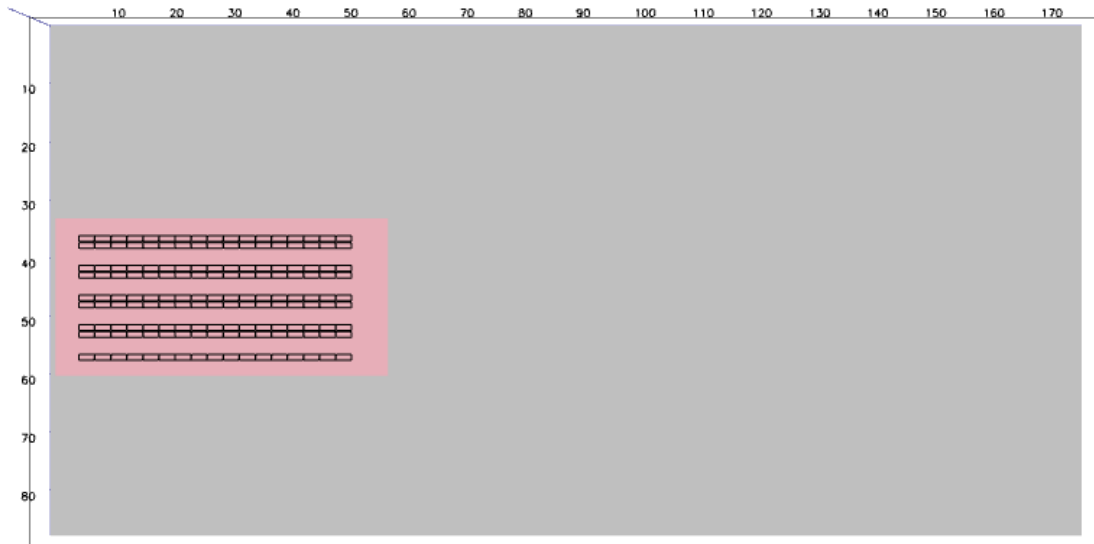
Σημειώνεται πως για την κάθε κατηγορία υπάρχουν δύο στάδια/χώροι αποθήκευσης. Ειδικότερα, οι συσκευασίες τοποθετούνται αρχικά στην περιοχή «VNA» από την οποία και δεν γίνεται συλλογή προϊόντων και στη συνέχεια μεταφέρονται στον χώρο προσωρινής αποθήκευσης από τον οποίο και γίνεται το picking. Η πρώτη περιοχή χαρακτηρίζεται ως VNA (Very Narrow Aisles) λόγω των «πολύ στενών διαδρόμων». Πρόκειται για ένα σύστημα πυκνής τοποθέτησης των ραφιών που οδηγεί σε υψηλή εκμετάλλευση του χώρου αποθήκευσης («utilization») και εφαρμόζεται κατά βάση σε αποθήκες με μεγάλη ποικιλία διαφορετικών κωδικών (Konstant, χ.χ.).

Για την εκτέλεση των σεναρίων βελτιστοποίησης στο DC Expert 4.5 θα εισαχθούν στο Interior μόνο οι χώροι αποθήκευσης από τους οποίους γίνεται το picking (τρεις στο σύνολο).

Προκειμένου να δημιουργηθούν οι χώροι επιλέγεται το «Storage Medium» (Σχήμα 6.9) και στη συνέχεια δημιουργείται η περιοχή πάνω στο πλέγμα (Σχήμα 6.10). Η περιοχή που δημιουργείται από την επιλογή «Storage Medium» ονομάζεται chamber. Για την περιοχή αποθήκευσης των κατεψυγμένων προκύπτουν οι διαστάσεις σε μέτρα από το σχέδιο της αποθήκης. Προκειμένου να εισαχθούν οι διαστάσεις και οι συντεταγμένες τοποθέτησης του τμήματος στον χώρο της αποθήκης γίνεται δεξί κλικ πάνω στο σχέδιο του τμήματος και επιλέγονται οι ιδιότητες αυτού, «Properties» (Σχήμα 6.11).



Σχήμα 6.9: Επιλογή του «Storage Medium» από το μενού που βρίσκεται στην ενότητα «Interior Drawing» για τον σχεδιασμό των χώρων αποθήκευσης εντός της αποθήκης.



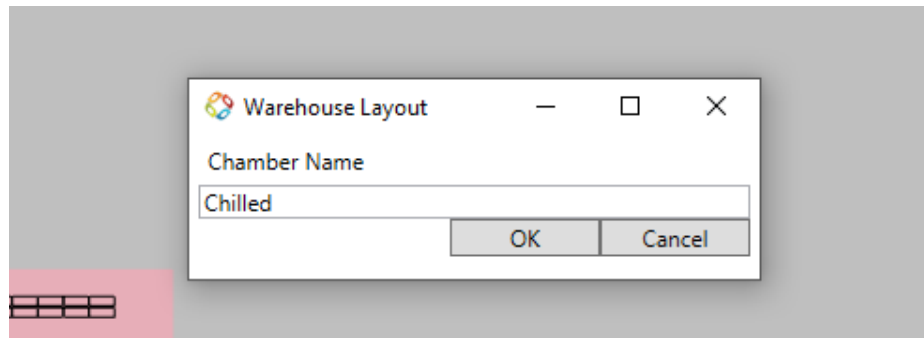
Σχήμα 6.10: Εικόνα του χώρου αποθήκευσης («chamber») που δημιουργείται με σύρσιμο του ποντικιού μέσα στον χώρο της αποθήκης. Η αποθήκη φαίνεται σε κάτοψη.

Object Properties	
Id	StorageMedium_1
Type	Storage Medium
Anchor	<input checked="" type="checkbox"/>
Left	0.96
Right	58.16
Top	33.13
Bottom	60.12
Length	26.99
Width	57.20
Height	9.00
Area	1543.83

Σχήμα 6.11: Οι ιδιότητες του storage medium που δημιουργήθηκε όπως εμφανίζονται στα αριστερά της οθόνης.

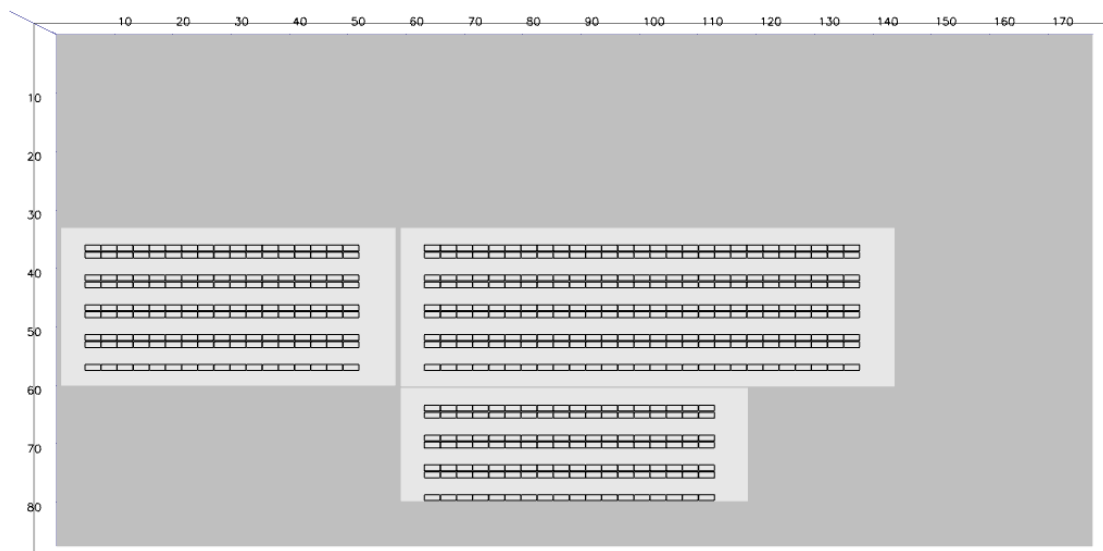


Στη συγκεκριμένη περιοχή δόθηκε η ονομασία «Chilled» (Σχήμα 6.12). Με αντίστοιχο τρόπο θα δημιουργηθούν και οι περιοχές «Ambient» και «Ambient - Oils».



Σχήμα 6.12: Παράθυρο καθορισμού ονόματος των chambers.

Η τελική χωροταξία του εσωτερικού της αποθήκης περιλαμβανομένων και των τριών περιοχών όπως είναι τοποθετημένες στην υπό εξέταση αποθήκη παρουσιάζεται στο σχήμα 6.13.

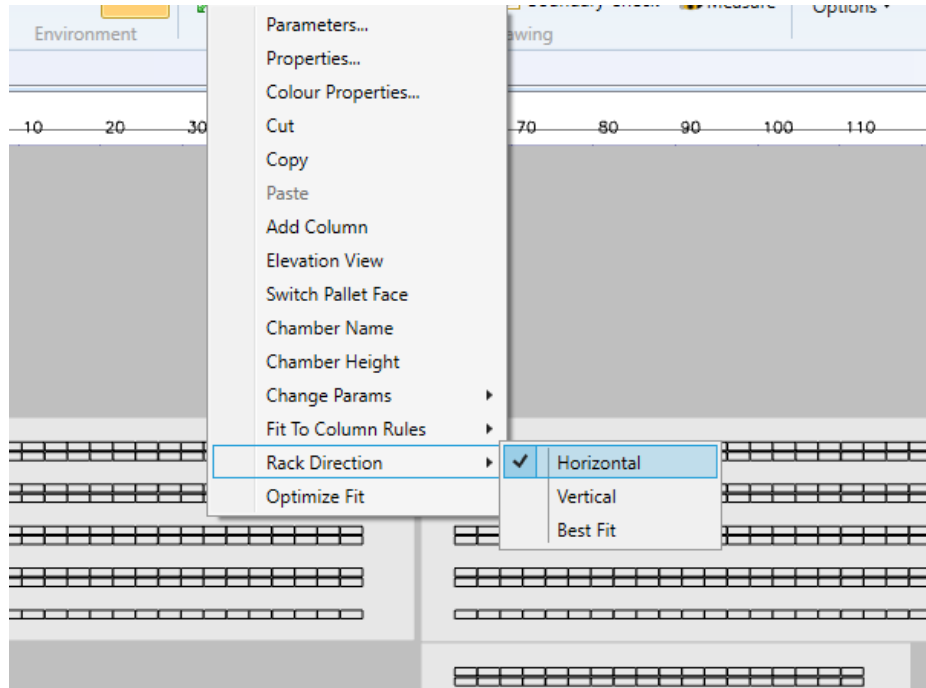


Σχήμα 6.13: Δημιουργία των τριών βασικών χώρων αποθήκευσης που στη συνέχεια εικάζεται πως θα μπορέσουν να διαμορφωθούν (λ.χ. ορισμός διαδρομών κλπ.) έτσι ώστε το σχέδιο να προσεγγίσει το μοντέλο της πραγματικής αποθήκης.

Στους χώρους picking η αποθήκη ενσωματώνει το σύστημα αποθήκευσης παλετών που ονομάζεται σύστημα 2-DEEP PUSHBACK. Πρόκειται για θέσεις αποθήκευσης όπου οι παλέτες τοποθετούνται «πλάτη-πλάτη». Η ιδιαιτερότητα του συστήματος αυτού είναι πως η τοποθέτηση παλετών στα ράφια γίνεται μόνο από τη μία πλευρά των ραφιών και το picking από την άλλη. Στη συνέχεια οι παλέτες «προωθούνται» προς την επόμενη/μπροστινή θέση μέσω κίνησης σε πλαϊνές ράγες («slide braces» όπως αναφέρονται και στο σχέδιο της αποθήκης). Αποτέλεσμα αυτής της κίνησης είναι μόλις αφαιρεθεί/συλλεχθεί η μπροστινή παλέτα να κινείται η παλέτα που βρίσκεται από πίσω της στη θέση συλλογής της πρώτης. Οι ραφιέρες αυτές στο λογισμικό θα μοντελοποιηθούν με δύο σειρές ράφια τοποθετημένες πλάτη – πλάτη από τις οποίες θα πραγματοποιείται συλλογή προϊόντων μόνο από τη μία ραφιέρα κάθε ζεύγους.

Μετά την χωροταξική τοποθέτηση και διαστασιολόγηση των περιοχών αποθήκευσης ακολουθεί η μορφοποίηση του εκάστοτε χώρου ανάλογα με το πλάτος των διαδρόμων, τις αποστάσεις μεταξύ των ραφιών, το είδος αυτών και τον προσανατολισμό αυτών καθώς επίσης και την τοποθέτησή τους στον χώρο.

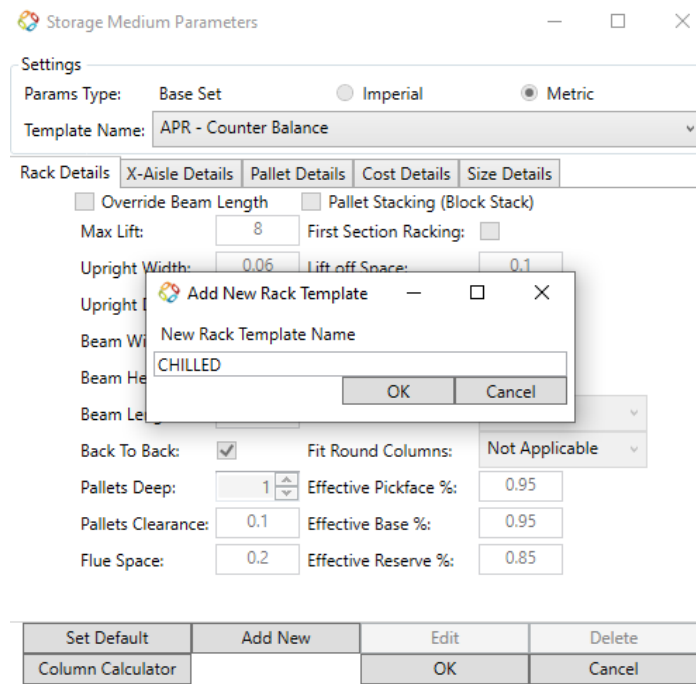
Με δεξί κλικ πάνω στο εκάστοτε storage medium ορίζονται διαφορετικές παράμετροι αυτού. Η πρώτη ρύθμιση που γίνεται είναι ο προσανατολισμός των ραφιών («Rack Direction») όπου και για τα τρία τμήματα είναι οριζόντιος (Σχήμα 6.14).



Σχήμα 6.14: Καθορισμός προσανατολισμού των ραφιών σε επίπεδο chamber.

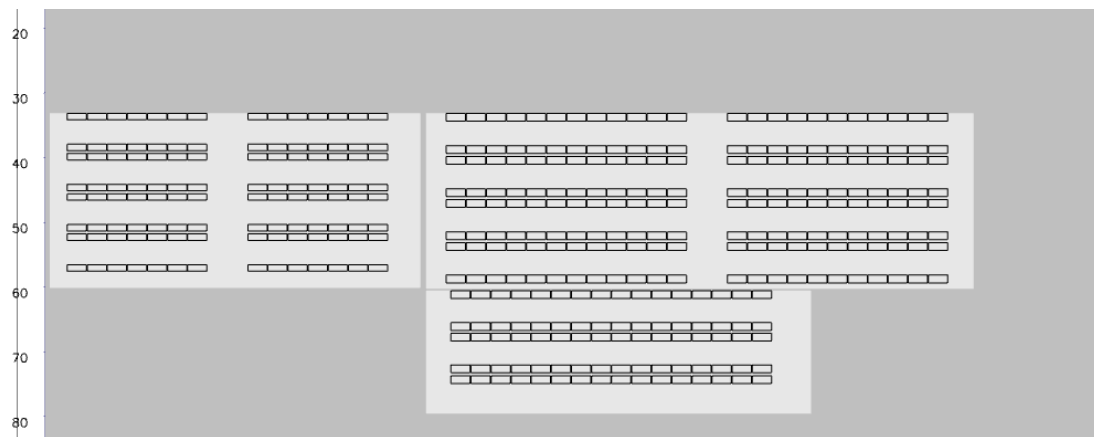
Η αναλυτική μορφοποίηση των ραφιών γίνεται με επιλογή του αντικειμένου («object») και επιλογή διαφοροποίησης των παραμέτρων του (επιλογή «Parameters» στο σχήμα 6.14). Το λογισμικό διαθέτει ορισμένα έτοιμα πακέτα ρυθμίσεων παραμέτρων που αντιστοιχούν σε τυποποιημένους τύπους ραφιών. Για κάθε αποθηκευμένο template του λογισμικού οι παράμετροι έχουν μία συγκεκριμένη τυποποιημένη τιμή η οποία δεν αλλάζει. Προκειμένου να αλλάξει αυτό επιλέγεται το «Add new» (Σχήμα 6.15) προκειμένου να διαμορφωθεί ένα νέο template, το οποίο και ονοματίζεται. Για την υλοποίηση του σεναρίου θα δημιουργηθούν τρία templates, ένα για κάθε chamber που δημιουργήθηκε. Συγκεκριμένα τα ονόματα των templates θα είναι τα εξής: «CHILLED», «AMBIENT» και «AMBIENT - OILS».

Ανοίγοντας το παράθυρο των παραμέτρων των ραφιών («Storage Medium Parameters», Σχήμα 6.15), παρατηρείται πως οι παράμετροι προς προσδιορισμό χωρίζονται σε πέντε καρτέλες (όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 5.1.2).



**Σχήμα 6.15:** Παράθυρο ρυθμίσεων των παραμέτρων του Storage Medium. Καθώς δεν ταιριάζει κάποιο από τα έτοιμα πακέτα ρυθμίσεων στο συγκεκριμένο case study επιλέγεται το «Add New» και εμφανίζεται το παράθυρο καθορισμού ονόματος του νέου template.

Κατά την δοκιμή προσδιορίστηκαν οι παράμετροι των τριών chambers με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο και το αποτέλεσμα φαίνεται στο στιγμιότυπο οθόνης του σχήματος 6.16. Κατά την δημιουργία και μορφοποίηση των χώρων μέσω του storage medium παρατηρείται πως αυτά μπορούν να είναι μόνο συμμετρικά και κατ' επέκταση το αποτέλεσμα της μοντελοποίησης της πραγματικής αποθήκης με τρία μόνο storage mediums δεν είναι ικανοποιητικό.



**Σχήμα 6.16:** Εικόνα της αποθήκης όπως διαμορφώθηκε με ρύθμιση των παραμέτρων για τρία chambers.

Ειδικότερα, σε αντιπαραβολή με το σχέδιο της πραγματικής αποθήκης παρατηρήθηκαν κάποιες διαφορές οι οποίες εντοπίζονται στο γεγονός πως μετά τον καθορισμό των παραμέτρων και για τα τρία chambers παρατηρήθηκε πως όλοι οι χώροι είναι συμμετρικοί ως προς τους διαδρόμους και δεν υπάρχει η δυνατότητα επιμέρους μορφοποίησης μίας σειράς ραφιών. Ειδικότερα στον χώρο αποθήκευσης των κατεψυγμένων, «Chilled», τα ράφια που βρίσκονται με πλάτη στον τοίχο δεν χωρίζονται από τον ενδιάμεσο διάδρομο, κάτι το οποίο δεν δύναται να αποτυπωθεί με ένα storage medium. Το ίδιο συμβαίνει και για την πάνω σειρά ραφιών του τμήματος αποθήκευσης των ξηρών τροφών. Επιπλέον, τόσο στο

τμήμα των κατεψυγμένων όσο και στο τμήμα ξηρής αποθήκευσης, στην υπάρχουσα αποθήκη, ο διάδρομος δεν χωρίζει τα ράφια στη μέση. Εφόσον, τα storage mediums που μπορεί να δημιουργήσει το λογισμικό είναι μόνο συμμετρικά και στην περίπτωση που ορισθεί κάποιος διάδρομος αυτός χωρίζει υποχρεωτικά όλες τις ραφίερες, η υπάρχουσα αποθήκη δεν μπορεί να αποτυπωθεί μόνο με τρία chambers.

Προκειμένου να αποτυπωθούν τα παραπάνω, ο τρόπος προσέγγισης που ακολουθείται είναι η δημιουργία διαφορετικών chambers καθένα από τα οποία έχει εντελώς ίδια χαρακτηριστικά για όλες τις σειρές με τα ράφια. Έτσι, τα απαραίτητα chambers που προκύπτουν για να αποτυπωθεί η αποθήκη είναι:

- Τέσσερα (4) chambers για τον χώρο αποθήκευσης των κατεψυγμένων, δηλαδή ένα chamber για κάθε μία από τις ραφίερες που βρίσκονται με πλάτη στον τοίχο και δύο για το κεντρικό τμήμα καθώς και σε αυτό το τμήμα ο διάδρομος δεν βρίσκεται στη μέση. Ειδικότερα, υπάρχουν ραφίερες των επτά φατνωμάτων αριστερά του και ραφίερες των οκτώ φατνωμάτων δεξιά του. Έτσι, θα δημιουργηθεί ένα συμμετρικό chamber με ραφίερες των επτά φατνωμάτων εκατέρωθεν του κάθετου διαδρόμου και ένα chamber με ραφίερες του ενός φατνώματος που θα τοποθετηθεί κολλητά στο πρώτο.
- Πέντε (5) chambers για τον χώρο ξηρής αποθήκευσης και συγκεκριμένα ένα chamber για τα ράφια στον τοίχο που δεν διακόπτονται από τον διάδρομο, δύο προκειμένου να μοντελοποιηθεί ο διάδρομος που δεν βρίσκεται στη μέση (αριστερά του διαδρόμου υπάρχουν ραφίερες με 16 φατνώματα και δεξιά ραφίερες με 8 φατνώματα, έτσι δημιουργήθηκε ένα chamber που δε χωρίζεται από διάδρομο με ραφίερες των 8 φατνωμάτων και ένα chamber που χωρίζεται από διάδρομο με ραφίερες των 8 φατνωμάτων εκατέρωθεν αυτού). Τέλος, οι ραφίερες που βρίσκονται στον απέναντι τοίχο και χωρίζονται επίσης άνισα από διάδρομο μοντελοποιούνται με δύο chambers με ενιαίες ραφίερες των 16 και 8 φατνωμάτων αντίστοιχα, τα οποία τοποθετούνται εκατέρωθεν του διαδρόμου.
- Ένα (1) chamber για τον χώρο ξηρής αποθήκευσης των εύφλεκτων κωδικών. Πρόκειται για χώρο του οποίου οι ραφίερες δεν χωρίζονται από διάδρομο και δεν παρουσιάζουν έτσι καμία ασυμμετρία. Κατ' επέκταση αρκεί ένα chamber για την ακριβή αποτύπωση του.

Προκειμένου να υπάρχει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη παραμετροποίηση και προσαρμογή του μοντέλου στα πραγματικά δεδομένα δημιουργήθηκε ένα καινούργιο template για κάθε ένα από τα chambers. Συγκεκριμένα δημιουργήθηκαν τα τέσσερα templates για τον χώρο των κατεψυγμένων, πέντε για τον χώρο ξηρής αποθήκευσης και ένα για τον χώρο ξηρής αποθήκευσης των εύφλεκτων.

Για τον χώρο των κατεψυγμένων τα templates που δημιουργήθηκαν με τις αντίστοιχες παραμέτρους είναι τα εξής:

**Πίνακας 6.1: Παράμετροι των τεσσάρων templates που δημιουργήθηκαν για την ακριβή αποτύπωση του χώρου αποθήκευσης των κατεψυγμένων.**

<b>Chilled</b>				
	CH1	CH2	CH2b	CH3
<b>Λεπτομέρειες Ραφιών</b>				
Override Beam Length	√	√	√	√
Max Lift	7m	7m	7m	7m
Upright Width	0,12m	0,12m	0,12m	0,12m

Upright Depth	0,085m	0,085m	0,085m	0,085m
Beam Width	0,048m	0,048m	0,048m	0,048m
Beam Height	0,1m	0,1m	0,1m	0,1m
Beam Length	2,98m	2,98m	2,98m	2,98m
Back-to-Back	√	√	√	√
Pallets Deep	1	1	1	1
Pallets Clearance	0,2	0,2	0,2	0,2
Flue Space	0,4465	0,4465	0,4465	0,4465
First Section Racking	√	-	-	√
Lift off Space	0,1m	0,1m	0,1m	0,1m
Running Aisle Width	0,1m	3,7475m	3,7475m	0,1m
Base Slot Height	2m	2,1m	2,1m	2m
Reserve Space Height	1,8m	2,1m	2,1m	1,8m
Rack Direction	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal
Fit Round Columns	Not Appl.	Not Appl.	Not Appl.	Not Appl.
X-Aisle Details				
Quantity	2	3	0	2
Running Aisle Width	5,012m	2,55	0,1m	5,012m
Internal Aisle	-	-	-	-
Pallet Details				
Width	0,8m	0,8m	0,8m	0,8m
Depth	1,2m	1,2m	1,2m	1,2m
Height	1,6m	2m	2m	1,6m
Pallets per beam	3	3	3	3
Size Details				
Chamber Left	0,96m	0,96m	53,15m	0,96m
Chamber Right	58,16m	55,96m	58,16m	58,16m
Chamber Top	33,55m	34,70m	34,70m	58,18m
Chamber Bottom	35,05m	58,24m	58,24m	59,68m

Για τον χώρο της ξηρής αποθήκευσης τα templates που δημιουργήθηκαν με τις αντίστοιχες παραμέτρους είναι τα εξής:

**Πίνακας 6.II: Παράμετροι των πέντε templates που δημιουργήθηκαν για την ακριβή αποτύπωση του χώρου ξηρής αποθήκευσης.**

Ambient					
	AMB1	AMB2	AMB3	AMB4	AMB5
Λεπτομέρειες Ραφιών					
Override Beam Length	√	√	√	√	√
Max Lift	7m	7m	7m	7m	7m
Upright Width	0,12m	0,12m	0,12m	0,12m	0,12m
Upright Depth	0,085m	0,085m	0,085m	0,085m	0,085m
Beam Width	0,048m	0,048m	0,048m	0,048m	0,048m
Beam Height	0,1m	0,1m	0,1m	0,1m	0,1m
Beam Length	2,98m	2,98m	2,98m	2,98m	2,98m
Back-to-Back	√	√	√	√	√
Pallets Deep	1	1	1	1	1

Pallets Clearance	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Flue Space	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4465
First Section Racking	√	√	-	√	√
Lift off Space	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1m
Running Aisle Width	0,1m	3,785m	3,785m	0,1m	0,1m
Base Slot Height	2m	2,1m	2,1m	2,1m	2,1m
Reserve Space Height	1,8m	2,1m	2,1m	2,1m	2,1m
Rack Direction	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal
Fit Round Columns	Not Appl.	Not Appl.	Not Appl.	Not Appl.	Not Appl.
X-Aisle Details					
Quantity	2	2	1	2	1
Running Aisle Width	2,98m	3,9m	2,98	3,9m	2,98
Internal Aisle	-	-	√	-	√
Pallet Details					
Width	0,8m	0,8m	0,8m	0,8m	0,8m
Depth	1,2m	1,2m	1,2m	1,2m	1,2m
Height	1,6m	2m	2m	2m	2m
Pallets per beam	3	3	3	3	3
Size Details					
Chamber Left	59,04m	59,04m	87,7m	59,04m	87,7m
Chamber Right	145m	92,38m	145m	92,38m	145m
Chamber Top	33,55m	34,75m	34,75m	58m	58m
Chamber Bottom	35,05m	58,32m	58,32m	59,68m	59,68m

Για τον χώρο των εύφλεκτων δημιουργήθηκε ένα template με τις εξής παραμέτρους:

**Πίνακας 6.III: Παράμετροι του template που δημιουργήθηκε για την ακριβή αποτύπωση του χώρου αποθήκευσης των εύφλεκτων κωδικών.**

<b>Ambient Oils</b>	
Λεπτομέρειες Ραφιών	
Override Beam Length	√
Max Lift	7m
Upright Width	0,12m
Upright Depth	0,085m
Beam Width	0,048m
Beam Height	0,1m
Beam Length	2,98m
Back-to-Back	√
Pallets Deep	1
Pallets Clearance	0,2m
Flue Space	0,4465
First Section Racking	√
Lift off Space	0,1m
Running Aisle Width	3,7475
Base Slot Height	2,1m
Reserve Space Height	2,1m
Rack Direction	Horizontal

Fit Round Columns	Not Appl.
X-Aisle Details	
Quantity	2
Running Aisle Width	3.7075
Internal Aisle	-
Pallet Details	
Width	0,8m
Depth	1,2m
Height	2m
Pallets per beam	3
Size Details	
Chamber Left	59,04m
Chamber Right	118,46m
Chamber Top	60,48m
Chamber Bottom	79,48m

Παρατηρείται πως κάποια chambers έχουν διαφορετικό ύψος παλετών («Pallet Height») και διαφορετικά «Reserve Space Height» και «Base Slot Height» από τα υπόλοιπα. Αυτό συμβαίνει καθώς οι θέσεις αποθήκευσης χωρίζονται σε χαμηλές παλετοθέσεις (κατηγορία B1), σε παλετοθέσεις μεσαίου ύψους (κατηγορία B2) και σε ψηλές παλετοθέσεις (κατηγορία B3). Αντίστοιχα υπάρχουν οι χαμηλές ευρωπαϊκές (κατηγορία E1), οι μεσαίες ευρωπαϊκές (κατηγορία E2) και οι ψηλές ευρωπαϊκές (κατηγορία E3). Οι παλέτες μπορούν να τοποθετηθούν στις παλετοθέσεις όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 6.IV: Ύψη παλετών που φιλοξενεί η αποθήκη και δυνατότητα αποθήκευσης τους σε κάθε ένα από τα τρία διαφορετικά ύψη παλετοθέσεων.**

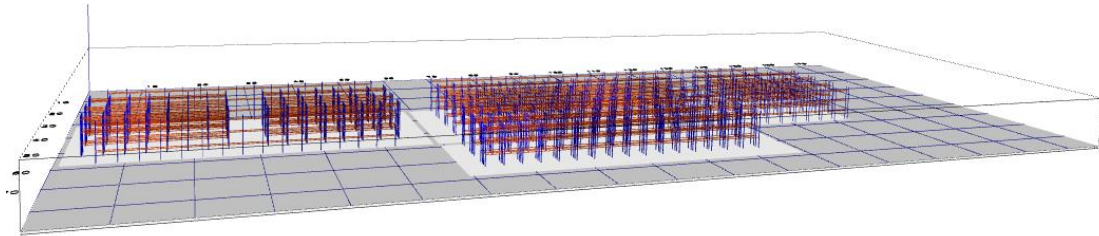
Παλέτα	Ύψος	Παλετοθέση		
		B1	B2	B3
E1	1,2m	✓	✓	✓
E2	1,21-1,6m		✓	✓
E3	1,61-2,0m			✓

Το Base Slot Height ορίζεται 2m εκτός από τις υψηλές θέσεις όπου για να χωρέσουν παλέτες μέγιστου ύψους 2m με «αέρα» (Lift-off Space) 0,1m θα πρέπει να ορισθεί ίσο προς 2,1m. Αντίστοιχα το Reserve Space Height ορίζεται 1,8m εκτός από τις υψηλές θέσεις όπου για να χωρέσουν παλέτες μέγιστου ύψους 2m με αέρα 0,1m θα πρέπει να ορισθεί ίσο προς 2,1m.

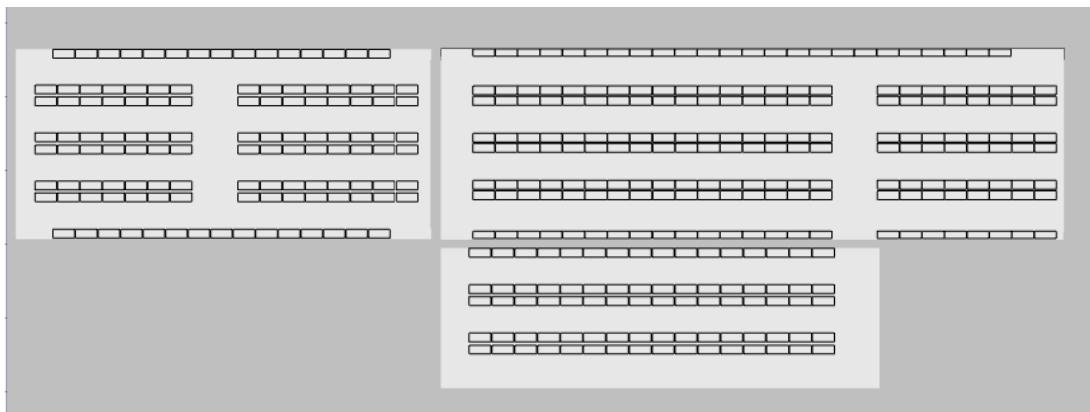
Με βάση τον παραπάνω πίνακα και καθώς, έτσι όπως έχουν μορφοποιηθεί οι χώροι αποθήκευσης, ένα chamber εμπεριέχει φατνώματα με διαφορετικά ύψη παλετοθέσεων, για το κάθε chamber ως ύψος παλέτας έχει ορισθεί η υψηλότερη παλέτα που χωράει στα φατνώματά του. Ο αριθμός των chambers που θα χρειαζόταν ώστε όλα τα φατνώματα ενός chamber να έχουν ίδια ύψη παλετοθέσεων είναι αρκετά μεγάλος.

Περαιτέρω προσαρμογή στα ακριβή ύψη των φατνωμάτων εντός ενός chamber θα πραγματοποιηθεί στη δημιουργία και ανάθεση των προφίλ συγκομιδής («picking profiles») στα φατνώματα. Σημειώνεται πως στο επίπεδο του Warehouse Layout, η παραμετροποίηση φτάνει μέχρι το επίπεδο των chambers.

Μετά από τη δημιουργία και μορφοποίηση των chambers η εικόνα της αποθήκης είναι η ακόλουθη (Σχήματα 6.17 και 6.18) και σε αντιπαραβολή με την πραγματική αποθήκη (Σχήμα 6.19) παρατηρούμε πως με το πρόγραμμα επιτεύχθηκε υψηλή ακρίβεια αποτύπωσης.



Σχήμα 6.17: Τρισδιάστατη απεικόνιση του τελικού σχεδίου της αποθήκης.



Σχήμα 6.18: Κάτοψη του τελικού σχεδίου της αποθήκης.

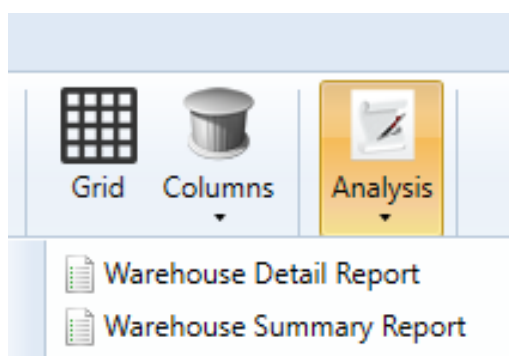


Σχήμα 6.19: Πραγματικό στιγμιότυπο οθόνης από το λογισμικό AUTOCAD στο οποίο απεικονίζεται το πραγματικό σχέδιο της εγκατάστασης.



### 6.1.3 Εξαγωγή αναφορών και σύγκριση με τα πραγματικά δεδομένα

Πριν γίνει εξαγωγή του μοντέλου της αποθήκης στο Slot Master («Export to Slot Master»), υπάρχει δυνατότητα δημιουργίας αναλυτικής («Warehouse Detail Report») και περιληπτικής αναφοράς («Warehouse Summary Report») όσον αφορά στη χωρητικότητα της αποθήκης από το εικονίδιο «Analysis» της ενότητας «Reports» που βρίσκεται στο μενού στο πάνω μέρος της οθόνης (Σχήμα 6.20). Τα στοιχεία της συνοπτικής αναφοράς θα χρησιμοποιηθούν για τη σύγκριση του μοντέλου με την υπάρχουσα αποθήκη. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης καταγράφονται παρακάτω (Πίνακας 6.V).



Σχήμα 6.20: Επιλογή «Analysis» του μενού μέσω της οποίας μπορούν να εξαχθούν δύο reports σχετικά με τη χωρητικότητα της αποθήκης. Το ένα report είναι αναλυτικό και το άλλο περιληπτικό.

Στη συνέχεια παρατίθενται στιγμιότυπα οθόνης από τη συνοπτική αναφορά και πίνακας σύγκρισης των σημαντικότερων αποτελεσμάτων του λογισμικού με τα πραγματικά δεδομένα. Σημειώνεται πως η πρώτη σελίδα της λεπτομερούς αναφοράς και ολόκληρη η συνοπτική παρατίθενται στο παράρτημα Α. Το πρώτο στιγμιότυπο (Σχήμα 6.21) αφορά στο μέγεθος της αποθήκης ενώ στο δεύτερο στιγμιότυπο (Σχήμα 6.22) παρατίθεται πληροφορίες σχετικά με τους αποθηκευτικούς χώρους («chambers») και τα φατνώματα («Locations»).

#### Warehouse Summary Report

Report Date: Δευτέρα, 3 Μαΐου 2021 20:58:25

Warehouse Size	
Site Length	87.66
Site Depth	177.60
Maximum Warehouse Length	177.60
Maximum Warehouse Depth	87.67
Warehouse Height	9.00
Total Warehouse Area	15,568.94
Total Warehouse Cube	140,120.48
Site Area	15,568.42
% Area Footprint	99.99%

Σχήμα 6.21: Στιγμιότυπο οθόνης από την αναφορά «Summary Warehouse Report» που αφορά στις διαστάσεις της αποθήκης.

**Warehouse Summary Report**

Report Date: Δευτέρα, 3 Μαΐου 2021 20:58:25

Chamber Status	Unit of measurement: Metric
Average Pallets per Beam	3.00
Average Pallet High	3.00
Average Max Lift off Height	7.00
Total Chamber Area	5,131.90
Total Storage Area	1,639.60
Average Effective Utilisation %	37.23%
Average Standard Aisle Width	1.93
Location Detail	
Total Number of Pickfaces	1179
Total Number of Pickfaces Lost	0
Total Number of Base Pallets	1179
Total Number of Base Pallets Lost	0
Total Number of Pallets	3537
Total Number of Pallets Lost	0
Average Effective Pickface %	95.00%
Average Effective Base Pallet %	95.00%
Average Effective Reserve %	85.00%
Total Effective Pickface Locations	1,120.00
Total Effective Base Locations	1,120.00
Total Effective Reserve Locations	2,004.00
Total Effective Locations	3,124.00
Total Number of Beams	2,146.00
Total Number of Frames	440.00

Σχήμα 6.22: Στιγμιότυπο οθόνης από την αναφορά «Summary Warehouse Report» που αφορά στις πληροφορίες των chambers και των φατνωμάτων.

Πίνακας 6.V: Σύγκριση βασικών δεδομένων του μοντέλου της αποθήκης στο DC Expert 4.5 με την πραγματική αποθήκη.

Παράμετρος	Πραγματικά Δεδομένα	DC Expert 4.5
Εμβαδόν Αποθήκης	15.568,87 m <sup>2</sup>	15.568,94 m <sup>2</sup>
Αριθμός παλετών ανά δοκίδα	3	3
Συνολικός αριθμός φατνωμάτων	391	393
Συνολικός Αριθμός Pickfaces	1173	1179

Σημειώνεται πως καθώς σε αυτό το case study κάθε θέση αποτελείται από ένα φάτνωμα από το οποίο γίνεται picking για το συγκεκριμένο case study οι έννοιες της θέσης και του φατνώματος ταυτίζονται.

Η διαφορά στα φατνώματα και στις θέσεις από τις οποίες γίνεται συλλογή είναι συνεπείς μεταξύ τους καθώς κάθε φάτνωμα έχει τρεις παλετοθέσεις και άρα, εάν οι διαφορά του DC Expert με τα πραγματικά δεδομένα είναι δύο φατνώματα, αυτά μεταφράζονται σε έξι παλετοθέσεις. Ο λόγος για τον οποίο υπάρχει αυτή η διαφορά είναι πως από το μοντέλο που θα εισαχθεί στο Slot Master θα πρέπει να διαγραφούν δύο φατνώματα. Ωστόσο, η διαγραφή

φατνωμάτων δεν είναι διαθέσιμη στη λειτουργία «Warehouse Layout» και θα γίνει μετά την εισαγωγή της αποθήκης στην επόμενη λειτουργία. Μετά τη διαγραφή τα δεδομένα θα συμφωνούν μεταξύ τους.

#### 6.1.4 Παρατηρήσεις επί της λειτουργίας Warehouse Layout (Exterior και Interior) και της διαδικασίας εξαγωγής αναφορών

Σχετικά με το Interior η βασική παρατήρηση είναι πως προκειμένου να αποτυπωθεί με ακρίβεια μία αποθήκη απαιτείται μεγάλος αριθμός chambers. Ο αριθμός αυξάνεται όσο αυξάνονται οι ασυμμετρίες στην αποθήκη και οι χώροι με μη ομοιόμορφη τοποθέτηση των ραφιών. Σημειώνεται πως με τον όρο ασυμμετρίες εννοείται κυρίως η τοποθέτηση διαδρόμων με άνισο αριθμό φατνωμάτων εκατέρωθεν. Το στοιχείο αυτό από μόνο του δεν είναι θετικό ή αρνητικό καθώς η χροιά του εξαρτάται από την ευκολία δημιουργίας των chambers και εισαγωγής των διαστάσεών τους.

##### Θετικά Στοιχεία

- Η δημιουργία του εξωτερικού της αποθήκης είναι αρκετά εύκολη διαδικασία που απαιτεί αρκετά λίγο χρόνο.

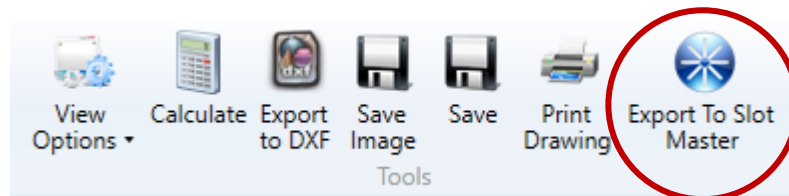
##### Δυσκολίες που εντοπίστηκαν

- Καθ' όλη τη διάρκεια της διαμόρφωσης του warehouse layout το πρόγραμμα σταματά να λειτουργεί εάν κολλήσει κατά τη διάρκεια εκτέλεσης μίας εντολής με αποτέλεσμα να μην αποθηκεύονται ορισμένες αλλαγές. Το πρόγραμμα δεν έχει τρόπο προσωρινής αποθήκευσης και κατ' επέκταση αυτόματης ανάκτησης σε περίπτωση που τερματισθεί απρόσμενα.
- Η λειτουργία τοποθέτησης πόρτας στους χώρους δεν λειτουργεί, παρόλα αυτά στην συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης δεν επηρεάζει το αποτέλεσμα. Ειδικότερα, κατά την προσπάθεια εισαγωγής εμφανίζεται κάτω δεξιά μία μπάρα που δείχνει πως φορτώνει ο υπολογισμός των πορτών («calculating doors») ωστόσο αυτό δεν ολοκληρώνεται ποτέ.
- Το πρόγραμμα δεν διαθέτει εργαλείο τοποθέτησης διαστάσεων στην αποθήκη με αποτέλεσμα η εισαγωγή των chambers και ο καθορισμός του μεγέθους και της θέσης τους να γίνεται με εισαγωγή συντεταγμένων αναφορικά με την αρχή των αξόνων. Κατ' επέκταση δεν μπορούν να τοποθετηθούν διαστάσεις που να βασίζονται στη σχετική θέση μεταξύ δύο τμημάτων αποθήκευσης.
- Η παρατήρηση που καταγράφηκε στην αρχή του κεφαλαίου (απαίτηση δημιουργίας πολλών chambers λόγω της μικρής δυνατότητας παραμετροποίησης) σε συνδυασμό με την αμέσως προηγούμενη παρατήρηση κάνει τη διαδικασία διαμόρφωσης του εσωτερικού της εγκατάστασης («interior») αρκετά χρονοβόρα με αποτέλεσμα η αρχική παρατήρηση να έχει εν τέλει αρνητική χροιά για τη λειτουργικότητα του λογισμικού.
- Οι αναφορές που εξάγονται δεν αναγράφουν σε κανένα σημείο το όνομα του αρχείου για το οποίο δημιουργούνται.
- Στις αναφορές αναγράφεται μόνο το σύστημα μονάδων μέτρησης που χρησιμοποιείται και όχι οι μονάδες μέτρησης των δεδομένων (λ.χ. δεν αναγράφεται εάν το νούμερο που αντιστοιχεί στο εμβαδόν είναι σε m<sup>2</sup>, cm<sup>2</sup> mm<sup>2</sup>). Αυτό δεν είναι πρόβλημα για τον δημιουργό του project καθώς γνωρίζει το μέγεθος της αποθήκης, ωστόσο στην περίπτωση που τα reports πρόκειται να δοθούν σε εξωτερικό συνεργάτη χρειάζεται επεξηγηματικό σημείωμα.

## 6.2 Δοκιμή λειτουργίας Slot Master

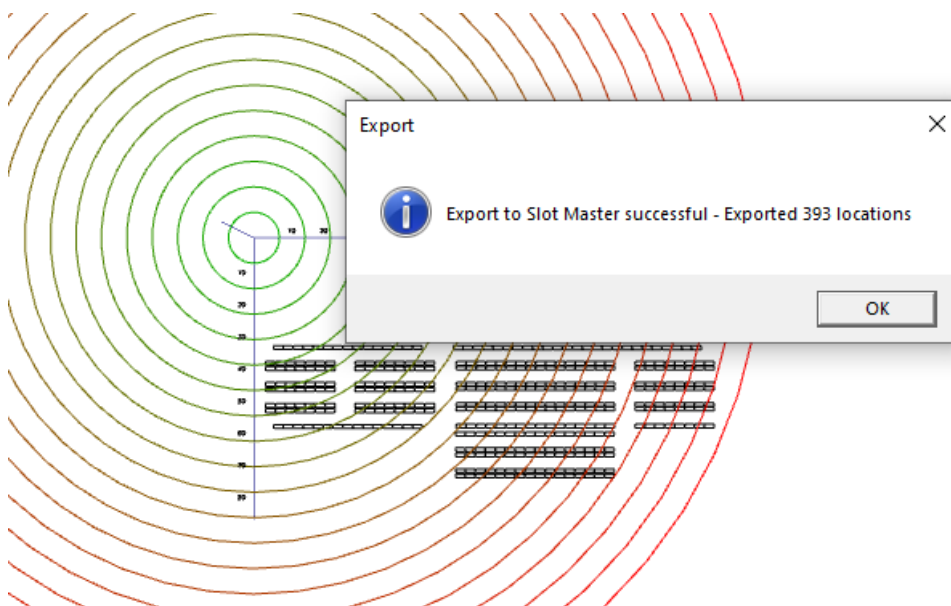
### 6.2.1 Καθορισμός των προφίλ συγκομιδής (pickface profiles) και αλληλουχίας συγκομιδής (picking sequence)

Προκειμένου να περαστεί το μοντέλο της αποθήκης από το Warehouse Layout στο Slot Master, επιλέγεται από το περιβάλλον του Warehouse Layout και την καρτέλα των εργαλείων, «Tools», το εικονίδιο «Export to Slot Master» (Σχήμα 6.23).



Σχήμα 6.23: Εικονίδιο μέσω του οποίου γίνεται εξαγωγή του μοντέλου από το Warehouse Layout και εισαγωγή του στο Slot Master.

Στη συνέχεια, το λογισμικό προκειμένου να εξαγει το μοντέλο καλεί τον χρήστη να αποθηκεύσει το αρχείο ως «Warehouse Layout Export File» (κατάληξη .wlex) και στη συνέχεια ανοίγει το περιβάλλον του Slot Master. Στο περιβάλλον του Slot Master εμφανίζεται παράθυρο αναφοράς στο οποίο αναγράφονται πόσες θέσεις έχουν περαστεί στο πρόγραμμα (Σχήμα 6.24).



Σχήμα 6.24: Αναδυόμενο παράθυρο στο περιβάλλον του Slot Master που ενημερώνει τον χρήστη για τον αριθμό των θέσεων που εισήχθησαν με επιτυχία από το Warehouse Layout.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση έχουν περαστεί 393 φατνώματα, δηλαδή δύο περισσότερα από τα πραγματικά δεδομένα της αποθήκης. Αυτό συμβαίνει καθώς στην περιοχή της ξηρής αποθήκευσης υπάρχει μία ασυμμετρία στην τελευταία σειρά ραφιών όπως αναλύθηκε στο

Κεφάλαιο 6.1.3. Η διαφορά αυτή θα επιλυθεί καταργώντας αυτά τα δύο φατνώματα στο περιβάλλον του Slot Master.

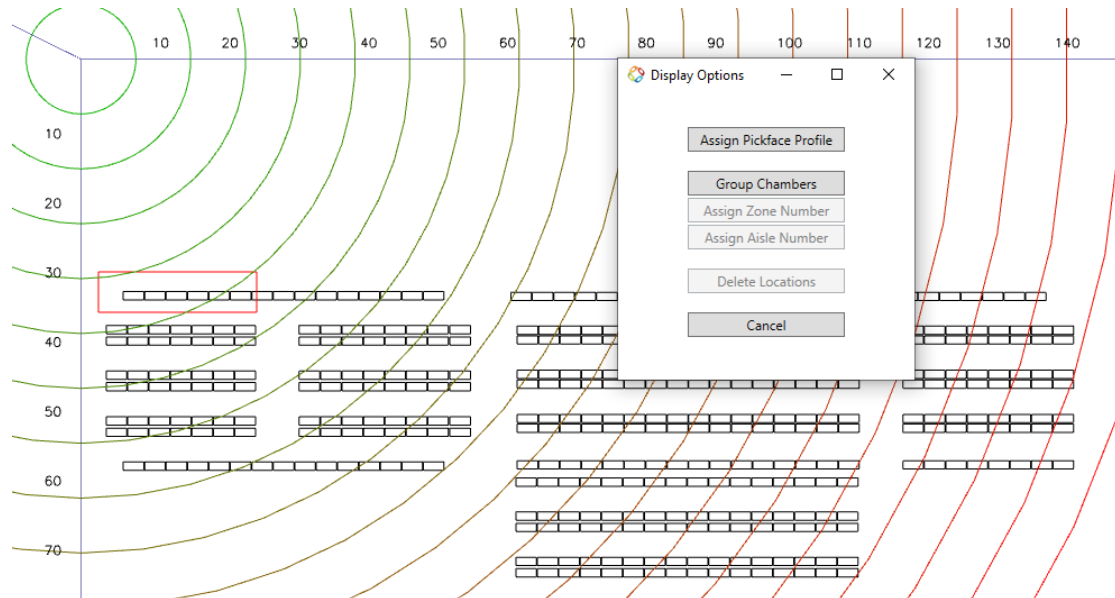
Το επόμενο βήμα στη διαδικασία είναι η δημιουργία των προφίλ συγκομιδής («picking profiles») και η ανάθεσή τους στα φατνώματα. Στο περιβάλλον αυτής της λειτουργίας η παραμετροποίηση του μοντέλου φτάνει στο επίπεδο των θέσεων (εδώ: φατνωμάτων), σε αντίθεση με το Warehouse Layout όπου η παραμετροποίηση ήταν επιτρεπτή μέχρι το επίπεδο των χώρων αποθήκευσης («chambers»).

Τα προφίλ συγκομιδής είναι τα εξής:

- B1 – Δεξιά προς αριστερά
- B1 – Αριστερά προς δεξιά
- B2 – Δεξιά προς αριστερά
- B2 – Αριστερά προς δεξιά
- B3 – Δεξιά προς αριστερά
- B3 – Αριστερά προς δεξιά
- B1 – Disabled
- B2 – Disabled
- B3 – Disabled
- SPOT – B1 – Αριστερά προς δεξιά
- SPOT – B1 – Δεξιά προς αριστερά
- SPOT – B2 – Αριστερά προς δεξιά
- SPOT – B2 – Δεξιά προς αριστερά
- SPOT – B3 – Αριστερά προς δεξιά
- SPOT – B3 – Δεξιά προς αριστερά

Η φράση «δεξιά προς τα αριστερά» ή «αριστερά προς τα δεξιά» υποδηλώνει τη φορά με την οποία θα συλλεχθούν οι κωδικοί από τις θέσεις του φατνώματος («picking sequence») και καθορίζεται από τη φορά κίνησης του picker μέσα στον διάδρομο. Επιπλέον υπάρχουν θέσεις αποθήκευσης από τις οποίες δεν πραγματοποιείται συλλογή κωδικών παρά μόνο αποθήκευσή τους. Για να είναι ξεκάθαρο κατά την μελέτη του μοντέλου από ποιες θέσεις δεν γίνεται picking, αυτές έχουν ονομασθεί, «Disabled». Σημειώνεται πως, εφόσον δεν γίνεται συλλογή από αυτές τις θέσεις, δεν έχουν δημιουργηθεί ανά μέγεθος δύο προφίλ συγκομιδής ανάλογα με τη φορά κίνησης του picker στον διάδρομο. Τέλος, στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης υπάρχουν και οι θέσεις «SPOT», οι οποίες στην πραγματική αποθήκη εξυπηρετούν την αποθήκευση ειδικών κωδικών σε προσφορά και κατ' επέκταση κατά την ανάθεση θα μείνουν κενές. Προκειμένου να γίνει όσο το δυνατόν πιο πιστό το μοντέλο έχουν δημιουργηθεί έξι (6) προφίλ θέσεων «SPOT»: δύο για κάθε μέγεθος παλετοθέσης ανάλογα με τη φορά κίνησης του picker στον διάδρομο. Ο λόγος για τον οποίο σε αυτή την περίπτωση προφίλ μας ενδιαφέρει η φορά συλλογής είναι πως από τις θέσεις SPOT πραγματοποιείται picking κωδικών. Παρόλα αυτά εφόσον έτσι κι αλλιώς οι παλετοθέσεις θα εξαιρεθούν και από τη διαδικασία της βελτιστοποίησης («optimize layout») θα μπορούσαμε, για χάρην ευκολίας, να δημιουργήσουμε μόνο ένα picking profile για όλες τις θέσεις «SPOT».

Η δημιουργία των προφίλ και η ανάθεσή τους στα φατνώματα ακολουθεί την εξής διαδικασία, αρχικά ο χρήστης κρατώντας πατημένο το αριστερό κλικ επιλέγει τα φατνώματα στα οποία επιθυμεί να αναθέσει προφίλ (Σχήμα 6.25). Στη συνέχεια επιλέγει το «Assign Pickface Profile» και τέλος διαμορφώνει το προφίλ των επιλεγμένων φατνωμάτων. Προκειμένου να αποθηκευτεί το προφίλ ο χρήστης επιλέγει το «Save Profile».

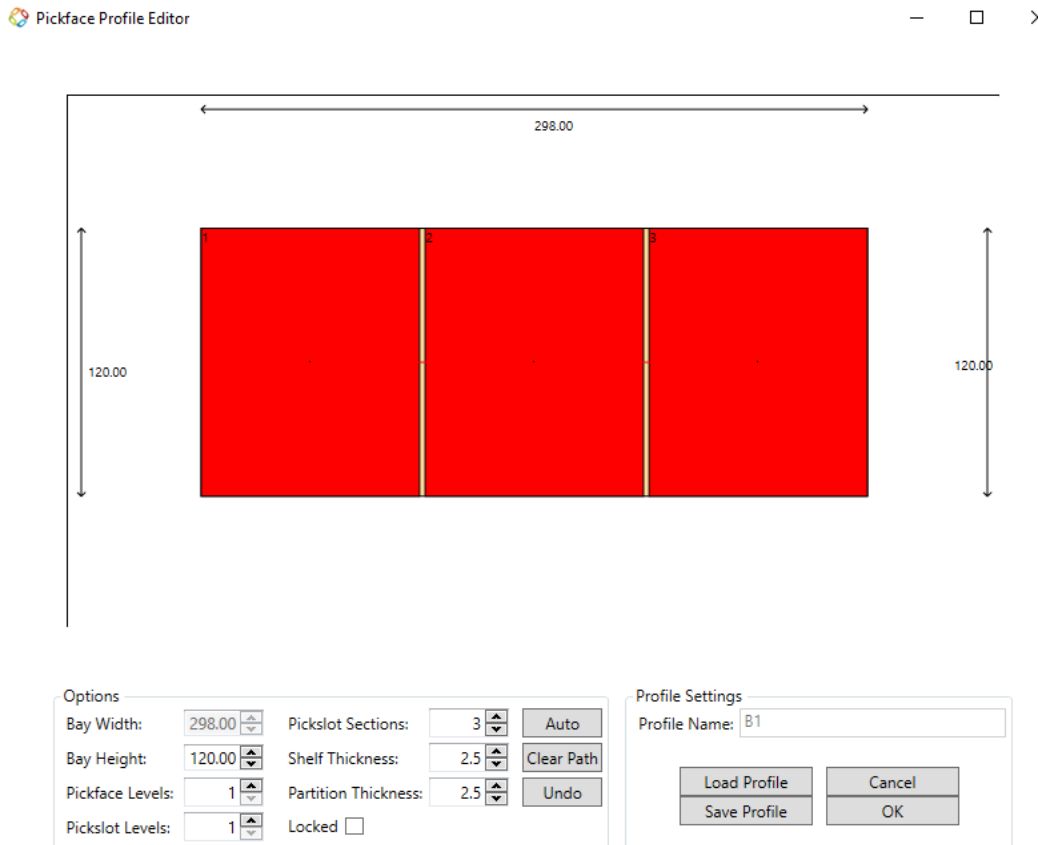


**Σχήμα 6.25:** Παράθυρο με τις επιλογές που έχει ο χρήστης για την ομάδα θέσεων που έχει επιλέξει. Η επιλογή ανάθεσης προφίλ συγκομιδής στις θέσεις είναι η πρώτη που εμφανίζεται στο παράθυρο.

Στα σχήματα 6.26 - 6.34 παρουσιάζονται οι λεπτομέρειες διαμόρφωσης των αναγκαίων προφίλ.

Η βασική διαφορά των προφίλ είναι το ύψος της θέσης συγκομιδής («Bay Height») καθώς όπως προαναφέρθηκε υπάρχουν τρία είδη παλετοθέσεων ανάλογα με το ύψος ευρωπαϊκάς που μπορούν να τοποθετηθούν σε αυτές. Έτσι οι θέσεις B1 έχουν bay height: 1,2m, οι θέσεις B2 έχουν bay height: 1,6m και οι θέσεις B3 έχουν bay height: 2m. Δεύτερη διαφορά είναι η φορά συλλογής από τα slots του φατνώματος (αριστερά προς τα δεξιά ή το ανάποδο) και Τρίτη διαφορά εάν η θέσεις είναι απενεργοποιημένες (disabled) ή όχι.

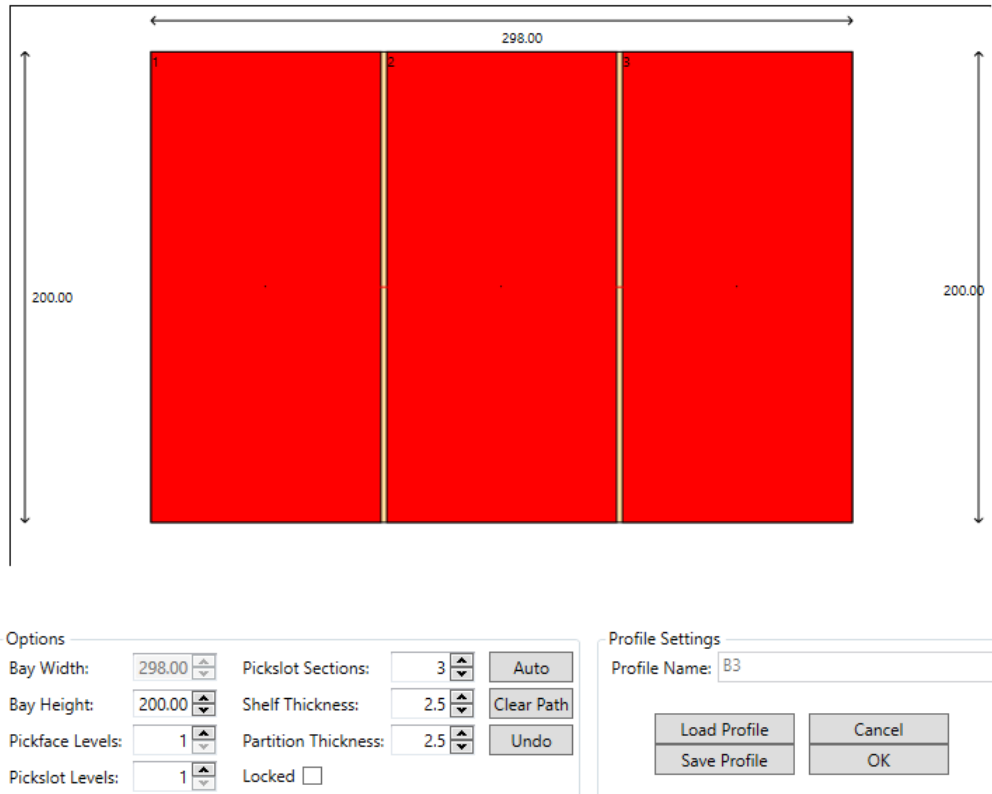
Σημειώνεται πως οι παράμετροι που προσδιορίζονται κατά τη διαδικασία δημιουργίας των προφίλ συγκομιδής έχουν αναλυθεί στο κεφάλαιο 5.2.



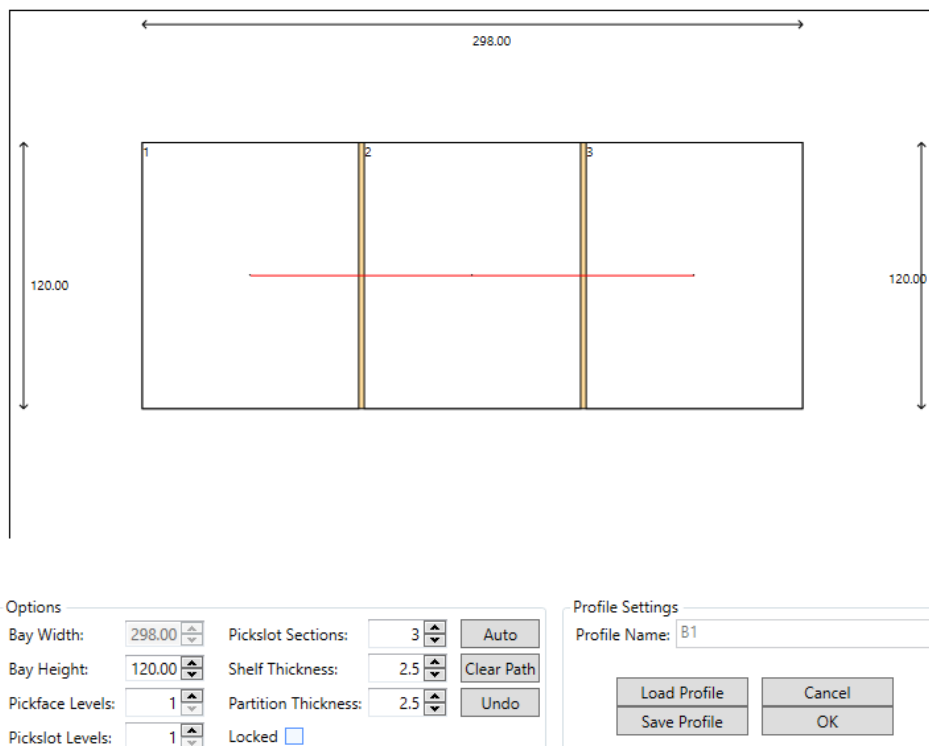
Σχήμα 6.26: Προφίλ συγκομιδής B1 – Disabled.



Σχήμα 6.27: Προφίλ συγκομιδής B2 – Disabled.

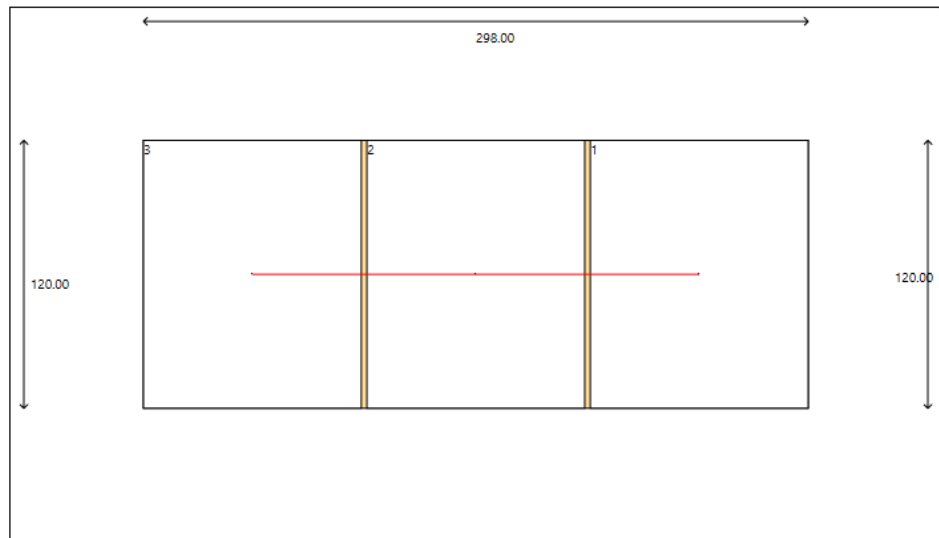


Σχήμα 6.28: Προφίλ συγκομιδής B3 – Disabled.



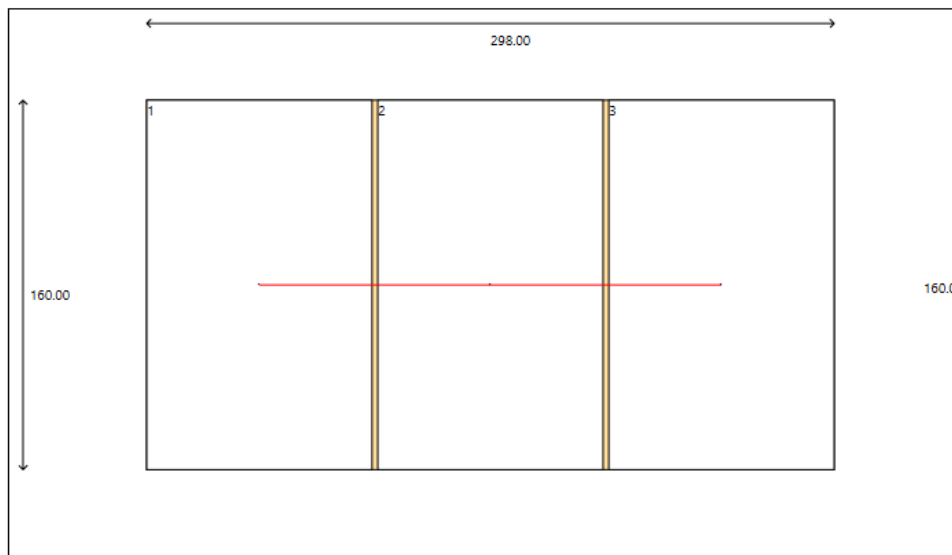
Σχήμα 6.29: Προφίλ συγκομιδής B1 – Αριστερά προς τα δεξιά.





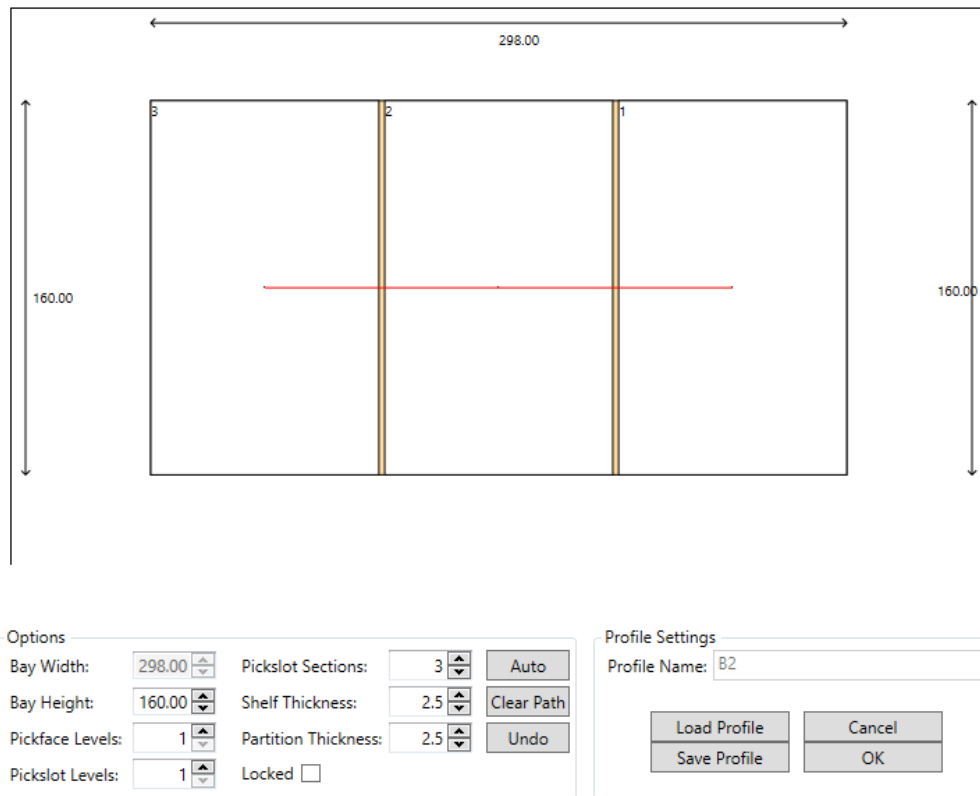
Options				Profile Settings	
Bay Width:	298.00	Pickslot Sections:	3	Profile Name: B1	
Bay Height:	120.00	Shelf Thickness:	2.5	Load Profile	Cancel
Pickface Levels:	1	Partition Thickness:	2.5	Save Profile	OK
Pickslot Levels:	1	Locked	<input type="checkbox"/>		

Σχήμα 6.30: Προφίλ συγκομιδής B1 – Δεξιά προς τα αριστερά.

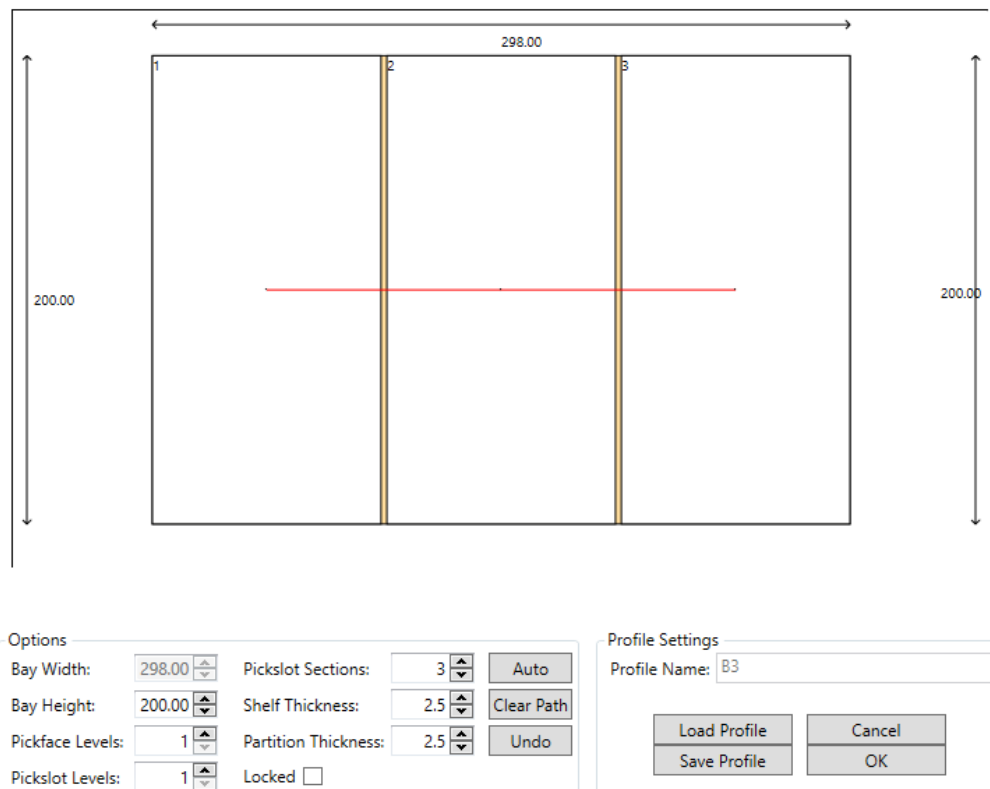


Options				Profile Settings	
Bay Width:	298.00	Pickslot Sections:	3	Profile Name: B2	
Bay Height:	160.00	Shelf Thickness:	2.5	Load Profile	Cancel
Pickface Levels:	1	Partition Thickness:	2.5	Save Profile	OK
Pickslot Levels:	1	Locked	<input type="checkbox"/>		

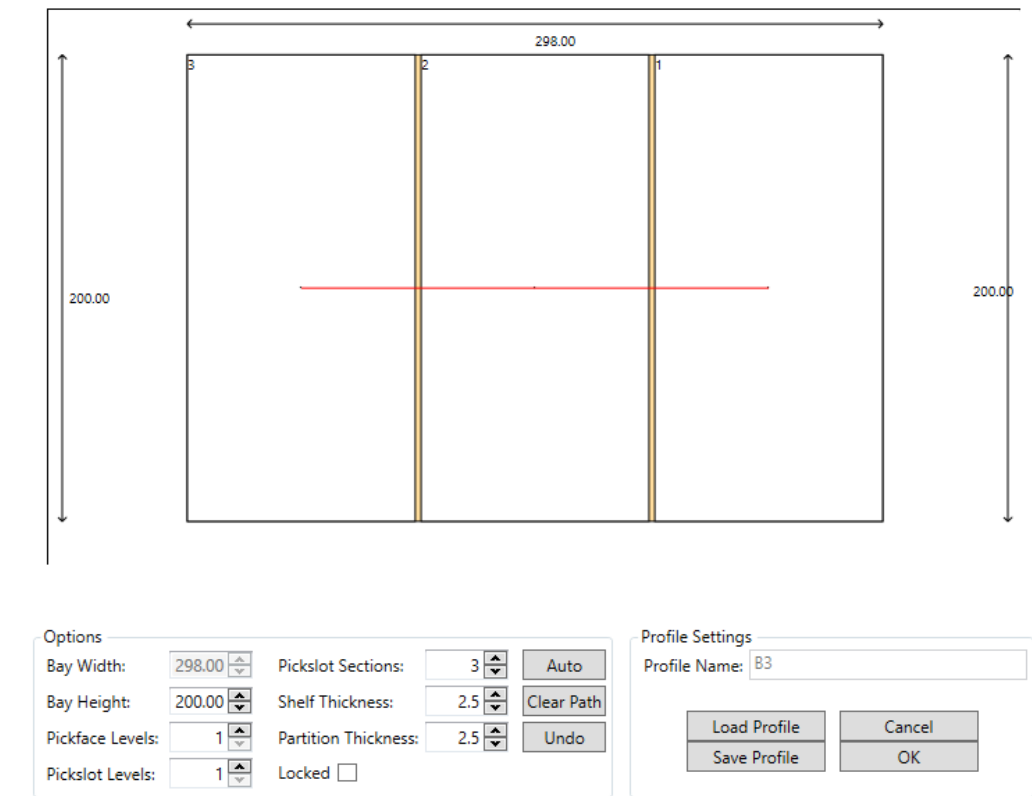
Σχήμα 6.31: Προφίλ συγκομιδής B2 – Αριστερά προς τα δεξιά.



Σχήμα 6.32: Προφίλ συγκομιδής B2 – Δεξιά προς τα αριστερά.



Σχήμα 6.33: Προφίλ συγκομιδής B3 – Αριστερά προς τα δεξιά.

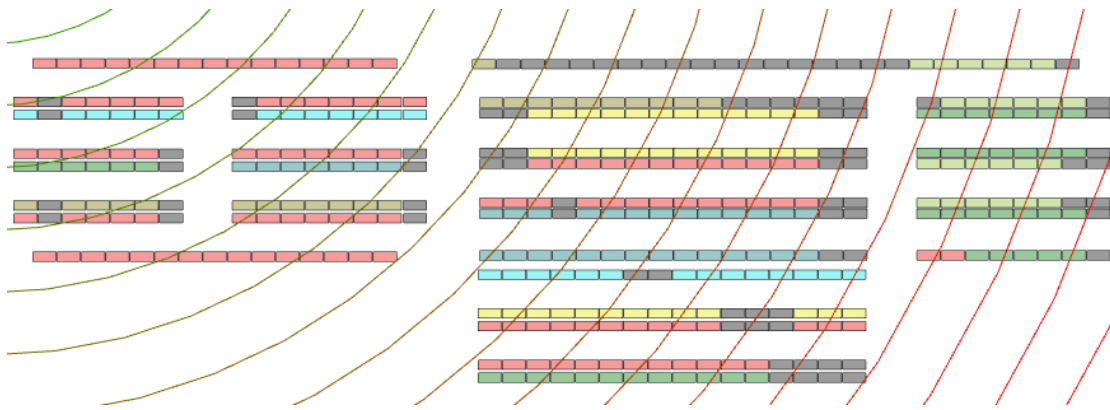


Σχήμα 6.34: Προφίλ συγκομιδής B3 – Δεξιά προς τα αριστερά.

Τα προφίλ SPOT είναι ίδια με τα αντίστοιχα προφίλ των κανονικών θέσεων με τη μόνη διαφορά πως έχουν διαφορετικό χρώμα (μαύρο) και έχουν ορισθεί ως disabled. Ο λόγος για τον οποίο τα στιγμιότυπα οθόνης δεν επισυνάπτονται είναι πως εφόσον είναι σχεδόν ίδια με τα από πάνω με μόνη διαφορά το κόκκινο χρώμα που φαίνεται στα προφίλ Disabled η επισύναψή τους δεν προσφέρει κάποια επιπλέον πληροφορία.

Μετά την δημιουργία των προφίλ πραγματοποιείται η ανάθεση τους στα φατνώματα με βάση το ύψος των παλετοθέσεων του κάθε φατνώματος και τη φορά κατά την οποία γίνεται η συγκομιδή από τις παλετοθέσεις. Στις θέσεις από τις οποίες δεν γίνεται picking δόθηκε το κόκκινο χρώμα. Στις B1 θέσεις δόθηκαν 2 αποχρώσεις του μπλε, στις B2 δόθηκαν δύο αποχρώσεις του κίτρινου και τέλος στις B3 θέσεις δόθηκαν δύο αποχρώσεις του πράσινου. Σημειώνεται πως οι σκούρες αποχρώσεις αντιπροσωπεύουν picking από τα αριστερά προς τα δεξιά.

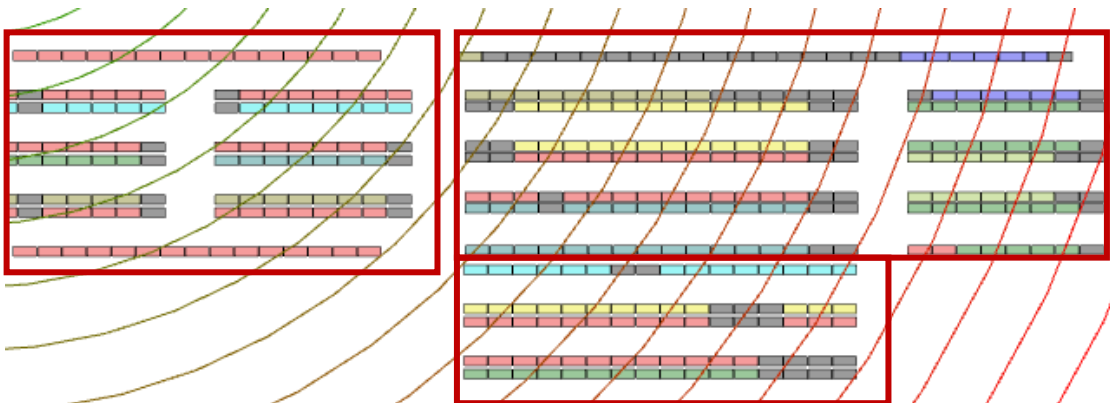
Μετά την ανάθεση των picking profiles, το αποτέλεσμα του χάρτη της αποθήκης φαίνεται στο σχήμα 6.35.



**Σχήμα 6.35:** Εικόνα του χάρτη της αποθήκης σε κάτοψη μετά την ανάθεση των προφίλ συγκομιδής. Με διαφορετικά χρώματα απεικονίζονται τα φατνώματα στα οποία έχουν ανατεθεί διαφορετικά προφίλ.

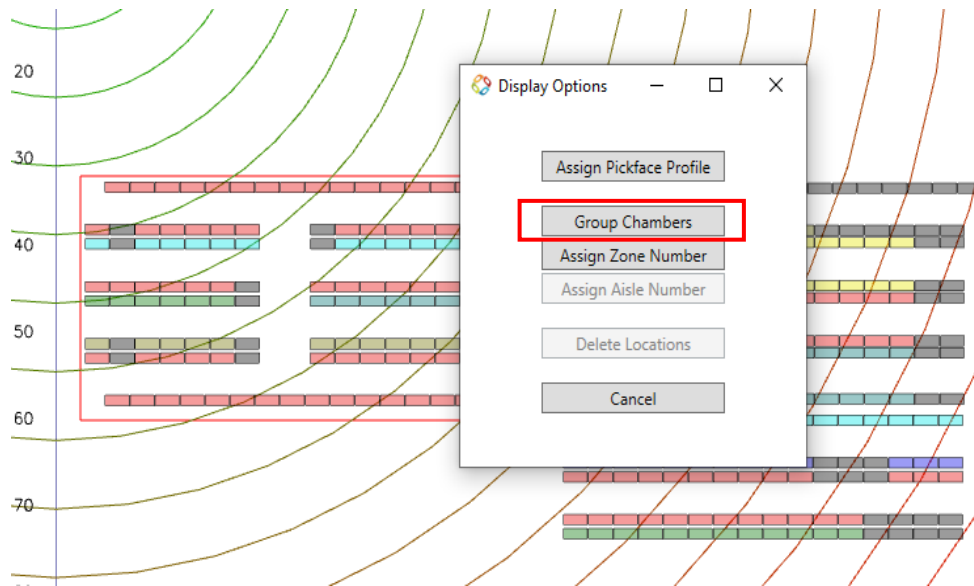
Με κόκκινο χρώμα έχουν μαρκαριστεί οι θέσεις που λειτουργούν ως θέσεις αποθήκευσης και όχι συγκομιδής, ενώ με μαύρο χρώμα έχουν μαρκαριστεί οι θέσεις «SPOT» για τους κωδικούς σε προσφορά όπως αναλύθηκε και παραπάνω.

Το λογισμικό καθώς αναγνωρίζει την ανάγκη δημιουργίας πολλών chambers για την πλήρη παραμετροποίηση ενός χώρου αποθήκευσης, δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να ομαδοποιήσει τους χώρους στο περιβάλλον του Slot Master με την εντολή «Group Chambers». Μετά την ομαδοποίηση, το λογισμικό πλέον θα είναι σε θέση να αντιληφθεί τους τρεις ξεχωριστούς χώρους από τους οποίους γίνεται picking καθώς και ποια φατνώματα βρίσκονται στον ίδιο χώρο. Η ομαδοποίηση θα γίνει σε τρεις χώρους, αυτόν της αποθήκευσης κατεψυγμένων («Chilled»), αυτόν της ξηρής αποθήκευσης («Ambient») και αυτόν της ξηρής αποθήκευσης εύφλεκτων κωδικών («Ambient-Oils») σύμφωνα με το σχήμα 6.36.

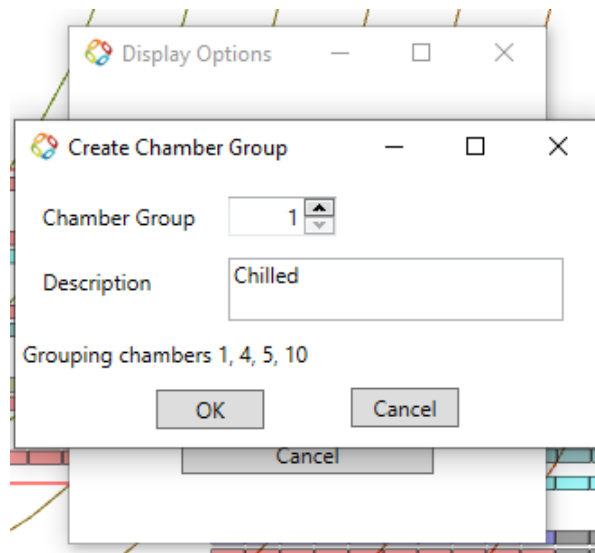


**Σχήμα 6.36:** Απεικόνιση του τρόπου με τον οποίο θα ομαδοποιηθούν τα chambers με την εντολή «Group Chambers».

Ο τρόπος μέσω του οποίου γίνεται ομαδοποίηση είναι αντίστοιχος με τον τρόπο ανάθεσης picking profiles, δηλαδή ο χρήστης μαρκάρει όλες τις θέσεις που επιθυμεί να ομαδοποιήσει και επιλέγει το «Group Chambers» (Σχήμα 6.37). Στη συνέχεια, ορίζει αριθμό chamber και περιγραφή στα καινούργια chambers στο παράθυρο που φαίνεται στο σχήμα 6.38. Επιπλέον, το παράθυρο αυτό πληροφορεί τον χρήστη σχετικά με τους αριθμούς των chambers που θα ομαδοποιηθούν.

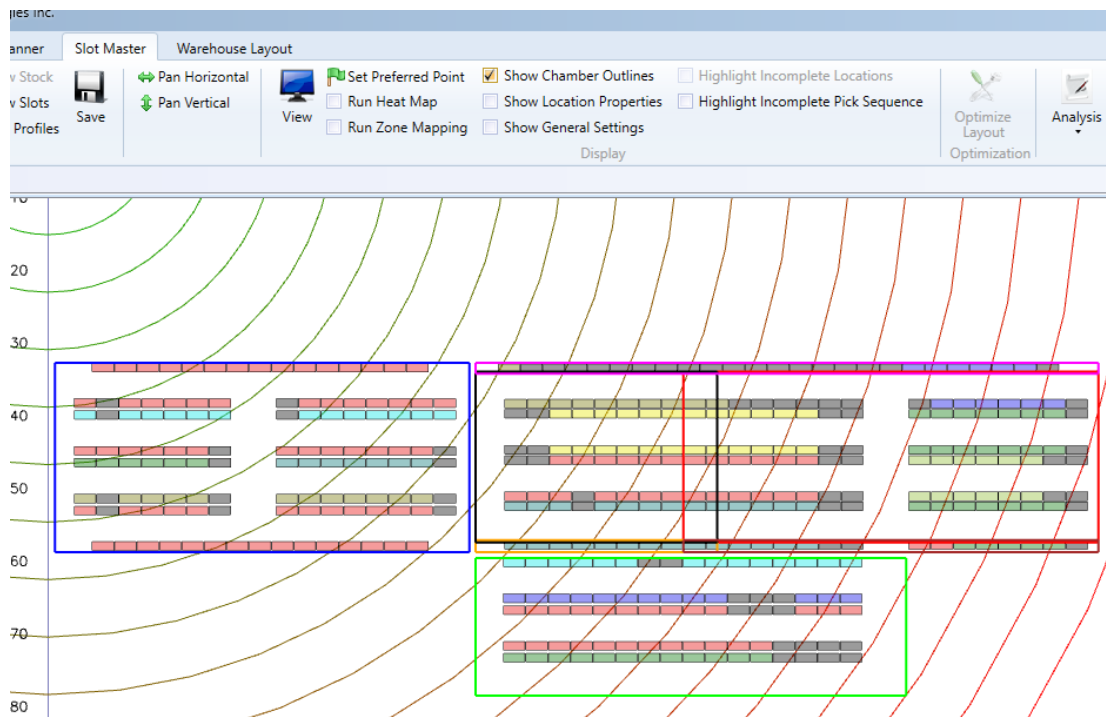


Σχήμα 6.37: Η επιλογή «Group Chambers» εμφανίζεται στον χρήστη μετά το μαρκάρισμα των επιλεγμένων θέσεων που είναι επιθυμητό να ανήκουν στο ίδιο chamber.



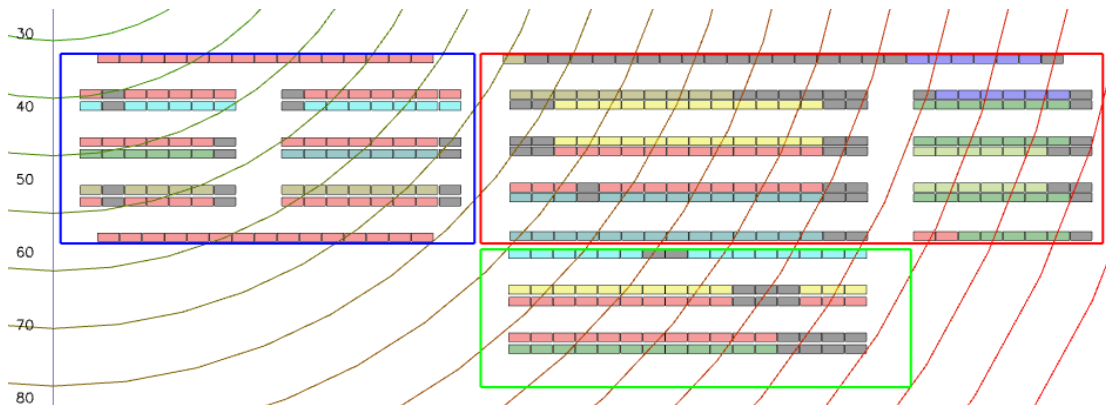
Σχήμα 6.38: Το παράθυρο που εμφανίζεται μετά το πάτημα της επιλογής «Group Chambers» προκειμένου να ολοκληρωθεί η ομαδοποίηση.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα 6.39 πλέον τα αριστερά chambers έχουν ομαδοποιηθεί σε ένα (μπλε περίγραμμα), ενώ τα δεξιά παραμένουν ξεχωριστά. Σημειώνεται πως το λογισμικό παρέχει τη δυνατότητα εμφάνισης των ορίων των chambers με την επιλογή «Show Chamber Outlines» της γραμμής εργασιών στο πάνω μέρος της οθόνης.



Σχήμα 6.39: Απεικόνιση των ορίων των chambers μετά την ομαδοποίηση του χώρου των κατεψυγμένων (μπλε περίγραμμα).

Μετά από την ομαδοποίηση των chambers το αποτέλεσμα της εντολής «Show Chambers Outlines» διαφοροποιείται σε σχέση με το παραπάνω σχήμα ως εξής:



Σχήμα 6.40: Απεικόνιση των ορίων των chambers μετά την ομαδοποίησή τους στους τρεις ξεχωριστούς αποθηκευτικούς χώρους της αποθήκης.

Το μπλε περίγραμμα αντιστοιχεί στο chamber 1, το κόκκινο περίγραμμα στο chamber 2 και το πράσινο περίγραμμα στο chamber 3.

Ένας ακόμη βασικός λόγος για τον οποίο γίνεται η παραπάνω διαδικασία της ομαδοποίησης είναι η διευκόλυνση του καθορισμού της αλληλουχίας επίσκεψης των φατνωμάτων («picking sequence») που ακολουθεί. Με βάση τα πραγματικά δεδομένα της αποθήκης, καθένας από τους τρεις χώρους αποθήκευσης έχει τη δική του διαδρομή που ακολουθούν οι pickers προκειμένου να συλλεχθούν οι κωδικοί. Αυτή η πληροφορία σε συνδυασμό με το γεγονός πως το λογισμικό επιτρέπει τον καθορισμό της σειράς επίσκεψης των φατνωμάτων σε επίπεδο chamber οδηγεί στο συμπέρασμα πως η μη ομαδοποίηση τους θα καθιστούσε

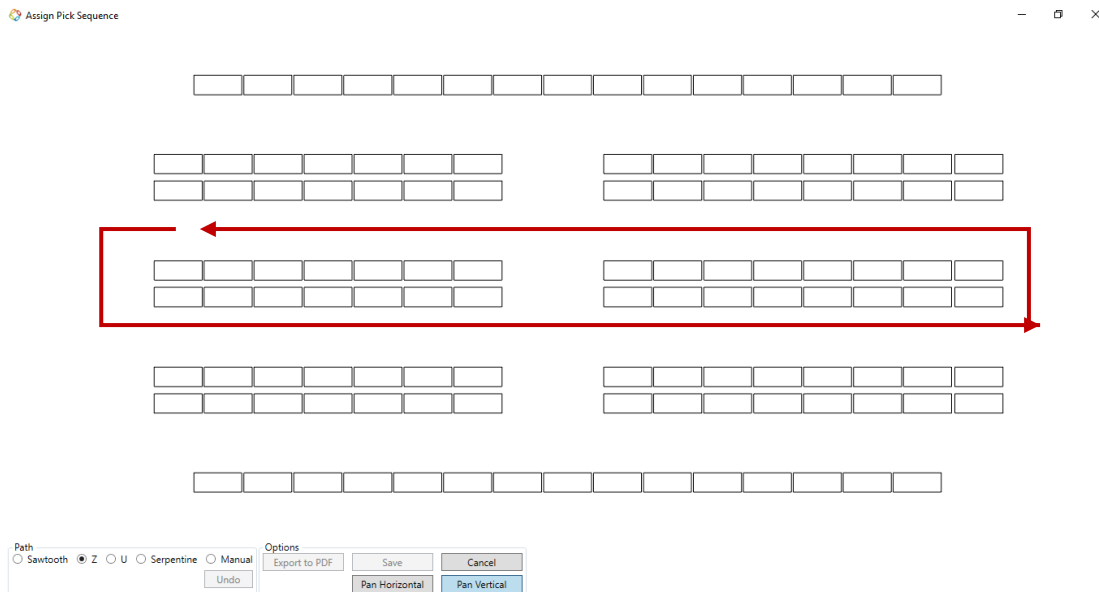
εξαιρετικά χρονοβόρα ή και μη δυνατή την διαδικασία προσδιορισμού των picking sequences με ακρίβεια.

Στη συνέχεια θα γίνει προσπάθεια καθορισμού του picking sequence στον χώρο αποθήκευσης των κατεψυγμένων. Όπως φαίνεται και στο σχήμα, οι pickers κινούνται μόνο στον 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> διάδρομο από κάτω με την αντίστοιχη φορά. Η θέση έναρξης του picking είναι το πρώτο φάτνωμα της 6<sup>ης</sup> από κάτω σειράς ραφιών και το τέλος του είναι το δεύτερο φάτνωμα της 6<sup>ης</sup> από κάτω σειράς ραφιών. Στους διαδρόμους στους οποίους υπάρχουν picking θέσεις και αριστερά και δεξιά ο τρόπος με τον οποίο γίνεται το picking ακολουθεί το μοτίβο του zig-zag ανά δύο ή τρία φατνώματα.



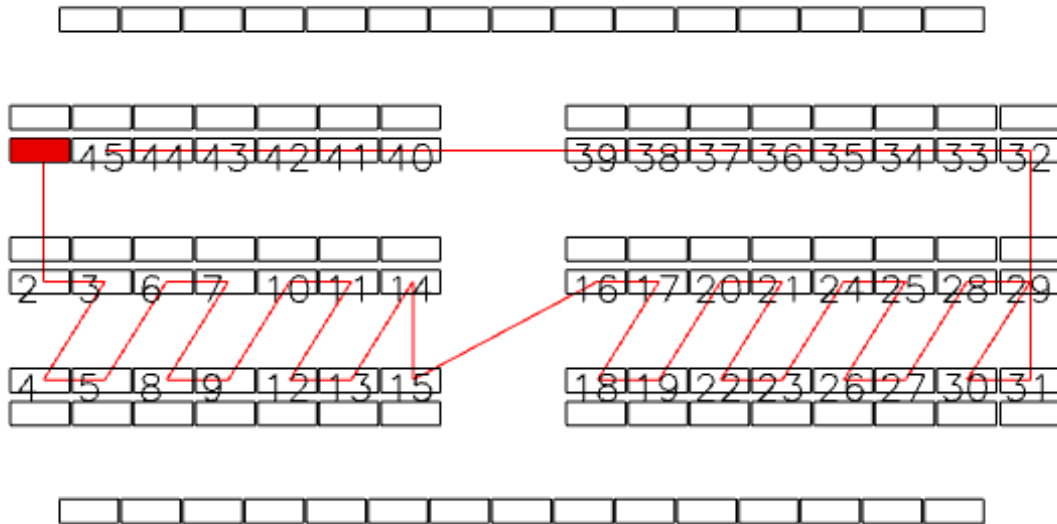
**Σχήμα 6.41:** Απεικόνιση των φατνωμάτων και των διαδρόμων του χώρου των κατεψυγμένων από τα οποία γίνεται συλλογή προϊόντων σε Microsoft Excel. Αυτή η φορά συλλογής θα αποτυπωθεί και στο λογισμικό.

Προκειμένου να καθορισθεί το picking sequence για τον χώρο των κατεψυγμένων αρκεί ο χρήστης να πατήσει δεξί κλικ στο chamber και εμφανίζεται το μήνυμα για τον καθορισμό της σειράς συλλογής. Στη συνέχεια ανοίγει το παράθυρο «Assign Pick Sequence» (Σχήμα 6.42).



**Σχήμα 6.42:** Παράθυρο καθορισμού της αλληλουχίας συλλογής του chamber των κατεψυγμένων. Με κόκκινα βέλη απεικονίζεται η φορά picking που πρέπει να αποτυπωθεί.

Για τις ανάγκες του συγκεκριμένου case study επιλέγεται ο manual καθορισμός του picking sequence με τη φορά που έχει το κόκκινο βέλος του σχήματος 6.42. Στο λογισμικό η παραπάνω φορά, με δεδομένο πως ανά δύο διαδοχικά φατνώματα μίας ραφιάρας ο picker κινείται στην απέναντι ραφιάρα του διαδρόμου, ορίζεται ως εξής:



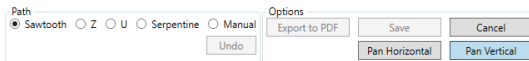
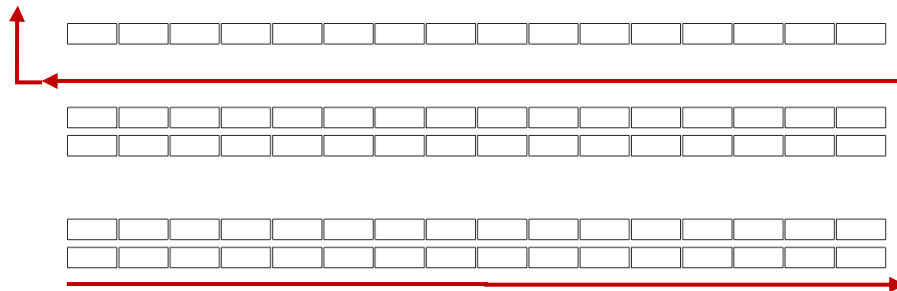
Σχήμα 6.43: Αποτύπωση του picking sequence που φαίνεται στο σχήμα 6.42 στο λογισμικό

Όπως έχει ήδη αναφερθεί αλλά και φαίνεται από τον ορισμό της φοράς δεν πραγματοποιείται συλλογή από όλα τα φατνώματα. Παρόλο που τα φατνώματα από τα οποία δεν γίνεται συλλογή έχουν απενεργοποιηθεί, το λογισμικό δεν επιτρέπει στο χρήστη να αποθηκεύσει την επιλογή του και να εξέλθει από το «Assign Picking Sequence» εάν δεν ορίσει αριθμό σε όλα τα φατνώματα. Η επιλογή «Save» που φαίνεται στο σχήμα 6.42 γίνεται ορατή μόνο εφόσον έχει ορισθεί φορά για όλα τα φατνώματα, ακόμα και για εκείνα που έχει ορισθεί το προφίλ «Disabled».

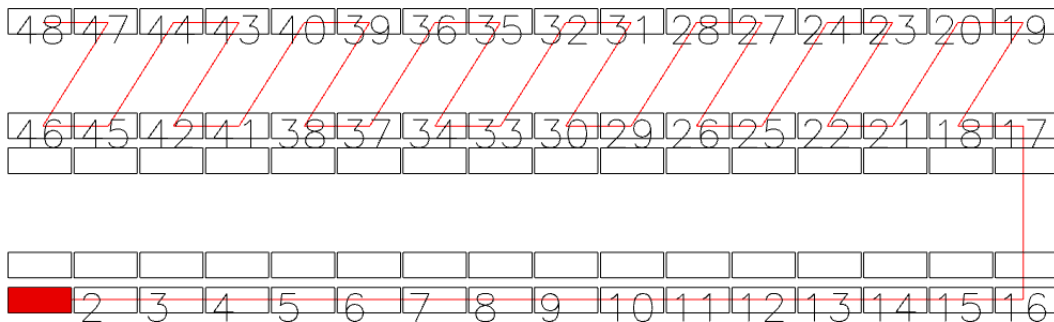
Η λύση που θα δοθεί σε αυτή την ιδιομορφία του λογισμικού είναι ο ορισμός ενός τυχαίου picking sequence για τα υπόλοιπα φατνώματα. Εφόσον τα φατνώματα αυτά θα απενεργοποιηθούν πριν τη βελτιστοποίηση μέσα από το περιβάλλον του Slot Master Wizard η ανάθεση τυχαίου αριθμού picking sequence δεν θα προκαλέσει πρόβλημα. Παρόλα αυτά δεν σταματά να αποτελεί ένα εντελώς περιττό βήμα.

Στη συνέχεια θα ορισθεί η φορά picking και στον χώρο ξηρής αποθήκευσης των εύφλεκτων κωδικών όπως φαίνεται στα σχήματα 6.44 και 6.45. Ο λόγος για τον οποίο ορίζεται πρώτα αλληλουχία συλλογής στο chamber 3 και όχι στο chamber 2 είναι πως το picking sequence σε αυτή την περίπτωση ξεκινά από τα εύφλεκτα προϊόντα και συνεχίζει στα μη εύφλεκτα.



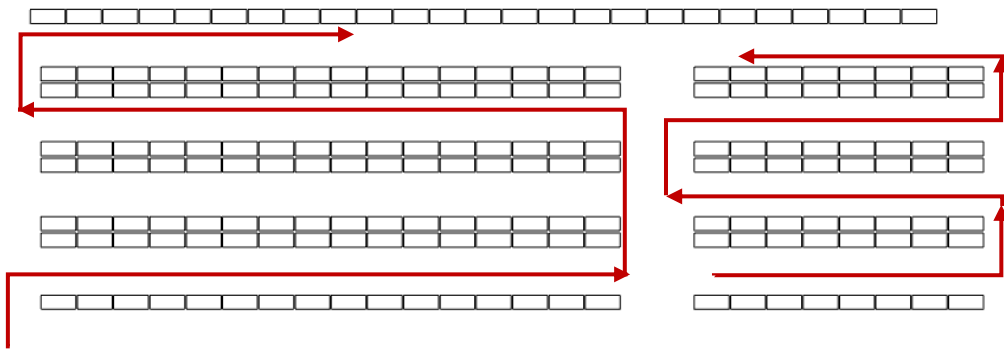


**Σχήμα 6.44:** Παράθυρο καθορισμού της αλληλουχίας συλλογής του chamber των εύφλεκτων κωδικών. Με κόκκινα βέλη απεικονίζεται η φορά picking που πρέπει να αποτυπωθεί.

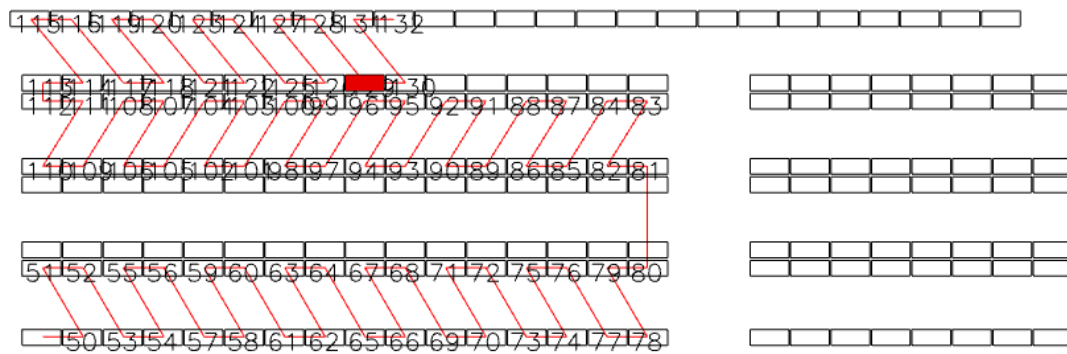


**Σχήμα 6.45:** Αποτύπωση του picking sequence που φαίνεται στο σχήμα 6.44 στο λογισμικό.

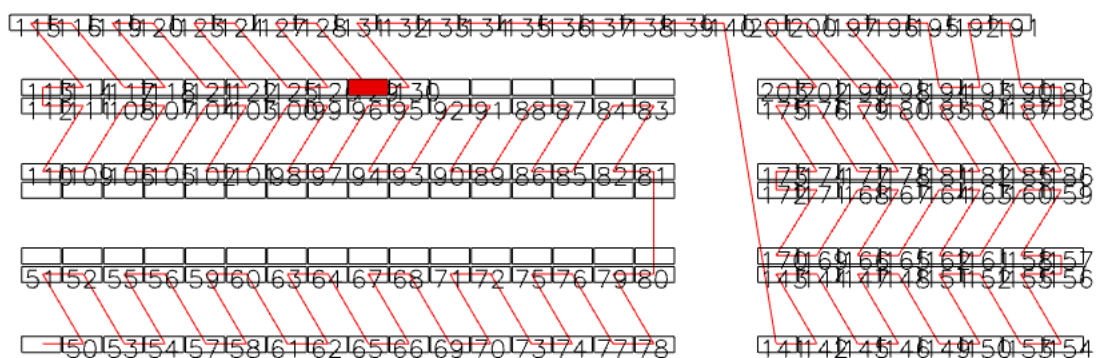
Όπως προαναφέρθηκε η ίδια picking sequence που αρχίζει στην περιοχή των εύφλεκτων αλλά συνεχίζεται και στην περιοχή ξηρής αποθήκευσης. Για τον λόγο αυτό το picking sequence θα ξεκινήσει από τον αριθμό 49 στο επόμενο chamber. Όπως αποτυπώνεται και στο σχήμα 6.46 μέσα στο δεύτερο chamber δηλαδή στον χώρο ξηρής αποθήκευσης υπάρχουν δύο διαφορετικά picking sequences. Τα βέλη στα αριστερά του χάρτη απεικονίζουν το picking sequence που διατρέχει τα φατνώματα που φιλοξενούν κωδικούς που προορίζονται για το λιανεμπόριο («Retail») και τα βέλη στα αριστερά του χάρτη απεικονίζουν το picking sequence που διατρέχει τα φατνώματα που φιλοξενούν κωδικούς που προορίζονται για εστιατόρια («Food Service»). Εφόσον οι δύο αλληλουχίες συγκομιδής αφορούν φατνώματα που συνυπάρχουν στο ίδιο chamber δεν υπάρχει δυνατότητα καθορισμού ξεχωριστού picking sequence. Αντίθετα θα ορισθεί πρώτα η αλληλουχία για το λιανεμπόριο (Σχήμα 6.47) και έπειτα θα ορισθεί και η αλληλουχία των κωδικών food service ως συνέχεια του προηγούμενου (Σχήμα 6.48).



Σχήμα 6.46: Παράθυρο καθορισμού της αλληλουχίας συλλογής του chamber των εύφλεκτων κωδικών. Με κόκκινα βέλη απεικονίζεται η φορά picking που πρέπει να αποτυπωθεί.



Σχήμα 6.47: Αποτύπωση του picking sequence που φαίνεται στα αριστερά του σχήματος 6.46 στο λογισμικό.



Σχήμα 6.48: Αποτύπωση του picking sequence που φαίνεται στα δεξιά του σχήματος 6.46 στο λογισμικό.

## 6.2.2 Παρατηρήσεις από τη διαδικασία καθορισμού προφίλ συγκομιδής και αλληλουχίας συγκομιδής

### Θετικά στοιχεία

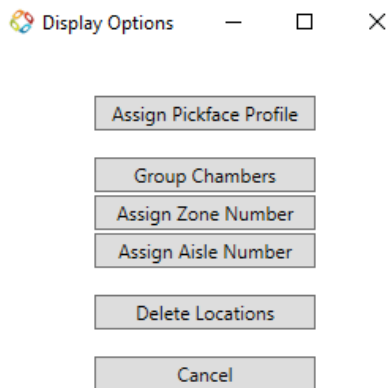
- Η μετάβαση από το Warehouse layout στη λειτουργία Slot Master είναι αρκετά εύκολη και ταχεία.
- Εάν μετά την ανάθεση των προφίλ στις θέσεις τροποποιηθεί κάποια παράμετρος των προφίλ τότε η αλλαγή αυτή περνάει αυτόματα σε όλα τα φατνώματα που έχουν το συγκεκριμένο προφίλ.
- Όταν ο χρήστης επιχειρεί να αναθέσει καινούργια προφίλ σε φατνώματα με διαφορετικά προφίλ εμφανίζεται αντίστοιχο προειδοποιητικό μήνυμα. Η λειτουργία αυτή είναι ιδιαίτερα βοηθητική καθώς ο χρήστης αντιλαμβάνεται πως ενδεχομένως να έχει επιλέξει/μαρκάρει κάποιο επιπλέον φάτνωμα από αυτά που ήθελε.

### Δυσκολίες που εντοπίστηκαν/ Παρατηρήσεις προς βελτίωση

- Κατά την ανάθεση προφίλ συγκομιδής όταν ο χρήστης ορίζει ως disabled μία θέση του φατνώματος τότε αυτομάτως απενεργοποιούνται όλες οι παλετοθέσεις της ίδιας σειράς. Αυτή δεν είναι μία βολική επιλογή ειδικά στην περίπτωση όπου μία παλετοθέση του φατνώματος πρέπει να απενεργοποιηθεί λόγω ύπαρξης κολώνας. Σε αυτή την περίπτωση καταργούνται όλες οι θέσεις της ίδιας στήλης και όχι της ίδιας σειράς.
- Ενώ κατά τη δημιουργία και ανάθεση των προφίλ συγκομιδής υπάρχει η επιλογή disabled για ένα φάτνωμα όταν στη συνέχεια ορίζεις picking sequence για ένα chamber είναι υποχρεωτικό να ορισθεί αριθμός για όλα τα φατνώματα (ακόμα και για τα απενεργοποιημένα). Μια πιο λογική αλληλουχία θα ήταν όχι μόνο να μην απαιτείται αλλά και να μην είναι δυνατή η ανάθεση picking sequence στις απενεργοποιημένες θέσεις.
- Εφόσον ορισθεί picking sequence για ένα chamber και ο χρήστης εξέλθει από το παράθυρο ορισμού picking sequence δεν είναι εφικτό να προβάλει ή να επεξεργαστεί το picking sequence που όρισε. Ο χρήστης μπορεί μόνο να ορίσει picking sequence από την αρχή για το chamber.
- Υπάρχει η επιλογή «Delete Locations» (Διαγραφή Θέσεων) η οποία γίνεται εφικτή μόνο εφόσον ορισθεί picking sequence για όλα τα φατνώματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να είναι ο χρήστης υποχρεωμένος να ορίσει picking sequences για θέσεις οι οποίες εν τέλει θα διαγραφούν. Μία πιο λογική αλληλουχία βημάτων θα ήταν να πραγματοποιείται πρώτα η διαγραφή των επιθυμητών θέσεων και στη συνέχεια να ορίζεται picking sequence στις εναπομένουσες θέσεις.

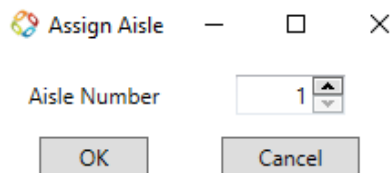
### 6.2.3 Καθορισμός αριθμού διαδρόμου, ζωνών, κέντρου βάρους και διαγραφή θέσεων

Όπως αναφέρεται και στην παράγραφο 5.2, εφόσον ορισθούν pickface profiles και picking sequences για όλα τα chambers ενεργοποιούνται οι επιλογές «Assign Aisle Number» και «Delete Locations» (Σχήμα 6.49) οι οποίες δεν ήταν δυνατό να επιλεγθούν πριν (βλ. Σχήμα 6.37).



**Σχήμα 6.49:** Πλέον μαρκάροντας μία ομάδα φατνωμάτων ο χρήστης μπορεί να πατήσει πάνω σε όλες τις επιλογές του παραθύρου «Display Options».

Πρώτα θα γίνει ο καθορισμός αριθμού διαδρόμου για τους τρεις χώρους αποθήκευσης. Η επιλογή «Assign Aisle Number» λειτουργεί εφόσον ο χρήστης μαρκάρει την περιοχή για την οποία επιθυμεί να ορίσει αριθμό διαδρόμου. Στο παράθυρο που εμφανίζεται (Σχήμα 6.50) ο χρήστης καλείται να ορίσει αριθμό διαδρόμου για την επιλεγμένη περιοχή.

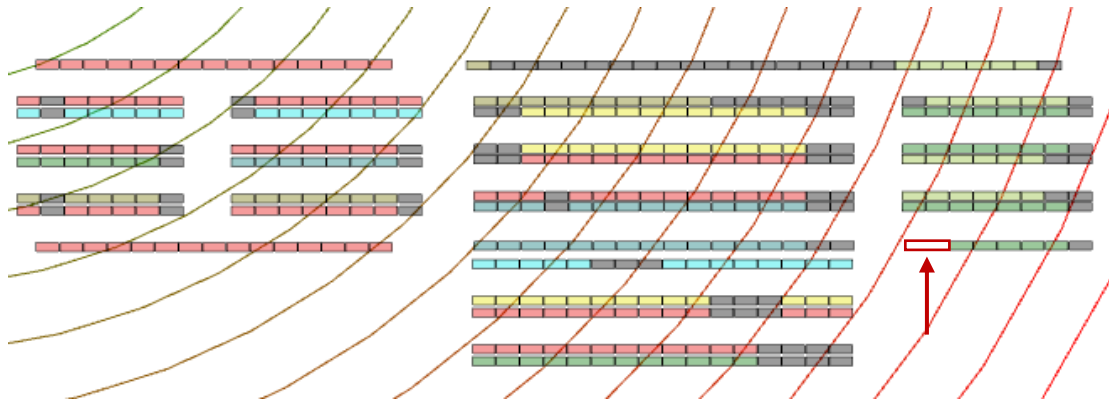


**Σχήμα 6.50:** Παράθυρο καθορισμού αριθμού διαδρόμου για την επιλεγμένη περιοχή.

Σημειώνεται πως παρά το γεγονός πως έγινε προσπάθεια ορισμού αριθμού διαδρόμου, αυτό δεν κατέστη εφικτό και για τα τρία chambers.

Στη συνέχεια, θα πραγματοποιηθεί διαγραφή φατνωμάτων. Καθώς αυτή η επιλογή είναι μόνιμη θα διαγραφούν μόνο δύο φατνώματα από τον χώρο ξηρής αποθήκευσης των κωδικών food service τα οποία δεν υπάρχουν στην αποθήκη. Σημειώνεται πως λόγω της μονιμότητας διαγραφής αυτή η επιλογή δεν ενδείκνυται για φατνώματα που υπάρχουν και δεν χρησιμοποιούνται. Ωστόσο, η επιλογή αυτή είναι χρήσιμη για τις περιπτώσεις όπου η μη ύπαρξη κάποιων φατνωμάτων δημιουργεί ασυμμετρίες που διαφορετικά θα χρειαζόνταν chambers για να μοντελοποιηθούν. Λαμβάνοντας αυτό υπόψη η επιλογή διαγραφής θα ήταν ενδεχομένως ακόμη πιο χρήσιμη και λογική στη λειτουργία Warehouse Layout όπου γίνεται η διαμόρφωση της αποθήκης ως προς το που βρίσκονται τα φατνώματα. Μάλιστα, η διαγραφή θέσεων επηρεάζει μεγέθη της αποθήκης που καταγράφονται στα reports του Warehouse Layout όπως ο αριθμός των θέσεων/ φατνωμάτων της αποθήκης, ο αριθμός των pickfaces κλπ.

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί διαγραφή φατνωμάτων, ο χρήστης μαρκάρει τα φατνώματα που επιθυμεί να διαγράψει και στη συνέχεια επιλέγει το «Delete Locations». Μετά τη διαγραφή η εικόνα της αποθήκης είναι η εξής (Σχήμα 6.51):

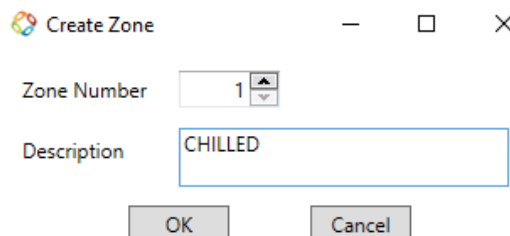


**Σχήμα 6.51:** Εικόνα της αποθήκης μετά τη διαγραφή των δύο θέσεων στο σημείο που υπάρχει το κόκκινο πλαίσιο.

Στη συνέχεια θα γίνει καθορισμός των τεσσάρων ζωνών της αποθήκης. Η διάκριση σε ζώνες γίνεται καθώς κάθε ζώνη μπορεί να φιλοξενήσει συγκεκριμένους κωδικούς είτε λόγω συνθηκών αποθήκευσης είτε για λόγους διαχωρισμού των προϊόντων που πρόκειται να εξυπηρετήσουν παραγγελίες διαφορετικών πελατών. Στο συγκεκριμένο μοντέλο οι ζώνες ταυτίζονται εν μέρει και με τον χωρισμό των chambers αφού τα chamber 1 και 3 αποτελούν το κάθε ένα και μία ζώνη. Εξαιρέση αποτελεί το chamber 2 στο οποίο συνυπάρχουν δύο ζώνες αποθήκευσης. Συγκεκριμένα η συγκεκριμένη αποθήκη έχει τις εξής ζώνες slotting:

1. Zone 1 – Chilled: στη ζώνη αυτή αποθηκεύονται μόνο τα κατεψυγμένα προϊόντα.
2. Zone 2 – Ambient: στη ζώνη αυτή αποθηκεύονται μόνο οι κωδικοί ξηρής αποθήκευσης.
3. Zone 3 – FS – Ambient: αποτελεί ζώνη μέσα στο chamber των ειδών ξηρής αποθήκευσης στην οποία αποθηκεύονται μόνο κωδικοί που πρόκειται να παραδοθούν σε εστιατόρια.
4. Zone 4 – Ambient – Oils: αποτελεί ζώνη στην οποία αποθηκεύονται οι εύφλεκτοι κωδικοί καθώς η περιοχή αυτή ενισχυμένο εξοπλισμό πυρασφάλειας.

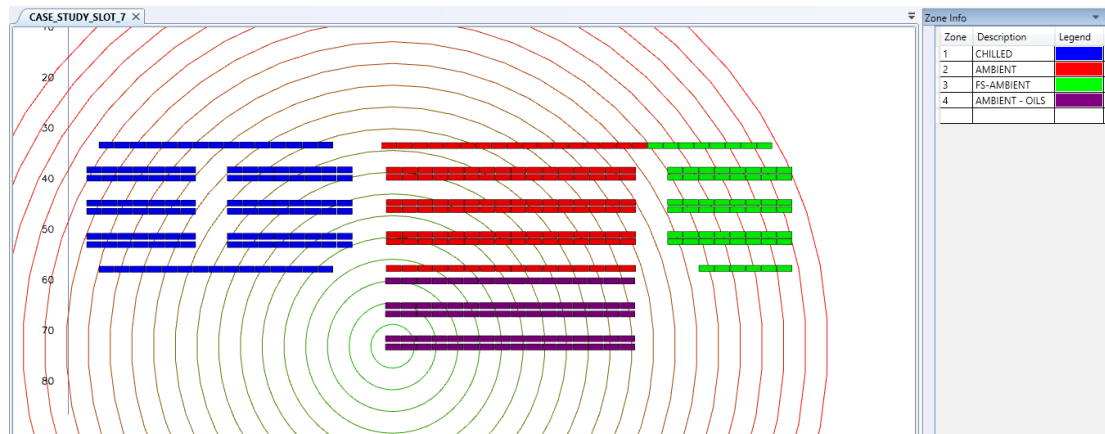
Ο καθορισμός ζωνών πραγματοποιείται και πάλι με μαρκάρισμα της επιθυμητής περιοχής, επιλογή του «Assign Zone Number» και καθορισμό αριθμού ζώνης και περιγραφής ζώνης στο αναδυόμενο παράθυρο (Σχήμα 6.52).



**Σχήμα 6.52:** Παράθυρο που εμφανίζεται μετά το κλικ πάνω στην επιλογή «Assign Zone Number».

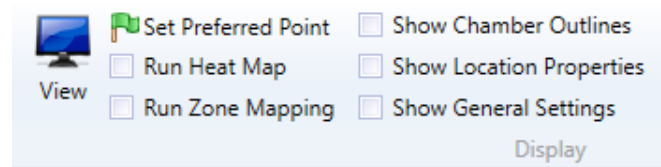
Προκειμένου να φανούν οι διαφορετικές ζώνες στην αποθήκη αρκεί ο χρήστης να επιλέξει το «Run Zone Mapping» από την καρτέλα Display. Μετά τον καθορισμό και των τεσσάρων ζωνών η εικόνα της αποθήκης είναι φαίνεται στο σχήμα 6.53. Στα δεξιά της ίδιας οθόνης φαίνονται

και οι πληροφορίες των ζωνών, δηλαδή το χρώμα και ο αριθμός που αντιστοιχούν στην κάθε μία.



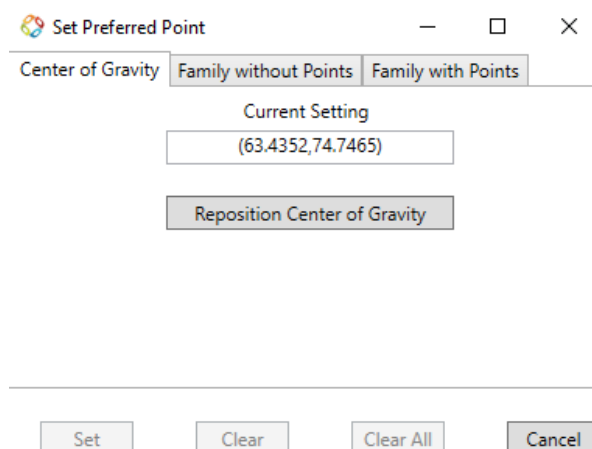
Σχήμα 6.53: Εικόνα του χάρτη της αποθήκης μετά τον καθορισμό των ζωνών και την επιλογή του «Run Zone Mapping».

Ο καθορισμός κέντρου βάρους (gravity center) μπορεί να πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε στιγμή μέσα στο Slot Master αρκεί να γίνει πριν την εκτέλεση των σεναρίων βελτιστοποίησης. Προκειμένου να μετακινηθεί το κέντρο βάρους ο χρήστης πρέπει να κάνει κλικ στην επιλογή «Set Preferred Point» (Σχήμα 6.54).



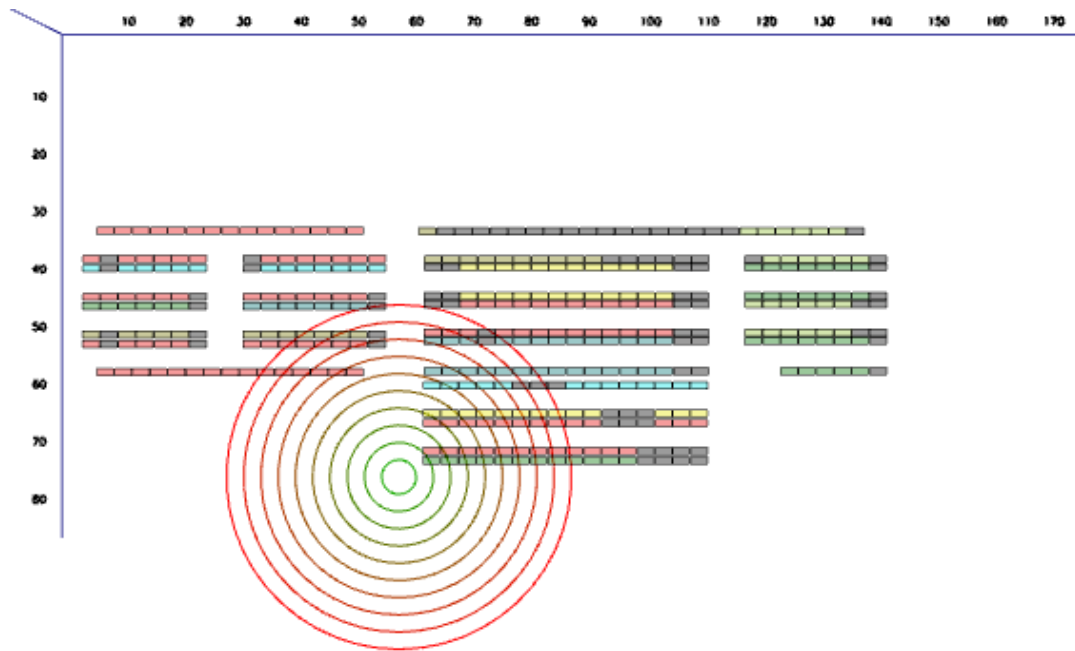
Σχήμα 6.54: Ορισμός κέντρου βάρους με κλικ στην επιλογή «Set Preferred Point» της καρτέλας «Display» από το μενού που βρίσκεται στο πάνω μέρος της οθόνης.

Στη συνέχεια, στο παράθυρο που εμφανίζεται ο χρήστης μπορεί να επιλέξει να επαναπροσδιορίσει το κέντρο βάρους της αποθήκης (Σχήμα 6.55) είτε χειροκίνητα μετακινώντας το μέσα στην αποθήκη είτε ορίζοντας τις συντεταγμένες του.



Σχήμα 6.55: Παράθυρο καθορισμού του κέντρου βάρους της αποθήκης.

Προκειμένου να γίνει τοποθέτηση του κέντρου βάρους με μετακίνησή του μέσα στην αποθήκη επιλέγεται το «Reposition Center of Gravity». Η επιλογή εμφανίζει ένα κέντρο βάρους το οποίο οπτικοποιείται μέσω ομόκεντρων κύκλων με διαβάθμιση χρώματος και κινείται μαζί με το ποντίκι του χρήστη (Σχήμα 6.56).



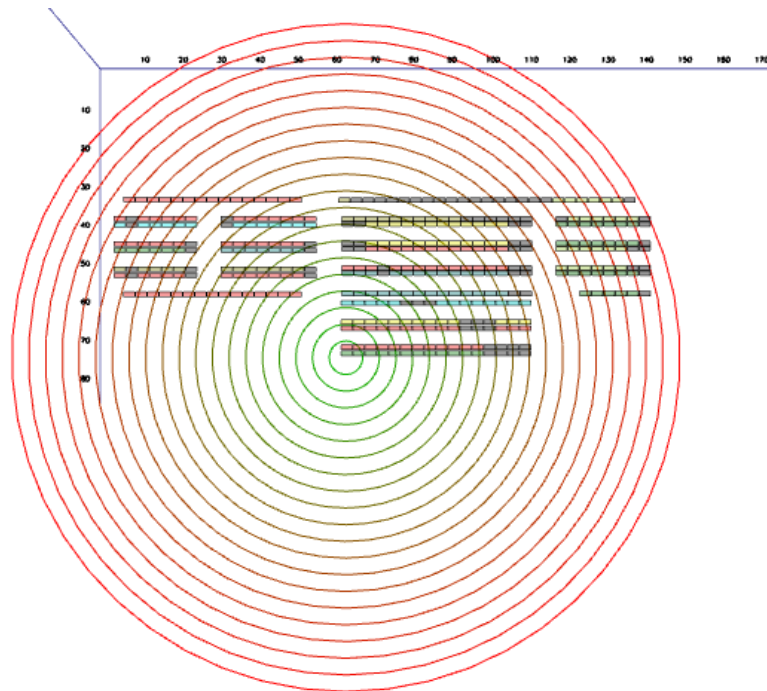
Σχήμα 6.56: Τοποθέτηση του κέντρου βάρους της αποθήκης πάνω στον χάρτη αυτής.

Το κέντρο βάρους στη συγκεκριμένη περίπτωση θα τοποθετηθεί στην αρχή του picking route από τον χώρο των εύφλεκτων ξηρής αποθήκευσης προς τον χώρο των μη εύφλεκτων κωδικών ξηρής αποθήκευσης. Παρά το γεγονός πως υπάρχουν τα εξής τρία διαφορετικά picking routes στην αποθήκη:

- ένα μέσα στον χώρο των κατεψυγμένων,
- ένα για τους χώρους ξηρής αποθήκευσης εύφλεκτων και ξηρής αποθήκευσης των μη εύφλεκτων κωδικών που προορίζονται για πελάτες λιανικής και
- ένα για τις ραφιέρες ξηρής αποθήκευσης κωδικών που προορίζονται για εστιατόρια,

το κέντρο βάρους επιλέγεται να τοποθετηθεί στην αρχή της δεύτερης διαδρομής καθώς είναι αυτή που διατρέχει μεγαλύτερο μέρος της αποθήκης.

Μόλις, ο χρήστης κάνει κλικ στο σημείο της αποθήκης που θέλει να τοποθετήσει το κέντρο βάρους, οι ομόκεντροι κύκλοι απομακρύνονται καλύπτοντας όλη την επιφάνεια της αποθήκης όπως φαίνεται στο σχήμα 6.57. Οι κύκλοι κοντά στο κέντρο βάρους έχουν πράσινο χρωματισμό ο οποίος γίνεται σταδιακά κόκκινος σε μεγαλύτερες αποστάσεις από το center of gravity.



Σχήμα 6.57: Απεικόνιση του κέντρου βάρους της αποθήκης μέσω ομόκεντρων κύκλων.

Αφού καθοριστεί το κέντρο βάρους συνολικά για όλη την αποθήκη, υπάρχει η δυνατότητα καθορισμού συγκεκριμένων σημείων για την εκάστοτε οικογένεια προϊόντων. Ωστόσο, για να γίνει αυτό είναι απαραίτητη η εισαγωγή του αρχείου «Stock» προκειμένου το λογισμικό να μπορέσει να αναγνωρίσει τις οικογένειες κωδικών. Εάν για το συγκεκριμένο case study ήταν γνωστό και χρήσιμο να ορισθούν επιμέρους σημεία βάρους για τις εκάστοτε οικογένειες τότε η διαδικασία αυτή θα έπρεπε να γίνει μετά την εισαγωγή του αρχείου αποθέματος. Ωστόσο, εφόσον στη συγκεκριμένη αποθήκη δεν υπάρχει αντιστοίχιση χώρων αποθήκευσης ή συγκεκριμένων φατνωμάτων με συγκεκριμένες οικογένειες προϊόντων, δεν υπάρχει ανάγκη καθορισμού κέντρων βάρους για την εκάστοτε οικογένεια.

#### 6.2.4 Παρατηρήσεις από τη διαδικασία καθορισμού αριθμού διαδρόμου, ζωνών, κέντρου βάρους και τη διαδικασία διαγραφής θέσεων

##### Θετικά στοιχεία

- Εύκολος καθορισμός των ζωνών μέσα στην αποθήκη σε επίπεδο θέσεων.
- Εύκολος και γρήγορος ο καθορισμός κέντρου βάρους στην αποθήκη. Στην περίπτωση αποθήκης όπου κωδικοί της ίδιας οικογένειας αποθηκεύονται μαζί, η λειτουργία καθορισμού σημείων για την εκάστοτε οικογένεια μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη.

##### Δυσκολίες που εντοπίστηκαν/ Παρατηρήσεις προς βελτίωση

- Ο τρόπος ανάθεσης των αριθμών διαδρόμων δεν είναι ξεκάθαρος. Ειδικότερα δεν είναι ξεκάθαρο ποια περιοχή πρέπει να μαρκάρει ο χρήστης προκειμένου να ορίσει αριθμό διαδρόμου. Επιπλέον δεν υπάρχει κάποια ένδειξη αναφορικά με το σε ποιους διαδρόμους έχει ορισθεί αριθμός καθώς και ποιος είναι ο αριθμός του εκάστοτε διαδρόμου.



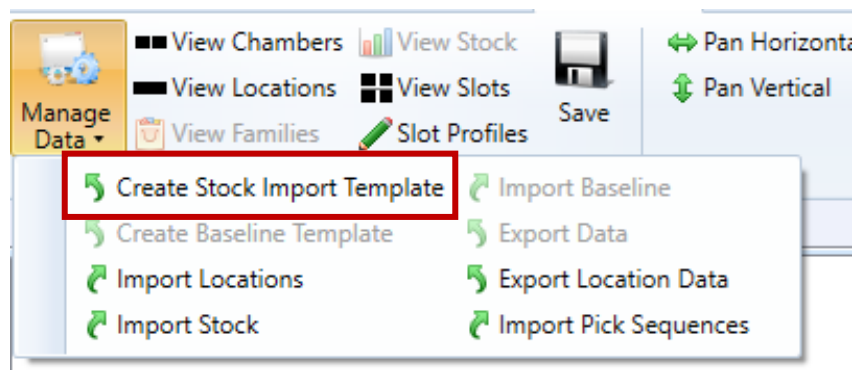
- Μέσα στο περιβάλλον του Slot Master δεν υπάρχει η επιλογή της αναίρεσης («undo»). Αυτό αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα όταν ο χρήστης πραγματοποιεί διαγραφή θέσεων καθώς σε περίπτωση που διαγραφεί κατά λάθος μία θέση ο χρήστης πρέπει να ξεκινήσει τη διαδικασία απ' την αρχή εφόσον έχει αποθηκεύσει το μοντέλο. Σε περίπτωση που ο χρήστης δεν έχει αποθηκεύσει το μοντέλο πρέπει να πραγματοποιήσει όλη τη διαδικασία του Slot Master, συμπεριλαμβανομένης της ανάθεσης προφίλ και σειράς συγκομιδής, από την αρχή.
- Κατά την επιλογή Delete Locations δεν εμφανίζεται κάποιο μήνυμα επιβεβαίωσης πριν πραγματοποιηθεί η διαγραφή. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την μη ύπαρξη επιλογής αναίρεσης («undo») κάνει την αποθήκευση του μοντέλου («save as») πριν την εκτέλεση της ενέργειας διαγραφής αναγκαία.
- Εάν ο χρήστης αναθέσει διαφορετικό προφίλ σε κάποιο φάτνωμα μετά τη διαδικασία καθορισμού ζωνών, το λογισμικό θέτει αυτομάτως το εν λόγω φάτνωμα εκτός της ζώνης που του έχει ορισθεί. Συγκεκριμένα μετά την ανάθεση του καινούργιου προφίλ επιλέγοντας το «Show Location Properties» και περνώντας το ποντίκι από το συγκεκριμένο φάτνωμα παρατηρείται πως στο «Zone ID» αντί για τον αριθμό της ζώνης που έχει ορισθεί εμφανίζεται η ένδειξη «None Set». Επιπλέον, εάν ο χρήστης επιλέξει το «Run Zone Mapping» τα φάτνωμα στα οποία ανατέθηκε νέο προφίλ συγκομιδής εμφανίζονται με διαφορετικό χρώμα από τα διπλανά τους. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να γίνει ξανά ο καθορισμός των ζωνών για να συμπεριληφθούν και τα φάτνωμα τα οποία το λογισμικό όρισε εκτός ζώνης λόγω αλλαγής του προφίλ συγκομιδής.

### 6.2.5 Εισαγωγή των απαραίτητων δεδομένων/αρχείων .csv

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 5.2 για τη λειτουργία του Slot Master είναι απαραίτητη η εισαγωγή των εξής τριών αρχείων .csv καθώς η παρούσα μελέτη υπόθεσης αφορά υπάρχουσα αποθήκη:

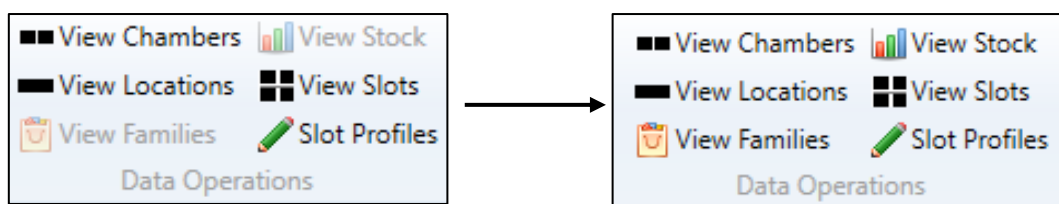
- Αρχείο με τα χαρακτηριστικά και το απόθεμα των κωδικών («Stock»)
- Αρχείο κατάστασης αναφοράς («Baseline») το οποίο αποτελείται από τα εξής αρχεία .csv:
  - Αρχείο αντιστοίχισης της κωδικοποίησης των θέσεων αποθήκευσης του μοντέλου στο DC Expert 4.5 με την κωδικοποίηση των θέσεων στην πραγματική αποθήκη («LocationMap»).
  - Αρχείο καταγραφής της υπάρχουσας αντιστοιχίας κωδικών και παλετοθέσεων («StockLocation»).

Προκειμένου να δημιουργηθεί το πρώτο αρχείο με τους κωδικούς των προϊόντων, τα χαρακτηριστικά τους και το απόθεμα ο χρήστης επιλέγει από το περιβάλλον του Slot Master το εικονίδιο «Manage Data» πάνω αριστερά και στη συνέχεια την επιλογή «Create Stock Import Template» (Σχήμα 6.58). Με τη συγκεκριμένη επιλογή το λογισμικό θα δημιουργήσει ένα κενό αρχείο .csv που έχει ως στήλες τα απαραίτητα χαρακτηριστικά των κωδικών που θα πρέπει να εισαχθούν και αναλύονται στο κεφάλαιο 5.2.



Σχήμα 6.58: Δημιουργία του αρχείου .csv στο οποίο θα εισαχθούν οι πληροφορίες σχετικά με το απόθεμα. Η επιλογή αυτή δημιουργεί ένα αρχείο που έχει ως στήλες τα χαρακτηριστικά των κωδικών που πρέπει να εισαχθούν.

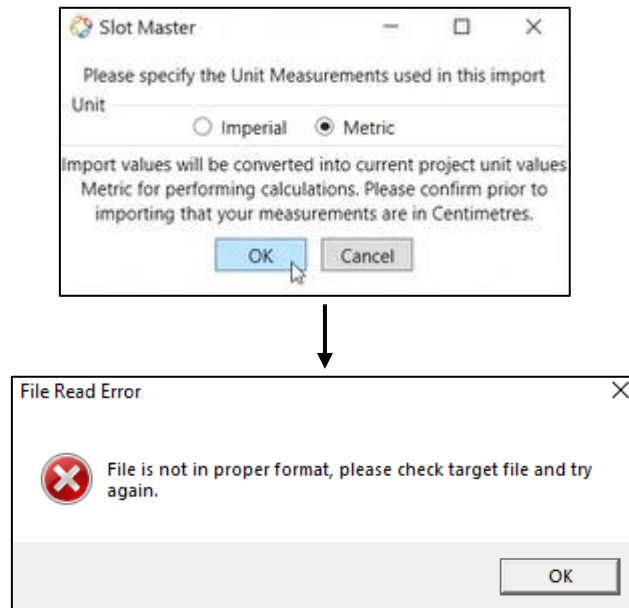
Στη συνέχεια εφόσον συμπληρωθεί το αρχείο .csv «Stock» θα πρέπει να γίνει εισαγωγή των δεδομένων αυτών στο λογισμικό με την επιλογή «Import Stock» (βλ. Σχήμα 6.58). Σημειώνεται πως αν δεν γίνει η εισαγωγή των δεδομένων αποθέματος, το λογισμικό δεν «ξεκλειδώνει» την δημιουργία του αρχείου baseline («Create Baseline Template») προκειμένου να εισαχθούν οι πληροφορίες που αφορούν στις θέσεις αποθήκευσης και την κατάσταση αναφοράς. Επιπλέον μόλις γίνει η εισαγωγή των δεδομένων του αποθέματος θα εμφανιστούν και οι επιλογές προβολής των οικογενειών προϊόντων («View Families») και του αποθέματος («View Stock») (Σχήμα 6.59).



Σχήμα 6.59: Αλλαγές στις επιλογές της ενότητας «Data Operations» μετά την εισαγωγή του αρχείου Stock.

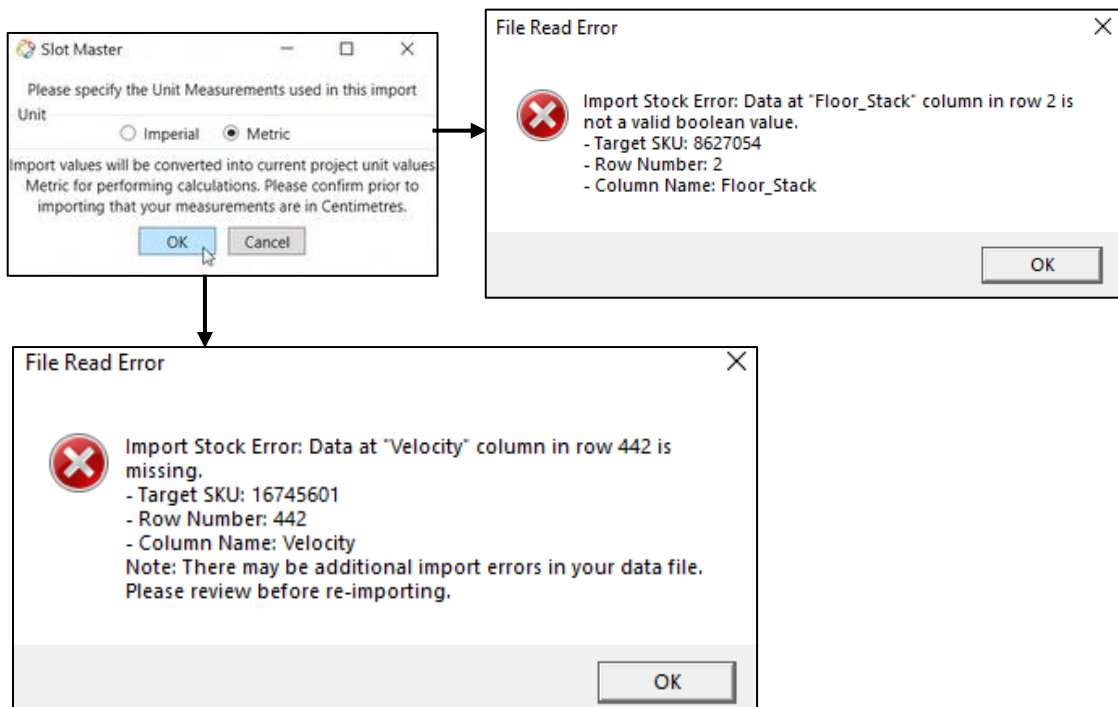
Μόλις ο χρήστης επιλέξει το «Import Stock» θα εμφανιστεί ένα παράθυρο επιλογής των μονάδων μέτρησης των τιμών του αρχείου. Η επιλογή αυτή πρέπει να συνάδει με την επιλογή μονάδων μέτρησης που έχει γίνει στο Warehouse Layout και για αυτόν τον λόγο επιλέγεται το σύστημα μονάδων μέτρησης «Metric». Στη συνέχεια, ανάλογα με τη μορφή του αρχείου και τα δεδομένα του υπάρχουν τρεις περιπτώσεις:

1. Στην περίπτωση όπου το λογισμικό δεν μπορεί να διαβάσει το αρχείο εμφανίζει το εξής μήνυμα (Σχήμα 6.60):



Σχήμα 6.60: Μήνυμα σφάλματος που εμφανίζει το λογισμικό σε περίπτωση που δεν μπορεί να διαβάσει το αρχείο Stock.

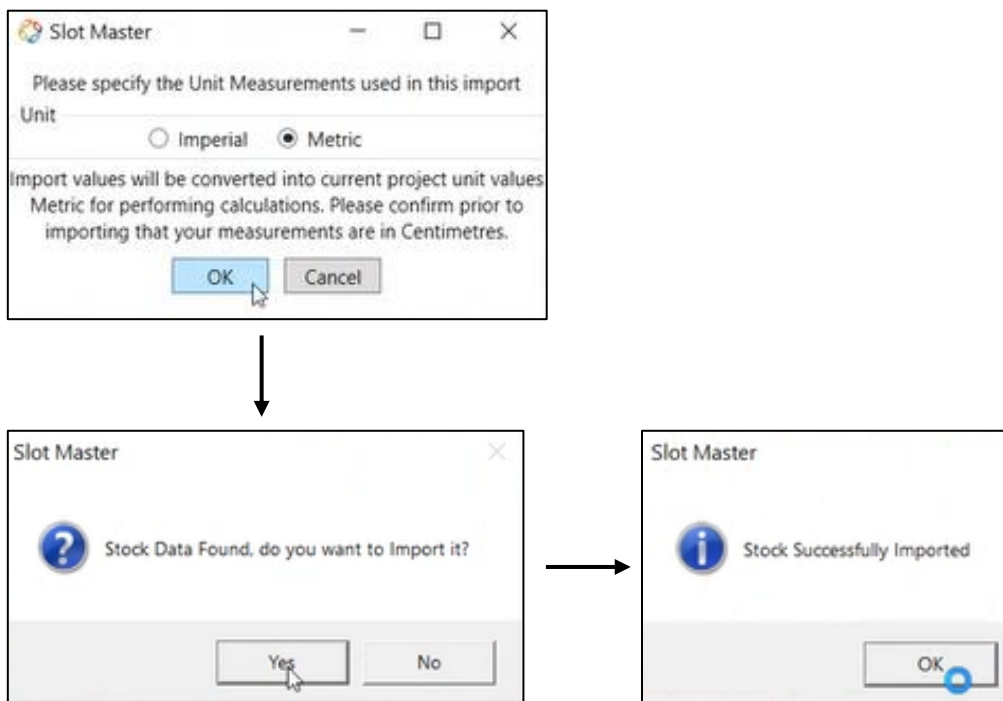
2. Στην περίπτωση όπου το αρχείο έχει σωστή μορφή και κατ' επέκταση το λογισμικό μπορεί να το διαβάσει αλλά υπάρχουν λάθη ή παραλήψεις κατά την εισαγωγή των υποχρεωτικών δεδομένων εμφανίζει τα εξής μηνύματα (Σχήμα 6.61):



Σχήμα 6.61: Μηνύματα σφάλματος που εμφανίζει το λογισμικό στην περίπτωση όπου υπάρχει κάποια λανθασμένη καταχώρηση (δεξί πάνω μήνυμα) ή λείπει κάποιο από τα υποχρεωτικά δεδομένα (κάτω μήνυμα).

Σημειώνεται πως ως παράλειψη το λογισμικό θεωρεί οποιοδήποτε υποχρεωτικό χαρακτηριστικό δεν είναι συμπληρωμένο. Στα δοθέντα δεδομένα κάποια χαρακτηριστικά (λ.χ. ταχυκινησία) δεν ήταν συμπληρωμένα για κωδικούς που δεν είναι ενεργοί και κατ' επέκταση το λογισμικό έβγαζε το παραπάνω μήνυμα λάθους κατά το import. Οι δύο εναλλακτικές λύσεις στο πρόβλημα αυτό είναι είτε διαγραφή των γραμμών που αφορούν στους κωδικούς αυτούς από το .csv αρχείο είτε συμπλήρωση των χαρακτηριστικών. Επιλέχθηκε η διαγραφή των κωδικών καθώς, αφενός δεν θα συμπεριλαμβάνονταν στη διαδικασία του slotting έτσι κι αλλιώς όντας μη ενεργοί και αφετέρου δεν είναι δυνατή η συμπλήρωση των δεδομένων που λείπουν με τρόπο τυχαίο.

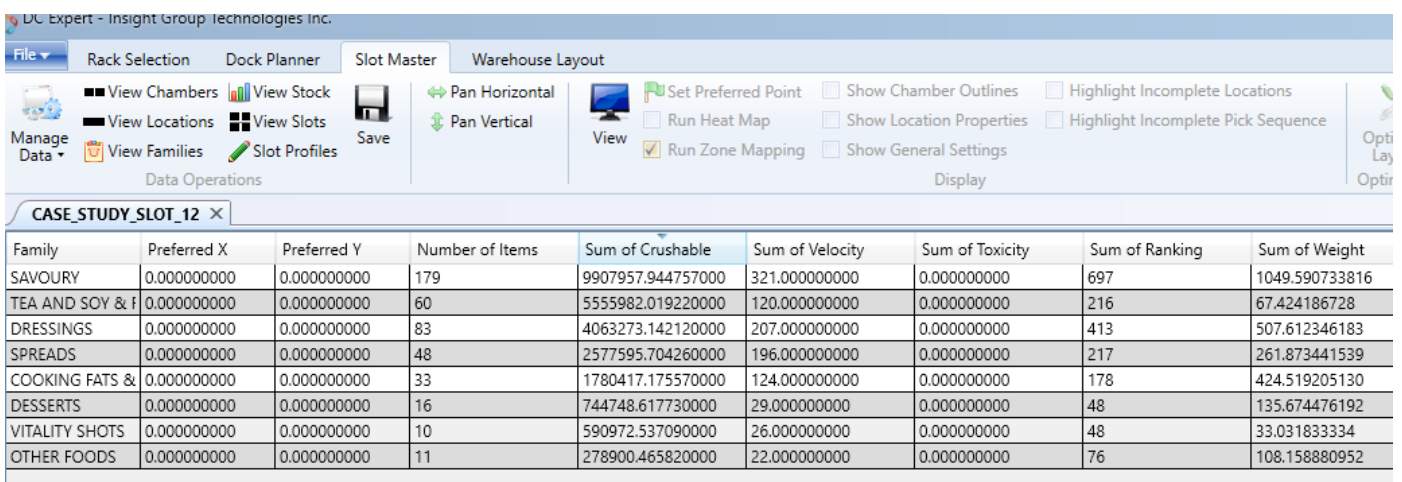
- Εφόσον το λογισμικό διαβάζει το αρχείο και δεν υπάρχει κάποιο πρόβλημα/παράλειψη στον τρόπο εισαγωγής των δεδομένων, εμφανίζει ένα παράθυρο όπου αναφέρει πως βρέθηκαν δεδομένα αποθέματος και ρωτάει τον χρήστη εάν επιθυμεί να τα εισάγει. Πατώντας «Yes» το DC Expert εμφανίζει επόμενο μήνυμα (Σχήμα 6.62) ενημερώνοντας τον χρήστη πως τα δεδομένα έχουν εισαχθεί επιτυχώς.



Σχήμα 6.62: Μηνύματα που εμφανίζει το λογισμικό εφόσον το αρχείο Stock πληροί τις προϋποθέσεις για εισαγωγή του στο λογισμικό.

Πλέον το λογισμικό ενεργοποιεί τις επιλογές «View Stock» και «View Families» (Σχήμα 6.59) καθεμία από τις οποίες ανοίγει στο περιβάλλον του DC Expert λίστες με τη μορφή υπολογιστικών φύλλων όπου κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε έναν κωδικό ή σε μία οικογένεια κωδικών αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί πως από τα χαρακτηριστικών των κωδικών τα «0» και «1» έχουν μεταφραστεί σε «False» και «True» αντίστοιχα στα χαρακτηριστικά που έχουν δυαδική είσοδο («boolean value»). Επιπλέον, στα προαιρετικά αριθμητικά χαρακτηριστικά που είχαν μείνει κενά, έχει συμπληρωθεί αυτόματα η τιμή «0». Κατά την προβολή των οικογενειών το λογισμικό παράγει και προβάλλει τις εξής πληροφορίες: αριθμό προϊόντων ανά οικογένεια, άθροισμα ευθραυστότητας, άθροισμα ταχυκινησίας, άθροισμα τοξικότητας, άθροισμα κατάταξης και άθροισμα βάρους. Οι πληροφορίες αυτές είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για την ανάλυση του μίγματος κωδικών που φιλοξενεί μία αποθήκη.

Ωστόσο, το γεγονός πως το λογισμικό παράγει αθροίσματα των παραπάνω χαρακτηριστικών και όχι μέσο όρο είναι πολύ πιθανό να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα για τα χαρακτηριστικά της εκάστοτε οικογένειας. Αυτό συμβαίνει γιατί το άθροισμα λόγω χάριν της ευθραυστότητας μίας οικογένειας εξαρτάται εκτός από τις τιμές ευθραυστότητας των προϊόντων της οικογένειας και από τον αριθμό των κωδικών που ανήκουν σε αυτή. Για το συγκεκριμένο case study είναι γνωστό πως τα πιο εύθραυστα προϊόντα ανήκουν στην οικογένεια «TEA AND SOY & FRUIT BEVERAGES», όμως πατώντας πάνω στη στήλη «Sum of Crushable» και ταξινομώντας τις οικογένειες από τη μεγαλύτερη προς τη μικρότερη ευθραυστότητα παρατηρούμε πως πρώτη είναι η κατηγορία «SAVOURY» (Σχήμα 6.63). Δηλαδή, παρόλο που οι κωδικοί που ανήκουν στην οικογένεια «TEA AND SOY & FRUIT BEVERAGES» έχουν μεγαλύτερες τιμές στη στήλη «Crushable», η οικογένεια «SAVOURY» έχει πολύ περισσότερα προϊόντα (179 έναντι 60) και έτσι το άθροισμα προκύπτει μεγαλύτερο, χωρίς αυτό να αντικατοπτρίζει την πραγματική εικόνα.



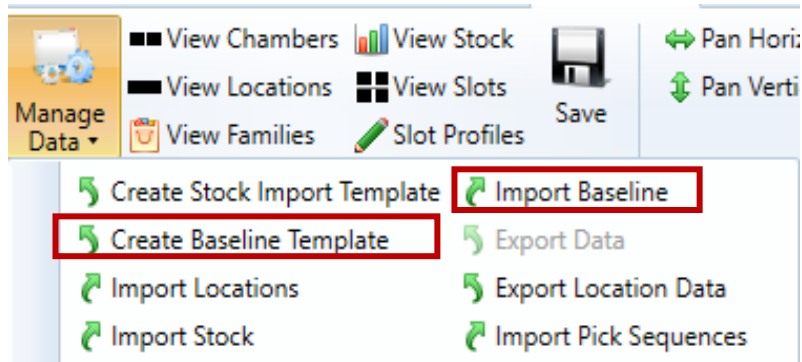
The screenshot shows the 'Warehouse Layout' tab in DC Expert. A table titled 'CASE\_STUDY\_SLOT\_12' displays the following data:

Family	Preferred X	Preferred Y	Number of Items	Sum of Crushable	Sum of Velocity	Sum of Toxicity	Sum of Ranking	Sum of Weight
SAVOURY	0.000000000	0.000000000	179	9907957.944757000	321.000000000	0.000000000	697	1049.590733816
TEA AND SOY & F	0.000000000	0.000000000	60	5555982.019220000	120.000000000	0.000000000	216	67.424186728
DRESSINGS	0.000000000	0.000000000	83	4063273.142120000	207.000000000	0.000000000	413	507.612346183
SPREADS	0.000000000	0.000000000	48	2577595.704260000	196.000000000	0.000000000	217	261.873441539
COOKING FATS &	0.000000000	0.000000000	33	1780417.175570000	124.000000000	0.000000000	178	424.519205130
DESSERTS	0.000000000	0.000000000	16	744748.617730000	29.000000000	0.000000000	48	135.674476192
VITALITY SHOTS	0.000000000	0.000000000	10	590972.537090000	26.000000000	0.000000000	48	33.031833334
OTHER FOODS	0.000000000	0.000000000	11	278900.465820000	22.000000000	0.000000000	76	108.158880952

**Σχήμα 6.63:** Πληροφορίες που εμφανίζει το λογισμικό μετά το πάτημα της επιλογής «View Families». Στο συγκεκριμένο στιγμιότυπο έχει ζητηθεί από το λογισμικό να ταξινομησει τις οικογένειες κατά φθίνουσα σειρά ευθραυστότητας.

Επισημαίνεται, πως μετά την εισαγωγή του αρχείου Stock μπορεί ήδη να γίνει βελτιστοποίηση (εικονίδιο «Optimize Layout»), ωστόσο το συγκεκριμένο case study αφορά ήδη υπάρχουσα αποθήκη οπότε όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 5.2 θα δημιουργηθούν τα δύο αρχεία που αποτυπώνουν την πρότερη κατάσταση (baseline) της αποθήκης. Εφόσον έχει πραγματοποιηθεί επιτυχώς η εισαγωγή των δεδομένων το επόμενο βήμα είναι να δημιουργηθούν τα αρχεία baseline αφού πλέον είναι διαθέσιμη η επιλογή «Create Baseline Template» (Σχήμα 6.64). Η επιλογή αυτή δημιουργεί ένα αρχείο με κατάληξη .smb1 και τα δύο αρχεία .csv που προαναφέρθηκαν προς συμπλήρωση (βλ. Κεφ. 6.2.5.2 για το αρχείο LocationMap και Κεφ. 6.2.5.3 για το αρχείο StockLocation).

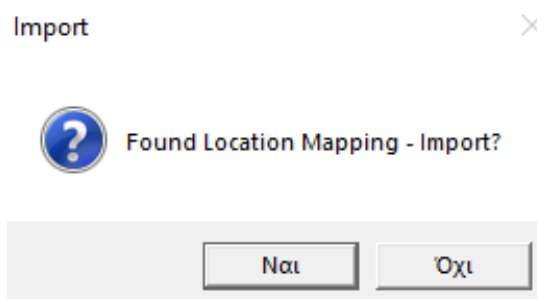
Αφού συμπληρωθούν τα αρχεία LocationMap και StockLocation μπορεί να γίνει η εισαγωγή του baseline στο λογισμικό με την επιλογή «Import Baseline» (Σχήμα 6.64).



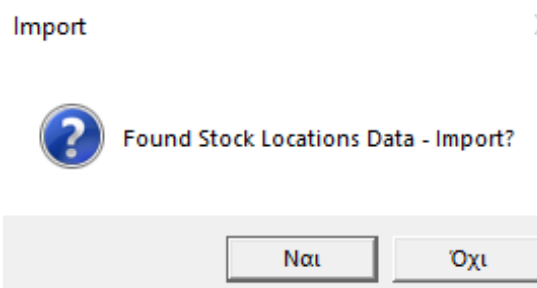
Σχήμα 6.64: Επιλογή «Create Baseline Template» για δημιουργία των αρχείων της κατάστασης αναφοράς και «Import Baseline» για εισαγωγή τους.

Ο χρήστης με την επιλογή αυτή καλείται να εισάγει μόνο ένα αρχείο με κατάληξη \*.smbf (Baseline Files) το οποίο είχε δημιουργηθεί μαζί με τα δύο αρχεία .csv. Το αρχείο αυτό εντοπίζει τα αρχεία .csv που έχουν το ίδιο όνομα με αυτό και τα κάνει import στο λογισμικό.

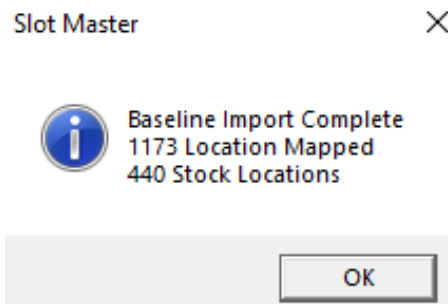
Μόλις το λογισμικό εντοπίσει το αρχείο LocationMap εμφανίζει το μήνυμα που φαίνεται στο σχήμα 6.65. Στη συνέχεια αφού γίνει η αντιστοίχιση των θέσεων του μοντέλου με αυτές τις πραγματικής αποθήκης το λογισμικό εντοπίζει και το αρχείο StockLocation και εμφανίζει το μήνυμα του σχήματος 6.66. Τέλος, μόλις ολοκληρωθεί η αντιστοίχιση των πληροφοριών του τελευταίου αρχείου, το λογισμικό εμφανίζει ένα παράθυρο που ενημερώνει τον χρήστη σχετικά με την ολοκλήρωση εισαγωγής της κατάστασης αναφοράς και αναφέρει τον αριθμό των παλετοθέσεων που χαρτογραφήθηκαν καθώς και τον αριθμό θέσεων αποθήκευσης του αποθέματος που αντιστοιχίστηκαν (Σχήμα 6.67).



Σχήμα 6.65: Παράθυρο που ενημερώνει τον χρήστη πως εντοπίστηκε το αρχείο «LocationMap» και μπορεί να εισαχθεί στο Slot Master.

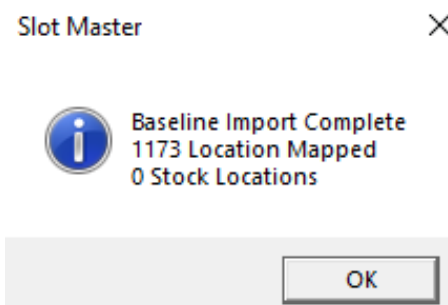


Σχήμα 6.66: Παράθυρο που ενημερώνει τον χρήστη πως εντοπίστηκε το αρχείο «StockLocation» και μπορεί να εισαχθεί στο Slot Master.



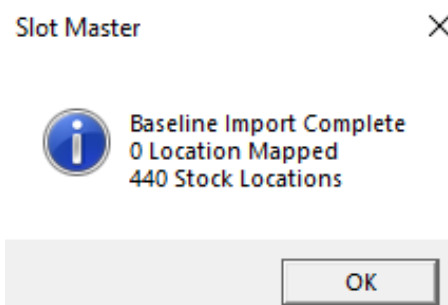
Σχήμα 6.67: Μήνυμα ολοκλήρωσης της διαδικασίας εισαγωγής του baseline.

Σημειώνεται πως το λογισμικό δεν το αναγνωρίζει ως baseline έγγραφο οποιοδήποτε .csv αρχείο δεν έχει το ίδιο όνομα με το αρχείο κατάληξης .smb1. Λόγου χάριν, εάν ο χρήστης μετονομάσει τα αρχεία ώστε μόνο το LocationMap να έχει ίδιο όνομα με το .smb1 τότε κατά το import baseline δεν προκύπτει κάποιο μήνυμα λάθους. Στο μήνυμα που εμφανίζει το λογισμικό (Σχήμα 6.68) για να δηλώσει την ολοκλήρωση της εισαγωγής της κατάστασης baseline αναφέρει πως έγινε η χαρτογράφηση των θέσεων αλλά όχι η εισαγωγή των θέσεων αποθήκευσης του αποθέματος.



Σχήμα 6.68: Μήνυμα ολοκλήρωσης της διαδικασίας εισαγωγής του baseline στην περίπτωση όπου μόνο το αρχείο «LocationMap» έχει ίδια ονομασία με το αρχείο κατάληξης .smb1.

Στην περίπτωση όπου γίνει το ανάποδο, δηλαδή εάν ο χρήστης μετονομάσει τα αρχεία ώστε μόνο το StockLocation να έχει ίδιο όνομα με το .smb1 τότε κατά το import baseline δεν προκύπτει κάποιο μήνυμα λάθους. Στο μήνυμα που εμφανίζει το λογισμικό για να δηλώσει την ολοκλήρωση της εισαγωγής της κατάστασης baseline αναφέρει πως έγινε η εισαγωγή των θέσεων αποθήκευσης του αποθέματος αλλά όχι η χαρτογράφηση των θέσεων.



Σχήμα 6.69: Μήνυμα ολοκλήρωσης της διαδικασίας εισαγωγής του baseline στην περίπτωση όπου μόνο το αρχείο «StockLocation» έχει ίδια ονομασία με το αρχείο κατάληξης .smb1.

Τα αντίστοιχα μηνύματα εμφανίζονται και στην περίπτωση που ένα εκ των δύο αρχείων είναι ανοιχτό στον υπολογιστή τη στιγμή της εισαγωγής. Μετά από την εισαγωγή του baseline ο χρήστης μπορεί να ξεκινήσει τη βελτιστοποίηση του slotting.

### 6.2.5.1 Αρχείο με τα χαρακτηριστικά του αποθέματος (Stock)

Στην υπο-ενότητα αυτή θα καταγραφούν τα διαθέσιμα δεδομένα για τον εκάστοτε κωδικό προϊόντος, η μορφή των διαθέσιμων δεδομένων καθώς και η επεξεργασία που υπέστησαν προκειμένου να προσαρμοσθούν στην μορφή με την οποία τα θέλει το λογισμικό.

Σημειώνεται πως για κάποια από τα χαρακτηριστικά όπως λ.χ. η ταχυκινήσια του προϊόντος, ευθραυστότητα κλπ. υπάρχουν μεν τα αριθμητικά δεδομένα των πωλήσεων ή της αντοχής σε πίεση αλλά και μία κατηγοριοποίηση των κωδικών σε κλάσεις ταχυκινήσιας, ευθραυστότητας κλπ. βάσει των τιμών αυτών. Στις εκάστοτε στήλες των χαρακτηριστικών όπου συμβαίνει αυτή η συνύπαρξη αριθμητικών δεδομένων και κλάσεων θα τοποθετηθούν οι αριθμητικές τιμές των κλάσεων στις οποίες ανήκουν οι κωδικοί.

Καθώς είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την ανάλυση να ληφθούν αποτελέσματα για το πως προσεγγίζει το πλάνο slotting το λογισμικό ανάλογα με τις τιμές κάποιων στηλών του αρχείου Stock θα δημιουργηθούν σύνολο τέσσερα διαφορετικά αρχεία (Stock\_01, Stock\_02, Stock\_03 και Stock\_04). Για τα χαρακτηριστικά των οποίων οι τιμές διαφέρουν στα τέσσερα αυτά αρχεία θα δηλώνεται παρακάτω σε ποια αρχεία μπαίνει ποια τιμή. Επίσης, στο τέλος του κεφαλαίου θα υπάρχει συγκεντρωτικός πίνακας με τις διαφορές των τεσσάρων αρχείων Stock.

- Item (Υ)  
Ο χαρακτηριστικός και μοναδικός κωδικός για το εκάστοτε προϊόν υπήρχε αυτούσιος στα διαθέσιμα δεδομένα με τίτλο «Material».
- Supplier\_Code (Π)  
Δεν υπάρχουν δεδομένα.
- Supplier (Π)  
Δεν υπάρχουν δεδομένα.
- Pre\_Process (Π)  
Η στήλη αυτή δεν εμφανίστηκε κατά τη δημιουργία του αρχείου Stock.
- Description (Π)  
Η περιγραφή για τον εκάστοτε κωδικό προϊόντος υπήρχε αυτούσια στα διαθέσιμα δεδομένα.
- Prod\_Fam (Π)  
Η προϊόντική κατηγορία κάθε κωδικού υπήρχε αυτούσια ως δεδομένο με τον τίτλο «category». Σημειώνεται πως δεν υπάρχει διακριτικός κωδικός για κάθε κατηγορία παρά μόνο ο τίτλος της. Οι οικογένειες προϊόντων για το συγκεκριμένο case study είναι οι εξής: Αλοιφές (SPREADS), Προϊόντα ζωτικότητας (VITALITY SHOTS), Αλμυρά είδη (SAVOURY), Σάλτσες (DRESSINGS), Επιδόρπια (DESSERTS), Άλλα φαγητά (OTHER FOODS), Ροφήματα τσαγιού, σόγιας και φρούτων (TEA AND SOY & FRUIT BEVERAGES) και Μαγειρικά λίπη και λάδια (COOKING FATS & OILS).
- Family\_Ranking (Π)  
Δεν υπάρχουν δεδομένα.



- Velocity (Υ)

Για αυτό το πεδίο υπάρχουν τα εξής δεδομένα: οι πωλήσεις ενός κωδικού σε κιβώτια για διάστημα οκτώ εβδομάδων από τις οποίες προκύπτουν οι πωλήσεις σε κιβώτια ανά εβδομάδα διαιρώντας το δεδομένο με τον αριθμό 8. Επιπλέον υπάρχει το δεδομένο των πωλήσεων των παλετών ανά εβδομάδα που προκύπτει διαιρώντας τις πωλήσεις σε κιβώτια ανά εβδομάδα με τον αριθμό κιβωτίων ανά παλέτα. Τέλος, υπάρχει και το δεδομένο «ταχυκινησία» όπου αποτελεί ταξινόμηση των κωδικών σε οκτώ κατηγορίες ταχυκινησίας (V1-V8) σύμφωνα με τις πωλήσεις παλετών ανά εβδομάδα.

Από τα τρία δεδομένα που είναι διαθέσιμα για τον κάθε κωδικό, για το χαρακτηριστικό velocity θα χρησιμοποιηθεί η κατηγορία/κλάση ταχυκινησίας. Ως προϊόντα μεγαλύτερης κλάσης έχουν χαρακτηριστεί αυτά με τις περισσότερες πωλήσεις ανά εβδομάδα (βλ. παρακάτω πίνακα), γεγονός που ταυτίζεται με τη λογική του λογισμικού, σύμφωνα με την οποία μεγαλύτερος αριθμός στην στήλη velocity σημαίνει περισσότερο ταχυκίνητος κωδικός. Κατ' επέκταση στη στήλη velocity του αρχείου Stock θα περαστεί η κατηγορία κάθε κωδικού όπως υπάρχει στα ήδη διαθέσιμα δεδομένα και θα αφαιρεθεί το γράμμα «V» προκειμένου τα δεδομένα να είναι αριθμητικά όπως απαιτείται από το λογισμικό.

**Πίνακας 6.VI: : Χωρισμός των προϊόντων σε κλάσεις ταχυκινησίας με βάση τις πωλήσεις παλετών ανά εβδομάδα και εύρος αριθμητικών τιμών της εκάστοτε κλάσης.**

ΚΛΑΣΕΙΣ ΤΑΧΥΚΙΝΗΣΙΑΣ (ΠΑΛ/ΕΒΔ)		
V1	0	1
V2	1,1	2,5
V3	2,6	5
V4	5,1	10
V5	10,1	25
V6	25,1	50
V7	50,1	100
V8	100,1	500

- BOH (Υ)

Stock\_01 και Stock\_02: στη στήλη αυτή θα τοποθετηθούν αριθμητικά δεδομένα που αντιστοιχούν σε απόθεμα μίας παλέτας. Εφόσον στα αρχεία αυτά έχει ορισθεί picking κιβωτίων και το απόθεμα θα εισαχθεί με μονάδα μέτρησης τα κιβώτια. Άρα, για κάθε κωδικό θα τοποθετηθεί ο αριθμός των κιβωτίων ανά παλέτα.

Stock\_03 και Stock\_04: στη στήλη αυτή θα τοποθετηθούν αριθμητικά δεδομένα που αντιστοιχούν σε απόθεμα μίας παλέτας. Εφόσον στα αρχεία αυτά έχει ορισθεί picking παλέτας και το απόθεμα θα εισαχθεί με μονάδα μέτρησης τις παλέτες. Άρα, για κάθε κωδικό θα τοποθετηθεί η τιμή «1» στη στήλη BOH.

- BOH\_Percent\_In\_Pface (Υ)

Εφόσον επιθυμείται να δοκιμασθεί το λογισμικό για απόθεμα ίσο με μία παλέτα για όλους τους κωδικούς, θα εισαχθεί σε όλες τις γραμμές η τιμή 1 (=100%) στη συγκεκριμένη στήλη. Η τιμή «1» σημαίνει πως ο χρήστης επιθυμεί να τοποθετηθεί όλο το απόθεμα που έχει καταγραφεί στη στήλη «BOH» σε θέση picking κατά την ανάθεση κωδικών σε παλετοθέσεις.

- Min\_In\_Pface (Υ)

Stock\_01 & Stock\_03: Για όλους τους κωδικούς θα εισαχθεί η τιμή «1» καθώς είναι επιθυμητό να υπάρχει ένα τουλάχιστον κιβώτιο/παλέτα από τον κάθε κωδικό σε θέση συλλογής.

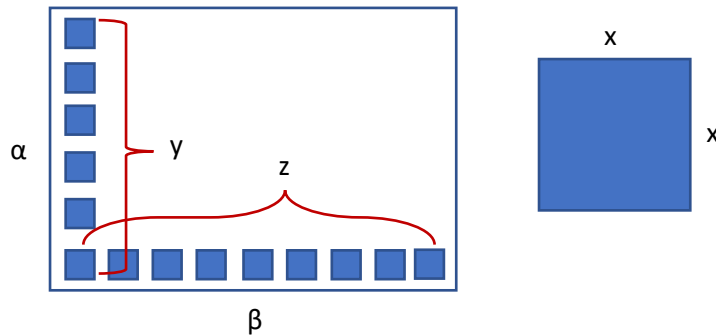
Stock\_02 & Stock\_04: Για τα σενάρια όπου θα επιλεγθεί η παράμετρος «Use BOH Slotting Constraints» η τιμή της στήλης αυτής θα είναι ίση με το «0»

- Max\_In\_Pface (Y)  
Stock\_01 & Stock\_03: Για όλους τους κωδικούς θα εισαχθεί η τιμή «99999» καθώς δεν υπάρχουν περιορισμοί όσον αφορά στον αριθμό pickfaces που μπορεί να δεσμεύσει ένας κωδικός.  
Stock\_02 & Stock\_04: Για τα σενάρια όπου θα επιλεγθεί η παράμετρος «Use BOH Slotting Constraints» η τιμή της στήλης αυτής θα είναι ίση με το «0»
- Pickface\_Slots (Y)  
Δεν υπάρχει κάποιο σχετικό δεδομένο. Για τον λόγο αυτό, θα τοποθετηθεί παντού η τιμή «1» κατόπιν σχετικής υπόδειξης από την εταιρία διάθεσης του λογισμικού. Η τιμή «1» δεν αποτελεί σκληρό περιορισμό για το λογισμικό και θα αγνοηθεί στην περίπτωση όπου επιλεγθεί το «Use BOH Slotting Constraints» ή το «Use Min/Max Slotting Constraints» στο Slot Master Wizard.
- Pickface\_Cubefill\_Percent (Y)  
Θα τοποθετηθεί παντού η τιμή «1» (=100%) καθώς επιθυμείται η μέγιστη πληρότητα των παλετοθέσεων.
- Units\_Master\_Case (Π)  
Δεν υπάρχουν δεδομένα.
- M\_Case\_Break (Π)  
Το δεδομένο αυτό δεν χρησιμοποιείται. Κατόπιν υπόδειξης από την εταιρία διάθεσης του λογισμικού η στήλη αυτή παραμένει κενή.
- M\_Case\_Height (Y)  
Στα δεδομένα (στήλη «Ύψος ΜΕ ΞΥΛΟ») δίνεται για κάθε κωδικό προϊόντος το συνολικό ύψος της παλέτας μαζί με τα κιβώτια. Γνωρίζοντας το ύψος του ξύλου της παλέτας (P\_Height) καθώς και τον αριθμό των κιβωτίων καθ' ύψος στην παλέτα ο οποίος ισούται με τον αριθμό των στρώσεων των κιβωτίων (Layers\_Pallet) προκύπτει το ύψος του εκάστοτε κιβωτίου ως εξής:

$$\text{Ύψος κιβωτίου} = \frac{\text{Ύψος παλέτας ΜΕ ΞΥΛΟ} - \text{Ύψος ξύλου παλέτας}}{\text{Αριθμός στρώσεων κιβωτίων}} \quad (6.α)$$

- M\_Case\_Length (Y)
- M\_Case\_Width (Y)

Θεωρούμε πως τα κιβώτια είναι τετράγωνα, δηλαδή έχουν ίδιο μήκος και πλάτος  $m\_case\_length = m\_case\_width = x$ . Θεωρούμε δύο επιπλέον αγνώστους  $y$  και  $z$  που αντιστοιχούν στον αριθμό των κιβωτίων μίας στρώσης της παλέτας κατά πλάτος και κατά μήκος αντίστοιχα. Σημειώνεται πως εφόσον οι παλέτες είναι γνωστό πως δεν είναι τετράγωνα δεν μπορεί να ισχύσει πως  $z = y$ . Τα δεδομένα του προβλήματος είναι το πλάτος της παλέτας (έστω  $\alpha$ ), το μήκος της παλέτας (έστω  $\beta$ ) και ο αριθμός των κιβωτίων ανά στρώση (έστω  $\gamma$ ) (Σχήμα 6.70).



Σχήμα 6.70: Σχηματική απεικόνιση των μεγεθών  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $\alpha$  και  $\beta$  που θα χρησιμοποιηθούν στις παρακάτω εξισώσεις.

Τα δεδομένα αυτά είναι διαφορετικά για κάθε κωδικό και το σύστημα που προκύπτει διέπεται από τις εξής τρεις εξισώσεις:

$$y * z = \gamma \text{ (6.β)}, \frac{\alpha}{x} = y \text{ (6.γ)} \text{ και } \frac{\beta}{x} = z \text{ (6.δ)} \text{ και τους εξής περιορισμούς:}$$

$x, y, z > 0$  και  $y, z =$  ακέραιοι αριθμοί

Το σύστημα λύνεται ως εξής:

$$(6.γ) \text{ \& } (6.δ) \rightarrow \frac{\alpha}{y} = \frac{\beta}{z} \rightarrow y = \frac{\alpha}{\beta} * z \text{ (6.ε)}$$

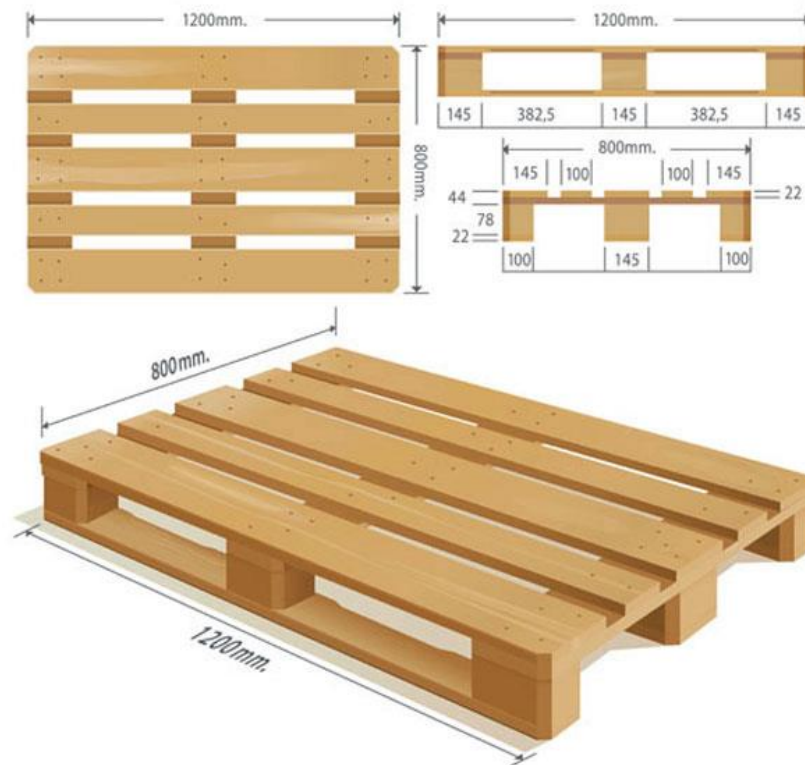
$$(6.β) \xrightarrow{(6.ε)} \frac{\alpha}{\beta} * z * z = \gamma \rightarrow z = \sqrt{\frac{\gamma * \beta}{\alpha}} \text{ (6.στ)}$$

$$(6.δ) \xrightarrow{(6.στ)} \frac{\beta}{x} = \sqrt{\frac{\gamma * \beta}{\alpha}} \rightarrow x = \frac{\beta}{\sqrt{\frac{\gamma * \beta}{\alpha}}} \text{ (6.ζ)}$$

Καθώς τα  $z$  και  $y$  πρέπει να είναι ακέραιοι αριθμοί θα χρησιμοποιηθεί η συνάρτηση ROUNDDOWN (αριθμός;0) στο Microsoft Excel. Στην περίπτωση όπου θεωρήσουμε πως τα κιβώτια είναι ορθογώνια, δηλαδή έχουν  $m\_case\_length \neq m\_case\_width$  τότε το σύστημα δεν μπορεί να λυθεί καθώς υπάρχουν τέσσερις αγνώστοι και τρεις εξισώσεις.

- P\_Height (Y)

Μετά από σχετική αναζήτηση προέκυψε πως οι ευρωπαϊκές (EURO Pallets) με διαστάσεις 800x1200mm έχουν ύψος ξύλου 144mm (Σχήμα 6.71).



Σχήμα 6.71: Διαστάσεις ευρωπαϊκής παλέτας 80x120. (mertzanidis stores, 2021)

- P\_Width (Y)

Το στοιχείο αυτό δίνεται στην στήλη «Width» των υπαρχόντων δεδομένων σε χιλιοστά (mm). Καθώς όλες οι διαστάσεις πρέπει να δοθούν σε εκατοστά (cm) τα δεδομένα θα διαιρεθούν με το 10. Για τη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης σχεδόν όλες οι παλέτες έχουν πλάτος 80cm.
- P\_Length (Y)

Το στοιχείο αυτό δίνεται στην στήλη «Length» των υπαρχόντων δεδομένων σε χιλιοστά (mm). Καθώς όλες οι διαστάσεις πρέπει να δοθούν σε εκατοστά (cm) τα δεδομένα θα διαιρεθούν με το 10. Για τη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης σχεδόν όλες οι παλέτες έχουν πλάτος 120cm.
- Active (Y)

Το δεδομένο αυτό υπάρχει αυτούσιο από τα δεδομένα με τίτλο «LIVE/DEAD». Οι κωδικοί που δεν έχουν την τιμή «DEAD» στην αντίστοιχη στήλη θεωρείται πως είναι ενεργοί και τοποθετείται η τιμή «1». Όπου στα δεδομένα αναγράφεται η τιμή «DEAD» τα προϊόντα δεν είναι ενεργά και τοποθετείται η τιμή «0».
- Floor\_Stack (Y)

Δεν υπάρχουν σχετικά δεδομένα. Το πεδίο αυτό αρχικά παρέμεινε κενό κατόπιν σχετικής υπόδειξης από την εταιρία διάθεσης του λογισμικού. Ωστόσο, επειδή είναι υποχρεωτικό δεδομένο, στην προσπάθεια εισαγωγής του αρχείου Stock το λογισμικό εμφάνισε το

μήνυμα του σχήματος 6.61. Για τον λόγο αυτό εν τέλει στη στήλη αυτή τοποθετήθηκε η τιμή «0» για όλους τους κωδικούς.

- Decantable (Y)  
Δεν υπάρχουν σχετικά δεδομένα. Στο πεδίο αυτό θα τοποθετηθεί η τιμή «0» κατόπιν σχετικής υπόδειξης από την εταιρία διάθεσης του λογισμικού.
- Toteable (Y)  
Δεν υπάρχουν σχετικά δεδομένα. Στο πεδίο αυτό θα τοποθετηθεί η τιμή «0» κατόπιν σχετικής υπόδειξης από την εταιρία διάθεσης του λογισμικού.
- Special (Y)  
Δεν υπάρχουν σχετικά δεδομένα. Στο πεδίο αυτό θα τοποθετηθεί η τιμή «0» κατόπιν σχετικής υπόδειξης από την εταιρία διάθεσης του λογισμικού.
- Stack\_Height (Y)  
Δεν υπάρχουν σχετικά δεδομένα. Στο πεδίο αυτό θα τοποθετηθεί η τιμή «1» κατόπιν σχετικής υπόδειξης από την εταιρία διάθεσης του λογισμικού.
- Crushable (Y)  
Στο πεδίο αυτό θα τοποθετηθεί ένας αριθμός που αντιστοιχεί στην κατηγορία ευθραυστότητας του εκάστοτε κωδικού που υπάρχει ήδη στα δεδομένα. Ωστόσο, στα δεδομένα οι μικρότεροι αριθμοί αντιστοιχούν σε πιο εύθραυστα προϊόντα καθώς ο χωρισμός κλάσεων έχει γίνει με βάση το ειδικό βάρος (μικρότερο ειδικό βάρος ισοδυναμεί με μεγαλύτερη ευθραυστότητα) ενώ το λογισμικό μεταφράζει τους μεγαλύτερους αριθμούς σε μεγαλύτερη ευθραυστότητα προϊόντος. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να γίνει ανάποδη τοποθέτηση των αριθμών προκειμένου να συμβαδίζουν με το λογισμικό. Έτσι, στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6.VII), στην πρώτη στήλη βλέπουμε τον αρχικό χωρισμό των κλάσεων και στη δεύτερη την ανάποδη αρίθμηση που θα εισαχθεί στο λογισμικό. Καθώς το λογισμικό απαιτεί αριθμητικά και όχι αλφαριθμητικά δεδομένα στο .csv αρχείο θα περαστεί ο αριθμός της εκάστοτε κλάσης χωρίς το «W».

**Πίνακας 6.VII: Χωρισμός των προϊόντων σε κλάσεις ευθραυστότητας με βάση το ειδικό βάρος, αντιστροφή του αριθμού των κλάσεων και εύρος αριθμητικών τιμών της εκάστοτε κλάσης.**

ΚΛΑΣΕΙΣ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ kg/m <sup>3</sup>			
W1	→	W5	0
W2	→	W4	131
W3		W3	251
W4	→	W2	501
W5	→	W1	751

- Cases\_Layer (Y)  
Το δεδομένο αυτό υπάρχει αυτούσιο στα υπάρχοντα δεδομένα με την ονομασία «Κιβώτια/Layer».
- Layers\_Pallet (Y)  
Το δεδομένο αυτό υπάρχει αυτούσιο στα υπάρχοντα δεδομένα με την ονομασία «layers».

- **Toxicity (Υ)**  
Δεν υπάρχουν σχετικά δεδομένα. Θα τοποθετηθεί παντού η τιμή «0» προκειμένου το πεδίο αυτό να μην επηρεάσει την ανάθεση κωδικών σε θέσεις αποθήκευσης.
- **M\_Case\_Weight (Υ)**  
Στα δεδομένα υπάρχει τόσο το μικτό βάρος του εκάστοτε κιβωτίου σε κιλά όσο και το καθαρό βάρος του κιβωτίου («Net weight») σε κιλά. Αφού δεν το διευκρινίζει το εγχειρίδιο χρήσης το βάρος που θα τοποθετηθεί στο πεδίο αυτό είναι το μικτό βάρος του κιβωτίου.
- **Item\_Ranking (Π)**  
Δεν εφαρμόζεται σύστημα προτεραιοποίησης προϊόντων στο συγκεκριμένο Κέντρο Διανομής και Αποθήκευσης. Ωστόσο η στήλη «Ranking» θα αξιοποιηθεί για να εισαχθεί ένα άλλο σημαντικό δεδομένο για την συγκεκριμένη αποθήκη και τα προϊόντα της που είναι το είδος συσκευασίας. Ειδικότερα τα είδη συσκευασίας που υπάρχουν στην αποθήκη είναι τα εξής: πουγκί («pouch»), τσάντα («bag»), κουβάς («bucket»), κουτί («box»), πλαστική («plastic»), γυάλινη («glass») και μεταλλική συσκευασία («metal»). Ο λόγος για τον οποίο είναι σημαντικό αυτό το στοιχείο είναι διότι όσο αυξάνεται ο αριθμός της κωδικοποίησης της συσκευασίας τόσο αυξάνεται η ικανότητα της συσκευασίας να φιλοξενήσει άλλες συσκευασίες από πάνω της. Δηλαδή, ένα πουγκί ή ένα σακί δεν έχουν σταθερό σχήμα και κατ' επέκταση εάν τοποθετηθεί μία άλλη συσκευασία (λ.χ. γυάλινη) από πάνω τους είναι επίφοβο να μην μπορέσει να στηριχθεί και να πέσει. Αντίθετα, μία πλαστική ή μία μεταλλική συσκευασία είναι πολύ πιο αξιόπιστες ως προς το ότι υπάρχει η δυνατότητα να τοποθετηθούν συσκευασίες από πάνω τους. Άρα, μεγάλη τιμή στο Ranking ισοδυναμεί με καλύτερη στοίβαξη συσκευασίας.  
Κατ' επέκταση στη στήλη Item\_Ranking του αρχείου Stock θα περαστεί η κατηγορία συσκευασίας κάθε κωδικού όπως υπάρχει στα ήδη διαθέσιμα δεδομένα και θα αφαιρεθεί το γράμμα «S» προκειμένου τα δεδομένα να είναι αριθμητικά όπως απαιτείται από το λογισμικό.

**Πίνακας 6.VIII: Κωδικός που αντιστοιχεί στο εκάστοτε είδος συσκευασίας. Τα νούμερα των παρακάτω κωδικών θα εισαχθούν στη στήλη «Ranking».**

Packaging	
S1	pouch
S2	bag
S3	bucket
S4	box
S5	plastic
S6	glass
S7	metal

- **Case\_Pick (Υ)**  
Με βάση κάποια σενάρια διαπιστώθηκε πως υπάρχει περίπτωση το λογισμικό να αντιμετωπίζει διαφορετικά των κωδικούς για τους οποίους το picking γίνεται σε επίπεδο κιβωτίων σε σύγκριση με την περίπτωση που το picking γίνεται σε επίπεδο παλέτας. Ειδικότερα, μετά από τρεξίματα των σεναρίων της ομάδας Run1-12012022 κατέστη σαφές πως όταν για έναν κωδικό δηλώνεται συλλογή κιβωτίων τότε το λογισμικό δεν

προσπαθεί να τοποθετήσει ποσότητα μίας παλέτας στις παλετοθέσεις και αντίθετα πραγματοποιεί slotting κιβωτίων. Έτσι, αποφασίστηκε να τρέξουν δύο ομάδες σεναρίων slotting με τη μία ομάδα να έχει ως δεδομένο το picking κιβωτίων και την άλλη το picking παλετών.

Stock\_01 & Stock\_02: Θα μπει σε όλους τους κωδικούς η τιμή «1» που αντιστοιχεί σε picking τεμαχίου.

Stock\_03 & Stock\_04: Στην στήλη αυτή θα μπει η τιμή «0» που αντιστοιχεί σε picking παλέτας.

Ωστόσο σημειώνεται πως στην πραγματική αποθήκη γίνεται picking κιβωτίων και ανάθεση ανά παλέτες. Το συμπέρασμα πως για όλους τους κωδικούς έχουμε picking κιβωτίων συνάδει και με το γεγονός πως στην εικόνα του αποθέματος τα εναπομείναντα τεμάχια δεν είναι άρτια πολλαπλάσια με τον αριθμό τεμαχίων ανά παλέτα

- Preferred\_Zone\_Id (Y)

Στα δοθέντα δεδομένα υπάρχει μία στήλη με τίτλο «Τύπος Αποθήκευσης» όπου δίνεται την πληροφορία σχετικά με το εάν ο κωδικός αποθηκεύεται με τα κατεψυγμένα («chilled») ή με τα ξηρής αποθήκευσης («ambient»), μία με τίτλο «Κατηγορία πελατών», όπου καταγράφεται ένα ο κωδικός προορίζεται για λιανικό εμπόριο («retail») ή για χονδρική πώληση («Food Service») και μία με τίτλο «OILS». Στην τελευταία στήλη καταγράφεται σε ποια ζώνη picking τοποθετείται ο εκάστοτε κωδικός μεταξύ της ζώνης των κατεψυγμένων («Picking Area Chilled»), των ξηρής αποθήκευσης («Picking Area Ambient») και των εύφλεκτων ξηρής αποθήκευσης («Picking Area Oil»). Εφόσον στην μοντελοποίηση της αποθήκης έχουν δημιουργηθεί οι εξής τέσσερις ζώνες: Chilled, Ambient, FS-Ambient και Ambient-Oils θα αξιοποιηθεί η στήλη των δεδομένων «OILS» σε συνδυασμό με την στήλη «Κατηγορία Πελατών». Σημειώνεται πως στη στήλη αυτή θα πρέπει να τοποθετηθεί ο κωδικός της εκάστοτε ζώνης (αριθμός), όπως αυτός έχει προκύψει από το λογισμικό και όχι η περιγραφή της. Έτσι, ο κωδικός για την κάθε ζώνη όπως έχει προκύψει από το λογισμικό είναι ο εξής:

- Κατεψυγμένα (Chilled): 1
- Ξηρής Αποθήκευσης (Ambient): 2
- Ξηρής Αποθήκευσης προορισμένα για χονδρική (FS-Ambient): 3
- Εύφλεκτα – Ξηρής Αποθήκευσης (Ambient-Oils): 4

Επιπλέον σε κάθε γραμμή μπορεί να τοποθετηθεί μόνο μία τιμή και όχι για παράδειγμα δύο τιμές με τη μορφή διανύσματος (λ.χ. 1;2).

- Location\_ID (Π)

Πρόκειται για πληροφορία που υπάρχει αυτούσια στα δεδομένα.

- Selected (Y)

Θα τοποθετηθεί η τιμή «1» για τους ενεργούς κωδικούς και η τιμή «0» για τους ανενεργούς κωδικούς.

- Note (Π)

Δεν υπάρχουν σχετικά δεδομένα.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι διαφορές μεταξύ των αρχείων χαρακτηριστικών του αποθέματος:

Πίνακας 6.IX: Διαφορές μεταξύ των αρχείων Stock\_01, Stock\_02, Stock\_03 και Stock\_04.

Stock	ΒΟΗ	Min_in_Pface	Max_in_Pface	Case_Pick
01	ποσότητα μίας παλέτας σε κιβώτια	1	99999	1
02	ποσότητα μίας παλέτας σε κιβώτια	0	0	1
03	ποσότητα μίας παλέτας σε παλέτες	1	99999	0
04	ποσότητα μίας παλέτας σε παλέτες	0	0	0

### 6.2.5.2 Αρχείο LocationMap

Πρόκειται για αρχείο .csv μέσω του οποίου θα γίνει αντιστοίχιση των πραγματικών παλετοθέσεων της αποθήκης και των παλετοθέσεων του λογισμικού, πρόκειται δηλαδή για αντιστοιχία των δύο συστημάτων κωδικοποίησης. Οι στήλες που έχει συμπληρώσει μόνο του το λογισμικό με βάση το δεδομένο μοντέλο αποθήκης είναι οι εξής:

- Chamber  
Το μοντέλο της αποθήκης έχει δημιουργηθεί με 10 διαφορετικά chambers. Κατ' επέκταση στη στήλη Chamber υπάρχουν οι αριθμοί 1 έως 10. Παρατηρούμε πως παρά το γεγονός πως έχει γίνει ομαδοποίησή τους σε τρία chambers το λογισμικό στη δημιουργία των αρχείων .csv δεν χρησιμοποιεί τους κωδικούς των τριών ομαδοποιημένων chambers.
- Aisle  
Το μοντέλο της αποθήκης έχει ως μέγιστο αριθμό διαδρόμων σε ένα chamber τους 4 διαδρόμους. Σημειώνεται πως εδώ λαμβάνονται υπόψη οι διάδρομοι όπως έχουν ορισθεί στα ομαδοποιημένα chambers.
- Location  
Κωδικός θέσης όπως τον έχει ορίσει μόνο του το λογισμικό.
- Bay  
Το μοντέλο της αποθήκης έχει φατνώματα που αποτελούνται από ένα διαμέρισμα (bay). Κατ' επέκταση για όλες τις καταχωρήσεις του αρχείου .csv η στήλη αυτή έχει την τιμή «1».
- Layer  
Στο μοντέλο της αποθήκης το διαμέρισμα της θέσης δεν χωρίζεται σε επιμέρους επίπεδα (layers). Κατ' επέκταση για όλες τις καταχωρήσεις του αρχείου .csv η στήλη Layer έχει την τιμή «1».
- Slot  
Στο μοντέλο της αποθήκης κάθε bay χωρίζεται σε 3 παλετοθέσεις (slots). Κατ' επέκταση η στήλη αυτή έχει ως τιμές τους αριθμούς «1», «2» ή «3».
- ZoneID  
Στην αποθήκη έχουν ορισθεί τέσσερις διαφορετικές ζώνες όπως περιεγράφηκε και στο Κεφάλαιο 6.2.3 (βλ. Σχήμα 6.53), κατ' επέκταση η στήλη αυτή έχει ως τιμές τους αριθμούς «1», «2», «3» ή «4».

Στη συνέχεια, οι εναπομένουσες στήλες που καλείται να συμπληρώσει ο χρήστης για τη συγκεκριμένη αποθήκη θα συμπληρωθούν ως εξής:

- Description



Στη στήλη αυτή θα συμπληρωθούν μόνο οι περιγραφές «SPOT» και «Disabled». Η πρώτη περιγραφή θα καταχωρείται στις θέσεις που πρέπει να παραμείνουν κενές για να τοποθετηθούν σε αυτές κωδικοί που βρίσκονται σε προσφορά, ενώ η δεύτερη στις θέσεις που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν λόγω ύπαρξης κολώνας ή άλλου εμποδίου. Η προσθήκη αυτών των περιγραφών θα φανεί ιδιαίτερα βοηθητική παρακάτω στη λειτουργία Slot Master Wizard όπου οι θέσεις αυτές θα πρέπει να εξαιρεθούν από το slotting.

- BayLocation

Πρόκειται για τον αριθμό του διαμερίσματος όπως αυτό έχει συμπληρωθεί από το λογισμικό στην στήλη «Bay». Δηλαδή θα μπει παντού η τιμή «1».

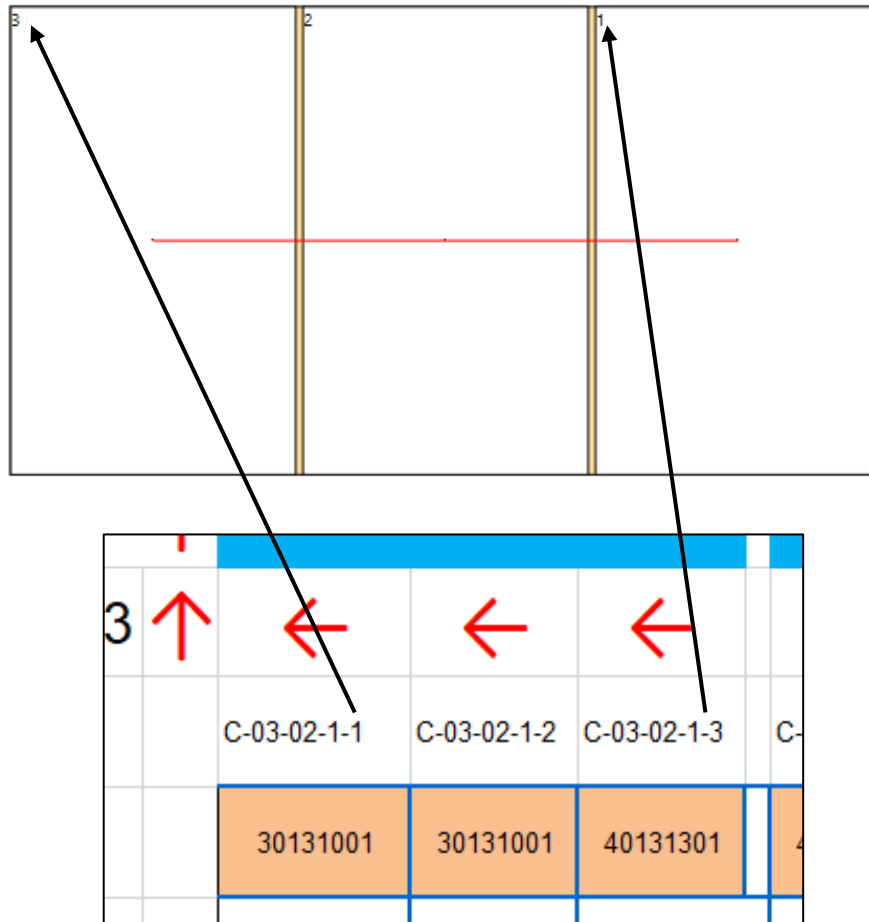
- SubBayCoordinates

Ο τρόπος συμπλήρωσης είναι με βάση τις τιμές των τριών στηλών Bay, Layer και Slot. Με βάση το υπάρχον μοντέλο αποθήκης στη στήλη αυτή θα τοποθετηθεί κάθε φορά μία από τις τρεις τιμές: «001001001», «001001002» και «001001003».

- LocationID

Κωδικός θέσης της υφιστάμενης αποθήκης. Προκειμένου να γίνει η αντιστοιχία θα τοποθετηθεί φίλτρο επιλογής στη στήλη «Location» και θα επιλέγεται κάθε φορά ένα φάτνωμα. Για κάθε κωδικό φανώματος υπάρχουν τρεις καταχωρήσεις στο αρχείο, μία για κάθε slot. Τα βήματα για να γίνει η αντιστοίχιση είναι τα εξής:

1. Με βάση το αρχείο .csv γίνεται εντοπισμός του chamber και του διαδρόμου όπου βρίσκεται η θέση στο λογισμικό.
2. Έχοντας ανοιχτές τις πληροφορίες θέσης («Show Location Properties») γίνεται ο εντοπισμός του φανώματος και στη συνέχεια η αντιστοίχισή του με το φάτνωμα του πραγματικού μοντέλου.
3. Η αντιστοίχιση των slots γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τη φορά picking sequence που έχει ορισθεί για το κάθε φάτνωμα. Ειδικότερα, στην πραγματική αποθήκη όλες οι θέσεις έχουν ένα μοναδικό κωδικό για το εκάστοτε φάτνωμα και την κατάληξη 1, 2 ή 3 με φορά αριστερά προς τα δεξιά για κάθε παλετοθέση του φανώματος. Αντίθετα, στο λογισμικό έχουν δημιουργηθεί διαφορετικά picking profiles ανάλογα με το εάν η συλλογή γίνεται από αριστερά προς τα δεξιά ή το ανάποδο. Έτσι, σε μία θέση όπου γίνεται picking δεξιά προς τα αριστερά οι αριθμοί των slots έχουν αποδοθεί με αυτόν τον τρόπο στο λογισμικό (Σχήμα 6.72) αντίθετα από τον τρόπο που έχουν αποδοθεί στην πραγματική αποθήκη. Κατ' επέκταση οι καταχωρήσεις στο αρχείο γίνονται ανάποδα (η θέση 3 στο 1<sup>ο</sup> slot και η θέση 1 στο 3<sup>ο</sup> slot). Στην περίπτωση όπου το picking γίνεται από αριστερά προς τα δεξιά τότε οι καταλήξεις ταυτίζονται.



Σχήμα 6.72: Αντιστοίχιση του αριθμού των slots όπως καταγράφονται στο λογισμικό και στην πραγματική αποθήκη στην περίπτωση φοράς συλλογής από δεξιά προς τα αριστερά.

### 6.2.5.3 Αρχείο StockLocation

Πρόκειται για αρχείο .csv στο οποίο καταχωρείται η πληροφορία της υπάρχουσας ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις στην πραγματική αποθήκη. Δηλαδή, για τον εκάστοτε κωδικό προϊόντος εισάγεται ο κωδικός της παλετοθέσης στην οποία είναι αποθηκευμένος στην υπάρχουσα αποθήκη. Οι στήλες που έχει συμπληρώσει μόνο του το λογισμικό με βάση το αρχείο Stock που έχει ήδη εισαχθεί είναι οι εξής:

- SKU  
Υπάρχουν 440 κωδικοί προϊόντων στο αρχείο .csv.
- Supplier  
Το δεδομένο αυτό είναι προαιρετικό στο αρχείο Stock και δεν είχε συμπληρωθεί. Κατ' επέκταση και σε αυτό το αρχείο η στήλη του προμηθευτή παραμένει κενή.
- StockDescription  
Περιγραφή προϊόντος όπως έχει εισαχθεί από το αρχείο Stock. Η αντίστοιχη στήλη του αρχείου Stock από την οποία έχει παρθεί η συγκεκριμένη πληροφορία είναι η στήλη «Description».
- Family

Οικογένεια προϊόντος όπως έχει εισαχθεί στο αρχείο Stock. Η αντίστοιχη στήλη του αρχείου Stock από την οποία έχει παρθεί η συγκεκριμένη πληροφορία είναι η στήλη «Prod\_Fam».

- FamilyDescription

Περιγραφή οικογένειας προϊόντος όπως έχει εισαχθεί στο αρχείο Stock. Η αντίστοιχη στήλη του αρχείου Stock από την οποία έχει παρθεί η συγκεκριμένη πληροφορία είναι η στήλη «Prod\_Fam».

Οι στήλες «Family» και «FamilyDescription» έχουν ακριβώς τις ίδιες τιμές οπότε η χρησιμότητα της δεύτερης στήλης δεν είναι σαφής, ειδικά εφόσον στο αρχείο Stock δεν υπάρχει αντίστοιχη στήλη για να εισαχθεί η πληροφορία κάποιας περιγραφής της οικογένειας προϊόντος.

Οι εναπομένουσες στήλες που καλείται να συμπληρώσει ο χρήστης θα συμπληρωθούν ως εξής:

- LocationID

Αναζήτηση του κωδικού στο αρχείο Stock και μεταφορά του κωδικού της θέσης αποθήκευσης που έχει καταχωρηθεί σε αυτό.

- SubBayCoordinates

Αναζήτηση του κωδικού θέσης αποθήκευσης που συμπληρώθηκε στη στήλη LocationID στο αρχείο LocationMap και μεταφορά των συντεταγμένων SubBayCoordinates που έχουν καταχωρηθεί για τον συγκεκριμένο κωδικό.

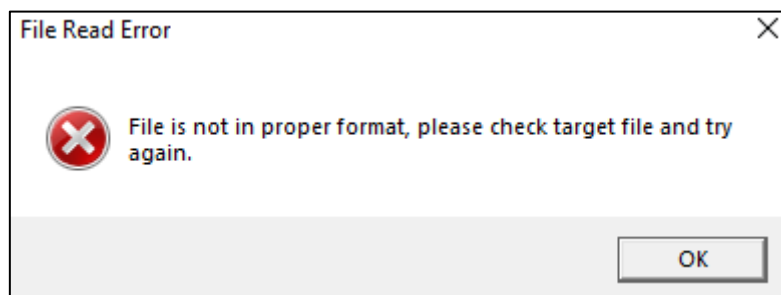
## 6.2.6 Παρατηρήσεις για τη διαδικασία εισαγωγής των αρχείων .csv

### Θετικά Στοιχεία

- Εύκολη η εισαγωγή του αρχείου baseline. Η χαρτογράφηση των θέσεων καθώς και η αντιστοίχιση των προϊόντων σε θέσεις γίνεται αρκετά γρήγορα από τη στιγμή της εισαγωγής του αρχείου .smbf.

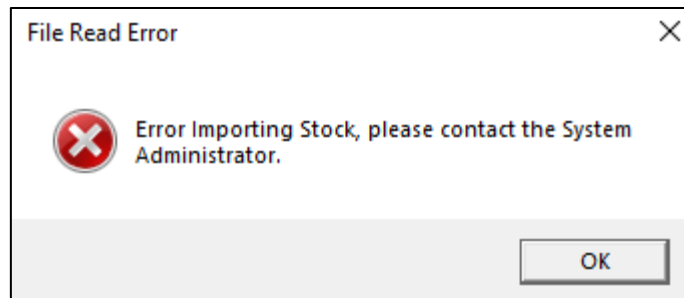
### Δυσκολίες που εντοπίστηκαν/ Παρατηρήσεις προς βελτίωση

- Στην περίπτωση όπου ο χρήστης δημιουργήσει αρχείο .xlsx και στη συνέχεια προσπαθήσει να μετατρέψει σε .csv το λογισμικό δεν μπορεί να το διαβάσει και εμφανίζει το εξής μήνυμα λάθους (Σχήμα 6.73). Αυτό συμβαίνει ακόμα και εάν το αρχικό αρχείο έχει σωστό αριθμό στηλών, σωστή ονομασία αυτών, σωστό τρόπο καταχώρησης των δεδομένων και η μετατροπή γίνει χωρίς κάποιο πρόβλημα.



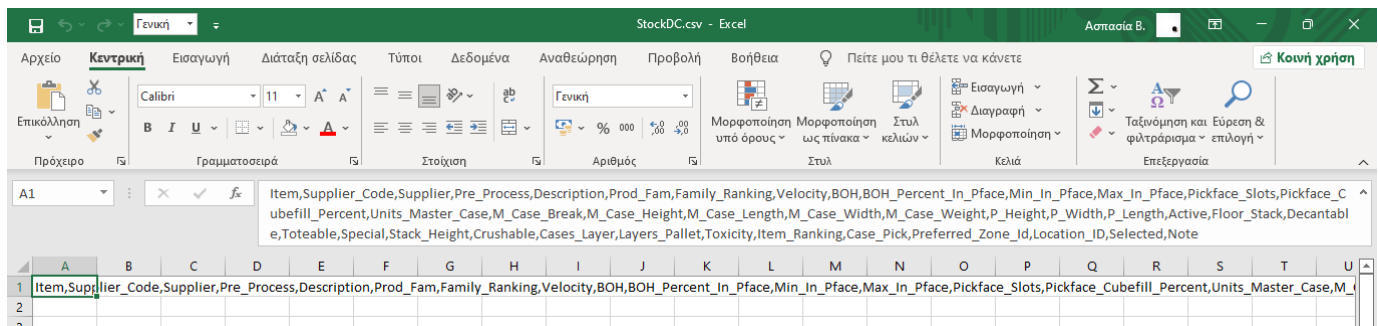
Σχήμα 6.73: Μήνυμα σφάλματος κατά την εισαγωγή του αρχείου Stock.

- Όπως συμβαίνει και σε άλλα λογισμικά/ εφαρμογές ο χρήστης δεν μπορεί να κάνει import κανένα αρχείο εάν αυτό είναι ανοιχτό στον υπολογιστή. Στην περίπτωση όπου ο χρήστης έχει ανοιχτό το αρχείο .csv το οποίο επιχειρεί να εισάγει εμφανίζεται από το εξής μήνυμα λάθους (Σχήμα 6.74).



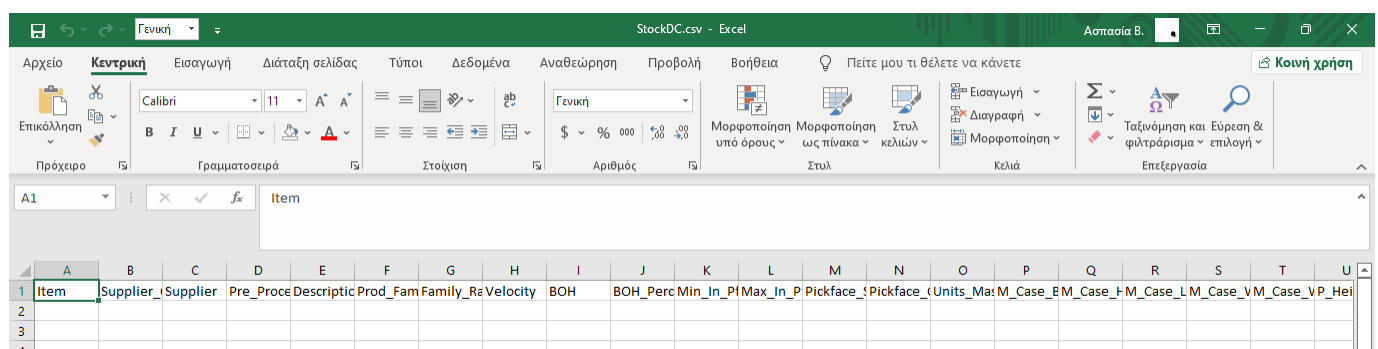
Σχήμα 6.74: Μήνυμα σφάλματος που εμφανίζει το λογισμικό κατά την εισαγωγή του αρχείου Stock στην περίπτωση όπου αυτό είναι παράλληλα ανοιχτό στο Microsoft Excel.

- Τα .csv αρχεία έχουν διαφορετική μορφή ανάλογα με τις ρυθμίσεις περιοχής («regional options») του υπολογιστή. Συγκεκριμένα, εάν ο ηλεκτρονικός υπολογιστής έχει ελληνικές ρυθμίσεις περιοχής η εντολή «Create Stock Import Template» δημιουργεί ένα μη λειτουργικό αρχείο .csv όπου ενώ έχει τους τίτλους των στηλών καταγεγραμμένους, αυτοί δεν χωρίζονται σε στήλες όπως θα έπρεπε αλλά είναι γραμμένοι στο πρώτο κελί της πρώτης στήλης με τη μορφή κειμένου και χωρισμένοι με ερωτηματικά όπως φαίνεται στο σχήμα 6.75. Το σχήμα εξέχει των περιθωρίων προκειμένου να διακρίνεται το περιεχόμενό του.



Σχήμα 6.75: Δημιουργία του αρχείου .csv στην περίπτωση όπου ο υπολογιστής έχει ελληνικές ρυθμίσεις περιοχής.

- Αντίθετα, ένα ο χρήστης αλλάξει τις ρυθμίσεις του υπολογιστή σε καναδικές, η ίδια εντολή δημιουργεί το αρχείο .csv στη σωστή μορφή και έτοιμο προς συμπλήρωση από τον χρήστη (Σχήμα 6.76). Το σχήμα εξέχει των περιθωρίων προκειμένου να διακρίνεται το περιεχόμενό του.



Σχήμα 6.76: Δημιουργία του αρχείου .csv στην περίπτωση όπου ο υπολογιστής έχει καναδικές ρυθμίσεις περιοχής.

- Το αρχείο Stock περιέχει την στήλη «Location\_ID» με την πληροφορία της υφιστάμενης θέσης αποθήκευσης στην υπάρχουσα αποθήκη. Το αρχείο StockLocation που δημιουργείται από το λογισμικό έχει επίσης τη στήλη LocationID η οποία ωστόσο δεν είναι συμπληρωμένη αυτόματα όπως οι στήλες SKU, Supplier, StockDescription, Family και FamilyDescription παρά το γεγονός πως η πληροφορία υπάρχει στο αρχείο Stock. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο χρήστης να χρειαστεί να εισάγει για δεύτερη φορά την ίδια πληροφορία. Σημειώνεται, πως το αρχείο StockLocation τα SKUs δεν είναι καταχωρημένα με την ίδια σειρά με την οποία καταχωρήθηκαν στο αρχείο Stock αυξάνοντας σημαντικά τον χρόνο που απαιτείται για τη διαδικασία συμπλήρωσης της στήλης LocationID. Ειδικά στην περίπτωση αποθηκών με μεγάλο αριθμό κωδικών, η ανάγκη επανασυμπλήρωσης μίας πληροφορίας που ήδη είναι διαθέσιμη στο λογισμικό μέσω του αρχείου Stock καθιστά τη διαδικασία εισαγωγής των πληροφοριών αναίτια χρονοβόρα.

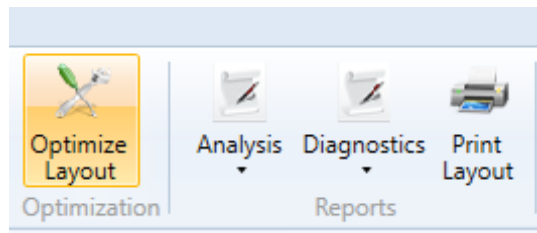
#### Παρατηρήσεις

- Η ύπαρξη και των δύο στηλών «Family» και «FamilyDescription» στο αρχείο StockLocation είναι περιττή καθώς, όπως προαναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 6.2.5, περιέχουν ακριβώς την ίδια πληροφορία.
- Το αρχείο StockLocation εξυπηρετεί αφενός την αντιστοίχιση των κωδικών (SKUs) με τη θέση αποθήκευσής τους στην υφιστάμενη/πραγματική αποθήκη (LocationID) και αφετέρου την αντιστοίχιση των κωδικών των παλετοθέσεων (LocationID) με τις συντεταγμένες τους εντός του φατνώματος (SubBayCoordinates) όπως ορίζονται από το λογισμικό. Η πρώτη αντιστοιχία, SKU – LocationID, υπάρχει ήδη ως πληροφορία στο αρχείο Stock ενώ η πληροφορία της δεύτερης αντιστοιχίας, LocationID - SubBayCoordinates, εισάγεται στο αρχείο LocationMap. Κατ' επέκταση το αρχείο StockLocation ζητά από τον χρήστη να συνδυάσει τις πληροφορίες των δύο αρχείων χειροκίνητα ενώ αυτές είναι ήδη διαθέσιμες στο λογισμικό.

#### 6.2.7 Slot Master Wizard

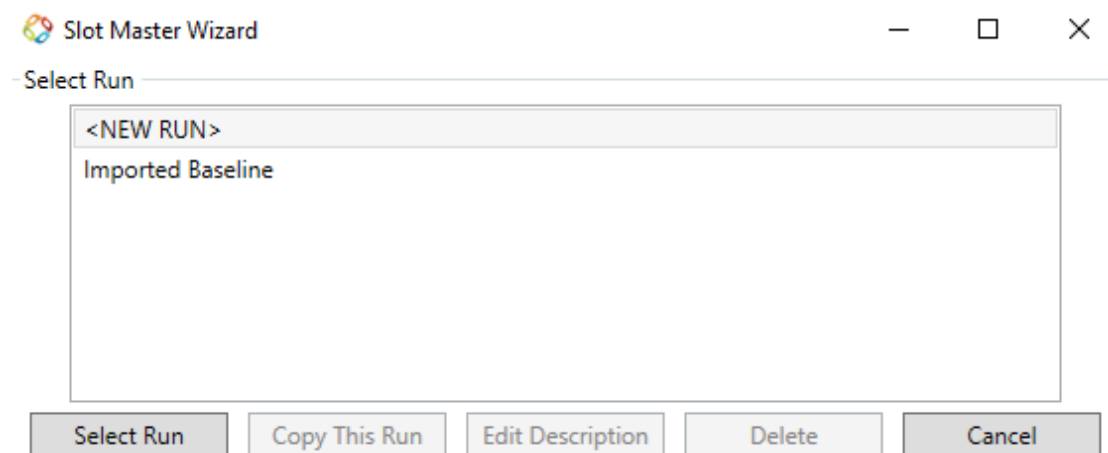
Στα υπο-κεφάλαια που ακολουθούν παρατίθεται η ανάθεση κωδικών σε θέσεις αποθήκευσης με βάση διαφορετικά σενάρια και παραμέτρους. Για τη συγκεκριμένη αποθήκη και τη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης οι παράμετροι που έχει νόημα να ληφθούν υπόψη και με βάση τις οποίες μπορούν εν δυνάμει να δημιουργηθούν διαφορετικά σενάρια slotting, είναι οι εξής: διαστάσεις κωδικών και παλετοθέσεων, δυνατότητα αποθήκευσης κωδικών σε συγκεκριμένες ζώνες ευθραυστότητα και είδος συσκευασίας.

Σε συνέχεια της συμπλήρωσης και εισαγωγής των αρχείων αποθέματος («Stock») και πρότερης κατάστασης/επιπέδου αναφοράς («baseline») θα ξεκινήσει η διαδικασία δημιουργίας των σεναρίων βελτιστοποίησης της ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις. Αρχικά, η εισαγωγή στο περιβάλλον Slot Master Wizard γίνεται από το εικονίδιο «Optimize Layout» στο πάνω μέρος της οθόνης (Σχήμα 6.77).



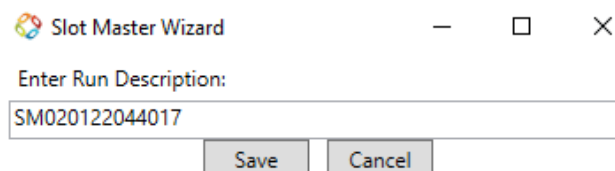
Σχήμα 6.77: Εικονίδιο «Optimize Layout» στην ενότητα «Optimization» του μενού που βρίσκεται στο πάνω μέρος της οθόνης.

Στη συνέχεια ανοίγει το παράθυρο Slot Master Wizard και γίνεται η επιλογή του σεναρίου που είναι επιθυμητό να εκτελέσει το λογισμικό. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, εφόσον είναι το πρώτο σενάριο βελτιστοποίησης που θα δημιουργηθεί στο λογισμικό, οι διαθέσιμες επιλογές είναι το «Νέο Σενάριο» (<NEW RUN>) και η ήδη εισαχθείσα κατάσταση αναφοράς, «Imported Baseline» (Σχήμα 6.78).



Σχήμα 6.78: Παράθυρο επιλογής/δημιουργίας σεναρίου βελτιστοποίησης.

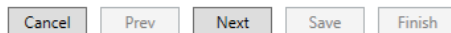
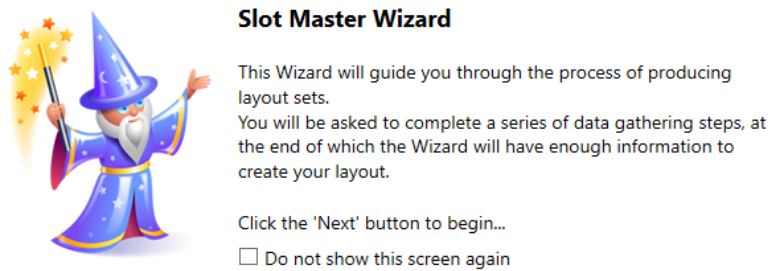
Επιλέγεται το <NEW RUN> και το επόμενο αναδυόμενο παράθυρο (Σχήμα 6.79) καλεί τον χρήστη να ονομάσει το σενάριο το οποίο θα δημιουργήσει και ύστερα θα εκτελέσει. Το παράθυρο έχει ήδη μία default ονομασία για το σενάριο. Η ονομασία που θα δοθεί από τον χρήστη είναι σημαντική για τη μετέπειτα ανάλυση και σύγκριση των αποτελεσμάτων της βελτιστοποίησης μεταξύ διαφορετικών σεναρίων.



Σχήμα 6.79: Παράθυρο ορισμού ονομασίας για το νέο σενάριο βελτιστοποίησης.

Τα ονόματα τα οποία θα δοθούν στα σενάρια θα είναι της μορφής Runx – xxxx2022 (λ.χ. Run1-12012022 δίνοντας την πληροφορία πως είναι το πρώτο σενάριο που θα τρέξει και την ημερομηνία που αυτό δημιουργήθηκε). Σημειώνεται πως η ονομασία «Run1» θα

χρησιμοποιηθεί για όλα τα σενάρια που έχουν τα ίδια κριτήρια βελτιστοποίησης. Μόλις πατηθεί το «Save» ανοίγει το περιβάλλον του Slot Master Wizard (Σχήμα 6.80).



Σχήμα 6.80: Πρώτη οθόνη του Slot Master Wizard.

Πατώντας το «Επόμενο», εμφανίζονται οι βασικές ρυθμίσεις του σεναρίου. Σε αυτό το σημείο θα διαφοροποιηθούν οι υπο-ενότητες προκειμένου να καταγραφούν αναλυτικά οι παράμετροι και ρυθμίσεις των σεναρίων τα οποία στη συνέχεια θα συγκριθούν ως προς τα αποτελέσματά τους.

#### 6.2.7.1 Ομάδα σεναρίων slotting: Run1 – 12012022

Βασικό χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης ομάδας σεναρίων βελτιστοποίησης είναι πως έχουν ως input τα αρχεία χαρακτηριστικών αποθέματος Stock\_01 και Stock\_02 όπου έχει ορισθεί picking κιβωτίων (case\_pick = 1) και το απόθεμα («BOH») με μονάδα μέτρησης τα κιβώτια. Η συγκεκριμένη ομάδα σεναρίων περιλαμβάνει τέσσερα σενάρια μεταξύ των οποίων η μόνη διαφορά θα είναι οι επιλογές της πρώτης οθόνης που έχουν να κάνουν με τους περιορισμούς του αποθέματος. Επιπλέον, ενώ τρία από τα σενάρια θα τρέξουν με import το αρχείο Stock\_01 το σενάριο με την επιλογή «Use BOH Slotting Constraints» θα τρέξει με import το αρχείο Stock\_02. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι διαφορές των τεσσάρων σεναρίων:

Πίνακας 6.Χ: Χαρακτηριστικά των τεσσάρων σεναρίων της ομάδας Run1-12012022.

Σενάριο	Αρχείο Stock	Επιλογή σχετικά με τους περιορισμούς αποθέματος
Run1-12012022-Nothing	Stock_01	-
Run1-12012022-Multiple	Stock_01	Allow Multiple Pickfaces
Run1-12012022-BOH	Stock_02	Use BOH Slotting Constraints
Run1-12012022-MinMax	Stock_01	Use Min/Max Slotting Constraints

Οι βασικές ρυθμίσεις για τη συγκεκριμένη ομάδα σεναρίων (πέραν της επιλογής αποθέματος) είναι αυτές που φαίνονται στο σχήμα 6.81.

Σχήμα 6.81: Δεύτερη οθόνη του Slot Master Wizard.

Σημειώνεται πως οι παρακάτω ρυθμίσεις που θα ισχύσουν για όλα τα σεναρία είναι:

- Free Space: 0
- Sort Tolerance: 0
- Order Pareto: ανενεργό  
Η επιλογή αυτή έχει νόημα μόνο εάν στην ανάθεση προφίλ στα φατνώματα υπάρχουν θέσεις που έχουν χαρακτηριστεί ως «Fast», «Medium» ή «Slow» (βλ. Κεφάλαιο 5.2, Σχήμα 5.5). Στο μοντέλο αποθήκης δεν έχουν αποδοθεί χαρακτηρισμοί ταχυκινήσις στα φατνώματα και κατ' επέκταση δεν έχει νόημα να επιλεγεί η συγκεκριμένη ρύθμιση.
- Slotting Delay: 0
- Break on Family: ανενεργό
- Disable Zone Summary: ανενεργό  
Θα χρειαστεί να εξαιρεθούν κάποιες παλετοθέσεις από τη διαδικασία του slotting.
- Apply Zone Balancing: ανενεργό  
Λόγω της φύσης των ζωνών, δεν έχει νόημα για τη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης να ζητηθεί εξισορρόπηση. Σε κάθε ζώνη μπορούν να μπουν συγκεκριμένοι κωδικοί όπως έχει ορισθεί και στο αρχείο Stock και κατ' επέκταση μία προσπάθεια εξισορρόπησης ενδεχομένως να οδηγήσει σε λάθος αποτελέσματα (λ.χ. να τοποθετηθεί κωδικών ξηρής αποθήκευσης στη ζώνη των κατεψυγμένων)

Πατώντας «Επόμενο», ο χρήστης καλείται να ταξινομήσει τα κριτήρια με βάση τα οποία θα γίνει η βελτιστοποίηση, αυτή η οθόνη θα είναι και η βασική διαφορά μεταξύ των σεναρίων Run1 και του σεναρίου Run2 (βλ. επόμενα υπο-κεφάλαια). Σημειώνεται, πως τα κριτήρια αντικατοπτρίζουν με ποια προτεραιότητα το λογισμικό θα αναθέσει οικογένειες προϊόντων και προϊόντα σε παλετοθέσεις καθώς και με ποια προτεραιότητα θα δεσμευτούν οι παλετοθέσεις. Προκειμένου ο χρήστης να καθορίσει για το εκάστοτε κριτήριο εάν η σειρά προτεραιότητας θα τηρηθεί ξεκινώντας από τις μικρότερες προς τις μεγαλύτερες τιμές (asc) ή το ανάποδο (desc) αρκεί να επιλέξει το κριτήριο και να πατήσει το «Toggle Order» στα δεξιά της οθόνης.



Σε επίπεδο οικογένειας προϊόντων (Tier1 – Product Family) δεν επιλέγεται κανένα κριτήριο, καθώς το λογισμικό κατατάσσει τις οικογένειες με βάση το άθροισμα των επιμέρους χαρακτηριστικών των προϊόντων τους, γεγονός που δεν οδηγεί σε σωστά συμπεράσματα εφόσον οι οικογένειες δεν έχουν ίσο αριθμό προϊόντων (αυτή η παρατήρηση επιβεβαιώθηκε από σχετική δοκιμή). Σημειώνεται πως εάν το λογισμικό κατέτασσε τις οικογένειες με βάση το μέσο όρο των χαρακτηριστικών θα επιλέγονταν κριτήρια και σε επίπεδο οικογένειας.

Σε επίπεδο προϊόντων (Tier2 – Stock Item) τα κριτήρια με βάση τα οποία θα γίνει το slotting είναι τα εξής:

1. Crushable Rating: desc  
Υπενθύμιση: μεγαλύτερες τιμές του πεδίου «Crushable» αντιστοιχούν σε περισσότερο εύθραυστα προϊόντα. Το λογισμικό θέλουμε να δεσμεύσει πρώτα τα προϊόντα που είναι πιο εύθραυστα και να ταξινομήσει τελευταία τα πιο ανθεκτικά προϊόντα.
2. Ranking: asc  
Υπενθύμιση: μεγαλύτερες τιμές του πεδίου «Ranking» αντιστοιχούν σε πιο σταθερά είδη συσκευασίας. Το λογισμικό θέλουμε να δεσμεύσει πρώτα τα προϊόντα που έχουν λιγότερο στιβαρή και σταθερή συσκευασία και τελευταία αυτά που έχουν την πιο στιβαρή.
3. Velocity: desc  
Υπενθύμιση: μεγαλύτερες τιμές του πεδίου «Velocity» αντιστοιχούν σε περισσότερο ταχικίνητα προϊόντα. Το λογισμικό θέλουμε να δεσμεύσει πρώτα τα προϊόντα που είναι πιο ταχικίνητα και να ταξινομήσει τελευταία τα πιο βραδυκίνητα προϊόντα. Αυτό θεωρητικά είναι ανάποδο με όσα έχουν ειπωθεί μέχρι στιγμής, καθώς ταχικίνητοι κωδικοί θα τοποθετηθούν μακριά από το depot. Ωστόσο, αφενός πρόκειται για το κριτήριο με τη χαμηλότερη προτεραιότητα και αναμένεται να τηρηθεί σε μικρό ποσοστό και αφετέρου εάν ζητούταν από το λογισμικό να δεσμεύσει πρώτα τους βραδυκίνητους κωδικούς είναι πιθανό να έμεναν οι πιο ταχικίνητοι εκτός της ανάθεσης.

Σε επίπεδο θέσεων (Tier3 – Location) τα κριτήρια με βάση τα οποία θα γίνει το slotting είναι τα εξής:

1. Pick Path sequence: desc  
Το λογισμικό θέλουμε να δεσμεύσει για κάθε chamber πρώτα τις θέσεις που βρίσκονται τελευταίες στην αλληλουχία των προϊόντων.

Το λογισμικό θα συνδυάσει τα τρία επίπεδα κριτηρίων κατά την τοποθέτηση κωδικών σε παλετοθέσεις. Με την επιλογή των παραπάνω κριτηρίων ο χρήστης λέει στο λογισμικό να ταξινομήσει πρώτα αφενός τα πιο εύθραυστα και ταχικίνητα προϊόντα και να τα τοποθετήσει σε θέσεις που έχουν μεγάλο αριθμό picking sequence. Σε πρακτικό επίπεδο αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα ότι ο picker στην αρχή του ταξιδιού του (μικρές τιμές του picking path sequence) θα συλλέξει τα πιο ανθεκτικά προϊόντα και στο τέλος τα πιο εύθραυστα. Έτσι, αποφεύγεται ο κίνδυνος να συνθλιφτούν λιγότερο ανθεκτικοί κωδικοί κάτω από προϊόντα μεγαλύτερης ανθεκτικότητας και κατ' επέκταση μεγαλύτερου ειδικού βάρους.

Η επιλογή των κριτηρίων φαίνεται στο σχήμα 6.82:

Sort Order

Tier 1 - Product Family

Current Selection

<END SORT>
Toxicity Rating : asc
Velocity : desc
Number of SKUs : asc
Ranking : desc
Crushable Rating : asc
Weight : asc

Top Up Down Bottom Toggle Order

Tier 2 - Stock Item

Current Selection

Crushable Rating : desc
Ranking : asc
Velocity : desc
<END SORT>
Toxicity Rating : asc
Tie Count : asc
Weight : desc
SKU Code : desc

Top Up Down Bottom Toggle Order

Tier 3 - Location

Current Selection

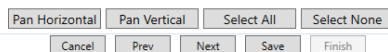
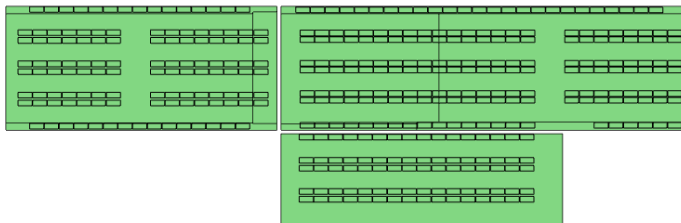
Pick Path Sequence : desc
<END SORT>
Chamber Proximity : asc
Aisle Proximity : asc
Location Proximity : asc
Center of Gravity : asc

Top Up Down Bottom Toggle Order

Σχήμα 6.82: Τρίτη οθόνη του Slot Master Wizard.

Από αυτό το σημείο και μετά οι ρυθμίσεις/παράμετροι θα είναι ίδιες για όλα τα υπόλοιπα σενάρια. Η επόμενη οθόνη καλεί τον χρήστη να επιλέξει ένα επιθυμεί να εξαιρεθεί κάποιο chamber από τη διαδικασία βελτιστοποίησης (Σχήμα 6.83). Επιλέγονται όλα τα chambers προκειμένου να συμπεριληφθούν στη διαδικασία.

Chamber	Description	Chamber Height
<input checked="" type="checkbox"/> 1	Chilled	23.540000000
<input checked="" type="checkbox"/> 2	Ambient	23.570000000
<input checked="" type="checkbox"/> 3	Ambient - Oils	19.000000000



**Σχήμα 6.83: Τέταρτη οθόνη του Slot Master Wizard.**

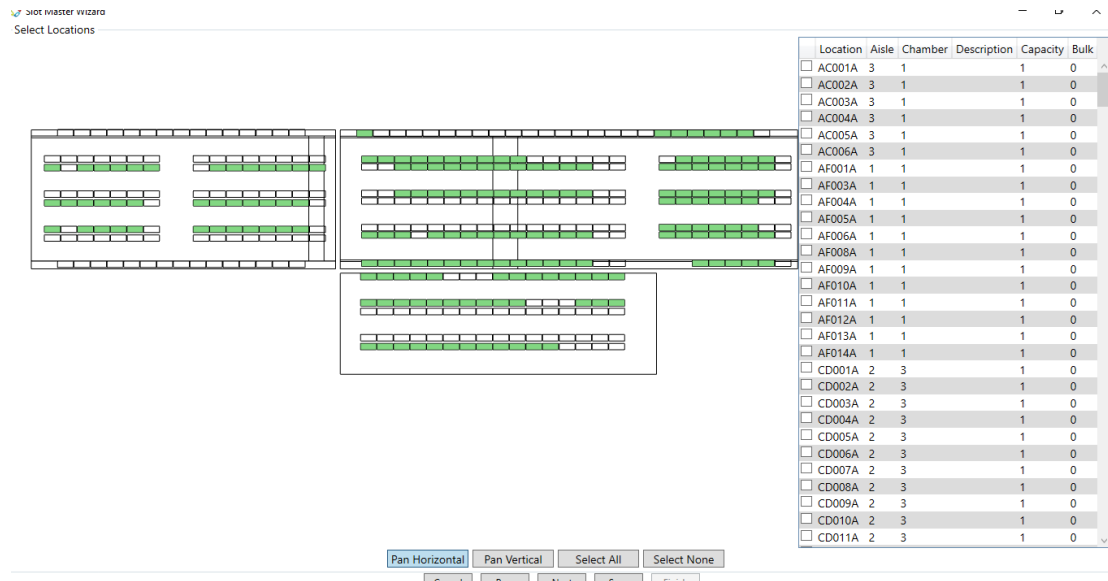
Η επόμενη οθόνη (Σχήμα 6.84) αφορά στην επιλογή των φατνωμάτων (τριάδα παλετοθέσεων) που θα εξαιρεθούν από τη διαδικασία της βελτιστοποίησης. Θα εξαιρεθούν τα φατνώματα που πρέπει να μείνουν κενά για την τοποθέτηση ειδικών κωδικών σε προσφορά (θέσεις SPOT). Στην οθόνη φαίνονται για κάθε φάτνωμα οι εξής πληροφορίες:

- «Location»: κωδικός θέσης
- «Aisle»: αριθμός διαδρόμου όπου βρίσκεται η θέση
- «Chamber»: αριθμός διαμερίσματος όπου βρίσκεται η θέση
- «Description»: περιγραφή θέσης, η στήλη αυτή παραμένει κενή καθώς σε κανένα αρχείο δεν δίνεται η δυνατότητα να εισαχθεί πληροφορία περιγραφής για το εκάστοτε φάτνωμα. Το μόνο σημείο που εισάγεται περιγραφή για θέσεις αποθήκευσης είναι το αρχείο LocationMap ωστόσο σε αυτή την περίπτωση πρόκειται για περιγραφή του εκάστοτε slot όχι ολόκληρου του φατνώματος.
- «Capacity»: Για όλα τα φατνώματα η συμπληρωμένη τιμή στη στήλη αυτή είναι το «1».
- «Bulk»: Για όλα τα φατνώματα η συμπληρωμένη τιμή στη στήλη αυτή είναι το «0».

Η σειρά εμφάνισης των θέσεων είναι ενδεχομένως τυχαία, ωστόσο εάν ο χρήστης πατήσει πάνω στο «Location» ή σε οποιαδήποτε άλλη επικεφαλίδα στήλης τότε τα φατνώματα εμφανίζονται σε σειρά ταξινόμησης (αύξουσα με ένα κλικ πάνω στον τίτλο και φθίνουσα με δεύτερο κλικ πάνω στον τίτλο) με βάση τις τιμές της αντίστοιχης στήλης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, για να είναι πιο εύκολη η διασταύρωση δεδομένων με το αρχείο LocationMap και κατ' επέκταση η από-επιλογή των φατνωμάτων επιλέγεται η αύξουσα ταξινόμηση με βάση τον κωδικό των φατνωμάτων («Location»). Διαφορετικά, ο χρήστης μπορεί να από-επιλέξει τα φατνώματα απευθείας πατώντας πάνω στα πράσινα ορθογώνια παραλληλόγραμμα της αποθήκης.

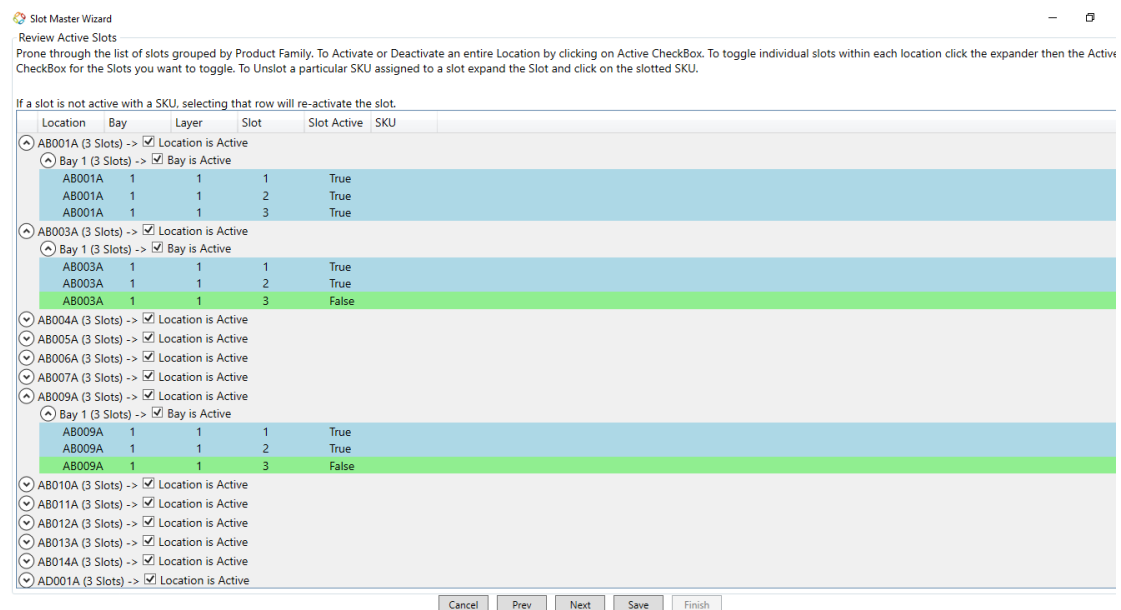
Στη συγκεκριμένη περίπτωση θα από-επιλεχθούν όλα τα φατνώματα από τα οποία δεν γίνεται picking. Στην οθόνη, τα φατνώματα που από-επιλέγονται γίνονται άσπρα ενώ όσα

παραμένουν επιλεγμένα είναι πράσινα. Μετά την ολοκλήρωση της από-επιλογής η εικόνα της αποθήκης είναι η εξής:



Σχήμα 6.84: Πέμπτη οθόνη του Slot Master Wizard.

Η επόμενη οθόνη (Σχήμα 6.85) αποτελεί την πρώτη οθόνη σύνοψης/αναθεώρησης («Summary Screen») των ενεργών φατνωμάτων στην οποία ωστόσο μπορεί να γίνει από-επιλογή σε επίπεδο διαμερισμάτων («bays») και παλετοθέσεων («slots»). Το βελάκι στα αριστερά του κάθε κωδικού φατνώματος ανοίγει τα επιμέρους διαμερίσματα της εκάστοτε θέσης και τις επιμέρους παλετοθέσεις για το κάθε διαμέρισμα. Στο συγκεκριμένο μοντέλο υπάρχει μόνο ένα διαμέρισμα σε κάθε φάτνωμα το οποίο επιμερίζεται σε τρεις παλετοθέσεις. Δίπλα σε κάθε slot εμφανίζεται την ένδειξη «True» ή «False» κάτω από τη στήλη «Slot Active» ανάλογα με το εάν το λογισμικό θεωρεί το slot ενεργό ή όχι. Καθώς υπάρχουν φατνώματα όπου ορισμένα από τα slots είναι θέσεις spot ή θέσεις που εμποδίζονται από κάποια κολώνα, θα επιλεχθούν οι αντίστοιχες γραμμές προκειμένου να αλλάξει το «True» σε «False».



Σχήμα 6.85: Έκτη οθόνη του Slot Master Wizard – Πρώτη οθόνη σύνοψης.

Στην επόμενη οθόνη (Σχήμα 6.86) του Slot Master Wizard, ο χρήστης καλείται να επιλέξει εάν θα εξαιρεθεί κάποια οικογένεια προϊόντων ολόκληρη από τη διαδικασία ανάθεσης κωδικών σε παλετοθέσεις. Για το συγκεκριμένο σενάριο δεν είναι επιθυμητό να εξαιρεθεί καμία οικογένεια.

Slot Master Wizard

Select Families

Family	Description
<input checked="" type="checkbox"/> COOKING FATS & OILS	COOKING FATS & OILS
<input checked="" type="checkbox"/> DESSERTS	DESSERTS
<input checked="" type="checkbox"/> DRESSINGS	DRESSINGS
<input checked="" type="checkbox"/> OTHER FOODS	OTHER FOODS
<input checked="" type="checkbox"/> SAVOURY	SAVOURY
<input checked="" type="checkbox"/> SPREADS	SPREADS
<input checked="" type="checkbox"/> TEA AND SOY & FRUIT BEVERAGES	TEA AND SOY & FRUIT BEVERAGES
<input checked="" type="checkbox"/> VITALITY SHOTS	VITALITY SHOTS

Σχήμα 6.86: Έβδομη οθόνη του Slot Master Wizard.

Στην επόμενη οθόνη (Σχήμα 6.87) του Slot Master Wizard, ο χρήστης καλείται να επιλέξει εάν θα εξαιρεθεί κάποιος/οι συγκεκριμένος/οι κωδικός/οί προϊόντων από τη διαδικασία. Για το συγκεκριμένο σενάριο δεν είναι επιθυμητό να εξαιρεθεί κανένα προϊόν.

Slot Master Wizard

Select SKUs

SKU	Family	Supplier	Description
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	VITALITY SHOTS		
<input checked="" type="checkbox"/>	VITALITY SHOTS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		
<input checked="" type="checkbox"/>	SPREADS		

Σχήμα 6.87: Ογδοή οθόνη του Slot Master Wizard.

Η επόμενη οθόνη αποτελεί τη δεύτερη οθόνη σύνοψης/αναθεώρησης και παρουσιάζει τις οικογένειες προϊόντων που θα συμπεριληφθούν στη διαδικασία της βελτιστοποίησης καθώς και τον αριθμό των προϊόντων που ανήκουν στην κάθε μία. Πατώντας το βελάκι αναπτύσσεται η λίστα των προϊόντων της κάθε οικογένειας (Σχήμα 6.88).

## Review Active SKUs

Prone through the list of SKUs grouped by Product Family. Activate or Deactivate an entire Family by clicking on the Family Active CheckBox. To toggle individual SKUs within a family click the expander then the SKU Active CheckBox. To Unslot a SKU from a specific Slot expand the SKU and click on each slot you want to unslot.

Family	Family Active	SKU	SKU Active	Location	Bay	Layer	Slot
COOKING FATS & OILS (33 SKU's)	<input checked="" type="checkbox"/>	Active					
SKU	<input checked="" type="checkbox"/>	Active					
SKU	<input checked="" type="checkbox"/>	Active					
COOKING FATS & OILS	True	17000601	True	Empty			
SKU	<input checked="" type="checkbox"/>	Active					
COOKING FATS & OILS	True	17034701	True	Empty			
SKU	<input checked="" type="checkbox"/>	Active					
COOKING FATS & OILS	True	17034901	True	Empty			
SKU	<input checked="" type="checkbox"/>	Active					
COOKING FATS & OILS	True	18756901	True	Empty			
SKU	<input checked="" type="checkbox"/>	Active					
COOKING FATS & OILS	True	19083501	True	Empty			
SKU	<input checked="" type="checkbox"/>	Active					
COOKING FATS & OILS	True	20224301	True	Empty			
SKU	<input checked="" type="checkbox"/>	Active					
COOKING FATS & OILS	True	27000701	True	Empty			
SKU	<input checked="" type="checkbox"/>	Active					
COOKING FATS & OILS	True	27020401	True	Empty			
SKU	<input checked="" type="checkbox"/>	Active					
COOKING FATS & OILS	True	30131001	True	Empty			
SKU	<input checked="" type="checkbox"/>	Active					
COOKING FATS & OILS	True	30131101	True	Empty			
SKU	<input checked="" type="checkbox"/>	Active					
COOKING FATS & OILS	True	30131401	True	Empty			
SKU	<input checked="" type="checkbox"/>	Active					
COOKING FATS & OILS	True	30138101	True	Empty			

Σχήμα 6.88: Ένατη οθόνη του Slot Master Wizard - Δεύτερη οθόνη σύνοψης.

Η επόμενη οθόνη (Σχήμα 6.89) αποτελεί και την τελευταία πριν την εκτέλεση του σεναρίου και είναι ενημερωτικού περιεχομένου. Οι πληροφορίες οι οποίες παρέχει με βάση την επιλογή παραμέτρων και ρυθμίσεων για το συγκεκριμένο σενάριο είναι οι εξής:

- Τα κριτήρια προτεραιοποίησης όπως επιλέχθηκαν στην Τρίτη οθόνη του Slot Master Wizard (βλ. Σχήμα 6.82).
- Για το chamber των κατεψυγμένων (1) γίνεται picking από τα 38 εκ των 120 φατνωμάτων και από τις 101 εκ των 360 παλετοθέσεων. Αυτό συμβαίνει καθώς στον χώρο αυτό έχουμε push back ραφίερές που σημαίνει πως μόνο από τη μία πλευρά της κάθε ραφίερας γίνεται συλλογή προϊόντων, από την άλλη πλευρά γίνεται μόνο τροφοδοσία.
- Για το chamber των προϊόντων ξηρής αποθήκευσης (2) χρησιμοποιούνται 112 εκ των 191 φατνώματα και 320 εκ των 573 παλετοθέσεων για picking. Παρατηρούμε ότι σε αντίθεση με το προηγούμενο chamber παραπάνω από τα μισά φατνώματα και slots αξιοποιούνται στο picking. Τα υπόλοιπα είτε εξυπηρετούν μόνο την αποθήκευση ή είναι θέσεις που πρέπει να μείνουν κενές («spot»).
- Για το chamber των εύφλεκτων προϊόντων θα αξιοποιηθούν λίγο λιγότερα από τα μισά φατνώματα και παλετοθέσεις. Ειδικότερα, αξιοποιούνται 38 από τα 80 φατνώματα και 113 από τις 240 παλετοθέσεις.
- Θα γίνει slotting και στις οκτώ οικογένειες προϊόντων και για την κάθε οικογένεια θα ανατεθούν όλα τα προϊόντα τους σε παλετοθέσεις.
- Συνολικά ο αριθμός των SKUs που θα ανατεθούν σε παλετοθέσεις είναι 440 κωδικοί.

Sort Order:

SKU: ----- Crushable Rating : desc  
 ----- Ranking : asc  
 ----- Velocity : desc  
 Location: ----- Pick Path Sequence : desc

Chambers/Locations/Slots Selected:

1 ----- 38 of 120 Locations, 101 of 360 Slots  
 2 ----- 112 of 191 Locations, 320 of 573 Slots  
 3 ----- 38 of 80 Locations, 113 of 240 Slots

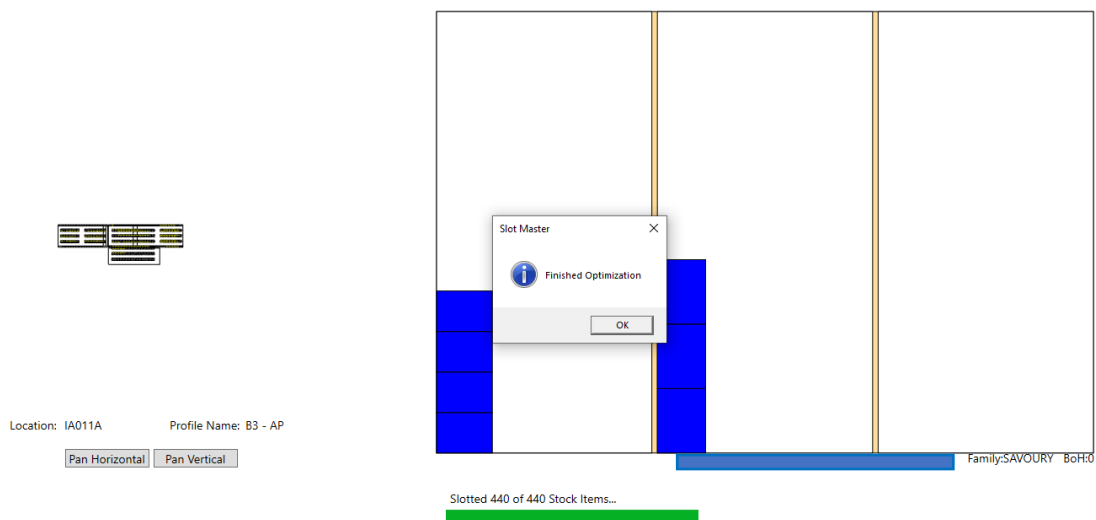
Families/SKUs Selected:

COOKING FATS & OILS ----- 33 of 33 Products  
 DESSERTS ----- 16 of 16 Products  
 DRESSINGS ----- 83 of 83 Products  
 OTHER FOODS ----- 11 of 11 Products  
 SAVOURY ----- 179 of 179 Products  
 SPREADS ----- 48 of 48 Products  
 TEA AND SOY & FRUIT BEVERAGES ----- 60 of 60 Products  
 VITALITY SHOTS ----- 10 of 10 Products  
 440 of 440 Total Products

Σχήμα 6.89: Δέκατη και τελευταία οθόνη πριν την έναρξη της εκτέλεσης του σεναρίου.

Το άθροισμα των slots που θα χρησιμοποιηθούν είναι  $101 + 320 + 113 = 534$  παλετοθέσεις, (πληροφορία που δεν δίνει το λογισμικό σε αντίθεση με τον αριθμό των προϊόντων). Εφόσον κάθε προϊόν μπορεί να μπει κατ' ελάχιστο σε μία παλετοθήση, παρατηρούμε πως οι θέσεις, εφόσον πληρούνται και οι υπόλοιποι περιορισμοί διαστάσεων και ζώνης, επαρκούν για να τοποθετηθούν όλοι οι κωδικοί στην αποθήκη τουλάχιστον σε μία θέση ο καθένας.

Επιλέγεται το «Finish» προκειμένου να αρχίσει η εκτέλεση του σεναρίου κατά την οποία το λογισμικό τοποθετεί τους κωδικούς των προϊόντων σε slots σύμφωνα με τις παραμέτρους του σεναρίου. Στην οπτικοποίηση της ανάθεσης, τα μπλε ορθογώνια παραλληλόγραμμα απεικονίζουν τα κιβώτια των προϊόντων (Σχήμα 6.90).



Σχήμα 6.90: Εντέκατη οθόνη του Slot Master Wizard.

Μόλις ο χρήστης πατήσει «ΟΚ» εμφανίζεται και η τελευταία οθόνη του Slot Master Wizard με τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης. Κάθε γραμμή παρέχει στον χρήστη τις πληροφορίες που αναλύονται στο Κεφάλαιο 5.3. Για το συγκεκριμένο σενάριο εμφανίζεται η οθόνη του σχήματος 6.91.

Location	Coordinates	Chamber	Aisle	Bay	Layer	Slot	SKU	Description	Family	Quantity	Velocity	Weight	Toxicity
AB001A	001001001	1	3	1	1	1			SPREADS	54	3.000000000	12.895000000	0.000000000
AB001A	001001002	1	3	1	1	2			DRESSINGS	6	3.000000000	12.668333330	0.000000000
AB001A	001001003	1	3	1	1	3			DRESSINGS	54	3.000000000	12.668333330	0.000000000
AB003A	001001001	1	3	1	1	1			SPREADS	8	8.000000000	5.517857143	0.000000000
AB003A	001001002	1	3	1	1	2			SPREADS	48	8.000000000	5.517857143	0.000000000
AB004A	001001001	1	3	1	1	1			SPREADS	180	6.000000000	2.230000000	0.000000000
AB004A	001001002	1	3	1	1	2			SPREADS	20	7.000000000	13.050000000	0.000000000
AB004A	001001003	1	3	1	1	3			SPREADS	48	7.000000000	6.562500000	0.000000000
AB005A	001001001	1	3	1	1	1			SPREADS	180	5.000000000	2.230000000	0.000000000
AB005A	001001002	1	3	1	1	2			SPREADS	8	6.000000000	5.517857143	0.000000000
AB005A	001001003	1	3	1	1	3			SPREADS	48	6.000000000	5.517857143	0.000000000
AB006A	001001001	1	3	1	1	1			SPREADS	3	5.000000000	2.423868313	0.000000000
AB006A	001001002	1	3	1	1	2			SPREADS	120	5.000000000	2.423868313	0.000000000
AB006A	001001003	1	3	1	1	3			SPREADS	120	5.000000000	2.423868313	0.000000000
AB007A	001001001	1	3	1	1	1			SPREADS	180	5.000000000	2.230000000	0.000000000
AB007A	001001002	1	3	1	1	2			SPREADS	2	5.000000000	13.000000000	0.000000000
AB007A	001001003	1	3	1	1	3			SPREADS	30	5.000000000	13.000000000	0.000000000
AB009A	001001001	1	3	1	1	1			SPREADS	44	5.000000000	4.340000000	0.000000000
AB009A	001001002	1	3	1	1	2			SPREADS	84	5.000000000	4.340000000	0.000000000
AB010A	001001001	1	3	1	1	1			SPREADS	42	5.000000000	6.625000000	0.000000000
AB010A	001001002	1	3	1	1	2			SPREADS	8	5.000000000	5.525000000	0.000000000
AB010A	001001003	1	3	1	1	3			SPREADS	48	5.000000000	5.525000000	0.000000000
AB011A	001001001	1	3	1	1	1			SPREADS	86	5.000000000	2.435000000	0.000000000
AB011A	001001002	1	3	1	1	2			SPREADS	114	5.000000000	2.435000000	0.000000000
AB011A	001001003	1	3	1	1	3			SPREADS	6	5.000000000	6.625000000	0.000000000
AB012A	001001001	1	3	1	1	1			VITALITY SHOTS	126	4.000000000	2.247000000	0.000000000
AB012A	001001002	1	3	1	1	2			SPREADS	8	5.000000000	5.525000000	0.000000000
AB012A	001001003	1	3	1	1	3			SPREADS	48	5.000000000	5.525000000	0.000000000
AB013A	001001001	1	3	1	1	1			SPREADS	84	4.000000000	4.456250000	0.000000000
AB013A	001001002	1	3	1	1	2			VITALITY SHOTS	6	4.000000000	2.247000000	0.000000000

Σχήμα 6.91: Δωδέκατη και τελευταία οθόνη του Slot Master Wizard.

#### 6.2.7.2 Ομάδα σεναρίων slotting: Run1 – 27012022

Βασικό χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης ομάδας σεναρίων βελτιστοποίησης είναι πως έχουν ως input τα αρχεία χαρακτηριστικών αποθέματος «Stock\_03» και «Stock\_04» όπου έχει ορισθεί picking παλετών (Case\_Pick = 0) και απόθεμα (BOH) με μονάδα μέτρησης τις παλέτες. Η συγκεκριμένη ομάδα σεναρίων περιλαμβάνει τέσσερα σενάρια μεταξύ των οποίων η μόνη διαφορά θα είναι οι επιλογές της πρώτης οθόνης που έχουν να κάνουν με τους περιορισμούς του αποθέματος. Επιπλέον, ενώ τρία από τα σενάρια θα τρέξουν με import το αρχείο «Stock\_03» το σενάριο με την επιλογή «Use BOH Slotting Constraints» θα τρέξει με import το αρχείο «Stock\_04». Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι διαφορές των τεσσάρων σεναρίων:

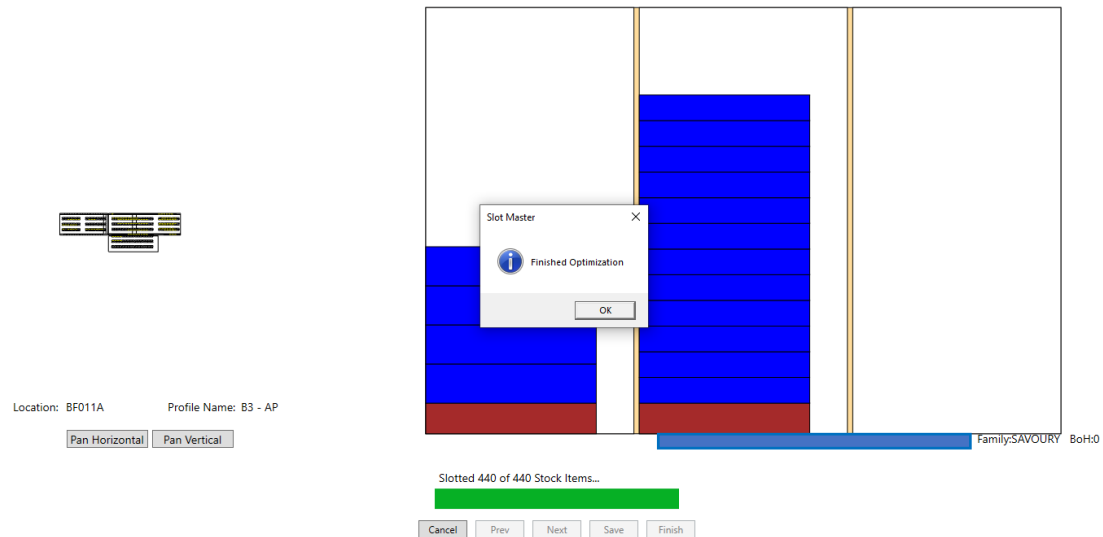
Πίνακας 6.XI: Χαρακτηριστικά των τεσσάρων σεναρίων της ομάδας Run1-27012022.

Σενάριο	Αρχείο Stock	Επιλογή σχετικά με τους περιορισμούς αποθέματος
Run1-27012022-Nothing	Stock_03	-
Run1-27012022-Multiple	Stock_03	Allow Multiple Pickfaces
Run1-27012022-BOH	Stock_04	Use BOH Slotting Constraints
Run1-27012022-MinMax	Stock_03	Use Min/Max Slotting Constraints

Για την εκτέλεση αυτών των σεναρίων όλες οι οθόνες είναι ίδιες με το κεφάλαιο 6.2.7.1 (Σχήματα 6.81 - 6.89, Κεφάλαιο 6.2.7.1) και θα ήταν υπερβολή να επαναληφθούν. Οι μόνες διαφορές στις οθόνες εντός του Slot Master Wizard εντοπίζονται στην οθόνη οπτικοποίησης του slotting και στην τελευταία οθόνη με τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης. Όσον



αφορά στην πρώτη διαφορά, όπως φαίνεται στο παρακάτω στιγμιότυπο οθόνης (Σχήμα 6.92) και συγκεκριμένα στο δεξί μέρος αυτής όπου φαίνονται οι κωδικοί μέσα στα slots, το καφέ ορθογώνιο παραλληλόγραμμο αντιστοιχεί στην παλέτα και τα μπλε ορθογώνια απεικονίζουν τις στρώσεις («layers») ανά παλέτα. Άρα, φαίνεται και από την οπτικοποίηση πως σε αυτά τα σενάρια εφόσον στα αρχεία stock έχει ορισθεί συλλογή παλέτας, το λογισμικό τοποθετεί ολόκληρες παλέτες στα slots των φατνωμάτων και όχι κιβώτια όπως γινόταν στην ομάδα σεναρίων Run1-12012022. Στην αντίστοιχη οθόνη της πρώτης ομάδας σεναρίων (βλ. σχήμα 6.90, Κεφάλαιο 6.2.7.1) δεν υπάρχει το καφέ ορθογώνιο της παλέτας και τα μπλε ορθογώνια απεικονίζουν τα κιβώτια των κωδικών.



**Σχήμα 6.92: Οθόνη οπτικοποίησης του slotting για τα σενάρια με picking παλετών.**

Όσον αφορά στην τελευταία οθόνη του Slot Master Wizard με τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης, παρατηρείται μία μικρή διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων εκτελέσεων. Ειδικότερα, στο παρακάτω στιγμιότυπο οθόνης (Σχήμα 6.93) και συγκεκριμένα στη στήλη όπου καταγράφεται η ποσότητα του εκάστοτε κωδικού που τοποθετήθηκε στη θέση (στήλη «Quantity») παρατηρείται πως οι αριθμητικές τιμές έχουν μονάδα μέτρησης την παλέτα και ισούνται όλες με τη μονάδα. Αντίθετα, στην πρώτη ομάδα σεναρίων, όπου είχε ορισθεί picking κιβωτίων, στην ίδια στήλη καταγράφεται η ποσότητα του εκάστοτε κωδικού με μονάδα μέτρησης τα κιβώτια (βλ. Σχήμα 6.91, Κεφάλαιο 6.2.7.1).

Slot Master Wizard Results

Location	Coordinates	Chamber	Aisle	Bay	Layer	Slot	SKU	Description	Family	Quantity	Velocity	Weight	Toxicity
AB003A	001001001	1	3	1	1	1			SPREADS	1	5.000000000	13.050000000	0.000000000
AB003A	001001002	1	3	1	1	2			SPREADS	1	6.000000000	6.541666667	0.000000000
AB004A	001001001	1	3	1	1	1			SAVOURY	1	3.000000000	1.098000000	0.000000000
AB004A	001001002	1	3	1	1	2			SPREADS	1	3.000000000	1.098000000	0.000000000
AB004A	001001003	1	3	1	1	3			VITALITY SHOTS	1	4.000000000	1.098000000	0.000000000
AB005A	001001001	1	3	1	1	1			DRESSINGS	1	2.000000000	1.097000000	0.000000000
AB005A	001001002	1	3	1	1	2			SPREADS	1	2.000000000	1.620000000	0.000000000
AB005A	001001003	1	3	1	1	3			SPREADS	1	3.000000000	2.160416667	0.000000000
AB006A	001001001	1	3	1	1	1			SPREADS	1	5.000000000	13.000000000	0.000000000
AB006A	001001002	1	3	1	1	2			SPREADS	1	7.000000000	13.050000000	0.000000000
AB006A	001001003	1	3	1	1	3			SPREADS	1	7.000000000	6.562500000	0.000000000
AB007A	001001001	1	3	1	1	1			VITALITY SHOTS	1	2.000000000	2.160416667	0.000000000
AB007A	001001002	1	3	1	1	2			VITALITY SHOTS	1	3.000000000	2.160416667	0.000000000
AB007A	001001003	1	3	1	1	3			SPREADS	1	5.000000000	6.625000000	0.000000000
AB009A	001001001	1	3	1	1	1			SPREADS	1	4.000000000	5.205128205	0.000000000
AB009A	001001002	1	3	1	1	2			SPREADS	1	7.000000000	10.326923080	0.000000000
AB010A	001001001	1	3	1	1	1			SPREADS	1	3.000000000	12.895000000	0.000000000
AB010A	001001002	1	3	1	1	2			DRESSINGS	1	3.000000000	12.668333330	0.000000000
AB010A	001001003	1	3	1	1	3			SPREADS	1	4.000000000	10.326923080	0.000000000
AB011A	001001002	1	3	1	1	2			VITALITY SHOTS	1	1.000000000	12.900000000	0.000000000
AB011A	001001003	1	3	1	1	3			DRESSINGS	1	2.000000000	12.616666670	0.000000000
AD001A	001001001	1	2	1	1	1			DRESSINGS	1	1.000000000	2.240000000	0.000000000
AD001A	001001002	1	2	1	1	2			SAVOURY	1	3.000000000	2.754464286	0.000000000
AD001A	001001003	1	2	1	1	3			SAVOURY	1	3.000000000	2.754464286	0.000000000
AD002A	001001001	1	2	1	1	1			SPREADS	1	2.000000000	2.240000000	0.000000000
AD002A	001001002	1	2	1	1	2			SPREADS	1	2.000000000	2.240000000	0.000000000
AD002A	001001003	1	2	1	1	3			SAVOURY	1	2.000000000	2.240000000	0.000000000
AD003A	001001001	1	2	1	1	1			DRESSINGS	1	3.000000000	2.435000000	0.000000000
AD003A	001001002	1	2	1	1	2			DRESSINGS	1	2.000000000	2.248148148	0.000000000
AD003A	001001003	1	2	1	1	3			SAVOURY	1	2.000000000	2.435000000	0.000000000

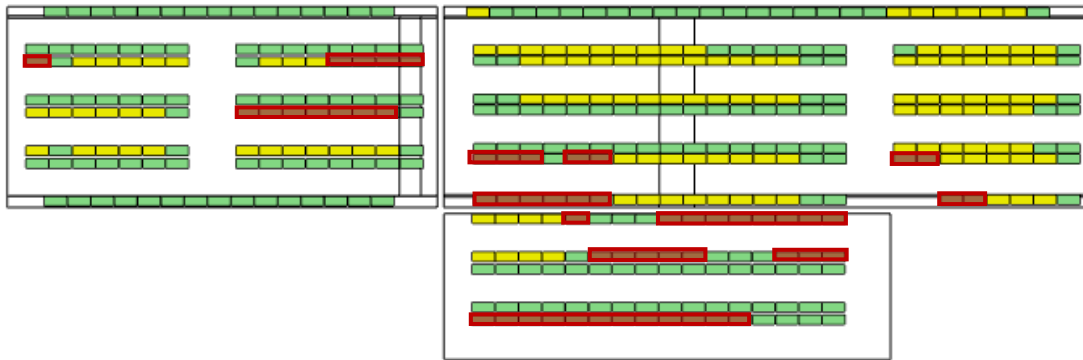
Cancel Prev Next Save Finish

Σχήμα 6.93: Τελευταία οθόνη με τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης για τα σενάρια με picking παλετών.

### 6.2.7.3 Εκτέλεση των σεναρίων Run1-02022022 και Run2-02022022 με είσοδο το αρχείο Stock\_05

Όπως φάνηκε μέσα από την ανάλυση των αντίστοιχων reports για τα σενάρια των παραπάνω δύο υπο-κεφαλαίων (βλ. Κεφάλαιο 7.1) το λογισμικό προσεγγίζει με καλύτερο τρόπο το μοντέλο της πραγματικής αποθήκης στη δεύτερη ομάδα εκτελέσεων όπου έχουν εισαχθεί αρχεία χαρακτηριστικών αποθέματος στα οποία ορίζεται picking παλέτας. Μάλιστα, το λογισμικό έδινε ίδια αποτελέσματα και για τα modules «Allow Multiple Pickfaces» και «BOH Slotting Constraints» που αφορούν στην επιλογή ρυθμίσεων σχετικά με το απόθεμα. Ωστόσο, ακόμα και με αυτές τις δύο επιλογές παρατηρήθηκε το φαινόμενο πως αρκετοί κωδικοί μένουν εκτός του slotting και πολλές θέσεις μένουν κενές. Για τον λόγο αυτό ένα από τα συμπεράσματα του κεφαλαίου 7.1 (βλ. παρακάτω για περισσότερες λεπτομέρειες) είναι να εξετασθεί το ενδεχόμενο ύπαρξης διαφορών στον αριθμό των κωδικών που έχουν ανατεθεί σε ζώνες εν συγκρίσει με τη χωρητικότητά τους.

Αρχικά εντοπίζεται/ονται η ζώνη ή οι ζώνες στις οποίες μένουν κενά φατνώματα στο σενάριο «Run1-27012022-BOH». Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε από το report «Empty Locations» είτε γρηγορότερα μέσω του Slot Master Wizard. Ειδικότερα, πατώντας το εικονίδιο «Optimize Layout», επιλέγοντας το σενάριο «Run1-27012022-BOH» και προχωρώντας στην οθόνη από-επιλογής των φατνωμάτων (πέμπτη οθόνη του Slot Master Wizard), εφόσον το σενάριο έχει εκτελεσθεί ήδη μία φορά, το Slot Master Wizard εμφανίζει με κίτρινο χρώμα τα φατνώματα τα οποία έχουν δεσμευτεί με κάποιο κωδικό και με πράσινο χρώμα τα φατνώματα που είναι παρέμειναν κενά κατά την πρώτη εκτέλεση. Συγκρίνοντας το στιγμιότυπο οθόνης που φαίνεται στο σχήμα 6.94 με αυτό του σχήματος 6.84 (βλ. Κεφάλαιο 6.2.7.1) και εξαιρώντας τα φατνώματα που έμειναν κενά λόγω από-επιλογής τους από τον χρήση πλαισιώνονται με κόκκινο τα φατνώματα που παρέμειναν κενά λόγω του slotting. Παρατηρούμε η ζώνη με τις περισσότερες θέσεις που το λογισμικό αφήνει κενές θέσεις είναι η ζώνη 4, δηλαδή η ζώνη των εύφλεκτων προϊόντων με ονομασία «Ambient-Oils».



Σχήμα 6.94: Χάρτης της αποθήκης στον οποίο απεικονίζονται με διαφορετικό χρωματισμό τα δεσμευμένα και τα μη δεσμευμένα φατώματα με βάση το σενάριο Run1-27012022-ΒΟΗ.

Στη συνέχεια διασταυρώνεται από το report «Unslotted Items» και το αρχείο Stock\_04 σε ποια ζώνη είχε ορισθεί πως πρέπει να τοποθετηθούν οι κωδικοί που έμειναν εκτός ανάθεσης. Πράγματι, από τους 74 κωδικούς που το λογισμικό άφησε εκτός slotting οι 71 είχαν ανατεθεί στη ζώνη 2 και μόλις 3 στη ζώνη 1. Εξετάζοντας, το αρχείο Stock\_04 παρατηρείται πως:

- στη ζώνη 1 έχουν ανατεθεί 74 κωδικοί και η περιοχή αυτή έχει 101 παλετοθέσεις,
- στις ζώνες 2 και 3 έχουν ανατεθεί 343 κωδικοί ενώ η περιοχή αυτή έχει 320 παλετοθέσεις και
- στη ζώνη 4 έχουν ανατεθεί μόλις 23 κωδικοί ενώ η περιοχή αυτή έχει 113 παλετοθέσεις.

Προκειμένου να λυθεί το πρόβλημα αυτό, ορισμένοι από τους κωδικούς για τους οποίους έχει ορισθεί στο αρχείο Stock πως πρέπει να τοποθετηθούν στη ζώνη 2 θα μεταφερθούν στη ζώνη 4. Αυτή η αλλαγή δεν αποτελεί πρόβλημα καθώς, ενώ κωδικοί της ζώνης 4 δεν μπορούν να τοποθετηθούν αλλού μέσα στην αποθήκη, κωδικοί της ζώνης 2 μπορούν να τοποθετηθούν στη ζώνη 4. Αυτό είναι λογικό καθώς οι αρχικοί κωδικοί της ζώνης 4 είναι εύφλεκτοι και πρέπει υποχρεωτικά να τοποθετηθούν σε χώρο με την αντίστοιχη πυρασφάλεια. Αντίθετα, τα προϊόντα της ζώνης 2 μπορούν να τοποθετηθούν σε οποιαδήποτε ζώνη αρκεί αυτή να εξυπηρετεί συνθήκες ξηρής αποθήκευσης (μπορούν δηλαδή να τοποθετηθούν στη ζώνη 4 των εύφλεκτων ξηρής αποθήκευσης αλλά όχι στη ζώνη 1 των κατεψυγμένων).

Άρα, θα δημιουργηθεί ένα αρχείο Stock\_05 το οποίο θα έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- απόθεμα (στήλη «ΒΟΗ») ίσο με τη μονάδα για όλους τους κωδικούς, όπως στα αρχεία Stock\_03 και Stock\_04
- picking παλετών, δηλαδή τιμή ίση με το «0» στη στήλη «Case\_Pick», όπως στα αρχεία Stock\_03 και Stock\_04
- τιμή ίση με το 0 στις στήλες «Min\_In\_Pface» και «Max\_In\_Pface» » όπως στο αρχείο Stock\_04 καθώς θα χρησιμοποιηθεί η ρύθμιση «Use BOH Slotting Constraints» και στα δύο σενάρια
- σε ορισμένους από τους κωδικούς οι τιμή της στήλης «Preferred\_Zone\_Id» θα αλλάξει από «2» σε «4»
- όλα τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά θα μείνουν ίδια όπως είναι στα αρχεία Stock\_01, Stock\_02, Stock\_03 και Stock\_04

Οι διαφορές των αρχείων Stock\_04 και Stock\_05 όσον αφορά στην ανάθεση κωδικών σε ζώνες φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6.XII: Σύγκριση αρχείων Stock\_04 και Stock\_05 ως προς τον αριθμό κωδικών ανά ζώνη.

	Stock_04	Stock_05
Κωδικοί ζώνης 1	74	74
Κωδικοί ζώνης 2	212	153
Κωδικοί ζώνης 3	131	131
Κωδικοί ζώνης 4	23	82

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι κωδικοί που έχουν ανατεθεί στο εκάστοτε chamber (= ξεχωριστό χώρο αποθήκευσης μέσα στην αποθήκη) καθώς και οι ζώνες που συνυπάρχουν μέσα στο ίδιο chamber. Επιπλέον, παρουσιάζεται ο αριθμός ωφέλιμων παλετοθέσεων («capacity») από τις οποίες γίνεται picking για τους παραπάνω χώρους. Παρατηρείται, πως στο νέο αρχείο με τα χαρακτηριστικά αποθέματος «Stock\_05» σε κανένα chamber δεν έχουν αντιστοιχισθεί περισσότεροι κωδικοί από όσους μπορεί να αποθηκεύσει και σε κανένα chamber δεν έχουν ανατεθεί πολύ λιγότεροι κωδικοί εν συγκρίσει με το capacity του.

Πίνακας 6.XIII: Αριθμός κωδικών που ανατίθενται στο εκάστοτε chamber και σύγκριση με τη χωρητικότητά του.

Chamber	Ζώνη/ες	Capacity	Αριθμός κωδικών στο Stock_04	Αριθμός κωδικών στο Stock_05
1	1	101	74	74
2	2&3	320	<b>343</b>	284
3	4	113	<b>23</b>	82

Με το αρχείο αυτό θα τρέξουν δύο σενάρια slotting τα οποία θα έχουν και τα δύο τη ρύθμιση «Use BOH Slotting Constraints» όσον αφορά στο απόθεμα, αλλά διαφορετικά κριτήρια προτεραιοποίησης των κριτηρίων στην τρίτη οθόνη. Ειδικότερα, το σενάριο Run1-01022022 θα έχει τα ίδια κριτήρια με τα υπόλοιπα σενάρια «Run1» (βλ. Σχήμα 6.82, Κεφάλαιο 6.2.7.1). Το σενάριο Run2-01022022 δεν θα έχει κριτήρια σε επίπεδο οικογένειας, θα έχει ίδια κριτήρια στο δεύτερο επίπεδο (Tier2 - Stock Item) με το σενάριο «Run1» και διαφορετικά κριτήρια στο τρίτο επίπεδο (Tier3 - Location). Ειδικότερα, το κριτήριο που θα εφαρμοσθεί είναι το ακόλουθο:

#### 1. Center of Gravity: desc

Το λογισμικό θέλουμε να δεσμεύσει για κάθε chamber πρώτα τις θέσεις που βρίσκονται μακριά από το κέντρο βάρους της αποθήκης.

Έτσι, η δεύτερη οθόνη του σεναρίου Run2-02022022 φαίνεται στο σχήμα 6.95.

Τα αποτελέσματα των δύο αυτών σεναρίων θα αξιολογηθούν και θα συγκριθούν στα κεφάλαια 7.2, 7.3 και 7.4.

Sort Order

Tier 1 - Product Family

<p>Current Selection</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px;"> <p>&lt;END SORT&gt;</p> <p>Toxicity Rating : asc</p> <p>Velocity : desc</p> <p>Number of SKUs : asc</p> <p>Ranking : desc</p> <p>Crushable Rating : asc</p> <p>Weight : asc</p> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 5px;">Top</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Up</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Down</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Bottom</div> <div style="margin-top: 10px; width: 100%;">Toggle Order</div> </div>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tier 2 - Stock Item

<p>Current Selection</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px;"> <p>Crushable Rating : desc</p> <p>Ranking : asc</p> <p>Velocity : desc</p> <p>&lt;END SORT&gt;</p> <p>Toxicity Rating : asc</p> <p>Tie Count : asc</p> <p>Weight : desc</p> <p>SKU Code : desc</p> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 5px;">Top</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Up</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Down</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Bottom</div> <div style="margin-top: 10px; width: 100%;">Toggle Order</div> </div>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tier 3 - Location

<p>Current Selection</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px;"> <p>Center of Gravity : desc</p> <p>&lt;END SORT&gt;</p> <p>Chamber Proximity : asc</p> <p>Aisle Proximity : asc</p> <p>Pick Path Sequence : asc</p> <p>Location Proximity : asc</p> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 5px;">Top</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Up</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Down</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Bottom</div> <div style="margin-top: 10px; width: 100%;">Toggle Order</div> </div>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Σχήμα 6.95: Κριτήρια βελτιστοποίησης για το σενάριο Run2-02022022.

#### 6.2.7.4 Δοκιμή επιλογής εξισορρόπησης των ζωνών (Apply Zone Balancing)

Στα παραπάνω κεφάλαια εξετάσθηκε η εφαρμογή όλων των ρυθμίσεων που αφορούν στο απόθεμα καθώς και η δοκιμή δύο διαφορετικών κριτηρίων προτεραιοποίησης στη δέσμευση των θέσεων αποθήκευσης. Στο πλαίσιο προσπαθειών για πλήρη αξιολόγηση του εργαλείου «Slot Master Wizard» δημιουργείται ένα ακόμη σενάριο προκειμένου να δοκιμασθεί και η επιλογή εξισορρόπησης των ζωνών («Apply Zone Balancing»).

Πατώντας το εικονίδιο «Optimize Layout», επιλέγοντας το <NEW RUN> και δίνοντας στο σενάριο την περιγραφή «Run3-ZoneBalancing» ανοίγει το περιβάλλον του Slot Master Wizard. Η δεύτερη οθόνη των γενικών ρυθμίσεων και η τρίτη της επιλογής των κριτηρίων είναι ίδιες όπως και στο πρώτο σενάριο με τη μόνη διαφορά πως στην πρώτη θα πρέπει να επιλεγθεί το «Apply Zone Balancing». Εφόσον, δεν θα γίνει η εκτέλεση του σεναρίου στην τρίτη οθόνη θα μπορούσαν να επιλεγθούν είτε τα κριτήρια προτεραιοποίησης του Run1 είτε τα κριτήρια του Run2.

Settings

Run Description:

Free Space:   Break on Family

%  Locations  Chamber  Aisle  Location  
 #  Slots

Sort Tolerance:   Disable Summary Screens  
 Apply Zone Balancing

Order Pareto

% Fast:   Allow Multiple Pickfaces

% Medium:   Use BOH Slotting Constraints

% Slow:   Use Min/Max Slotting Constraints

Slotting Delay:  Lift-off space:

Σχήμα 6.96: Δεύτερη οθόνη του Slot Master Wizard στην περίπτωση όπου είναι επιθυμητή η εξισορρόπηση μεταξύ των ζωνών («Zone Balancing»).

Η τέταρτη οθόνη διαφέρει σε σχέση με το πρώτο σενάριο καθώς αντί για επιλογή σε επίπεδο chambers το Slot Master Wizard ζητά από τον χρήστη να επιλέξει εάν θα εξαιρέσει κάποια εκ των τεσσάρων ζωνών από το slotting. Καθώς επιθυμούμε όλες οι ζώνες να συμπεριληφθούν η εικόνα της οθόνης είναι η ακόλουθη (Σχήμα 6.97).

ZoneID	Description	Colour
<input checked="" type="checkbox"/>	1 CHILLED	Blue
<input checked="" type="checkbox"/>	2 AMBIENT	Red
<input checked="" type="checkbox"/>	3 FS-AMBIENT	Green
<input checked="" type="checkbox"/>	4 AMBIENT - OILS	Purple

Pan Horizontal Pan Vertical Select All Select None


Cancel Prev Next Save Finish

Σχήμα 6.97: Τέταρτη οθόνη του Slot Master Wizard στην περίπτωση επιλογής του Zone Balancing.

Πατώντας «Επόμενο» το λογισμικό δεν ζητά από τον χρήστη να κάνει επιλογή σε επίπεδο θέσεων παρά τον μεταφέρει κατευθείαν στην πρώτη περιληπτική οθόνη («Summary Screen») η οποία εμφανίζει τις ενεργές ζώνες και τον αριθμό των παλετοθέσεων που έχει κάθε μία. Σε αυτή την οθόνη (Σχήμα 6.98) γίνεται η από-επιλογή τόσο σε επίπεδο φατνωμάτων όσο και σε επίπεδο παλετοθέσεων.

Καθώς η διαδικασία εξαίρεσης φατνωμάτων και παλετοθέσεων με αυτόν τον τρόπο είναι πολύωρη (βλ. Κεφάλαιο 6.2.8) και πρακτικά δεν θα εξετασθούν τα αποτελέσματα από το τρέξιμο του σεναρίου, δεν θα γίνει από-επιλογή και θα προχωρήσουμε στις επόμενες οθόνες

προκειμένου να δούμε εάν πρακτικά εμφανίζεται άλλη διαφορά σε σχέση με τα άλλα σενάρια.

 Slot Master Wizard

Review Active Slots By Zone

Traverse through the list of slots grouped by Zone. To Activate or Deactivate an entire Location, click on Active CheckBox. To toggle individual slots & Slots you want to toggle. To unslot a particular SKU assigned to a slot expand the Location and click on the slotted SKU.

If a slot is not active with a SKU, selecting that row will re-activate the slot.

Zone	Location	Bay	Layer	Slot	Slot Active	SKU
1 (360 slots)	<input checked="" type="checkbox"/>	Zone is Active				
2 (390 slots)	<input checked="" type="checkbox"/>	Zone is Active				
3 (183 slots)	<input checked="" type="checkbox"/>	Zone is Active				
4 (240 slots)	<input checked="" type="checkbox"/>	Zone is Active				

Σχήμα 6.98: Πέμπτη οθόνη του Slot Master Wizard στην περίπτωση επιλογής του Zone Balancing.

Οι επόμενες οθόνες που αφορούν την επιλογή οικογενειών και κωδικών είναι ίδιες και σε αυτό το σενάριο. Η μόνη διαφορετική οθόνη πριν το τρέξιμο της βελτιστοποίησης είναι η δέκατη και τελευταία και διαφέρει ως προς τις πληροφορίες που παρέχει στον χρήστη σχετικά με τις θέσεις. Στα προηγούμενα σενάρια είδαμε πληροφορίες για τα φατνώματα και τις παλετοθέσεις ανά chamber οι ίδιες πληροφορίες παρουσιάζονται ανά ζώνη. Στο σχήμα 6.99 φαίνονται με κόκκινο πλαίσιο τα σημεία που διαφέρουν σε σχέση με την οθόνη του σχήματος 6.89 (βλ. Κεφάλαιο 6.2.7.1).

```

Options Selected:

Zone Balance: ----- Yes

Sort Order:

SKU: ----- Crushable Rating : desc
----- Ranking : asc
----- Velocity : desc
Location: ----- Pick Path Sequence : desc

Zones Selected:

1 ----- 120 Locations selected
2 ----- 130 Locations selected
3 ----- 61 Locations selected
4 ----- 80 Locations selected

Families/SKUs Selected:

COOKING FATS & OILS ----- 33 of 33 Products
DESSERTS ----- 16 of 16 Products
DRESSINGS ----- 83 of 83 Products
OTHER FOODS ----- 11 of 11 Products
SAVOURY ----- 179 of 179 Products
SPREADS ----- 48 of 48 Products
TEA AND SOY & FRUIT BEVERAGES ----- 60 of 60 Products
VITALITY SHOTS ----- 10 of 10 Products
440 of 440 Total Products

```

Σχήμα 6.99: Δέκατη οθόνη του Slot Master Wizard στην περίπτωση επιλογής του Zone Balancing.

Αξίζει να σημειωθεί πως ενώ η δοκιμή της λειτουργίας έγινε με το αρχείο Stock\_05 στο οποίο ορίζεται picking παλέτας, στην τελευταία οθόνη του Slot Master Wizard με τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης, στη στήλη Quantity οι τιμές δεν έχουν ως μονάδα μέτρησης την παλέτα αλλά τα κιβώτια σε αντίθεση με το σχήμα 6.93 (βλ. Κεφάλαιο 6.2.7.2).

### 6.2.7.5 Δοκιμή εκτέλεσης σεναρίου με Sort Tolerance ≠ 0

Σύμφωνα και με όσα αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 5.3 στη δεύτερη οθόνη ρυθμίσεων του Slot Master Wizard υπάρχει η επιλογή «Sort Tolerance» στην οποία ορίζεται ο αριθμός φορών που θα προσπαθήσει το Slot Master Wizard να τοποθετήσει έναν κωδικό σε μία παλετοθήση πριν τον χαρακτηρίσει ως «unslotted». Σε όλα τα σενάρια ορίστηκε η τιμή «0» και ο αριθμός των κωδικών εκτός ανάθεσης είναι αυτός που φαίνεται από τα reports και καταγράφεται στα κεφάλαια 7.1 και 7.2 για τα εκάστοτε σενάρια. Στη συγκεκριμένη δοκιμή εκτελέστηκε το σενάριο Run1-02022022-SortTolerance με Sort Tolerance = 3 προκειμένου να φανεί εάν αυτή η επιλογή θα είχε ως αποτέλεσμα περισσότερα ή λιγότερα unslotted items.

Πέρα από τη δεύτερη καμία άλλη οθόνη δεν είναι διαφορετική. Το αποτέλεσμα από την αναφορά των unslotted items είναι πως 309 κωδικοί έμειναν εκτός ανάθεσης με αιτιολογία πως εξαντλήθηκαν όλες οι προσπάθειες ανάθεσης των κωδικών («Sort tolerance reached»). Αντίθετα στην περίπτωση όπου ορίστηκε «Sort Tolerance = 0» οι κωδικοί που έμειναν εκτός ανάθεσης ήταν μόλις 38. Άρα, από αυτή τη δοκιμή εξάγεται το συμπέρασμα πως η ρύθμιση «Sort Tolerance = 0» πρακτικά σημαίνει πως δεν ορίζονται περιορισμοί στον αριθμό προσπαθειών που πραγματοποιεί το λογισμικό για να βρει μία θέση για τον εκάστοτε κωδικό.

Το σενάριο αυτό δεν έχει νόημα να αναλυθεί στο κεφάλαιο 7 καθώς αποτελεί απλή επιβεβαίωση της ορθότητας του ορισμού μηδενικής τιμής στο πεδίο «Sort Tolerance» που εφαρμόστηκε για όλα τα σενάρια.

### 6.2.8 Παρατηρήσεις για το Slot Master Wizard

#### Θετικά στοιχεία

- Κατά τη δημιουργία του σεναρίου υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης των ρυθμίσεων. Έτσι, ακόμα και ένα ο χρήστης κλείσει το Slot Master Wizard χωρίς να τρέξει το σενάριο, το σενάριο και οι παράμετροί του αποθηκεύονται.
- Υπάρχει η δυνατότητα αντιγραφής σεναρίου. Ιδιαίτερα χρήσιμη λειτουργία καθώς κάποιες από τις παραμέτρους/ρυθμίσεις όπως οι εξαιρέσεις κάποιων φατνωμάτων που πρέπει να παραμένουν κενά, αφορούν την αποθήκη και κατ' επέκταση θα είναι ίδιες σε όλα τα σενάρια.

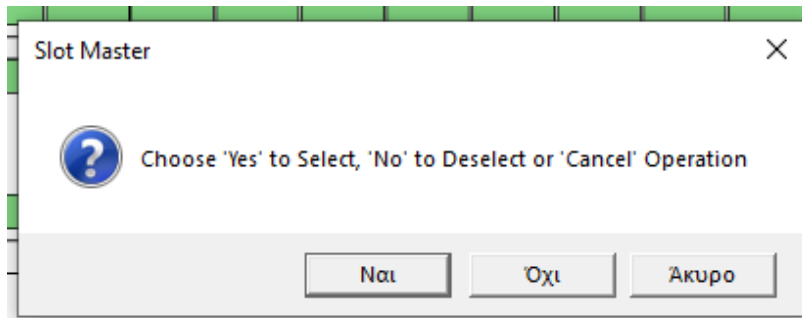
#### Δυσκολίες που εντοπίστηκαν/ Παρατηρήσεις προς βελτίωση

- Μόλις ο χρήστης ανοίξει το περιβάλλον του Slot Master Wizard, στη δεύτερη οθόνη του όπου μπορεί να γίνει επιλογή μία εκ των τριών επιλογών σχετικά με το απόθεμα, αρχικά καμία από τις τρεις επιλογές δεν είναι επιλεγμένες. Ωστόσο, σε περίπτωση όπου ο χρήστης πατήσει πάνω σε μία επιλογή μετά είναι υποχρεωμένος να επιλέξει μία από τις τρεις.
- Ορισμένες από τις ρυθμίσεις δεν αποθηκεύονται για το δεδομένο σενάριο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα που αυξάνει τον συνολικό χρόνο της διαδικασίας είναι πως η ρύθμιση σχετικά με το ποια φατνώματα θα εξαιρεθούν δεν διατηρείται στην περίπτωση που ο χρήστης ακυρώσει το τρέξιμο παρά το γεγονός πως υπάρχει η επιλογή αποθήκευσης των παραμέτρων του σεναρίου. Συγκεκριμένα, εάν ο χρήστης ακυρώσει την εκτέλεση και στη συνέχεια επιλέξει πάλι το ίδιο σενάριο στο «Optimize Layout», όλα τα φατνώματα εμφανίζονται επιλεγμένα και ο χρήστης πρέπει να τα από-επιλέξει από την αρχή. Το μειονέκτημα αυτό του λογισμικού αναιρεί σχεδόν ολοκληρωτικά τα δύο



πρώτα θετικά στοιχεία που αναφέρθηκαν παραπάνω καθώς οι ρυθμίσεις που όντως αποθηκεύονται είναι αυτές που απαιτούν και τον λιγότερο χρόνο.

- Κατά την από-επιλογή φατνωμάτων, όταν αυτό γίνεται με πάτημα πάνω στα πράσινα ορθογώνια, το λογισμικό πολύ συχνά κατά το πάτημα πάνω σε ένα πράσινο ορθογώνιο εμφανίζει το παρακάτω μήνυμα (Σχήμα 6.100) χωρίς να είναι ξεκάθαρος ο λόγος για τον οποίο γίνεται αυτό. Μάλιστα, κατά το πάτημα κάποιων ορθογωνίων δεν εμφανίζεται ενώ κατά την προσπάθεια από-επιλογής κάποιων άλλων εμφανίζεται περισσότερες από μία φορές.

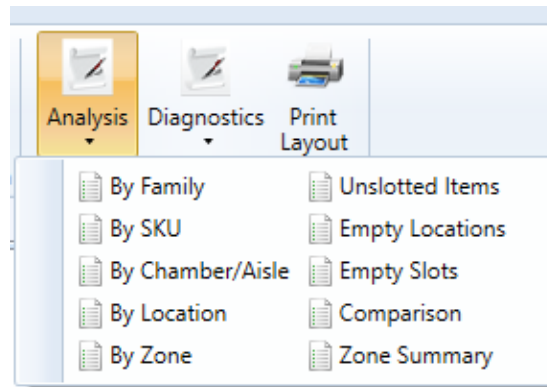


Σχήμα 6.100: Μήνυμα που εμφανίζει το λογισμικό κατά την προσπάθεια απο-επιλογής των θέσεων.

- Στην ίδια οθόνη με την παραπάνω παρατήρηση, κατά την από-επιλογή φατνωμάτων μέσω της λίστας με τους κωδικούς σε κάποιες περιπτώσεις δεν αλλάζει το χρώμα των φατνωμάτων από πράσινο σε λευκό.
- Κατά την από-επιλογή παλετοθέσεων κάθε φορά που ο χρήστης πατάει πάνω σε ένα slot για να το απενεργοποιήσει κλείνει το drop-down της θέσης. Για το συγκεκριμένο case study, αυτό είναι μεν ενοχλητικό για τον χρήστη αλλά δεν δημιουργεί μεγάλο πρόβλημα καθώς κάθε φάτνωμα έχει μόνο τρία slots.
- Στην περίπτωση του σεναρίου Run3-ZoneBalancing, όπου η από-επιλογή φατνωμάτων και παλετοθέσεων γίνεται από την ίδια οθόνη (αντίστοιχη της οθόνης από-επιλογής παλετοθέσεων των υπόλοιπων σεναρίων) το παραπάνω πρόβλημα παραμένει. Συγκεκριμένα, κάθε φορά που γίνεται από-επιλογή ενός φατνώματος της ζώνης το drop-down της ζώνης κλείνει. Σε αντίθεση με την παραπάνω περίπτωση αυτό το bug του λογισμικού κάνει τη διαδικασία πολύ χρονοβόρα καθώς υπάρχουν πολλά φατνώματα σε κάθε ζώνη τα οποία πρέπει να από επιλεχθούν.
- Η ρύθμιση της δεύτερης οθόνης του Slot Master Wizard για απενεργοποίηση των οθονών περίληψης δεν είναι εύκολο να αλλάξει. Ειδικότερα, υπήρξαν δοκιμές όπου ένα σενάριο είχε αποθηκευτεί λόγω χάριν με επιλεγμένο το «Disable Summary Screens», ο χρήστης έκλεισε το Slot Master Wizard και στη συνέχεια ξανά-προσπάθησε να εκτελέσει το σενάριο έχοντας από-επιλέξει το «Disable Summary Screens» στις οποίες οι οθόνες περίληψης δεν εμφανίζονταν ακόμα και μετά την από-επιλογή αυτής της ρύθμισης.
- Χωρίς να είναι ξεκάθαρος ο λόγος, σε κάποιες δοκιμές ενώ επιλέχθηκε από την αρχή η επιλογή εξισορρόπησης των ζωνών αποθήκευσης, το λογισμικό δεν εμφάνιζε την οθόνη που φαίνεται στο σχήμα 6.97 (βλ. Κεφάλαιο 6.2.7.4). Αντιθέτως, οι οθόνες που ακολουθούσαν ήταν ίδιες με τα σενάρια για τα οποία δεν είχε επιλεχθεί το «Apply Zone Balancing».
- Σε πολλές περιπτώσεις το Slot Master Wizard κολλάει με αποτέλεσμα να κλείνει το λογισμικό απροειδοποίητα.

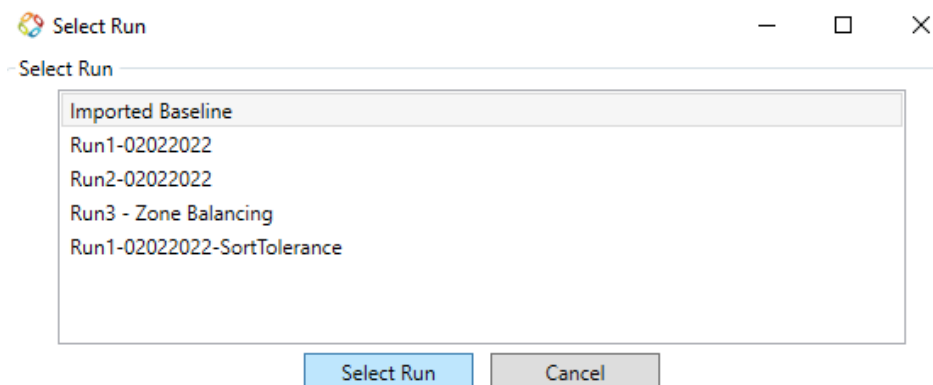
### 6.2.9 Εξαγωγή αναφορών του Slot Master (Reports)

Σημειώνεται πως στην παρούσα φάση θα εξαχθούν όλα τα reports και θα αναλυθούν προκειμένου να γίνει σαφές ποια θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την σύγκριση των αποτελεσμάτων των σεναρίων που θα γίνει στο Κεφάλαιο 7. Όπως αναφέρθηκε και το κεφάλαιο 5.5 υπάρχουν δύο είδη αναφορών: οι αναφορές που εξάγονται από το εικονίδιο «Analysis» και αυτές που εξάγονται από το εικονίδιο «Diagnostics» (Σχήμα 6.101).



Σχήμα 6.101: Εικονίδια για την εξαγωγή των αναφορών. Στο σχήμα έχει πατηθεί το εικονίδιο «Analysis».

Θα εξαχθούν όλα τα reports οπότε για αρχή επιλέγεται το «By Family». Μόλις ο χρήστης πατήσει πάνω στον τίτλο της αναφορά που επιθυμεί να προβάλει εμφανίζεται το ακόλουθο παράθυρο επιλογής του σεναρίου βελτιστοποίησης για το οποίο θα εξαχθεί η αναφορά (Σχήμα 6.102).



Σχήμα 6.102: Παράθυρο επιλογής σεναρίου για το οποίο θα εξαχθεί το εκάστοτε report.

Μόλις επιλεγεί το επιθυμητό σενάριο, το λογισμικό εμφανίζει και το τελευταίο παράθυρο πριν το άνοιγμα της αναφοράς. Το παράθυρο αυτό ζητά από τον χρήστη να επιλέξει την οικογένεια κωδικών για την οποία θα εξαχθεί η αναφορά (αυτή η επιλογή εμφανίζεται λόγω του ότι επιλέχθηκε το report «By Family»), τα chambers και τους διαδρόμους για τους οποίους θα εξαχθεί η αναφορά καθώς και ο επιθυμητός τύπος του αρχείου.

Σχήμα 6.103: Τελευταίο παράθυρο πριν την εξαγωγή της επιθυμητής αναφοράς.

Η αναφορά με το πάτημα της οποίας εμφανίζεται διαφορετικό παράθυρο επιλογών είναι η αναφορά σύγκρισης, «Comparison». Το παράθυρο το οποίο εμφανίζεται φαίνεται στο σχήμα 6.104. Στο παράθυρο αυτό ο χρήστης καλείται να επιλέξει την εκτέλεση που θα αποτελέσει την κατάσταση αναφοράς (η θέση του εκάστοτε κωδικού στην αναφορά θα αναφέρεται ως «Old») και το σενάριο σύγκρισης (η θέση του εκάστοτε κωδικού στην αναφορά θα αναφέρεται ως «New»). Επιπλέον, στο ίδιο παράθυρο ορίζεται το κόστος ανά αλλαγή θέσης αποθήκευσης και ο τύπος αρχείου για την εξαγωγή του report.

Σχήμα 6.104: Παράθυρο επιλογής πριν την εξαγωγή της αναφοράς «Comparison».

Επιπλέον, καθώς παρατηρήθηκε πως οι πληροφορίες που αυτά παρέχουν διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο του αρχείου που επιλέγεται προκειμένου να αναλυθούν πλήρως τα reports θα δημιουργηθούν όλα για το σενάριο Run1-02022022 και στους δύο τύπους αρχείων. Λόγω της μεγάλης έκτασης των αναφορών του Slot Master θα ενσωματωθεί μόνο η πρώτη σελίδα από το κάθε ένα στην μορφή .pdf στο Παράρτημα Β της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Οι βασικές αναφορές που θα αξιοποιηθούν για την αξιολόγηση των σεναρίων είναι οι «Unslotted Items», «Empty Locations» και «Empty Slots». Οι τρεις αυτές αναφορές αρχικά δείχνουν τον βαθμό στον οποίο έχει νόημα η περαιτέρω ανάλυση του σεναρίου, καθώς οι εκτελέσεις που έχουν περισσότερα από 25% των κωδικών εκτός της ανάθεσης δεν έχει νόημα

να μελετηθούν. Επιπλέον, θα αξιοποιηθεί η αναφορά σύγκρισης με την υπάρχουσα κατάσταση («Comparison») στο Κεφάλαιο 7.4.

### 6.2.10 Παρατηρήσεις από την εξαγωγή των αναφορών

#### Θετικά Στοιχεία

- Στο report με τίτλο «Unslotted Items» που αφορά στους κωδικούς που δεν μπόρεσαν να τοποθετηθούν σε κάποια παλετοθέση, είναι ιδιαίτερα κατατοπιστικό το γεγονός πως αναφέρεται και ο λόγος για τον οποίο το λογισμικό τα άφησε εκτός.
- Στην αναφορά με τίτλο «Comparison» είναι ιδιαίτερα βοηθητικό το γεγονός πως το λογισμικό παρουσιάζει την παλιά και καινούργια θέση του εκάστοτε κωδικού και με βάση την κωδικοποίηση του λογισμικού αλλά και με βάση το σύστημα κωδικοποίησης της υφιστάμενης αποθήκης.

#### Γενικές παρατηρήσεις/ Σημεία που χρήζουν προσοχής

- Μία γενική παρατήρηση είναι πως ενώ σε όλες τις αναφορές αναφέρεται ο τίτλος της αναφοράς, η ημερομηνία και η ώρα έκδοσής της, δεν αναφέρεται πουθενά ο τίτλος του σεναρίου το οποίο αφορά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, στην περίπτωση όπου υπάρχουν πολλά reports για διαφορετικά σενάρια να μην είναι ξεκάθαρο ποιο report αφορά ποιο σενάριο.
- Υπάρχει μία γενική ασυνέπεια στην ονομασία των στηλών που αφορούν σε ίδια χαρακτηριστικά μεταξύ των reports. Ειδικότερα:
  - Ο κωδικός του προϊόντος σε κάποιες αναφορές αναφέρεται ως «SKU» και σε κάποιες ως «Stock Code» (στο report με τίτλο «Report By Chamber/Aisle»).
  - Η ταχυκινησία των κωδικών ενώ κατά βάση εντοπίζεται με τον τίτλο «Velocity», στην αναφορά «By Location» καταγράφεται ως «Activity».
  - Η ονομασία ενός προφίλ συγκομιδής σε κάποιες αναφορές καταγράφεται ως «Profile Name» και σε κάποιες ως «Profile ID». Το γεγονός αυτό μπερδεύει τον χρήστη καθώς υπάρχει και ο μοναδικός κωδικός του εκάστοτε προφίλ με τίτλο «Profile ID».
  - Στην αναφορά «CubeFill By Location» η στήλη που περιέχει την πληροφορία της περιγραφής του εκάστοτε κωδικού αντί για την ονομασία «Stock Description» έχει την ονομασία «Slot Description». Αυτό μπορεί επίσης να μπερδέψει τον χρήστη καθώς έχει γίνει εισαγωγή περιγραφής για τα slots στο αρχείο «LocationMap».
  - Ενώ σε όλα τα reports η στήλη «Location ID» εκφράζει τον κωδικό της παλετοθέσης σύμφωνα με την κωδικοποίηση της αποθήκης, στην αναφορά με τίτλο «CubeFill» η στήλη «LocationID» περιέχει έναν διψήφιο αριθμό που δεν είναι γνωστό τι αντιπροσωπεύει.
- Στην αναφορά με τίτλο «Empty Locations» τα φατνώματα δεν καταγράφονται με τη σειρά. Επιπλέον, θα ήταν χρήσιμο όπως γίνεται στην αναφορά των «unslotted» κωδικών να υπάρχει μία στήλη με τον λόγο για τον οποίο ένα φάτνωμα έμεινε κενό ειδικά εφόσον το λογισμικό συμπεριλαμβάνει στην αναφορά και τα φατνώματα που έμειναν κενά κατόπιν επιλογής του χρήστη.
- Στην αναφορά με τίτλο «Empty Slots» επίσης θα ήταν χρήσιμο να καταγράφεται ο λόγος για τον οποίο οι συγκεκριμένες παλετοθέσεις παρέμειναν κενές.
- Η αναφορά που εξάγεται με την επιλογή «Bay Profiles by Chamber» από το εικονίδιο «Diagnostics» έχει διαφορετικό τίτλο, γεγονός που δεν συμβαίνει με τις αναφορές που προκύπτουν από τα reports της κατηγορίας «Analysis». Συγκεκριμένα ή αναφορά που προκύπτει έχει τίτλο «Profiles List By Chamber». Επιπλέον, στο συγκεκριμένο δεν

καταγράφονται τα picking profiles που έχουν χαρακτηριστεί ως «Disabled» μέσα στο περιβάλλον ανάθεσης προφίλ συγκομιδής. Το γεγονός αυτό είναι οξύμωρο, αφού στο περιβάλλον του Slot Master Wizard οι θέσεις που έχουν χαρακτηριστεί ως disabled συμμετέχουν κανονικά στο slotting εκτός και εάν τις εξαιρέσει ο χρήστης από αυτό.

- Ακριβώς οι ίδιες παρατηρήσεις με την παραπάνω κουκίδα ισχύουν και για την αναφορά που προκύπτει από την επιλογή «Bay Profile Distribution by Chamber». Ειδικότερα η αναφορά που εξάγεται έχει τίτλο «Profile Count By Chamber» και επίσης δεν συμπεριλαμβάνει τα προφίλ με τον χαρακτηρισμό «Disabled». Η πληροφορία της ποσότητας των θέσεων στα οποία έχουν ανατεθεί τα συγκεκριμένα προφίλ ενδέχεται να αποτελέσει μία χρήσιμη πληροφορία. Ωστόσο, δεν καθίσταται σαφές εάν πρόκειται για αριθμό θέσεων («Locations») ή παλετοθέσεων («slots»).
- Στην αναφορά «Bay Profile Distribution By Chamber» για το σενάριο Run1-02022022 οι στήλες «Profile\_Name» και «Profile\_Description» είναι κενές ενώ σε reports άλλων σεναρίων που προβλήθηκαν για δοκιμή δεν ήταν.
- Μία σοβαρή ασυνέπεια παρουσιάζεται μεταξύ των αναφορών «Profile Count By Chamber» και «Profile Utilization By Chamber». Ειδικότερα, η στήλη «Profile Count» θα έπρεπε να έχει τις ίδιες αριθμητικές τιμές στα δύο reports αφού πρόκειται για την ίδια πληροφορία, κάτι το οποίο δεν συμβαίνει. Ειδικότερα, στο δεύτερο report ο συνολικός αριθμός των φατνωμάτων που ανήκουν σε ένα συγκεκριμένο προφίλ ανά chamber ταυτίζεται με τον αριθμό των φατνωμάτων στα οποία έχουν ανατεθεί κωδικοί. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η αναφορά για το ποσοστό εκμετάλλευσης να καταγράφει ποσοστό 100% εκμετάλλευσης για όλα τα προφίλ ανά chamber κάτι το οποίο διασταυρώνοντας τις πληροφορίες των δύο αναφορών δεν ισχύει.
- Στην αναφορά «Slots Utilization By Chamber» αρχικά εμφανίζεται η ίδια ασυνέπεια όπου είχε εμφανιστεί και στο report «Profile Utilization By Chamber» όσον αφορά στον συνολικό αριθμό των παλετοθέσεων όπου έχει ανατεθεί ένα συγκεκριμένο προφίλ ανά chamber. Ειδικότερα, πάλι ο συνολικός αριθμός των παλετοθέσεων ενός προφίλ φαίνεται ίσος με τον αριθμό παλετοθέσεων που έχουν δεσμευτεί στο συγκεκριμένο σενάριο. Αυτό έχει ως άμεσο αποτέλεσμα ο βαθμός πληρότητας για όλα τα προφίλ και όλα τα chambers να υπολογίζεται ίσος με 100% γεγονός που δεν ισχύει. Επιπλέον, στο συγκεκριμένο report παρουσιάζεται ασυνέπεια και μεταξύ των επιμέρους αριθμητικών δεδομένων που αφορούν στον αριθμό των παλετοθέσεων που έχουν το εκάστοτε προφίλ ανά chamber και στο συνολικό άθροισμα των slots ανά chamber.
- Στην αναφορά «CubeFill» τα μεγέθη «Actual CubeFill» και «Max CubeFill» ούτε είναι ξεκάθαρο πως προκύπτει ούτε ποιες είναι οι μονάδες μέτρησής του.
- Στην αναφορά «CubeFill By Location» το μέγεθος «Capacity» δεν είναι ξεκάθαρο τι εκφράζει. Επιπλέον, παρατηρείται ασυνέπεια μεταξύ των αναφορών «Empty Locations» και «CubeFill By Location» καθώς στην πρώτη αναφορά ολόκληρα τα φατνώματα έχουν όλα τιμή στην στήλη «Capacity» ίση με τη μονάδα ενώ στο δεύτερο report κάθε slot έχει capacity της τάξεως των εκατομμυρίων. Το γεγονός αυτό είναι οξύμωρο λαμβάνοντας υπόψη το δεδομένο πως κάθε φάτνωμα έχει τρία slots.

#### Παρατηρήσεις που αφορούν μόνο στην εξαγωγή των reports ως .csv

- Στην πλειοψηφία των αναφορών οι πληροφορίες που εμφανίζονται εάν το report γίνει export ως .pdf είναι διαφορετικές από το εάν γίνει export ως .csv. Συγκεκριμένα τα αρχεία .csv περιέχουν παραπάνω πληροφορίες από τα αντίστοιχα .pdf.

- Υπάρχει μία γενική ασυνέπεια μεταξύ των τίτλων των στηλών μεταξύ των δύο τύπων αρχείων. Δηλαδή εάν η ίδια αναφορά εξαχθεί σε .pdf και .csv, στήλες που περιέχουν τις ίδιες πληροφορίες ενδέχεται να έχουν διαφορετικό τίτλο στα δύο αρχεία.
- Στην πλειοψηφία των αναφορών οι πληροφορίες/στήλες εμφανίζονται με άλλη σειρά ανάλογα με τον τύπο αρχείου που γίνεται το export.
- Τα δεδομένα μεταξύ των δύο τύπων αρχείων δεν εμφανίζονται με την ίδια σειρά για την ίδια αναφορά.
- Σε πολλές αναφορές εμφανίζεται η στήλη «Notes» η οποία είναι παντού κενή. Αυτή η στήλη δεν είναι εμφανής εάν αφορά κωδικούς ή παλετοθέσεις.
- Στην αναφορά «Bay Profile By Chamber» η στήλη «Profile Count» δεν είναι ξεκάθαρο τι πληροφορία παρέχει. Επιπλέον, στις στήλες με το όνομα του προφίλ συγκομιδής και την περιγραφή του οι ελληνικοί χαρακτήρες δεν εμφανίζονται και αντ' αυτών υπάρχει ο χαρακτήρας «?» (Σχήμα 6.105).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Chamber	Chamber	Profile_Count	Profile_ID	Profile_N	Profile_Description	Capacity	Location	Location_ID	
2	1	Chilled	8	115	?1	????? ???? ????????	1	AB003A	A-03-05-1-1	
3	1	Chilled	8	115	?1	????? ???? ????????	1	AB003A	A-03-05-1-2	
4	1	Chilled	8	115	?1	????? ???? ????????	1	AB003A	A-03-05-1-3	
5	1	Chilled	12	115	?1	????? ???? ????????	1	AB004A	A-03-07-1-1	
6	1	Chilled	12	115	?1	????? ???? ????????	1	AB004A	A-03-07-1-2	
7	1	Chilled	12	115	?1	????? ???? ????????	1	AB004A	A-03-07-1-3	
8	1	Chilled	12	115	?1	????? ???? ????????	1	AB005A	A-03-09-1-1	
9	1	Chilled	12	115	?1	????? ???? ????????	1	AB005A	A-03-09-1-2	
10	1	Chilled	12	115	?1	????? ???? ????????	1	AB005A	A-03-09-1-3	
11	1	Chilled	12	115	?1	????? ???? ????????	1	AB006A	A-03-11-1-1	
12	1	Chilled	12	115	?1	????? ???? ????????	1	AB006A	A-03-11-1-2	

Σχήμα 6.105: Αναφορά «Bay Profile By Chamber» σε μορφή .csv.

- Στην αναφορά «Bay Profile Distribution By Chamber» για το σενάριο Run1-02022022 οι στήλες «Profile\_Name» και «Profile\_Description» είναι κενές ενώ σε reports άλλων σεναρίων που προβλήθηκαν για δοκιμή δεν ήταν.
- Στην αναφορά «Bay Profile Utilization By Chamber» εμφανίζεται επίσης πρόβλημα με τους ελληνικούς χαρακτήρες. Επιπλέον, οι στήλες «ChamberDescription» και «Run\_ID» μένουν κενές ενώ οι πληροφορίες αυτές είναι γνωστές και ορατές σε άλλες αναφορές. Τέλος, κενές είναι επίσης οι στήλες «Location» και «Location\_ID».
- Στην αναφορά «Slots Utilization By Chamber» εμφανίζεται επίσης πρόβλημα με τους ελληνικούς χαρακτήρες. Επιπλέον, η στήλη «ChamberDescription» μένει κενή όπως και στο report «Bay Profile Utilization By Chamber».

## Κεφάλαιο 7. Αξιολόγηση και σύγκριση αποτελεσμάτων του Slot Master Wizard για τα διαφορετικά σενάρια slotting

### 7.1 Σύγκριση των ομάδων σεναρίων Run1-12012022 και Run1-27012022 με χρήση των αναφορών του Slot Master

Το Slot Master Wizard, όπως αναλύθηκε και στο υπο-κεφάλαιο 5.3, προσφέρει κάποιες επιλογές στον χρήστη όσον αφορά στο εάν θα ληφθούν οι περιορισμοί και τα χαρακτηριστικά του αποθέματος υπόψη στη βελτιστοποίηση. Η αρχική προσέγγιση ήταν να χρησιμοποιηθεί η επιλογή «Use BOH Slotting Constraints» σύμφωνα με την οποία ένας κωδικός θα τοποθετηθεί σε περισσότερες των μία παλετοθέσεων λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά του. Ωστόσο, δεν ήταν εντελώς ξεκάθαρη η διαφορά των τεσσάρων επιλογών (καμία από τις τρεις επιλογές, επιλογή «Allow Multiple Pickfaces», επιλογή «Use BOH Slotting Constraints» και επιλογή «Use Min/Max Slotting Constraints») καθώς και το πως αλλάζουν τα αποτελέσματα των τεσσάρων επιλογών εάν ορισθεί picking κιβωτίων ή picking παλετών. Για τους λόγους αυτούς, έγινε δοκιμή των σεναρίων Run1-12012022 και Run1-27012022 με κάθε μία εκ των τεσσάρων επιλογών προκειμένου να γίνει κατανοητό ποια επιλογή ταιριάζει καλύτερα στο συγκεκριμένο μοντέλο αποθήκης. Μέσα από την εξαγωγή αναφορών για κάθε ένα μία από τις οκτώ εκτελέσεις (τα δύο σενάρια βελτιστοποίησης Run1-12012022 και Run1-27012022 και με τις τέσσερις επιλογές) τα σενάρια θα συγκριθούν ως προς το πόσους κωδικούς αφήνουν εκτός slotting καθώς και πόσες θέσεις και φατνώματα αφήνουν κενά. Αυτό είναι απαραίτητο καθώς δεν δυνατό να συγκριθούν οκτώ σενάρια βελτιστοποίησης οπότε μέσα από την αξιολόγηση των επιλογών θα αποφανθούμε θα παρθεί η απόφαση σχετικά με το ποια είναι η κατάλληλη επιλογή και για το δεύτερο σενάριο. Ειδικότερα, τα reports τα οποία εξετάστηκαν για το κάθε σενάριο ξεχωριστά είναι τα εξής: «Unslotted Items», «Empty Locations», «Empty Slots» και «CubeFill by Location». Ως κατάλληλη επιλογή θα θεωρηθεί εκείνη που δεσμεύει παλετοθέσεις με τρόπο που προσεγγίζει καλύτερα το μοντέλο της πραγματικής αποθήκης και αφήνει λιγότερους κωδικούς εκτός της ανάθεσης και λιγότερα φατνώματα/παλετοθέσεις κενά.

Σημειώνεται πως στον παρακάτω πίνακα από τα κενά φατνώματα και παλετοθέσεις έχουν αφαιρεθεί αυτά που δεν συμμετέχουν στο picking έτσι κι αλλιώς και κατ' επέκταση είχαν από-επιλεγεί manually. Ο συνολικός αριθμός κωδικών που μπορούν να ανατεθούν σε παλετοθέσεις είναι 440, ο συνολικός αριθμός φατνωμάτων από τα οποία γίνεται picking είναι 188 από τα 391 (203 δεν συμμετέχουν στο slotting) και ο συνολικός αριθμός ωφέλιμων παλετοθέσεων είναι 534 από τις 1173 (639 δεν συμμετέχουν στο slotting).

Πίνακας 7.1: Σύγκριση των οκτώ διαφορετικών σεναρίων των ομάδων Run1-12012022 και Run1-27012022 ως προς τους κωδικούς που μένουν εκτός ανάθεσης και τις μη-δεσμευμένες θέσεις αποθήκευσης.

Σενάριο	Κωδικοί εκτός ανάθεσης («Unslotted Items»)	%	Κενά φατνώματα (Empty Locations)	Κενές Παλετοθέσεις (Empty Slots)	%
Run1-12012022 - Nothing	36	~8%	44	130	~24%
Run1-12012022 – Multiple	36	~8%	44	130	~24%
Run1-12012022 – BOH	83	~19%	28	87	~16%
Run1-12012022 – Min/Max	83	~19%	28	87	~16%
Run1-27012022 – Nothing	75	~17%	58	169	~32%
Run1-27012022 – Multiple	75	~17%	58	169	~32%
Run1-27012022 – BOH	74	~17%	57	168	~31%
Run1-27012022 – Min/Max	244	~55%	30	92	~17%

Οι παρατηρήσεις που προέκυψαν από τα reports είναι οι εξής:

- Για τα σενάρια που είχαν ως input αρχείο stock στο οποίο είχε ορισθεί συλλογή κιβωτίων και όχι παλέτας (δηλαδή οι τέσσερις εκτελέσεις του «Run1-12012022») το λογισμικό πραγματοποιεί slotting σε επίπεδο κιβωτίων. Δηλαδή σε πολλές θέσεις παρατηρήθηκε το φαινόμενο χωρισμού της ποσότητας κιβωτίων μίας παλέτας σε περισσότερες από μία θέσεις αποθήκευσης. Η παρατήρηση αυτή προέκυψε συγκρίνοντας την τιμή της στήλης «Quantity» στην αναφορά «CubeFill by Location» με την ποσότητα κιβωτίων ανά παλέτα για τον εκάστοτε κωδικό που ήταν γνωστή από τα δεδομένα. Το αποτέλεσμα της σύγκρισης ήταν άνισο για κάποιους κωδικούς. Αντίθετα, για τα σενάρια που είχαν ως input αρχείο stock στο οποίο είχε ορισθεί συλλογή παλέτας το λογισμικό πραγματοποιεί slotting σε επίπεδο παλετών που είναι και το ζητούμενο για το συγκεκριμένο μοντέλο αποθήκης.

Το βασικό συμπέρασμα για τη λειτουργία του λογισμικού που προκύπτει με βάση τα παραπάνω είναι πως ταυτίζει το είδος του picking που ορίζεται για τον εκάστοτε κωδικό με το είδος του slotting που στη συνέχεια πραγματοποιεί. Δηλαδή, εάν έχει ορισθεί συλλογή κιβωτίων το λογισμικό θα τοποθετήσει κιβώτια στα slots (όχι απαραίτητα όσα



κιβώτια έχει η παλέτα) ενώ εάν έχει ορισθεί συλλογή παλέτας το λογισμικό δεσμεύει τα slots με ολόκληρες παλέτες.

- Στην περίπτωση του picking κιβωτίων (ομάδα εκτελέσεων Run1-12012022):
  - Η μη επιλογή κάποιας ρύθμισης για το απόθεμα και η επιλογή «Allow Multiple Pickfaces» αφήνουν ίδιο αριθμό τεμαχίων εκτός slotting και ίδιο αριθμό φατνωμάτων και παλετοθέσεων κενών. Αντίστοιχα, τις ίδιες ομοιότητες εμφανίζουν μεταξύ τους και οι επιλογές «Use BOH Slotting Constraints» και «Use Min/Max Slotting Constraints».
  - Η μη επιλογή κάποιας ρύθμισης για το απόθεμα και η επιλογή «Allow Multiple Pickfaces» αφήνουν αρκετά λιγότερους κωδικούς (σχεδόν τους μισούς) εκτός slotting εν συγκρίσει με τις επιλογές «Use BOH Slotting Constraints» και «Use Min/Max Slotting Constraints».
  - Η μη επιλογή κάποιας ρύθμισης για το απόθεμα και η επιλογή «Allow Multiple Pickfaces» αφήνουν περισσότερα φατνώματα και κατ' επέκταση παλετοθέσεις κενές εν συγκρίσει με τις επιλογές «Use BOH Slotting Constraints» και «Use Min/Max Slotting Constraints». Ωστόσο, η διαφορά μεταξύ των επιλογών όσον αφορά στον αριθμό των κενών θέσεων είναι σχετικά μικρή.
- Στην περίπτωση picking παλέτας (ομάδα εκτελέσεων Run1-27012022):
  - Η μη επιλογή κάποιας ρύθμισης για το απόθεμα και η επιλογή «Allow Multiple Pickfaces» αφήνουν ίδιο αριθμό τεμαχίων εκτός slotting και ίδιο αριθμό φατνωμάτων και παλετοθέσεων κενών. Αντίθετα, οι επιλογές «Use BOH Slotting Constraints» και «Use Min/Max Slotting Constraints» έχουν διαφορετικά αποτελέσματα. Ωστόσο, το γεγονός ότι οι επιλογές «Allow Multiple Pickfaces» και «Use Min/Max Slotting Constraints» δεν παρουσιάζουν μεγάλη διαφορά όπως στην περίπτωση του picking κιβωτίων κατά πάσα πιθανότητα οφείλεται στο γεγονός πως έχει ορισθεί απόθεμα μόνο μίας παλέτας για όλους του κωδικούς. Ενδεχομένως τα αποτελέσματα των δύο επιλογών να ήταν διαφορετικά εάν είχε ορισθεί απόθεμα περισσότερων παλετών για κάποιους κωδικούς.
  - Η επιλογή «Use Min/Max Slotting Constraints» αφήνει πολύ περισσότερους κωδικούς (τους περισσότερους από όλες τις εκτελέσεις) εκτός slotting εν συγκρίσει με τις άλλες επιλογές. Ωστόσο, ο αριθμός των φατνωμάτων και παλετοθέσεων που παραμένουν κενά είναι μικρότερος από τις υπόλοιπες εκτελέσεις.
  - Η επιλογή «Use BOH Slotting Constraints» αφήνει τους λιγότερους κωδικούς εκτός slotting.

Με βάση τις παραπάνω παρατηρήσεις αρχικά εξάγεται το συμπέρασμα πως για τη συγκεκριμένη αποθήκη στο αρχείο με τα χαρακτηριστικά των κωδικών θα πρέπει να ορισθεί picking παλέτας και όχι κιβωτίων για όλους τους κωδικούς. Ο λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό είναι πως, παρόλο που στην πραγματική αποθήκη η συλλογή προϊόντων γίνεται σε επίπεδο κιβωτίων, οι παλετοθέσεις δεσμεύονται πάντα με ολόκληρες παλέτες. Επιπλέον, η αποθήκη έχει τρία προφίλ παλετοθέσεων που διαφοροποιούνται ως προς το ύψος τους. Έτσι, στην περίπτωση slotting σε επίπεδο κιβωτίων όλοι οι κωδικοί μπορούν εν δυνάμει να τοποθετηθούν σε όλες τις παλετοθέσεις σε περισσότερη ή λιγότερη ποσότητα. Στην περίπτωση slotting παλετών αυτό δεν ισχύει καθώς κάθε παλέτα κωδικού έχει συγκεκριμένο αριθμό κιβωτίων και άρα συγκεκριμένο ύψος· επομένως το εκάστοτε είδος θα τοποθετηθεί μόνο στις θέσεις όπου χωράει.

Εξετάζοντας πλέον μόνο τις διαφορετικές επιλογές της ομάδας εκτελέσεων Run1-27012022 γίνεται αντιληπτό πως η επιλογή «Use Min/Max Slotting Constraints» δεν εξυπηρετεί το συγκεκριμένο μοντέλο καθώς αφήνει πάρα πολλά unslotted items. Συγκεκριμένα, εφόσον εκ των 440 μένουν εκτός του πλάνου slotting 244 κωδικοί, δηλαδή το 55,45%, η επιλογή απορρίπτεται. Οι υπόλοιπες τρεις επιλογές έχουν παρόμοια αποτελέσματα και για αυτόν τον λόγο θα επιλεγεί η ρύθμιση «Use BOH Slotting Constraints» που έχει τους λιγότερους unslotted κωδικούς και σύμφωνα με το εγχειρίδιο χρήσης του λογισμικού είναι και αυτή που λαμβάνει υπόψη τα διαστασιολογικά δεδομένα των κωδικών και των παλετοθέσεων. Υπενθυμίζεται πως οι οκτώ διαφορετικές εκτελέσεις πραγματοποιήθηκαν προκειμένου να εντοπισθεί η κατάλληλη επιλογή όσον αφορά στο είδος picking και τη ρύθμιση που αφορά στο απόθεμα για τα υπόλοιπα σενάρια που θα εκτελεστούν και θα αξιολογηθούν στα επόμενα κεφάλαια. Έτσι, μεταξύ των οκτώ επιλέγεται εν τέλει η εκτέλεση «Run1-27012022 – BOH» ως αυτή με τις καταλληλότερες ρυθμίσεις για το συγκεκριμένο μοντέλο αποθήκης.

Εξετάζοντας τα reports που αφορούν στα αποτελέσματα της εκτέλεσης «Run1-27012022 – BOH» παρατηρείται πως ακόμα και σε αυτή ο αριθμός των κωδικών που παραμένουν εκτός του πλάνου ανάθεσης είναι αρκετά υψηλός. Ειδικότερα, εκ των 440 κωδικών ως unslotted ορίζονται οι 74 (~17%). Ενδεχομένως το πρόβλημα να εντοπίζεται στην αντιστοιχία κωδικών σε ζώνες αποθήκευσης η οποία δεν έχει γίνει βάση χωρητικότητας αλλά συνθηκών αποθήκευσης. Προκειμένου να διαπιστωθεί αυτό συγκρίνονται οι ζώνες που ανήκουν οι unslotted κωδικοί με τις ζώνες στις οποίες εντοπίζονται τα κενά φατνώματα και στη συνέχεια εξετάζεται το ενδεχόμενο αλλαγής της ζώνης ανάθεσης κάποιων κωδικών (βλ. Κεφάλαιο 6.2.7.3).

## 7.2 Αξιολόγηση και σύγκριση των σεναρίων βελτιστοποίησης Run1-02022022 και Run2-02022022 μέσω των αναφορών του Slot Master

Οι τρεις αναφορές με βάση τις οποίες θα συγκριθούν τα σενάρια όπως έγινε και στο κεφάλαιο 7.1 είναι οι εξής: «Unslotted Items», «Empty Locations» και «Empty Slots». Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα ποσοτικά αποτελέσματα των αναφορών αυτών. Σημειώνεται πως από τον αριθμό των κενών φατνωμάτων και παλετοθέσεων έχει αφαιρεθεί ο αριθμός αυτών που δεν συμμετέχουν στο picking και κατ' επέκταση είχαν από-επιλεγεί manually. Επιπλέον, στην δεύτερη γραμμή του πίνακα βλέπουμε τις μετρικές για την εκτέλεση Run1-27012022-BOH που έχει ακριβώς τις ίδιες ρυθμίσεις με το Run1-02022022 με τη μόνη διαφορά πως είχε ως input το αρχείο Stock\_04 ενώ το Run1-02022022 έχει ως input το αρχείο Stock\_05. Ο λόγος για τον οποίο προστέθηκε αυτή η γραμμή είναι για να διαπιστωθεί εάν βελτιώθηκαν τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης με τις αλλαγές που έγιναν στο αρχείο χαρακτηριστικών αποθέματος. Ο λόγος ανάγκης δημιουργίας ενός νέου αρχείου «Stock» καθώς και οι διαφορές του από το Stock\_04 καταγράφονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 6.2.7.3.

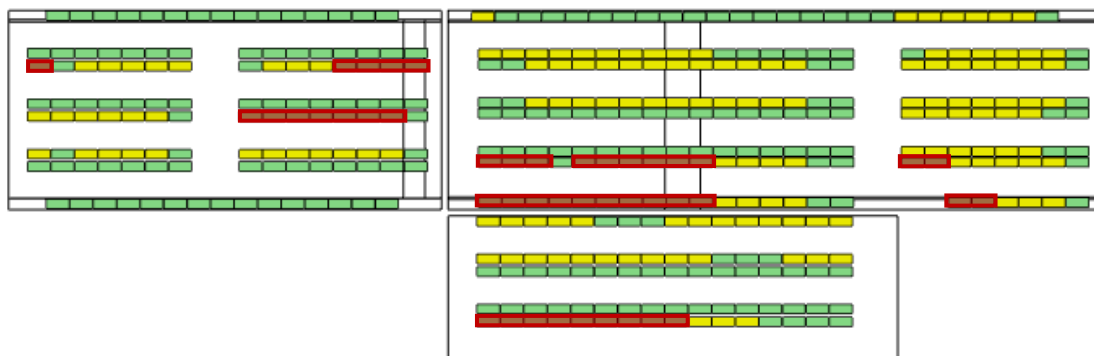
Πίνακας 7.11: Σύγκριση των σεναρίων Run1-02022022 και Run2-02022022 ως προς τους κωδικούς που μένουν εκτός ανάθεσης και τις μη-δεσμευμένες θέσεις αποθήκευσης.

Σενάριο	Κωδικοί εκτός ανάθεσης («Unslotted Items»)	%	Κενά φατνώματα (Empty Locations)	Κενές Παλετοθέσεις (Empty Slots)	%
Run1-27012022 – ΒΟΗ	74	~17%	57	168	~31%
Run1-02022022	38	~9%	44	132	~25%
Run2-02022022	27	~6%	42	121	~23%

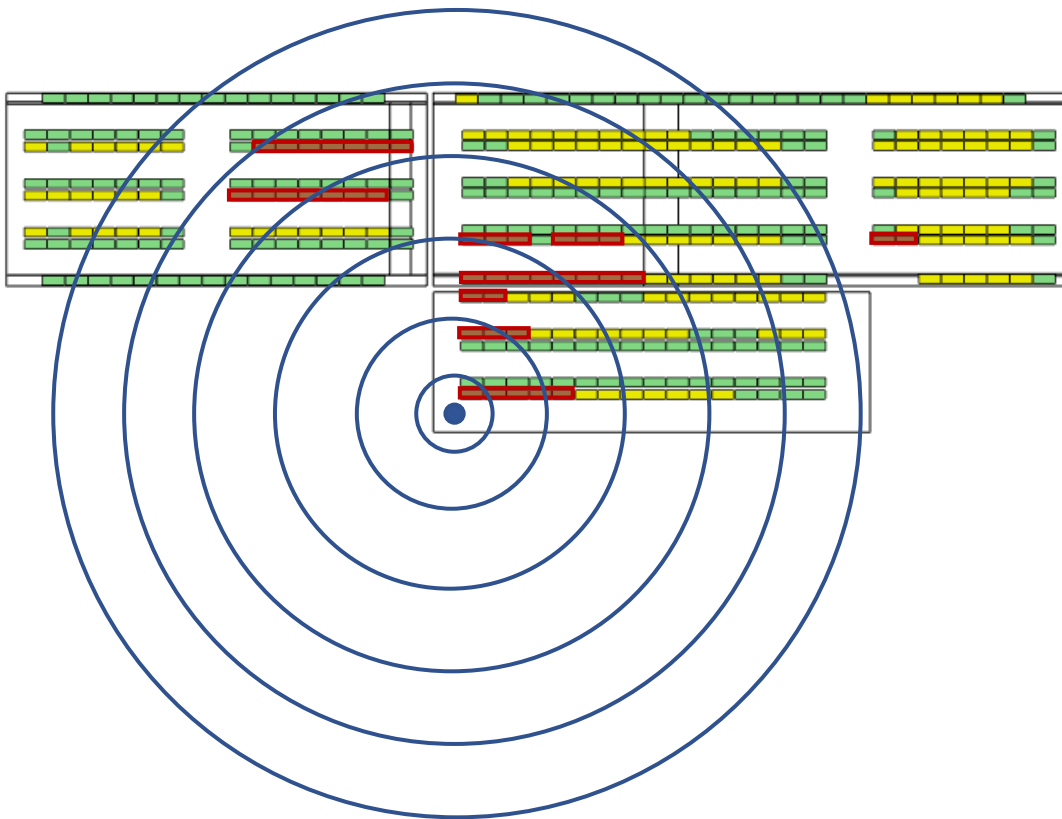
Όσον αφορά στο σενάριο Run1-02022022 από τους 38 κωδικούς που παρέμειναν εκτός ανάθεσης, οι τρεις είχαν ανατεθεί στη ζώνη 1 και όλοι οι υπόλοιποι στη ζώνη 2. Μάλιστα, οι τρεις unslotted κωδικοί της ζώνης 1 είναι ίδιοι με αυτούς που έμειναν εκτός και στην εκτέλεση Run1-27012022-ΒΟΗ. Το γεγονός αυτό είναι απόλυτα λογικό καθώς το αρχείο «Stock» άλλαξε μόνο ως προς τους κωδικούς των ζωνών 2 και 4· κατ' επέκταση θα ήταν μάλιστα προβληματικό να παρατηρηθεί κάποια αλλαγή στους κωδικούς των ζωνών 1 και 3 κατά την εκτέλεση αυτού του σεναρίου εν συγκρίσει με το Run1-27012022-ΒΟΗ.

Όπως ήταν αναμενόμενο, εν συγκρίσει με το σενάριο Run1-27012022-ΒΟΗ, ο αριθμός κωδικών που παραμένουν εκτός ανάθεσης μειώθηκε στο Run1-02022022 σχεδόν στο μισό. Ειδικότερα, 34 περισσότεροι κωδικοί εντάχθηκαν στο πλάνο slotting στη δεύτερη περίπτωση. Επιπλέον, μειώθηκε και ο αριθμός των ωφέλιμων φατνωμάτων που παραμένουν κενά κατά 13 φατνώματα αλλά και ο αριθμός των κενών παλετοθέσεων κατά 36 slots.

Συγκρίνοντας τις μετρικές των Run1-02022022 και Run2-02022022 το δεύτερο σενάριο παρουσιάζει καλύτερα αποτελέσματα από το πρώτο. Ειδικότερα, αφήνει 11 λιγότερα προϊόντα εκτός της ανάθεσης, 2 λιγότερα κενά φατνώματα και 11 λιγότερες κενές παλετοθέσεις. Στη συνέχεια θα εξετασθεί η διασπορά των κενών φατνωμάτων στον χάρτη της αποθήκης. Αυτό θα γίνει μέσα από το περιβάλλον του Slot Master Wizard επιλέγοντας ξανά κάθε ένα από τα σεναρία και μεταβαίνοντας στην πέμπτη οθόνη (Σχήμα 7.1 και Σχήμα 7.2). Παρατηρούμε πως τα δύο σεναρία δεν παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές ως προς τη διασπορά των δεσμευμένων και κενών φατνωμάτων. Η παρατήρηση αυτή είναι λογική καθώς το κέντρο βάρους τοποθετήθηκε στην αρχή του δεύτερου και μεγαλύτερου picking sequence. Άρα, όπως είναι επόμενο ειδικά για τη δεύτερη αλληλουχία συλλογής, μεγαλύτερη απόσταση από το κέντρο βάρους ισοδυναμεί με μεγαλύτερο αριθμό picking sequence και έτσι τα δύο κριτήρια ταυτίζονται για τις ζώνες 2 και 4.



Σχήμα 7.1: Χάρτης της αποθήκης στον οποίο απεικονίζονται με διαφορετικό χρωματισμό τα δεσμευμένα και τα μη δεσμευμένα φατνώματα με βάση το σενάριο Run1-02022022.



**Σχήμα 7.2:** Χάρτης της αποθήκης στον οποίο απεικονίζονται με διαφορετικό χρωματισμό τα δεσμευμένα και τα μη δεσμευμένα φατνώματα με βάση το σενάριο Run2-02022022. Με μπλε κύκλους απεικονίζεται το κέντρο βάρους.

Συγκρίνοντας τις δύο παραπάνω εικόνες παρατηρείται μία διαφορά ως προς τη συγκέντρωση των μη-δεσμευμένων φατνωμάτων τα οποία φαίνονται χρωματισμένα με κόκκινο χρώμα (όχι από το λογισμικό). Ειδικότερα στο δεύτερο σχήμα παρατηρείται συγκέντρωση των κενών locations κοντά στο κέντρο βάρους που απεικονίζεται με τον κεντρικό γεμάτο μπλε κύκλο. Αντίθετα, στην πρώτη εικόνα παρατηρείται μεγαλύτερη διασπορά των «κόκκινων» φατνωμάτων προς τα αριστερά και δεξιά. Το φαινόμενο αυτό είναι άμεσο επακόλουθο των διαφορετικών κριτηρίων προτεραιοποίησης των φατνωμάτων που επιλέχθηκαν. Το κριτήριο του αριθμού του picking sequence αποτελεί ένα γραμμικό κριτήριο με βάση το οποίο το λογισμικό επιλέγει τις θέσεις με τη σειρά, δηλαδή δεσμεύει θέσεις τη μία δίπλα στην άλλη. Αντίθετα το κριτήριο απόστασης από το κέντρο βάρους κάνει το λογισμικό να επιλέγει τις θέσεις με τρόπο κυκλικό βάσει της ακτίνας του κύκλου στον οποίο ανήκουν.

Όσον αφορά στο σενάριο Run1-02022022 αξίζει να επισημανθεί ότι (όπως είναι λογικό) δεν παρατηρείται καμία διαφορά μεταξύ των σχημάτων 7.1 και 6.94 (βλ. Κεφάλαιο 6.2.7.3) όσον αφορά στο ποια φατνώματα των ζωνών 1 και 3 έχουν χρωματιστεί με κίτρινο χρώμα (δηλαδή έχουν δεσμευτεί). Όπως προαναφέρθηκε η διαφορά των σεναρίων Run1-27012022-ΒΟΗ και Run1-02022022 έγκειται στο αρχείο «Stock» που χρησιμοποιήθηκε ως input και επηρεάζει τις ζώνες 2 και 4. Αντίθετα, τα δεδομένα που αφορούν στις ζώνες 1 και 3 και τα κριτήρια βελτιστοποίησης είναι ίδια, άρα τα αποτελέσματα του λογισμικού για τη ζώνη των κατεψυγμένων (1) και των ξηρής αποθήκευσης που προορίζονται για πελάτες food service (3) πρέπει και είναι ακριβώς τα ίδια και για τα δύο σενάρια.

### 7.3 Αξιολόγηση και σύγκριση των σεναρίων βελτιστοποίησης Run1-02022022 και Run2-02022022 μέσω του Run Heat Map

Προκειμένου να συγκριθούν τα δύο σενάρια ως προς τον τρόπο εφαρμογής και των τριών κριτηρίων που τέθηκαν για τη βελτιστοποίηση σε επίπεδο κωδικών, θα δημιουργηθούν οι χάρτες θερμοκρασίας για τα κριτήρια: «Crushable», «Ranking» και «Velocity». Κάθε ένα από τα ακόλουθα τρία υπο-κεφάλαια θα περιέχει τέσσερα στιγμιότυπα οθόνης (δύο με την επιλογή του κριτηρίου και δύο με το πως διαμορφώνεται ο χάρτης για το κάθε σενάριο) καθώς και τον σχολιασμό τους. Ουσιαστικά, ολόκληρο αυτό το κεφάλαιο αποτελεί έναν άμεσο τρόπο που παρέχει το λογισμικό προκειμένου να προσφέρει μία εποπτεία της κατανομής των χαρακτηριστικών μέσα στην αποθήκη. Πρακτικά, η εφαρμογή των κριτηρίων θα εξετασθεί με λεπτομέρεια και συνδυαστικά στο κεφάλαιο 7.4.

Υπενθυμίζεται πως με κόκκινο χρώμα θα χρωματισθούν τα φατνώματα που φιλοξενούν το Top% των κωδικών με τις υψηλότερες τιμές, με μπλε χρώμα θα χρωματισθούν τα φατνώματα που φιλοξενούν το Bottom% των κωδικών με τις χαμηλότερες τιμές, με κίτρινο χρώμα τα υπόλοιπα δεσμευμένα φατνώματα και με μαύρο χρώμα τα κενά φατνώματα.

#### 7.3.1 Heat Map με κριτήριο την ευθραυστότητα (Crushable)

Το πρώτο κριτήριο με βάση το οποίο θα δημιουργηθεί ο χάρτης θερμοκρασίας για τα δύο σενάρια είναι αυτό της ευθραυστότητας καθώς αποτελεί και το βασικότερο εκ των κριτηρίων βελτιστοποίησης. Υπενθυμίζεται πως στην στήλη «Crushable» του αρχείου χαρακτηριστικών αποθέματος τοποθετήθηκαν τιμές από το 1 έως και το 5 ανάλογα με την κλάση ευθραυστότητας των κωδικών. Η τιμή «1» αντιστοιχεί στους πιο ανθεκτικούς κωδικούς ενώ η τιμή «5» στους πιο ευθραύστους κωδικούς. Προκειμένου να ληφθεί απόφαση σχετικά με τα ποσοστά που θα τοποθετηθούν δίπλα στο «Top» και «Bottom» θα εξετασθούν πρώτα τα ποσοστά των κωδικών που ανήκουν στην εκάστοτε κλάση ευθραυστότητας.

Πίνακας 7.III: Αριθμός κωδικών ανά κλάση ευθραυστότητας και ποσοστό επί του συνολικού.

Κλάση Ευθραυστότητας	Αριθμός Κωδικών	Ποσοστό επί του συνολικού
1	35	8%
2	119	27%
3	181	41%
4	45	10%
5	60	14%

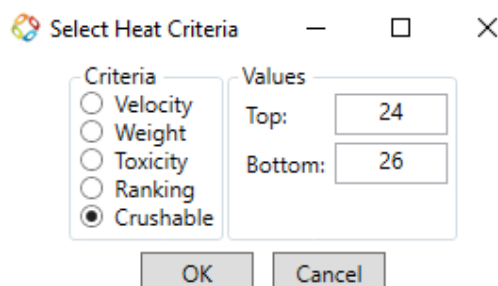
Θεωρώντας ως υψηλές τιμές ευθραυστότητας τις 4 και 5, ως χαμηλές τιμές ευθραυστότητας τις 1 και 2 και λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός πως εκ των 440 κωδικών το 9% και το 6% μένουν εκτός slotting στο πρώτο και δεύτερο σενάριο αντίστοιχα, τα ποσοστά που θα τοποθετηθούν δίπλα στα «Top» και «Bottom» για το κάθε ένα από τα σενάρια είναι τα εξής:

Πίνακας 7.IV: Καθορισμός ποσοστών Top και Bottom για τον Heat Map βάσει ευθραυστότητας των σεναρίων Run1-02022022 και Run2-02022022.

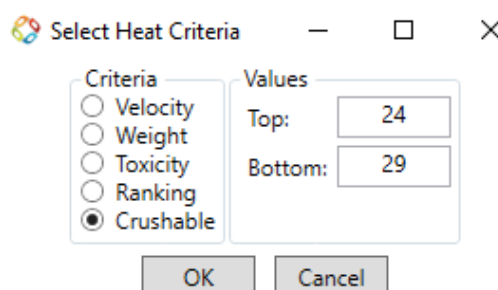
Run1-02022022	Κλάσεις	Άθροισμα των ποσοστών του πίνακα 7.III	Ποσοστό που θα εισαχθεί στο λογισμικό λαμβάνοντας υπόψη τα unslotted
Top	4 & 5	24%	24%
Bottom	1 & 2	35%	26%
Ενδιάμεσα	3	41%	50%
Run2-02022022			
Top	4 & 5	24	24%
Bottom	1 & 2	35	29%
Ενδιάμεσα	3	41	47%

Για τη διαμόρφωση του ποσοστού που θα εισαχθεί στο λογισμικό λαμβάνεται υπόψη πως για το κριτήριο «Crushable» έχει ορισθεί φθίνουσα σειρά, άρα το λογισμικό δέσμευσε πρώτα τους κωδικούς με την υψηλότερη τιμή και τελευταίους αυτούς με τη χαμηλότερη. Για τον λόγο αυτό το ποσοστό του Top είναι ίδιο με το άθροισμα των ποσοστών του πίνακα 7.III. Για τη διαμόρφωση του Bottom θεωρήθηκε ως μία καλή προσέγγιση πως το 9% unslotted κωδικών του πρώτου σεναρίου και το 6% unslotted κωδικών του δεύτερου σεναρίου προέρχονται σχεδόν αποκλειστικά από κωδικούς κλάσεων 1 και 2.

Άρα οι τιμές που θα εισαχθούν στο παράθυρο του Run Heat Map για το σενάριο Run1-02022022 είναι αυτές που φαίνονται στο σχήμα 7.3 και οι τιμές που θα εισαχθούν στο παράθυρο του Run Heat Map για το σενάριο Run2-02022022 είναι αυτές που φαίνονται στο σχήμα 7.4.

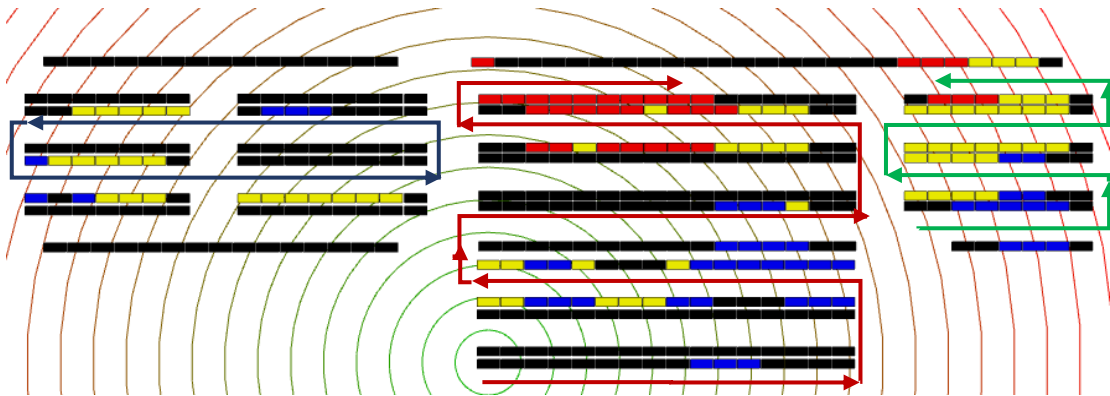


Σχήμα 7.3: Παράθυρο επιλογής κριτηρίων του Heat Map βάσει ευθραυστότητας για το Run1-02022022.



Σχήμα 7.4: Παράθυρο επιλογής κριτηρίων του Heat Map βάσει ευθραυστότητας για το Run2-02022022.

Ο χάρτης θερμοκρασίας που προκύπτει βάσει ευθραυστότητας για το σενάριο Run1-02022022 φαίνεται στο σχήμα 7.5 και ο χάρτης θερμοκρασίας που προκύπτει βάσει ευθραυστότητας για το σενάριο Run2-02022022 φαίνεται στο σχήμα 7.6. Για το κάθε picking sequence που φαίνεται με βελάκια στον κάθε χάρτη το ιδανικό είναι να υπάρχουν κόκκινα φατνώματα στο τέλος του και μπλε στην αρχή του αφού το κριτήριο έχει ορισθεί με φθίνουσα κατάταξη. Σημειώνεται πως το πρώτο κριτήριο βελτιστοποίησης είναι και αυτό στο οποίο αναμένεται να υπάρχει και η μεγαλύτερη συμμόρφωση των αποτελεσμάτων.



Σχήμα 7.5: Heat Map βάσει ευθραυστότητας για το Run1-02022022.

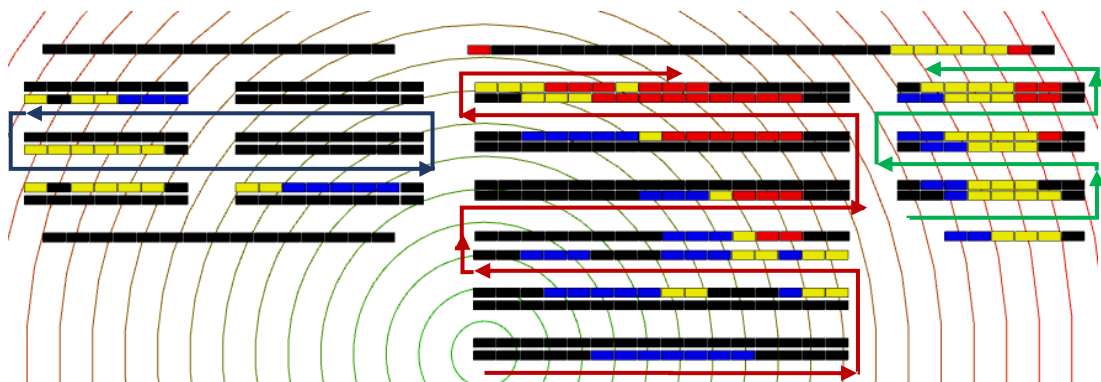
Στο σενάριο Run1-02022022 παρατηρείται μη τήρηση του κριτηρίου στο πρώτο picking sequence (μπλε βέλη), δηλαδή στη διαδρομή του χώρου των κατεψυγμένων. Ειδικότερα ενώ στην αρχή υπάρχουν μπλε φατνώματα τα οποία στη συνέχεια διαδέχονται κίτρινα φατνώματα, εντοπίζεται μία ομάδα από τα λιγότερο εύθραυστα προϊόντα αμέσως μετά από πολλά κίτρινα φατνώματα (μέτρια εύθραυστα προϊόντα).

Όσον αφορά στο δεύτερο picking sequence (κόκκινα βέλη) στον πρώτο διάδρομο του εντοπίζονται μόνο μπλε φατνώματα, άρα κωδικοί χαμηλής ευθραυστότητας. Αντίθετα στον δεύτερο και τρίτο διάδρομο παρατηρείται πως ανάμεσα σε μπλε φατνώματα παρεμβάλλονται και κίτρινα, γεγονός που σημαίνει πως ενδέχεται ο picker να συλλέξει κωδικούς μικρής ευθραυστότητας (= μεγάλου ειδικού βάρους) μετά από κωδικούς μέτριας ευθραυστότητας (= μικρότερου ειδικού βάρους). Συνεχίζοντας στον τέταρτο διάδρομο από τον οποίο γίνεται picking παρατηρούμε πως υπάρχουν διαδοχικά κίτρινα φατνώματα εκατέρωθεν του διαδρόμου τα οποία διαδέχονται διαδοχικά κόκκινα φατνώματα (= δεσμευμένα με τα πιο εύθραυστα προϊόντα). Τη μόνη εξαίρεση αποτελούν δύο μόλις κίτρινα ορθογώνια τα οποία παρεμβάλλονται στα κόκκινα. Τέλος, στον πέμπτο διάδρομο του picking υπάρχουν προϊόντα πολύ μικρού ειδικού βάρους όπως και είναι σύμφωνο με το κριτήριο ανάθεσης. Άρα η αρχή του picking sequence είναι πλήρως σύμφωνη με τα κριτήρια, στη μέση αυτού υπάρχει μία ανάμιξη των λιγότερο και των μέτρια εύθραυστων κωδικών καθώς υπάρχει εναλλαγή κίτρινων και μπλε ορθογώνιων και το τέλος του picking sequence είναι και πάλι σύμφωνο με τα κριτήρια.

Τέλος, όσον αφορά στο τρίτο picking sequence (πράσινα βέλη) παρατηρείται πλήρης συμμόρφωση με τα κριτήρια καθώς στην αρχή της διαδρομής υπάρχουν μόνο μπλε φατνώματα δηλαδή κωδικοί μικρότερης κλάσης ευθραυστότητας, στη συνέχεια μόνο κίτρινα φατνώματα και τέλος μόνο κόκκινα όπως ακριβώς ορίζει το κριτήριο.

Το γενικό συμπέρασμα είναι πως τα αποτελέσματα ανάθεσης των κωδικών με κριτήριο την ευθραυστότητά τους στο σενάριο Run1-02022022 είναι ικανοποιητικά για τα δύο

μεγαλύτερα picking sequences που διατρέχουν την αποθήκη. Το αποτέλεσμα αυτό είναι λογικό καθώς το κριτήριο ευθραυστότητας είναι το πρώτο που λήφθηκε υπόψη στη βελτιστοποίηση.



Σχήμα 7.6: Heat Map βάσει ευθραυστότητας για το Run2-02022022.

Στο σενάριο Run2-02022022 υπενθυμίζεται πως κοντά στο κέντρο βάρους πρέπει να έχουμε μπλε φατνώματα, μακριά από αυτό κόκκινα και κίτρινα στις ενδιάμεσες θέσεις. Αυτό δεν τηρείται πλήρως στο picking sequence των κατεψυγμένων (μπλε βέλη) καθώς εντοπίζονται τρία μπλε φατνώματα στον πρώτο διάδρομο picking σε μεγαλύτερη απόσταση από το κέντρο βάρους εν συγκρίσει με δύο κίτρινα φατνώματα που βρίσκονται πιο κοντά σε αυτό. Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη πως μία αντίστοιχη μη συμμόρφωση υπήρχε και στο Run1-02022022 μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα πως ενδέχεται να διαδραματίζουν ρόλο τα διαφορετικά ύψη παλετοθέσεων που συνυπάρχουν στο πρώτο chamber.

Όσον αφορά στο δεύτερο picking sequence σε γενικές γραμμές παρατηρείται τήρηση του κριτηρίου. Ωστόσο, κοιτάζοντας προσεκτικά τους κύκλους εντοπίζονται μπλε φατνώματα σε μεγαλύτερη απόσταση από κάποια κίτρινα και κίτρινα σε μεγαλύτερη απόσταση από κάποια κόκκινα. Είναι πολύ πιθανό αυτές οι ασυνέπειες να οφείλονται και στους περιορισμούς που τίθενται στο λογισμικό λόγω των διαφορετικών υψών των παλετοθέσεων. Ιδιαίτερα θετικό είναι πως δεν παρατηρείται ανάμιξη των ακραίων κλάσεων ευθραυστότητας, δηλαδή δεν εντοπίζεται εναλλαγή μπλε και κόκκινων φατνωμάτων.

Τέλος, όσον αφορά στο τρίτο picking sequence παρατηρείται πολύ πιστή τήρηση του κριτηρίου, καθώς παρατηρώντας τους κύκλους που δηλώνουν την απόσταση από το center of gravity εντοπίζονται μόνο μπλε φατνώματα στους μικρότερους κύκλους, μόνο κόκκινα φατνώματα στους πιο απομακρυσμένους και μόνο κίτρινα στους ενδιάμεσους.

Λαμβάνοντας υπόψη πως και στα δύο σενάρια η συμμόρφωση με το κριτήριο στο πράσινο picking sequence είναι πλήρης αλλά και το γεγονός πως η ζώνη 4 έχει μόνο μεγάλες παλετοθέσεις εξάγουμε το συμπέρασμα πως όταν το μέγεθος των παλετοθέσεων δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα, το λογισμικό καταφέρνει να συμμορφωθεί πλήρως με τα κριτήρια.

### 7.3.2 Heat Map με κριτήριο το είδος συσκευασίας (Ranking)

Το δεύτερο κριτήριο με βάση το οποίο θα δημιουργηθεί ο χάρτης θερμοκρασίας για τα δύο σενάρια είναι αυτό του είδους συσκευασίας καθώς αποτελεί και το δεύτερο εκ των κριτηρίων βελτιστοποίησης. Υπενθυμίζεται πως στην στήλη «Ranking» του αρχείου χαρακτηριστικών αποθέματος τοποθετήθηκαν τιμές από το 1 έως και το 7 ανάλογα με είδος συσκευασίας των



κωδικών και την σταθερότητα του. Η τιμή «1» αντιστοιχεί στις λιγότερο σταθερές συσκευασίες πάνω από τις οποίες δεν μπορούν να τοποθετηθούν άλλες ενώ η τιμή «7» στις πιο σταθερές συσκευασίες πάνω από τις οποίες μπορούν να τοποθετηθούν άλλα προϊόντα. Προκειμένου να ληφθεί απόφαση σχετικά με τα ποσοστά που θα τοποθετηθούν δίπλα στο «Top» και «Bottom» θα εξετασθούν πρώτα τα ποσοστά των κωδικών που έχουν την εκάστοτε συσκευασία.

**Πίνακας 7.V: Αριθμός κωδικών ανά είδος συσκευασίας και ποσοστό επί του συνολικού.**

Είδος Συσκευασίας	Αριθμός Κωδικών	Ποσοστό επί του συνολικού
1	60	14%
2	3	1%
3	11	2%
4	132	30%
5	163	37%
6	46	10%
7	25	6%

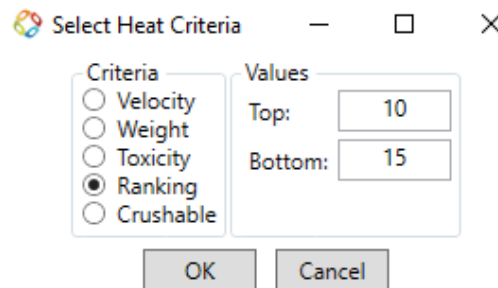
Θεωρώντας ως υψηλές τιμές «Ranking» τις 6 και 7, ως χαμηλές τιμές «Ranking» τις 1 και 2 και λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός πως εκ των 440 κωδικών το 9% και το 6% μένουν εκτός slotting στο πρώτο και δεύτερο σενάριο αντίστοιχα, τα ποσοστά που θα τοποθετηθούν δίπλα στα «Top» και «Bottom» για το κάθε ένα από τα σενάρια είναι τα εξής:

**Πίνακας 7.VI: Καθορισμός ποσοστών Top και Bottom για τον Heat Map βάσει είδους συσκευασίας των σεναρίων Run1-02022022 και Run2-02022022.**

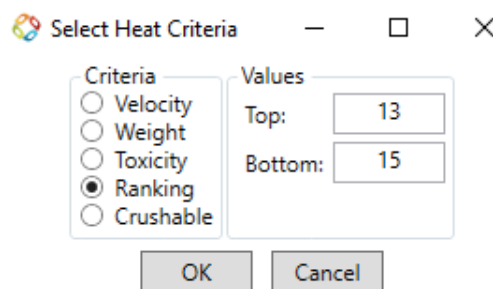
Run1-02022022	Είδος Συσκευασίας	Άθροισμα των ποσοστών του πίνακα 7.V	Ποσοστό που θα εισαχθεί στο λογισμικό λαμβάνοντας υπόψη τα unslotted
Top	6 & 7	16%	10%
Bottom	1 & 2	15%	15%
Ενδιάμεσα	3, 4 & 5	39%	45%
Run2-02022022			
Top	6 & 7	16%	13%
Bottom	1 & 2	15%	15%
Ενδιάμεσα	3, 4 & 5	39%	42%

Για τη διαμόρφωση του ποσοστού που θα εισαχθεί στο λογισμικό λαμβάνεται υπόψη πως για το κριτήριο «Ranking» έχει ορισθεί αύξουσα σειρά, άρα το λογισμικό δέσμευσε πρώτα τους κωδικούς με την χαμηλότερη τιμή και τελευταίους αυτούς με την υψηλότερη. Για τον λόγο αυτό το ποσοστό του Bottom είναι ίδιο με το άθροισμα των ποσοστών του πίνακα 7.V. Για τη διαμόρφωση του Top θεωρήθηκε ως μία καλή προσέγγιση πως το 6% που αντιστοιχούν σε unslotted κωδικούς του πρώτου σεναρίου και το 3% που αντιστοιχούν σε unslotted του δεύτερου σεναρίου προέρχονται σχεδόν αποκλειστικά από κωδικούς με είδος συσκευασίας 6 και 7.

Άρα οι τιμές που θα εισαχθούν στο παράθυρο του Run Heat Map για το σενάριο Run1-02022022 είναι αυτές που φαίνονται στο σχήμα 7.7 και οι τιμές που θα εισαχθούν στο παράθυρο του Run Heat Map για το σενάριο Run1-02022022 είναι αυτές που φαίνονται στο σχήμα 7.8.

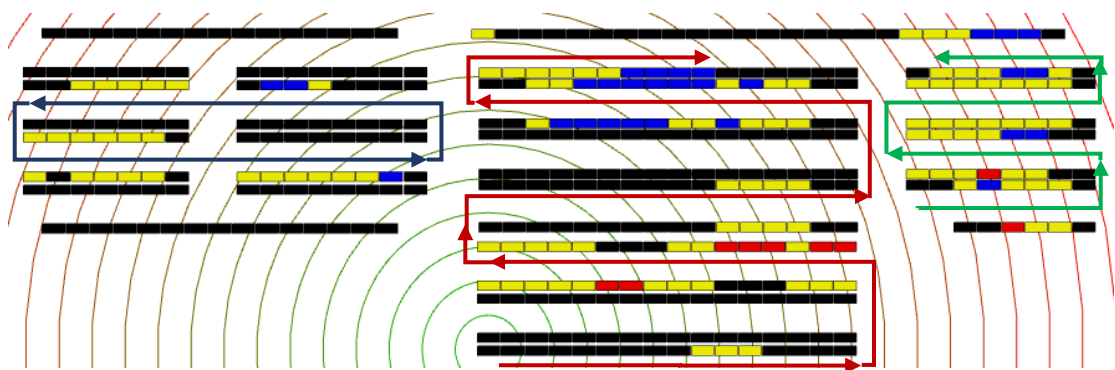


Σχήμα 7.7: Παράθυρο επιλογής κριτηρίων του Heat Map βάσει είδους συσκευασίας για το Run1-02022022.



Σχήμα 7.8: Παράθυρο επιλογής κριτηρίων του Heat Map βάσει είδους συσκευασίας για το Run2-02022022.

Ο χάρτης θερμοκρασίας που προκύπτει βάσει είδους συσκευασίας για το σενάριο Run1-02022022 φαίνεται στο σχήμα 7.9 και ο χάρτης θερμοκρασίας που προκύπτει βάσει είδους συσκευασίας για το σενάριο Run2-02022022 φαίνεται στο σχήμα 7.10. Για το κάθε picking sequence που φαίνεται με βελόνια στον κάθε χάρτη το ιδανικό είναι να υπάρχουν μπλε φατνώματα στο τέλος του και κόκκινα στην αρχή του αφού το κριτήριο έχει ορισθεί με αύξουσα κατάταξη.



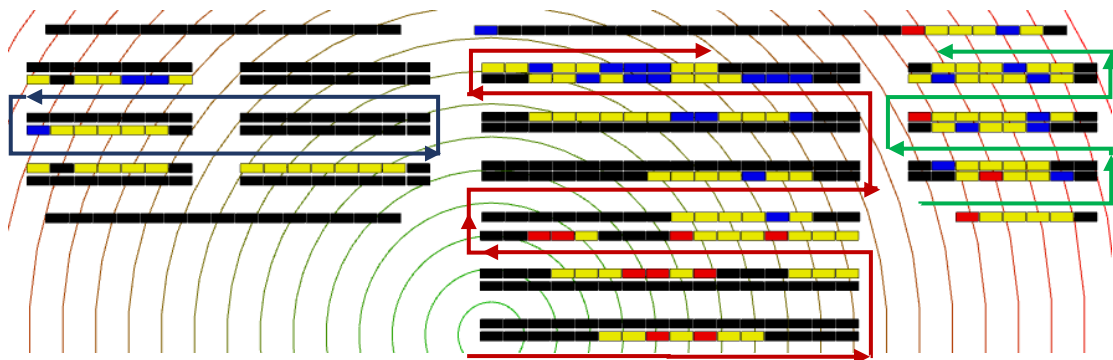
Σχήμα 7.9: Heat Map βάσει είδους συσκευασίας για το Run1-02022022.

Στο πρώτο picking sequence (μπλε βέλη) του σεναρίου Run1-02022022 παρατηρείται πως ενώ θα έπρεπε να υπάρχουν κίτρινα φατνώματα στην αρχή και μπλε στο τέλος, εντοπίζονται κίτρινα φατνώματα τόσο στην αρχή όσο και στο τέλος της διαδρομής με τα μπλε φατνώματα να βρίσκονται στη μέση. Αυτό το αποτέλεσμα είναι εν μέρει λογικό γιατί το είδος

συσκευασίας είναι δεύτερο στην κατάταξη των κριτηρίων και επιπλέον υπάρχουν και περιορισμοί διαφορετικών υψών παλετών και φατνωμάτων.

Στο δεύτερο picking sequence (κόκκινα βέλη) εντοπίζεται και πάλι μη πλήρης συμμόρφωση με το κριτήριο. Παρόλο που αντί για κόκκινα υπάρχουν κίτρινα φατνώματα στην αρχή, τα κόκκινα φατνώματα εντοπίζονται στη μέση προς αρχή της διαδρομής και μάλιστα είναι συγκεντρωμένα σε ένα σημείο αυτής. Επιπλέον, παρόλο που υπάρχουν εναλλαγές κίτρινων και μπλε φατνωμάτων, τα τέσσερα τελευταία φατνώματα στο picking sequence έχουν δεσμευτεί με κωδικούς με τις λιγότερο σταθερές συσκευασίες. Άρα, συμπεραίνουμε πως τα αποτελέσματα δείχνουν μερική συμμόρφωση με το κριτήριο στον βαθμό που καθίσταται εφικτό. Το κατά πόσο υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης θα φανεί από την λεπτομερή ανάλυση του κεφαλαίου 7.4.

Τέλος, στο τρίτο picking sequence (πράσινα βέλη) παρατηρείται μία πιο προβληματική κατάσταση καθώς υπάρχει ένα μπλε φατνώμα στην αρχή της διαδρομής του picker διαδοχικά σχεδόν με ένα κόκκινο. Μάλιστα το κόκκινο φατνώμα έχει αριθμό 145 στην αλληλουχία συγκομιδής και το μπλε 148 που σημαίνει πως είναι πιθανό να συλληχθεί μία πολύ ασταθής συσκευασία όπως ένα πουγκί και από πάνω της να τοποθετηθεί μία αρκετά στιβαρή συσκευασία. Στη συνέχεια του picking sequence παρατηρούνται πιο ομαλές εναλλαγές μεταξύ κόκκινων και κίτρινων ή μπλε και κίτρινων. Παρόλα αυτά επισημαίνεται πως στο τέλος της διαδρομής βρίσκονται κίτρινα και όχι μπλε φατνώματα.



Σχήμα 7.10: Heat Map βάσει είδους συσκευασίας για το Run2-02022022.

Στο σενάριο Run2-02022022 παρατηρώντας την κατανομή των χρωμάτων σε σχέση με τους ομόκεντρους κύκλους παρατηρείται προσπάθεια συμμόρφωσης με το κριτήριο σε ένα βαθμό και για τα τρία picking sequences. Ωστόσο, ενώ στο κριτήριο της ευθραυστότητας δεν είχαμε τέτοια φαινόμενα παρατηρούνται ασυνέπειες και όσον αφορά στις ακραίες τιμές του κριτηρίου. Δηλαδή παρατηρείται μπλε χρωματισμοί να είναι πιο κοντά στο κέντρο βάρους απ' ότι κόκκινοι.

Χαρακτηριστικό είναι πως ενώ στο τρίτο picking sequence (πράσινα βέλη) το γεγονός πως το πρώτο και τελευταίο φατνώμα είναι κόκκινα είναι λογικό και συμμορφώνεται ως προς το κριτήριο μειούμενης απόστασης από το κέντρο βάρους είναι τελείως αντίθετο με τον στόχο της ανάθεσης. Ειδικότερα, με τη συγκεκριμένη κατανομή μετά τη συλλογή πολλών μη σταθερών συσκευασιών, οι τελευταίοι κωδικοί της διαδρομής θα έχουν είτε μεταλλική είτε γυάλινη συσκευασία που το πιο πιθανό είναι να πέσει καταστρέφοντας το προϊόν και τραυματίζοντας ενδεχομένως τον εργαζόμενο. Κατ' επέκταση μπορούμε να συμπεράνουμε πως το κριτήριο του center of gravity δεν εξυπηρετεί τους στόχους ανάθεσης του παρόντος case study.

### 7.3.3 Heat Map με κριτήριο την ταχυκινησία (Velocity)

Το τρίτο και τελευταίο κριτήριο με βάση το οποίο θα δημιουργηθεί χάρτης θερμοκρασίας για τα δύο σενάρια είναι αυτό της ταχυκινησίας. Υπενθυμίζεται πως στην στήλη «Velocity» του αρχείου χαρακτηριστικών αποθέματος τοποθετήθηκαν τιμές από το 1 έως και το 8 ανάλογα με την κλάση ταχυκινησίας των κωδικών. Η τιμή «1» αντιστοιχεί στους λιγότερο ταχυκίνητους κωδικούς ενώ η τιμή «8» στους περισσότερο ταχυκίνητους κωδικούς. Προκειμένου να ληφθεί απόφαση σχετικά με τα ποσοστά που θα τοποθετηθούν δίπλα στο «Top» και «Bottom» θα εξετασθούν πρώτα τα ποσοστά των κωδικών που ανήκουν στην κάθε κλάση ταχυκινησίας.

**Πίνακας 7.VII: Αριθμός κωδικών ανά κλάση ταχυκινησίας και ποσοστό επί του συνολικού.**

Κλάση Ταχυκινησίας	Αριθμός Κωδικών	Ποσοστό επί του συνολικού
1	189	43,0%
2	96	21,8%
3	51	11,6%
4	42	9,5%
5	39	8,9%
6	14	3,2%
7	8	1,8%
8	1	0,2%

Σημειώνεται πως ο μόνος λόγος που καταγράφονται τα ποσοστά με δεκαδικά σε αυτήν την περίπτωση είναι πως οι δύο τελευταίες κλάσεις έχουν πολύ λίγα προϊόντα και με τη στρογγυλοποίηση το ποσοστό της τελευταίας (8) θα έβγαине ίσο με 0%.

Θεωρώντας ως υψηλές τιμές ταχυκινησίας τις 5, 6, 7 και 8, ως χαμηλή τιμή ταχυκινησίας την 1 και λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός πως εκ των 440 κωδικών το 9% και το 6% μένουν εκτός slotting στο πρώτο και δεύτερο σενάριο αντίστοιχα, τα ποσοστά που θα τοποθετηθούν δίπλα στα «Top» και «Bottom» για το κάθε ένα από τα σενάρια είναι τα εξής:

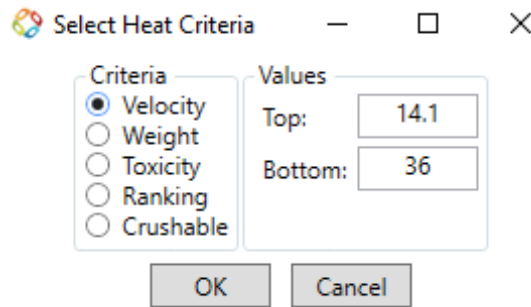
**Πίνακας 7.VIII: Καθορισμός ποσοστών Top και Bottom για τον Heat Map βάσει ταχυκινησίας των σεναρίων Run1-02022022 και Run2-02022022.**

Run1-02022022	Κλάσεις Ταχυκ.	Άθροισμα των ποσοστών του πίνακα 7.VII	Ποσοστό που θα εισαχθεί στο λογισμικό λαμβάνοντας υπόψη τα unslotted
Top	5, 6, 7 & 8	14,1%	14,1%
Bottom	1	43,0%	36,0%
Ενδιάμεσα	2, 3 & 4	42,9%	49,9%
Run2-02022022			
Top	5, 6, 7 & 8	14,1%	14,1%
Bottom	1	43,0%	40,0%
Ενδιάμεσα	2, 3 & 4	42,9%	45,9%

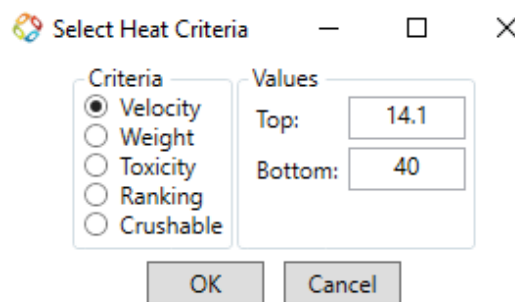
Για τη διαμόρφωση του ποσοστού που θα εισαχθεί στο λογισμικό λαμβάνεται υπόψη πως για το κριτήριο «Velocity» έχει ορισθεί φθίνουσα σειρά, άρα το λογισμικό δέσμευσε πρώτα τους κωδικούς με την υψηλότερη τιμή και τελευταίους αυτούς με την χαμηλότερη τιμή. Για τον λόγο αυτό το ποσοστό του Top είναι ίδιο με το άθροισμα των ποσοστών του πίνακα 7.VII. Για τη διαμόρφωση του Bottom θεωρήθηκε ως μία καλή προσέγγιση πως το 6% που

αντιστοιχούν σε unslotted κωδικούς του πρώτου σεναρίου και το 3% που αντιστοιχούν σε unslotted του δεύτερου σεναρίου προέρχονται σχεδόν αποκλειστικά από βραδυκίνητους κωδικούς, δηλαδή κωδικούς κλάσης 1.

Άρα, οι τιμές που θα εισαχθούν στο παράθυρο του Run Heat Map για το σενάριο Run1-02022022 είναι αυτές που φαίνονται στο σχήμα 7.11 και οι τιμές που θα εισαχθούν στο παράθυρο του Run Heat Map για το σενάριο Run1-02022022 είναι αυτές που φαίνονται στο σχήμα 7.12.

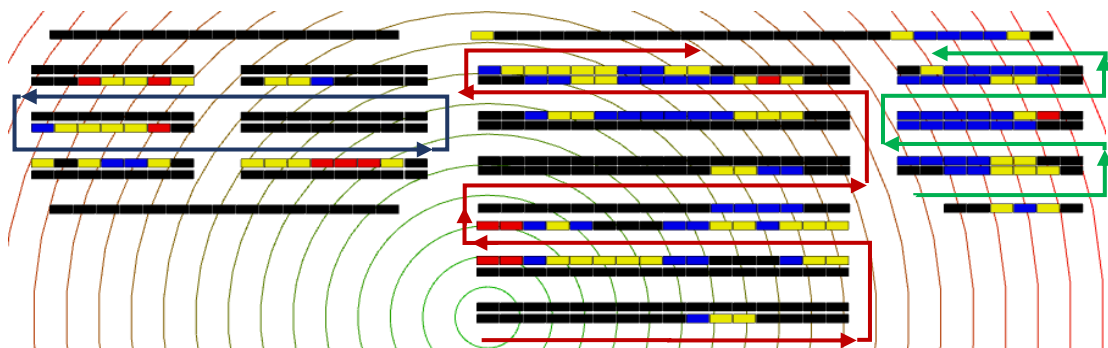


Σχήμα 7.11: Παράθυρο επιλογής κριτηρίων του Heat Map βάσει ταχυκινήσις για το Run1-02022022.

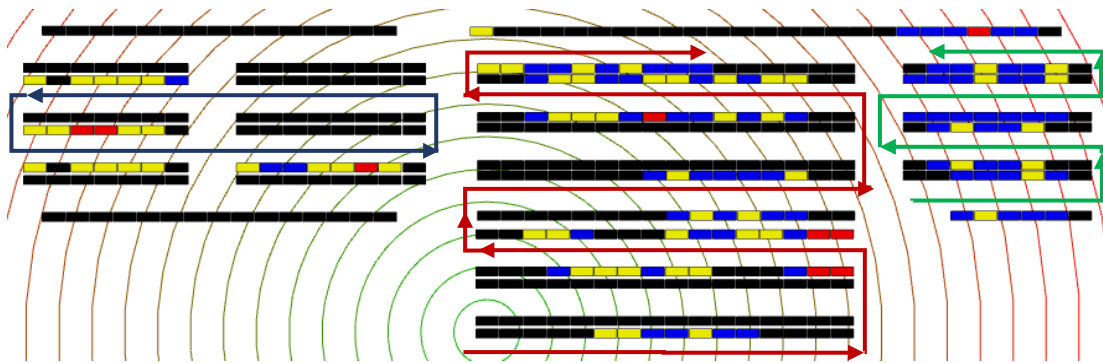


Σχήμα 7.12: Παράθυρο επιλογής κριτηρίων του Heat Map βάσει ταχυκινήσις για το Run2-02022022.

Ο χάρτης θερμοκρασίας που προκύπτει βάσει ταχυκινήσις για το σενάριο Run1-02022022 φαίνεται στο σχήμα 7.13 και ο χάρτης θερμοκρασίας που προκύπτει βάσει ταχυκινήσις για το σενάριο Run2-02022022 φαίνεται στο σχήμα 7.14. Για το κάθε picking sequence που φαίνεται με βελάκια στον κάθε χάρτη θα πρέπει να υπάρχουν κόκκινα φατνώματα στο τέλος του και μπλε στην αρχή του αφού το κριτήριο έχει ορισθεί με φθίνουσα κατάταξη.



Σχήμα 7.13: Heat Map βάσει ταχυκινήσις για το Run1-02022022.



Σχήμα 7.14: Heat Map βάσει ταχυκινήσις για το Run2-02022022.

Δεν γίνεται επιμέρους ανάλυση για τα δύο σενάρια και τα εκάστοτε picking sequences καθώς όπως παρατηρούμε και από τα δύο παραπάνω σχήματα οι εναλλαγές των χρωματισμών είναι σχεδόν τυχαίες. Αυτό είναι απόλυτα λογικό καθώς η ταχυκινήσις αποτέλεσε το τρίτο και τελευταίο κριτήριο που λήφθηκε υπόψη και εντάχθηκε προκειμένου να δοθεί προτεραιότητα στον ταχυκίνητους κωδικούς για να μην μείνουν εκτός της ανάθεσης.

Το συμπέρασμα το οποίο εξαγεται είναι πως όσο κατεβαίνουμε στην κατάταξη των κριτηρίων εξετάζοντας δεύτερα και τρίτα κριτήρια τόσο μειώνεται η συμμόρφωση του λογισμικού με αυτά. Αυτό συμβαίνει καθώς όσο περισσότερα κριτήρια έχουν προηγηθεί από το υπό εξέταση τόσο περισσότεροι περιορισμοί υπάρχουν στο λογισμικό για την τήρηση των υπολοίπων.

#### 7.4 Σύγκριση των σεναρίων βελτιστοποίησης Run1-02022022 και Run2-02022022 μέσω δημιουργίας παραγγελίας και προσομοίωσης της αλληλουχίας συγκομιδής που ακολουθεί ο picker

Σε αυτό το υπο-κεφάλαιο θα παρουσιασθεί ο τρόπος σύγκρισης των αποτελεσμάτων των σεναρίων βελτιστοποίησης Run1-02022022 και Run2-02022022 τα οποία έχουν γίνει με βάση το αρχείο αποθέματος Stock\_05. Υπενθυμίζεται πως τα δύο σενάρια διαφέρουν ως προς το κριτήριο προτεραιοποίησης της δέσμευσης των φατνωμάτων. Συγκεκριμένα το σενάριο Run1-02022022 έχει ως κριτήριο τον αριθμό των θέσεων στην picking sequence κατά φθίνουσα σειρά, ενώ το σενάριο Run2-02022022 έχει ως κριτήριο προτεραιοποίησης την απόσταση από το κέντρο βάρους επίσης κατά φθίνουσα απόσταση.

Προκειμένου να γίνει η σύγκριση θα ληφθούν κάποιον από τους 440 κωδικούς και θα εξετασθεί η σειρά με την οποία θα τους συλλέξει ο picker στην εκάστοτε περίπτωση. Επιπλέον, θα καταγραφούν σε πίνακα οι θέσεις των κωδικών στην κατάσταση αναφοράς σε μία παλαιότερη προσπάθεια slotting χωρίς τη χρήση λογισμικού και στα δύο σενάρια βελτιστοποίησης του DC Expert 4.5. Εφόσον και τα δύο σενάρια αλλά και η παλαιότερη προσπάθεια βελτιστοποίησης είχαν ως πρώτο κριτήριο των κωδικών την ευθραυστότητά τους και ως δεύτερο τον τύπο της συσκευασίας θα ληφθούν ανά οικογένεια και ανά συσκευασία δύο κωδικοί, ένας με υψηλή και ένας με χαμηλή ευθραυστότητα. Στη συνέχεια, θα εξετασθεί η θέση στην οποία έχουν τοποθετηθεί οι κωδικοί αυτοί στις τρεις περιπτώσεις και μέσω αυτής θα διαπιστωθεί εάν έχουν τηρηθεί τα κριτήρια από το λογισμικό. Καθώς υπάρχουν τρία διαφορετικά picking sequences στην πραγματική αποθήκη, θα επιλεχθούν κωδικοί που ανήκουν στις ζώνες των εύφλεκτων και των ξηρής αποθήκευσης για το λιανικό εμπόριο (δεύτερο picking sequence).

Από τις οκτώ οικογένειες προϊόντων στις προαναφερόμενες ζώνες εντοπίζονται επτά και συγκεκριμένα οι εξής: COOKING FATS & OILS, DESSERTS, DRESSINGS, OTHER FOODS, SAVOURY, SPREADS, TEA AND SOY & FOOD BEVERAGES. Η οικογένεια που δεν τοποθετείται σε αυτές τις ζώνες είναι η οικογένεια VITALITY SHOTS στην οποία ανήκουν μόνο κατεψυγμένα προϊόντα. Οι κωδικοί οι οποίοι επιλέγονται για τη σύγκριση είναι οι εξής:

**Πίνακας 7.ΙΧ: Κωδικοί που επιλέγονται για τη σύγκριση.**

Οικογένεια	Είδος συσκευασίας	Κωδικός	Ευθραυστότητα	Ταχυκινησία
COOKING FATS & OILS	S4	49149801	2	1
		18756901	2	2
	S5	30208101	4	5
		17034701	2	2
		37034801	2	1
	S6	27000701	2	4
30138301		2	6	
DESSERTS	S1	15642303	3	2
	S5	25770501	2	4
		15771801	2	2
DRESSINGS	S5	19854401	2	1
		27443701	3	5
	S6	16150901	1	3
		25742901	2	1
OTHER FOODS	S7	27018701	1	2
		10051901	1	3
SAVOURY	S1	15680301	3	1
		26104001	5	1
	S4	18020902	1	1
		18108901	5	1
	S6	18024502	1	3
		20402301	2	5
	S7	37027901	2	7
91025900		3	1	
SPREADS	S6	17356801	2	1
		17356701	2	2
TEA AND SOY & FRUIT BEVERAGES	S1	11178801	3	5
		29009601	5	4
	S4	11179001	3	5
		10223601	5	4

Οι παλετοθέσεις στις οποίες έχουν τοποθετηθεί αυτοί οι κωδικοί στην κατάσταση αναφοράς, στο slotting με χρήση Microsoft Excel καθώς και στα δύο σενάρια παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 7.Χ: Παλετοθέσεις στις οποίες ανατίθενται οι επιλεγμένοι κωδικοί στην κατάσταση αναφοράς, στην προσπάθεια βελτιστοποίησης χωρίς χρήση λογισμικού και στα σενάρια Run1-02022022 και Run2-02022022.

Κωδικός Προϊόντος	Κατάσταση αναφοράς	Βελτιστοποίηση με χρήση MS Excel	Σενάριο με κριτήριο τον αριθμό του picking sequence (Run1)	Σενάριο με κριτήριο την απόσταση από το κέντρο βάρους (Run2)
49149801	C-03-05-1-2	C-03-05-1-2	C-03-05-1-3	C-03-27-1-3
18756901	C-03-01-1-3	C-03-01-1-2	C-03-08-1-1	C-01-23-1-1
30208101	D-01-05-1-3	D-01-09-1-3	D-03-21-1-2	D-04-08-1-3
17034701	C-03-09-1-1	C-03-07-1-3	C-03-16-1-2	C-03-18-1-2
37034801	C-01-21-1-2	C-03-09-1-1	C-03-16-1-3	C-03-18-1-3
27000701	C-03-16-1-1	C-03-20-1-1	C-03-23-1-2	C-01-15-1-3
30138301	C-03-02-1-1	C-03-20-1-3	C-03-21-1-1	C-03-19-1-3
15642303	D-01-25-1-2	D-01-27-1-2	D-03-23-1-2	D-03-09-1-3
25770501	D-01-01-1-3	D-01-05-1-1	Unslotted	Unslotted
15771801	D-01-22-1-1	D-01-22-1-1	Unslotted	Unslotted
19854401	C-03-15-1-1	C-03-21-1-1	C-03-08-1-2	C-01-23-1-2
27443701	D-01-11-1-1	D-01-01-1-2	D-03-25-1-1	D-03-16-1-1
16150901	C-01-05-1-2	C-03-28-1-2	C-01-21-1-3	C-03-08-1-2
25742901	C-03-23-1-3	C-03-29-1-3	C-03-09-1-2	C-03-23-1-2
27018701	C-01-01-1-1	C-02-02-1-1	C-03-29-1-3	C-03-05-1-1
10051901	C-01-01-1-2	C-02-02-1-2	C-03-29-1-2	C-03-07-1-3
15680301	D-01-23-1-3	D-01-25-1-3	Unslotted	Unslotted
26104001	D-02-01-1-3	D-04-04-1-3	Unslotted	Unslotted
18020902	D-01-26-1-2	D-01-26-1-2	D-01-22-1-1	D-01-18-1-1
18108901	D-02-03-1-1	D-04-18-1-3	D-04-06-1-1	D-04-20-1-2
18024502	C-01-05-1-3	C-02-24-1-1	C-03-27-1-3	C-03-07-1-1
20402301	C-03-24-1-2	C-03-32-1-3	C-03-10-1-2	C-01-21-1-2
37027901	C-01-17-1-1	C-02-08-1-2	C-03-19-1-3	C-03-19-1-2
91025900	D-01-26-1-1	D-01-24-1-3	Unslotted	D-03-14-1-2
17356801	C-03-17-1-2	C-03-23-1-2	C-03-18-1-3	C-01-17-1-3
17356701	C-03-17-1-1	C-03-23-1-1	C-03-14-1-1	C-01-19-1-1
11178801	D-01-21-1-2	D-01-23-1-2	D-03-23-1-1	D-03-09-1-2
29009601	D-03-11-1-2	D-03-18-1-2	D-04-20-1-3	D-03-27-1-3
11179001	D-01-19-1-3	D-01-21-1-3	D-03-24-1-1	D-04-06-1-3
10223601	D-03-07-1-2	D-03-20-1-3	D-04-14-1-3	D-03-23-1-3

Συγκρίνοντας τα δεδομένα του πίνακα 7.Χ παρατηρείται αρχικά πως στην κατάσταση αναφοράς και στην βελτιστοποίηση χωρίς τη χρήση λογισμικού κανένας από τους κωδικούς δεν έχει μείνει εκτός της ανάθεσης. Επιπλέον, μεταξύ της κατάστασης αναφοράς και της παλαιότερης προσπάθειας βελτιστοποίησης δεν παρατηρούνται μεγάλες διαφορές καθώς σχεδόν όλοι οι κωδικοί πλην τεσσάρων (πορτοκαλί χρώμα) βρίσκονται στον ίδιο διάδρομο και στα δύο slotting maps. Αντίθετα, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της λύσης χωρίς χρήση λογισμικού και του Run1-02022022 εντοπίζονται δώδεκα κωδικοί (μπλε χρώμα) οι οποίοι έχουν ανατεθεί σε διαφορετικούς διαδρόμους. Σημειώνεται πως για δύο εκ των τεσσάρων κωδικών που είχαν ανατεθεί σε άλλο διάδρομο βάσει της σύγκρισης δεύτερης και τρίτης στήλης το Run1-02022022 συμφωνεί με την προσπάθεια ανάθεσης χωρίς χρήση λογισμικού. Σε έναν εκ των τεσσάρων κωδικό η εκτέλεση συμφωνεί με την κατάσταση αναφοράς και ένας κωδικός είναι unslotted. Επίσης, παρατηρούμε πως για τους δώδεκα κωδικούς που έχουν



τοποθετηθεί σε άλλους διαδρόμους στη σύγκριση τρίτης και τέταρτης στήλης ισχύει πως στο σενάριο Run1-02022022 οι έντεκα από τους δώδεκα κωδικούς έχουν τοποθετηθεί σε θέσεις με μεγαλύτερο picking sequence. Αυτό είναι λογικό καθώς στα κριτήρια ορίστηκε να δεσμεύονται πρώτα οι θέσεις με τον μεγαλύτερο αριθμό picking sequence.

Συγκρίνοντας τα σενάρια Run1-02022022 και Run-02022022 παρατηρούμε πως έντεκα κωδικοί έχουν τοποθετηθεί σε διαφορετικό διάδρομο. Από αυτούς τους έντεκα, οι έξι κωδικοί βρίσκονται σε διαφορετικό διάδρομο μόνο σε αυτό το σενάριο (δηλαδή για τους έξι κωδικούς το Run1-02022022 η παλαιότερη προσπάθεια βελτιστοποίησης συμφωνούν). Αντίθετα για τρεις εκ των έντεκα κωδικών συμφωνούν το Run-02022022 και η παλαιότερη προσπάθεια βελτιστοποίησης. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 7.XI) φαίνεται η σύγκριση όλων των σεναρίων με όλα τα σενάρια ως προς τον αριθμό των κωδικών που βρίσκονται σε διαφορετικούς διαδρόμους.

Πίνακας 7.XI: Αριθμός κωδικών που βρίσκονται σε διαφορετικούς διαδρόμους μεταξύ των σεναρίων.

	Κατάσταση αναφοράς	Βελτιστοποίηση με χρήση MS Excel	Σενάριο με κριτήριο τον αριθμό του picking sequence (Run1)	Σενάριο με κριτήριο την απόσταση από το κέντρο βάρους (Run2)
Κατάσταση αναφοράς	X	4	13	19
Βελτιστοποίηση με χρήση MS Excel	4	X	12	16
Run1-02022022	13	12	X	11
Run2-0022022	19	16	16	X

Στους επόμενους δύο πίνακες (Πίνακας 7.XII και 7.XIII) θα παρουσιασθούν για τα δύο σενάρια (ένας πίνακας για το κάθε σενάριο) οι παλετοθέσεις που δεσμευτήκαν με τους παραπάνω κωδικούς σύμφωνα με την picking sequence από πάνω προς τα κάτω και τα ύψη τους. Στις υπόλοιπες στήλες παρουσιάζονται ο κωδικός που έχει ανατεθεί στην εκάστοτε θέση, το ύψος της παλέτας του και τα χαρακτηριστικά του κωδικού τα οποία λειτούργησαν ως κριτήρια για την ανάθεση, προκειμένου να εξετασθεί ενδελεχώς εάν ικανοποιούνται αυτά. Υπενθυμίζεται ότι σύμφωνα με τα κριτήρια προτεραιοποίησης που έχουν ορισθεί εφόσον οι παλετοθέσεις παρουσιάζονται με την εξής σειρά: αρχή picking sequence → τέλος picking sequence για να ικανοποιούνται τα κριτήρια θα πρέπει τα χαρακτηριστικά των κωδικών να εμφανισθούν με την εξής σειρά:

- Ευθραυστότητα: μικρές τιμές προς μεγάλες
- Είδος συσκευασίας: μεγάλες τιμές προς μικρές
- Ταχυκινησία: μικρές τιμές προς μεγάλες

Η λογική με βάση την οποία θα αναλυθούν τα αποτελέσματα και κατά πάσα πιθανότητα ακολουθεί και το λογισμικό είναι η εξής: η ανάθεση γίνεται με βάση το πρώτο κριτήριο που έχει ορισθεί, εάν κάποια είδη έχουν ίδια τιμή του πρώτου κριτηρίου τότε το δεύτερο κριτήριο λειτουργεί ως πρώτο και εάν κάποια ήδη έχουν ίδια τιμή πρώτου αλλά και δεύτερου κριτηρίου τότε το τρίτο κριτήριο λειτουργεί ως πρώτο. Με βάση αυτή τη λογική γίνεται κατανοητή και μία παρατήρηση του κεφαλαίου 7.3.3 σύμφωνα με την οποία όσο

κατεβαίνουμε στην λίστα των κριτηρίων και εξετάζουμε τη συμμόρφωση των αποτελεσμάτων με αυτά τόσο μικρότερος βαθμός συμμόρφωσης εντοπίζεται.

Επιπλέον, θα ληφθούν υπόψη και τα ύψη των παλετοθέσεων και παλετών προκειμένου στις περιπτώσεις μη συμμόρφωσης να εξετασθεί εάν αυτή αιτιολογείται από τους χωρικούς περιορισμούς της αποθήκης. Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων υπενθυμίζεται πως σε παλετοθέσεις ύψους B3 (ψηλές) μπορούν να τοποθετηθούν παλέτες E1, E2 ή E3, σε παλετοθέσεις ύψους B2 μπορούν να τοποθετηθούν παλέτες E1 ή E2 και σε παλετοθέσεις ύψους B1 μπορούν να τοποθετηθούν παλέτες B1.

Πίνακας 7.XII: Σειρά picking των επιλεγμένων κωδικών στο σενάριο Run1-02022022.

	Παλετοθέση	Ύψος	Κωδικός Προϊόντος	Ύψος	Ευθραυστ.	Είδος συσκευασίας	Ταχυκιν.
↓	C-01-21-1-3	B3	16150901	E2	1	6	3
↓	C-03-29-1-3	B1	27018701	E1	1	7	2
↓	C-03-29-1-2	B1	10051901	E1	1	7	3
↓	C-03-27-1-3	B1	18024502	E1	1	6	3
↓	C-03-23-1-2	B1	27000701	E1	2	7	4
↓	C-03-21-1-1	B1	30138301	E1	2	7	6
↓	C-03-18-1-3	B2	17356801	E2	2	6	1
↓	C-03-19-1-3	B1	37027901	E1	2	7	7
↓	C-03-16-1-3	B2	37034801	E2	2	6	1
↓	C-03-16-1-2	B2	17034701	E2	2	6	2
↓	C-03-14-1-1	B2	17356701	E2	2	6	2
↓	C-03-10-1-2	B2	20402301	E2	2	6	5
↓	C-03-09-1-2	B1	25742901	E1	2	6	1
↓	C-03-08-1-2	B2	19854401	E2	2	5	1
↓	C-03-08-1-1	B2	18756901	E2	2	5	2
↓	C-03-05-1-3	B1	49149801	E1	2	4	1
↓	D-01-22-1-1	B1	18020902	E1	1	4	1
↓	D-03-25-1-1	B2	27443701	E2	3	5	5
↓	D-03-24-1-1	B2	11179001	E2	3	4	5
↓	D-03-23-1-2	B2	15642303	E2	3	1	2
↓	D-03-23-1-1	B2	11178801	E2	3	1	5
↓	D-03-21-1-2	B2	30208101	E2	4	5	5
↓	D-04-06-1-1	B2	18108901	E1	5	4	1
↓	D-04-14-1-3	B2	10223601	E1	5	4	4
↓	D-04-20-1-3	B2	29009601	E1	5	1	4
	Unslotted		25770501		2	5	4
	Unslotted		15771801		2	5	2
	Unslotted		15680301		3	1	3
	Unslotted		26104001		5	1	1
	Unslotted		91025900		3	7	1

Αρχικά, παρατηρείται πως το λογισμικό επιδιώκει μεγάλη εκμετάλλευση του χώρου καθώς πέραν του πρώτου και των τριών τελευταίων κωδικών δεν έχει δεσμεύσει παλετοθέση μεγαλύτερου ύψους με χαμηλότερη παλέτα. Στη συνέχεια τα αποτελέσματα θα αναλυθούν με τη σειρά.

Παρατηρούμε πως οι τέσσερις πρώτοι κωδικοί ανήκουν στην κλάση 1 όσον αφορά την ευθραυστότητα. Άρα, οι τιμές στο είδος συσκευασίας θα έπρεπε να είναι οι πρώτες δύο ίσες με 7 και οι επόμενες δύο ίσες με 6. Αυτό δεν γίνεται και εξετάζοντας τα ύψη παλετών και παλετοθέσεων αυτό είναι λογικό καθώς ο πρώτος κωδικός έχει μεσαίο ύψος παλέτας (E2) και δε θα μπορούσε να τοποθετηθεί σε μία από τις υπόλοιπες τρεις κοντές παλετοθέσεις (B1). Για τον λόγο αυτό τοποθετήθηκε στην ψηλή παλετοθέση (B3) στην αρχή του picking sequence. Για τις επόμενες δύο παλετοθέσεις η τιμή «είδος συσκευασίας» είναι ίση με 7 και κατ' επέκταση αναμένεται ο κωδικός 27018701 να έχει μικρότερη τιμή ταχυκινησίας από τον 10051901 όπως και συμβαίνει. Άρα, για δύο κωδικούς με ίδιες τιμές των δύο πρώτων κριτηρίων ακολουθείται το τρίτο κατά σειρά. Ο τέταρτος κωδικός κλάσης ευθραυστότητας 1 έχει τιμή συσκευασίας 6. Αυτό είναι λογικό γιατί για κωδικούς με ίδιο το πρώτο κριτήριο ακολουθείται το δεύτερο και στην προκειμένη περίπτωση το 7 διαδέχεται το 6. Άρα για τους τέσσερις πρώτους κωδικούς το λογισμικό έχει λειτουργήσει σωστά.

Οι επόμενοι 12 κωδικοί της ζώνης των εύφλεκτων έχουν τιμή ευθραυστότητας 2. Η διαδοχή κωδικών με τιμή ευθραυστότητας 1 από κωδικούς με τιμή ευθραυστότητας 2 είναι λογική με βάση το κριτήριο. Από αυτούς οι δύο πρώτοι κωδικοί έχουν συσκευασία 7 άρα για ίδια τιμή ευθραυστότητας και συσκευασίας η ανάθεση των κωδικών θα γίνει με βάση την ταχυκινησία από τις μικρότερες προς τις μεγαλύτερες τιμές. Πράγματι, ο κωδικός 27000701 έχει τιμή ταχυκινησίας 4 και ο επόμενος 6 οπότε τα αποτελέσματα συμμορφώνονται προς το κριτήριο. Στη συνέχεια παρεμβάλλεται ένας κωδικός με είδος συσκευασίας 6 ενώ οι επόμενοι έχουν και πάλι είδος συσκευασίας 7. Ωστόσο, αυτή η μη συμμόρφωση είναι αναπόφευκτη καθώς παρατηρούμε πως οι κωδικοί συσκευασίας 7 έχουν κοντές παλέτες (E1) ενώ οι κωδικοί συσκευασίας 6 έχουν παλέτες μεσαίου ύψους (E2). Επιπλέον, από τη μία πλευρά του διαδρόμου C-03 υπάρχουν χαμηλές παλετοθέσεις (B1), από την άλλη πλευρά του διαδρόμου υπάρχουν μεσαίες παλετοθέσεις (B2) και ο picker επισκέπτεται εναλλάξ (ανά δύο) φατνώματα από τις δύο πλευρές του διαδρόμου. Συνδυάζοντας τις δύο παραπάνω προτάσεις είναι επόμενο να υπάρχει εναλλαγή κωδικών με είδος συσκευασίας 6 και 7.

Το συμπέρασμα αυτό επεκτείνεται και σε κάθε περίπτωση διαδρόμου όπου έχουμε διαφορετικό ύψος παλετοθέσεων εκατέρωθεν αυτού. Για τον λόγο αυτό θα εξετασθεί η τήρηση των κριτηρίων ανάλογα με το μέγεθος της παλετοθέσης. Σύμφωνα με αυτή τη λογική η ανάθεση των κωδικών: 17356801, 37034801, 17034701, 17356701, 20402301, 19854401 και 18756901 (παλέτες E2) πρέπει να είναι πλήρως σύμφωνη με τα κριτήρια. Όντως οι πέντε πρώτοι έχουν συσκευασία 6 και έχουν ανατεθεί βάσει ταχυκινησίας από μικρές προς μεγάλες τιμές. Επιπλέον, οι δύο επόμενοι έχουν συσκευασία «5» και είναι επίσης ταξινομημένοι από μικρή προς μεγάλη τιμή ταχυκινησίας. Αντίστοιχα η ανάθεση των κωδικών: 27000701, 30138301, 37027901, 25742901 και 49149801 (παλέτες E1) πρέπει να είναι πλήρως σύμφωνη με τα κριτήρια. Παρατηρώντας τις τιμές των κριτηρίων βλέπουμε ότι αυτό ισχύει καθώς οι τρεις πρώτοι έχουν ίδια τιμή είδους συσκευασίας και αυξανόμενες τιμές ταχυκινησίας και οι δύο επόμενοι έχουν μειούμενη τιμή είδους συσκευασίας.

Στη συνέχεια, ο picker εισέρχεται στην αποθηκευτική ζώνη 2 όπου συνεχίζεται το picking sequence. Ο πρώτος κωδικός αυτής της ζώνης έχει ευθραυστότητα 1 και αυτό οφείλεται στο γεγονός πως διαφορετικοί κωδικοί έχουν ανατεθεί στις ζώνες 2 και 4 ενώ το picking sequence είναι ενιαίο και για τις δύο ζώνες. Έτσι, εάν κάποιος κωδικός ανήκει στην κλάση 1 ευθραυστότητας αλλά έχει ανατεθεί στη ζώνη 2 δεν μπορεί να τοποθετηθεί στην αρχή του ενιαίου picking sequence. Για τον λόγο αυτό ξεχωρίζεται η ανάλυση των δύο ζωνών.

Πέρα από τον πρώτο διάδρομο της ζώνης 2 (D-01) όλη η υπόλοιπη ζώνη έχει φατνώματα ίδιου (μεσαίου) ύψους και οι κωδικοί υπό εξέταση είναι μεσαίων ή χαμηλών παλετών οπότε δεν υπάρχουν περιορισμοί αντιστοίχισης των υψών και όλα τα κριτήρια πρέπει να ικανοποιούνται. Πράγματι, εξετάζοντας τις ευθραυστότητες παρατηρούμε πως τον κωδικό κλάσης 1 διαδέχονται κωδικοί κλάσης 3, μετά κλάσης 4 και τέλος κλάσης 5 άρα το πρώτο κριτήριο ικανοποιείται. Για τους κωδικούς κλάσεων ευθραυστότητας 3 και 5 παρατηρούμε πως ικανοποιείται το κριτήριο είδους συσκευασίας. Τέλος, για τους κωδικούς 15642303 και 11178801 που έχουν ίδιες τιμές στα δύο πρώτα κριτήρια ικανοποιείται και το τρίτο κριτήριο δηλαδή έχουν τιμές ταχυκινήσις σε αύξουσα σειρά. Το ίδιο ισχύει και για το ζευγάρι κωδικών 18108901 και 10223601.

Μετά από αυτή τη λεπτομερή ανάλυση συμπεραίνουμε πως το λογισμικό έχει αναθέσει τους κωδικούς συμμορφούμενο πλήρως με τα τρία κριτήρια που ανατέθηκαν στο Run1-02022022 καθώς και με τους περιορισμούς όσον αφορά στο ποια παλέτα μπορεί να αποθηκευτεί σε μια παλετοθέση.

Πίνακας 7.XIII: Σειρά picking των επιλεγμένων κωδικών στο σενάριο Run2-02022022.

	Παλετοθέση	Ύψος	Κωδικός Προϊόντος	Ύψος	Ευθραυστ.	Είδος συσκευασίας	Ταχυκιν.
↓	C-01-15-1-3	B3	27000701	E1	2	7	4
↓	C-01-17-1-3	B3	17356801	E2	2	6	1
↓	C-01-19-1-1	B3	17356701	E2	2	6	2
↓	C-01-21-1-2	B3	20402301	E2	2	6	5
↓	C-01-23-1-1	B3	18756901	E2	2	5	2
↓	C-01-23-1-2	B3	19854401	E2	2	5	1
↓	C-03-27-1-3	B1	49149801	E1	2	4	1
↓	C-03-23-1-2	B1	25742901	E1	2	6	1
↓	C-03-18-1-3	B2	37034801	E2	2	6	1
↓	C-03-18-1-2	B2	17034701	E2	2	6	2
↓	C-03-19-1-3	B1	30138301	E1	2	7	6
↓	C-03-19-1-2	B1	37027901	E1	2	7	7
↓	C-03-08-1-2	B2	16150901	E2	1	6	3
↓	C-03-07-1-3	B1	10051901	E1	1	7	3
↓	C-03-07-1-1	B1	18024502	E1	1	6	3
↓	C-03-05-1-1	B1	27018701	E1	1	7	2
↓	D-01-18-1-1	B1	18020902	E1	1	4	1
↓	D-03-27-1-3	B2	29009601	E1	5	1	4
↓	D-03-23-1-3	B2	10223601	E1	5	4	4
↓	D-03-16-1-1	B2	27443701	E2	3	5	5
↓	D-03-14-1-2	B2	91025900	E2	3	7	1
↓	D-03-09-1-3	B2	15642303	E2	3	1	2
↓	D-03-09-1-2	B2	11178801	E2	3	1	5
↓	D-04-06-1-3	B2	11179001	E2	3	4	5
↓	D-04-08-1-3	B2	30208101	E2	4	5	5
↓	D-04-20-1-2	B2	18108901	E1	5	4	1
	Unslotted		25770501		2	5	4
	Unslotted		15771801		2	5	2
	Unslotted		15680301		3	1	3
	Unslotted		26104001		5	1	1

Το σενάριο Run2-02022022 δεν θα αναλυθεί με τον τρόπο και το βάθος που αναλύθηκαν τα αποτελέσματα του Run1-02022022 καθώς όπως έγινε εμφανές και από το κεφάλαιο 7.3.2 το κριτήριο ανάθεσης βάσει κέντρου βάρους δεν εξυπηρετεί το σκοπό του συγκεκριμένου case study (ο λόγος για τον οποίο δημιουργήθηκε αυτός ο πίνακας είναι η επιβεβαίωση του συμπεράσματος του κεφαλαίου 7.3). Αυτό είναι εμφανές και από τον πίνακα 7.XIII και το γεγονός πως στην αρχή έχουν τοποθετηθεί όλοι οι κωδικοί κλάσης ευθραυστότητας 2 και στη συνέχεια όλοι οι κωδικοί κλάσης ευθραυστότητας 1. Εξετάζοντας τη δεύτερη ζώνη πέρα από τον πρώτο κωδικό παρατηρείται επίσης σχεδόν ανάποδη πορεία του κριτηρίου της ευθραυστότητας από την επιθυμητή (1→5→3→4→5). Επιπλέον, σε αυτό το σενάριο παρατηρείται χειρότερη εκμετάλλευση του χώρου καθώς στην αρχή έχουν δεσμευτεί πολλές υψηλές παλετοθέσεις με χαμηλότερες παλέτες (μία παλετοθέση B1 έχει δεσμευτεί με κωδικό παλέτας E1 και πέντε παλετοθέσεις με κωδικούς παλέτας E2). Αντίθετα, στο πρώτο σενάριο στη ζώνη 4 μόλις μία παλετοθέση B3 δεσμεύτηκε με κωδικό παλέτας E2. Προς το τέλος του picking sequence τρεις παλέτες E1 έχουν τοποθετηθεί σε θέση B2 όπως συνέβη και στο σενάριο Run1-02022022.

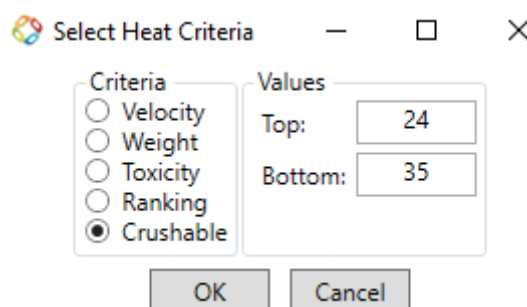
Συμπερασματικά, μεταξύ των δύο σεναρίων (Run1-02022022 και Run2-02022022) τις ανάγκες της υπό μελέτη αποθήκης ικανοποιεί το Run1-02022022. Για τον λόγο αυτό, το Run1-02022022 θα συγκριθεί στο επόμενο και τελευταίο υπο-κεφάλαιο του κεφαλαίου 7 με την κατάσταση αναφοράς.

## 7.5 Σύγκριση του σεναρίου Run1-02022022 με την κατάσταση αναφοράς (baseline)

Το σενάριο βελτιστοποίησης «Run1-02022022» θα συγκριθεί με την κατάσταση αναφοράς μέσω του εργαλείου χάρτη θερμότητας («Run Heat Map») ως προς την κατανομή των τιμών των κριτηρίων της ευθραυστότητας και του είδους συσκευασίας. Βασικός στόχος της βελτιστοποίησης για το συγκεκριμένο case study είναι η τοποθέτηση εύθραυστων κωδικών με λιγότερο σταθερές συσκευασίες στο τέλος του picking sequence. Ο λόγος για τον οποίο η ανάλυση εστιάσθηκε σε αυτά τα δύο κριτήρια είναι το γεγονός πως το βασικό πρόβλημα της αποθήκης που επιλέχθηκε να επιλυθεί ήταν η καταστροφή ή σύνθλιψη των κωδικών κάτω από άλλους.

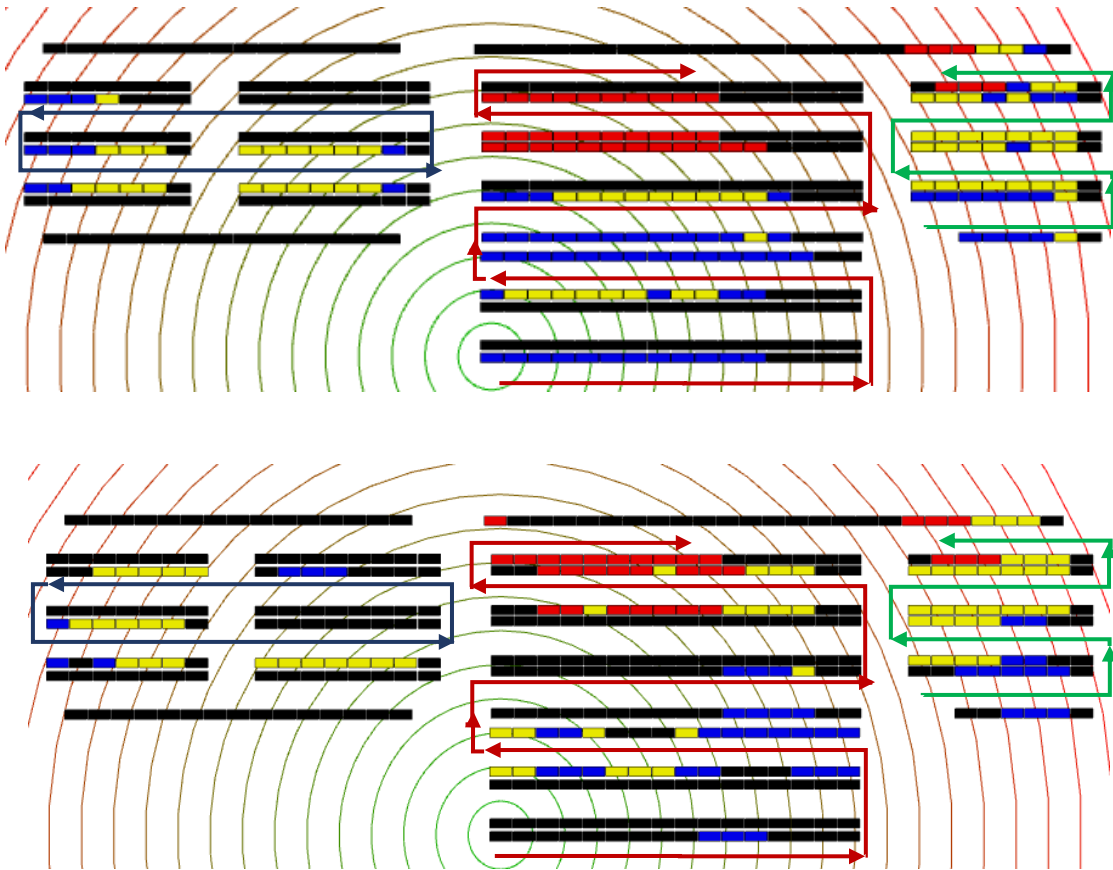
### 7.5.1 Σύγκριση ως προς την ευθραυστότητα (Crushable)

Υπενθυμίζεται πως όσον αφορά στις τιμές Top και Bottom για το σενάριο Run1-02022022 θα χρησιμοποιηθούν οι τιμές του σχήματος 7.3. Για την κατάσταση αναφοράς θα χρησιμοποιηθούν οι τιμές της δεύτερης στήλης του πίνακα 7.IV (βλ. Κεφάλαιο 7.3.1). Δηλαδή οι τιμές στο παράθυρο «Run Heat Map» είναι αυτές που φαίνονται στο σχήμα 7.15.



Σχήμα 7.15: Παράθυρο επιλογής κριτηρίων του Heat Map βάσει ευθραυστότητας για την Baseline.

Ο χάρτης θερμοκρασίας που προκύπτει βάσει ευθραυστότητας για την κατάσταση αναφοράς φαίνεται στο σχήμα 7.16 (πάνω) και ο χάρτης θερμοκρασίας που προκύπτει βάσει ευθραυστότητας για το σενάριο Run1-02022022 φαίνεται στο σχήμα 7.5 (βλ. Κεφάλαιο 7.3.1). αλλά επαναλαμβάνεται στο κάτω μέρος του σχήματος 7.16 για να είναι άμεση οπτικά η σύγκριση. Υπενθυμίζεται πως στην αρχή πρέπει να υπάρχουν μπλε και στο τέλος κόκκινα φατνώματα.



Σχήμα 7.16: (Πάνω) Heat Map βάσει ευθραυστότητας για την baseline. (Κάτω) Heat Map βάσει ευθραυστότητας για το Run1-02022022.

Συγκρίνοντας τα δύο σχήματα ως προς το πρώτο picking sequence (μπλε βέλη) παρατηρείται καλύτερη κατανομή στο Run1-02022022 καθώς στην κατάσταση αναφοράς υπάρχουν μπλε φατνώματα (οι λιγότερο εύθραστοι κωδικοί) και στην αρχή αλλά και στο τέλος του picking sequence. Αντίθετα, στο Run1-02022022 η συγκομιδή τελειώνει με κωδικούς μεσαίας ευθραυστότητας.

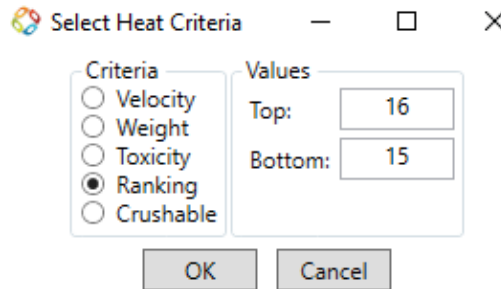
Όσον αφορά στο κόκκινο picking sequence αρχικά παρατηρείται μεγαλύτερη εκμετάλλευση του χώρου των εύφλεκτων ξηρής αποθήκευσης στην κατάσταση αναφοράς. Και στις δύο περιπτώσεις η συγκομιδή αρχίζει από μη εύθραστους κωδικούς και τελειώνει σε εύθραυστους. Στο πρώτο και μεσαίο τμήμα της διαδρομής παρατηρείται και στις δύο περιπτώσεις εναλλαγή κίτρινων και μπλε φατνωμάτων. Παρόλα αυτά στην κατάσταση αναφοράς οι κόκκινοι κωδικοί είναι απόλυτα ομαδοποιημένοι σε αντίθεση με το Run1-02022022 όπου παρεμβάλλονται μεταξύ τους κάποια κίτρινα φατνώματα.

Τέλος, συγκρίνοντας τους δύο χάρτες όσον αφορά στο τρίτο picking sequence (πράσινα βέλη) παρατηρείται καλύτερη κατανομή της ευθραυστότητας στο Run1-02022022, όπου τα

χρώματα διαδέχονται ακριβώς το ένα το άλλο με τη σωστή αλληλουχία χωρίς να μπλέκονται διαφορετικοί κωδικοί μεταξύ τους.

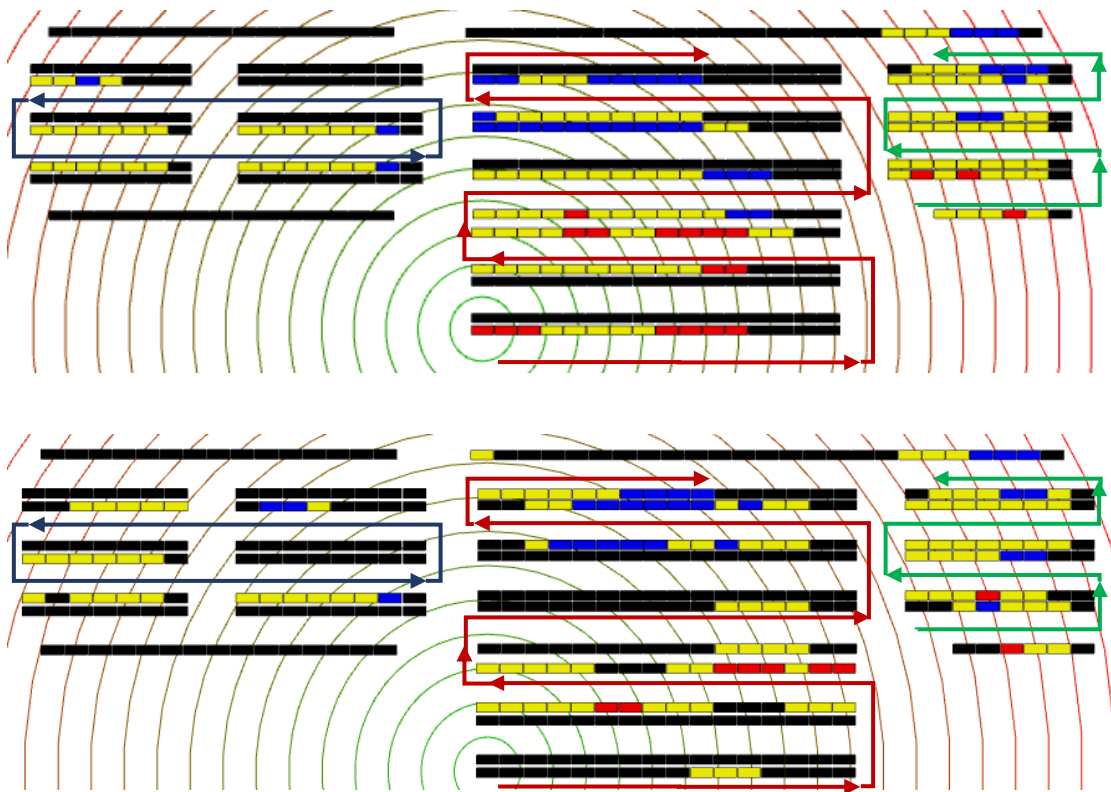
### 7.5.2 Σύγκριση ως προς το είδος συσκευασίας (Ranking)

Υπενθυμίζεται πως όσον αφορά στις τιμές Top και Bottom για το σενάριο Run1-02022022 θα χρησιμοποιηθούν οι τιμές του σχήματος 7.7 (βλ. Κεφάλαιο 7.3.2). Για την κατάσταση αναφοράς θα χρησιμοποιηθούν οι τιμές της δεύτερης στήλης του πίνακα 7.V. Δηλαδή οι τιμές στο παράθυρο «Run Heat Map» είναι αυτές που φαίνονται στο σχήμα 7.17.



Σχήμα 7.17: Παράθυρο επιλογής κριτηρίων του Heat Map βάσει είδους συσκευασίας για την Baseline.

Ο χάρτης θερμοκρασίας που προκύπτει βάσει είδους συσκευασίας για την κατάσταση αναφοράς φαίνεται στο σχήμα 7.18 (πάνω) και ο χάρτης θερμοκρασίας που προκύπτει βάσει είδους συσκευασίας για το σενάριο Run1-02022022 φαίνεται στο σχήμα 7.9 (βλ. Κεφάλαιο 7.3.2) αλλά επαναλαμβάνεται στο κάτω μέρος του σχήματος 7.18 για να είναι άμεση οπτικά η σύγκριση. Υπενθυμίζεται πως στην αρχή πρέπει να υπάρχουν κόκκινα και στο τέλος μπλε φατνώματα.



Σχήμα 7.18: (Πάνω) Heat Map βάσει είδους συσκευασίας για την baseline. (Κάτω) Heat Map βάσει είδους συσκευασίας για το Run1-02022022.

Όσον αφορά στη μπλε διαδρομή παρατηρείται καλύτερη κατανομή στην κατάσταση αναφοράς καθώς στο Run1-02022022 εντοπίζεται ένα μπλε φάτνωμα στο τέλος του ricking sequence. Στο δεύτερο ricking sequence η εναλλαγή χρωμάτων είναι παρόμοια στα δύο σχήματα. Ωστόσο, ως καλύτερη λύση θα χαρακτηριζόταν αυτή της κατάστασης αναφοράς λόγω του γεγονότος πως στην αρχή της διαδρομής έχουν τοποθετηθεί πολλοί κωδικοί με πολύ σταθερές συσκευασίες που θα μπορέσουν να αποτελέσουν βάση για την τοποθέτηση άλλων κωδικών από πάνω τους. Τέλος, όσον αφορά στη διαδρομή με το πράσινο χρώμα οι δύο λύσεις είναι σχεδόν ίδιες. Ίσως το μόνο στοιχείο που καθιστά χειρότερη τη λύση του λογισμικού είναι η ύπαρξη ενός μπλε φαντώματος στην αρχή της διαδρομής που δεν υπάρχει στην κατάσταση αναφοράς.



## Κεφάλαιο 8. Συμπεράσματα και επόμενα βήματα

Η βελτιστοποίηση του πλάνου ανάθεσης των κωδικών εντός μίας αποθήκης με βάση τα χαρακτηριστικά τους αλλά και πιο εξειδικευμένα και σύνθετα στοιχεία, όπως οι συσχετίσεις μεταξύ των προϊόντων, αποτελεί βασικό εργαλείο για τη μείωση του λειτουργικού κόστους μίας αποθήκης που σχετίζεται με το picking. Επιπλέον, η υιοθέτηση ενός βελτιωμένου slotting map συμβάλλει στην αύξηση της αποδοτικότητας της συλλογής, στη διευκόλυνση της εργασίας των συλλεκτών και στην μείωση των περιπτώσεων υποβάθμισης της ποιότητας των προϊόντων κατά τη συλλογή τους. Μάλιστα, πρόκειται για μία εξελισσόμενη λύση καθώς αναπτύσσονται συνεχώς εργαλεία και λογισμικά τα οποία ενσωματώνουν αλγορίθμους βελτιστοποίησης που λαμβάνουν υπόψη ολόένα και περισσότερα κριτήρια και περιορισμούς αυξάνοντας την πολυπλοκότητα του προβλήματος στο οποίο προσφέρουν λύση. Η παρούσα διπλωματική επικεντρώθηκε στην λειτουργικότητα του λογισμικού DC Expert 4.5 και η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς του έγινε με βασικό γνώμονα τον βαθμό συμμόρφωσης των αποτελεσμάτων με τα κριτήρια που είχαν ορισθεί για τη βελτιστοποίηση ανάθεσης των κωδικών σε παλετοθέσεις. Οι μέθοδοι slotting που εφαρμόστηκαν στην υπό εξέταση αποθήκη ήταν το δεσμευμένο σύστημα αποθήκευσης (βλ. Κεφάλαιο 3.2) βάσει συνδυασμού τριών χαρακτηριστικών των κωδικών. Ειδικότερα, τα τρία κριτήρια ήταν η ευθραυστότητα, το είδος συσκευασίας (βλ. Κεφάλαιο 3.2.2) και η ταχυκινησία (βλ. Κεφάλαιο 3.2.1) η οποία ορίστηκε σύμφωνα με τον δείκτη πωλήσεων ανά εβδομάδα (βλ. Κεφάλαιο 3.2.1.2). Επιπλέον, όλα τα παραπάνω εφαρμόστηκαν σε αποθήκη χωρισμένη σε τέσσερις ζώνες αποθήκευσης (βλ. Κεφάλαιο 3.5).

Όσον αφορά στο λογισμικό, εξετάστηκαν οι δύο από τις τέσσερις βασικές λειτουργίες του και συγκεκριμένα η «Warehouse Layout» και η «Slot Master». Οι υπόλοιπες δύο λειτουργίες δεν σχετίζονται με το slotting και για αυτό τον λόγο η εξέτάσή τους δεν υπαγόταν στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η λειτουργία «Warehouse Layout» εξετάστηκε ως προς τα βασικά βήματα μοντελοποίησης της αποθήκης και όχι τα επιπρόσθετα. Συγκεκριμένα, δεν εξετάστηκε η λειτουργία δημιουργίας περιοχών marshaling/staging («Marshal Area»), πορτών («Doors») και κολώνων («Columns»). Επιπλέον, καθότι το case study αφορούσε ήδη υπάρχουσα αποθήκη, δεν αξιοποιήθηκε η λειτουργία υπολογισμού των storage mediums και των παλετών που μπορούν να αποθηκευτούν σε αυτά («Calculate»). Με βάση τα παραπάνω η λειτουργία δημιουργίας αποθήκης εξετάστηκε και αξιολογήθηκε ως προς τη λειτουργικότητά της σε ποσοστό 70%.

Η λειτουργία «Slot Master» εξετάστηκε ως προς όλες σχεδόν τις λειτουργίες της με εξαίρεση τον καθορισμό ξεχωριστών κέντρων βάρους για τις εκάστοτε οικογένειες («Family with Points») μέσω του «Set Preferred Point», τη λειτουργία τοποθέτησης όλων των προϊόντων μίας οικογένειας μαζί στο Slot Master Wizard («Break on Family») και την ανάθεση προφίλ ταχυκινησίας στις παλετοθέσεις μέσω του «Pickface Profile Editor» προκειμένου να μπορεί να αξιοποιηθεί και η κατανομή Pareto. Ωστόσο, βασικές λειτουργίες του Slot Master δοκιμάστηκαν ακόμα και εάν δεν είχαν εφαρμογή στη μελέτη περίπτωσης υπό εξέταση όπως η επιλογή εξισορρόπησης των ζωνών αποθήκευσης στο Slot Master Wizard. Με βάση τα παραπάνω, η ενότητα «Slot Master» εξετάστηκε και αξιολογήθηκε ως προς τη λειτουργικότητά της σε ποσοστό 95%.

Η δοκιμή που πραγματοποιήθηκε με πραγματική μελέτη περίπτωσης ανέδειξε τόσο θετικά στοιχεία του λογισμικού όσο και σημεία που χρήζουν βελτίωσης προκειμένου να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί για projects υψηλής πολυπλοκότητας και μεγάλου όγκου δεδομένων.

Όσον αφορά στα θετικά στοιχεία, μία βασική παρατήρηση για το σύνολο του λογισμικού είναι το απλό και φιλικό προς τον χρήστη περιβάλλον του («user-friendly interface»). Ειδικότερα, ενσωματώνει μεγάλα εικονίδια και εύκολα κατανοητά μενού μέσω των οποίων ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί και να εκτελέσει τα διάφορα βήματα μοντελοποίησης. Η παραπάνω παρατήρηση σε συνδυασμό με το γεγονός πως δεν πρόκειται για ένα ιδιαίτερα περίπλοκο εργαλείο καθιστά την εκμάθησή του πολύ γρήγορη. Κάθε χρήστης σχεδόν κατευθείαν μπορεί να ξεκινήσει τη δημιουργία μοντέλου αποθήκης και να καθοδηγηθεί μέσα από το λογισμικό για τα επόμενα βήματα μέχρι την εκτέλεση σεναρίων βελτιστοποίησης. Μάλιστα, το γεγονός πως κάποιες επιλογές δεν είναι διαθέσιμες πριν την ολοκλήρωση προηγούμενων βημάτων είναι ιδιαίτερα κατατοπιστικό ως προς τη σειρά των ενεργειών που πρέπει να ακολουθηθεί.

Στην λειτουργία «Warehouse Layout» η μορφοποίηση του εξωτερικού της αποθήκης («Exterior») είναι εύκολη και γρήγορη. Αντίστοιχα γρήγορη είναι και η σχεδίαση των storage mediums για περιπτώσεις αποθήκης που δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερα περίπλοκη χωροταξία ή ασυμμετρίες όσον αφορά στην τοποθέτηση των διαδρόμων μέσα στους χώρους αποθήκευσης. Όσον αφορά στο Slot Master ξεχωρίζει η διαμόρφωση προφίλ συγκομιδής (η οποία γίνεται με άμεση οπτικοποίηση της μεταβολής των παραμέτρων), η εύκολη ανάθεσή τους στις θέσεις αποθήκευσης με επιλογή αυτών απευθείας από την κάτοψη και ο χρωματισμός των θέσεων ανάλογα με το προφίλ που έχει ανατεθεί σε αυτές.

Όσον αφορά στο Slot Master Wizard, βασικό πλεονέκτημα του λογισμικού είναι πως ως κριτήρια της ανάθεσης μπορούν να ορισθούν τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά ενός κωδικού, σε αντίθεση με τα περισσότερα λογισμικά που ως βασικό κριτήριο ανάθεσης λαμβάνουν μόνο την ταχυκινήσια. Μάλιστα, τόσο μέσα από τους χάρτες θερμότητας (βλ. Κεφάλαιο 7.3) όσο και από λεπτομερέστερη ανάλυση (βλ. Κεφάλαιο 7.4) των αποτελεσμάτων, εντοπίστηκαν ιδιαίτερα θετικά στοιχεία. Ειδικότερα, σύμφωνα με τον πίνακα 7.XII έγινε εμφανές πως το λογισμικό όχι μόνο μπορεί να διαχειρισθεί την εκτέλεση βελτιστοποίησης με περισσότερα του ενός κριτήρια αλλά έχει τη δυνατότητα δημιουργίας μίας βέλτιστης λύσης ανάθεσης λαμβάνοντας υπόψη σκληρούς περιορισμούς, όπως η ανάθεση κωδικών σε συγκεκριμένες ζώνες και η αντιστοίχιση παλετοθέσεων διαφορετικού ύψους και κωδικών με διαφορετικά ύψη παλέτας. Όπως φάνηκε και στο κεφάλαιο 7.4 η αντιστοίχιση παλετών και παλετοθέσεων διαφορετικού ύψους γίνεται με βασικό γνώμονα τη μεγιστοποίηση της εκμετάλλευσης του αποθηκευτικού χώρου της αποθήκης.

Στα ποσοστά που αναλύθηκε το λογισμικό παρατηρήθηκαν πέρα από θετικά στοιχεία και βασικά σημεία προς βελτίωση στις εκάστοτε λειτουργίες και βήματα μοντελοποίησης τα οποία αναλύονται στα επιμέρους κεφάλαια με λεπτομέρεια. Οι δυσλειτουργίες του λογισμικού χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- Μη ουσιαστικές δυσλειτουργίες που απλά έχουν επίπτωση στον χρόνο ολοκλήρωσης των βημάτων και όχι στην αποτελεσματικότητά τους, όπως για παράδειγμα το γεγονός πως το λογισμικό εμφανίζει επαναλαμβανόμενα προειδοποιητικά μηνύματα κατά την εκτέλεση ορισμένων βημάτων, δεν αποθηκεύει ορισμένες ρυθμίσεις των σεναρίων στο Slot Master Wizard και δεν έχει επιλογή αναίρεσης («undo»).
- Δυσλειτουργίες που αυξάνουν την πολυπλοκότητα ορισμένων βημάτων και δυσκολεύουν τον χρήστη χωρίς ωστόσο να καθιστούν αδύνατο κάποιο βήμα της μοντελοποίησης. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ο πολύ μικρός βαθμός παραμετροποίησης του εκάστοτε χώρου αποθήκευσης («chamber») με αποτέλεσμα να χρειάζονται πολλά μικρότερα chambers για την ακριβή αποτύπωση της αποθήκης χωρίς όμως αυτή να

καθίσταται αδύνατη. Άλλο παράδειγμα τέτοιας δυσλειτουργίας είναι το γεγονός πως η θέση του εκάστοτε storage medium καθορίζεται απόλυτα με εισαγωγή συντεταγμένων και όχι με την εισαγωγή βασικών διαστάσεων απευθείας πάνω στο μοντέλο.

- Δυσλειτουργίες που καθιστούν αδύνατες κάποιες λειτουργίες του λογισμικού ή που το καθιστούν μη λειτουργικό για κάποια μοντέλα αποθηκών.

Η τελευταία κατηγορία δυσλειτουργιών είναι και η βασικότερη και για αυτόν τον λόγο θα αναλυθεί περαιτέρω. Ένα βασικό προβληματικό σημείο είναι ο τρόπος με τον οποίο το λογισμικό εξάγει συμπεράσματα για τα χαρακτηριστικά των οικογενειών προϊόντων βάσει των τιμών των επιμέρους προϊόντων τους. Το γεγονός πως η τιμή του εκάστοτε χαρακτηριστικού σε επίπεδο οικογένειας υπολογίζεται ως το άθροισμα των χαρακτηριστικών των ειδών που ανήκουν σε αυτή καθιστά το λογισμικό λειτουργικό μόνο στις περιπτώσεις αποθηκών όπου κάθε οικογένεια έχει ίσο αριθμό προϊόντων. Σε κάθε άλλη περίπτωση δεν μπορούν να ακολουθηθούν κριτήρια βελτιστοποίησης σε επίπεδο οικογένειας προϊόντος στο Slot Master Wizard. Άρα, το λογισμικό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μία αποθήκη με διαφορετικό αριθμό κωδικών ανά οικογένεια, στην οποία είναι αναγκαίο οι κωδικοί μίας οικογένειας να τοποθετηθούν σε διπλανάς θέσεις («family grouping», βλ. Κεφάλαιο 3.4) και είναι επιθυμητό οι οικογένειες να τοποθετηθούν σε περιοχές με βελτιστοποιημένο τρόπο βάσει των χαρακτηριστικών τους.

Δεύτερο προβληματικό σημείο αποτελεί το γεγονός πως είναι υποχρεωτικό για τον εκάστοτε κωδικό να δηλωθεί ένας μόνο αριθμός ζώνης αποθήκευσης στην οποία πρέπει να τοποθετηθεί. Αυτό καθιστά το λογισμικό μη λειτουργικό στην περίπτωση αποθηκών όπου ορισμένοι κωδικοί είναι απαραίτητο να τοποθετηθούν σε μία συγκεκριμένη ζώνη και άλλοι κωδικοί μπορούν να τοποθετηθούν σε περισσότερες από μία ζώνες.

Τρίτο προβληματικό σημείο του λογισμικού είναι η δημιουργία και το περιεχόμενο των αναφορών που σχετίζονται με τον βαθμό εκμετάλλευσης της αποθήκης («utilization»). Ειδικότερα, όλες οι αναφορές που αφορούν στην εκμετάλλευση του χώρου παρουσιάζουν ασυνέπειες και παρουσιάζουν ως αποτέλεσμα εκμετάλλευση σε ποσοστό 100% κάτι το οποίο είναι αναληθές. Γενικότερα, για τις αναφορές σημειώνεται πως, ενώ παρέχουν πολλές και χρήσιμες πληροφορίες, θα μπορούσαν να βελτιωθούν ως προς τον τρόπο παρουσίασης των δεδομένων τους (λ.χ. να αναφέρεται το σενάριο για το οποίο εξάγονται), ως προς τη συνέπεια των ονομασιών των δεδομένων καθώς και ως προς τη συνέπεια των αριθμητικών τιμών δεδομένων που εμφανίζονται σε περισσότερα από ένα report.

Μεταξύ άλλων βασικών σημείων προς βελτίωση που αξίζει να αναφερθούν είναι ο μεγάλος αριθμός κωδικών που το λογισμικό αφήνει εκτός ανάθεσης («unslotted items») κατά την εκτέλεση σεναρίων βελτιστοποίησης. Μάλιστα, το λογισμικό ενώ διαθέτει σχετική αναφορά δεν παρέχει κατατοπιστικές πληροφορίες σχετικά με τον λόγο για τον οποίο ο εκάστοτε κωδικός παρέμεινε εκτός ανάθεσης. Τέλος, είναι αξιοσημείωτο πως κάποιες λειτουργίες κατέστη αδύνατο να δοκιμασθούν λόγω προβλημάτων του λογισμικού όπως για παράδειγμα η δημιουργία πορτών στους ξεχωριστούς χώρους της αποθήκης. Συγκεκριμένα, όταν έγιναν προσπάθειες μοντελοποίησης πόρτας το λογισμικό έδειχνε να φορτώνει αρκετή ώρα χωρίς να παράγει εν τέλει κάποιο αποτέλεσμα.

Όσον αφορά στα σενάρια βελτιστοποίησης που εκτελέστηκαν και τα αποτελέσματά της σύγκρισής τους με την κατάσταση αναφοράς (βλ. Κεφάλαιο 7.5) είναι σημαντικό να αναφερθεί πως το λογισμικό δεν παρουσίασε πολύ καλύτερα αποτελέσματα από την baseline.

Συμπερασματικά, το DC Expert 4.5 είναι ένα λογισμικό που μπορεί να αξιοποιηθεί για απλά προβλήματα αποθηκών χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις σχεδιασμού και όχι για πολύ μεγάλα και σύνθετα Κέντρα Αποθήκευσης και Διανομής. Μάλιστα, λαμβάνοντας υπόψη την απλότητα και την ευκολία χρήσης του, τα αποτελέσματα που μπορεί να παραγάγει είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικά. Όπως διαπιστώθηκε τα αποτελέσματα συμμορφώνονται ως προς τα κριτήρια βελτιστοποίησης γεγονός που σημαίνει πως το λογισμικό έχει δυνατότητες να καταστεί λειτουργικό μελλοντικά με κάποιες βασικές αλλαγές/ επιδιορθώσεις. Επιπλέον, καθίσταται ιδιαίτερα επιτακτικό να λυθούν βασικά ζητήματα τα οποία αυξάνουν κατά πολύ τον απαιτούμενο χρόνο εισαγωγής παραμέτρων και αρχείων όπως για παράδειγμα η κατάργηση του αρχείου StockLocation που όπως αναλύθηκε στο σχετικό κεφάλαιο είναι περιττό καθώς επαναλαμβάνει πληροφορία των άλλων δύο αρχείων που εισάγονται στο λογισμικό («Stock» και «LocationMap»).

Ένα βασικό και σίγουρο επόμενο βήμα της παρούσας ανάλυσης είναι η σύγκριση των διαφορετικών αποτελεσμάτων slotting που παράγει το λογισμικό από την εκτέλεση των σεναρίων σε επίπεδο χιλιομετρικής απόστασης και χρόνο ταξιδιού του συλλέκτη. Για να γίνει αυτό μία προτεινόμενη λύση είναι η αξιοποίηση του λογισμικού FlexSim. Στο λογισμικό αυτό γίνεται εισαγωγή του μοντέλου της αποθήκης, των δεδομένων των διαφορετικών σεναρίων αντιστοίχισης προϊόντων με θέσεις αποθήκευσης καθώς και πραγματικών εντολών παραγγελιών («picking orders»). Στη συνέχεια, το software πραγματοποιεί προσομοιώσεις και υπολογίζει τη χιλιομετρική απόσταση που διανύεται και τον χρόνο που απαιτείται για την ολοκλήρωση της συλλογής της παραγγελίας για την εκάστοτε περίπτωση slotting. Όλα τα παραπάνω πραγματοποιούνται σε ένα αρκετά αληθοφανές τρισδιάστατο περιβάλλον που απεικονίζει το μοντέλο της αποθήκης (FlexSim Software Products, 2022). Με βάση αυτές τις μετρικές θα είχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον μία σύγκριση των διαφορετικών αποτελεσμάτων που παράγει το λογισμικό για διαφορετικά κριτήρια βελτιστοποίησης.

Επιπλέον, με βάση τα αποτελέσματα του λογισμικού θα ήταν λογικό να δοκιμασθεί και άλλο ένα από τα λογισμικά που αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 4 (κατά προτίμηση το Slot3D ή το OptiSlot). Προτείνεται να επιλεγθεί software το οποίο να ενσωματώνει και εργαλεία προσομοίωσης συλλογής picking orders προκειμένου να μην καταστεί αναγκαία η χρήση και του λογισμικού FlexSim. Σε επίπεδο λειτουργίας πραγματικής επιχείρησης και αποθήκης αποτελεί βασικό παράγοντα η συνδεσιμότητα του λογισμικού με το αντίστοιχο πληροφοριακό σύστημα ενδοεπιχειρησιακού σχεδιασμού («ERP») ή το σύστημα διαχείρισης της αποθήκης («WMS») και προτείνεται η δοκιμή ενός software που δίνει αυτή τη δυνατότητα.

Κλείνοντας την παρούσα διπλωματική εργασία το συμπέρασμα που εξάγεται ακόμα και από τη δοκιμή ενός όχι τόσο πολύπλοκου λογισμικού slotting είναι πως η αξιοποίηση ενός τέτοιου software εξοικονομεί πολύ χρόνο εν συγκρίσει με τη χειρωνακτική ανάθεση βάσει των χαρακτηριστικών των κωδικών. Το DC Expert 4.5 και άλλα αντίστοιχα λογισμικά απαιτούν περισσότερο χρόνο για την εισαγωγή των δεδομένων της αποθήκης και τη μοντελοποίηση της, τον οποίο ωστόσο αντισταθμίζουν με την ταχύτητα πραγματοποίησης της βελτιστοποίησης. Επιπλέον, από τη στιγμή που θα δημιουργηθεί το μοντέλο της αποθήκης μπορούν να εκτελεστούν πολλά διαφορετικά σενάρια σε αυτό και να αξιολογηθούν οι εναλλακτικές λύσεις πριν την εφαρμογή τους στην αποθήκη. Ποσοτικά, η δημιουργία κάθε σεναρίου απαιτούσε 20 - 30 λεπτά και η εκτέλεση αυτού διαρκούσε λιγότερο από πέντε δευτερόλεπτα. Στην περίπτωση μη χρήσης λογισμικού δεν υπάρχει ανάγκη μοντελοποίησης της αποθήκης, εισαγωγής των δεδομένων σε συγκεκριμένη μορφή ή δημιουργίας ειδικών

αρχείων. Ωστόσο, πέρα από τη συγκέντρωση όλων των απαραίτητων δεδομένων και του σχεδίου της αποθήκης, η δημιουργία ενός μόνο πλάνου ανάθεσης λαμβάνοντας υπόψη κριτήρια προτεραιοποίησης καθώς και σκληρούς περιορισμούς αποτελεί μία εργασία που ανάλογα με το μέγεθος της αποθήκης και τον αριθμό κωδικών που φιλοξενεί μπορεί να απαιτήσει από 40 ανθρωπόωρες (μία εργάσιμη εβδομάδα) έως και να καταστεί αδύνατη. Άρα, καθίσταται σαφές πως αφενός η δημιουργία πολλών διαφορετικών σεναρίων ανάθεσης χωρίς χρήση λογισμικού απαιτεί πολλές ανθρωπόωρες και αφετέρου η σύγκριση και αξιολόγηση των σεναρίων ενδεχομένως να απαιτήσει και πάλι χρήση κάποιου λογισμικού στο οποίο θα χρειασθεί να δημιουργηθεί το μοντέλο της αποθήκης.



Floyd, T., 2018. *What are Flow Racks and How do they Improve Material Flow?*.

[Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://geoleanusa.com/what-are-flow-racks-and-how-do-they-improve-material-flow/>

[Πρόσβαση 24 Ιανουαρίου 2022].

FourKites, 2022. *What Is a Yard Management System (YMS)?*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.fourkites.com/yard-management-system/#yard-1>

[Πρόσβαση 25 Ιανουαρίου 2022].

Gmiles - iCepts Technology Group, 2016. *Warehouse Management Basics-Zone Picking*.

[Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.icepts.com/warehouse-management-basics-zone-picking/#>

[Πρόσβαση 20 Ιανουαρίου 2022].

GTEC IKE, 2020. *Κέντρων Αποθήκευσης Διανομής (Logistics)*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <http://www.gtec.gr/logistics.html>

[Πρόσβαση 02 Σεπτεμβρίου 2020].

Heather Hutton - Storage Solutions, 2019. *Smart Slotting: Our Newest Design Solution*.

[Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://storage-solutions.com/smart-slotting/>

[Πρόσβαση 26 Ιανουαρίου 2022].

Hinz, P., 2012. *Block Stacking – Warehouse Basics*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.adaptalift.com.au/blog/2012-07-24-block-stacking-warehouse-basics>

[Πρόσβαση 12 Φεβρουαρίου 2022].

Industry Search, 2022. *Emrack - Pallet Racking I Back to Back Racking*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.industrysearch.com.au/pallet-racking-i-back-to-back-racking/p/187802>

[Πρόσβαση 12 Φεβρουαρίου 2022].

Insight Group Technologies Inc., 2017. *Key Concepts in Double Digit Savings in Warehouse Operations*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <http://www.insight-holdings.com/sites/default/files/Key-Concepts-in-Double-Digit-Savings-in-Warehouse-Operations.pdf>

[Πρόσβαση 15 Σεπτεμβρίου 2020].

Insight Technologies - LinkedIn, 2022. *Insight Technologies - A Mantis Group Company*.

[Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.linkedin.com/company/insight-group-holdings/?originalSubdomain=ca>

[Πρόσβαση 26 Ιανουαρίου 2022].

Insight Technologies Inc., 2015. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <http://www.insight-holdings.com/sites/default/files/DC-Expert-4.5-Flyer.pdf>

[Πρόσβαση 27 Ιανουαρίου 2022].

Insight Technologies Inc, 2015. *About Us*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <http://www.insight-holdings.com/about-us>  
[Πρόσβαση 26 Ιανουαρίου 2022].

Interlake Mecalux, 2021. *Logistics staging area in a warehouse*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.interlakemecalux.com/blog/logistics-staging-area-warehouse>  
[Πρόσβαση 16 Φεβρουαρίου 2022].

Interlake Mecalux, 2021. *Zone picking: sectioning off the warehouse for efficient order prep*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.interlakemecalux.com/blog/zone-picking>  
[Πρόσβαση 20 Ιανουαρίου 2022].

Jayakhanthan, S., 2015. *Warehouse Storage Policy Simulation*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.slideshare.net/JayakhanthanSathivel/warehouse-storage-policy-simulation>  
[Πρόσβαση 17 Σεπτεμβρίου 2020].

Kenton, W., 2021. *Product Family*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.investopedia.com/terms/p/product-family.asp>  
[Πρόσβαση 31 Ιανουαρίου 2022].

Konstant, χ.χ. *www.konstant.com*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.konstant.com/en/racking-and-system/high-density-racking/vna-rack>  
[Πρόσβαση 05 Φεβρουαρίου 2021].

LaGore, R., 2019. *Definition of Third Party Logistics Company (3PL) in 100 Words*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://blog.intekfreight-logistics.com/third-party-logistics-3pl-defined>  
[Πρόσβαση 08 Φεβρουαρίου 2022].

Linde , 2022. *Pallet shuttle*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.lindemh.ie/product/pallet-shuttle/>  
[Πρόσβαση 12 Φεβρουαρίου 2022].

Logistics Change, 2015. *Product Slotting*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://logisticschange.com.au/product-slotting>  
[Πρόσβαση 20 Ιανουαρίου 2022].

Logistics Change, 2015. *Who We Are*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://logisticschange.com.au/who-we-are>  
[Πρόσβαση 20 Ιανουαρίου 2022].

Logistik KNOWHOW, 2017. *The picking travel time*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://logistikknowhow.com/en/warehouse-architecture/picking-time-travel-time/>  
[Πρόσβαση 31 Ιανουαρίου 2022].

Logiwa , χ.χ. *Zone Picking*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.logiwa.com/blog/zone-picking-pick-and-pass>  
[Πρόσβαση 20 Ιανουαρίου 2022].



- Mantis Group, 2020. *DC Expert 4.5 Training Manual*, s.l.: s.n.
- Mecalux, 2022. *Movirack Mobile Racking*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.mecalux.co.uk/pallet-racking/mobile-racking>  
[Πρόσβαση 12 Φεβρουαρίου 2022].
- mertzanidis stores, 2021. *Ευρωπαϊκά Καινούργια 120Χ80 ΛΕΥΚΗ*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://mertzanidis.gr/index.php?route=product/product&product\\_id=2037](https://mertzanidis.gr/index.php?route=product/product&product_id=2037)  
[Πρόσβαση 25 Αυγούστου 2021].
- Navitrans, 2020. *The pros and cons of Zone picking*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.navitrans.eu/en/news/pros-and-cons-zone-picking>  
[Πρόσβαση 20 Ιανουαρίου 2022].
- Neuwirth, B., 2019. *The Golden Zone: Reducing Stresses While Increasing Profits*.  
[Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.ehstoday.com/health/article/21920481/the-golden-zone-reducing-stresses-while-increasing-profits>  
[Πρόσβαση 25 Ιανουαρίου 2022].
- Optricity, 2022. *OptiSlot DC™ Software Statement of Capabilities*, s.l.: Optricity Corporation.
- Optricity, 2022. *Warehouse Optimization, Analysis and Improvement Solutions*.  
[Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://optricity.com/products/optislot-products/>  
[Πρόσβαση 20 Ιανουαρίου 2022].
- REB Storage Systems International, 2019. *Push Back vs Pallet Flow Rack: Which Is Ideal For Your Foodservice Operation?*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://rebstorage.com/articles-white-papers/is-pallet-flow-or-push-back-rack-ideal-for-your-foodservice-operation/>  
[Πρόσβαση 12 Φεβρουαρίου 2022].
- Royal 4 Systems, 2022. *Home*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.royal4.com/>  
[Πρόσβαση 09 Φεβρουαρίου 2022].
- Royal 4 Systems, 2022. *WISE – Warehouse Slotting Software*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.royal4.com/warehouse-management-software/warehouse-slotting/>  
[Πρόσβαση 25 Ιανουαρίου 2022].
- Rushton, A., Croucher, P. & Baker, P., 2014. *The Handbook of Logistics and Distribution Management*. 5η Έκδοση επιμ. s.l.:Kogan Page.
- Russell, R. S. & Taylor III, B. W., 2017. *Οργάνωση Παραγωγής και Διοίκηση Εφοδιασμού*. 8η Έκδοση επιμ. s.l.:Εκδόσεις Τζιόλα.
- Schuur, P. C., 2014. *The Cube Per Order Index Slotting Strategy, How Bad Can It Be?*, Netherlands: s.n.
- Shopify, χ.χ. *Stock Keeping Unit (SKU)*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.shopify.com/encyclopedia/stock-keeping-unit-sku>  
[Πρόσβαση 15 Φεβρουαρίου 2022].

- Slot3D, 2021. *3D Warehousing*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.slot3d.com/3d-warehousing>  
[Πρόσβαση 21 Ιανουαρίου 2022].
- Slot3D, 2021. *Economic Slotting*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.slot3d.com/economic-slotting>  
[Πρόσβαση 21 Ιανουαρίου 2022].
- Slot3D, 2021. *Home Page*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.slot3d.com/>  
[Πρόσβαση 24 Ιανουαρίου 2022].
- Slot3D, 2021. *Services*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.slot3d.com/services>  
[Πρόσβαση 21 Ιανουαρίου 2022].
- Slot3D, 2021. *Slot3D Professional Cloud*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.slot3d.com/cloud>  
[Πρόσβαση 24 Ιανουαρίου 2022].
- Slot3D, 2021. *Slot3D Professional Desktop*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.slot3d.com/desktop>  
[Πρόσβαση 24 Ιανουαρίου 2022].
- Slot3D, 2021. *Warehouse Design*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.slot3d.com/warehouse-design>  
[Πρόσβαση 21 Ιανουαρίου 2022].
- Storage Solutions, 2022. *Smart Slotting Existing Facility Case Study*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://storage-solutions.com/smart-slotting-existing-facility/>  
[Πρόσβαση 26 Ιανουαρίου 2022].
- Storage Solutions, 2022. *Warehouse Slotting by Storage Solutions*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://storage-solutions.com/warehouse-optimization/warehouse-design-solutions/warehouse-slotting-optimization/#top>  
[Πρόσβαση 26 Ιανουαρίου 2022].
- Storage Solutions, χ.χ. *Smart Slotting*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://spark.adobe.com/page/IHZIQZubri8Tm/?ref=https%3A%2F%2Fstorage-solutions.com%2Fsmart-slotting-case-study%2F&embed\\_type=overlay&context=lightbox#storage-solutions-smart-slotting](https://spark.adobe.com/page/IHZIQZubri8Tm/?ref=https%3A%2F%2Fstorage-solutions.com%2Fsmart-slotting-case-study%2F&embed_type=overlay&context=lightbox#storage-solutions-smart-slotting)  
[Πρόσβαση 26 Ιανουαρίου 2022].
- Sunol, H., 2021. *Warehouse Loading Dock: 4 Best Practices to Optimize Efficiency & Safety*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://articles.cyzerg.com/loading-dock-warehouse-best-practices-to-optimize-efficiency-safety>  
[Πρόσβαση 08 Φεβρουαρίου 2022].
- Techopedia, χ.χ. *Warehouse Management System (WMS)*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.techopedia.com/definition/28071/warehouse-management-system-wms>  
[Πρόσβαση 08 Φεβρουαρίου 2022].

TUP - Redaktion, 2020. *The picking travel time*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://logistikknowhow.com/en/warehouse-architecture/picking-time-travel-time/>  
[Πρόσβαση 15 Σεπτεμβρίου 2020].

Warehouse One, 2013. *Why Should I Buy Pallet Flow Rack?*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.wh1.com/blog/buy-pallet-flow-rack/>  
[Πρόσβαση 12 Φεβρουαρίου 2022].

Warehouse Systems Limited (WSL), 2017. *A Guide To Material Handling Equipment*.  
[Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://warehouse-systems.co.uk/news/guide-material-handling-equipment/>  
[Πρόσβαση 27 Ιανουαρίου 2022].

Βικιπαίδεια, 2021. *Αρχή του Παρέτο*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at:  
[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%AE\\_%CF%84%CE%BF%CF%85%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%AD%CF%84%CE%BF](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%AE_%CF%84%CE%BF%CF%85%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%AD%CF%84%CE%BF)  
[Πρόσβαση 18 Ιανουαρίου 2022].

Ελληνική Δημοκρατία, 2014. *ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 4302 ΦΕΚ Α' 225/8.10.2014*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://www.kodiko.gr/nomologia/document\\_navigation/93185/nomos-4302-2014](https://www.kodiko.gr/nomologia/document_navigation/93185/nomos-4302-2014)  
[Πρόσβαση 03 Σεπτεμβρίου 2020].

Ευρετήριο Οικονομικών Όρων, 2022. *Απόδοση Επένδυσης (Return on investment (ROI))*.  
[Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://euretirio.com/apodosi-tis-ependysis/>  
[Πρόσβαση 21 Ιανουαρίου 2022].

Πόνης, Σ., 2020. *Χωροταξία Αποθήκης*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at:  
[http://mycourses.ntua.gr/courses/MECH1033/document/%D5%CB%C9%CA%CF\\_%D1%CF%C7%D3\\_%C2\\_%C1%CD%C1%D0.%CA%C1%C8.%D3.%D0%CF%CD%C7%D3/%C8%C5%CC%C1\\_%C5%CE% C1%CC%C7%CD%CF%D5/5.%C8%C5%CC%C1\\_Part%II%2019-2020.pdf](http://mycourses.ntua.gr/courses/MECH1033/document/%D5%CB%C9%CA%CF_%D1%CF%C7%D3_%C2_%C1%CD%C1%D0.%CA%C1%C8.%D3.%D0%CF%CD%C7%D3/%C8%C5%CC%C1_%C5%CE% C1%CC%C7%CD%CF%D5/5.%C8%C5%CC%C1_Part%II%2019-2020.pdf)  
[Πρόσβαση 03 Σεπτεμβρίου 2020].

## Παράρτημα Α. Αναφορές από το Warehouse Layout

### Α.1 Λεπτομερής αναφορά («Detailed Report»)

Warehouse Detail Report		Report Date: Δευτέρα, 3 Μαΐου 2021 21:03:39
Chamber Status	Unit of measurement: Metric	
<b>StorageMedium_1</b>		
Average Pallets per Beam		3.00
Average Pallet High		3.00
Average Max Lift off Height		7.00
Total Chamber Area		1,294.70
Total Storage Area		350.45
Average Effective Utilisation %		27.07%
Average Standard Aisle Width		3.75
<b>Location Detail</b>		
Total Number of Pickfaces		252
Total Number of Pickfaces Lost		0
Total Number of Base Pallets		252
Total Number of Base Pallets Lost		0
Total Number of Pallets		756
Total Number of Pallets Lost		0
Average Effective Pickface %		95.00%
Average Effective Base Pallet %		95.00%
Average Effective Reserve %		85.00%
Total Effective Pickface Locations		239.00
Total Effective Base Locations		239.00
Total Effective Reserve Locations		428.00
Total Effective Locations		668.00
Total Number of Beams		336.00
Total Number of Frames		96.00
<b>Location Cost</b>		
Average Cost Per Square		\$100.00
Average Cost Per Pallet Space		\$30.00
Average Cost of Beams		\$10.00
Average Cost of Frames		\$20.00
Average % Effective Increase		5.00%
Total Cost Per Square Unit		\$129,470.00
Total Cost Per Pallet Space		\$22,680.00
Total Cost of Beams		\$3,360.00
Total Cost of Frames		\$3,840.00
Total Cost of Effective Increase		\$1,494.00
Total Cost of Equipment		\$31,374.00
<b>StorageMedium_23</b>		
Average Pallets per Beam		3.00
Average Pallet High		3.00
Average Max Lift off Height		7.00
Total Chamber Area		1,350.56
Total Storage Area		400.51
Average Effective Utilisation %		29.66%

## Α.2 Περιληπτική αναφορά («Summary Report»)

<b>Warehouse Summary Report</b>		Report Date: Δευτέρα, 3 Μαΐου 2021 20:58:25
<b>Chamber Status</b>		<b>Unit of measurement: Metric</b>
Average Pallets per Beam		3.00
Average Pallet High		3.00
Average Max Lift off Height		7.00
Total Chamber Area		5,131.90
Total Storage Area		1,639.60
Average Effective Utilisation %		37.23%
Average Standard Aisle Width		1.93
<b>Location Detail</b>		
Total Number of Pickfaces		1179
Total Number of Pickfaces Lost		0
Total Number of Base Pallets		1179
Total Number of Base Pallets Lost		0
Total Number of Pallets		3537
Total Number of Pallets Lost		0
Average Effective Pickface %		95.00%
Average Effective Base Pallet %		95.00%
Average Effective Reserve %		85.00%
Total Effective Pickface Locations		1,120.00
Total Effective Base Locations		1,120.00
Total Effective Reserve Locations		2,004.00
Total Effective Locations		3,124.00
Total Number of Beams		2,146.00
Total Number of Frames		440.00
<b>Location Cost</b>		
Average Cost Per Square		\$100.00
Average Cost Per Pallet Space		\$30.00
Average Cost of Beams		\$10.00
Average Cost of Frames		\$20.00
Average % Effective Increase		5.00%
Total Cost Per Square Unit		\$513,190.14
Total Cost Per Pallet Space		\$106,110.00
Total Cost of Beams		\$21,460.00
Total Cost of Frames		\$17,600.00
Total Cost of Effective Increase		\$7,258.50
Total Cost of Equipment		\$152,428.50

**Warehouse Summary Report**

Report Date: Δευτέρα, 3 Μαΐου 2021 20:58:25

Warehouse Size	
Site Length	87.66
Site Depth	177.60
Maximum Warehouse Length	177.60
Maximum Warehouse Depth	87.67
Warehouse Height	9.00
Total Warehouse Area	15,568.94
Total Warehouse Cube	140,120.48
Site Area	15,568.42
% Area Footprint	99.99%

Σχήμα A.3: Δεύτερη και τελευταία σελίδα της περιληπτικής αναφοράς που εξάγεται από το Warehouse Layout.

## Παράρτημα Β. Αναφορές από το Slot Master

Όλες οι αναφορές του παραρτήματος Β έχουν εξαχθεί για το σενάριο Run1-02022022.

### Β.1 Αναφορές από το εικονίδιο «Analysis»

**Report By Family** Report Date: Κυριακή, 13 Φεβρουαρίου 2022 03:28:14

Family	SKU	Description	Chamber	Aisle	Location ID	Location	Sub Bay
COOKING FATS & OILS			3	3	C-03-05-1-1	CA003A	001001003
			3	3	C-03-25-1-1	CA013A	001001003
			3	3	C-03-16-1-2	CB008A	001001002
			3	3	C-03-20-1-3	CB010A	001001001
			3	3	C-03-08-1-1	CB004A	001001003
			3	3	C-03-06-1-2	CB003A	001001002
			3	3	C-03-05-1-2	CA003A	001001002
			3	3	C-03-23-1-2	CA012A	001001002
			3	3	C-03-28-1-2	CB014A	001001002
			3	3	C-03-04-1-3	CB002A	001001001
			3	3	C-03-04-1-1	CB002A	001001003
			3	3	C-03-02-1-3	CB001A	001001001
			3	3	C-03-02-1-1	CB001A	001001003
			3	3	C-03-21-1-1	CA011A	001001003
			3	3	C-03-03-1-2	CA002A	001001002
			3	3	C-03-25-1-3	CA013A	001001001
			3	3	C-03-06-1-1	CB003A	001001003
			2	3	D-03-21-1-2	BB003A	001001002
			2	3	D-03-24-1-3	BC004A	001001001

Insight Group Technologies Inc.

1 of 25

Σχήμα Β.1: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «By Family».

## Report By SKU

Report Date: Κυριακή, 13 Φεβρουαρίου 2022

03:45:51

Family	SKU	Description	Velocity	Ti	Hi
COOKING FATS & OILS			4,000000	14	4
			3,000000	11	3
			2,000000	17	7
			1,000000	17	7
			2,000000	13	4
			1,000000	8	4
			2,000000	14	4
			4,000000	11	3
			2,000000	11	4
			5,000000	8	4
			5,000000	7	3
			5,000000	7	3
			7,000000	8	4
			6,000000	11	3
			6,000000	7	3

Σχήμα Β.2: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «By SKU».



Report Date: Κυριακή, 13 Φεβρουαρίου  
2022 03:49:27

### Report By Chamber/Aisle

Chamber	Aisle	Location	Location ID	Stock Code	Sub Bay	Stock Description
1	3	AB005A	A-03-09-1-3	18240502	001001001	
	2	AD004A	A-02-07-1-2	18240602	001001002	
	2	AD004A	A-02-07-1-3	28241101	001001003	
	2	AD003A	A-02-05-1-1	18240002	001001001	
	2	AD003A	A-02-05-1-2	16726201	001001002	
	2	AE005A	A-02-10-1-1	18240901	001001001	
	2	AE004A	A-02-08-1-1	16726101	001001001	
	2	AE004A	A-02-08-1-2	15794201	001001002	
	2	AE004A	A-02-08-1-3	16819901	001001003	
	2	AD001A	A-02-01-1-1	19547101	001001001	
	3	AB010A	A-03-19-1-2	18240402	001001002	
	3	AB011A	A-03-21-1-1	18241001	001001003	
	3	AB004A	A-03-07-1-3	19801301	001001001	
	2	AD003A	A-02-05-1-3	19801101	001001003	

Insight Group Technologies Inc.

1 of 27

Σχήμα Β.3: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «By Chamber/Aisle».

## Report by Location

Report Date: Κυριακή, 13 Φεβρουαρίου 2022

03:52:37

Chamber	Aisle	Location	Bay-Layer-Slot	Location ID	Stock Code	Activity	Weight	Qty
1	3	AB003A	001001002	A-03-05-1-2		6,00000	6,54167	1
1	3	AB003A	001001001	A-03-05-1-3		5,00000	13,05000	1
1	3	AB004A	001001002	A-03-07-1-2		3,00000	1,09800	1
1	3	AB004A	001001001	A-03-07-1-3		3,00000	1,09800	1
1	3	AB004A	001001003	A-03-07-1-1		4,00000	1,09800	1
1	3	AB005A	001001003	A-03-09-1-1		3,00000	2,16042	1
1	3	AB005A	001001002	A-03-09-1-2		2,00000	1,62000	1
1	3	AB005A	001001001	A-03-09-1-3		2,00000	1,09700	1
1	3	AB006A	001001003	A-03-11-1-1		7,00000	6,56250	1
1	3	AB006A	001001002	A-03-11-1-2		7,00000	13,05000	1
1	3	AB006A	001001001	A-03-11-1-3		5,00000	13,00000	1
1	3	AB007A	001001003	A-03-13-1-1		5,00000	6,62500	1
1	3	AB007A	001001002	A-03-13-1-2		3,00000	2,16042	1
1	3	AB007A	001001001	A-03-13-1-3		2,00000	2,16042	1
1	3	AB009A	001001002	A-03-17-1-2		7,00000	10,32692	1
1	3	AB009A	001001001	A-03-17-1-3		4,00000	5,20513	1
1	3	AB010A	001001003	A-03-19-1-1		4,00000	10,32692	1
1	3	AB010A	001001002	A-03-19-1-2		3,00000	12,66833	1
1	3	AB010A	001001001	A-03-19-1-3		3,00000	12,89500	1
1	3	AB011A	001001003	A-03-21-1-1		2,00000	12,61667	1
1	3	AB011A	001001002	A-03-21-1-2		1,00000	12,90000	1
1	2	AD001A	001001001	A-02-01-1-1		1,00000	2,24000	1
1	2	AD001A	001001002	A-02-01-1-2		3,00000	2,75446	1
1	2	AD001A	001001003	A-02-01-1-3		3,00000	2,75446	1

Insight Group Technologies Inc.

1 of 17

Σχήμα Β.4: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «By Location».

## Report By Zone

Report Date: Κυριακή, 13 Φεβρουαρίου 2022

03:57:38

Zone	Location	Bay	Layer	Slot	SKU
1	AB003A	1	1	1	
1	AB003A	1	1	2	
1	AB004A	1	1	1	
1	AB004A	1	1	2	
1	AB004A	1	1	3	
1	AB005A	1	1	1	
1	AB005A	1	1	2	
1	AB005A	1	1	3	
1	AB006A	1	1	1	
1	AB006A	1	1	2	
1	AB006A	1	1	3	
1	AB007A	1	1	1	
1	AB007A	1	1	2	
1	AB007A	1	1	3	
1	AB009A	1	1	1	
1	AB009A	1	1	2	
1	AB010A	1	1	1	
1	AB010A	1	1	2	
1	AB010A	1	1	3	
1	AB011A	1	1	2	
1	AB011A	1	1	3	
1	AD001A	1	1	1	
1	AD001A	1	1	2	
1	AD001A	1	1	3	
1	AD002A	1	1	1	
1	AD002A	1	1	2	
1	AD002A	1	1	3	
1	AD003A	1	1	1	
1	AD003A	1	1	2	
1	AD003A	1	1	3	
1	AD004A	1	1	1	
1	AD004A	1	1	2	
1	AD004A	1	1	3	
1	AD005A	1	1	2	
1	AD005A	1	1	3	
1	AD006A	1	1	1	
1	AD006A	1	1	2	
1	AE001A	1	1	2	

Insight Group Technologies Inc.

1 of 11

Σχήμα Β.5: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «By Zone».

23:22:52

Report Date: Τετάρτη, 2 Φεβρουαρίου 2022

Unslotted Items								
SKU	Description	Family	Velocity	Width	Height	Length	Weight	Reason
		SAVOURY	1,00000	19,59592	14,76000	19,59592	0,60934	No more locations available
		TEA AND SOY & FRUIT BEVERAGES	4,00000	29,54196	48,90000	29,54196	2,10000	No more locations available
		SAVOURY	1,00000	19,59592	14,76000	19,59592	0,85434	No more locations available
		SAVOURY	4,00000	34,64102	20,31250	34,64102	3,40000	No more locations available
		SAVOURY	2,00000	34,64102	40,62500	34,64102	7,10000	No more locations available
		SAVOURY	1,00000	15,49193	11,44615	15,49193	0,75300	No more locations available
		SAVOURY	1,00000	15,49193	11,44615	15,49193	0,75300	No more locations available
		DRESSINGS	2,00000	32,65986	15,06667	32,65986	5,17300	No more locations available

Σχήμα Β.6: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «Unslotted Items».

: Τετάρτη, 2 Φεβρουαρίου 2022

23:24:46

## Report By Empty Locations

Location	Chamber	Aisle	Description	Capacity	X	Y
AC001A	1	3		1	3,629999950	45,091499890
AC002A	1	3		1	6,729999854	45,091499890
AC003A	1	3		1	9,829999759	45,091499890
AC004A	1	3		1	12,929999664	45,091499890
AC005A	1	3		1	16,029999568	45,091499890
AC006A	1	3		1	19,129999473	45,091499890
AF001A	1	1		1	3,629999950	53,331999839
AF003A	1	1		1	9,829999759	53,331999839
AF004A	1	1		1	12,929999664	53,331999839
AF005A	1	1		1	16,029999568	53,331999839
AF006A	1	1		1	19,129999473	53,331999839
AF008A	1	1		1	31,529999091	53,331999839
AF009A	1	1		1	34,629998996	53,331999839
AF010A	1	1		1	37,729998901	53,331999839
AF011A	1	1		1	40,829998805	53,331999839
AF012A	1	1		1	43,929998710	53,331999839
AF013A	1	1		1	47,029998614	53,331999839
AF014A	1	1		1	50,129998519	53,331999839
CD001A	3	2		1	62,867499978	71,996499966
CD002A	3	2		1	65,967499883	71,996499966
CD003A	3	2		1	69,067499788	71,996499966
CD004A	3	2		1	72,167499692	71,996499966
CD005A	3	2		1	75,267499597	71,996499966
CD006A	3	2		1	78,367499501	71,996499966

Insight Group Technologies Inc.

1 of 11

Σχήμα Β.7: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «Empty Locations».

## Report By Empty Slots

Report Date: Τετάρτη, 2 Φεβρουαρίου 2022  
23:26:53

Location	Bay	Layer	Slot	Width	Depth	Location ID
AC001A	1	1	1	97,67	120,00	A-03-02-1-3
AC001A	1	1	2	97,67	120,00	A-03-02-1-2
AC001A	1	1	3	97,67	120,00	A-03-02-1-1
AC002A	1	1	1	97,67	120,00	A-03-04-1-3
AC002A	1	1	2	97,67	120,00	A-03-04-1-2
AC002A	1	1	3	97,67	120,00	A-03-04-1-1
AC003A	1	1	1	97,67	120,00	A-03-06-1-3
AC003A	1	1	2	97,67	120,00	A-03-06-1-2
AC003A	1	1	3	97,67	120,00	A-03-06-1-1
AC004A	1	1	1	97,67	120,00	A-03-08-1-3
AC004A	1	1	2	97,67	120,00	A-03-08-1-2
AC004A	1	1	3	97,67	120,00	A-03-08-1-1
AC005A	1	1	1	97,67	120,00	A-03-10-1-3
AC005A	1	1	2	97,67	120,00	A-03-10-1-2
AC005A	1	1	3	97,67	120,00	A-03-10-1-1
AC006A	1	1	1	97,67	120,00	A-03-12-1-3
AC006A	1	1	2	97,67	120,00	A-03-12-1-2
AC006A	1	1	3	97,67	120,00	A-03-12-1-1
BD001A	1	1	1	97,67	120,00	D-02-17-1-1
BD001A	1	1	2	97,67	120,00	D-02-17-1-2
BD001A	1	1	3	97,67	120,00	D-02-17-1-3
BD002A	1	1	1	97,67	120,00	D-02-19-1-1
BD002A	1	1	2	97,67	120,00	D-02-19-1-2
BD002A	1	1	3	97,67	120,00	D-02-19-1-3
BD003A	1	1	1	97,67	120,00	D-02-21-1-1
BD003A	1	1	2	97,67	120,00	D-02-21-1-2
BD003A	1	1	3	97,67	120,00	D-02-21-1-3
BD004A	1	1	1	97,67	120,00	D-02-23-1-1
BD004A	1	1	2	97,67	120,00	D-02-23-1-2
BD004A	1	1	3	97,67	120,00	D-02-23-1-3
BD005A	1	1	1	97,67	120,00	D-02-25-1-1
BD005A	1	1	2	97,67	120,00	D-02-25-1-2
BD005A	1	1	3	97,67	120,00	D-02-25-1-3
BD006A	1	1	1	97,67	120,00	D-02-27-1-1
BD006A	1	1	2	97,67	120,00	D-02-27-1-2
BD006A	1	1	3	97,67	120,00	D-02-27-1-3
AA002A	1	1	1	97,67	120,00	A-04-04-1-1
AA002A	1	1	2	97,67	120,00	A-04-04-1-2

Σχήμα Β.8: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «Empty Slots».

Report Date: Πέμπτη, 3 Φεβρουαρίου 2022 23:19:07

## Comparison Report

SKU	Family	Description	Location	Location ID	Cost	Difference	Best Run	Move Cost
	SAVOURY		Old BE011A-001001003-3	D-02-40-1-1	0,00	0,00	2	0,00
			New BC010A-001001003-3	D-03-38-1-3	0,00			
	OTHER FOODS		Old CE001A-001001002-4	C-01-01-1-2	0,00	0,00	2	0,00
			New CA015A-001001002-4	C-03-29-1-2	0,00			
	OTHER FOODS		Old CE001A-001001003-4	C-01-01-1-3	0,00	0,00	2	0,00
			New CA016A-001001003-4	C-03-31-1-1	0,00			
	OTHER FOODS		Old CE002A-001001001-4	C-01-03-1-1	0,00	0,00	2	0,00
			New CA015A-001001003-4	C-03-29-1-1	0,00			
	OTHER FOODS		Old CE002A-001001003-4	C-01-03-1-3	0,00	0,00	2	0,00
			New JA003A-001001002-2	D-01-22-1-2	0,00			
	TEA AND SOY & FRUIT BEVERAGES		Old GC008A-001001002-2	D-03-16-1-2	0,00	0,00	2	0,00
			New GC003A-001001002-2	D-03-06-1-2	0,00			
	TEA AND SOY & FRUIT BEVERAGES		Old GB003A-001001003-2	D-03-05-1-1	0,00	0,00	2	0,00
			New BB002A-001001002-2	D-03-19-1-2	0,00			

Insight Group Technologies Inc.

1 of 55

Σχήμα Β.9: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «Comparison». Η σύγκριση έχει γίνει με την κατάσταση αναφοράς.

**Zone Summary Report**

Report Date: Κυριακή, 13 Φεβρουαρίου 2022 04:08:08

Zone	SKUCount	Total Velocity
1	70	245,000
2	119	248,000
3	131	198,000
4	82	258,000

Σχήμα Β.10: Πρώτη και μοναδική σελίδα της αναφοράς «Zone Summary».



## B.2 Αναφορές από το εικονίδιο «Diagnostics»

**Report Profiles List By Chamber**

Report Date: Κυριακή, 13  
Φεβρουαρίου 2022 04:12:40

Chamber	Location	Location ID	Profile ID	Profile Name	Profile Description	Capacity
1	AB003A	A-03-05-1-1	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB003A	A-03-05-1-2	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB003A	A-03-05-1-3	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB004A	A-03-07-1-1	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB004A	A-03-07-1-2	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB004A	A-03-07-1-3	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB005A	A-03-09-1-1	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB005A	A-03-09-1-2	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB005A	A-03-09-1-3	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB006A	A-03-11-1-1	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB006A	A-03-11-1-2	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB006A	A-03-11-1-3	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB007A	A-03-13-1-1	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB007A	A-03-13-1-2	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB007A	A-03-13-1-3	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB009A	A-03-17-1-1	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB009A	A-03-17-1-2	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB009A	A-03-17-1-3	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB010A	A-03-19-1-1	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
	AB010A	A-03-19-1-2	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1
AB010A	A-03-19-1-3	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1	
AB011A	A-03-21-1-1	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1	
AB011A	A-03-21-1-2	115	B1	ΔΕΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1	

Σχήμα B.11: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «Bay Profile By Chamber».

## Report Profile Count By Chamber

Report Date: Κυριακή, 13 Φεβρουαρίου  
2022

04:18:06

Chamber	Profile ID	Profile ID	Profile Description	Profile Count
1	34			32
	35			38
	37			5
	39			19
	44			2
	46			9
2	35			66
	36			39
	38			14
	39			66
	43			10
	45			9
	46			63
	47			13
48			11	
3	34			30
	35			31
	38			29
	44			9
	45			12
	46			9
	48			3

Σχήμα Β.12: Πρώτη και μοναδική σελίδα της αναφοράς «Bay Profile Distribution By Chamber».

## Profile Utilization By Chamber Report

Report Date: Κυριακή, 13 Φεβρουαρίου 2022 04:21:48

Chamber	Profile ID	Profile Name	Used	Profile Count	% Used	% Free
1	115	B1	8	8	100,00	0,00
	116	B3	6	6	100,00	0,00
	118	B2	12	12	100,00	0,00
2	116	B3	22	22	100,00	0,00
	117	B1	8	8	100,00	0,00
	118	B2	11	11	100,00	0,00
	119	B3	24	24	100,00	0,00
	120	B2	24	24	100,00	0,00
3	115	B1	13	13	100,00	0,00
	116	B3	3	3	100,00	0,00
	120	B2	13	13	100,00	0,00

Σχήμα Β.13: Πρώτη και μοναδική σελίδα της αναφοράς «Bay Profile Utilization By Chamber».

## Slots Utilization By Chamber Report

Report Date: Κυριακή, 13 Φεβρουαρίου 2022  
04:27:43

Chamber	Profile ID	Profile Name	Used Slots	Slots Count	% Used	% Free
1	115	B1	21	21	100,00	0,00
	116	B3	16	16	100,00	0,00
	118	B2	33	33	100,00	0,00
		<b>Totals</b>	402	402		
		<b>Averages</b>			100,00	0,00
2	116	B3	62	62	100,00	0,00
	117	B1	20	20	100,00	0,00
	118	B2	33	33	100,00	0,00
	119	B3	69	69	100,00	0,00
	120	B2	68	68	100,00	0,00
		<b>Totals</b>	402	402		
		<b>Averages</b>			100,00	0,00
3	115	B1	36	36	100,00	0,00
	116	B3	7	7	100,00	0,00
	120	B2	39	39	100,00	0,00
		<b>Totals</b>	402	402		
		<b>Averages</b>			100,00	0,00

Report Summary	
Report Total Slots Used: 11	Average Percent Used: 100,00
Report Total Slots Count: 11	Average Percent Free: 0,00
Report Total Slots Used: 11	Average Percent Used: 100,00
Report Total Slots Count: 11	Average Percent Free: 0,00
Report Total Slots Used: 11	Average Percent Used: 100,00
Report Total Slots Count: 11	Average Percent Free: 0,00
Report Total Slots Used: 11	Average Percent Used: 100,00
Report Total Slots Count: 11	Average Percent Free: 0,00
Report Total Slots Used: 11	Average Percent Used: 100,00
Report Total Slots Count: 11	Average Percent Free: 0,00
Report Total Slots Used: 11	Average Percent Used: 100,00

Σχήμα Β.14: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «Slots Utilization By Chamber».

**CubeFill Utilization Report**

Report Date: Κυριακή, 13 Φεβρουαρίου 2022  
04:31:38

Run ID	2
Actual CubeFill	475.174.760,05
Max CubeFill	2.220.705.600,01
CubeFill Utilization	21,40%

Σχήμα Β.15: Πρώτη και μοναδική σελίδα της αναφοράς «CubeFill».

Report Date: Κυριακή, 13 Φεβρουαρίου 2022 04:33:43

## CubeFill Report By Location

Chamber	Aisle	Location	Sub Bay	Location ID	Stock Code	Slot Description	Capacity	X	Y	Qty
1	2	AD001A	001001001	43			2.344.000,000	3,630	46,738	1
	2	AD001A	001001002	43			2.344.000,000	4,623	46,738	1
	2	AD001A	001001003	43			2.344.000,000	5,617	46,738	1
	2	AD002A	001001001	44			2.344.000,000	6,730	46,738	1
	2	AD002A	001001002	44			2.344.000,000	7,723	46,738	1
	2	AD002A	001001003	44			2.344.000,000	8,717	46,738	1
	2	AD003A	001001001	45			2.344.000,000	9,830	46,738	1
	2	AD003A	001001002	45			2.344.000,000	10,823	46,738	1
	2	AD003A	001001003	45			2.344.000,000	11,817	46,738	1
	2	AD004A	001001001	46			2.344.000,000	12,930	46,738	1
	2	AD004A	001001002	46			2.344.000,000	13,923	46,738	1

Insight Group Technologies Inc.

1 of 33

Σχήμα Β.16: Πρώτη σελίδα της αναφοράς «CubeFill By Location».