



ΠΜΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ Logistics

Διπλωματική Εργασία



Η εφαρμογή αυτοματοποιημένων συστημάτων αποθήκευσης και ανάκτησης προϊόντων (Mini Load) σε συνεργασία με σύγχρονο WMS για την κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών εταιρίας εξωτερικού

Φοιτητής: Παξινός Ισίδωρος

Επιβλέπων καθηγητής : Χονδροκούκης Γρηγόριος



Πειραιάς 2012

Περιεχόμενα

Περίληψη	4
1. Εισαγωγή.....	5
2. Στοιχεία Αποθήκης	7
2.1 Περιοχή Εισερχόμενων / εξερχόμενων προσωρινής αποθήκευσης.....	8
2.2 Περιοχή αποθήκευσης / συλλογής.....	8
2.2.1 Παλετοθέσεις :	8
1. Υψηλής αποθήκευσης ράφια με ευρείς διαδρόμους.....	8
2. Υψηλής αποθήκευσης ράφια με στενούς διαδρόμους.....	8
3. Περιοχή ειδών ταχείας κυκλοφορίας.....	8
4. Περιοχή ενοποίησης.....	8
5. Ράμπες φόρτωσης / παραλαβής	9
2.2.2 Περιοχές ειδών εκτός παλετών:.....	9
1. Αρθρωτό αποθηκευτικό σύστημα με υποστηρίγματα (Cantilever).....	9
2. Περιοχή κρεμάμενων στροφείων καλωδίων.....	9
3. Χώρος για την αποθήκευση και την κοπή καλωδίων	9
4. Χώρος αυτοματοποιημένης στοίβαξης/ανάκτησης στροφείων καλωδίων (SC).....	9
5. Πολυεπίπεδη περιοχή ημιαυτόματης αποθήκευσης και ανάκτησης (Mini Load).....	10
1. Είσοδος μονάδων μεταφοράς παραληφθέντων ειδών ή ειδών προς αναπλήρωση αποθεμάτων.....	10
2. Ραουλόδρομοι.....	11
3. Ράφια (Back to Back).....	11
4. Περιοχή φωτεινής σηματοδότησης (Pick by Light).....	11
5. Θέσεις παλετών σε κεκλιμένα ράουλα.....	12
6. Περιοχή έναρξης συλλογής.....	12
7. Περιοχή κατάληξης άδειων κιβωτίων και μεταφορέων.....	12
8. Περιοχή έλεγχου κιβωτίων και συμπληρωματικής συλλογής	12
9. Περιοχή αυτόματης διαλογής κιβωτίων.....	13
2.2.3 Εξωτερικός αποθηκευτικός χώρος.....	13
3. Διαχείριση Mini Load.....	13
3.1 Δυνατότητες συστήματος Mini Load.....	14

3.2 Επιχειρησιακές ανάγκες.....	19
3.2.1 Διαδρομές κιβωτίων.....	20
3.2.1.1 Ροή εισερχομένων.....	20
1. Στοιχεία θέσεων αποθήκευσης.....	20
2. Ανάλυση και σχεδιασμός διαδικασίας παραλαβής προϊόντων	29
3. Ανάλυση και σχεδιασμός διαδικασίας απόθεσης προϊόντων.....	41
3.2.1.2 Ροή εξερχομένων	49
1. Περιγραφή φυσικής διαδικασίας.....	51
2. Ζητήματα διαδικασιών/λειτουργίας κατά την διαδικασία συλλογής.....	52
3. Διαδικασία ελέγχου και συμπληρωματικής συλλογής.....	56
4. Διαδικασία διαλογής	58
4. Συμπεράσματα και μελλοντικές βελτιώσεις	58

Περίληψη

Η εργασία αυτή στοχεύει στην ανάλυση των δυνατοτήτων μιας κατηγορίας αυτοματοποιημένων συστημάτων αποθήκευσης και ανάκτησης προϊόντων που ονομάζονται Mini Load, την αποτύπωση των διαδικασιών logistics της εταιρίας TIM S.A. με έδρα την Πολωνία που χρησιμοποιεί ένα τέτοιο σύστημα σε συνεργασία με το WMS της Ελληνικής εταιρίας Mantis Informatics A.E.E. “Logistics Vision 3+”, στην παρουσίαση του τρόπου επικοινωνίας μεταξύ των παραπάνω συστημάτων και τέλος τις λύσεις που υιοθετήθηκαν για την κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών της TIM S.A.

Οι πληροφορίες και τα δεδομένα που συλλέχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση των λύσεων προήλθαν από στενή συνεργασία της ομάδας εργασίας της Mantis με ανώτατα στελέχη της TIM και της Γερμανικής εταιρίας Aberle GmbH που προμήθευσε και εγκατέστησε τους μηχανισμούς αποθήκευσης και ανάκτησης προϊόντων. Κατά την συνεργασία αυτήν συγγράφηκαν κείμενα επιχειρησιακών απαιτήσεων, τεχνικών εγχειριδίων, σχέδια και διαγράμματα ροής διαδικασιών καθώς και κείμενα ανάλυσης και σχεδιασμού των λύσεων που δόθηκαν. Τα αποτελέσματα της εργασίας αποτελούν το «απόσταγμα» των συμπερασμάτων της παραπάνω διαδικασίας που σχετίζεται με την βέλτιστη διαχείριση του συστήματος Mini Load και των συμπληρωματικών διαδικασιών logistics που σχεδιάστηκαν. Απτά αποτελέσματα αποτελούν επίσης και η ανάλυση των επιμέρους λειτουργιών/διαδικασιών σε διακριτά και ξεκάθαρα τοποθετημένα ζητούμενα καθώς και η προσέγγιση των λύσεων των προβλημάτων που αντιμετωπίστηκαν.

Ευχαριστήρια

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συναδέλφους της ομάδας εργασίας της Mantis καθώς και τα στελέχη της TIM S.A. για την αμέριστη συμπαράσταση τους και την συμβολή τους στα αποτελέσματα που περιγράφονται σε αυτήν την εργασία. Επίσης τον καθηγητή Κύριο Γρηγόρη Χονδροκούκη για την υπομονή και επιμονή του στην καθοδήγηση για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

Διπλωματική Εργασία: Η εφαρμογή αυτοματοποιημένων συστημάτων αποθήκευσης και ανάκτησης προϊόντων (MINI LOAD) σε συνεργασία με σύγχρονο WMS για την κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών εταιρίας εξωτερικού

1. Εισαγωγή

Στις μέρες μας η ραγδαία αύξηση της διακίνησης και αποθήκευσης προϊόντων και αγαθών, που οφείλεται κυρίως στο «παγκοσμιοποιημένο» εμπορικό περιβάλλον αλλά και την σημαντική μείωση κόστους παραγωγής μέσω επίτευξης οικονομιών κλίμακος αλλά και της πληθώρας διαθέσιμων υπηρεσιών, έχει ως αποτέλεσμα μία νέα τάση χρήσης αυτοματοποιημένων συστημάτων αποθήκευσης και ανάκτησης αποθεμάτων σχεδιασμένα για να εξασφαλίζουν σημαντική μείωση του κόστους διαδικασιών logistics και παράλληλα την αύξηση του δείκτη εξυπηρέτησης των τελικών καταναλωτών. Η τάση αυτή οδήγησε αρκετούς κατασκευαστές λογισμικού WMS να ενσωματώσουν στα προϊόντα τους τρόπους συνεργασίας με τέτοιου είδους συστήματα ανοίγοντας έτσι έναν νέο ορίζοντα παρεχόμενων υπηρεσιών. Επιπρόσθετα, αυτή η «ολοκλήρωση» θα μπορούσαμε να πούμε ότι εξευγένισε τα αυτοματοποιημένα συστήματα ως προς την προσαρμοστικότητα τους σε πραγματικές συνθήκες και παρήγαγε νέες λύσεις διαχείρισης και εκμετάλλευσης του συνόλου των δυνατοτήτων τους.

Η εταιρία TIM S.A. είναι μία από τις μεγαλύτερες Πολωνικές εταιρίες ειδών ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού προμηθεύοντας προϊόντα και τεχνογνωσία σε δημόσιες και ιδιωτικές κατασκευαστικές επιχειρήσεις αλλά και σε πελάτες λιανικής μέσω του δικτύου 31ός καταστημάτων που εδρεύουν στις μεγαλύτερες πληθυσμιακά Πολωνικές πόλεις. Πρόσφατα εγκατέστησε πληροφοριακό σύστημα ηλεκτρονικού εμπορίου (e-commerce) με σκοπό να τονώσει τις πωλήσεις του υφισταμένου δικτύου της σε χώρες της βαλτικής και της κεντρικής Ευρώπης. Παράλληλα ολοκλήρωσε επιτυχώς την εγκατάσταση αυτοματοποιημένων λύσεων αποθήκευσης και ανάκτησης καθώς και την εγκατάσταση του WMS της εταιρίας Mantis Informatics A.E.E.

Κατά την διάρκεια εγκατάστασης του συστήματος διαχείρισης αποθηκών και διασύνδεσης του με το σύστημα Mini Load αντιμετωπίστηκαν μία σειρά από προκλήσεις που αφορούσαν τόσο την ορθή διαχείριση του συστήματος Mini Load όσο και την ενσωμάτωση των διαθέσιμων λειτουργιών του WMS με απώτερο στόχο τα δύο συστήματα να ενοποιηθούν έτσι ώστε να μην διακρίνονται το ένα από το άλλο. Να λειτουργούν δηλαδή σαν ένα. Για την κατανόηση του μεγέθους των προβλημάτων που αντιμετωπίστηκαν είναι ως αρχή αναγκαία η γενική περιγραφή ενός συστήματος WMS και η έκταση των logistics διαδικασιών που δύναται να συμπεριλάβει.

Διπλωματική Εργασία: Η εφαρμογή αυτοματοποιημένων συστημάτων αποθήκευσης και ανάκτησης προϊόντων (MINI LOAD) σε συνεργασία με σύγχρονο WMS για την κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών εταιρίας εξωτερικού

Ένα σύστημα διαχείρισης αποθηκών, ή αλλιώς WMS (Warehouse Management System), αποτελεί βασικό τμήμα της εφοδιαστικής αλυσίδας και έχει ως κυρίως στόχο τον έλεγχο της διακίνησης, αποθήκευσης και συλλογής των υλικών σε μια αποθήκη καθώς και τη διαδικασία παρακολούθησης τους. Τα συστήματα αυτά επίσης παρέχουν άμεση πληροφόρηση και συμβάλλουν στην βελτιστοποίηση της διαχείρισης των αποθεμάτων δίνοντας πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την κατάσταση των αποθεμάτων.

Τα συστήματα διαχείρισης αποθηκών είθισται να χρησιμοποιούν τεχνολογία αυτόματης αναγνώρισης δεδομένων (AIDC) όπως σαρωτές barcode, φορητούς υπολογιστές, ασύρματα τοπικά δίκτυα και, ενδεχομένως, αναγνώριση ραδιοσυχνότητας (RFID) για την αποτελεσματική παρακολούθηση της ροής των προϊόντων. Όταν τα δεδομένα έχουν συλλεχθεί, είτε υπάρχει ένας συγχρονισμός με την βάση δεδομένων ή σε πραγματικό χρόνο ασύρματη μετάδοση σε μια κεντρική σχεσιακή βάση δεδομένων. Η βάση δεδομένων μπορεί στην συνέχεια να παρέχει χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση των εμπορευμάτων στην αποθήκη.

Ο στόχος ενός συστήματος διαχείρισης αποθηκών είναι να παρέχει ένα σύνολο μηχανογραφημένων λειτουργιών για τον χειρισμό της παραλαβής/απόθεσης των ειδών στην αποθήκη, την προτυποποίηση και λογική αναπαράσταση των φυσικών εγκαταστάσεων των συστημάτων αποθήκευσης (π.χ. ράφια κλπ), τη διαχείριση του αποθέματος εντός της εγκατάστασης και την απρόσκοπτη σύνδεση της επιχειρησιακής λειτουργίας σχετικά με την επεξεργασία και τη διαχείριση των παραγγελιών, προκειμένου να επιλεγεί, να συσκευαστεί και να αποσταλεί το/τα προϊόν/τα στον εντολέα της επιχείρησης.

Τα συστήματα διαχείρισης αποθήκης μπορεί να λειτουργήσουν αυτόνομα σε μία επιχείρηση, ή μέσω διασύνδεσης με ένα ERP σύστημα. Το τελευταίο είναι και το επιθυμητό μιας και ένα σύστημα διαχείρισης αποθηκών συνήθως υπολείπεται σε λειτουργίες που έχουν σχέση με την αξιακή διαχείριση των αποθεμάτων έχοντας ως προτεραιότητα την ποσοτική / ποιοτική διαχείριση τους. Ως νέα τάση παρουσιάζεται η διασύνδεση του WMS με πλειάδα συστημάτων μιας επιχείρησης όπως CRM, e-commerce συστήματα, mobile εφαρμογές παραγγελιοληψίας κ.α.

Στην απλούστερη μορφή του, το WMS μπορεί να παρακολουθεί τα προϊόντα κατά τη διαδικασία παραγωγής και να λειτουργεί ως διερμηνέας ή αποστολέας δεδομένων μεταξύ ERP και CRM συστημάτων. Σήμερα η διαχείριση αποθήκης δεν είναι μόνο διαχείριση εντός των ορίων της φυσικής αποθήκης αλλά κάτι πολύ ευρύτερο. Διαχείριση και προγραμματισμός αποθεμάτων, διαχείριση του κόστους, εφαρμογές της τεχνολογίας και των επικοινωνιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, παρέχοντας έτσι την δυνατότητα ιχνηλάτησης των προϊόντων από το πρωταρχικό στάδιο των πρώτων υλών μέχρι την τελική τους παράδοση στον καταναλωτή συνοδευόμενα από ένα σύνολο στοιχείων-δεδομένων που επιτρέπει την αξιολόγηση τόσο της ποιότητας των προϊόντων και της εξυπηρέτησης του τελικού πελάτη όσο την αποτελεσματικότητα των δικτύων διανομής και των ανθρώπων που τα απαρτίζουν. Αυτές οι απαιτήσεις δύναται να εξυπηρετηθούν από σύγχρονα συστήματα διαχείρισης αποθηκών. Επιπρόσθετα, λόγω της πληθώρας προϊόντων και των υπηρεσιών που τα συνοδεύουν θα μπορούσε να πει κανείς ότι ένα σύστημα διαχείρισης αποθηκών αποτελεί πλέον τα μάτια και τα αυτιά μιας επιχείρησης σε σχέση με το σύνολο των λειτουργιών που απαρτίζουν την σύγχρονη μορφή της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Για την εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος σε μία επιχείρηση είναι αναγκαία η λεπτομερής καταγραφή των στοιχείων της αποθήκης και των λειτουργιών της. Στην περίπτωση της TIM S.A. αυτό από μόνο του αποτέλεσε μια εργασία που διήρκησε για αρκετό χρόνο λόγο του συνδυασμού πολλών διαφόρων αποθηκευτικών συστημάτων καθώς και πολλών διαφόρων τεχνολογικών λύσεων, μεταξύ αυτών και το Mini Load.

2. Στοιχεία Αποθήκης

Η αποθήκη αποτελείται από βασικά στοιχεία που διαφέρουν το ένα από το άλλο, τόσο σχετικά με τον χειρισμό των υλικών που τους ανήκουν, καθώς και το φάσμα των διαδικασιών που υπάρχουν στο κάθε επιμέρους στοιχείο. Ο εσωτερικός της χώρος είναι έκτασης 10.000 τετραγωνικών μέτρων.

Αυτά είναι τα ακόλουθα:

2.1 Περιοχή Εισερχόμενων / εξερχόμενων προσωρινής αποθήκευσης

Αυτή η περιοχή αποτελείται από διαγραμμίσεις στο πάτωμα και βρίσκεται σε άμεση εγγύτητα με τη φόρτωση / εκφόρτωση φορτίου, η οποία χρησιμοποιείται για:

- Προσωρινή αποθήκευση των παλετών που φθάνουν στην αποθήκη για έλεγχο και για την εκτέλεση συμπληρωματικών δραστηριοτήτων κατά την εισαγωγή των ειδών στην αποθήκη.
- Προσωρινή αποθήκευση των παλετών που εξέρχονται από την αποθήκη

2.2 Περιοχή αποθήκευσης / συλλογής

Η Περιοχή αποθήκευσης / συλλογής περιλαμβάνει τους ακόλουθους τομείς αποθήκη:

2.2.1 Παλετοθέσεις :

1. Υψηλής αποθήκευσης ράφια με ευρείς διαδρόμους

Χώρος που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση / συλλογή των ειδών που βρίσκονται σε παλέτες με διάδρομους των περίπου 3.600 [mm] πλάτος, κατάλληλη για τη διεξαγωγή εργασιών είτε με περονοφόρο φορτηγό ή πεζό εργαζόμενο.

2. Υψηλής αποθήκευσης ράφια με στενούς διαδρόμους

Χώρος που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση / συλλογή των ειδών που βρίσκονται σε παλέτες με διάδρομους των 1.800 περίπου [mm], κατάλληλο για τη διεξαγωγή εργασιών είτε με περονοφόρο φορτηγό στενών διαδρόμων ή πεζό εργαζόμενο

3. Περιοχή ειδών ταχείας κυκλοφορίας

Περιοχή με διαγραμμίσεις στο πάτωμα που χρησιμοποιείται για την συλλογή ταχείας κυκλοφορίας προσυσκευασμένων καλωδίων (τεμαχιακή διαχείριση χωρίς την ανάγκη κοπής καλωδίων).

4. Περιοχή ενοποίησης

Μέρη της παραγγελίας πελάτη συλλέγονται από διάφορες περιοχές της αποθήκης, πριν από την αποστολή τους, σε αυτήν την περιοχή τοποθετημένα σε παλέτες. Ο κύριος σκοπός της ύπαρξής της είναι η ενοποίηση των μερών της παραγγελίας ούτως ώστε εργαζόμενοι να συνθέσουν παλέτες αποστολής

ανά παραγγελία / σημείο παράδοσης. Επιπρόσθετα εκτελούνται εργασίες όπως σήμανση παλετών, έλεγχος περιεχομένων, εκτύπωση σχετικών εγγράφων διακίνησης κ.α. Η περιοχή αυτή υποδιαιρείται σε θέσεις παλετών μέσω εμφανών διαγραμμίσεων στο πάτωμα της αποθήκης.

5. Ράμπες φόρτωσης / παραλαβής

Περιοχή εισόδου/εξόδου φορτίων με διαγραμμίσεις παλετοθέσεων στο πάτωμα. Συνολικά υπάρχουν οχτώ τέτοιες στην αποθήκη.

2.2.2 Περιοχές ειδών εκτός παλετών:

1. Αρθρωτό αποθηκευτικό σύστημα με υποστηρίγματα (Cantilever)

Περιοχή που ορίζεται για την αποθήκευση / συλλογή των μεγάλων αντικειμένων (από 3.000 έως 6.000 [mm] σε μήκος).

2. Περιοχή κρεμάμενων στροφείων καλωδίων

Περιοχή που προορίζεται για την αποθήκευση στροφείων με καλώδια σε ράφια ειδικά σχεδιασμένα για το σκοπό αυτό.

3. Χώρος για την αποθήκευση και την κοπή καλωδίων

Περιοχή που προορίζεται για την αποθήκευση στροφείων με καλώδια και την εκτέλεση εργασιών κοπής σε χειροκίνητες μηχανές περιέλιξης και κοπής καλωδίων σε στροφεία. Η περιοχή αυτή βρίσκεται δίπλα (χωρίζονται από έναν τοίχο) στον χώρο αυτοματοποιημένης ανάκτησης και αποθήκευσης στροφείων καλωδίων.

4. Χώρος αυτοματοποιημένης στοίβαξης/ανάκτησης στροφείων καλωδίων (SC)

Μία πλήρως αυτοματοποιημένη περιοχή, που εξυπηρετείται από έναν γερανό ρομπότ (Stacker Crane). Επί του παρόντος, η περιοχή αυτή αποτελείται από έναν διάδρομο, με ράφια και στις δύο πλευρές που επιτρέπουν την αποθήκευση δύο παλετών σε βάθος. Όλα τα στροφεία που προορίζονται για αποθήκευση / στοίβαξη μέσω του γερανού ρομπότ πρέπει να είναι πρώτα απ'όλα τοποθετημένα σε παλέτες, κατασκευασμένες ειδικά για το σκοπό αυτό. Το σύνολο των λειτουργιών αποθήκευσης παλετών με στροφεία εξυπηρετείται από τον γερανό ρομπότ και ένα σύστημα αυτοκινούμενων κυλιόμενων διαδρόμων που σκοπό έχουν την μεταφορά των παλετών με στροφεία στην

είσοδο του χώρου αποθήκευσης έτσι ώστε να γίνουν διαθέσιμες στον γερανό. Από την πλευρά ανάκτησης παλετών (έξοδος) ένα ακόμα σύστημα αυτοκινούμενων κυλιόμενων διαδρόμων οδηγούν τις παλέτες από τον γερανό ρομπότ είτε σε μία αυτόματη μηχανή κοπής είτε στην φυσική έξοδο του συστήματος όπου η παλέτα με το/τα στροφέιο/α είναι διαθέσιμη για φόρτωση σε περονοφόρο φορτηγό για περαιτέρω επεξεργασία.

5. Πολυεπίπεδη περιοχή ημιαυτόματης αποθήκευσης και ανάκτησης (Mini Load)

Η περιοχή Mini Load βρίσκεται σε μια δομή «βάθρο» και αποτελείται από τρία επίπεδα. Η Mini Load περιοχή διαφοροποιείται εσωτερικά σε σχέση με τις λύσεις αποθήκευσης / ανάκτησης που προσφέρει. Κύριος σκοπός της περιοχής αυτής είναι η εξυπηρέτηση και διαχείριση μικρών και ελαφριών σχετικά αντικειμένων όπως μπαταρίες, βίδες, ηλεκτρικοί διακόπτες, πυκνωτές κ.α.

Η περιοχή Mini Load αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:

1. Είσοδος μονάδων μεταφοράς παραληφθέντων ειδών ή ειδών προς αναπλήρωση αποθεμάτων

Χώρος στο χαμηλότερο επίπεδο της περιοχής Mini Load, ο οποίος αποτελείται από κεκλιμένα ράουλα μεταφοράς και προσωρινής απόθεσης παλετών που περιέχουν ομοιόμορφα πλαστικά κιβώτια που το καθένα περιέχει ένα και μόνο είδος. Ακριβώς δίπλα από τα κεκλιμένα ράουλα υπάρχει η φυσική είσοδος του συστήματος στην οποία τα πλαστικά κιβώτια των παλετών μεταφέρονται από πεζό εργαζόμενο. Ο εργαζόμενος τοποθετεί τα πλαστικά κιβώτια με το περιεχόμενο τους σε αυτοματοποιημένους ραουλόδρομους που με την σειρά τους αναλαμβάνουν το έργο της μεταφοράς των κιβωτίων στην πιο κατάλληλη έξοδο-σταθμό κοντά στην τελική θέση εναπόθεσης του είδους που περιέχεται στο εκάστοτε κιβώτιο. Λόγο της τυχαίας τοποθέτησης του κιβωτίου στον ραουλόδρομο κάθε κιβώτιο τοποθετείται πάνω σε παραλληλόγραμμο πλαστικό μεταφορέα κατασκευασμένο για να ταιριάζει με τις διαστάσεις του ραουλόδρομου και των ανελκυστήρων.

2. Ραουλόδρομοι

Χρησιμοποιούνται τόσο κατά τη διαδικασία της μεταφοράς κιβωτίων σε θέσεις αποθήκευσης ραφιών ή pick-by-light θέσεις και κατά τη διάρκεια της εξερχόμενης διαδικασίας, δηλαδή την διαδικασία της συλλογής. Στα πλαίσια του συστήματος διακίνησης κιβωτίων, οι οριζόντιοι ραουλόδρομοι συνεργάζονται με δύο ανελκυστήρες υπεύθυνοι για την κάθετη μεταφορά των κιβωτίων μεταξύ των τριών επιπέδων. Σε κάθε επίπεδο υπάρχουν πρόσθετα εξαρτήματα μεταφοράς, εκατέρωθεν του ραουλόδρομου, που ονομάζονται σταθμοί, πάνω στους οποίους καταλήγουν τα κιβώτια που κινούνται. Οι σταθμοί λειτουργούν παράλληλα με το κύριο μεταφορέα (ραουλόδρομο). Σε κάθε επίπεδο, υπάρχουν έξι σταθμοί (τρεις σε κάθε πλευρά του κύριου μεταφορέα) εξασφαλίζοντας έτσι την εγγύτητα σε όλα τα αποθηκευτικά συστήματα και ράφια του κάθε επιπέδου. Επιπλέον σταθμοί βρίσκονται στο αποθηκευτικό σύστημα pick-by-light που υπάρχει σε κάθε ένα από τα τρία επίπεδα. Το σύστημα των ραουλόδρομων είναι εξοπλισμένο με αισθητήρες κίνησης των διερχομένων κιβωτίων και σαρωτές γραμμωτού κώδικα (barcode) πριν από κάθε διακλάδωση και κάθε έναν από τους σταθμούς προορισμού παρέχοντας την δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας με το σύστημα διαχείρισης αποθηκών (WMS) για την επίτευξη της ολικής διαχείρισης του.

3. Ράφια (Back to Back)

Θέσεις που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση / συλλογή ειδών. Οι θέσεις αυτές είναι πολλαπλών επιπέδων και πολλαπλών στηλών του ίδιου μεγέθους που χωρίζονται με διαδρόμους και υπάρχουν σε κάθε επίπεδο. Καταλαμβάνουν δε τον περισσότερο χώρο από τα υπόλοιπα αποθηκευτικά συστήματα του Mini Load και είναι τοποθετημένες κάθετα και στις δύο πλευρές του ραουλόδρομου (άρα και των σταθμών).

4. Περιοχή φωτεινής σηματοδότησης (Pick by Light)

Αυτές οι θέσεις αναπληρώνονται από τη μία πλευρά μέσω κεκλιμένων ράουλων, ενώ η συλλογή γίνεται από την άλλη πλευρά όπου υπάρχει και το σύστημα Pick by Light. Κατά την διαδικασία συλλογής άδεια χαρτοκιβώτια μεταφέρονται από το σύστημα ραουλόδρομων σε σταθμό γείτονα με τη θέση συλλογής του είδους στην πλευρά των φωτεινών σηματοδοτών. Αντίστοιχα κατά την διαδικασία απόθεσης / αναπλήρωσης τα γεμάτα πλαστικά κιβώτια

καταλήγουν μέσω του ραουλόδρομου στην άλλη πλευρά του ραουλόδρομου έτσι ώστε να τοποθετηθούν στα κεκλιμένα ράουλα ανατροφοδοτώντας έτσι το απόθεμα της θέσης.

5. Θέσεις παλετών σε κεκλιμένα ράουλα

Χώρος που χρησιμοποιείται για να αποθήκευση παλετών και άμεση συλλογή τεμαχίων/συσκευασιών. Κάθε θέση είναι χωρητικότητας δύο παλετών με εγγύτητα στους σταθμούς του συστήματος φωτισήμανσης (Pick by Light). Οι θέσεις αυτές καταλαμβάνουν την μία πλευρά κάθε επιπέδου του συστήματος Mini Load και είναι οι μόνες που ανατροφοδοτούνται από περονοφόρο φορηγό και όχι από την κανονική είσοδο του συστήματος (Οι παλέτες δεν γίνεται να τοποθετηθούν στο σύστημα ραουλόδρομων λόγω βάρους και διαστάσεων).

6. Περιοχή έναρξης συλλογής

Η περιοχή βρίσκεται στο χαμηλότερο επίπεδο του Mini Load όπου εργαζόμενος τοποθετεί άδεια χαρτοκιβώτια στο σημείο έναρξης την κίνησης των ραουλόδρομων. Το σύστημα μεταφέρει το χαρτοκιβώτιο σε κάθε έναν σταθμό με εγγύτητα στις θέσεις όπου βρίσκεται το επιθυμητό απόθεμα. Λόγω της τυχαίας τοποθέτησης του χαρτοκιβωτίου στην αρχή του ραουλόδρομου κάθε χαρτοκιβώτιο τοποθετείται πάνω σε παραλληλόγραμμο πλαστικό μεταφορέα κατασκευασμένο για να ταιριάζει με τις διαστάσεις του ραουλόδρομου και των ανελκυστήρων.

7. Περιοχή κατάληξης άδειων κιβωτίων και μεταφορέων

Η περιοχή βρίσκεται στο χαμηλότερο επίπεδο του Mini Load και συνιστά μία από τις δύο τερματικές διαδρομές του συστήματος. Αποτελείται από δύο παράλληλους κεκλιμένους διαδρόμους που συλλέγουν τα άδεια κιβώτια και τους μεταφορείς τους που προκύπτουν κατά την διαδικασία εισαγωγής και αναπλήρωσης. Εργαζόμενος αναλαμβάνει την αφαίρεση των κιβωτίων ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

8. Περιοχή έλεγχου κιβωτίων και συμπληρωματικής συλλογής

Περιοχή που βρίσκεται δίπλα στην τριώροφη δομή Mini Load η οποία αποτελείται από σύστημα ραουλόδρομων με οχτώ σταθμούς κατάληξης εξερχομένων κιβωτίων (κιβώτια που προορίζονται για εξυπηρέτηση παραγγελιών πελατών). Εργαζόμενοι σε κάθε έναν από τους τερματικούς

σταθμούς αναλαμβάνουν το έργο του ελέγχου των περιεχομένων των κιβωτίων καθώς και την πρόσθεση ειδών από αποθηκευτική περιοχή προκειμένη του συστήματος Mini Load. Τα κιβώτια σφραγίζονται από τους εργαζόμενους και επανατοποθετούνται στον ραουλόδρομο για να καταλήξουν στην τερματική περιοχή αυτόματης διαλογής κιβωτίων.

9. Περιοχή αυτόματης διαλογής κιβωτίων

Μέσω του ραουλόδρομου τα κιβώτια από την περιοχή ελέγχου καταλήγουν σε ένα σχεδόν ίδιο σύστημα με το προηγούμενο που αναλαμβάνει την διανομή των κιβωτίων σε οχτώ τερματικούς σταθμούς λαμβάνοντας υπόψη μια σειρά κριτηρίων όπως ο γεωγραφικός τομέας αποστολής, ο τρόπος αποστολής, ο αριθμός των κιβωτίων ανά σημείο αποστολής κ.α. Η περιοχή αυτή αποτελεί την δεύτερη τερματική περιοχή του συστήματος όπου εργαζόμενοι αναλαμβάνουν την τοποθέτηση των έτοιμων κιβωτίων σε παλέτες και την περαιτέρω αποστολή τους στους πελάτες της επιχείρησης.

2.2.3 Εξωτερικός αποθηκευτικός χώρος

Ο εξωτερικός χώρος αποθήκευσης περίπου 20,000 [m²] είναι ένας χώρος για την αποθήκευση μεγάλων αντικειμένων σε cantilever ράφια, στροφεία καλωδίων και λοιπών ειδών όπως υλικά κατασκευών.

3. Διαχείριση Mini Load

Ο εν λόγω μηχανισμός επιλέχθηκε από την επιχείρηση τόσο για την εξοικονόμηση χώρου (εκμετάλλευση καθ' ύψος τριών επιπέδων) όσο για την μείωση του εργατικού προσωπικού μιας και το σύστημα αυτοκινούμενων ραουλόδρομων και ανελκυστήρων αναλαμβάνει εξολοκλήρου το μεταφορικό έργο των προϊόντων από και προς των θέσεων αποθήκευσης τους. Ένας ακόμα εξίσου σημαντικός λόγος επιλογής αυτού του συστήματος είναι η κατακόρυφη αύξηση της παραγωγικότητας σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα αποθήκευσης. Πρέπει να σημειωθεί ότι το mini load δεν είναι πλήρως αυτοματοποιημένο και απαιτεί την ύπαρξη του ανθρώπινου παράγοντα για την εκτέλεση εργασιών απόθεσης, συλλογής, ελέγχου συλλογής, διαλογής και

ενδοδιακίνησης καθώς τα προϊόντα που ανήκουν σε αυτό δεν είναι κανονικοποιημένα σε σχήμα και η τοποθέτηση τους σε κιβώτια αποστολής όσο και η γενικότερη διαχείρισή τους δεν δύναται να εκτελεστεί από μηχανές.

Αξίζει να αναφερθεί ότι στην συγκεκριμένη επιχείρηση παρατηρήθηκε αύξηση παραγωγικότητας, για την κατηγορία προϊόντων που ανήκει σε αυτό το σύστημα (μικρού μεγέθους προϊόντα), της τάξεως του 163% ενώ η απόσβεση (περιλαμβάνει την κτίση, εγκατάσταση, υλικοτεχνικό εξοπλισμό και συστήματα πληροφορικής) υπολογίζεται να επιτευχθεί σε περίπου πέντε έτη. Επιπρόσθετα τα ποσοστά λαθών μειώθηκαν σε 0.8% ενώ ταυτόχρονα σημειώθηκε άνοδος της κίνησης αυτής της κατηγορίας προϊόντων κατά περίπου 75%.

Στο σημείο αυτό θα αναλυθούν αρχικά οι δυνατότητες του mini load, οι επιχειρησιακές απαιτήσεις και οι στόχοι και στην συνέχεια οι λύσεις που δόθηκαν από το σύστημα WMS που εγκαταστάθηκε.

3.1 Δυνατότητες συστήματος Mini Load

Το σύστημα δύναται να μεταφέρει κιβώτια μέγιστων διαστάσεων μήκους: 75 cm πλάτους: 50 cm και ύψους: 60 cm ενώ το βάρος τους δεν μπορεί να ξεπερνά τα 40 κιλά ανά κιβώτιο που είναι και το μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος του μεταφορικού έργου των ανελκυστήρων.

Ένα κιβώτιο δύναται να μετακινηθεί από οποιοδήποτε σημείο του κύριου μεταφορέα (ραουλόδρομος) των επιπέδων 0,1 και 2 είτε σε σημεία ακινησίας (σταθμοί που βρίσκονται παράλληλα με τον ραουλόδρομο) είτε στους τερματικούς σταθμούς ελέγχου και διαλογής (σχήματα 4 & 5) ή τέλος στον χώρο άδειων κιβωτίων που βρίσκεται στο κατώτερο επίπεδο του Mini Load. Εξάιρεση αποτελεί ο κύριος μεταφορέας των σταθμών ελέγχου και διαλογής όπου τα κιβώτια που καταλήγουν εκεί δεν μπορούν να γυρίσουν πίσω στα επίπεδα 0,1 και 2 (τουλάχιστον όχι μέσω του ραουλόδρομου).

Η κατάληξη των κιβωτίων σε οποιονδήποτε σταθμό του συστήματος επιτυγχάνεται με μηχανικούς εξολκείς που είναι τοποθετημένοι σε κάθε σημείο του ραουλόδρομου όπου υπάρχουν σταθμοί. Στα επίπεδα 0,1 και 2 οι εξολκείς είναι δύο κατευθύνσεων και μπορούν να οδηγήσουν τα κιβώτια είτε στον αριστερό είτε στον δεξιό σταθμό που

βρίσκονται εκατέρωθεν του ραουλόδρομου. Οι εξολκείς συνεργάζονται παράλληλα με μηχανικό εμπόδιο ώστε τα κιβώτια να ακινητοποιούνται πριν την πλευρική κίνησή τους.

Σε κάθε κομβικό σημείο του ραουλόδρομου, δηλαδή σημεία που ενδέχεται να αλλάξουν ή να επηρεάσουν την πορεία ενός κιβωτίου, υπάρχουν διευθυνσιοδοτημένοι σαρωτές barcode σχεδιασμένοι να αναγνωρίζουν barcode που βρίσκονται στο ύψος του μεταφορέα των κιβωτίων. Τα κομβικά αυτά σημεία είναι τα εξής:

- Σταθμοί επιπέδων 0,1 και 2 (σχήματα 1,2 &3)
- Κάθε ένας από τους δύο ανελκυστήρες (σχήμα 1)
- Κομβικό σημείο αναγνώρισης εισερχομένων/εξερχομένων (σχήμα 4)

Αυτός ο σαρωτής συνεργάζεται με τον εξολκέα που βρίσκεται στην είσοδο του συστήματος σταθμών ελέγχου και όταν ενεργοποιείται ανακατευθύνει το κιβώτιο είτε στον πρώτο σταθμό ελέγχου είτε στον ραουλόδρομο σταθμών ελέγχου κιβωτίων για την κατάληξη του κιβωτίου σε έναν από αυτούς. Αλλιώς επιτρέπει στο κιβώτιο την φυσική του πορεία προς τον χώρο άδειων κιβωτίων.

- Σαρωτής σταθμών ελέγχου (σχήμα 4)

Αυτός ο σαρωτής συνεργάζεται με όλους τους εξολκείς του συστήματος σταθμών ελέγχου (πλην του πρώτου στην σειρά που συνεργάζεται με τον προηγούμενο σαρωτή) και ανάλογα με την εντολή που έχει λάβει ενεργοποιεί τον κατάλληλο εξολκέα για την κατάληξη του κιβωτίου στον επιθυμητό σταθμό.

- Σαρωτής σταθμών διαλογής (σχήμα 5)

Λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο όπως ο σαρωτής σταθμών ελέγχου με την διαφορά ότι αναλαμβάνει την ενεργοποίηση όλων των εξολκέων του συστήματος αυτού.

Λόγο της τυχαίας τοποθέτησης, από το ανθρώπινο χέρι, του κιβωτίου στον ραουλόδρομο κάθε κιβώτιο πρέπει να τοποθετηθεί πάνω σε παραλληλόγραμμο πλαστικό μεταφορέα κατασκευασμένο για να ταιριάζει ακριβώς με τις διαστάσεις του ραουλόδρομου και των ανελκυστήρων. Αυτό το στοιχείο είναι πολύ σημαντικό διότι

έτσι ορίζεται και η χωρητικότητα τόσο των σταθμών των επιπέδων 0,1 και 2 όσο και των σταθμών ελέγχου και διαλογής. Έτσι λοιπόν κάθε σταθμός των επιπέδων 0,1 και 2 μπορεί να φιλοξενήσει μέχρι και 20 μεταφορείς ενώ κάθε σταθμός ελέγχου ή διαλογής μέχρι 8. Επιπρόσθετα η τοποθέτηση των κιβωτίων σε μεταφορείς εξασφαλίζει και την απρόσκοπτη αναγνώριση των barcodes από τους σαρωτές του συστήματος μιας και επιτρέπει την σχεδόν κάθετη σάρωση των barcodes που είναι επικολημένα στις δύο πλευρές του μεταφορέα. Ολόκληρο το σύστημα έχει επιτρεπτή ανοχή λαθών που προέρχονται από αδυναμία σάρωσης γραμμωτού κώδικα που δεν υπερβαίνει το 0.1%. Ο τελευταίος σταθμός του συστήματος ελέγχου καθώς και ο τελευταίος σταθμός του συστήματος διαλογής είναι σχεδιασμένοι για τις λανθασμένες σαρώσεις αυτού του επιτρεπτού ορίου. Έτσι μεταφορείς με κιβώτια που δεν σαρώθηκαν καταλήγουν σε αυτούς τους τερματικούς σταθμούς για περαιτέρω χειροκίνητη διαχείριση.

Για λόγους εύκολης συντήρησης και εξοικονόμηση ενέργειας ο κύριος μεταφορέας (ραουλόδρομος) δεν είναι ένα ενιαίο κομμάτι αλλά αποτελείται από τμήματα των περίπου τριών μέτρων. Αισθητήρες που είναι τοποθετημένοι με κάθε τμήμα του ραουλόδρομου ενεργοποιούν την κίνηση του σε περίπτωση ύπαρξης φορτίου εξασφαλίζοντας έτσι την απενεργοποίηση του τμήματος σε περίπτωση που είναι άδειος για προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Επίσης για την εύκολη πρόσβαση των εργαζόμενων σε όλους στους αποθηκευτικούς χώρους του συστήματος ο ραουλόδρομος είναι εξοπλισμένος με ανοιγοκλειώμενα τμήματα σε συγκεκριμένα σημεία του. Το άνοιγμα ενός τμήματος για την διέλευση ενός εργαζόμενου δεν αποσυντονίζει το σύστημα και κατά το κλείσιμό του η κυκλοφορία των κιβωτίων αποκαθιστάται.

Συνήθως πλήρως αυτοματοποιημένα (χωρίς ανάγκη συμμετοχής ανθρώπινου παράγοντα στις λειτουργίες τους) συστήματα Mini Load συνοδεύονται από εξειδικευμένο λογισμικό διαχείρισης τους μετατρέποντας έτσι το όλο σύστημα σε «μαύρο κουτί» (δηλαδή αυτόνομο σύστημα αυτοδιαχείρισης των πόρων του) σε σχέση με την διαφάνεια των λειτουργιών του ως προς τα υπόλοιπα μηχανογραφικά συστήματα και στην περίπτωση μας προς το σύστημα διαχείρισης αποθηκών. Το μίγμα των διαδικασιών/λειτουργιών που απαρτίζει την συγκεκριμένη εγκατάσταση όμως δεν αφήνει περιθώρια ενδιάμεσου λογισμικού διαχείρισης, τουλάχιστον όχι σε υψηλό επίπεδο διαχείρισης, πράγμα που σημαίνει ότι λειτουργίες όπως η συνεργασία

των επιμέρους μηχανικών συστημάτων που το απαρτίζουν, όπως π.χ. η συνεργασία σαρωτών με τα συστήματα πέδησης και εξολκείων, παραμένει στο ίδιο το σύστημα ενώ λειτουργίες / αποφάσεις, όπως για παράδειγμα η βέλτιστη διαδρομή της πορείας των κιβωτίων και η επιλογή προορισμών (σταθμών) των κιβωτίων, επιτάσσεται να μεταφερθούν στο σύστημα διαχείρισης αποθηκών μιας και είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με διαδικασίες απόθεσης, συλλογής, ελέγχου και διαλογής, εκτελούμενες από πεζούς εργαζόμενους, που πατροπαράδοτα ανήκουν στο φάσμα δραστηριοτήτων ενός WMS.

Κατόπιν συνεργασίας με τους κατασκευαστές του συστήματος Mini Load μία τέτοια διασύνδεση κατέστη εφικτή διασφαλίζοντας τόσο την διακριτότητα των ρόλων του WMS και του Mini Load όσο και την εκμετάλλευση του συνόλου των δυνατοτήτων του Mini Load από το WMS.

Ο έλεγχος και διαχείριση του συνόλου των λειτουργιών του Mini Load επιτυγχάνεται από ένα Μίκρο-ελεγκτή (controller) υποσύστημα του οποίου επιτρέπει αμφίδρομη επικοινωνία με άλλα συστήματα μέσω ενσύρματου δικτύου με πρωτόκολλο TCP-IP δηλαδή του συνήθους τρόπου επικοινωνίας και δικτύωσης μεταξύ υπολογιστών. Έχοντας ως δεδομένα ότι στόχος της διασύνδεσης του WMS με το Mini Load είναι η απόκτηση του πλήρους ελέγχου κίνησης και δρομολόγησης των κιβωτίων από την πλευρά του WMS και ότι κάθε φορά που ένας μεταφορέας κιβωτίων περνούσε από σημείο κόμβο είναι δυνατή η διοχέτευση αυτής της πληροφορίας στο WMS αποτελούν βασικά στοιχεία για τον αρχικό σχεδιασμό του τρόπου διασύνδεσης.

Αναλυτικότερα κάθε φορά που ένας μεταφορέας κιβωτίου περνά από οποιονδήποτε σαρωτή του Mini Load ο controller του συστήματος αναλαμβάνει να μεταδώσει αυτήν την πληροφορία στο δίκτυο. Η πληροφορία αυτή έχει την μορφή τυποποιημένου μηνύματος και περιέχει τις εξής πληροφορίες:

- Πηγή μηνύματος
Το όνομα του συστήματος αποστολέα του μηνύματος με διαθέσιμες τιμές WMS ή Mini Load
- Προορισμός μηνύματος
Το όνομα του συστήματος παραλήπτη του μηνύματος με διαθέσιμες τιμές WMS ή Mini Load
- Αύξων αριθμός μηνυμάτων

Εξασφαλίζει την μοναδικότητα του μηνύματος

- Διεύθυνση

Στα σχήματα 1,2,3,4 & 5 κάθε σαρωτής barcode αναγνωρίζεται με μία μοναδική διεύθυνση της μορφής BFT00MPXXXXX (όπου X ακέραιος αριθμός). Η διεύθυνση αυτή υποδηλώνει σε ποιο σημείο (σαρωτή) βρίσκεται το κιβώτιο.

- Προς διεύθυνση

Ο επόμενος σταθμός προορισμού ή σαρωτής που προορίζεται το κιβώτιο

- Περιεχόμενο barcode

Δεκαψηφίος αριθμός του barcode που είναι επικολλημένο στο μεταφορέα κιβωτίων μοναδικό για κάθε μεταφορέα. Αυτή η πληροφορία επιτρέπει να γνωρίζουμε όχι μόνο την ύπαρξη ενός κιβωτίου σε ένα σημείο του συστήματος αλλά και συγκεκριμένα ποιανού κιβωτίου

- Βάρος κιβωτίου

Διαθέσιμο μόνο στην είσοδο του συστήματος ελέγχου κιβωτίων

- Ύψος κιβωτίου

Διαθέσιμο μόνο στην είσοδο του συστήματος ελέγχου κιβωτίων

- Κωδικοποιημένη αιτία προβλήματος

Ο controller του συστήματος Mini Load είναι προγραμματισμένος έτσι ώστε να αναγνωρίζει μηνύματα της παραπάνω μορφής και να ανταποκρίνεται σε αυτά. Όταν ένα κιβώτιο περάσει από έναν σαρωτή ο controller αναλαμβάνει να μεταφέρει στο WMS ένα μήνυμα της παραπάνω μορφής. Τα εξής βήματα ακολουθούν:

1. Επιβεβαίωση

Το WMS απαντά με το ίδιο μήνυμα έτσι ώστε να γνωστοποιήσει ότι παρέλαβε το μήνυμα.

2. Εντολή

Το WMS μεταδίδει μήνυμα ίδιο με το αρχικό με την διαφορά ότι το στοιχείο «Προς διεύθυνση» είναι συμπληρωμένο. Έτσι το Mini Load γνωρίζει σε ποια αμέσως επόμενη διεύθυνση θα ταξιδεύσει το κιβώτιο. Αν δεν δοθεί εντολή από το WMS τότε το κιβώτιο ακινητοποιείται αυτόματα από κατάλληλο μηχανισμό και παραμένει ακίνητο μέχρι να εκδοθεί εντολή.

3. Επιβεβαίωση

Όταν το κιβώτιο φτάσει στον προορισμό του, δηλαδή στην διεύθυνση «Προς διεύθυνση» τότε το Mini Load αποστέλλει το ίδιο μήνυμα στο WMS ως επιβεβαίωση ότι το κιβώτιο έφτασε τον προορισμό του. Αν το κιβώτιο για κάποιο λόγο δεν φτάσει στον προορισμό του το Mini Load αποστέλλει νέο μήνυμα με την νέα του διεύθυνση (σε περίπτωση που προορισμός είναι σταθμός και είναι γεμάτος) και ο ίδιος κύκλος μηνυμάτων επαναλαμβάνεται.

Η εντολή που εκδίδει το WMS είναι απαραίτητη σε όλους του σταθμούς του Mini Load και επιπρόσθετα η διεύθυνση προορισμού πρέπει να είναι κάθε φορά μια από τις αμέσως επόμενες σύμφωνα με την πορεία του ραουλόδρομου χωρίς να παραλείπονται ενδιάμεσες διευθύνσεις. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι το WMS οδηγεί τα κιβώτια βήμα βήμα στον μηχανισμό ραουλόδρομων και σταθμών γεγονός που προσθέτει ένα βαθμό πολυπλοκότητας στην τεχνική υλοποίηση παρέχει όμως μόνιμη και ικανή λύση που εξυπηρετεί τον στόχο μας.

Για την υλοποίηση της περιγραφόμενης λύσης χρειάστηκε καταρχάς η καταγραφή όλων των διευθύνσεων του συστήματος στην σχεσιακή βάση δεδομένων του WMS καθώς και αναλυτικά όλες οι πιθανές διαδρομές των κιβωτίων ανεξάρτητα από την αφετηρία τους. Το τελευταίο εξασφαλίζει την δυναμική δρομολόγηση των κιβωτίων μιας και η πορεία τους εξαρτάται πάντα από την πιο πρόσφατη κατάσταση ικανοποίησης μιας παραγγελίας πελάτη ανάγκη που δεν συνεκτιμάται σε μία προκαθορισμένη δρομολόγηση (άπαξ) ανά κιβώτιο.

Έχοντας πίσω μας το πρόβλημα της διασυνδεσιμότητας των δύο συστημάτων, στην συνέχεια αναλύονται οι επιχειρησιακές απαιτήσεις αλλά και οι λύσεις που δόθηκαν σε κάθε μία από αυτές.

3.2 Επιχειρησιακές ανάγκες

Η διαδικασία αναγνώρισης και καταγραφής επιχειρησιακών αναγκών θεωρείται ύψιστης σημασίας καθώς καθορίζει σε σχεδόν απόλυτο βαθμό την επιτυχή ολοκλήρωση ενός έργου. Κατά την διαδικασία αυτή προκύπτει το σύνολο των διαδικασιών logistics της αποθήκης και παράλληλα σχεδιάζονται οι μηχανογραφικές διαδικασίες που θα τις υποστηρίξουν. Ξεκινώντας σχεδόν από μηδενική βάση στόχος

της είναι να αναδείξει κάθε λεπτομέρεια που σχετίζεται με την διαχείριση των προϊόντων αλλά και τον ρόλο του ανθρώπινου παράγοντα που συμμετέχει σε αυτήν καθώς και τον απαραίτητο υλικοτεχνικό εξοπλισμό που πιθανό να χρειαστεί. Ο δε σχεδιασμός των μηχανογραφικών λύσεων πρέπει να έχει ως βασικούς στόχους την εύκολη και κατανοητή χρήση, την ελαχιστοποίηση τυχόν χειριστικών λαθών, να είναι εργονομικός και να συμβάλει στην άμεση και απρόσκοπτη πληροφόρηση και τέλος να καλύπτει το σύνολο των αναγκών/στόχων της επιχείρησης.

Στην περίπτωση της διαχείρισης του συστήματος Mini Load αυτές είναι οι ακόλουθες:

3.2.1 Διαδρομές κιβωτίων

Οι διαδρομές που ακολουθούν τα κιβώτια χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

3.2.1.1 Ροή εισερχομένων

Στόχος αυτής της διαδρομής είναι η αναπλήρωση των χώρων αποθήκευσης που βρίσκονται στο σύστημα και ξεκινά από το κατώτερο επίπεδο του συστήματος στην περιοχή εισόδου προϊόντων (σχήμα 1) και καταλήγει στην περιοχή άδειων κιβωτίων (σχήμα 4). Ενδιάμεσα, το κιβώτιο κινείται στον κύριο μεταφορέα (ραουλόδρομο) και μπορεί να καταλήξει σε έναν σταθμό των επιπέδων 0, 1 και 2 μέσω των δύο ανελκυστήρων ανόδου και καθόδου. Όταν το περιεχόμενο του κιβωτίου τοποθετηθεί από πεζό εργαζόμενο στην επιθυμητή θέση αποθήκευσης/συλλογής του η επανατοποθέτηση του από τον σταθμό γίνεται και πάλι χειροκίνητα από πεζό εργαζόμενο και στην συνέχεια το κιβώτιο ακολουθεί την προκαθορισμένη πορεία τους προς τον χώρο άδειων κιβωτίων.

Στοιχεία ανάλυσης και λύσεις:

1. Στοιχεία θέσεων αποθήκευσης

Το σύστημα αποτελείται από 22.011 back to back ράφια τεμαχίων/συσκευασιών (7337 θέσεις ανά επίπεδο) 657 θέσεις συλλογής/αποθήκευσης τεμαχίων/συσκευασιών Pick by Light ανά επίπεδο και 78 θέσεις παλετών (συλλογή Pick by Light) ανά επίπεδο. Όλα τα ράφια back

to back είναι ίδιων διαστάσεων και το ίδιο συμβαίνει και με τις θέσεις Pick by Light με εξαίρεση τις θέσεις παλετών που έχουν διαστάσεις ευρωπαϊκής.

Στο σημείο αυτό χρειάζεται να δοθεί ένας ορισμός για την έννοια της θέσης σε ένα σύστημα WMS. Θέση λοιπόν μπορεί να θεωρηθεί ένα τμήμα του χώρου σαφώς προσδιορισμένο ως προς τα όρια του από το ανθρώπινο μάτι που δύναται να περιέχει οποιασδήποτε μορφής απόθεμα που παρακολουθείται από το WMS. Όσο μικρότερος είναι ο φυσικός χώρος που αυτή καταλαμβάνει τόσο ευκολότερος και ο ακριβής γεωγραφικός προσδιορισμός του αποθέματος που περιέχει ή πρόκειται να περιέχει από έναν εργαζόμενο. Εντάσσοντας στον ορισμό αυτόν και τα συνήθη αποθηκευτικά συστήματα που βρίσκονται στις περισσότερες αποθήκες μπορούμε να προσθέσουμε ότι οι θέσεις ανήκουν σε αποθηκευτικά συστήματα που με την σειρά τους ανήκουν σε μία ή περισσότερες από τις ακόλουθες κατηγορίες:

1. Πολλαπλών στηλών
2. Πολλαπλών επιπέδων
3. Ενιαίοι χώροι στο πάτωμα

Προσθέτοντας σε θέσεις περισσότερα χαρακτηριστικά που εξυπηρετούν την ευκολότερη προσπέλαση τους αλλά και ένα ή περισσότερα σημεία αναφοράς στον χώρο (όπως για παράδειγμα η είσοδος/έξοδος της αποθήκης ή είσοδος/έξοδος ενός αποθηκευτικού συστήματος κ.α.) διασφαλίζεται και η μοναδικότητά τους.

Ακολουθώντας την παραπάνω περιγραφή κάθε θέση του συστήματος σημάνθηκε με μοναδικό barcode για το σύστημα Mini Load της ακόλουθης μορφής:

OO ΣΣ ΔΔ ΣΣ ΕΕ

OO = Όροφος (με τιμές από 01 έως 03)

ΣΣ = Σύστημα αποθήκευσης

B για Back to Back

PL για θέσεις Pick by Light

PPL για θέσεις παλετών Pick by Light

ΔΔ = Διάδρομος. Συμμετέχει ως στοιχείο στην κωδικοποίηση θέσεων back to back (01 έως 99)

ΣΣ = Στήλη. Συμμετέχει ως στοιχείο στην κωδικοποίηση θέσεων που ανήκουν σε αποθηκευτικά συστήματα πολλαπλών στηλών (back to back, PL και PPL)

ΕΕ = Επίπεδο. Συμμετέχει ως στοιχείο στην κωδικοποίηση θέσεων που ανήκουν σε αποθηκευτικά συστήματα πολλαπλών επιπέδων (back to back και PL)

Για παράδειγμα μία θέση που βρίσκεται στον πρώτο όροφο του αποθηκευτικού συστήματος back to back στον δεύτερο διάδρομο (η αριθμοδότηση έγινε βάση του σχήματος 2 ξεκινώντας από τους διαδρόμους αριστερά από τον ραουλόδρομο και δίπλα στον ανελκυστήρα καθόδου) στην πέμπτη στήλη (ως πρώτη στήλη ορίζεται η πιο κοντινή στήλη στους σταθμούς) και στο τρίτο επίπεδο (ξεκινώντας από το πάτωμα με το πάτωμα ορισμένο ως 01 επίπεδο) έχει την διεύθυνση 02B020503. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να βρεθεί με ευκολία μία θέση από έναν εργαζόμενο χωρίς να χρειάζεται κάποιο σχέδιο του χώρου.

Ως θέσεις, βάση ορισμού, πρέπει να προσδιοριστούν και το σύνολο των σταθμών καθώς και οι εισοδοί/έξοδοι του συστήματος Mini Load. Για την κωδικοποίηση τους επιλέχθηκε μια πιο απλή μορφή σε σχέση με την υφιστάμενη μορφή που υιοθετεί το σύστημα διασύνδεσης μεταξύ του WMS και του Mini Load. Έτσι λοιπόν αντί για κωδικό barcode μορφής BFT00MPXXXXX ο οποίος είναι δυσανάγνωστος αλλά και δεν προτρέπει στην άμεση αναγνώριση της γεωγραφικής τοποθεσίας της θέσης ως μορφή επιλέχθηκε η ακόλουθη:

00 ΣΣ ΑΑ

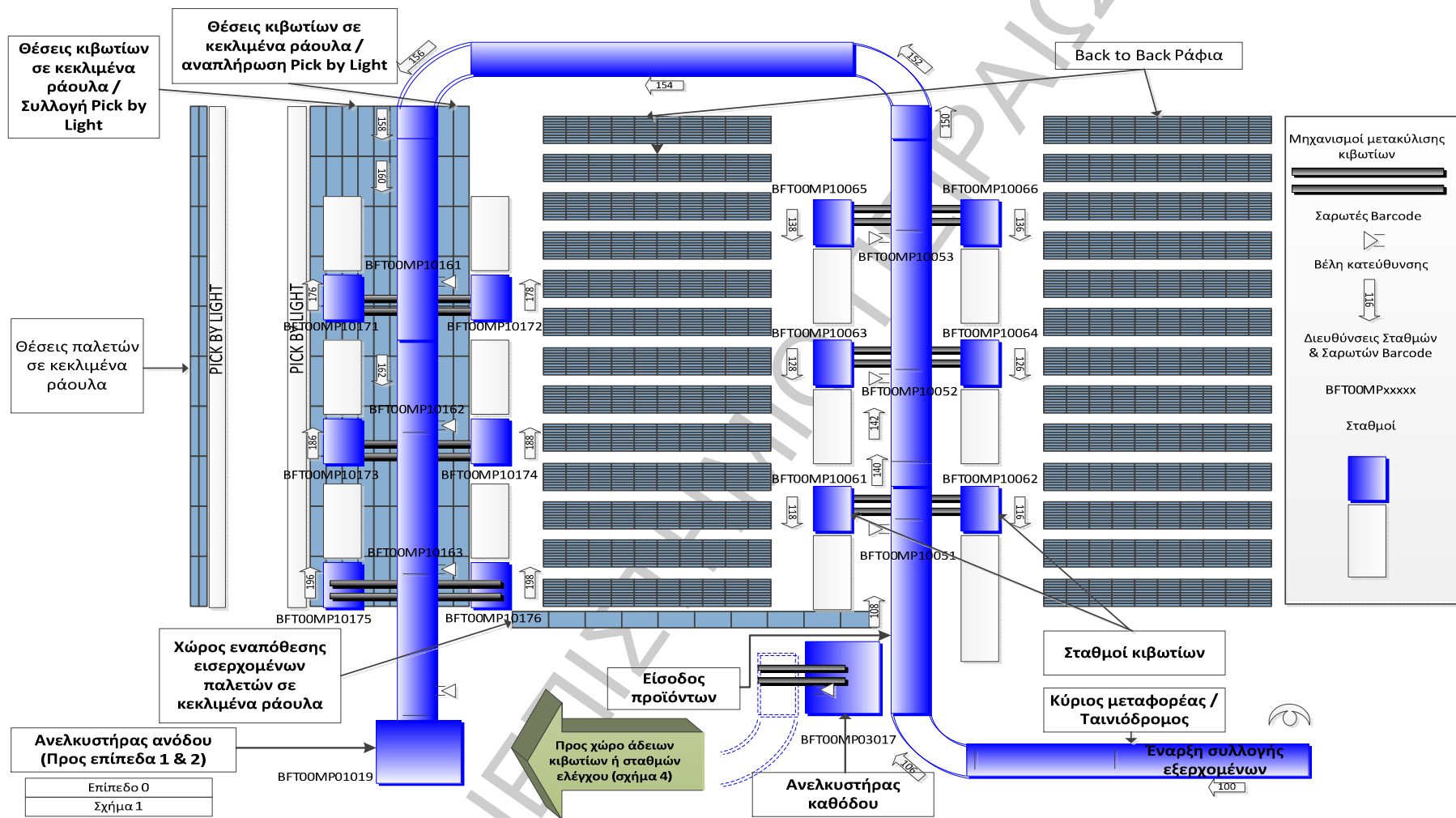
Όπου:

00 = Όροφος (01,02,03)

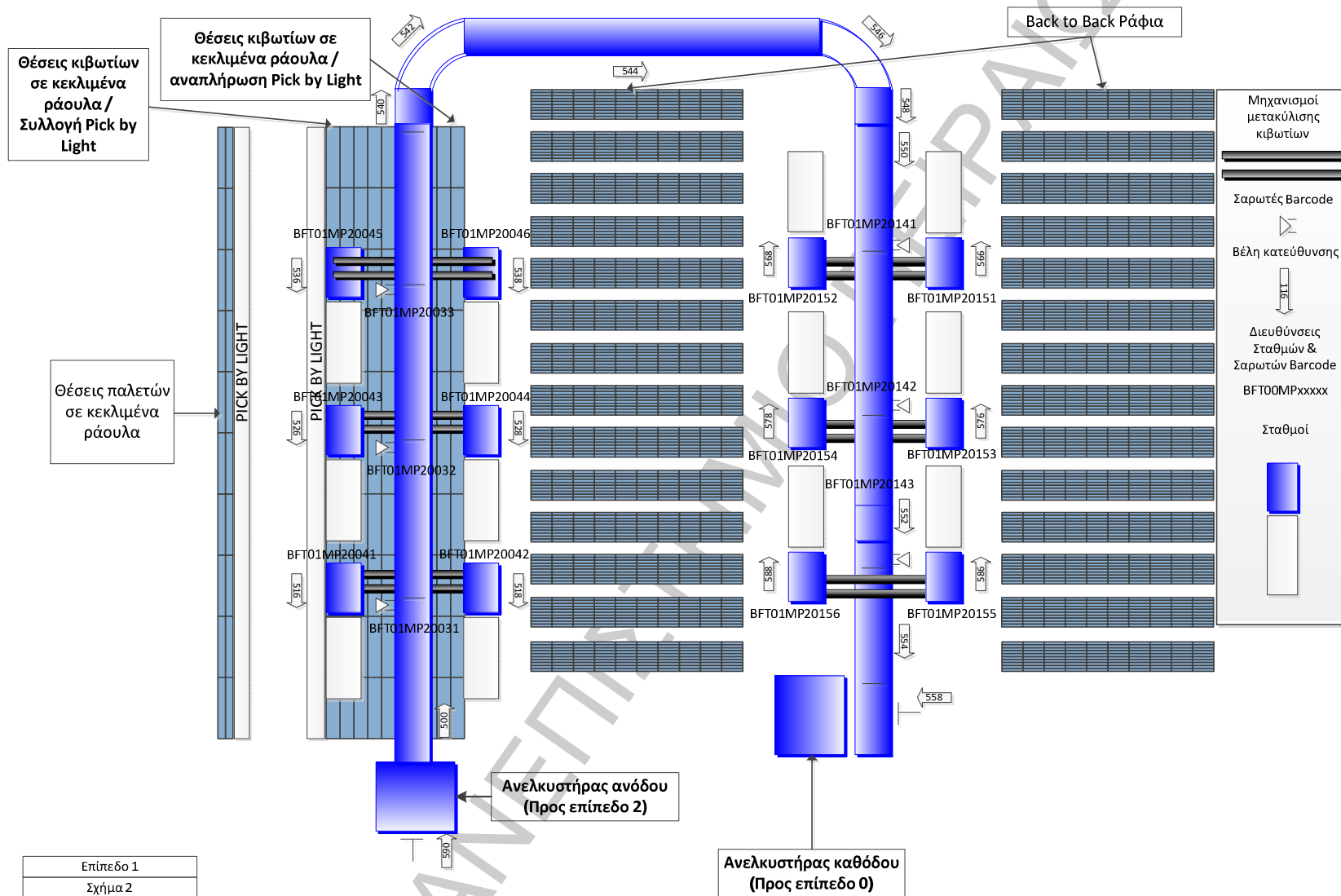
ΣΣ = S (Αρχικό της αγγλικής λέξης Station), PS (Αρχικά των λέξεων Packing Stations) και SS (Αρχικά των λέξεων Sorting Stations)

AA = Αριθμός αναγνώρισης που ξεκινά από την έναρξη της φοράς των κιβωτίων και αρχικοποιείται ανά όροφο/σύστημα. (1 έως 8)

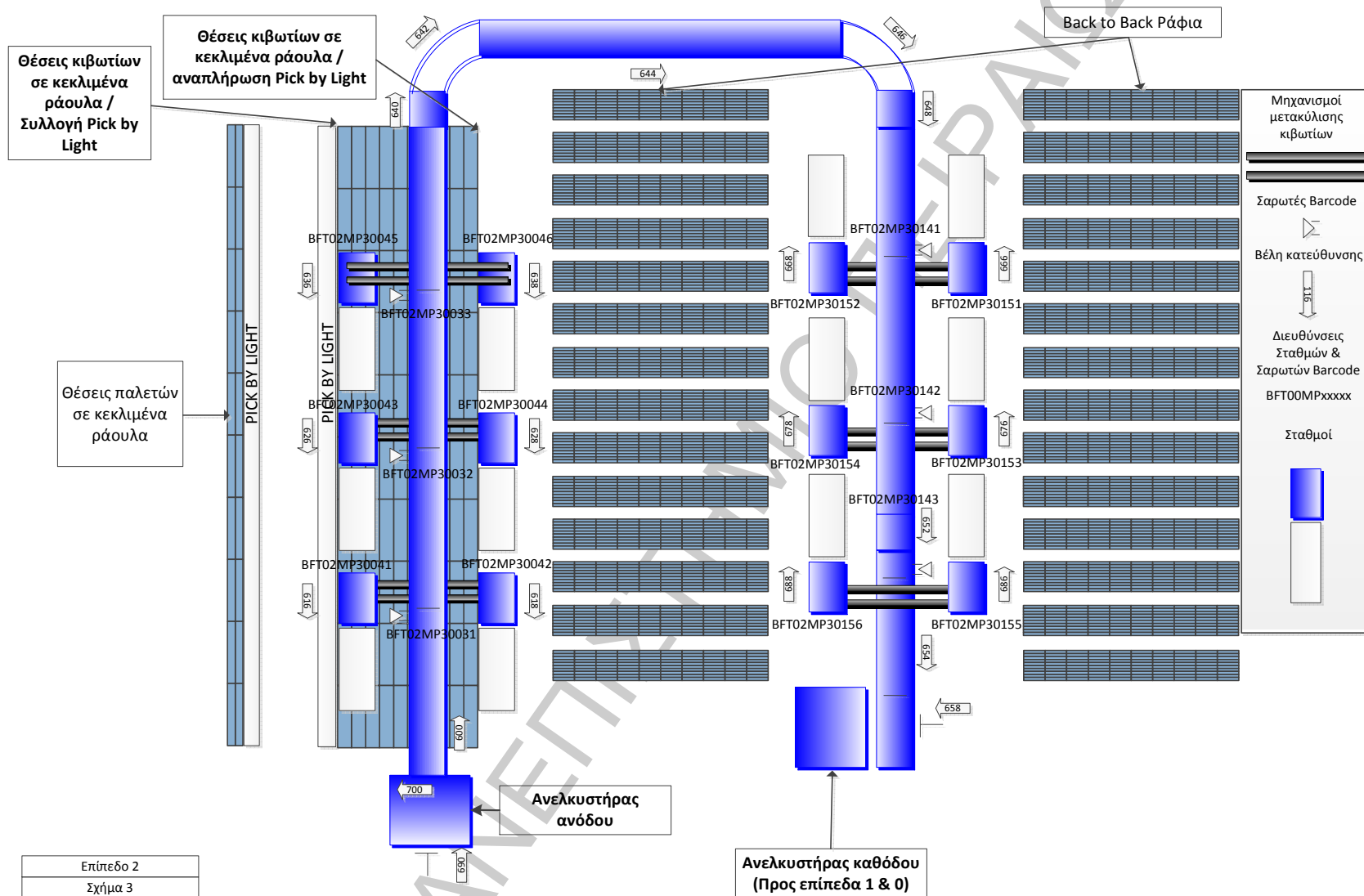
Οι ραουλόδρομοι δεν αποτελούν θέσεις του WMS διότι το απόθεμα κατά την διάρκεια διακίνησης του σε αυτόν δεν μπορεί να συμμετέχει σε οποιαδήποτε διαδικασία συλλογής, απόθεσης και ενδοδιακίνησης.



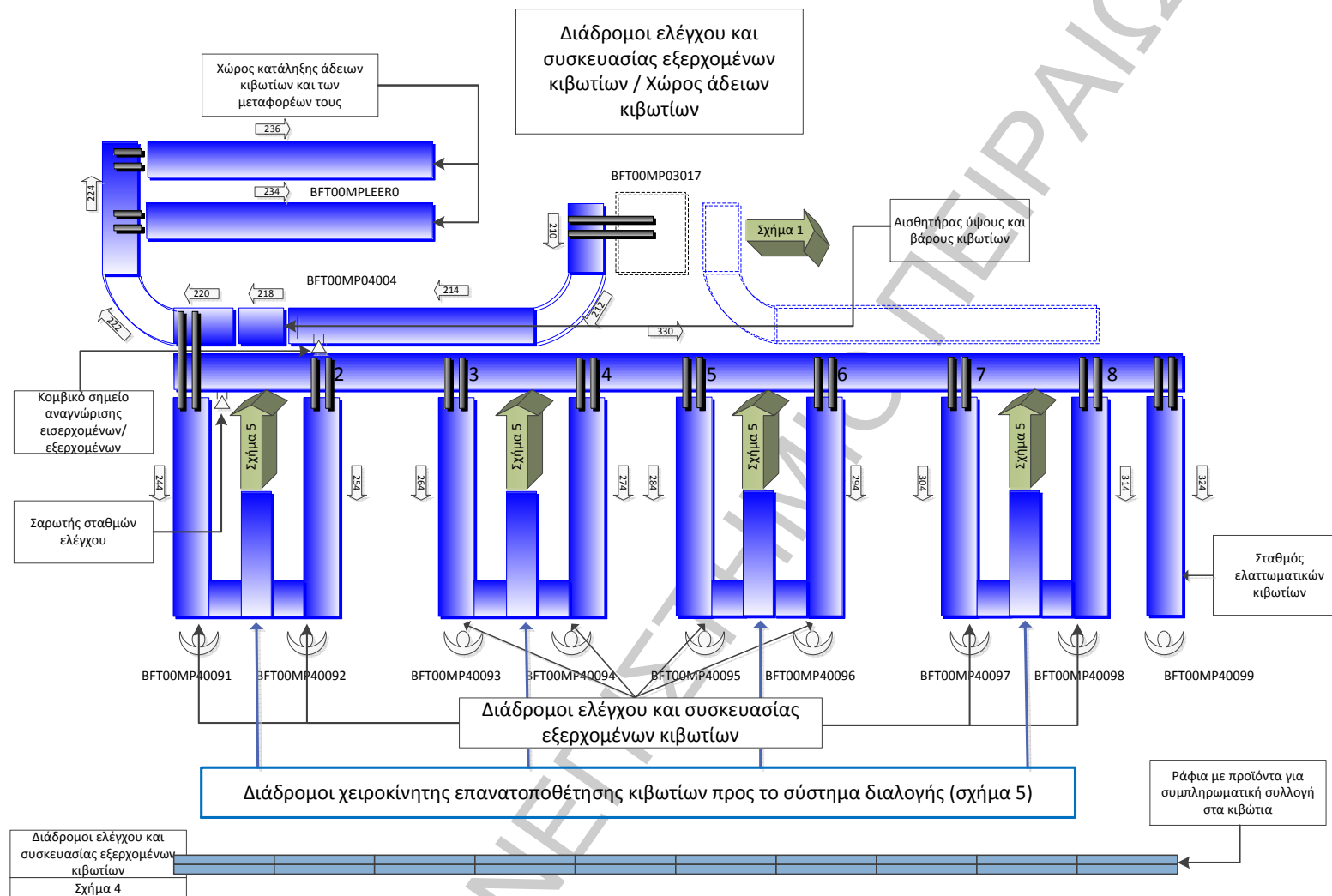
Διπλωματική Εργασία: Η εφαρμογή αυτοματοποιημένων συστημάτων αποθήκευσης και ανάκτησης προϊόντων (MINI LOAD) σε συνεργασία με σύγχρονο WMS για την κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών εταιρίας εξωτερικού



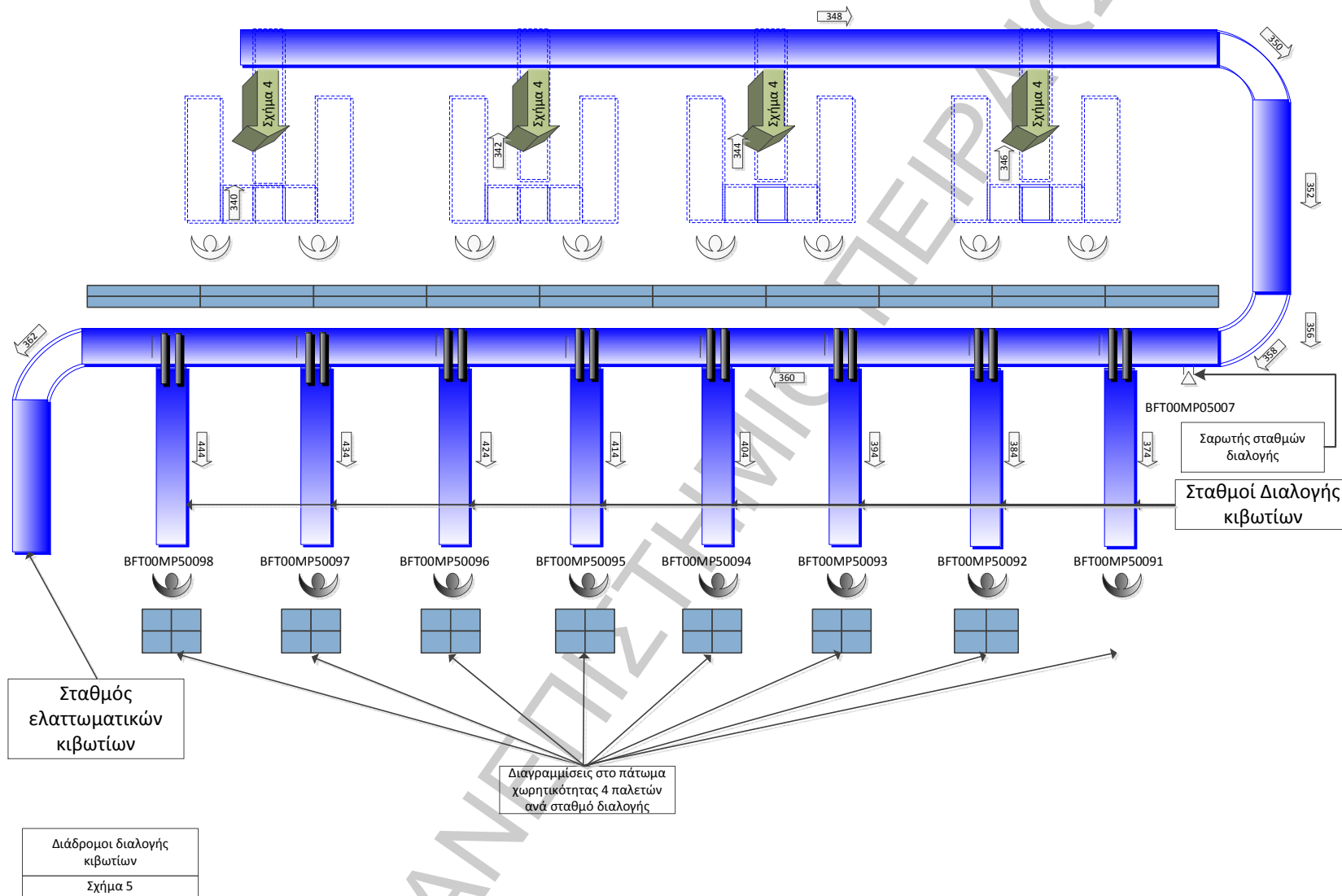
Διπλωματική Εργασία: Η εφαρμογή αυτοματοποιημένων συστημάτων αποθήκευσης και ανάκτησης προϊόντων (MINI LOAD) σε συνεργασία με σύγχρονο WMS για την κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών εταιρίας εξωτερικού



Διπλωματική Εργασία: Η εφαρμογή αυτοματοποιημένων συστημάτων αποθήκευσης και ανάκτησης προϊόντων (MINI LOAD) σε συνεργασία με σύγχρονο WMS για την κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών εταιρίας εξωτερικού



Διπλωματική Εργασία: Η εφαρμογή αυτοματοποιημένων συστημάτων αποθήκευσης και ανάκτησης προϊόντων (MINI LOAD) σε συνεργασία με σύγχρονο WMS για την κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών εταιρίας εξωτερικού



Διπλωματική Εργασία: Η εφαρμογή αυτοματοποιημένων συστημάτων αποθήκευσης και ανάκτησης προϊόντων (MINI LOAD) σε συνεργασία με σύγχρονο WMS για την κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών εταιρίας εξωτερικού

2. Ανάλυση και σχεδιασμός διαδικασίας παραλαβής προϊόντων

Λόγω του μεγέθους των ειδών που μπορούν να εξυπηρετηθούν από το σύστημα Mini Load (μικρά έως πολύ μικρά μεγέθη) αποφασίστηκε ότι κάθε θέση δύναται να περιέχει ένα και μόνο κωδικό είδους γεγονός που αφενός αποτρέπει τα λάθη κατά την διαδικασία συλλογής και απόθεσης αλλά συμβάλει και στην δυναμική διαχείριση της απόθεσης των προϊόντων (διαδικασία κατά την οποία επιλέγεται η κατάλληλη θέση αποθήκευσης) που θα αναλυθεί παρακάτω στο σημείο 3). Τα προϊόντα μπορούν να τοποθετηθούν στο σύνολο των θέσεων είτε σε τεμάχια είτε σε συσκευασίες/υποσυσκευασίες αρκεί κανένα από τα δύο να μην ξεπερνά τις διαστάσεις των θέσεων και ταυτόχρονα τους περιορισμούς μεγέθους/βάρους του συστήματος.

Πριν τα προϊόντα τοποθετηθούν σε παλέτες και μεταφερθούν από τον χώρο παραλαβής της αποθήκης στον χώρο θέσεων παλετών σε κεκλιμένα ράουλα κοντά στην είσοδο του συστήματος πρέπει πρώτα να τοποθετηθούν σε κιβώτια ούτως ώστε στην συνέχεια να μπορούν να τοποθετηθούν στην είσοδο του συστήματος (σχήμα 1). Τα βασικά προβλήματα που προκύπτουν είναι αρχικά ότι τα προς παραλαβή φορτία αποτελούνται από μία σύνθεση προϊόντων που ενδεχομένως να μην μπορούν να αποθηκευτούν στο σύνολο τους στο σύστημα Mini Load (λόγο περιορισμού διαστάσεων ή και βάρους), άρα να χρειάζεται να αποθηκευτούν σε διαφορετικούς αποθηκευτικούς χώρους εκτός του συστήματος, καθώς και ότι τα προϊόντα που πληρούν αυτές τις προϋποθέσεις δεν συνοδεύονται από πληροφορίες όπως τον αριθμό κιβωτίων που πρέπει να χρησιμοποιηθούν και την ποσότητα που πρέπει να περιέχεται σε καθένα από αυτά. Αναλυτικά τα ζητήματα που προκύπτουν σχετικά με την διαδικασία παραλαβής είναι τα εξής:

- α. Ποια από τα προϊόντα προς παραλαβή μπορούν να αποθηκευτούν στο Mini Load και σε ποιο αποθηκευτικό σύστημα;
- β. Τι ποσότητα ανά προϊόν είναι αναγκαία στο Mini Load;

γ. Αν το Mini Load περιέχει ήδη την μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα για ένα προϊόν πια διαδικασία πρέπει να ακολουθηθεί;

δ. Πόσα τεμάχια/συσκευασίες πρέπει να περιέχει το κάθε κιβώτιο που αποστέλλεται για αποθήκευση στο σύστημα;

ε. Ποια βασικά στοιχεία/χαρακτηριστικά είναι απαραίτητα σε επίπεδο προϊόντος για να καλυφθεί το σύνολο της διαχείρισης των προϊόντων στο Mini Load;

Πριν αναλυθούν τα παραπάνω ερωτήματα είναι χρήσιμο να δοθεί ένας ορισμός για την διαδικασία παραλαβής, από πλευράς ενός μηχανογραφικού συστήματος WMS, έτσι ώστε να βοηθηθεί ο αναγνώστης για την κατανόηση του υπόλοιπου μέρους της εργασίας.

Παραλαβή προϊόντων για ένα σύστημα WMS θεωρείται η αποτύπωση στοιχείων και χαρακτηριστικών του αποθέματος που εισέρχεται στην αποθήκη στην βάση δεδομένων του συστήματος. Τα στοιχεία αυτά αφορούν τόσο τον ποσοτικό όσο και ποιοτικό προσδιορισμό του αποθέματος και μπορούν να συμπληρωθούν από ένα σύνολο χαρακτηριστικών που είναι αναγκαία για την εκτέλεση του συνόλου των διαδικασιών/λειτουργιών logistics που αφορούν το απόθεμα αυτό. Πρέπει επίσης να είναι διαθέσιμα σε οποιοδήποτε στάδιο χειρισμού του αποθέματος εντός της αποθήκης / δικτύου διανομής και προσπελάσιμα ακόμα και μετά την έξοδο του αποθέματος από την αποθήκη / δίκτυο διανομής. Συμπληρωματικά η διαδικασία παραλαβής από ένα μηχανογραφικό σύστημα WMS εμπλέκει άμεσα την αξιολόγηση του δικτύου προμηθευτών σε σχέση με:

- το τι αγοράστηκε και τι παρελήφθη
Βάση ποσοτήτων και σε επίπεδο συσκευασιών και συμπληρωματικών ειδών (π.χ. εγχειρίδια λειτουργίας, εγγυήσεις κ.α.)
- το τι αγοράστηκε και τι παρελήφθη

Βάση ποιοτικών χαρακτηριστικών των προϊόντων όπως ημερομηνίες παραγωγής/λήξης, διάρκεια ζωής, παρτίδες, σειριακοί αριθμοί, κατάλληλη σήμανση (barcode) αλλά και της κατάστασης των προϊόντων (σπασμένα, βρεγμένα, μη κατάλληλα για πώληση).

- χρονικές δεσμεύσεις
Αν δηλαδή τα προϊόντα έφτασαν στον προορισμό τους μέσα σε προσυμφωνημένο χρονικό ορίζοντα.
- τον σωστό προορισμό
Δηλαδή στον προκαθορισμένο προορισμό των προϊόντων, που μπορεί να είναι είτε η αποθήκη είτε σημείο του δικτύου διανομής της επιχείρησης είτε ο τελικός πελάτης της επιχείρησης, με το σωστό μέσο μεταφοράς.

Λόγω της ανάγκης αξιολόγησης του δικτύου προμηθευτών το WMS χρησιμοποιεί μία δομή που ονομάζεται «αναμενόμενη παραλαβή» (ΑΠ ως συντομογραφία) που συμπεριλαμβάνει το σύνολο των στοιχείων που προαναφέρθηκαν και σχετίζονται με τις παραπάνω κατηγορίες. Η δομή αυτή δρα ως αντικείμενο αναφοράς κατά την διαδικασία παραλαβής παρέχοντας την δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των απαιτήσεων της επιχείρησης και της «υπόσχεσης» του προμηθευτή. Η ΑΠ αποτελεί υποσύνολο, ολόκληρης ή μέρους, μιας ή περισσοτέρων εντολών αγοράς (ΕΑ ως συντομογραφία), μία άλλη δομή, που αποτελεί και την «επίσημη» αξίωση της επιχείρησης ως προς τον/τους προμηθευτή/τες της. Η διαφορά μεταξύ ΑΠ και ΕΑ έγκειται στο γεγονός ότι μία αναμενόμενη παραλαβή αφορά ένα φορτίο (ή μέρος αυτού) που παραδίδεται στην επιχείρηση από το ίδιο μέσο μεταφοράς την ίδια χρονική στιγμή ενώ η εντολή αγοράς ενδέχεται να αποτελείται από επιμέρους αποστολές που πραγματοποιούνται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές και με διαφορετικά μέσα. Ενδεικτικά μια ΑΠ πρέπει να περιέχει ως ελάχιστα κύρια δεδομένα (master) τα ακόλουθα:

- Κωδικός αναμενόμενης παραλαβής. Αποτελείται από ένα πρόθεμα (ER στην περίπτωση μας – Expected Receipt) και μία αύξουσα αρίθμηση που εξασφαλίζει την μοναδικότητα του κωδικού (π.χ ER0001)

- Κωδικός προμηθευτή. Ο κωδικός που χρησιμοποιεί η επιχείρηση για την αναγνώριση των προμηθευτών της
- Αναμενόμενη ημερομηνία/ώρα παραλαβής. Η ημερομηνία/ώρα που αναμένεται να φτάσει το παραγγελθέν απόθεμα στον προορισμό του
- Στοιχεία φορτηγού. Όπως η πινακίδα κυκλοφορίας ο τύπος του κ.α.
- Αναμενόμενη ράμπα παραλαβής
- Αριθμός διακριτών μονάδων διακίνησης (cola)
- Τύπος παραλαβής (π.χ. προμηθευτές εσωτερικού/ προμηθευτές εξωτερικού)

Ως ελάχιστα αναλυτικά δεδομένα (detail) ενδεικτικά μια ΑΠ πρέπει να περιέχει να ακόλουθα:

- Κωδικός είδους. Ο κωδικός που η επιχείρηση χρησιμοποιεί για να αναγνωρίσει το προϊόν.
- Περιγραφή είδους
- Αναμενόμενη ποσότητα
- Μονάδα μέτρησης αναμενόμενης ποσότητας (π.χ. τεμάχιο, κιβώτιο, blister κτλ)
- Παραληφθείσα ποσότητα (συμπληρώνεται κατά την διαδικασία παραλαβής)
- Μονάδα μέτρησης παραληφθείσας ποσότητας (π.χ. τεμάχιο, κιβώτιο, blister κτλ)
- Αριθμός παλέτας (αν τα προϊόντα βρίσκονται σε παλέτες)
- Άλλα χαρακτηριστικά όπως ημ/νία παραγωγής/λήξης, διάρκεια ζωής, παρτίδα, σειριακός αριθμός κτλ.

Εξασφαλίζοντας ότι ο προμηθευτής θα αποστείλει τα απαραίτητα στοιχεία σε εύλογο χρονικό διάστημα πριν από την αποστολή και παράδοση του φορτίου, εκτός από την ζητούμενη αξιολόγηση του, επιτυγχάνεται και ο καλύτερος προγραμματισμός φόρτου εργασίας καθώς και η βέλτιστη εκμετάλλευση των πόρων μιας αποθήκης.

Γυρνώντας ξανά στα ζητήματα που προκύπτουν κατά την διαδικασία παραλαβής δόθηκαν οι ακόλουθες προτάσεις/λύσεις:

α. Τα προϊόντα που μπορούν να αποθηκευτούν στο Mini Load δεν θα πρέπει να ξεπερνούν τις μέγιστες διαστάσεις των κιβωτίων που χρησιμοποιούνται για την μεταφορά τους στους ραουλόδρομους και τους ανελκυστήρες του συστήματος, δηλαδή μέγιστου μήκους 75 cm μέγιστου πλάτους 50 cm και μέγιστου ύψους 60 cm. Ταυτόχρονα το βάρος μίας μονάδας προϊόντος και κατ'επέκταση ενός κιβωτίου δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 20 κιλά καθώς αποτελεί νομικό όριο του έργου μεταφοράς ενός πεζού εργαζόμενου βάσει της Πολωνικής νομοθεσίας. Επιπρόσθετα τα προϊόντα που επιτρέπεται να καταλήγουν στο σύστημα Mini Load θα πρέπει να είναι ταχυκίνητα (υψηλής κυκλοφορίας). Σε διαφορετική περίπτωση (βραδυκίνητα) το συνολικό κόστος διαχείρισης τους από το Mini Load ξεπερνά τα αποδεκτά όρια και ταυτόχρονα δεν επιτυγχάνεται ο στόχος της βέλτιστης παραγωγικότητας. Λόγω συχνών διακυμάνσεων της ταχυκινήσιμης των ειδών (εποχικότητα, προβλέψεις αγορών, ανταγωνιστικό περιβάλλον) αποφασίστηκε η επιλογή των προϊόντων που θα «ανήκουν» σε αυτό να γίνεται αυτόματα από το WMS βάσει των διαστάσεων του βάρους και της ταχυκινήσιμης αλλά ταυτόχρονα να υπάρχει δυνατότητα αποκλεισμού ενός ή περισσότερων προϊόντων ή κατηγοριών προϊόντων από το σύστημα. Ως λύση υιοθετήθηκε ο διαχωρισμός των προϊόντων σε τέσσερις κατηγορίες ταχυκινήσιμης (A, B, C & D) δεδομένα που συλλέγονται από τις παρελθοντικές κινήσεις των προϊόντων στο WMS σε συνδυασμό με το πληροφοριακό σύστημα προβλέψεων και αναπλήρωσης αποθεμάτων της επιχείρησης. Μόνο η κατηγορία A είναι αποδεκτή από το σύστημα ενώ οι πληροφορίες των ειδών στο WMS εμπλουτίστηκαν με κατάλληλο πεδίο τιμών μηδέν και ένα όπου το μηδέν υποδηλώνει την μη συμμετοχή του είδους στο Mini Load. Στην κανονική του κατάσταση το πεδίο έχει την τιμή ένα βάσει της περιγεγραμμένης λογικής και εγκεκριμένος χρήστης του συστήματος δύναται να την αλλάξει χειροκίνητα.

Μεταξύ των τεσσάρων διαθέσιμων αποθηκευτικών συστημάτων που ανήκουν στο Mini Load κάθε προϊόν ή κατηγορία προϊόντων πρέπει να χαρακτηριστούν με τουλάχιστον ένα, επιλογή η οποία στηρίζεται στις ιδιαιτερότητες του κάθε αποθηκευτικού συστήματος αλλά και των προϊόντων. Για την τεκμηρίωση αυτής της επιλογής στην συνέχεια αναλύονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε αποθηκευτικού συστήματος:

Διπλωματική Εργασία: Η εφαρμογή αυτοματοποιημένων συστημάτων αποθήκευσης και ανάκτησης προϊόντων (MINI LOAD) σε συνεργασία με σύγχρονο WMS για την κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών εταιρίας εξωτερικού

1. Σύστημα ραφιών back to back (B)

Αποτελεί το πιο σύνηθες σύστημα αποθήκευσης που μπορεί να βρεθεί στις περισσότερες αποθήκες και ενσωματώνει διαδρόμους πρόσβασης που διευκολύνουν την τοποθέτηση και ανάκτηση προϊόντων. Είναι επίσης γνωστό για τον πολύ καλό συντελεστή εκμετάλλευσης χώρου και στην συγκεκριμένη περίπτωση επιτρέπει την εύκολη πρόσβαση του εργαζόμενου σε όλα τα επίπεδα και στήλες του χωρίς επιπρόσθετα μέσα. Για την διευκόλυνση του εργαζόμενου σε κάθε επίπεδο του Mini Load υπάρχουν τροχήλατοι μεταφορείς κιβωτίων σχεδιασμένοι ειδικά για να χωρούν στους διαδρόμους του συστήματος ραφιών back to back. Όσον αφορά τα προϊόντα που μπορούν να αποθηκευτούν σε αυτό δεν υπάρχει κάποιος ιδιαίτερος περιορισμός.

2. Σύστημα κεκλιμένων ράουλων (live storage) στην περιοχή φωτοσήμανσης Pick By Light (PL).

Γενικότερα τα συστήματα Pick by Light φημίζονται για την εξαιρετική αποδοτικότητα που παρέχουν σε σχέση με λειτουργίες συλλογής και απόθεσης των προϊόντων. Και τα δύο χέρια του εργαζόμενου είναι ελεύθερα καθώς εκτελεί αυτές τις δραστηριότητες μιας και δεν χρειάζεται να κρατά φορητό τερματικό αναγνώρισης barcode. Όμως για να θεωρηθεί αποδοτικό ένα τέτοιο σύστημα υπάρχει μία σειρά από περιορισμούς που μειώνουν τις κατηγορίες των ειδών που μπορούν να αποτεθούν σε αυτό. Αρχικά είναι επιτακτική η παρουσία μίας και μόνο μονάδας μέτρησης ενός είδους ανά θέση. Για παράδειγμα αν μία θέση περιέχει συσκευασίες ενός προϊόντος που κάθε μία περιέχει 10 τεμάχια και η ανάγκη είναι να συλλεχθεί μέρος της συσκευασίας (π.χ. 4) τότε αναγκαστικά η φωτεινή ένδειξη ποσότητας (LED Display) θα πρέπει να περιγράφει πάντα την μικρότερη μονάδα μέτρησης του είδους. Το γεγονός αυτό είναι ενδεχομένως πηγή λαθών μιας και ο εργαζόμενος δεν θα είναι σίγουρος σε ποια μονάδα πρέπει να συλλέξει αν δεν γνωρίζει το προϊόν. Συνεπώς το πρώτο συμπέρασμα είναι ότι στις θέσεις που ανήκουν στο σύστημα Pick by Light πρέπει να υπάρχει μία και μόνο μονάδα μέτρησης του είδους. Αν και συχνά τα συστήματα Pick by Light συνεργάζονται με ενσύρματο

σαρωτή barcode η χρήση του σαρωτή πρέπει να είναι η ελάχιστη δυνατή για λόγους οικονομίας χρόνου εκτέλεσης των διαφόρων εργασιών. Συνεπώς αν στις θέσεις αυτές τα προϊόντα που υπάρχουν συνοδεύονται από μίξη τιμών χαρακτηριστικών όπως διαφορετικές ημερομηνίες λήξης/ ημερομηνίες παραγωγής, παρτίδες κ.α. τότε η χρήση του σαρωτή γίνεται όλο και πιο συχνή ελαχιστοποιώντας έτσι την ταχύτητα της εκτέλεσης εργασιών συλλογής και απόθεσης, που είναι και το κύριο πλεονέκτημα του συστήματος. Εάν φυσικά η λεπτομερειακή ιχνηλάτιση των χαρακτηριστικών αυτών δεν είναι αναγκαία τότε δεν αποτελεί πρόβλημα, συνήθως όμως η ύπαρξη τους οφείλεται σε αυτήν την ανάγκη. Μία λύση στο τελευταίο πρόβλημα είναι να μην επιτρέπεται από το WMS η μίξη τιμών χαρακτηριστικών σε μία θέση. Το νέο πρόβλημα όμως που δημιουργείται είναι ο χαμηλός συντελεστής εκμετάλλευσης του χώρου μίας θέση ειδικά αν οι τιμές των χαρακτηριστικών είναι υπερβολικά πολλές (π.χ. 10 διαφορετικές ημερομηνίες λήξης ενός προϊόντος θα πρέπει να καταλαμβάνουν τουλάχιστον 10 θέσεις). Το δεύτερο λοιπόν συμπέρασμα είναι ότι προϊόντα που ως απόθεμα χαρακτηρίζονται από επιπρόσθετα χαρακτηριστικά δεν επιτρέπεται να αποθηκεύονται στην περιοχή θέσεων Pick by Light.

3. Παλετοθέσεις στην περιοχή φωτισήμανσης Pick By Light (PPL)

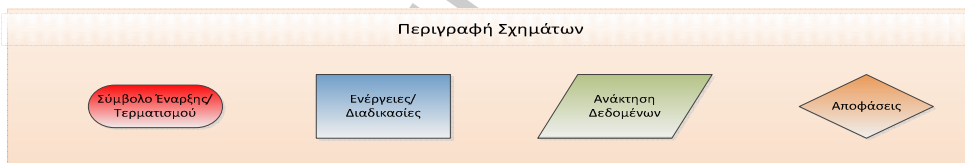
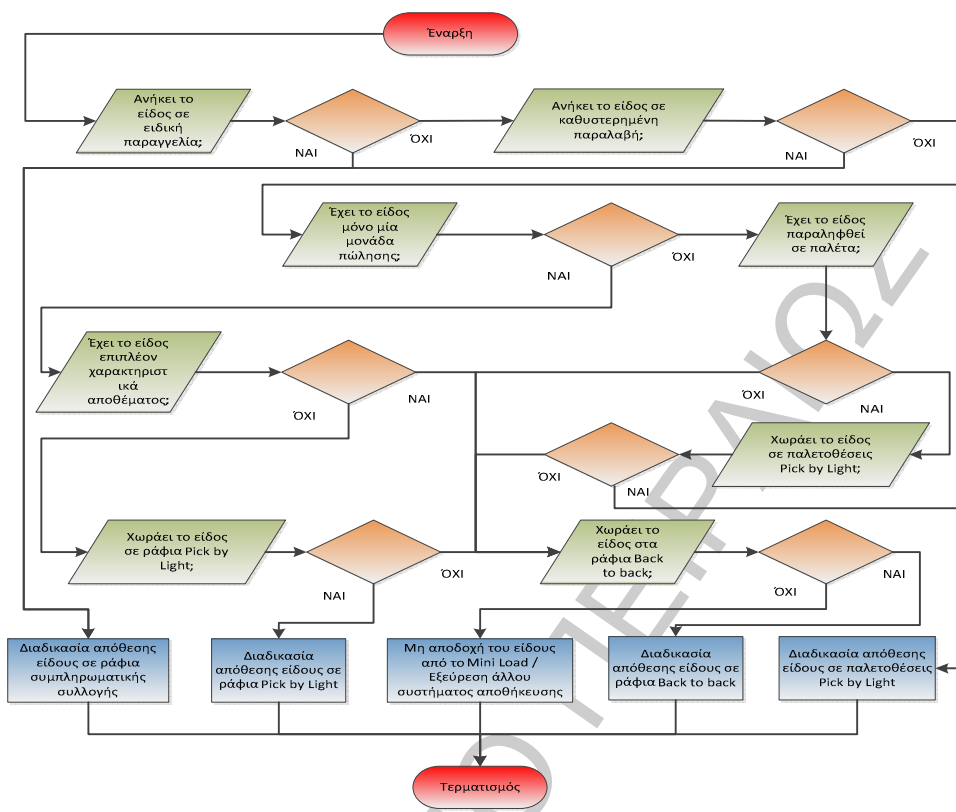
Οι θέσεις αυτές προορίζονται για παλέτες που περιέχουν ένα μόνο προϊόν το οποίο παραλαμβάνεται από τους προμηθευτές σε αρκετά μεγάλη ποσότητα λόγω αυξημένης ζήτησης και διέπονται από τους ίδιους περιορισμούς με τις υπόλοιπες θέσης του συστήματος Pick by Light. Η επιχείρηση μετά από συμφωνία με τους προμηθευτές αυτών των ειδών εξασφάλισε ότι θα παραδίδονται στην αποθήκη μόνο παλέτες ενός κωδικού είδους.

4. Ράφια με προϊόντα για συμπληρωματική συλλογή (εγγύτητα σε σταθμούς ελέγχου)

Παρόλο που οι αποθήκες και τα δίκτυα διανομής εξοπλίζονται στις μέρες μας με πληθώρα τεχνολογικών λύσεων που σκοπό έχουν την παράδοση

προϊόντων/υπηρεσιών στον σωστό τόπο, στον σωστό χρόνο και στην σωστή ποιότητα είναι σύνηθες το φαινόμενο των αργοπορημένων αφίξεων προϊόντων σε μία αποθήκη και κατά συνέπεια στον τελικό πελάτη. Αυτό το αποθηκευτικό σύστημα σχεδιάστηκε αφενός για την γρήγορη τοποθέτηση καθυστερημένων, ως προς την παράδοσή τους, προϊόντων και την άμεση συλλογή τους για τρέχουσες παραγγελίες και αφετέρου για προϊόντα τα οποία ανήκουν σε ειδικές παραγγελίες πελατών και είναι πιθανό να μην εμφανιστούν ξανά στην αποθήκη. Γενικότερα η αναπλήρωση του συστήματος Mini Load δεν αποτελεί συνοπτική διαδικασία και συχνά απαιτεί εργασίες όπως ογκομέτρηση προϊόντων και συμπλήρωση διάφορων στοιχείων που απαιτούνται για την διαχείριση τους. Ακόμα όμως και αν τα παραπάνω έχουν γίνει, η τοποθέτηση σε κιβώτια και η διαδικασία απόθεσης τους στα υπόλοιπα αποθηκευτικά συστήματα του Mini Load απαιτεί χρόνο που δεν είναι αμελητέος. Προκειμένου να μην καθυστερήσουν οι αποστολές των παραγγελιών των πελατών, τα προϊόντα που παραλαμβάνονται οριακά καθυστερημένα αλλά και τα προϊόντα ειδικών παραγγελιών τοποθετούνται σε αυτές τις θέσεις μειώνοντας έτσι αισθητά τον χρόνο καθυστέρησης και διαχείρισης.

Βάση των παραπάνω ιδιαιτεροτήτων των αποθηκευτικών συστημάτων που ανήκουν στο Mini Load το WMS κλήθηκε να αποφασίσει αυτόνομα για την επιλογή του πιο κατάλληλου αποθηκευτικού συστήματος των προϊόντων που πληρούν τις προϋποθέσεις απόθεσης στο Mini Load. Για τον λόγο αυτό σχεδιάστηκε αλγόριθμος ο οποίος αναπαρίσταται γραφικά στο ακόλουθο σχήμα (σχήμα 6).



Αλγόριθμος εύρεσης κατάλληλου αποθηκευτικού συστήματος
Σχήμα 6

β. Η ποσότητα που ανά προϊόν είναι αναγκαία στο Mini Load σταθμίζεται από εξωτερικούς παράγοντες που έχουν άμεση σχέση με τις βραχυπρόθεσμες προβλέψεις πωλήσεων. Για τον λόγο αυτό το WMS διασυνδέθηκε με το λογισμικό προβλέψεων και αναπλήρωσης αποθεμάτων της επιχείρησης εξασφαλίζοντας αμφίδρομης μορφής επικοινωνία. Ο σχεδιασμός του συστήματος επικοινωνίας μεταξύ των δύο συστημάτων επιτρέπει την αποστολή παρελθοντικών στοιχείων διακίνησης των ειδών από το WMS προς το σύστημα προβλέψεων και την αποστολή των πληροφοριών ποσοτήτων και συσκευασιών ανά είδος από το σύστημα προβλέψεων προς το WMS ικανά να εξυπηρετήσουν το μεγαλύτερο μέρος των παραγγελιών πελατών από το σύστημα Mini Load για περίπου έναν μήνα. Σύμφωνα με τα στελέχη του

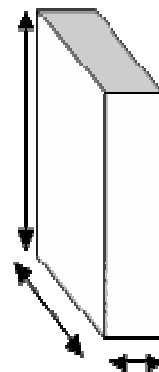
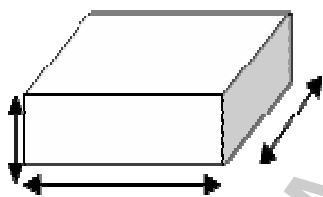
τιμήματος αγορών της επιχείρησης το χρονικό διάστημα του ενός μήνα αποτελεί ορόσημο μιας και σχετίζεται με την μικρότερη περίοδο σημαντικής εναλλαγής προτιμήσεων των πελατών και τάσεων πωλήσεων για την γκάμα των προϊόντων που εμπορεύεται η επιχείρηση. Συνοψίζοντας, με την υλοποίηση της διασύνδεσης αυτής το WMS λαμβάνει το σύνολο των πληροφοριών που χρειάζεται για να γνωρίζει τις ποσότητες ανά προϊόν που πρέπει να βρίσκονται στα αποθηκευτικά συστήματα του Mini Load για να καλύπτουν την ζήτηση.

γ. Εάν το Mini Load περιέχει ήδη την μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα για ένα προϊόν βάση των πληροφοριών που μοιράζεται με το σύστημα πρόβλεψης και διαχείρισης αποθεμάτων της επιχείρησης τότε η διαδικασία πρέπει να ακολουθηθεί είναι η ανακατεύθυνση των προϊόντων από την περιοχή παραλαβής του σε άλλα διαθέσιμα αποθηκευτικά συστήματα της αποθήκης εκτός του Mini Load. Όπως έχει ήδη σημειωθεί τα προϊόντα που πληρούν τις προϋπόθεσης απόθεσης τους στο Mini Load πρέπει να τοποθετούνται σε κιβώτια ούτως ώστε να μπορούν να μεταφερθούν στο σύστημα ραουλόδρομων. Προκειμένου να αποφευχθεί ανάσχεση της κίνησης των προϊόντων στην θέση εισαγωγής τους η προετοιμασία αυτή γίνεται στους χώρους παραλαβής προϊόντων. Το ίδιο συμβαίνει και με τα προϊόντα που διαθέτουν το αναγκαίο απόθεμα στο σύστημα Mini Load. Έτσι μέσω της διαδικασίας παραλαβής τους τοποθετούνται σε κιβώτια τα οποία με την σειρά τους τοποθετούνται σε παλέτες και στην συνέχεια μεταφέρονται σε συστοιχία ραφιών back to back που βρίσκονται κοντά στο Mini Load για να είναι διαθέσιμα για μελλοντική ανατροφοδοσία του συστήματος.

δ. Οι ποσότητες σε τεμάχια/συσκευασίες που πρέπει να περιέχει το κάθε κιβώτιο που αποστέλλεται για αποθήκευση στο σύστημα Mini Load υπολογίζονται από ειδικά σχεδιασμένο αλγόριθμο κιβωτιοποίησης που λαμβάνει υπόψη τα εξής στοιχεία:

- Κάθε προϊόν θεωρείται παραλληλόγραμμο με ωφέλιμες διαστάσεις που υπολογίζονται από ειδικό μηχάνημα ογκομέτρησης που βρίσκεται κοντά στον χώρο παραλαβής της αποθήκης. Έτσι για κάθε νεοεισαχθέν είδος το WMS ενημερώνεται για τις διαστάσεις του.

- Κάθε κιβώτιο δύναται να περιέχει απόθεμα του ίδιου μόνο προϊόντος και της ίδιας συσκευασίας
- Το μέγιστο βάρος κάθε κιβωτίου δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 20 κιλά
- Τα κιβώτια που χρησιμοποιούνται για την διαδικασία απόθεσης του Mini Load είναι πανομοιότυπα σε διαστάσεις
- Τα προϊόντα μπορούν να τοποθετηθούν στα κιβώτια στο σύνολο των επιφανειών τους εφόσον φυσικά το επιτρέπουν οι διαστάσεις του κιβωτίου. Για παράδειγμα αν το πλάτος και το ύψος του κιβωτίου είναι 5 cm, το μήκος 8 cm και οι διαστάσεις του προϊόντος είναι πλάτος 2 cm, μήκος 4 cm ύψος 8 cm τότε το προϊόν μπορεί να τοποθετηθεί με μία μόνο επιφάνεια του στο κιβώτιο.



(σχήμα 7)

- Η ποσότητα σε κάθε κιβώτιο δεν θα πρέπει να ξεπερνά την μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα του Mini Load ανά προϊόν
- ε. Τα βασικά στοιχεία/χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα σε επίπεδο προϊόντος για να καλυφθεί το σύνολο της διαχείρισης των προϊόντων στο Mini Load είναι τα εξής:
 - Κωδικός είδους
 - Περιεχόμενο Barcode (τεμαχίου ή και συσκευασίας)
 - Μονάδες μέτρησης και η ιεραρχική και ποσοτική σχέση μεταξύ τους
 - Περιγραφή είδους

- Διαστάσεις
- Χαρακτηριστικά αποθέματος (ημ/νίες έναρξης/λήξης, παρτίδες κτλ)
- Κατηγορίες/υποκατηγορίες ειδών
- Τιμή ένδειξης μη αποδοχής του είδους από το σύστημα Mini Load
- Βάρος ανά μονάδα μέτρησης

Η διαδικασία παραλαβής των προϊόντων αξιοποιεί όλα τα παραπάνω αποτελέσματα, πληροφορίες, δομές και δεδομένα με σκοπό να κατευθύνει τον χρήστη να τις αξιοποιήσει. Για τον λόγο αυτό κατά την διαδικασία παραλαβής επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν ασύρματα τερματικά αναγνώρισης barcode που είναι εξοπλισμένα με φωτεινή οθόνη 16x16 χαρακτήρων και ενσωματωμένο πληκτρολόγιο. Η φιλοσοφία του σχεδιασμού της εμφάνισης των απαραίτητων πληροφοριών και δεδομένων εισαγωγής / ανάκτησης είναι διαδραστική και ξεκινά πάντα από ερέθισμα του χρήστη είτε αυτό είναι η σάρωση ενός barcode ή η πληκτρολόγηση/επιλογή απλών προτυποποιημένων εντολών.

Η όλη διαδικασία ξεκινά όταν τα εμπορεύματα ξεφορτωθούν στις ράμπες παραλαβής με την σάρωση του μοναδικού κωδικού αναμενόμενης παραλαβής αφού πρώτα έχει γίνει η ταυτοποίηση της από εγκεκριμένο εργαζόμενο της αποθήκης. Έτσι κατά την διαδικασία παραλαβής το WMS θα εκτελεί συγκρίσεις μεταξύ του τι αναμένεται και τι παραλαμβάνεται. Το επόμενο βήμα είναι η σάρωση του barcode του προϊόντος/συσκευασίας από τον χρήστη. Αν το είδος πληρεί της προϋποθέσεις ένταξης του στο σύστημα Mini Load το ασύρματο τερματικό αναλαμβάνει να πληροφορήσει το χρήστη πόσα κιβώτια πρέπει να χρησιμοποιήσει, με ποια ποσότητα/συσκευασία να τα γεμίσει και τέλος αν τα κιβώτια προορίζονται για την είσοδο του Mini Load ή για προσωρινή αποθήκευση στον χώρο ραφιών back κοντά στο Mini Load για μελλοντική αναπλήρωση. Το σύνολο των κιβωτίων που χρησιμοποιούνται για την διαδικασία αυτή είναι προσημασμένα με μοναδικό barcode έτσι ώστε το περιεχόμενό τους να αναγνωρίζεται από μία απλή σάρωση του barcode του

κιβωτίου. Ο χρήστης επιβεβαιώνει το είδος βάση της σύντομης περιγραφής του που εμφανίζεται στην οθόνη καθώς και την ποσότητα που πρόσθεσε στο κιβώτιο. Στην συνέχεια τοποθετεί το κιβώτιο σε παλέτα που είτε είναι άδεια είτε περιέχει κιβώτια με τον ίδιο προορισμό και σαρώνει το barcode της παλέτας που τοποθετήθηκε το κιβώτιο. Όταν αυτή η παλέτα γεμίσει φορτηγός περονοφόρος αναλαμβάνει το έργο ενδοδιακίνησης της προς τον χώρο κεκλιμένων ράουλων παλετών δίπλα στην είσοδο του Mini Load. Ο οδηγός του περονοφόρου που είναι και αυτός εξοπλισμένος με ασύρματο τερματικό σαρώνει το barcode της παλέτας και όταν φτάνει στον προορισμό σαρώνει το barcode του χώρου κεκλιμένων ράουλων παλετών που βρίσκεται επικολημένο σε εμφανές και προσβάσιμο σημείο.

Για την εισαγωγή των κιβωτίων στους ραουλόδρομους του Mini Load το κάθε κιβώτιο τοποθετείται σε μεταφορέα ο οποίος είναι και αυτός προσημασμένος με μοναδικό barcode. Το WMS πρέπει να γνωρίζει ποιο κιβώτιο εισάγεται στο σύστημα ραουλόδρομων και σε ποιον μεταφορέα έτσι ώστε να καθορίσει την τελική θέση απόθεσής του. Για τον λόγο αυτό τοποθετήθηκε στην είσοδο του Mini Load σταθμός εργασίας με σταθερό υπολογιστή και σαρωτή barcode συνδεδεμένο με αυτόν. Το WMS χρειάζεται να παρέχει την δυνατότητα στον εργαζόμενο που εισάγει τα κιβώτια στο σύστημα να συνδέσει τα barcode του κιβωτίου και του μεταφορέα του καθώς και να παρέχει ένα πλήθος πληροφοριών σχετικά με την πρόοδο του κάθε κιβωτίου στο σύστημα (σχήμα 8).

3. Ανάλυση και σχεδιασμός διαδικασίας απόθεσης προϊόντων

Η διαδικασία την απόθεσης των προϊόντων στα αποθηκευτικά συστήματα του Mini Load χωρίζεται σε τρία βασικά μέρη. Αρχικά την εύρεση της πιο κατάλληλης θέσης αποθήκευσης, στην συνέχεια την μετάβαση του/των κιβωτίου/ων σε σταθμούς των επιπέδων 0,1 και 2 και τέλος την χειροκίνητη διαδικασία μεταφοράς των κιβωτίων από τον σταθμό στην τελική θέση απόθεσης των περιεχομένων τους.

1. Εύρεση της πιο κατάλληλης θέσης αποθήκευσης

Η εύρεση της πιο κατάλληλης θέσης αποθήκευσης προϋποθέτει μια σειρά από δεδομένα/πληροφορίες που στην συνέχεια θα επεξεργαστούν από το WMS για παρέχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Τα ζητούμενα που προκύπτουν είναι τα εξής:

- α. Πόσες θέσεις μπορεί να καταλαμβάνει ένα είδος και πως καθορίζεται η ποσότητα σε κάθε θέση;
- β. Ποιοι σταθμοί εξυπηρετούν καλύτερα ποιες θέσεις;
- γ. Έχει ιδιαίτερη σημασία να βρίσκονται ομοειδή προϊόντα κοντά μεταξύ τους;
- δ. Σε ποιες ενέργειες πρέπει να προβεί το WMS όταν ένας σταθμός είναι γεμάτος με κιβώτια που δεν έχουν τοποθετηθεί ακόμα στις τελικές θέσεις τους;
- ε. Πότε και με ποιον τρόπο μπορεί να γίνει αναπλήρωση των αποθεμάτων των ειδών που βρίσκονται αποθηκευμένα σε κιβώτια σε άλλους χώρους της αποθήκης;
- ζ. Σε ποιο σημείο της ευρύτερης διαδικασίας παραλαβής/απόθεσης πρέπει να εκτελείται ο αλγόριθμος εύρεσης κατάλληλης θέσης αποθήκευσης από το WMS;

Πριν γίνει η περιγραφή των απαντήσεων για τα παραπάνω ζητήματα πρέπει να σημειωθεί ότι η διαδικασία απόθεσης είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας συλλογής τόσο σε επίπεδο παραγωγικότητας και πρότυπων χρόνων όσο στην συμβολή της στην μείωση λαθών συλλογής. Ο γενικότερος κανόνας που δεν χρήζει περαιτέρω επιστημονικής εξήγησης είναι ότι ένα οποιοδήποτε σύστημα που χαρακτηρίζεται από τάξη και σωστή οργάνωση είναι σίγουρα πολύ πιο αποδοτικό σε σχέση με ένα σύστημα που δεν διέπεται από τα χαρακτηριστικά αυτά. Ακολουθώντας την αρχή αυτή στην συνέχεια δίνονται απαντήσεις στα παραπάνω ζητήματα:

- α. Ο αριθμός θέσεων που μπορεί να καταλαμβάνει ένα είδος εξαρτάται από την μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα που καθορίζεται από το λογισμικό

προβλέψεων και αναπλήρωσης αποθεμάτων και είναι διασυνδεδεμένο με το WMS. Παράλληλα εξαρτάται και από την μέγιστη χωρητικότητα των τελικών θέσεων απόθεσης. Το WMS γνωρίζοντας το σύνολο των στοιχείων των θέσεων, μεταξύ αυτών και των διαστάσεων τους, καλείται να διαχειριστεί την χωρητικότητα τους μέσω της χρήσης αλγορίθμου πλήρωσης θέσεων. Το αποτέλεσμα εκφράζεται σε μέγιστο αριθμό τεμαχίων ή συσκευασιών που μπορεί να περιέχει μία θέση χωρίς να προκύπτουν προβλήματα υπερχειλίσης των προϊόντων. Για τον σκοπό αυτό υιοθετήθηκε η λογική της χύδην προσέγγισης, δηλαδή να αντιμετωπίζονται οι θέσεις ως δοχεία που πρέπει να συμπληρωθούν με υγρά. Συμπληρωματικά, βάση δειγματοληπτικών μετρήσεων προσδιορίστηκε ως συντελεστής πλήρωσης μίας θέσης με το ποσοστό 35%. Αυτό σημαίνει ότι από τον διαθέσιμο όγκο μίας θέσης μόνο το 65% είναι το ωφέλιμο. Λόγο πιθανών αποκλίσεων η πληροφορία αυτή αποθηκεύτηκε μαζί με τις υπόλοιπες πληροφορίες των ειδών στην βάση δεδομένων του WMS έτσι ώστε εγκεκριμένος εργαζόμενος να μπορεί να επαναπροσδιορίζει το ποσοστό αυτό αν χρειαστεί. Κάθε φορά που ένα νέο είδος καταφτάνει στην αποθήκη αμέσως μετά την μέτρηση των διαστάσεων του και εφόσον ανήκει στο σύστημα Mini Load το WMS υπολογίζει αρχικά την χωρητικότητα της θέσης (όλες οι θέσεις είναι ίδιων διαστάσεων οπότε ο υπολογισμός δεν διαφέρει από είδος σε είδος) σε αριθμό τεμαχίων ή και συσκευασιών και στην συνέχεια πόσες θέσεις μπορεί αυτό τι είδος να καταλαμβάνει. Επίσης κάθε φορά που η πρόβλεψη της ποσότητας του είδους αλλάζει τα δεδομένα αυτά επαναυπολογίζονται από το WMS. Το WMS τέλος ειδοποιεί τους διαχειριστές του κάθε φορά που προκύπτει ασυμβατότητα σε σχέση με το απόθεμα των ειδών στις θέσεις αποθήκευσης και των υπολογισμένων στοιχείων έτσι ώστε να προβούν στις απαραίτητες ενέργειες (π.χ. απομάκρυνση του αποθέματος αν δεν χρειάζεται πια) για την διευθέτηση του προβλήματος. Συνδυαστικά με την παραπάνω λειτουργία εκτελείται και η διαδικασία εύρεσης του κατάλληλου αποθηκευτικού συστήματος που προαναφέρθηκε.

β. Ο καθορισμός των σταθμών που εξυπηρετούν καλύτερα μία προς μία τις θέσεις των αποθηκευτικών συστημάτων εξαρτάται αποκλειστικά από την

εγγύτητα τους σε αυτές. Έτσι σε επίπεδων πλευρών διαδρόμων κάθε θέση χαρακτηρίστηκε με τον σταθμό από τον οποίο εξυπηρετείται πράγμα που συνιστά μία ολοκληρωμένη σύνδεση μεταξύ τους. Η πληροφορία αυτή αποθηκεύτηκε στην βάση δεδομένων του WMS έτσι ώστε αν στο μέλλον αποφασιστεί η κατάργηση ενός ή περισσοτέρων σταθμών να είναι εφικτό από εγκεκριμένο χρήστη του WMS.

γ. Στο ερώτημα αν έχει ιδιαίτερη σημασία να βρίσκονται ομοειδή προϊόντα κοντά μεταξύ τους οι υπεύθυνοι της επιχείρησης απάντησαν ότι αρκετές από τις παραγγελίες πελατών συνθέτονται από προϊόντα ενός προμηθευτή. Για παράδειγμα κάποιος που θα αγοράσει διακόπτες της εταιρίας Legrand κατά πάσα πιθανότητα θα αγοράσει και πρίζες, φωτιστικά και μικροαντικείμενα της ίδιας εταιρίας καθιστώντας την συλλογή τους πιο γρήγορη και αποδοτική (ειδικά αν πρόκειται για θέσεις συλλογής που εξυπηρετούνται από τον ίδιο σταθμό). Η ανάγκη αυτή όμως έρχεται σε σύγκρουση με ένα άλλο δεδομένο που σχεδόν την αναιρεί ως πιθανή λύση. Η σειρά με την οποία τα κιβώτια εισέρχονται στο σύστημα δεν ακολουθεί κανένα κανόνα και ταυτόχρονα δεν είναι γνωστό εξ' αρχής το σύνολο των εντολών αγοράς, και κατά συνέπεια αναμενόμενων παραλαβών, ακόμα και σε ορισμένο χρονικό εύρος. Επιπρόσθετα η προδέσμευση θέσεων για μελλοντικές παραλαβές βάση προβλέψεων δεν θα αποτελούσε λύση διότι θα συνέβαλε σε μεγάλη διασπορά προϊόντων στους χώρους αποθήκευσης (δηλαδή αρκετές κενές θέσεις μεταξύ προϊόντων) σε περιόδους μικρής κίνησης. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να λυθεί όμως σε ποιο μικρή κλίμακα με την αναζήτηση από το WMS της πιο κοντινής άδειας θέσης σε θέση που ήδη υπάρχει προϊόν του ίδιου προμηθευτή. Το τελευταίο δεν εξασφαλίζει την διευθέτηση της συγκεκριμένης ανάγκης στο έπακρο παρέχει όμως τελικά καλό αποτέλεσμα. Για να λυθεί το πρόβλημα της εγγύτητας μεταξύ θέσεων κάθε θέση χαρακτηρίστηκε από έναν μοναδικό αύξων αριθμό με τέτοιο τρόπο ώστε να αυξάνεται καθώς απομακρύνεται κάποιος από το πρώτο ράφι του πρώτου διαδρόμου σε κάθε όροφο. Έτσι λοιπόν η μικρότερη απόλυτη διαφορά μεταξύ του αριθμού της θέσης που περιέχει απόθεμα ενός προϊόντος με τους αριθμούς των υπόλοιπων άδειων θέσεων είναι και η πιο κοντινή.

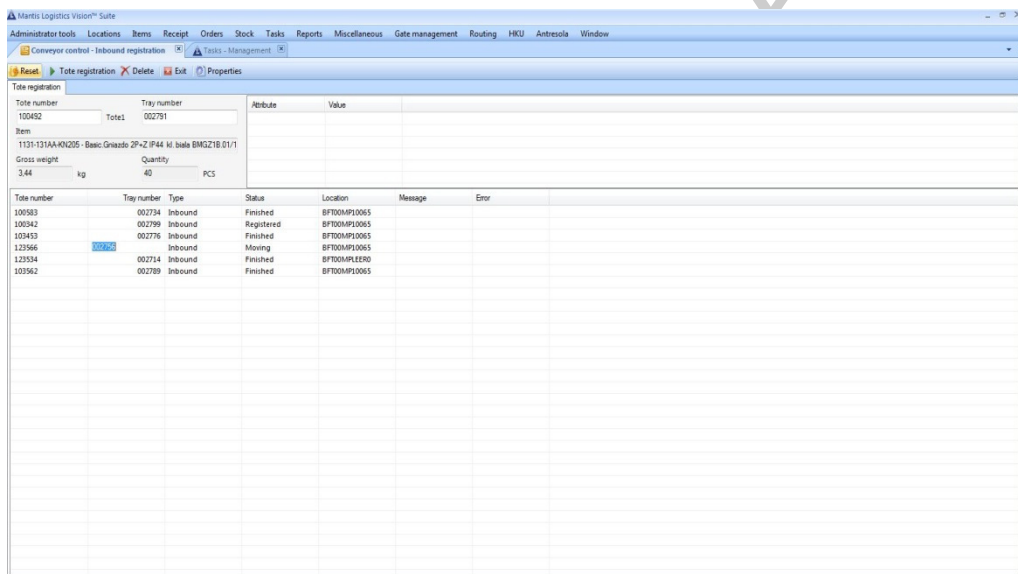
δ. Το πρόβλημα αυτό εμφανίστηκε κατά τις πρώτες μέρες λειτουργίας του WMS για τον λόγο ότι δεν είχε προβλεφθεί εξαρχής. Κάθε σταθμός εξυπηρετεί 2445 θέσεις ραφιών back to back γεγονός που πολλές φορές δημιουργεί αυξημένη κίνηση κιβωτίων σε κάθε σταθμό λόγω του ότι οι εργαζόμενοι δεν μπορούν να ανταποκριθούν άμεσα. Το αποτέλεσμα είναι τα κιβώτια να μην κατευθύνονται στον γεμάτο σταθμό (κάθε σταθμός έχει χωρητικότητα 20 κιβωτίων) και να χρειάζεται να κάνουν συνεχόμενους κύκλους στο σύστημα ραουλόδρομων μέχρι να ελευθερωθεί χώρος στον σταθμό. Το πρόβλημα που δημιουργείται είναι ότι σε κάθε σταθμό μπορούν να λειτουργήσουν παράλληλα μέχρι τέσσερεις εργαζόμενοι (λόγο περιορισμένου χώρου) και ταυτόχρονα παραμένουν ανεκμετάλλετοι εργαζόμενοι σε άλλους σταθμούς του συστήματος. Ταυτόχρονα τα κιβώτια που απορρίπτονται λόγω χώρου από τους σταθμούς επιφορτίζουν τους ραουλόδρομους με επιπλέον έργο γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της ταχύτητας διεκπεραίωση ειδικά αν παράλληλα εκτελούνται και εργασίες συλλογής. Για να λυθεί αυτό το πρόβλημα το WMS υιοθέτησε την λογική της εγγύτητας θέσεων ακριβώς όπως το ζήτημα της περίπτωσης (γ) αυτήν την φορά όμως για τους σταθμούς. Έτσι κάθε σταθμός χαρακτηρίστηκε από αύξων αριθμό ξεκινώντας από την είσοδο του Mini Load και προχωρώντας σύμφωνα με την φορά της κίνησης των κιβωτίων όπως αυτή διαγράφεται στα σχήματα 1,2 και 3. Λόγω της διασύνδεσης μεταξύ του WMS και του Mini Load και βάση των πληροφοριών που ανταλλάσσονται το WMS γνωρίζει ανά πάσα στιγμή που βρίσκεται το κάθε κιβώτιο. Επιπρόσθετα κάθε φορά που αφαιρείται ένα κιβώτιο από έναν σταθμό η κίνηση αυτή δηλώνεται στο WMS μέσω ασύρματου τερματικού και κατά συνέπεια όλα τα δεδομένα για την ομοιόμορφη διανομή των κιβωτίων σε σταθμούς είναι διαθέσιμα. Έτσι όταν το WMS γνωρίζει ότι ένας σταθμός είναι κατειλημμένος θα αναζητήσει νέα τελική θέση απόθεσης σε θέση που ανήκει σε σταθμό κοντά στον αρχικά επιλεγμένο. Αν λόγω χωρητικότητας δεν βρεθεί νέα θέση για το είδος τότε αναγκαστικά το κιβώτιο θα πραγματοποιεί συνεχόμενες διαδρομές μέχρι να αδειάσει ο προεπιλεγμένος σταθμός. Στην πράξη λόγω σωστής διαχείρισης

των κατηγοριών των ειδών που συμμετέχουν στο Mini Load το τελευταίο είναι απίθανο να συμβεί.

ε. Μία σειρά από αναφορές (reports) πληροφορούν τον διαχειριστή του WMS για ασυμφωνίες μεταξύ του αποθέματος που θα έπρεπε να βρίσκεται στο Mini Load και την στιγμιαία εικόνα του τρέχοντος αποθέματος συνδυαστικά με το τι πρόκειται να εισαχθεί από τον χώρο παραλαβών. Ο διαχειριστής είναι υπεύθυνος για το πότε πρέπει αυτή η διαδικασία να ξεκινήσει και μπορεί να την αρχικοποιήσει με ένα απλό πάτημα ενός κουμπιού. Το σύστημα τότε δημιουργεί εργασίες ανατροφοδοσίας οι οποίες είναι διαθέσιμες στα φορητά τερματικά μιας ομάδας εργαζομένων της αποθήκης που αναλαμβάνει την εκτέλεσή τους. Ο εργαζόμενος μετακινεί τις παλέτες που περιέχουν κιβώτια με προϊόντα στον χώρο κεκλιμένων ράουλων κοντά στην είσοδο του συστήματος. Κάθε παλέτα μπορεί να περιέχει μέχρι περίπου 40 κιβώτια και εξ αυτών δεν είναι σίγουρο αν θα χρειαστούν όλα για ανατροφοδότηση. Οι παλέτες αυτές αποτελούνται από πολλούς κωδικούς ειδών και ο εργαζόμενος χρειάζεται να βρει τους συγκεκριμένους αριθμούς κιβωτίων που έχουν επιλεγεί από το σύστημα. Ως ποιο σύντομη διαδικασία επιλέχθηκε η σάρωση όλων των barcode των κιβωτίων που βρίσκονται σε μία παλέτα και στην περίπτωση που το WMS δεν επιτρέψει σε κάποια την είσοδο τους ο εργαζόμενος ενημερώνεται με το αντίστοιχο μήνυμα.

ζ. Ο προσδιορισμός της καταλληλότερης θέσης αποθήκευσης επιλέχθηκε να γίνεται στην θέση εργασίας που βρίσκεται στην είσοδο του συστήματος (σχήμα 1). Στο σημείο αυτό είναι σχεδόν σίγουρο ότι το κιβώτιο θα καταλήξει στην τελική του θέση άμεσα και δεν θα αντιμετωπιστούν προβλήματα χρονισμού σε σχέση με το πότε ένα κιβώτιο δηλώθηκε στο σύστημα και πότε τοποθετήθηκε στο σύστημα ραουλόδρομων, ετεροχρονισμός που μπορεί να συμβεί μιας και στην διαδικασία εμπλέκονται χειροκίνητες ενέργειες και μετακινήσεις αποθεμάτων από εργαζόμενους. Εκτός από τα παραπάνω μία ακόμα ανάγκη είναι και η «ελεύθερη» είσοδος κιβωτίων με προϊόντα, ακόμα και αν δεν σχετίζεται με την διαδικασία παραλαβής ή ανατροφοδοσίας. Έτσι λοιπόν για να καλυφθεί το σύνολο των απαιτήσεων η είσοδος του Mini Load

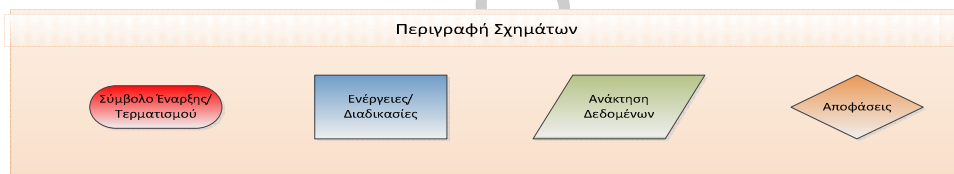
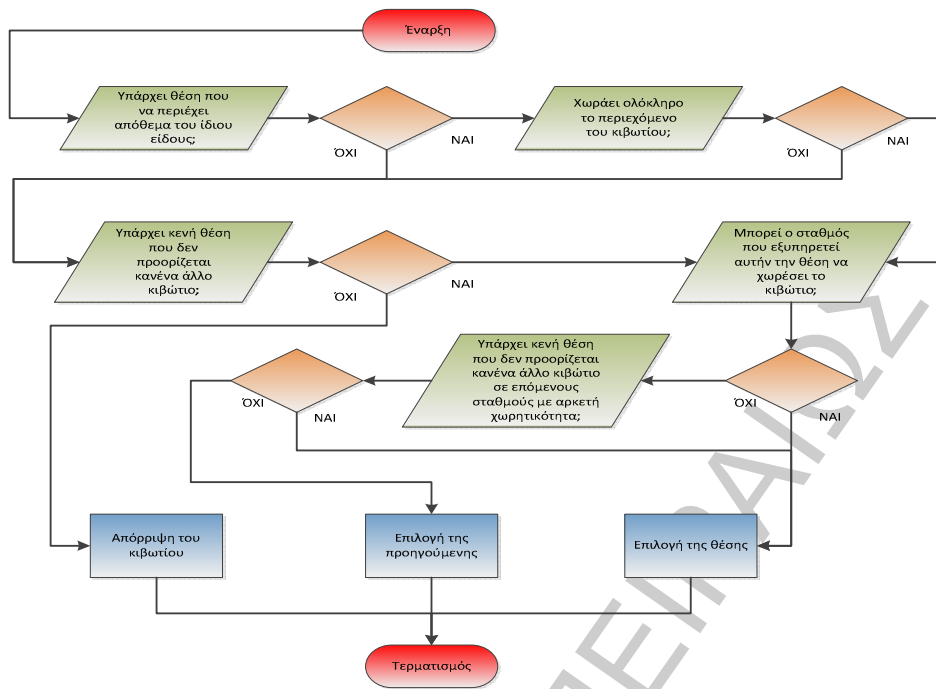
επιλέχθηκε ως σημείο κατά το οποίο αρχικά δηλώνεται η τοποθέτηση του κιβωτίου και του μεταφορέα του, επιλέγεται η καταλληλότερη θέση αποθήκευσης και σχεδιάζεται η διαδρομή του κιβωτίου στο σύστημα των ραουλόδρομων. Στο σχήμα 9 παρουσιάζεται η φόρμα δήλωσης των κιβωτίων στο WMS και κατ'επέκταση στο Mini Load. Η ίδια φόρμα αναλαμβάνει την επικοινωνία με τους ραουλόδρομους και την επιλογή της καταλληλότερης θέσης αποθήκευσης. Σε περίπτωση που το κιβώτιο απορριφθεί το κατάλληλο μήνυμα ειδοποιεί τον χρήστη ακριβώς μετά την σάρωση του barcode του.



(σχήμα 8)

Στην παραπάνω φόρμα ο εργαζόμενος σαρώνει το barcode του μεταφορέα, στην συνέχεια το barcode του κιβωτίου και οι πληροφορίες αυτές εμφανίζονται στο κάτω μέρος της φόρμας εφόσον το κιβώτιο δεν απορριφθεί. Στην κολώνα “status” μπορεί να δει την αν το κιβώτιο κινείται, αν είναι απλά δηλωμένο στο σύστημα χωρίς να έχει τοποθετηθεί στον ραουλόδρομο και αν έχει φτάσει σε σταθμό. Στην κολώνα “Location” αναγράφεται ο σταθμός που βρίσκεται το κιβώτιο.

Το επόμενο διάγραμμα (σχήμα 9) περιγράφει τον αλγόριθμο επιλογής της καταλληλότερης θέσης απόθεσης.



Αλγόριθμος εύρεσης καταλληλότερης θέσης απόθεσης
Σχήμα 9

2. Διαδικασία μεταφοράς των κιβωτίων από τον σταθμό στην τελική θέση απόθεσης και επανατοποθέτηση τους στον ραουλόδρομο

Κατά την διαδικασία μεταφοράς των κιβωτίων από τον σταθμό στην τελική θέση απόθεσης ο εργαζόμενος αφαιρεί το κιβώτιο μαζί με τον μεταφορέα του από τον σταθμό και το τοποθετεί σε τροχήλατο όχημα. Για να δηλώσει την κίνηση του αυτή στο WMS σαρώνει το barcode κιβωτίου και στην οθόνη του ασύρματου τερματικού με το οποίο είναι εξοπλισμένος εμφανίζεται ο κωδικός της τελικής θέσης απόθεσης που επιλέχθηκε από το σύστημα σε προηγούμενο στάδιο καθώς και στοιχεία του είδους που περιέχεται στο κιβώτιο. Ο εργαζόμενος αφού βρει την επιλεγμένη θέση σαρώνει το barcode που είναι επικολλημένο σε αυτήν. Με το τελευταίο αυτό βήμα εκτός του ότι επιβεβαιώνεται ότι ο εργαζόμενος έχει βρει την σωστή θέση, το WMS

ενημερώνει την βάση δεδομένων του για την νέα θέση του αποθέματος και το καθιστά διαθέσιμο για συλλογή. Αν η θέση είναι κατειλημμένη από άλλο είδος ή ολόκληρη η ποσότητα του κιβωτίου δεν χωράει στην θέση, ο εργαζόμενος σαρώνει το barcode της θέσης και δηλώνει το πρόβλημα. Επιπρόσθετα σαρώνει το barcode για να δηλώσει ότι το κιβώτιο πρέπει να επιστρέψει στην είσοδο του συστήματος για νέα δήλωση και επανατοποθέτηση.

Στην συνέχεια ο εργαζόμενος μεταφέρει το κιβώτιο (άδειο ή μη) και τον μεταφορέα του στον ραουλόδρομο και το WMS αναλαμβάνει να το κατευθύνει στην έξοδο άδειων κιβωτίων στο επίπεδο μηδέν της εγκατάστασης (σχήμα 1). Σε περίπτωση που ο εργαζόμενος δεν δηλώσει στο ασύρματο τερματικό την τελική θέση απόθεσης ή δεν σαρώσει το barcode του κιβωτίου με την αντίστοιχη εντολή εξόδου (σε περίπτωση λάθους αποθέματος στην θέση) και επανατοποθετήσει το γεμάτο κιβώτιο με τον μεταφορέα του στον ραουλόδρομο το κιβώτιο θα ανακατευθυνθεί στον ίδιο σταθμό για να επαναληφθεί η διαδικασία.

Στην περίπτωση που ο σταθμός ανήκει στην ζώνη αναπλήρωσης του συστήματος ραφιών Pick by Light ο εργαζόμενος αρκεί να σαρώσει το barcode του κιβωτίου και αυτόματα θα εμφανιστεί φωτεινή ένδειξη στην θέση που πρέπει να τοποθετηθούν τα περιεχόμενα του κιβωτίου. Αφού ο εργαζόμενος τοποθετήσει το απόθεμα, πατάει το κουμπί της φωτεινής ένδειξης για να δηλώσει στο σύστημα ότι η κίνηση ολοκληρώθηκε.

3.2.1.2 Ροή εξερχομένων

Η διαδικασία διεκπεραίωσης παραγγελιών του πελάτη αποτελεί σίγουρα την πιο σημαντική διαδικασία σε μία αποθήκη. Η προετοιμασία για την έναρξη της διαδικασίας εκτέλεσης των παραγγελιών των πελατών, ο σχεδιασμός καταμερισμού των εργασιών και ανάθεσης τους στους εργαζόμενους, η προληπτική αναπλήρωση αποθεμάτων σε θέσεις συλλογής, ο σχεδιασμός δρομολόγησης / προ-δρομολόγησης και το πλάνο φόρτωσης φορτηγών είναι μερικές από τις πιο κρίσιμες λειτουργίες που χρειάζεται να εκτελούνται στην αποθήκη, η ποιότητα των οποίων καθορίζει το

ποιοτικό επίπεδο των υπηρεσιών που προσφέρει η επιχείρηση στους πελάτες της και διαμορφώνει τις προϋποθέσεις για επιτυχημένη και παραγωγική λειτουργία.

Στόχος αυτής της διαδρομής που αποτελεί μέρος της διεκπεραίωσης παραγγελιών είναι η συμπλήρωση κιβωτίων με προϊόντα από το σύστημα Mini Load με απώτερο σκοπό την εξυπηρέτηση των αναγκών των πελατών της επιχείρησης που εκφράζονται στο WMS μέσω των παραγγελιών πωλήσεων. Οι παραγγελίες πωλήσεων από μηχανογραφική άποψη είναι μία δομή που περιέχει το σύνολο των αξιώσεων του πελάτη από την επιχείρηση και έχει παρόμοια μορφή με την μορφή των αναμενόμενων παραλαβών με αρκετές διαφορές όμως τόσο ως προς τα στοιχεία/δεδομένα που τις συνθέτουν όσο και από πλευρά εμπλεκόμενων διαδικασιών.

Τα ελάχιστα κύρια (master) στοιχεία που πρέπει να έχει μία τέτοια δομή είναι τα εξής:

- Κωδικός παραγγελίας
- Κωδικός επιχειρησιακής μονάδας
Για εγκαταστάσεις με περισσότερες από μία αποθήκες (π.χ. κεντρική αποθήκη και συμπληρωματικές αποθήκες τα υποκαταστήματα της επιχείρησης)
- Κωδικός αποθέτη
Αφορά την διαχείριση πολλαπλών κυριοτήτων των αποθεμάτων (3PL)
- Τύπος παραγγελίας
- Κατάσταση παραγγελίας
- Κωδικός πελάτη
- Στοιχεία πελάτη
Διεύθυνση, ταχυδρομικός κώδικας, πόλη, περιοχή, χώρα, γεωγραφικός τομέας
- Κωδικός παραλήπτη
- Στοιχεία παραλήπτη
Διεύθυνση, ταχυδρομικός κώδικας, πόλη, περιοχή, χώρα, γεωγραφικός τομέας
- Στοιχεία παράδοσης
Διεύθυνση, ταχυδρομικός κώδικας, πόλη, περιοχή, χώρα, γεωγραφικός τομέας
- Ημερομηνία εισαγωγής παραγγελίας στο σύστημα
- Αναμενόμενη ημερομηνία αποστολής
- Αναμενόμενη ημερομηνία εκτέλεσης

- Αναμενόμενη ημερομηνία παράδοσης
- Κωδικός αποστολής
Αφορά ανάγκη του πελάτη για πολλαπλές αποστολές για την ίδια παραγγελία
- Τρόπος αποστολής
Με ποιο μέσο θα παραδοθεί το απόθεμα
- Κωδικός/Πινακίδα φορτηγού
- Κωδικός πρακτορείου

Ως ελάχιστα αναλυτικά (detail) στοιχεία που πρέπει να έχει μία τέτοια δομή είναι τα εξής:

- Κωδικός είδους
- Παραγγελθείσα ποσότητα
- Μονάδα μέτρησης
- Χαρακτηριστικά αποθεμάτων (αν ζητούνται) όπως ημ/νία παραγωγής/λήξης, παρτίδα, σειριακοί αριθμοί κ.α.

Μία ιδιαιτερότητα της διαδικασίας συλλογής παραγγελιών για είδη που ανήκουν στο Mini Load έγκειται στο γεγονός ότι δεν μπορούν να εκτελεστούν λειτουργίες ομαδοποιημένης συλλογής (δηλαδή ενοποίηση του συνόλου των παραγγελιών και εκ των υστέρων διαλογή των προϊόντων ανά παραγγελία) διότι ένα κιβώτιο δύναται να περιέχει απόθεμα ενός μόνο σημείου παράδοσης, του ίδιου πελάτη και του ίδιου παραλήπτη.

1. Περιγραφή φυσικής διαδικασίας

Για την συλλογή των παραγγελιών η επιχείρηση έχει επιλέξει την χρήση χαρτοκιβωτίων τριών διαφορετικών διαστάσεων. Η διαδρομή τους ξεκινά από το κατώτερο επίπεδο του Mini Load στον χώρο προετοιμασίας κιβωτίων (σχήμα 1). Εργαζόμενος σε αυτόν τον χώρο τοποθετεί τα κιβώτια σε μεταφορείς (όπως ακριβώς στην διαδικασία απόθεσης) και τα κιβώτια μεταφέρονται από το WMS στους κατάλληλους σταθμούς των επιπέδων 0,1 και 3 όπου μία ομάδα

Διπλωματική Εργασία: Η εφαρμογή αυτοματοποιημένων συστημάτων αποθήκευσης και ανάκτησης προϊόντων (MINI LOAD) σε συνεργασία με σύγχρονο WMS για την κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών εταιρίας εξωτερικού

εργαζομένων αναλαμβάνει να τα γεμίσει σύμφωνα με τις απαιτήσεις της παραγγελίας.

Με το πέρας των εργασιών συλλογής το κιβώτιο επανατοποθετείται στον ραουλόδρομο από τον εργαζόμενο και συνεχίζει την πορεία του προς επόμενο σταθμό, αν υπάρχουν και άλλες εργασίες συλλογής, ή στον χώρο ελέγχου και συμπληρωματικής συλλογής.

Ο χώρος ελέγχου και συμπληρωματικής συλλογής (σχήμα 4) σχεδιάστηκε για τις εξής λειτουργίες/διαδικασίες:

- ποσοτικό και ποιοτικό έλεγχο του περιεχομένου των κιβωτίων
- συμπλήρωση ειδών ειδικών παραγγελιών ή έκτακτων παραλαβών από τον χώρο ραφιών δίπλα σε αυτό το σύστημα
- τοποθέτηση στα κιβώτια φυλλαδίων και εγχειριδίων χρήσης
- κλείσιμο κιβωτίων με ταινία που έχει τα χαρακτηριστικά της επιχείρησης

Αφού ο εργαζόμενος στον χώρο αυτόν τελειώσει με τις απαραίτητες εργασίες επανατοποθετεί το κιβώτιο σε κεκλιμένο ταινιόδρομο που επικοινωνεί με ανεξάρτητο ραουλόδρομο που καταλήγει στον χώρο διαλογής (σχήμα 5). Τα κιβώτια διανέμονται στο χώρο διαλογής σύμφωνα με λογική που θα αναλυθεί στην πορεία, τοποθετούνται σε παλέτες οι οποίες με την σειρά τους μεταφέρονται στον χώρο ενοποίησης για να προστεθούν είδη από τα υπόλοιπα αποθηκευτικά συστήματα της αποθήκης.

2. Ζητήματα διαδικασιών/λειτουργίας κατά την διαδικασία συλλογής

Τα ζητήματα που προκύπτουν κατά την διαδικασία συλλογής αφορούν αρχικά τα βασικά στοιχεία λειτουργίας που συνοψίζονται στις εξής διαδικασίες:

α. Διαδικασία προετοιμασίας κιβωτίων

Ο χρήστης που βρίσκεται στην περιοχή προετοιμασίας κιβωτίων πρέπει αρχικά να ειδοποιείται για τον αριθμό και τον τύπο των κιβωτίων που πρέπει να προετοιμάσει. Στην συνέχεια πρέπει να επικολλήσει ετικέτες με μοναδικά barcode σε κάθε κιβώτιο να τα τοποθετήσει στον μεταφορέα τους και να

δηλώσει στο WMS ότι προσέθεσε τα κιβώτια στον ραουλόδρομο αποτυπώνοντας στο σύστημα τις απαραίτητες πληροφορίες. Πριν όμως γίνουν όλα αυτά το WMS πρέπει να προϋπολογίσει πόσα κιβώτια θα χρειαστούν ανά παραγγελία πελάτη και τι τύπου κιβώτια. Για τον λόγο αυτό ορίστηκαν οι ακόλουθες μεταβλητές που χρησιμοποιούνται από το WMS για τη εξεύρεση του αριθμού και τύπου των κιβωτίων:

- Μεταβλητή μέγιστης επιτρεπόμενης πλήρωσης (ML). Η μεταβλητή αυτή αποθηκεύεται σε επίπεδο συσκευασίας κιβωτίου και υπάρχει για να αποφεύγονται υπερπληρώσεις κιβωτίων και είναι τύπου ποσοστού.

- Μεταβλητή προσδιορισμού συχνότητας διέλευσης σε σταθμούς (R). Η μεταβλητή R εισήχθη στον αλγόριθμο έτσι ώστε να υπάρχει παραμετρικός τρόπος για να μειωθούν οι στάσεις των κιβωτίων σε πολλούς σταθμούς σταθμούς. Αποτελεί ποσοστό της μεταβλητής ML και ενεργεί ως εξής. Αν ένα κιβώτιο χωράει τα είδη μιας παραγγελίας, πληροί τις προϋποθέσεις μέγιστου βάρους και όγκου συμπεριλαμβάνοντας την μεταβλητή ML και ταυτόχρονα πρέπει να σταματήσει σε δύο σταθμούς, η στάση στον δεύτερο σταθμό δεν θα πραγματοποιηθεί εάν ο όγκος των ειδών του δεύτερου σταθμού ξεπερνά το ποσοστό όγκου που είναι δηλωμένο στην τιμή της μεταβλητής R. Αν για παράδειγμα ο όγκος του κιβωτίου είναι 100 [cm³] και η μεταβλητή ML 80% τότε ο συνολικός διαθέσιμος όγκος του κιβωτίου είναι 80 [cm³]. Αν η μεταβλητή R είναι 50%, ο όγκος των ειδών που συλλέχθηκαν από τον πρώτο σταθμό 35 [cm³] και ο όγκος των ειδών που ανήκουν στον δεύτερο σταθμό 10 [cm³] (Άρα $35 + 10 = 45 > 40$) τότε το κιβώτιο θα θεωρηθεί πλήρες και ο αλγόριθμος θα προϋπολογίσει και δεύτερο κιβώτιο για την συλλογή της παραγγελίας. Αν αντίθετα ο όγκος των ειδών που ανήκουν στον δεύτερο σταθμό είναι μικρότερος από 5 [cm³] τότε το ίδιο κιβώτιο θα σταματούσε και στους δύο σταθμούς και θα γέμιζε με το σύνολο των ειδών της παραγγελίας. Κατά συνέπεια η ισχύς της μεταβλητής αυτής μηδενίζεται αν η τιμή της είναι 100. Και αυτός ο αλγόριθμος είναι τύπου χύδην, θεωρεί δηλαδή ότι τα κιβώτια είναι δοχεία και τα περιεχόμενα υγρά. Πέρα από την ύπαρξη των δύο παραπάνω μεταβλητών ένα ακόμα χαρακτηριστικό που τον διαφοροποιεί από

τον αλγόριθμο μέτρησης χωρητικότητας των θέσεων είναι οι τρεις διαφορετικοί τύποι κιβωτίων ως προς τις διαστάσεις τους. Η επιλογή των καταλληλότερων έχει ως πρώτο κριτήριο την χρησιμοποίηση όσο το δυνατό λιγότερων κιβωτίων και την μέγιστη δυνατή πλήρωση τους εφόσον πληρούν τις παραπάνω προϋποθέσεις βάση των μεταβλητών, του μέγιστου βάρους και όγκου.

Ο αλγόριθμος προκιβωτιοποίησης εκτελείται όταν ο διαχειριστής του WMS «ελευθερώσει» τις επιλεγμένες παραγγελίες πελατών. Μετά από αυτήν την ενέργεια ο εργαζόμενος βλέπει σε ειδικά σχεδιασμένη φόρμα (σχήμα 10) πόσα κιβώτια ανά τύπο πρέπει να προετοιμάσει. Τα κιβώτια των παραγγελιών είναι σηματοδοτημένα με barcode διαφορετικής μορφής ανά τύπο. Έτσι το barcode των μεγάλων κιβωτίων ξεκινά με 19 των μεσαίων με 20 και των μικρών με 21. Αυτό διευκολύνει στον μηδενισμό λαθών από αυτόν τον εργαζόμενο μιας και δεν είναι δυνατό να εισάγει στο σύστημα λάθος τύπο κιβωτίου μετά την σάρωση του barcode.

Στην φόρμα που εμφανίζεται στο σχήμα 10 ο εργαζόμενος σαρώνει το barcode του μεταφορέα στην συνέχεια το barcode του κιβωτίου και τοποθετεί το κιβώτιο πάνω στο ραουλόδρομο. Κάθε φορά που ο εργαζόμενος σαρώνει και τα δύο στοιχεία ο αριθμός του αντίστοιχου τύπου κιβωτίου μειώνεται κατά μία μονάδα έως ότου εξαφανιστούν.

Τέλος τα κιβώτια καταλήγουν για αρχή στον πιο κοντινό σταθμό από την είσοδο του συστήματος.

Tote number	Tray number	Type	Status	Location	Message	Error
13173629	003515	Outbound	Moving	EFT00MPS0094		
13204723	003521	Outbound	Finished	EFT00MPS0096		
13185562	004640	Outbound	Moving	EFT00MPS0094		
13185589	003326	Outbound	Moving	EFT00MPS0097		
13204785	001564	Outbound	Finished	EFT00MPS0091		
13185567	002319	Outbound	Finished	EFT00MPS0098		
13185596	001023	Outbound	Finished	EFT00MPS0099		
13204723	005852	Outbound	Moving	EFT00MPS0094		
13204691	003688	Outbound	Moving	EFT00MPS0094		
13204698	009335	Outbound	Moving	EFT00MPS0094		
13204648	001834	Outbound	Moving	EFT00MPS0093		
131736784	002399	Outbound	Finished	EFT00MPS0097		
13204644	009546	Outbound	Finished	EFT00MPS0092		
13204687	009416	Outbound	Finished	EFT00MPS0095		
13204696	004860	Outbound	Finished	EFT00MPS0099		
131736894	007252	Outbound	Moving	EFT00MPS0098		
13185734	009489	Outbound	Finished	EFT00MPS0099		
131736724	004251	Outbound	Finished	EFT00MPS0093		
13204626	002684	Outbound	Finished	EFT00MPS0095		
13185583	009256	Outbound	Moving	EFT00MPS0093		

(Σχήμα 10)

β. Διαδικασία συλλογής

Ο εργαζόμενος στον σταθμό σαρώνει το barcode του κιβωτίου και στην οθόνη του ασύρματου τερματικού εμφανίζεται η θέση, το είδος, η ποσότητα και η συσκευασία του είδους που πρέπει να συλλεχθεί. Στην συνέχεια και όταν ο εργαζόμενος σαρώσει το barcode της θέσης και το barcode του είδους, πληκτρολογήσει την ποσότητα που συνέλεξε και τέλος σαρώσει ξανά το barcode του κιβωτίου, η επόμενη εργασία συλλογής εμφανίζεται στο ασύρματο τερματικό εφόσον αφορά εργασία που ανήκει στο συγκεκριμένο σταθμό. Όταν εκτελεστούν όλες οι εργασίες ο εργαζόμενος επανατοποθετεί το κιβώτιο και τον μεταφορέα του στον ραουλόδρομο και το κιβώτιο είτε θα ταξιδεύσει προς τον επόμενο σταθμό είτε σε έναν από τους σταθμούς της περιοχής ελέγχου και συμπληρωματικής συλλογής.

Ενώ γενικά η διαδικασία συλλογής φαίνεται απλή, συχνά εμπλέκει παράγοντες που κατά συνθήκη είναι ικανοί να διαταράξουν την εύρυθμη λειτουργία της αποθήκης και ειδικά στην διαδικασία συλλογής που αποτελεί και νευραλγικό της κομμάτι. Στην συνέχεια θα αναλυθούν περιπτώσεις οι

οποίες μπορούν να δημιουργήσουν στρεβλώσεις στο σύστημα αν δεν υπάρχει κάποιος γρήγορος και αποδοτικός τρόπος αντιμετώπισης τους.

- Ο εργαζόμενος δεν βρίσκει απόθεμα στην θέση ή το απόθεμα είναι λιγότερο από αυτό που αναγράφεται στην εργασία συλλογής. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι υπάρχει ασυμβατότητα μεταξύ του φυσικού και του αποθέματος του WMS. Η πιο ορθή ενέργεια είναι η εκ νέου απογραφή της θέσης όμως αυτό θα καθυστερήσει την αποστολή των προϊόντων. Αντί για αυτό ο εργαζόμενος πληκτρολογεί έναν μοναδικό συνδυασμό πλήκτρων που γνωρίζει εκ των προτέρων (π.χ. ctrl και M) και το σύστημα ψάχνει να βρει απόθεμα από άλλη θέση αρχικά σε θέσεις που εξυπηρετούνται από τον τρέχοντα σταθμό και αν όχι από άλλον σταθμό. Μια νέα εργασία εμφανίζεται αυτόματα στην οθόνη του τερματικού εάν το απόθεμα βρέθηκε σε θέσεις του ίδιου σταθμού. Σε περίπτωση που δεν βρεθεί απόθεμα του ίδιου είδους από τον ίδιο σταθμό τότε ο εργαζόμενος συνεχίζει κανονικά την διαδικασίες και η νέα εργασία θα εμφανιστεί στον εργαζόμενο του σταθμού που το σύστημα βρήκε απόθεμα. Η προβληματική θέση χαρακτηρίζεται ως θέση που χρήζει απογραφής και δεν συμμετέχει πλέον σε καμία άλλη λειτουργία μέχρι να απογραφεί.

- Ο εργαζόμενος καλείται από το WMS να γεμίσει υπερβολικά το κιβώτιο. Αν το προϊόν δεν έχει περάσει από το ογκομετρικό μηχάνημα της αποθήκης και τα στοιχεία του έχουν δοθεί από τον προμηθευτή ή από τρίτο είναι πιθανό τα στοιχεία αυτά να είναι λάθος. Έτσι ο αλγόριθμος προκιβωτισμού κατέληξε σε λάθος αποτελέσματα. Σε αυτήν την περίπτωση ο εργαζόμενος εκτελεί τις εργασίες συλλογής μέχρι να γεμίσει το τρέχον κιβώτιο και όταν αυτό συμβεί έχει την δυνατότητα να πληκτρολογήσει έναν μοναδικό συνδυασμό πλήκτρων που γνωρίζει εκ των προτέρων (π.χ. ctrl και X) και να δοθεί εντολή στον εργαζόμενο που είναι υπεύθυνος για την προετοιμασία των κιβωτίων να προετοιμάσει ένα ακόμα κιβώτιο. Η διαδικασία αυτή μπορεί να εκτελεστεί επαναλαμβανόμενα.

3. Διαδικασία ελέγχου και συμπληρωματικής συλλογής

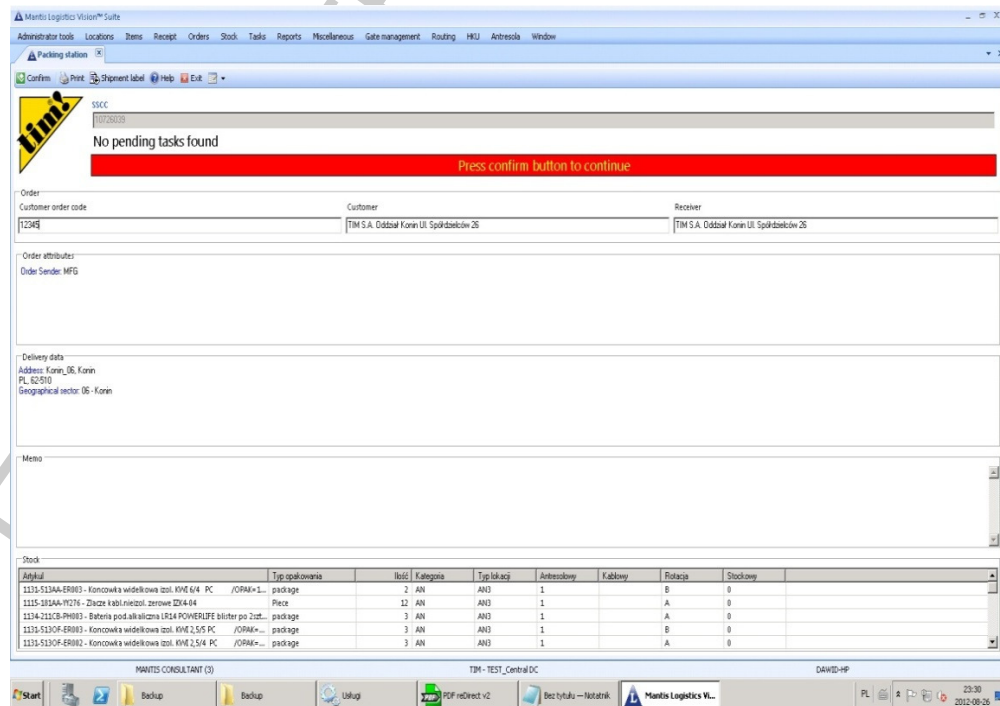
Οι εργαζόμενοι στους σταθμούς ελέγχου και συμπληρωματικής συλλογής είναι εξοπλισμένοι με σταθερούς υπολογιστές συνδεδεμένους με σαρωτές

Διπλωματική Εργασία: Η εφαρμογή αυτοματοποιημένων συστημάτων αποθήκευσης και ανάκτησης προϊόντων (MINI LOAD) σε συνεργασία με σύγχρονο WMS για την κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών εταιρίας εξωτερικού

barcode με σκοπό είτε να ελέγξουν μονάδα προς μονάδα τα περιεχόμενα των κιβωτίων που καταλήγουν στον σταθμό τους είτε να προσθέσουν στο κιβώτιο είδη από τα ράφια που βρίσκονται πίσω ακριβώς από τους σταθμούς ελέγχου. Για τον λόγο αυτό έχει δημιουργηθεί η φόρμα που φαίνεται στο σχήμα 11. Ο διαχωρισμός των διαχωρισμός των κιβωτίων στους σταθμούς ελέγχου γίνεται βάση προκαθορισμένων κριτηρίων σε επίπεδο σταθμού είτε βάση χωρητικότητας του κάθε σταθμού ξεκινώντας την πλήρωση από αριστερά προς τα δεξιά. Τα κριτήρια αυτά είναι τα εξής:

- Κωδικός εργαζομένου που συνετέλεσε στην συλλογή
- Κατηγορίες / υποκατηγορίες ειδών
- Κατηγορίες / υποκατηγορίες παραγγελιών
- Κατηγορίες / υποκατηγορίες πελατών

Συνεπώς αν ένα η περισσότερα είδη που περιέχονται σε ένα κιβώτιο εμπίπτουν στα παραπάνω κριτήρια θα προτιμηθεί ως προορισμός ο σταθμός με τα κριτήρια αυτά. Τα κριτήρια μπορούν να αλλάξουν από τον διαχειριστή του WMS με εύκολο τρόπο ακόμα και αν το σύστημα είναι σε λειτουργία.



(σχήμα 11)

Διπλωματική Εργασία: Η εφαρμογή αυτοματοποιημένων συστημάτων αποθήκευσης και ανάκτησης προϊόντων (MINI LOAD) σε συνεργασία με σύγχρονο WMS για την κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών εταιρίας εξωτερικού

Στην περίπτωση σε ένα κιβώτιο εκκρεμούν συμπληρωματικές εργασίες συλλογής από ράφια δίπλα στους σταθμούς ελέγχου, αφού ο εργαζόμενος σαρώσει το barcode του κιβωτίου (SSCC στην φόρμα του σχήματος 11) εμφανίζεται αντίστοιχο μήνυμα στην φόρμα. Ο εργαζόμενος τότε χρησιμοποιεί το φορητό τερματικό, με ακριβώς τον ίδιο τρόπο που χρησιμοποιήθηκε στα επίπεδα 0,1 και 2, για να συλλέξει τα επιπρόσθετα είδη. Τέλος επανατοποθετεί το κιβώτιο στον ταινιόδρομο που ως νέο προορισμό έχει πλέον τον χώρο διαλογής κιβωτίων.

4. Διαδικασία διαλογής

Ο διαχωρισμός των διαχωρισμός των κιβωτίων στους σταθμούς διαλογής επιτυγχάνεται με τα ίδια κριτήρια και λογική των σταθμών ελέγχου και συμπληρωματικής συλλογής. Οι εργαζόμενοι στους σταθμούς ελέγχου σαρώνουν το barcode του κιβωτίου και στην συνέχεια το barcode της παλέτας που τοποθετούν το κιβώτιο. Το σύστημα επιτρέπει την μίξη παλετών με κιβώτια διαφορετικών σημείων παράδοσης στην περίπτωση που ο τρόπος αποστολής είναι μέσω πρακτορείου και πρόκειται για παραγγελίες ίδιου πρακτορείου ενώ σε αντίθετη περίπτωση την αποτρέπει.

4. Συμπεράσματα και μελλοντικές βελτιώσεις

Η μελέτη περίπτωσης της εταιρίας TIM S.A. και ποιο συγκεκριμένα το κομμάτι διασύνδεσης και διαχείρισης του Mini Load από το WMS σύστημα της εταιρίας Mantis Informatics A.E.E. ανέδειξε πληθώρα ζητημάτων και δεδομένων που οι λύσεις τους πιθανόν να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε παρόμοιες περιπτώσεις. Αρχικά έγινε αντιληπτό ότι παρόλο που οι σύγχρονες τάσεις αυτοματοποίησης των αποθηκών κερδίζουν έδαφος καθημερινά, δεν υπάρχει προς στιγμήν ολοκληρωμένος αντικαταστάτης του ανθρώπου στο σύνολο των εργασιών μιας αποθήκης. Κατά δεύτερον επισημάνθηκε ότι ένα σύστημα WMS διαθέτει τις βάσεις και την δομή για «ολοκλήρωση» με συστήματα αποθήκευσης και ανάκτησης προϊόντων και επιπρόσθετα ο ρόλος του συνεχίζει να είναι πρωτεύοντος σημασίας για

την λειτουργία ακόμη και μίας πλήρως αυτοματοποιημένης αποθήκης. Τέλος διαφάνηκε ότι η διαδικασία της ανάλυσης απαιτήσεων και σχεδιασμού ενός συστήματος πέρα από το ότι αποτελεί επίπονη εργασία, συμβάλει καθοριστικά στην τροπή της πορείας ενός σύνθετου έργου.

Σημαντικά περιθώρια βελτιώσεων και περαιτέρω ανάπτυξη λογισμικού μπορεί να υπάρξουν στα τελευταία δύο συστήματα του Mini Load, την περιοχή ελέγχου και συμπληρωματικής συλλογής και την περιοχή διαλογής κιβωτίων. Και στις δύο περιοχές η διαχείριση μπορεί να γίνεται αυτόματα από το WMS χωρίς να χρειάζεται ο διαχειριστής να αλλάζει χειροκίνητα τις τιμές των κριτηρίων. Το ποιοι κανόνες θα ακολουθηθούν για να συμβεί κάτι τέτοιο είναι αντικείμενο νέα ανάλυσης με τα στελέχη της επιχείρησης.

Βιβλιογραφία:

1. Βλάσης Γιαννάκαινας, Ανατομία των Business Logistics, Γ. Συκαρης
2. David N. Burt – Donald W. Dobler – Stephen L. Starling, World Class Supply Management the key to supply chain management, McGraw-Hill, 2003
3. James A. Tompkins – Jerry D. Smith, The Warehouse Management Handbook, Tompkins Associates, 1998
4. Ronald H. Ballou, Business Logistics / Supply Chain Management, Pearson Education International, 2004
5. Bauer – Michael J. – Charles C. Poirer – Lawrence Lapide – John Bermudez, E-Business: The Strategic Impact on Supply Chain and Logistics, Chicago: Council of Logistic Management, 2001

Διαδίκτυο:

- <http://www.cell.gr>
- <http://www.mantis.gr>
- <http://www.westfaliausa.com>
- <http://www.aberle-automation.com>
- <http://www.tim.pl>
- <http://www.mecalux.com/>