



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

---

**ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**  
**ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΔΙΑΛΟΓΗΣ ΔΕΜΑΤΩΝ**  
**ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ EXPRESS LOGISTICS CENTER**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
*ΤΟΥ*  
**ΑΛΚΙΒΙΑΔΗ ΡΩΜΑΙΟΥ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**  
**Κ. Κυριακόπουλος**

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2007

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΧΡΗΣΙΜΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ .....</b>	<b>1</b>
1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
1.2. ΧΡΗΣΙΜΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΕΝΝΟΙΩΝ .....	2
<b>2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....</b>	<b>5</b>
2.1. ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	5
2.2. ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ .....	6
<b>3. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ .....</b>	<b>7</b>
3.1. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗΣ.....	7
3.2. ΕΦΑΡΜΟΖΟΜΕΝΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ .....	8
3.3. ΕΠΙΘΥΜΗΤΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ.....	11
<b>4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ .....</b>	<b>13</b>
4.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ.....	13
4.2. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ .....	13
4.3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ .....	16
<b>5. ΕΤΟΙΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ .....</b>	<b>20</b>
5.1. ΕΤΟΙΜΕΣ ΛΥΣΕΙΣ .....	20
5.2. SLIDE-SHOE SORTER .....	21
5.3. CROSS-BELT SORTER .....	22
5.4. ΚΟΣΤΟΣ - ΩΦΕΛΟΣ .....	25
<b>6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ DIVERTER.....</b>	<b>26</b>
6.1. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΡΑΧΙΟΝΑ .....	26
6.2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΛΙΚΟΥ ΒΡΑΧΙΟΝΑ .....	30
6.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΥΝΑΜΕΩΝ.....	31
6.4. ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΥ .....	36
6.5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΕΙΩΤΗΡΑ.....	39
6.6. ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ .....	44
6.5.1. ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (AC MOTOR).....	46
6.5.2. ΒΗΜΑΤΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ (STEPPER MOTOR).....	49
<b>7. ΕΠΙΛΟΓΗ ΛΟΙΠΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ .....</b>	<b>51</b>
7.1. BARCODE SCANNER .....	51
7.1.1. COMPACT OMNI SCANNER .....	54
7.1.2. OMNI PORTAL SCANNER .....	55
7.1.3. ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ - ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΙΧΝΕΥΤΩΝ .....	56
<b>8. EMERGENCY SCENARIOS .....</b>	<b>59</b>
8.1. ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΝΑ ΚΟΛΛΗΣΕΙ Ο ΒΡΑΧΙΟΝΑΣ .....	59
8.2. ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ .....	61
8.3. ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΠΑΚΕΤΩΝ .....	64
8.4. ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΣΦΑΛΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΤΩΝ ΠΑΚΕΤΩΝ .....	72

<b>9. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ PLC .....</b>	<b>76</b>
9.1. FLOW CHART ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ .....	76
9.2. LADDER LOGIC DIAGRAM.....	79
9.3. ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ .....	81
<b>10. ΣΥΝΟΨΗ .....</b>	<b>85</b>
<b>11. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΕΙΚΟΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....</b>	<b>86</b>
<b>12. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: DATA SHEETS ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ.....</b>	<b>93</b>

# *1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΧΡΗΣΙΜΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ*

---

## *1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ*

Η παρούσα εργασία έχει ως άξονές της δύο σημαντικούς επιστημονικούς τομείς για τη βιομηχανία, και όχι μόνο. Ο πρώτος είναι αυτός του αυτοματισμού, το πεδίο δηλαδή, που ασχολείται με την επιβολή επιθυμητής συμπεριφοράς στα φαινόμενα και την κατανόηση των μηχανισμών, μέσω των οποίων καθορίζεται η λειτουργία ενός φαινομένου. Ο δεύτερος επιστημονικός τομέας είναι η Εφοδιαστική (Logistics), που αντικείμενο έχει την οργάνωση της διαδικασίας διακομιδής προϊόντων, διαμέσω της εφοδιαστικής αλυσίδας. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή, πρόκειται να αναλυθεί ο τρόπος λειτουργίας μίας πραγματικής μονάδας διαλογής, να προταθούν βελτιώσεις και να υλοποιηθούν με τη βοήθεια αυτομάτου ελέγχου.

Σκοπός δεν είναι απαραίτητα η αντικατάσταση του ανθρώπινου δυναμικού με μηχανές, αλλά πρωτίστως η βελτίωση της αποτελεσματικότητας και της ποιότητας της διαλογής, με ταυτόχρονη αύξηση της παραγωγικότητας της μονάδας.

Κατόπιν της ανάλυσης του μη αυτόματου τρόπου λειτουργίας της μονάδας και της πρότασης για αυτοματοποίηση της διαδικασίας, ακολουθεί τεχνική μελέτη των μηχανικών παραμέτρων, αλλά και γραφική παρουσίαση της πρότασης, για βέλτιστη κατανόηση και επισκόπηση.

## ***1.2. ΧΡΗΣΙΜΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΕΝΝΟΙΩΝ***

Κρίθηκε χρήσιμο να παρατεθούν κάποιοι ορισμοί που αφορούν όρους, οι οποίοι, είτε θα χρησιμοποιηθούν ακολούθως και θεωρείται σημαντική η ορθή κατανόησή τους, είτε είναι γενικές έννοιες, απαραίτητες για την καθοδήγηση του αναγνώστη μέσα στο αντικείμενο της μελέτης.

Ο κλάδος, λοιπόν, τον οποίο αφορά το εν λόγω πρόβλημα, είναι ένας σημαντικός κλάδος της βιομηχανικής – ή μη – οικονομικής δραστηριότητας, αυτός των Express Logistics. Το πρόβλημα, αλλά και οι λύσεις του, που θα αναλυθούν στην παρούσα πτυχιακή εργασία, αφορούν στον ταχέως αναπτυσσόμενο κλάδο των express logistics. Ο κλάδος αυτός αποτελεί μία πτυχή της ευρύτερης επιστήμης των Logistics, αυτό που στην ελληνική ορολογία αναφέρεται ως Εφοδιαστική.

Ως **Logistics**, λοιπόν, ορίζεται η τέχνη και επιστήμη της διαχείρισης και ελέγχου της ροής των αγαθών, της ενέργειας και των πληροφοριών, αλλά και κάθε είδους πόρων, από την πηγή προέλευσης ή παραγωγής μέχρι την διάθεση στην αγορά.<sup>1</sup>

Θα ήταν δύσκολο να επιτευχθεί εμπόριο ή παραγωγή χωρίς logistics υποστήριξη. Η τελευταία περιλαμβάνει το σύνολο της πληροφορίας, διακίνησης, διοίκησης αποθέματος και διαχείρισης υλικών.

Οι πιέσεις στη βιομηχανία από οικονομικούς, πολιτικούς και τεχνολογικούς παράγοντες, στα μέσα της δεκαετίας του '90, ώθησαν στην αναζήτηση μεθόδων που να βελτιστοποιούν οικονομικά τις λειτουργίες μίας επιχείρησης, με κύρια παράμετρο τον τομέα των διακινήσεων. Έτσι, σχεδόν ακαριαία, ο ρόλος των logistics πήρε μεγάλες διαστάσεις, καθώς αποδείχθηκε ότι η ορθή διαχείριση της ροής υλικών και πόρων αποτελεί λύση στο σύνολο των πιέσεων αυτών.

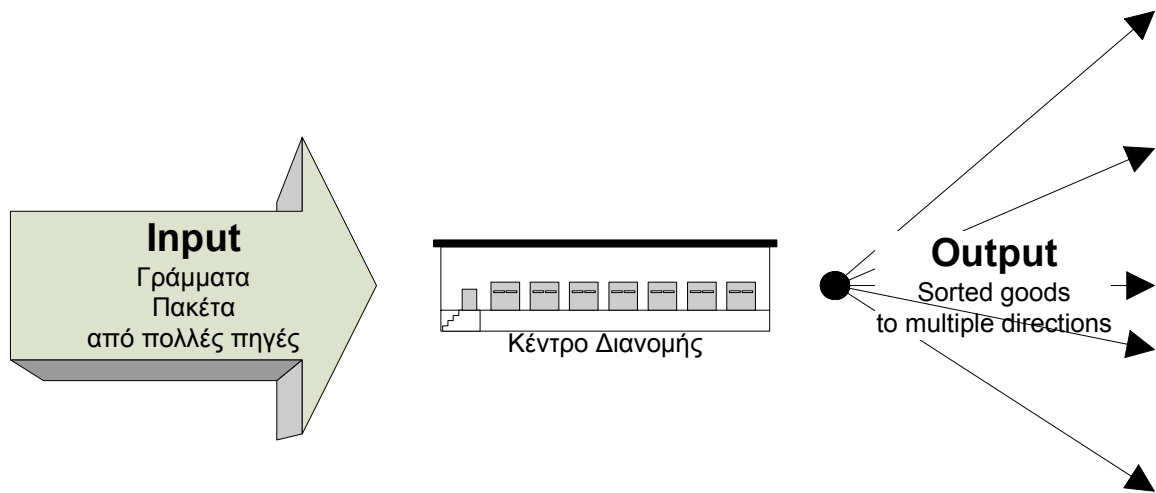
---

<sup>1</sup> The Logistics Institute

Ο εξειδικευμένος κλάδος των Logistics, γύρω από τον οποίο περιστρέφεται το παρόν πρόβλημα, είναι τα **Express Logistics**, που ασχολούνται με τις εφαρμογές διακίνησης αντικειμένων, για κάθε σκοπό, με έμφαση στην ταχύτητα (γρήγορους χρόνους παράδοσης), την αμεσότητα (απευθείας διακίνηση και όχι μέσω τρίτου ή τέταρτου διαμεσολαβητή) και την ασφάλεια κατά τη μεταφορά (σε μεγαλύτερο ακόμη βαθμό, από ότι σε κάθε μεταφορά).

Τα Express Logistics θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι αποτελούν το premium προϊόν του κλάδου των Logistics. Κοστίζει σε όλους ακριβότερα, τόσο στον εντολέα τη μεταφορά, όσο και στον εκτελώντα τη μεταφορά, παροχέα υπηρεσιών Express Logistics. Συνήθης εκδοχή του, που θα απασχολήσει και την παρούσα εργασία, είναι η διακίνηση γραμμάτων και πακέτων, με πολύ μικρούς χρόνους παράδοσης.

**Sorting**, είναι μία συνήθης διαδικασία, η οποία λαμβάνει χώρα κατά τη διακίνηση σε γραμμή παραγωγής ή γραμμή διακίνησης, προϊόντων που πρέπει να κατηγοριοποιηθούν, είτε λόγω διαφορετικών χαρακτηριστικών, είτε λόγω διαφορετικών προορισμών, εντός ή εκτός παραγωγής. Είναι προφανές ότι αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της διαδικασίας των Express Logistics, αφού ευθύνη ενός κέντρου διανομής είναι να διανείμει την ταχεία εισροή πακέτων σε μικρό ή μεγαλύτερο αριθμό προορισμών.



*Σχ.1.1. Sorting: Εισροή-εκροή αγαθών σε κέντρο διανομής*

## *2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ*

---

### *2.1. ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ*

Τα προβλήματα που ενέχει η λειτουργία ενός κέντρου διανομής μίας εταιρείας Express Logistics είναι διαφορετικής φύσεως από τις άλλες Logistics δραστηριότητες. Αυτό συμβαίνει γιατί υπάρχουν διαφοροποιήσεις ως προς τη φύση και την ποσότητα των διακινούμενων πακέτων, αλλά και τη φύση των προορισμών. Στα Express Logistics:

- Η διακίνηση πακέτων γίνεται σε μεγάλους αριθμούς και
- με ταχύ ρυθμό
- οι προορισμοί είναι πολλοί
- το κάθε ένα πακέτο έχει συγκεκριμένο προορισμό, κάτι που σε περίπτωση λάθους, επιβάλλει την επιστροφή του και επαναποστολή του στο σωστό προορισμό(!)
- στόχος είναι η συνεχής ροή και όχι η αποθήκευση για τον οποιοδήποτε λόγο, καθώς αυτό είναι κατά 100% αδικαιολόγητος προστιθέμενος χρόνος εις βάρος της εξυπηρέτησης του πελάτη
- και πάντοτε απαίτηση είναι η φυσική ακεραιότητα του πακέτου

Αυτά είναι επιθυμητοί στόχοι για να χαρακτηρίζεται ένας κέντρο διανομής επιτυχημένος, αφού κριτήρια επιτυχίας είναι:

1. Η γρήγορη διακίνηση
2. Η ασφαλής διακίνηση και
3. Η εύστοχη διακίνηση,

όλα με το ελάχιστο κόστος.



## ***2.2. ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ***

Η έρευνα για τις ανάγκες των Express Logistics, οδήγησε στη μελέτη περίπτωσης μίας εκ των μεγαλύτερων ελληνικών εταιρειών του χώρου. Έγινε συλλογή στοιχείων, τόσο για την παρούσα κατάσταση, όσο και για τις απαιτήσεις για τη μελλοντική αναβάθμιση του συστήματος διακίνησης.

Ακολουθούν τα στοιχεία, τα οποία θα αποτελέσουν τη βάση για την ανάπτυξη της μελέτης αναβάθμισης του κέντρου.

### 3. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

---

#### 3.1. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗΣ

Πρώτο μέρος των αποκομισθέντων στοιχείων αποτελεί η καταγραφή των στοιχείων του διακινούμενου όγκου και οι πληροφορίες διακίνησης. Αυτά διακρίνονται στην:

- ο περιγραφή των πακέτων και
- ο την περιγραφή των προορισμών

Αρχικά, τα πακέτα που διακινούνται κατηγοριοποιούνται ως προς το **βάρος** τους, καθώς αυτό είναι μία εκ των βασικότερων παραμέτρων, τόσο από τεχνικής, όσο και από οικονομικής απόψεως (τιμολόγηση, κόστος ανά kg διακινούμενου πακέτου κλπ). Έτσι προέκυψε:

Ποσοστό συνολικών kg πακέτων	Βάρος πακέτου
50%	2-5 kg
4%	5-10 kg
2%	10-20 kg
0.4%	20-30 kg
0.35%	30 kg +

*Πίν.3.1. Κατανομή πακέτων κατά βάρος*

Αντίστοιχα, για τα πακέτα δίνονται στοιχεία και για το **μέγεθος**, μία ακόμη παράμετρος με άμεσο τεχνικό ενδιαφέρον:

Το σύνηθες, λοιπόν, μέγιστο μέγεθος των πακέτων είναι 50 x 60 x 60 cm, με εξαίρεση το ρολό για αφίσες/σχέδια, το οποίο έχει ειδική διάσταση 10 x 10 x 200

cm. Συνοψίζοντας, υπάρχει ανάγκη για ταινιόδρομο που να υποστηρίζει τόσο τα κυβικά πακέτα των 60 εκατοστών, όσο και τα κυλινδρικά πακέτα των 2 μέτρων με  $\varnothing 20$ cm. Αξίζει να σημειωθεί ότι το κυλινδρικό σχήμα έχει μία ειδική απαίτηση συγκράτησης πάνω στο ραουλόδρομο (αποφυγή κύλισης).

Ως προς την **ποσότητα** διακίνησης, το σύνολο πακέτων/γραμμάτων διέρχεται με ρυθμό 6000-7000 τεμάχια ημερησίως. Η σύσταση είναι:

13% πακέτα

87% γράμματα

Επομένως, υπολογίζεται μία μέγιστη παροχή ίση με  $13\% \cdot 7000 = 910$  πακέτα ανά ημέρα. Φυσικά, απαίτηση είναι να εξυπηρετείται η παροχή αυτή κατά 100%, κάτι που ούτως ή άλλως επιτυγχάνεται στην παρούσα κατάσταση. Παρ'όλα αυτά, η μελλοντική πρόβλεψη/επιθυμία είναι η εξυπηρέτηση μίας παροχής που θα φτάνει τα 5000-6000 πακέτα ανά ημέρα (+560%), δηλαδή **επταπλασιασμός της παραγωγικότητας...**

### ***3.2. ΕΦΑΡΜΟΖΟΜΕΝΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ***

Η περιγραφή της εφαρμοζόμενης διαδικασίας και της υπάρχουσας χωροταξίας θα βοηθήσει να κατανοηθεί το σημερινό επίπεδο υλοποίησης (βαθμός εφαρμογής συστημάτων). Αυτό δίνει τη βάση, αλλά και επιπλέον δεδομένα για την οικοδόμηση του νέου συστήματος.

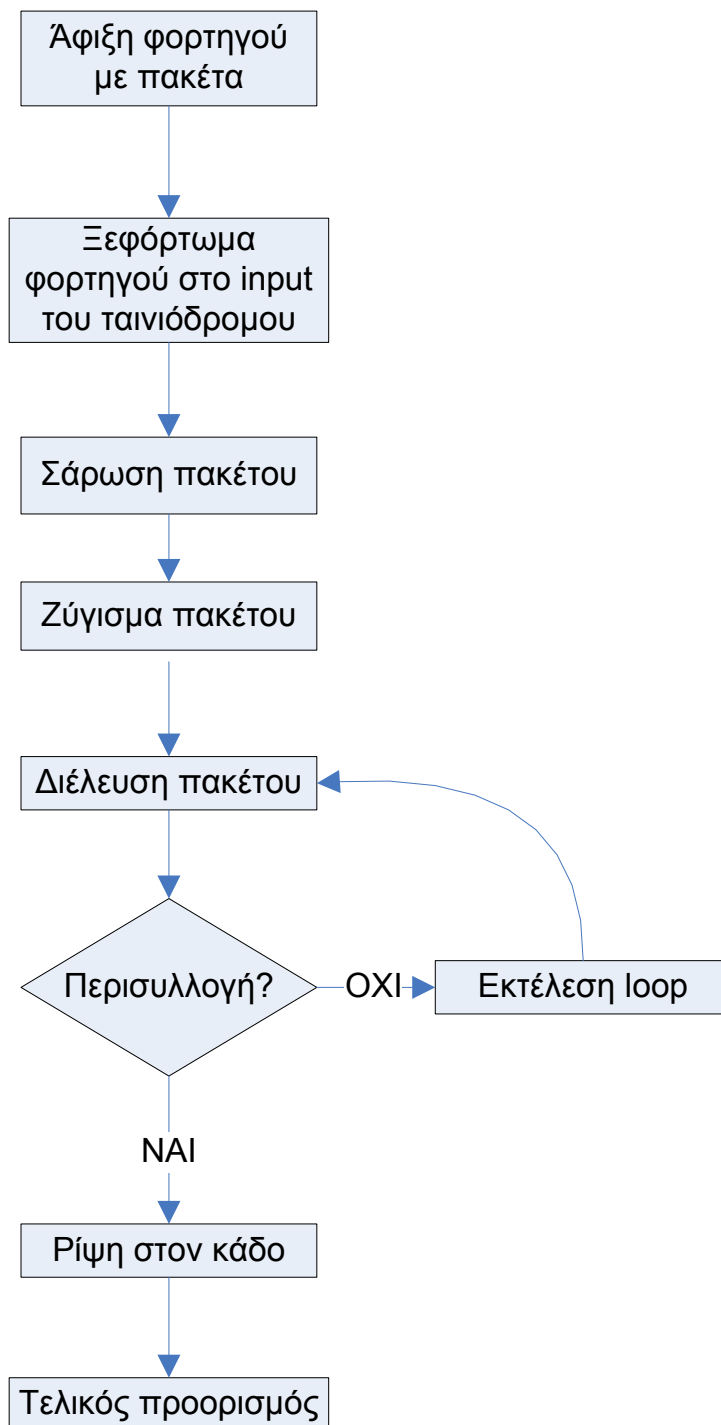
Περιγραφικά, η διαδικασία περιλαμβάνει την εκτύπωση barcodes με τον κωδικό προορισμού, τα οποία κολλώνται σε κάθε πακέτο. Η δημιουργία τους γίνεται με χρήση ενός Laser printer. Οι διαφορετικοί κωδικοί είναι 20, όσοι δηλαδή είναι και οι διακεκριμένοι προορισμοί πακέτων. Εδώ να σημειωθεί ότι, παρότι οι νομοί της

χώρας είναι 52, οι προορισμοί είναι λιγότεροι, ενσωματώνοντας περίπου 2-3 νομούς σε ένα barcode (π.χ. Ροδόπη-Έβρος → 1 έξοδος κ.ο.κ.).

Τα πακέτα καταφθάνουν σε φορτηγά της εταιρείας, τα οποία συλλέγουν τα πακέτα από τα κατά τόπους παραρτήματα της εταιρείας. Φθάνοντας τα φορτηγά, τρία άτομα συνεργάζονται για να ξεφορτώσουν τα πακέτα και να τα εναποθέσουν στον ταινιόδρομο.

Ο ταινιόδρομος αποτελείται από ένα scanner, ο οποίος ανιχνεύει τη διέλευση ενός πακέτου, και ακολούθως από ένα τμήμα ταινιόδρομου-ζυγαριάς, που έχει την ιδιότητα να ζυγίζει το πακέτο. Τα πακέτα έπειτα ακολουθούν ένα ευθύ τμήμα ταινιοδρόμου, κατά μήκος του οποίου εργάζονται 20 υπάλληλοι, οι οποίοι οπτικά αναγνωρίζουν τον κωδικό του διερχόμενου πακέτου και, εφόσον αντιστοιχεί στη δική τους θέση εργασίας (έξοδο), το περισυλλέγουν και το συμπεριλαμβάνουν στον κάδο του προορισμού τους. Αν, από παράβλεψη του υπαλλήλου, κάποιο πακέτο διέλθει των 20 θέσεων χωρίς να περισυλλεγεί, υπάρχει ένα loop που εκτελεί ο ταινιόδρομος, το οποίο καταλήγει στην αρχή, αμέσως μετά τη ζυγαριά, με σκοπό να διέλθει πάλι από τις 20 θέσεις και να περισυλλεγεί. Οι 20 κάδοι των προορισμών αντιστοιχούν σε φορτηγά, στα οποία φορτώνονται για να φύγουν για τον προορισμό τους στην Ελλάδα.

Ακολουθεί ένα διάγραμμα της διαδικασίας, η οποία μόλις περιγράφηκε:



Σχ.3.1. Flow chart παρούσας διαδικασίας

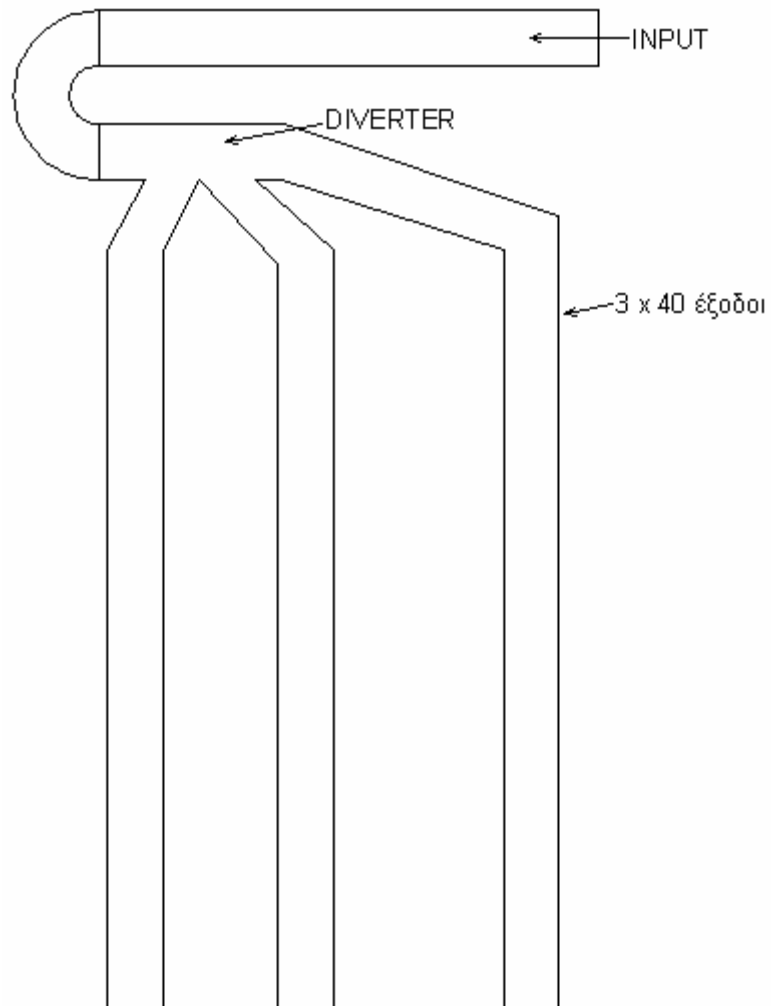
### ***3.3. ΕΠΙΘΥΜΗΤΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ***

Τα ζητούμενα, τέλος, του κέντρου διανομής είναι αυτά, βάσει των οποίων θα μελετηθεί και θα οργανωθεί η αναβάθμισή του. Συγκεκριμένα, το αίτημα είναι η διακίνηση, όπως προαναφέρθηκε, περίπου 5000-6000 πακέτων ημερησίως, με απαιτήσεις την ασφάλεια και την ευστοχία της διακίνησης. Δηλαδή, ζητείται να μην υπάρχει φθορά στα αντικείμενα, ούτε βέβαια να γίνονται λάθη στη διαλογή.

Ως προς τον αριθμό των εξόδων, πλέον ζητείται η αύξηση από 20 σε 120 εξόδους, υπερβαίνοντας μάλιστα τον αριθμό των νομών, μπαίνοντας δηλαδή σε επίπεδο ημίσεως νομού. Είναι προφανές ότι αυτό απορρέει από μία ανάγκη κεντροποίησης της διανομής, αφού η παρούσα κατάσταση επιβάλλει την ύπαρξη ενός επιπλέον επίπέδου διαλογής στους περιφερειακούς σταθμούς.

Χωροταξικά, ζητείται η διαίρεση του συνόλου των 120 εξόδων σε τρεις κλάδους, για την αποφυγή του μεγάλου μήκους ταινιόδρομου για τη φιλοξενία των 120 εξόδων. Σκαριφηματικά παρουσιάζεται η επιθυμητή διάταξη:

Σκαρίφημα της επιθυμητής διάταξης, όπου φαίνεται η επιθυμία για ύπαρξη τριών κλάδων, για διαμοιρασμό των 120 εξόδων.



*Σχ.3.2. Σκαρίφημα επιθυμητής διάταξης*

Φαίνεται η διατήρηση του ενός σημείου εισόδου (input), αλλά υπάρχει η ανάγκη προσθήκης ενός loop ανακυκλοφορίας.

## ***4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ***

---

### ***4.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ***

Η ανάλυση των διαδικασιών θα μας βοηθήσει να εξάγουμε τα κατάλληλα συμπεράσματα για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της διαδικασίας που εφαρμόζεται, με στόχο τη διατήρηση των πρώτων και την εξάλειψη των δεύτερων.

Τα θετικά, λοιπόν, χαρακτηριστικά του συστήματος σήμερα είναι:

- Η ύπαρξη του loop, το οποίο επιτρέπει την ανακυκλοφορία των ασώτων πακέτων. Έτσι, αποφεύγεται η καθυστέρηση που θα υπήρχε, σε περίπτωση συλλογής τους στο τέλος του ταινιόδρομου (θέση 3) και η χειρωνακτική μεταφορά τους στην αρχή της διέλευσης (θέση 1).
- Η ύπαρξη των συσκευών σάρωσης και ζυγίσματος, παρ'ότι δεν αποτελεί το πιο κρίσιμο χαρακτηριστικό του συστήματος, είναι κάτι που μπορεί να αξιοποιηθεί κατάλληλα κατά την εφαρμογή του νέου συστήματος.

Αυτό που χρειάζεται να σημειωθεί, όμως, είναι τα μειονεκτήματα του συστήματος, έτσι ώστε η αναδιάρθρωση της διαδικασίας διακίνησης των πακέτων να επικεντρωθεί σε αυτά.

### ***4.2. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ***

Μελετώντας τη σημερινή δραστηριότητα του εργοστασίου, παρατηρούνται τόσο μειονεκτήματα στον τρόπο διαχείρισης των πακέτων, αλλά και ελλείψεις που



απαγορεύουν την αύξηση της παροχής πακέτων κατά περίπου 560%, όπως έχει ήδη αναφερθεί. Συνοπτικά:

- Η ύπαρξη ενός ανθρώπου-υπαλλήλου σε κάθε έξοδο, εμπλέκει τον παράγοντα του ανθρώπινου λάθους (οπτικού σφάλματος εν γένει) στην οικονομική ανάλυση του συστήματος.
- Η έλλειψη ενός χώρου-buffer για τη διέλευση των πακέτων, δημιουργεί προβλήματα επί του ραουλόδρομου.
- Ο αριθμός των 20 εξόδων είναι πολύ μικρός, μιλώντας για ένα κέντρο διαλογής και διακίνησης δεμάτων, για μία κορυφαία εταιρεία υπηρεσιών Express Logistics.
- Ο βαθμός αυτοματισμού είναι πολύ μικρός, κάτι που δεν επιτρέπει ελαχιστοποίηση του λάθους και επιτάχυνση της ροής.

Πιο αναλυτικά, οι υπάλληλοι, όντας άνθρωποι με περιορισμένες δυνατότητες επαναλαμβανόμενης εργασίας ρουτίνας, είναι επιρρεπείς στο οπτικό σφάλμα, προκαλώντας έτσι δύο κυρίως λάθη:

1. Το πρώτο είναι η παράλειψη περισυλλογής ενός πακέτου, με αποτέλεσμα τη δρομολόγησή του μέσω της ανακυκλοφορίας στην αρχή της διέλευσης, ώστε να περισυλλεγεί αυτή τη φορά. Όμως, αν θεωρηθεί ταχύτητα ταινιόδρομου ίση με περίπου 1.5 m/sec και διαδρομή κυκλοφορίας και ανακυκλοφορίας συνολικά περίπου 60 m, τότε υπολογίζεται καθυστέρηση στην εξυπηρέτηση του πακέτου κατά 40 δευτερόλετα. Αυτό δε σημαίνει ότι αν γίνουν 100 τέτοια σφάλματα την ημέρα, θα έχουμε 1,11 ώρα καθυστέρηση(!), αφού η ανακυκλοφορία γίνεται ταυτόχρονα με την όλη διακίνηση. Αυτό όμως δεν μηδενίζει την επίπτωση του σφάλματος, αφού ο μέσος χρόνος διακίνησης του κάθε πακέτου πραγματικά αλλάζει, και επηρεάζει το μοναδιαίο κόστος διακίνησης του κάθε πακέτου.

Πρόχειρα, μπορούμε να υπολογίσουμε ότι σε κανονικές συνθήκες ένα πακέτο διανύει 40 m, άρα χρειάζεται 27 sec. Αν λοιπόν διανύσει 60 m επιπλέον, θα αυξηθεί κατά 150% η διαδρομή του πακέτου, και ο χρόνος διέλευσης ανά πακέτο αντίστοιχα.

2. Το δεύτερο είναι η εσφαλμένη περισυλλογή πακέτου, η οποία προκαλεί:
  - a. είτε την επανατοποθέτηση του πακέτου στον ταινιόδρομο, ώστε να συνεχίσει την πορεία του, είτε
  - b. τη μετάβαση του εργαζομένου στην αρχή της διέλευσης, για να τοποθετήσει το πακέτο πάλι εκεί, και να περισυλλεγεί από άλλον υπάλληλο.

Είναι λοιπόν κατανοητό ότι πρέπει ο διαλογέας να μην είναι άνθρωπος, αλλά ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαλογής.

Σε ότι αφορά το χώρο buffer, η ανακυκλοφορία φέρνει ένα πακέτο να αναμιχθεί με τα υπόλοιπα που διέρχονται. Καλό είναι να υπάρχει μία απόσταση μεταξύ των πακέτων, ώστε να μην υπάρχει συμφόρηση πάνω στο ραουλόδρομο. Αυτό δε, είναι απαραίτητο στην περίπτωση του αυτόματου συστήματος διαλογής. Υπάρχει τρόπος να γίνει buffering των πακέτων, ρύθμιση δηλαδή της ροής.

Οι 20 έξοδοι είναι λίγες και ορθώς γίνεται η σκέψη για δημιουργία 120 εξόδων. Ακόμα και αν δεν είναι τόσες αλλά τουλάχιστον όσοι είναι οι νομοί της Ελλάδας, θα είναι ορθότερο για ένα κέντρο διανομής.

Αυτά λοιπόν τα μειονεκτήματα είναι και οι λόγοι που απαιτείται ένας μεγαλύτερος βαθμός αυτοματισμού, ο σχεδιασμός λοιπόν ενός συστήματος, γρήγορου και ακριβούς στη λειτουργία του, ώστε να λειτουργεί χωρίς λάθη, αλλά και με προβλέψεις για τον εντοπισμό και τη διόρθωση τυχόν λαθών.

### **4.3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ**

Κατόπιν της ανάλυσης των μειονεκτημάτων της παρούσας διαδικασίας, καταλήγουμε σε μία λύση, η οποία ικανοποιεί τις απαιτήσεις του προβλήματος και περιγράφεται παρακάτω:

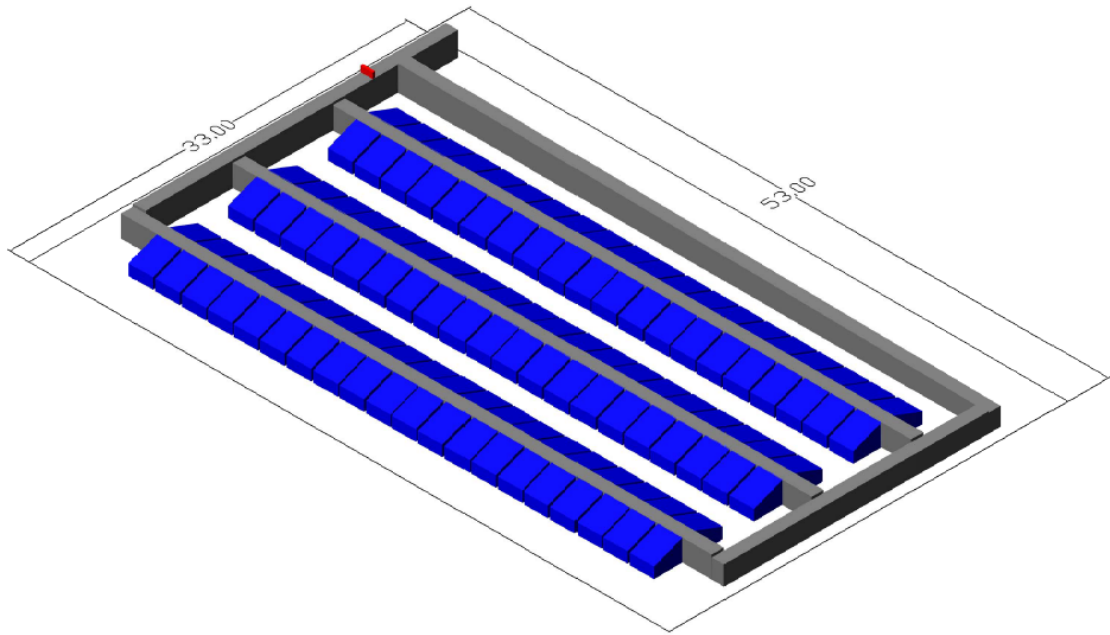
1. Τα πακέτα ξεφορτώνονται από το φορητό, πάνω στον ταινιόδρομο εισόδου στο σύστημα, έναν ταινιόδρομο απλό, με μήκος περίπου 30 μέτρα.
2. Στα πρώτα μέτρα του ταινιοδρόμου αυτού, θα υπάρχει ένας scanner, ο οποίος θα ανιχνεύει τη διέλευση ενός πακέτου και το barcode αυτού. Όμως μας ενδιαφέρει να ανιχνεύει και δύο επιπλέον χαρακτηριστικά. Το μήκος του πακέτου (βασισμένο στο χρόνο ενεργοποίησης του φωτοκυττάρου και τη σταθερή ταχύτητα του ταινιοδρόμου), αλλά και με κατακόρυφη ανίχνευση, την πιθανότητα να έχουν περάσει δύο πακέτα, πλάι-πλάι. Αυτό θα εντοπιστεί εάν υπάρχει διάκενο ανάμεσα στα δύο πακέτα, καθώς ταξιδεύουν πλάι με πλάι.
3. Συνεχίζεται η πορεία του πακέτου στον πρώτο ταινιόδρομο.
4. Πάνω στον ταινιόδρομο αυτόν θα υπάρχουν τρεις διασταυρώσεις με κάθετους ταινιοδρόμους. Στις πρώτες δύο από αυτές θα υπάρχει και ένας diverter, που θα εκτρέπει το πακέτο προς τον αντίστοιχο κάθετο ταινιόδρομο. Αναλόγως το barcode του πακέτου, θα υπολογίζεται ο κατάλληλος χρόνος και θα δίνεται εντολή από το PLC να ανοίξει ο κατάλληλος diverter. Αν δεν αλλάξει το πακέτο πορεία σε μία από τις δύο πρώτες διασταυρώσεις, σημαίνει ότι προορίζεται για μία έξοδο που βρίσκεται στον τρίτο κλάδο, άρα, χωρίς diverter, μεταπηδά από μόνο του στον τρίτο ταινιόδρομο.

5. Πλέον το πακέτο ταξιδεύει σε έναν από τους τρεις κλάδους. Δεξιά και αριστερά υπάρχουν έξοδοι ικανού πλάτους και diverters, οι οποίοι είναι έτοιμοι να εκτρέψουν το πακέτο προς την έξοδο, στην οποία αντιστοιχούν.

6. Βασισμένη και πάλι στο barcode του πακέτου, θα δίνεται εντολή από το PLC που θα έχει υπολογίσει σε πόσο χρόνο θα βρίσκεται το πακέτο 1 μέτρο πριν την έξοδο, στην οποία πρέπει να εκπέσει, και τότε να δοθεί κίνηση στο βραχίονα του diverter.

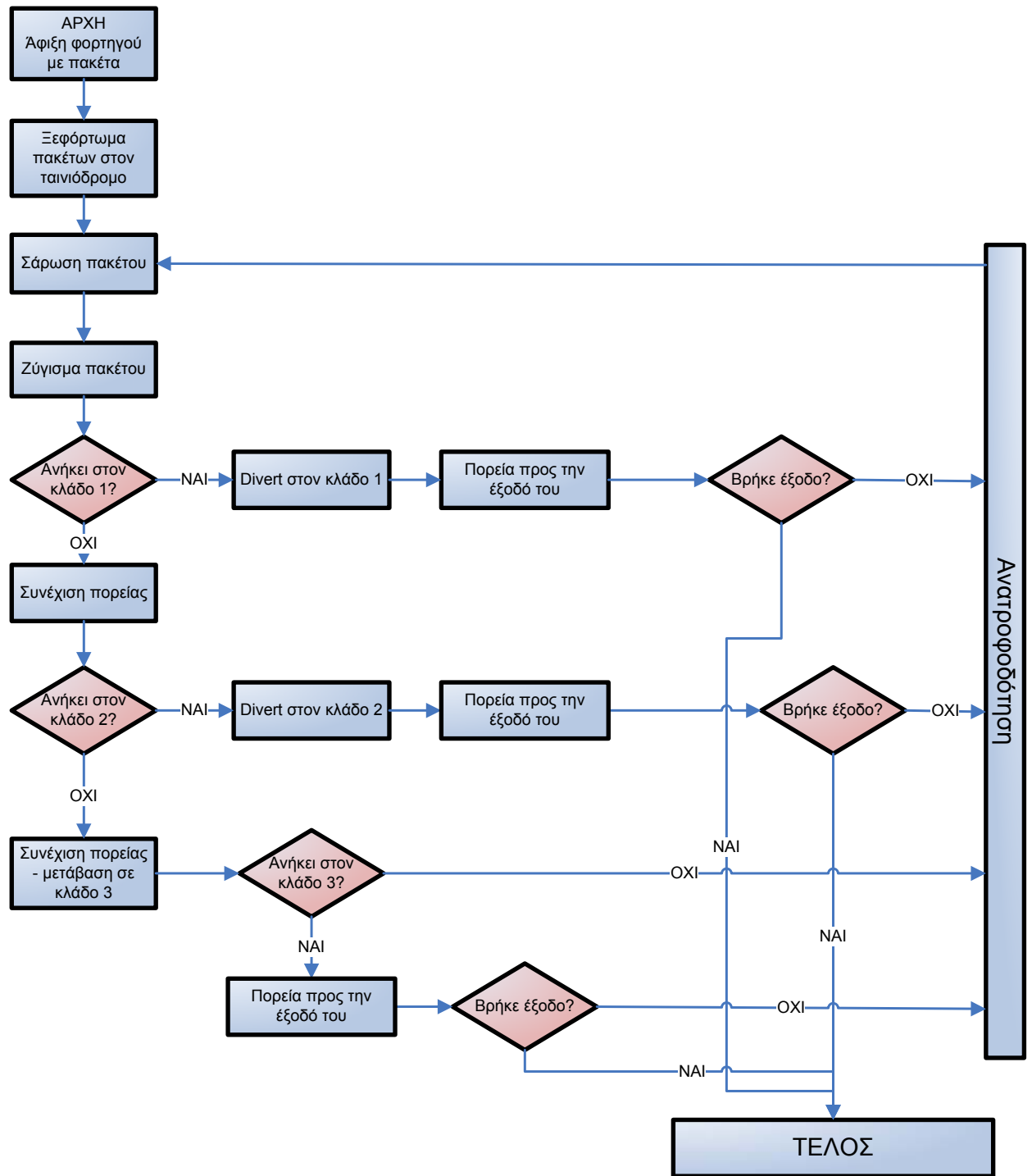
7. Εάν δεν ανιχνευθεί σωστά το πακέτο από τον scanner, δε θα ανοίξει κάμενας από τους δύο diverters διασταυρώσεων, με αποτέλεσμα να θεωρηθεί ότι το πακέτο υπάγεται στον τρίτο κλάδο και να μεταπηδήσει εκεί. Αυτό σημαίνει ότι ο τρίτος κλάδος θα είναι “φορτισμένος” επιπλέον με τα πακέτα, για τα οποία η σάρωση δεν ήταν επιτυχής. Έτσι, υπάρχει η ανάγκη, στο τέλος του τρίτου κλάδου να υπάρχει ένας άλλος κάθετος ταινιόδρομος, ο οποίος θα παραλαμβάνει τα πακέτα, τα οποία πέρασαν από τον τρίτο κλάδο, χωρίς να εκπέσουν σε κάποια έξοδο, ακριβώς δηλαδή αυτά που αναφέραμε παραπάνω, και θα τα οδηγεί πάλι στην αρχή, ώστε να ξαναπεράσουν από τον scanner.

Ακολουθεί ένα σχήμα σε τρεις διαστάσεις, το οποίο δείχνει σε μία πολύ στοιχειώδη μορφή το σύστημα. Φαίνονται το σημείο που βρίσκεται ο scanner, οι τρεις κλάδοι, οι 120 έξοδοι και το loop ανατροφοδοσίας.



*Σχ.4.1. Απεικόνιση προτεινόμενης διάταξης*

Ακολουθεί και το σχετικό flow chart, στο οποίο φαίνονται τα σενάρια λειτουργίας του συστήματος:



Σχ.4.2. Flow chart προτεινόμενου συστήματος

## *5. ΕΤΟΙΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ*

---

### *5.1. ΕΤΟΙΜΕΣ ΛΥΣΕΙΣ*

Για τις ανάγκες του προβλήματος που περιγράφηκε, η αγορά εξοπλισμού Logistics διεθνώς προσφέρει λύσεις με έτοιμα συστήματα. Αυτά αποτελούνται από modules ταινιοδρόμων και άλλες συσκευές, συνδυασμένες με τέτοιον τρόπο, ώστε να εξυπηρετούν τις ανάγκες του εκάστοτε προβλήματος.

Εταιρείες που δραστηριοποιούνται διεθνώς, κατασκευάζουν μηχανολογικά μέρη, όπως ταινιόδρους, ραουλόδρους, μηχανές που εκτελούν διαδικασίες scanning και οπτικού ελέγχου και ψηφιακές συσκευές αυτομάτου ελέγχου, είτε προμηθεύονται κάποια από αυτά από τρίτους. Κατόπιν συνεννοήσεως με τον πελάτη-βιομηχανία, αναλύονται οι ανάγκες, σχεδιάζεται η λύση, μελετώνται τα επί μέρους κομμάτια και καταρτίζεται ένα ολοκληρωμένο, προσαρμοσμένο σύστημα (custom), ειδικά για τον πελάτη. Αυτό πλέον εγκαθίσταται στο χώρο προορισμού του.

Όπως σε κάθε customized εφαρμογή, το κόστος είναι μη καθορισμένο, έτσι δεν είναι εύκολη η εκ των προτέρων γνώση του ύψους που φτάνει μία τέτοια επένδυση.

Παρ'όλα αυτά, είναι δυνατόν να παρατεθεί παρακάτω μία σχετικά απλή προσφορά για ένα τέτοιο σύστημα, από την οποία μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα, περί του κόστους της εν λόγω επένδυσης.

<b>Κατάλογος και Ποσότητες Υλικών</b>				
<b>α/α</b>	<b>Περιγραφή</b>	<b>Ποσότητα</b>	<b>Μήκος (mm)</b>	<b>Κόστος</b>
	<b>Χώρος τοποθέτησης δεμάτων</b>			
1	Συλλέτρια Ταινία	1	5.000	€ 7.000
2	Ευθύγραμμη Επίπεδη Ταινία	1	1.200	€ 4.500
3	Ευθύγραμμη Επίπεδη Ταινία	1	1.200	€ 4.500
	<b>Χώρος αναγνώρισης δεμάτων</b>			
4	Μηχάνημα Scanner	1		€ 50.000
	<b>Χώρος διαχείρισης δεμάτων (sorting)</b>			
5	Ευθύγραμμη Επίπεδη Ταινία	2	20.000	€ 38.000
6	Σταθμός με diverter	20		€ 116.000
7	Ευθύγραμμος Ραουλόδρομος Βαρύτητας (έξοδος)	20	3.000	€ 20.000
	<b>Χώρος δεμάτων που δεν αναγνωρίστηκαν</b>			
8	Ευθύγραμμος Ραουλόδρομος Βαρύτητας (έξοδος)	1	3.000	€ 1.500
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>				<b>€ 241.500</b>

*Πιν.5.1. Ενδεικτική πραγματική προσφορά συστήματος διαλογής 20 εξόδων*

Να σημειωθεί δε, ότι η παραπάνω προσφορά, χρησιμοποιεί τις πλέον απλές και οικονομικές τεχνολογίες, σε αντίθεση με λύσεις πιο ακριβές αλλά και αξιόπιστες, ως προς τον αριθμό των λαθών, ή και την ταχύτητα του συστήματος. Τέτοιες λύσεις, που αποτελούν την αιχμή της τεχνολογίας του sorting, στην παρούσα χρονική στιγμή, φτάνουν σε κόστος 4πλάσιο με 5πλάσιο του ανωτέρω κόστους, παρουσιάζονται δε παρακάτω.

## **5.2. SLIDE-SHOE SORTER**

Το Slide-shoe sorting system, είναι ένα σύστημα διαλογής, το οποίο βασίζεται στη χρήση μικρών κύβων για την εκτροπή του προς διαλογή τεμαχίου. Εδώ, ολόκληρος ο ταινιόδρομος έχει διαφορετική μορφή από τη συμβατική. Δεν αποτελείται από ενιαία ταινία, αλλά από πλαστικούς κυλίνδρους, οι οποίοι μάλιστα διαθέτουν ανάμεσά τους ένα διάκενο. Στο πλάι του ταινιοδρόμου, υπάρχουν κύβοι, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να μετακινούνται μέσα στα διάκενα αυτά, με αποτέλεσμα να είναι δυνατόν να μεταβούν από τη δεξιά πλευρά του ταινιοδρόμου στην αριστερή και ανάποδα, αλλά και να



σταματήσουν κάπου στη μέση της απόστασης. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια ενός pin, που εκτείνεται προς την κάτω πλευρά του κύβου, και που με πνευματικό τρόπο, τον καθοδηγεί να κινηθεί.

Αυτό επιτρέπει στους κύβους αυτούς, πλησιάζοντας την έξοδο, στην οποία θα πρέπει το πακέτο να απορριφθεί, να μετακινηθούν με μικρή διαφορά φάσης, άλλος λιγότερο και άλλος περισσότερο, ώστε να σχηματίσουν ένα λοξό εμπόδιο, όμοιο με τα ψαλίδια που αλλάζουν την κατεύθυνση των τραίνων πάνω στις ράγες. Καθώς κινούνται οι κύβοι από τη μία πλευρά του ταινιοδρόμου προς την άλλη, κλείνουν το δρόμο στο πακέτο, αναγκάζοντάς το να απορριφθεί στην έξοδο. Έπειτα από αυτό, στο τέλος της διαδρομής, αυτά επιστρέφουν είτε στην αριστερή, είτε στη δεξιά πλευρά του ταινιοδρόμου, εκτελώντας μία μορφή reset.

Τα πλεονεκτήματα που αναγνωρίζονται στο σύστημα αυτό είναι:

- Ήπια διαλογή. Δεν υπάρχει κρούση του πακέτου, παρά μόνο ήπια ώθηση προς την έξοδο. Αυτό ελατώνει τον κίνδυνο για τα εύθραυστα πακέτα.
- Υποστηρίζει την επιθυμητή ταχύτητα των 1.5 - 3.0 m/s
- Διαλογή και προς τις δύο πλευρές
- Απαιτεί λίγη συντήρηση
- Αποδεδειγμένος ρυθμός διαλογής έως και 200 πακέτα ανά λεπτό

### ***5.3. CROSS-BELT SORTER***

Ακόμη νεότερη τεχνολογία είναι ο διαλογέας cross-belt. Το όνομά του το παίρνει από τον τρόπο λειτουργίας του, καθώς η διαλογή βασίζεται στην κίνηση ενός ιμάντα (belt) **εγκάρσια** στην κατεύθυνση του ταινιοδρόμου.

Ο ταινιοδρόμος αποτελείται από διακεκριμένα στοιχεία διαστάσεων περίπου 60 x 60 cm, κάθε ένα από τα οποία είναι κατ'ουσίαν ένας μικρός ταινιοδρόμος,

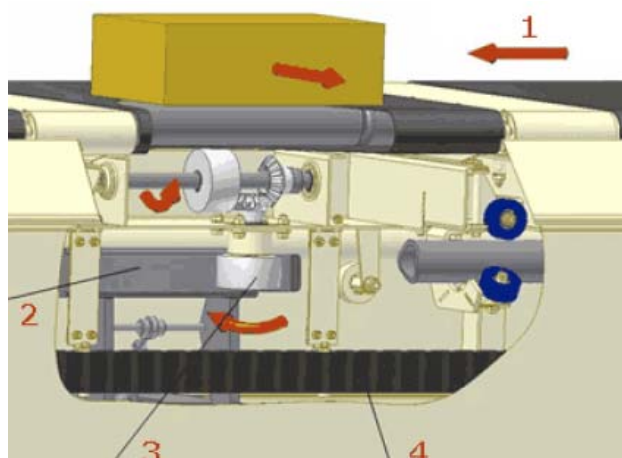
εγκάρσιος στην κύρια κατεύθυνση. Κινείται κατά την κύρια κατεύθυνση, μεταφέροντας το πακέτο που βρίσκεται πάνω του. Όταν όμως φτάσει στην έξοδο, στην οποία πρέπει να απορριφθεί το πακέτο, ένα πνευματικό έμβολο, με πολυ μικρή ισχύ, κινείται και απλά ακουμπά την κάτω πλευρά του στοιχείου που μας αφορά. Αυτό στην κάτω πλευρά του έχει ένα τύμπανο, το οποίο, καθώς ακουμπάται από το έμβολο στη μετωπική του επιφάνεια,



**Σχ.5.2. Cross-belt sorter**

και αφού κινείται κατά την κύρια διεύθυνση μαζί με όλο το στοιχείο, αναγκάζεται να περιστραφεί λόγω τριβής με το έμβολο, και να μεταδώσει την περιστροφή αυτή στον ιμάντα του στοιχείου, με αποτέλεσμα την απόρριψη του πακέτου. Είναι προφανές, ότι η απόρριψη του πακέτου παίρνει ισχύ από τον κινητήρα της κύριας κατεύθυνσης, και μόνο ελάχιστο μέγεθος ισχύος καταναλώνεται για την πνευματική μετατόπιση του εμβόλου κατά το πολύ λίγα εκατοστά, έως ότου απλά ακουμπήσει το αιωρούμενο τύμπανο του εκάστοτε διερχομένου στοιχείου.

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Κύρια κατεύθυνση</li> <li>2. Έμβολο – επαφάς</li> <li>3. Τύμπανο επαφής</li> <li>4. Αλυσίδα κίνησης</li> </ol> |
|--|



**Σχ.5.3. Σχήμα μηχανισμού λειτουργίας**

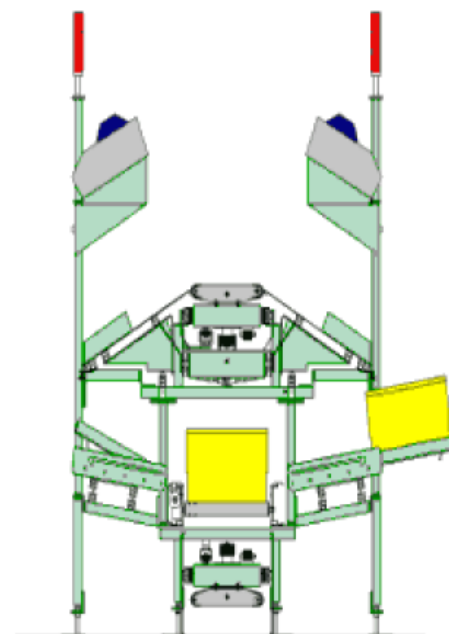
Η ταχύτητα ρυθμίζεται από τη σχέση μετάδοσης. Χαρακτηριστικό είναι δε, ότι αναλόγως από ποιά πλευρά προέρχεται το έμβολο, αντίστοιχα θα είναι και η

κίνηση του ιμάντα του στοιχείου, άρα και η απόρριψη του πακέτου στην πλευρά αυτή. Αυτό επιτρέπει την ύπαρξη εξόδων εκατέρωθεν του ταινιοδρόμου, χωρίς καμμία αλλαγή.

Στο τέλος της διαδρομής, τα στοιχεία δεν έχουν τη δυνατότητα να τυλιχτούν γύρο από ένα μεγάλο ράουλο και να πάρουν την ανάποδη κατεύθυνση προς την αρχή, όπως γίνεται σε ένα φυσιολογικό ταινιόδρομο. Παρ'όλα αυτά, όμως, η ίδια αλυσίδα που τα καθοδηγεί σε όλη τη διαδρομή τους, τα οδηγεί στο να περιστραφούν ένα-ένα και, κρεμάμενα πλέον ανάποδα, να γυρίσουν κανονικά στην αρχή του ταινιοδρόμου, όπου πάλι ένα-ένα, διακριτά, θα περιστραφούν και θα αρχίσουν πάλι τη διαδρομή τους.

Πλεονεκτήματα-χαρακτηριστικά:

- ο Διάσταση στοιχείου έως και 600 x 600 mm
- ο Δέχεται και μεγαλύτερα πακέτα με συνδυασμό τριών elements στη σειρά.
- ο Δέχεται βάρος μόνο έως 30kg.
- ο Ταχύτητα: έως 1,5 m/s.
- ο Μπορούν να γίνουν ανηφόρες-κατηφόρες με κλίση 30°.
- ο Υπάρχει option για μεταφορά των καλαθιών με τα δέματα, στην κοιλιά του cross-belt.
- ο Θόρυβος 65 dB(A)



Σχ.5.4. Σχήμα αποκομιδής γεμάτων καλαθιών

#### **5.4. ΚΟΣΤΟΣ – ΩΦΕΛΟΣ**

Όπως φαίνεται, έτοιμες λύσεις για τέτοιου είδους προβλήματα υπάρχουν. Όμως, είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψιν το κόστος τέτοιων συστημάτων, σε σύγκριση με το κέρδος από την εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος.

Δυστυχώς, σωστή ανάλυση κόστους ωφέλους δεν μπορεί να γίνει, απουσία στοιχείων, τα οποία να ποσοτικοποιούν το κέρδος από τη λειτουργία, για κάθε μία από τις προαναφερθείσες λύσεις. Επιπροσθέτως, μόνο εκτίμηση μπορεί να γίνει για το κόστος εγκατάστασης. Είναι όμως πραγματικότητα ότι για μία επιχείρηση, η οποία λειτουργεί αποκλειστικά εγχώρια, με όσα αυτό συνεπάγεται, δύσκολα θα αποκομίσει τέτοια ωφέλη από μία τόσο μεγάλη επένδυση (τάξεως €1.000.000), ώστε να κρίνεται αυτή συμφέρουσα. Αξίζει, όμως να σημειωθεί, ότι κάτι επιπλέον που προσφέρουν αυτές οι υψηλού κόστους λύσεις, είναι η συνεχής τεχνική υποστήριξη εκ μέρους του κατασκευαστή, η οποία διαφορετικά δεν υπάρχει.

Μία πιο ρεαλιστική προσέγγιση είναι αυτή που απεικονίζεται στην προσφορά, η οποία παρουσιάστηκε παραπάνω. Αυτή είναι και η πρόταση για το παρόν πρόβλημα. Μία λύση με απλά, στοιχειώδη κομμάτια, η οποία θα συνδυάζει αυτά τα στοιχειώδη στοιχεία με τέτοιο τρόπο, ώστε να προκύπτει ένα σύστημα ικανό να ανταποκριθεί στις ανάγκες της διαλογής.

## 6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ DIVERTER

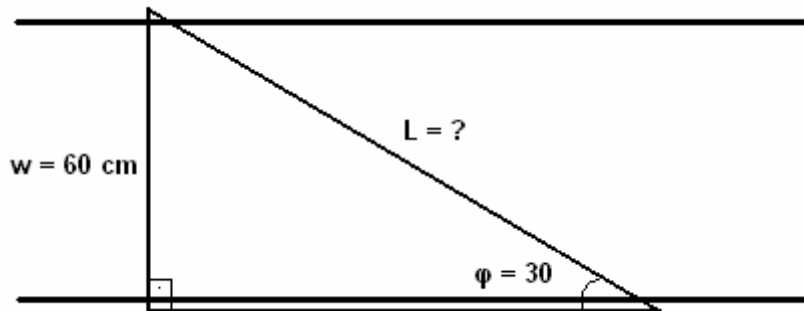
---

### 6.1. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΡΑΧΙΟΝΑ

Οι ανάγκες του παρόντος προβλήματος, αλλά και η έρευνα περί των διαθεσίμων στην αγορά συστημάτων sorting, δείχνουν ότι το πλάτος του ταινιόδρομου θα φτάνει τα 60 cm. Αυτό λοιπόν δίνει μία καθοδήγηση για το μήκος του βραχίονα του προς μελέτη diverter. Αν λοιπόν αυτό εκτείνεται εγκάρσια στον ταινιόδρομο, θα απαιτείτο καθαρό μήκος ίσο με 60 cm. Με τον όρο «καθαρό» χαρακτηρίζουμε το μήκος, πριν σε αυτό προστεθεί ένα επιπλέον κομμάτι που θα φτάνει από την άκρη του ταινιόδρομου, έως τη βάση του συστήματος περιστροφής. Αυτό θα προσθέσει κάποια εκατοστά στο μήκος του βραχίονα.

Μένοντας ακόμη στο καθαρό μήκος, θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν ότι ούτε πρακτικό, ούτε συμφέρον είναι, να εκτείνεται ο diverter εγκάρσια στον ταινιόδρομο, αφ'ενός μεν γιατί θα δέχεται πολύ μεγαλύτερη δύναμη από το μετωπικά προσκρούον πακέτο, αφ'ετέρου δε γιατί θα απαιτείται 90° διαδρομή έως ότου απομακρυνθεί το πακέτο. Αποφασίζεται λοιπόν, ότι ο βραχίονας θα πρέπει να εκτείνεται λοξά και, συμφωνώντας με τη διεθνή πρακτική, αλλά και με τις επιταγές του συμφέροντος, από απόψεως ροπής, επιλέγεται η κλίση των 30°.

Ο υπολογισμός λοιπόν του καθαρού μήκους του βραχίονα ανάγεται σε μία επίλυση ορθογωνίου τριγώνου, όπου  $w = 60$  cm, το πλάτος του ταινιόδρομου, και  $\varphi = 30^\circ$  η κλίση. Βρίσκουμε την υποτείνουσα, η οποία δεν είναι άλλη από τον ίδιο το βραχίονα.



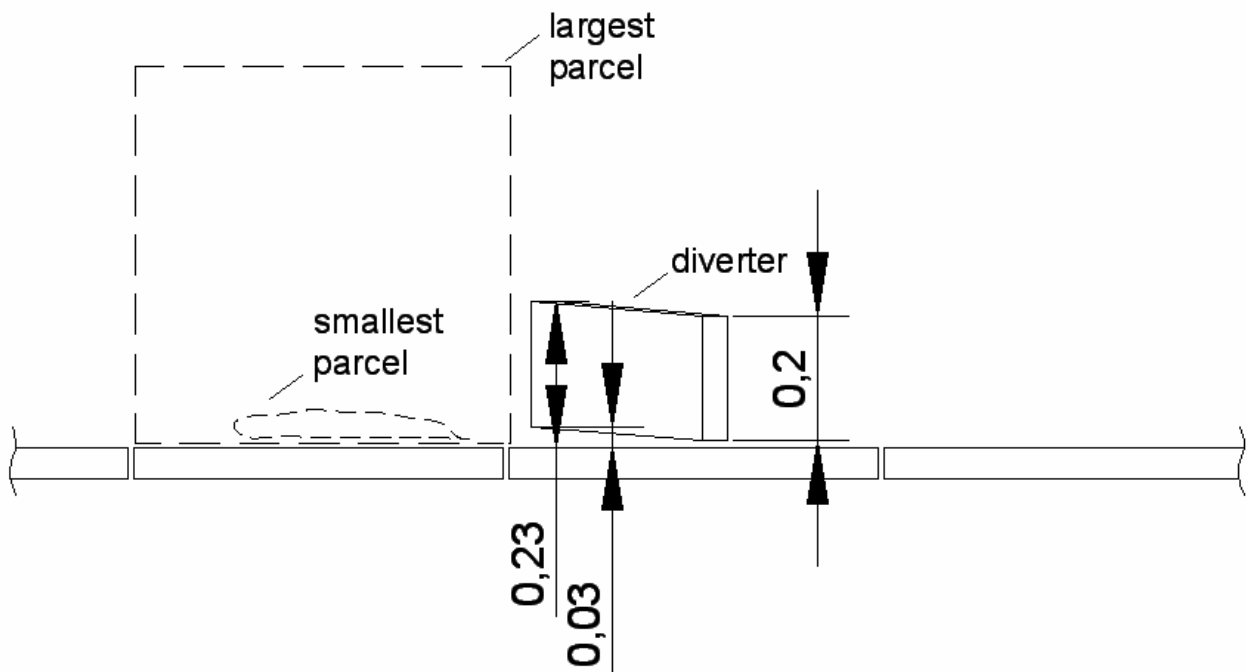
Σχ.6.1. Υπολογισμός καθαρού μήκους βραχίονα ( $L$ )

Έτσι υπολογίζεται:

$$L = \frac{w}{\sin 30} = \frac{60}{1/2} = 120\text{cm}$$

Σε αυτό καλό θα ήταν να προσθέσουμε 5 cm μήκος πέραν της άκρης του ταινιόδρομου, ώστε να διασφαλίσουμε ότι θα μαζευτεί ακόμη και κάποιο πακέτο, το οποίο έτυχε να προεξέχει λίγο πέρα από την άκρη του ταινιόδρομου. Δεν είναι όμως μόνο το καθαρό μήκος, αλλά και το μήκος μέχρι και το μηχανισμό. Αυτό θα υπολογιστεί παρακάτω, κατά τον υπολογισμό των ροπών που απαιτούνται, αφού παίζει σημαντικό ρόλο σε αυτές.

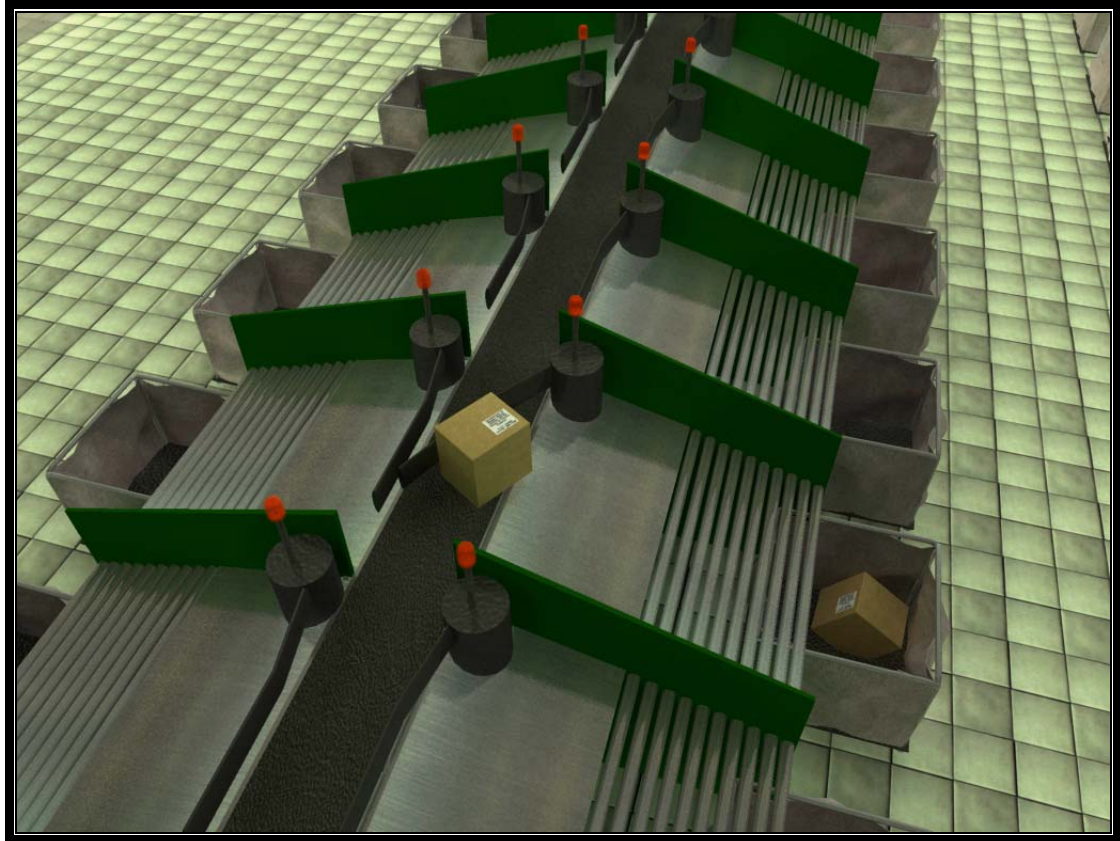
Το ύψος του βραχίονα θα πρέπει να είναι τέτοιο, ώστε, σε συνδυασμό με την κατακόρυφη απόσταση, στην οποία θα είναι τοποθετημένο, να βεβαιώνεται, τόσο ότι θα μαζεύει τα χαμηλού ύψους πακέτα, χωρίς αυτά να περάσουν από κάτω του, όσο και ότι θα μαζεύει τα πιο ψηλά πακέτα, χωρίς το φόβο ανατροπής τους (αν ο βραχίονας τα ακουμπάει πολύ χαμηλά). Δεδομένου λοιπόν ότι τα πιο χαμηλά πακέτα είναι ύψους ίσως μόλις 2-3 cm (πακέτα μορφής φουσκωμένου φακέλου ή μορφής “βιβλίου”), αλλά και ότι τα πιο ψηλά πακέτα έχουν ύψος 60 cm, τότε κρίνεται ότι ένα εύρος από 2 έως 20 cm θα πρέπει να καλύπτεται από τον diverter. Όπως δείχνει και το σχήμα, προτιμάται βραχίονας ύψους  $h = 20\text{ cm}$ , που θα κινείται από τα +2 cm έως τα +22 cm.



Σχ.6.2. Υπολογισμός ύψους βραχίονα ( $h$ )

Σε ότι αφορά το πλάτος του βραχίονα, κατ'αναλογία με τις άλλες δύο διαστάσεις, οι οποίες υπολογίστηκαν, για την καμπτική αντοχή του βραχίονα κρίνεται ότι αρκεί πλάτος 3 cm. Είναι κατανοητό άλλωστε ότι οι καταπονήσεις δεν είναι υπερβολικές.

Στην απεικόνιση που ακολουθεί φαίνεται η μορφή και η κλίση του diverter, καθώς και η αλληλεπίδρασή του με τα πακέτα.



Μορφή diverter και τρόπος αρπαγής πακέτου

Ο βραχίονας εκτείνεται στη θέση “ανοικτό”, υπό γωνία 30° και εκτρέπει το πακέτο από την πορεία του. Ταυτόχρονα, κλείνει, παρασύροντας το πακέτο γρηγορότερα προς την έξοδο. Η έξοδος διαθέτει αρχικά λεία μεταλλική επιφάνεια και, προς την άκρη της, ραουλόδρομο βαρύτητας, ώστε να υποβοηθή την πτώση του πακέτου, ακόμη και αν η ώθηση του δεν φτάνει.



## **6.2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΛΙΚΟΥ ΒΡΑΧΙΟΝΑ**

Η επιλογή του υλικού του βραχίονα πρέπει να γίνει με δύο κριτήρια:

- α) την ελαφρότητα της κατασκευής και
- β) το χαμηλό κόστος

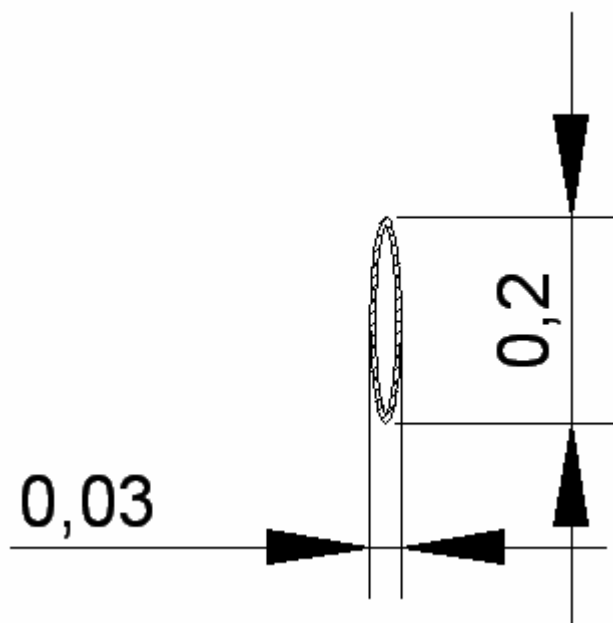
Τη λύση στις απαιτήσεις μας αυτές θα την αναζητήσουμε σε δύο υλικά, τα οποία – όχι τυχαία – χρησιμοποιούνται στην αεροπλοΐα και την ιστιοπλοΐα. Αυτά είναι το τιτάνιο, και το αλουμίνιο. Και τα δύο μέταλλα μας εξασφαλίζουν υπέρ του αναγκαίου αντοχή σε κάμψη και χαρακτηρίζονται από την ελαφρότητά τους.

Το τιτάνιο χρησιμοποιείται σε εφαρμογές κυρίως αεροπορικές, αποτελεί κύριο κατασκευαστικό στοιχείο των αεροπλάνων, αλλά είναι αρκετά πιο ακριβό από το αλουμίνιο, επομένως δεν υπάρχει λόγος σπατάλης.

Άλλωστε, λαμβάνοντας υπόψιν το μοντέλο κατασκευής της μάτσας (οριζόντιο στέλεχος του καταρτιού) στη σύγχρονη αγωνιστική ιστιοπλοΐα, όπου χρησιμοποιείται προφίλ αλουμινίου, κούφιο στο εσωτερικό, ελλειπτικού σχήματος, βρίσκουμε τη λύση στο πρόβλημά μας και μάλιστα επιβεβαιώνουμε την αναλογία διαστάσεων που υπολογίστηκε παραπάνω. (πλάτος 3 cm, ύψος 20 cm). Μόνη διαφορά είναι ότι θα μετατρέψουμε το ορθογωνικό προφίλ που περιγράφηκε προηγουμένως σε ελλειπτικό σχήμα, που θα μας εξασφαλίσει καλύτερη κατανομή των όποιων τάσεων δέχεται το εξάρτημα.

Αξίζει, παρ'όλα αυτά, να σημειωθεί για άλλη μία φορά ότι οι δυνάμεις δεν θα είναι αρκετά μεγάλες, ώστε να δημιουργήσουν ανησυχίες περί του στιβαρού της κατασκευής. Σημαντικότερο είναι να ληφθούν σωστά υπ'όψιν οι δυνάμεις, για το σωστό υπολογισμό του κινητήρα, ο οποίος θα χρεωθεί την περιστροφή του βραχίονα.

Σχηματικά, το προφίλ του βραχίονα θα είναι:



Σχ.6.3. Προφίλ βραχίονα σε τομή

### 6.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

Οι δυνάμεις που δέχεται ο βραχίονας είναι κατανεμημένες σε όλο το μήκος επαφής αυτού με τη μετωπική επιφάνεια του εκάστοτε πακέτου. Ο υπολογισμός των δυνάμεων σκοπό έχει τον κατ'επέκταση υπολογισμό του κινητήρα που θα απαιτηθεί, ώστε να κινήσει το σύστημα του diverter και μαζί το πακέτο.

Εδώ γίνεται κατανοητός και ο λόγος, για τον οποίο επιλέχθηκε η θέση “ανοικτό” του βραχίονα να είναι στις 30° και όχι στις 90°. Αν άνοιγε μέχρι τις 90°, τότε θα έβρισκε μία δύναμη από το επερχόμενο πακέτο, η οποία:

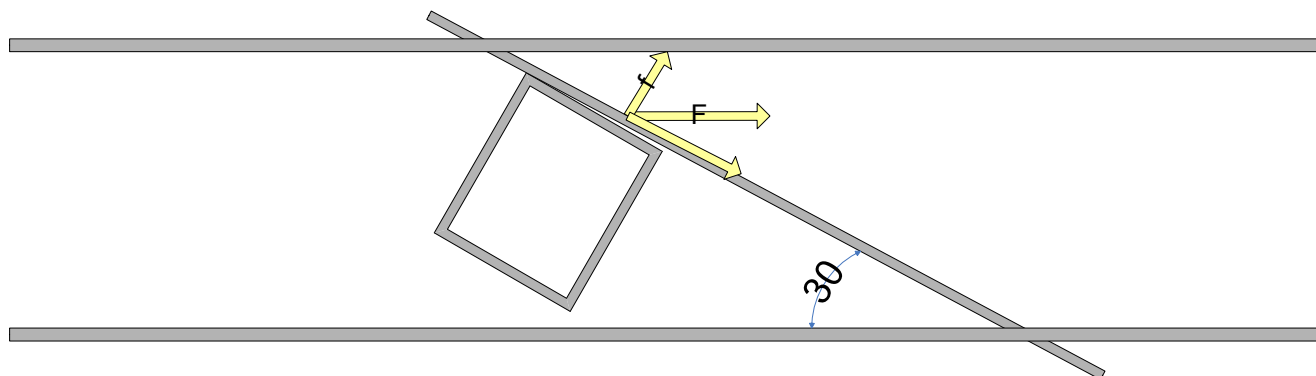
- αφ'ενός μεν θα ήταν εγκάρσια στη θέση εκείνη του βραχίονα, παράγοντας έτσι ροπή με όλο της το μέγεθος, κάνοντας το έργο του βραχίονα πιο δύσκολο (απαίτηση για πιο δυνατό κινητήρα). Με την κλίση

30°, δεν μεταφράζεται το 100% της ορμής του πακέτου σε δυσχερή ροπή, αλλά μόνο η κάθετη στο βραχίονα συνιστώσα της, δηλαδή:

(αν  $F$  η οριζόντια συνισταμένη δύναμη του πακέτου και  $f$  η συνιστώσα)

$$F = f \cdot \cos 60 \Rightarrow f = \frac{F}{\cos 60} = \frac{F}{2}$$

Δηλαδή, γλιτώνουμε έτσι το 50% της ορμής του επερχόμενου πακέτου.



Σχ.6.4. Ανάλυση δύναμης πακέτου-βραχίονα

- αφ'ετέρου δε, ακόμη και αν ο κινητήρας ήταν τέτοιος ώστε να αντιπαρέλθει ακόμη και του 100% της ορμής του πακέτου, αυτό θα βρισκόταν στιγμιαία σταματημένο, κολλημένο πάνω στον βραχίονα, περιμένοντας από αυτόν να του δώσει όση κινητική ενέργεια χρειάζεται για να το διώξει στο πλάι. Αντίθετα, με την κλίση των 30°, το πακέτο διατηρεί την έτερη συνιστώσα της κίνησής του, η οποία, ακόμη και αν ο βραχίονας μείνει στη θέση “ανοικτό”, θα το βοηθήσει να κινηθεί πάνω στην παρεία του βραχίονα, γλιστρώντας μέχρι να πέσει στην έξοδο. **Επιλογή μας είναι, βέβαια, να κλείσει ο βραχίονας, ωθώντας το πακέτο να πέσει ακόμη πιο γρήγορα στην έξοδο, συντομεύοντας έτσι το χρόνο της όλης αρπαγής και επιτρέποντας να είναι μικρότερη η ελάχιστη επιτρεπόμενη απόσταση του επόμενου πακέτου.** Αυτό έχει άμεσο κέρδος στη συνολική παραγωγικότητα της γραμμής διαλογής.

Το πακέτο, λοιπόν, που ταξιδεύει πάνω στον ταινιόδρομο, πρέπει να μεταφερθεί από το βραχίονα προς το πλάι του ταινιοδρόμου και, τελικά, στην έξοδο. Αυτό

σημαίνει ότι ο βραχίονας θα πρέπει να μεταφέρει μία ροπή, τέτοια ώστε να υπερνικάει την τριβή που προκαλεί η επαφή πακέτου-ταινιοδρόμου. Και αυτή η τριβή προκαλεί με τη σειρά της μία αντίθετη ροπή, αφού σε κάθε σημείο κατά τη διάρκεια της κίνησης τόξου περίπου 30°, η τριβή έχει κατεύθυνση σε εφαπτομενική στο τόξο και φυσικά αντίθετη στην κίνηση.

Το βάρος του 99,65% των πακέτων γνωρίζουμε<sup>2</sup> ότι είναι έως 30 kg. Αυτό μας επιτρέπει με ασφάλεια να κάνουμε τον υπολογισμό τριβής και ροπών με βάση αυτό το βάρος πακέτου, θεωρώντας το – κατά παραδοχή – ως το δυσμενέστερο.

Ως γνωστόν, η τριβή υπολογίζεται συναρτήσει της αντίδρασης του ταινιοδρόμου και του συντελεστή τριβής μεταξύ πακέτου και υλικού ταινιοδρόμου. Συμβατικοί ταινιοδρόμοι με υλικά όπως Durethane (της εταιρείας Mearthane), παρέχουν συντελεστή τριβής 40%. Λοιπά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου υλικού φαίνονται στο παρακάτω data sheet.

<b>Mearthane Durethane™ F DF-620A Closed Cell Foam Polyurethane<sup>3</sup></b>		
<b>Αγωγιμότητα:</b>		
Όλα τα Durethane ελαστομερή μπορούν να συνταγογραφηθούν έτσι ώστε να είναι ηλεκτρικά αγωγίμα, για εφαρμογές που περιλαμβάνουν ηλεκτροστατική.		
<b>Ιδιότητες</b>	<b>Τιμή</b>	<b>Σχόλιο</b>
<b>Φυσικές</b>		
Πυκνότητα, g/cc	0.4	
<b>Μηχανικές</b>		
Σκληρότητα	20	
Αντοχή σε εφελκυσμό, MPa	25.9	
Επιμήκυνση μέχρι θραύση, %	650	
100% Modulus, GPa	0.000724	
Compressive Yield Strength, MPa	0.59	at 20% deflection; ASTM D3574C
Compressive Yield Strength, MPa	0.38	at 10% deflection; ASTM D3574C
Resilience	40	Bashore Rebound; ASTM 2632D
Test αντοχής σε απότμηση	80	lb; Die C; ASTM 3457F

*Πιν.6.5. Mearthane Durethane Data Sheet<sup>4</sup>*

<sup>2</sup> βλ. Πίνακα 3.1, “Κατανομή πακέτων κατά βάρος”

<sup>3</sup> Πηγή πληροφοριών: Mearthane Products Corporation

Αντί αυτού, όμως, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα άλλο προϊόν, επίσης βασισμένο στην Ουρεθάνη (Urethane), το οποίο είναι ειδικά κατασκευασμένο, για να παρέχει μικρότερη τριβή. Να σημειωθεί εδώ ότι δεν επιθυμούμε υπερβολικά μικρά μεγέθη τριβής, καθώς τα βαριά πακέτα τη χρειάζονται για να μην πέφτουν από τον ταινιόδρομο. Όμως, ένας συντελεστής τριβής ίσος με 30%, που μας παρέχει αυτός ο τύπος ιμάντα, είναι η μέση λύση, ώστε και να μη σπαταλάμε ενέργεια για να διώξουμε το πακέτο προς την έξοδο. Στο παράρτημα πινάκων και σχεδίων, υπάρχει το σκαρίφημα Α, που δείχνει τη μορφή του ταινιοδρόμου, όπως προτείνει η Dorner Manufacturing Co. Ακολουθεί ένας πίνακας με την οικογένεια των υλικών του τύπου αυτού.<sup>4</sup>

Περιγραφή	Πάχος	Υλικό επιφάνειας	Μέγιστη θερμοκρασία	Συντελεστής τριβής	Χημική ανθεκτικότητα
Nosebar, High Friction	.02 (.6)	Urethane	212°F (100°C)	High	Good
Heat Resistant	.05 (1.3)	Silicone	356°F (180°C)	Low	Good
<b>Translucent &amp; Nosebar, Accumulation</b>	<b>.02</b>	<b>Urethane</b>	<b>212°F (100°C)</b>	<b>V-Low</b>	<b>Good</b>
<b>Sealed Edge</b>	<b>.06 (1.5)</b>	<b>Urethane</b>	<b>176°F (80°C)</b>	<b>Low</b>	<b>Good</b>
Sealed Edge	.06 (1.5)	Urethane	176°F (80°C)	High	Good
Cut Resistant	.08 (2.1)	Urethane	212°F (100°C)	Medium	Good
Cut Resistant	.10 (2.5)	Nitrile	176°F (80°C)	Medium	Poor
Cut Resistant	.06 (1.5)	Urethane	176°F (80°C)	Low	V-Good
Color Contrasting	.06 (1.5)	PVC	158°F (70°C)	Medium	Poor
Color Contrasting	.06 (1.6)	Urethane	176°F (80°C)	Low	Good
Color Contrasting	.05 (1.2)	Urethane	212°F (100°C)	Medium	Good
Electrically Conductive	.05 (1.2)	Urethane	140°F (60°C)	Low	Good
High Friction	.17 (4.4)	PVC	194°F (90°C)	V-High	Poor
Chemical Resistant	.05 (1.3)	Polypropylene	250°F (126°C)	Low	V-Good
Chemical Resistant	.07 (1.7)	Polyester	212°F (100°C)	Medium	V-Good
Low Friction Cleated	.06 (1.6)	Polyester	212°F (100°C)	n/a	Good

*Πιν.6.6. Dorner Conveyor Belts Overview Sheet<sup>5</sup>*

Όπου με έντονο κόκκινο χρώμα φαίνονται δύο πιθανές επιλογές. Θα συνεχίσουμε τους υπολογισμούς δυνάμεων με δεδομένο συντελεστή τριβής 30%.

<sup>4</sup> Πηγή πληροφοριών: Dorner Manufacturing Co.

Η τριβή είναι:

$$T = \mu \cdot N = \mu \cdot W_{\max} = 30\% \cdot 300N = 90N$$

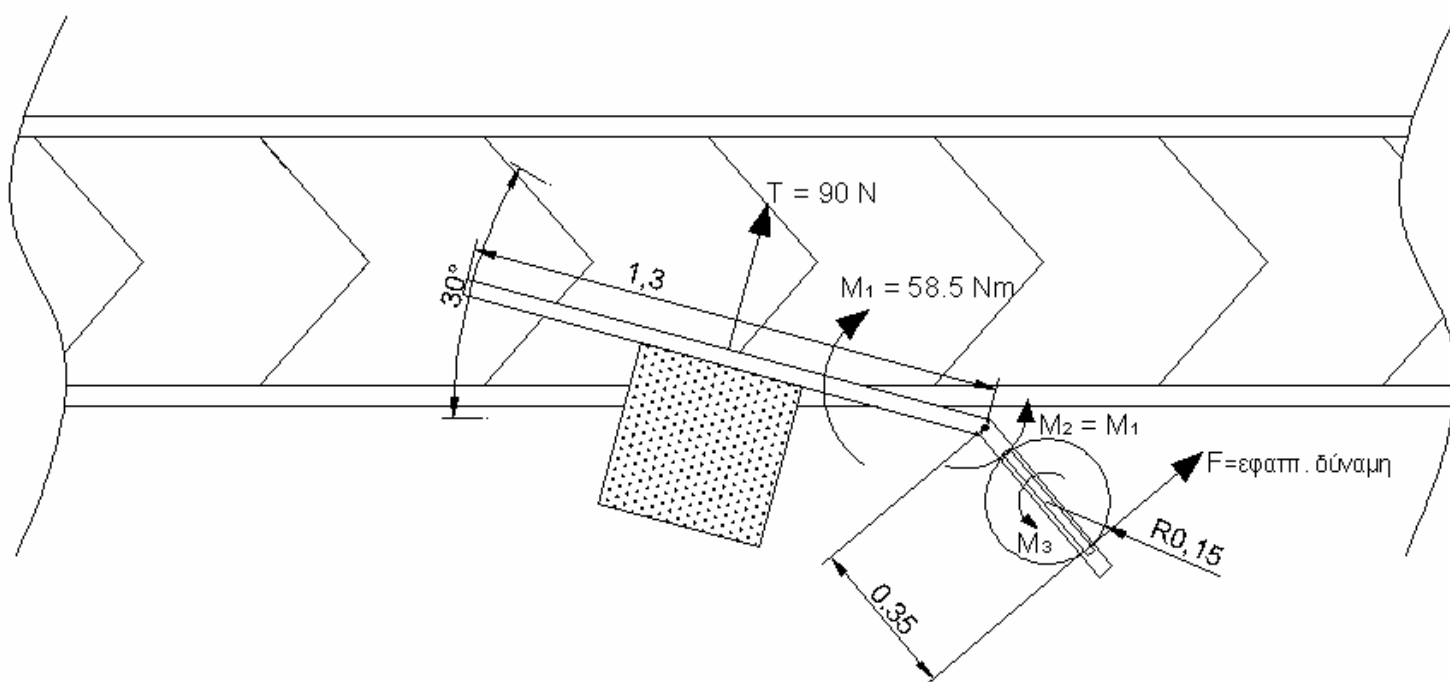
και θεωρούμε ότι ασκείται στο μέσον του μήκους του βραχίονα, δηλαδή σε απόσταση από την άρθρωση, ίση με

$$\frac{L}{2} = \frac{130cm}{2} = 65cm$$

Επομένως, η τριβή προκαλεί ροπή ίση με

$$M_1 = \frac{L}{2} \cdot T = 0,65m \cdot 90N = 58,5N \cdot m$$

Αυτή η ροπή είναι που πρέπει να υπερνικηθεί από τον κινητήρα που περιστρέφει το βραχίονα.



Σχ.6.7. Δυνάμεις-ροπές πακέτου-βραχίονα

Η ροπή  $M_2$  προέρχεται από τον κινητήρα και είναι ίση με τη ροπή  $M_1$ . Η  $M_2$  με τη σειρά της χρησιμοποιείται για να βρεθεί η εφραπτομενική δύναμη  $F$ , που ασκείται από τον περιστρεφόμενο κινητήρα. Έχουμε:

$$M_2 = F \cdot 0,35m = M_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = \frac{M_1}{0,35m} = \frac{58,5Nm}{0,35m} = 167N \Rightarrow$$

Θέλοντας η εφαπτομενική δύναμη  $F$  να είναι 167 Newton, και γνωρίζοντας ότι η ακτίνα του κυκλικού δίσκου είναι ίση με 15 cm, υπολογίζουμε τη ροπή του κυκλικού δίσκου:

$$\Rightarrow M = F \cdot 0,15m = 167N \cdot 0,15m = 25Nm$$

Βέβαια, η ροπή αυτή δεν είναι η ροπή του κινητήρα, γιατί του κυκλικού δίσκου προηγείται μειωτήρας, του οποίου η μελέτη θα ακολουθήσει. Προς το παρόν, δε χρησιμοποιείται συντελεστής ασφαλείας, αφού αυτός θα προστεθεί στον τελικό υπολογισμό του κινητήρα.

#### **6.4. ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΥ**

Με δεδομένες, λοιπόν, τις απαιτήσεις για ταινιόδρομο, σε ότι αφορά την ταχύτητα και το φορτίο, το οποίο χρειάζεται να κινείται, επόμενο βήμα είναι η επιλογή συστήματος ταινιοδρόμου. Υπενθυμίζεται ότι η επιθυμητή ταχύτητα του ταινιοδρόμου είναι 1,5 m/sec και ότι η απόσταση ανάμεσα σε δύο διαδοχικά πακέτα, τα οποία κυκλοφορούν πάνω σε αυτόν είναι 1,5 m. Λαμβάνοντας υπ'όψιν και το μήκος του κάθε πακέτου, υπολογίζεται ότι σε κάθε τουλάχιστον 2 m ταινιοδρόμου υπάρχει ένα πακέτο. Αυτό οδηγεί εύκολα στο συμπέρασμα ότι σε μήκος 30 m ταινιοδρόμου υπάρχουν το πολύ 15 πακέτα, με βάρος 30 kg μέγιστο το καθένα. Προκύπτει, λοιπόν, μέγιστο φορτίο 450 kg ανά 30 m ταινιοδρόμου. Ελήφθη ως δεδομένο ότι τα 15 πακέτα, τα οποία θα τύχουν να βρίσκονται ταυτόχρονα πάνω στον ταινιόδρομο, θα έχουν όλα το μέγιστο βάρος των 30 kg. Όμως, με μία ημερήσια διακίνηση 7.000 πακέτων, όπου η στατιστική έδειξε ότι μόνο το 0,1% έχουν βάρος 30 kg, οίτοι 7 μόλις πακέτα(!). Δεν είναι λοιπόν πιθανό να συμβεί όλα τα πακέτα, τα οποία βρίσκονται στο κομμάτι αυτό του ταινιοδρόμου, να είναι όλα του μέγιστου βάρους.

Αυτό, όμως, δε σημαίνει ότι ακυρώνεται το υπολογισθέν μέγιστο φορτίο των 450 kg. Αντιθέτως, αυτό ακριβώς θα χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο επιλογής μοντέλου ταινιοδρόμου, απλώς είναι σαφές δε θα προστεθεί συντελεστής ασφαλείας φόρτισης, καθώς ήδη έχει θεωρηθεί υπερβολική φόρτιση.

Παρατηρείται δε, ότι οι κλάδοι ταινιοδρόμου, που θα απαρτίζουν το μελετώμενο σύστημα, είναι διαφόρων μηκών:

<b>Κλάδος</b>	<b>Αριθμός κλάδων</b>	<b>Μήκος</b>
Τμήμα φόρτωσης	1	2 m
Κλάδος input	1	30 m
Κλάδοι με εξόδους	3	50 m
Κλάδος ανατροφοδότησης – μικρό τμήμα	1	30 m
Κλάδος ανατροφοδότησης – μεγάλο τμήμα	1	50 m

*Πιν. 6.8. Μήκη κλάδων ταινιοδρόμου*

Είναι, λοιπόν, προφανές ότι ενώ για τους μεν κλάδους μήκους 30 m θα γίνει χρήση του επιλεγόμενου μοντέλου, σύμφωνα με τα παραπάνω, για τους δε κλάδους των 50 m, θα γίνει χρήση δύο τμημάτων του ταινιοδρόμου, 25 m έκαστο. Είναι, τέλος, σαφές ότι για το μικρό τμήμα φόρτωσης, μπορεί ακόμη και να χρησιμοποιηθεί μικρότερης δυναμικής μοντέλο.

Παρουσιάζεται παρακάτω το μοντέλο ταινιοδρόμου, το οποίο, για ευκολία και συμβατότητα με το ανωτέρω περιγραφόμενο υλικό ιμάντα, επιλέχθηκε από τον ίδιο κατασκευαστή.





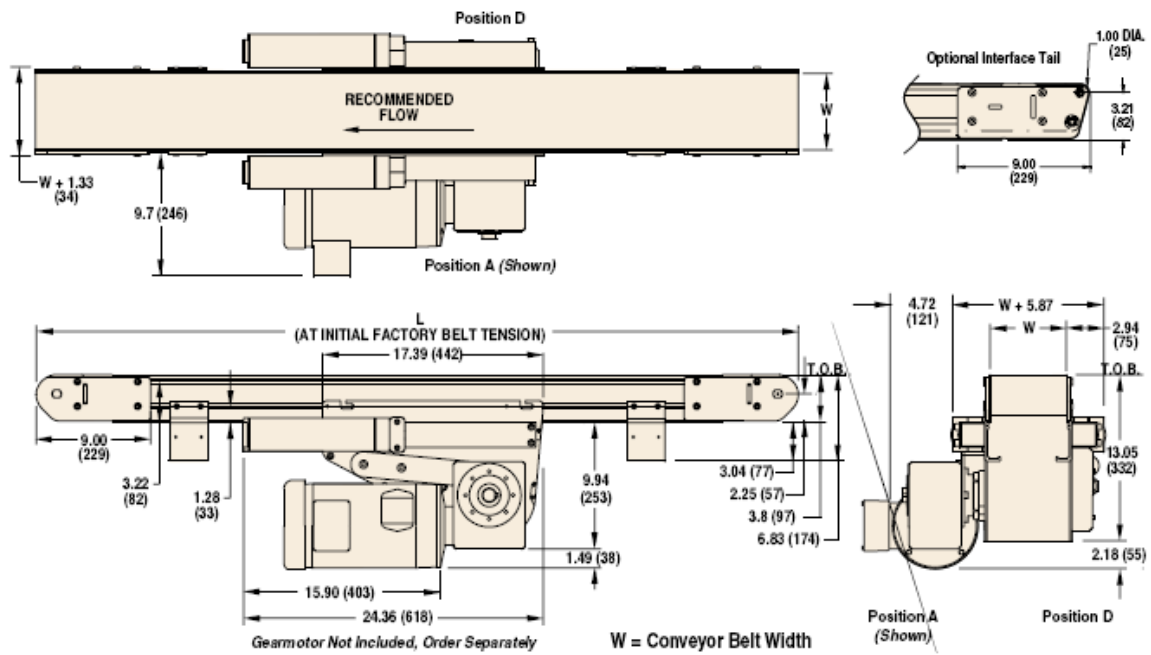
Σχ.6.9. Ταινιόδρομος βαρέως φορτίου<sup>5</sup>

**Προδιαγραφές:**

- Φορτίο έως 460 kg
- Ταχύτητες μάντα έως 119 m/min (2 m/sec)
- Πλάτος ταινίας από 9.5 cm έως 1.20 m
- Μήκος ταινιοδρόμου από 1.2 m έως 30 m.
- Στοιχεία με διαστάσεις σε μετρικό σύστημα
- Δυνατότητα αναστροφής της κίνησης (με μείωση απόδοσης 33%)
- Αλλαγή ταινίας σε 15'
- Δυνατότητα κατάληξης σε γωνία, για διευκόλυνση συμβολής 2 κλάδων.



<sup>5</sup> Κατασκευαστής Domer Mfg.



Σχ.6.10. Σχέδιο επιλεγόμενου ταινιοδρόμου

## 6.5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΕΙΩΤΗΡΑ

Σε ότι αφορά τη μείωση στροφών, υπάρχει η επιλογή μίας λύσης κινητήρα με έτοιμη τη μείωση στις επιθυμητές στροφές, ή διαφορετικά, η χρήση ενός κινητήρα χωρίς μείωση και ο συνδυασμός του με ένα σύστημα μίας βαθμίδας, που θα δίνει τις επιθυμητές στροφές.

Ο μειωτήρας θα είναι σχετικά απλός, καθώς ούτε περίπλοκες είναι οι απαιτήσεις της μείωσης, ούτε περιθώρια για μεγάλες απώλειες ισχύος υπάρχουν. Ανάγκη είναι ο κινητήρας να είναι κατά το δυνατόν μικρός (και ανέξοδος), καθώς diverters θα τοποθετηθούν σε κάθε έξοδο του συστήματος.

Σε ότι αφορά τη μείωση στροφών, επιθυμία μας είναι να εκτελείται μία πλήρης περιστροφή σε ένα περίπου δευτερόλεπτο. Αυτό γιατί, αν ο ταινιοδρόμος έχει μία ταχύτητα που φτάνει τα  $1,5$  m/s, τότε μόλις το πακέτο έρθει σε "θέση εξόδου" και ο βραχίονας αρχίσει να κινείται, υπάρχει περίπου  $0,5$  sec περιθώριο για το

κλείσιμο του diverter και την κατά συνέπεια αποκομιδή του πακέτου. Αν δεν έχει κλείσει ο βραχίονας μέσα σε 0,5 sec, τότε το πακέτο θα έχει πέσει και πάλι στην έξοδο, καθοδηγούμενο από την επαφή του με την παρειά του βραχίονα. Όμως, ποιός ο σκοπός του να συμβαίνει αυτό και έπειτα να μένει ένας ανοικτός βραχίονας, ο οποίος μόνον τότε πλέον ξεκινά να κλείνει; Το μειονέκτημα σε αυτήν την περίπτωση είναι ότι ο βραχίονας αποτελεί εμπόδιο στη μέση του ταινιοδρόμου, έως ότου κλείσει, κάτι που κοστίζει σε minimum επιτρεπόμενη απόσταση μεταξύ των διαδοχικών πακέτων, συνεπώς και σε minimum χρόνο εναπόθεσής τους πάνω στον ταινιόδρομο. Αυτό, όπως έχει περιγραφεί και παραπάνω, αποτελεί άμεσο επιπλέον κόστος.

Σκόπιμο, λοιπόν, είναι να κλείνει ο βραχίονας ταυτοχρόνως με την αποκομιδή του πακέτου, επιταχύνοντάς την μάλιστα. Συμπεραίνεται, λοιπόν, ότι για να συμβεί αυτό, θα πρέπει το κλείσιμο να διαρκεί περίπου 0,5 sec. Θυμίζουμε ότι το πακέτο θα έχει ταξιδέψει 0,75 m μέσα σε αυτό το διάστημα. Το κλείσιμο όμως του βραχίονα είναι η μισή του κίνηση. Αν το άνοιγμα διαρκεί φυσικά άλλο 0,5 sec, τότε συνολικά έχουμε μία στροφή το δευτερόλεπτο, μία πολύ μικρή ταχύτητα δηλαδή.

Ο κινητήρας θα έχει έναν αριθμό στροφών ίσο με περίπου 600 rpm, 10 στροφές το δευτερόλεπτο. Έχουμε λοιπόν έναν επιθυμητό λόγο στροφών  $\lambda = 1/10$ .

Γνωρίζοντας ότι η ροπή που χρειαζόμαστε στο δίσκο (τροχός #2) είναι 25 Nm, μπορούμε να υπολογίσουμε τη διάμετρο της ατράκτου που απαιτείται και, κατά συνέπεια, τη διάμετρο του οδοντωτού τροχού. Πρώτα όμως, μετατρέπουμε τη ροπή από Nm σε kp cm:

$$1N = 1,101972kp$$

$$1m = 100cm \Rightarrow$$

$$1Nm = 110,1972kp\text{cm}$$

$$25Nm = 2754,93kpcm$$

Κι έτσι,

$$d_1 = 3 \cdot \sqrt[3]{M_{d_2}} = 3 \cdot \sqrt[3]{2754,93} \cong 42mm$$

που το τυποποιούμε στα 50 mm.

Άρα, η διάμετρος του τροχού είναι:

$$d_{02} = 2 \cdot 50mm = 100mm = 10cm$$

Έτσι, υπολογίζουμε την περιφερειακή ταχύτητα του σημείου κύλισης, που είναι:

$$u_{02} = \frac{\pi \cdot d_{02} \cdot n_2}{60.000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 60rpm}{60.000} = 0,314 \frac{m}{s} \quad (1 \text{ στροφή/sec} = 60 \text{ rpm})$$

Αντίστροφα, γνωρίζοντας την περιφερειακή ταχύτητα στον τροχό 1

( $u_{01} = u_{02} = 0,314 \frac{m}{s}$ ), υπολογίζουμε τη διάμετρο του τροχού

$$d_{01} = \frac{u_{01} \cdot 60.000}{\pi \cdot n_1} = \frac{u_{01} \cdot 60.000}{\pi \cdot n_1} = \frac{0,314 \cdot 60.000}{3,14 \cdot 600rpm} = 10mm$$

αφού άλλωστε

$$d_{01} = d_{02} \cdot \frac{n_2}{n_1} = 100 \cdot \frac{60}{600} = 10mm$$

άρα ο άξονας 2 θα έχει διάμετρο 5 mm. Εμείς χρησιμοποιούμε άξονα 10 mm

Επομένως, η ροπή στον άξονα του τροχού 1, είναι

$$M_{d_1} = \frac{1}{3} \cdot 5^3 = \frac{1}{3} \cdot 10^3 \cong 333,3kpcm = 3,02Nm$$

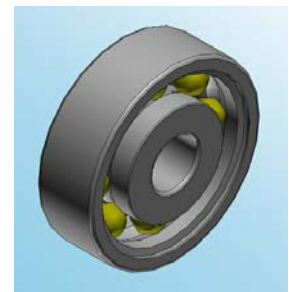
που είναι η ροπή του κινητήρα.

Γνωρίζοντας την ταχύτητα για τον τροχό (1) που αντιστοιχεί στον κινητήρα, είναι δυνατόν να υπολογίσουμε<sup>6</sup> ότι θα διαθέτει 14-20 δόντια, επιλέγουμε ένα μέσο αριθμό 17 οδόντων.

Από τη σχέση μετάδοσης είναι εύκολο να υπολογίσουμε ότι το έτερο γρανάζι θα διαθέτει  $z_2 = \lambda \cdot z_1 = 10 \cdot 17 = 170$  δόντια.

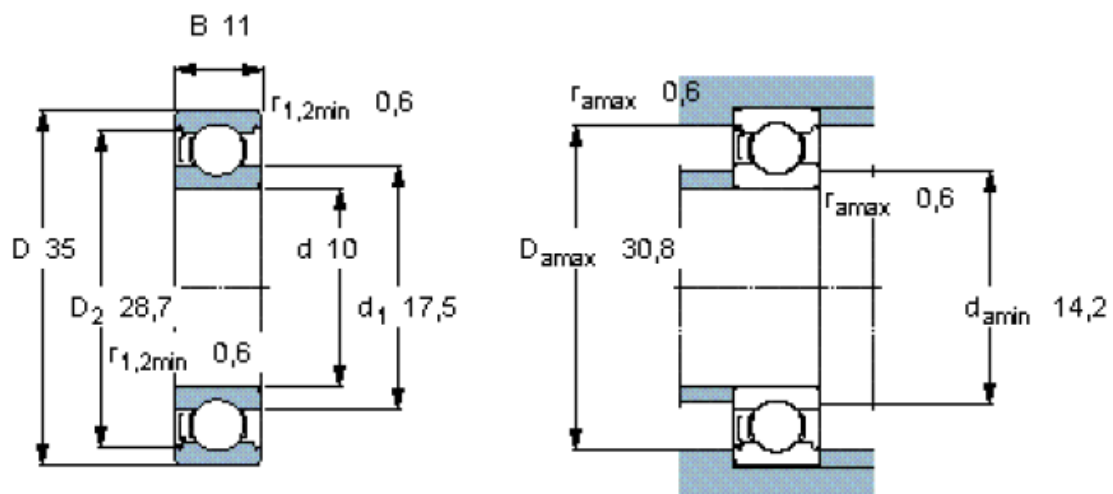
Για το σύστημα μετάδοσης θα χρειαστούν και έδρανα. Με γνωστές τις ροπές και τα μεγέθη ατράκτων, μπορούμε να επιλέξουμε κάποια από γνωστούς κατασκευαστές του χώρου.

Με δεδομένο λοιπόν ότι επιθυμούμε ροπή στην άτρακτο του κινητήρα ίση με 3,02Nm και διάμετρο της ατράκτου αυτής ίση με 10 mm, επιλέγουμε το παρακάτω έδρανο:



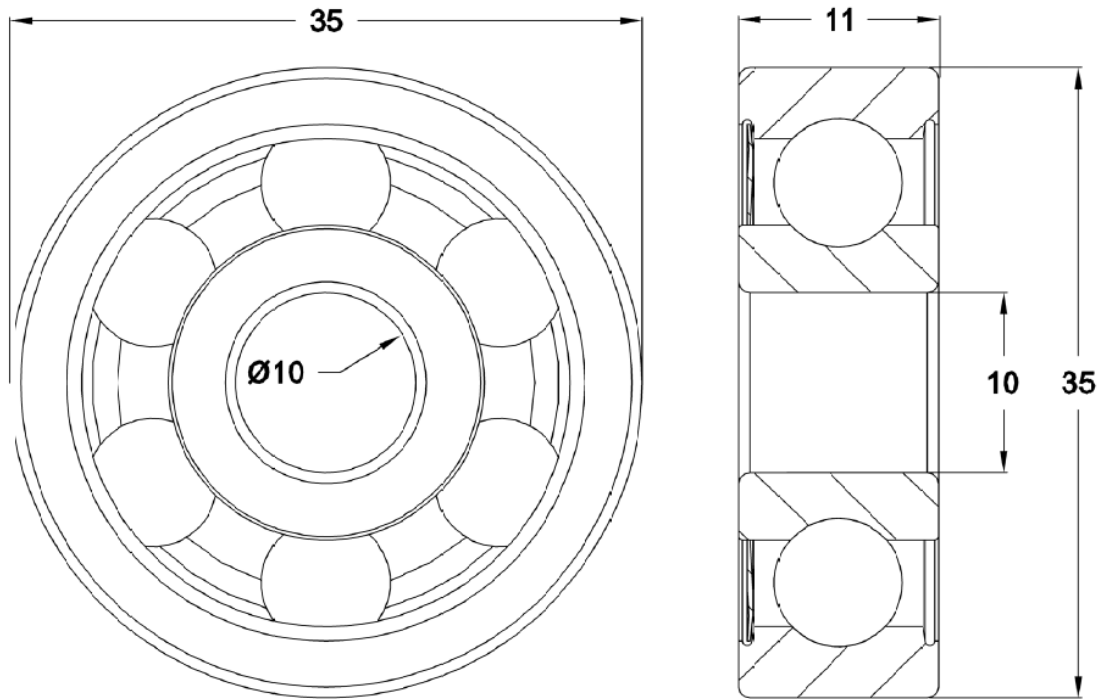
**Deep groove ball bearing, single row, axis #1**

Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue	Speed ratings		Mass
d	D	B	dynamic	static	load limit	Reference speed	Limiting speed	
mm	mm	mm	kN	kN	kN	rpm	rpm	kg
10	35	11	8,52	3,4	0,143	50.000	32.000	0,053



*Σχ.6.11. Σκαρίφημα εδράνου ατράκτων 1*

<sup>6</sup> Θ. Ν. Κωστόπουλος: Οδοντώσεις και μειωτήρες στροφών, Εκδόσεις Συμείων, 1991



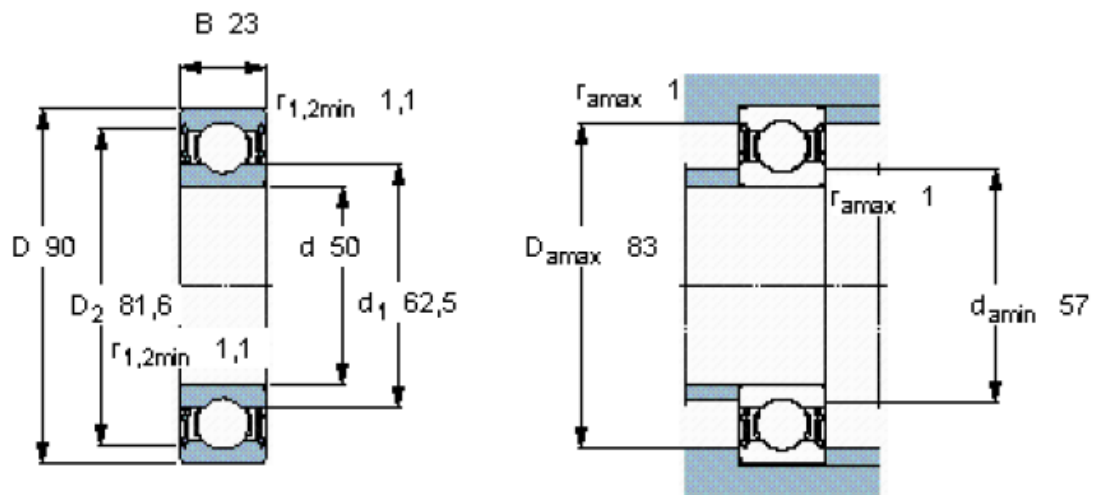
Σχ.6.12. Σχέδιο εδράνου ατράκτου 1 από κατασκευαστή

Αντίστοιχα, για τον άξονα 2, με διάμετρο 50 mm και ροπή 25 Nm, επιλέγουμε το παρακάτω έδρανο:

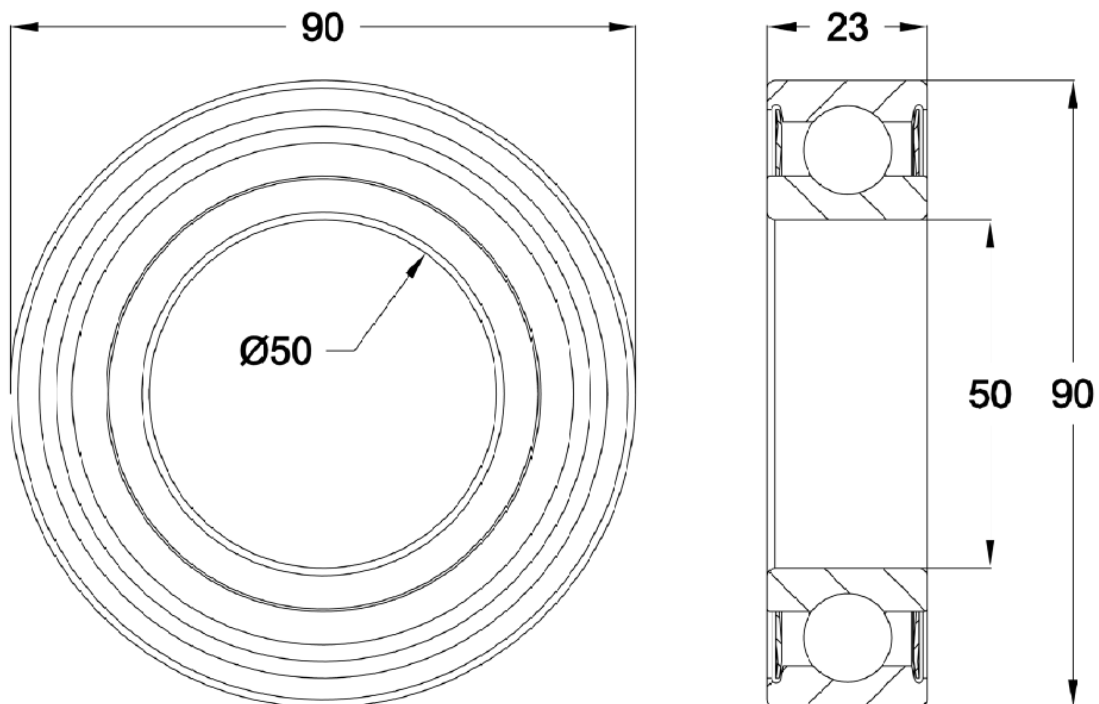


**Deep groove ball bearing, single row, axis #2**

Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue	Speed ratings		Mass
d	D	B	dynamic	static	load limit	Reference speed	Limiting speed	
mm	mm	mm	C	C0	Pu	rpm	rpm	kg
50	90	23	35,1	23,2	0,98	-	4800	0,52



Σχ.6.13. Σκαρίφημα εδράνου ατράκτου 2



Σχ.6.14. Σχέδιο εδράνου ατράκτου 2

## 6.6. ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Αρχικά, τίθεται ένα δίλημμα, για το αν συμφέρει η χρήση ενός κινητήρα συνεχούς ρεύματος ή ενός βηματικού κινητήρα. Για να διαπιστωθεί η

συμπερότερη λύση, θα παρατεθούν τα χαρακτηριστικά του κάθε τύπου και θα συγκριθούν με τις ανάγκες της εφαρμογής. Έτσι, λοιπόν, είναι:

<b>Κινητήρας συνεχούς ρεύματος</b>	
<b>Πλεονεκτήματα</b>	<b>Μειονέκτηματα</b>
Μεγάλη ροπή	Δυσκολία ελέγχου θέσης
Αξιοπιστία	Ανάγκη ύπαρξης μειωτήρα
Χαμηλό κόστος	

*Πιν.6.15. Χαρακτηριστικά κινητήρων συνεχούς ρεύματος*

<b>Βηματικός κινητήρας</b>	
<b>Πλεονεκτήματα</b>	<b>Μειονέκτηματα</b>
Η γωνία περιστροφής είναι ανάλογη με τον παλμό εισόδου	Δυσκολία λειτουργίας σε μεγάλες ταχύτητες
Ο κινητήρας έχει πλήρη ροπή και σε στάση	Χαμηλές ροπές διαθέσιμες
Ακριβής έλεγχος της θέσης	
Εξαιρετική απόκριση στο ξεκίνημα/σταμάτημα/	
Αξιοπιστία	
Δεν υπάρχει ανάγκη μείωσης στροφών, αφού η περιστροφή καθορίζεται από τη συχνότητα των παλμών	

*Πιν.6.16. Χαρακτηριστικά βηματικών κινητήρων*

Ακολουθεί λοιπόν, για κάθε έναν από τους δύο τύπους, μία περιγραφή του τρόπου εγκατάστασής του.



### 6.6.1. ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Εάν γίνει χρήση κινητήρα συνεχούς ρεύματος, τότε πρέπει να εφαρμοστεί μέθοδος ελέγχου της θέσης του βραχίονα. Αυτό το σύστημα, θα περιλαμβάνει έναν επαγωγικό αισθητήρα, σε τέτοια θέση, ώστε να δίνει σήμα όταν ο βραχίονας είναι πλήρως κλειστός. Προβλέπεται ο αντίστοιχος προγραμματισμός του PLC, ώστε να λαμβάνει υπ'όψιν του τον αισθητήρα, για έλεγχο βλάβης του κινητήρα.

Ο επαγωγικός αισθητήρας (inductive proximity sensor) ανιχνεύει την προσέγγιση μεταλλικών αντικειμένων και δίνει σήμα. Προβλέπεται, λοιπόν, η ύπαρξη ενός ελάσματος στο πλάι της περιστρεφόμενης βάσης του βραχίονα και η τοποθέτηση του αισθητήρα σε μία σταθερή θέση στο πλάι. Θα είναι δε τοποθετημένα κατά τέτοιο τρόπο, ώστε, όταν ο βραχίονας βρίσκεται στη θέση “κλειστό” (0°, 360° κλπ), τότε το έλασμα θα βρίσκεται μπροστά στον αισθητήρα και θα τον ενεργοποιεί. Ο αισθητήρας είναι μικρού κόστους, προσφέρεται δε από διάφορους κατασκευαστές. Ενδεικτικό μοντέλο παρουσιάζεται παρακάτω:



Σχ.6.17. Επαγωγικοί αισθητήρες (inductive proximity sensors)

<b>Model:</b>	<b>IM08-1B5NS-ZC1</b>
<b>Features</b>	
Dimensions (W x H x D):	60 mm
Switching output:	NPN
Switching frequency:	3,000 Hz
Connection type:	Connector, M12, 4-pin
Enclosure rating:	IP 67

Ambient temperature min ... max:	-25 °C ... +70 °C
Housing material:	Brass nickel-plated, plastic
Functional principle:	Inductive sensor
Design:	Cylinder with thread
Supply voltage:	DC 10 ... 30 V
Power consumption:	<= 20 mA
Length:	60 mm
Hysteresis min ... max (of sr):	2 ... 10 %
Temperature drift (of sr):	± 10 %
Installation in metal:	Flush
Output function:	<b>Normally open</b>
Voltage drop:	<= 1,2 V at I <sub>a</sub> max
Thread size:	M8 x 1
Time delay before availability:	<= 100 ms
Max. sensing range:	<b>1.5 mm</b>

Πιν.6.18. Χαρακτηριστικά τυπικού επαγωγικού αισθητήρα

Έχουμε, λοιπόν, την επιλογή να χρησιμοποιήσουμε, είτε ένα κινητήρα, ο οποίος θα λειτουργεί στις 60 rpm (επιθυμητή ταχύτητα) και θα διαθέτει ενσωματωμένο σύστημα μείωσης, είτε ένα κινητήρα, ο οποίος θα λειτουργεί στις 600 rpm και στον οποίο θα προσαρμόσουμε το σύστημα μείωσης που υπολογίσαμε παραπάνω.

Στην πρώτη περίπτωση, επιλέγουμε ένα κινητήρα από γνωστούς κατασκευαστές, ο οποίος λειτουργεί στις 60 rpm, με ροπή 27.8 Nm. Δεν επιλέγουμε ροπή ακριβώς όση χρειαζόμαστε (25 Nm), παρ'ότι θα μπορούσαμε, γιατί προσθέτουμε ένα συντελεστή ασφαλείας ίσο με +10%. Έτσι επιλέγεται (από δύο διαφορετικούς κατασκευαστές:

## ■ Gearmotor — Torque Table

● Right-Angle Shaft Single-Phase 115/230 VAC 60 Hz, Three-Phase 230 VAC 60 Hz Unit = Upper Values: lb-in/Lower Values: N·m

Model	Speed r/min	300	200	120	100	60	50	30	20	15	10
	Gear Ratio	6	9	15	18	30	36	60	90	120	180
<b>BHI62FMT-□RH, BHI62FMT-□RA</b>		49	73	123	147	240	290	380	450	530	530
<b>BHI62EMT-□RH, BHI62EMT-□RA</b>		5.6	8.3	13.9	16.7	27.8	33.4	43	51.5	60	60
<b>BHI62SMT-□RH, BHI62SMT-□RA</b>		46	69	114	137	220	270	380	450	530	530
		5.2	7.8	12.9	15.5	25.8	31	43	51.5	60	60

Πιν.6.19. Επιλογή κινητήρα με ενσωματωμένη μείωση στροφών

## BISON 650 SERIES 3-PHASE INVERTER DUTY 230V

017-650-0029

### QUICK SPECS

Stages	2	OHL*	600
Approx Weight	24	Voltage	230
Speed (RPM)	60	Torque (in-lbs)	230
Input HP	1/4	Ratio:1	28.9
Amps	0.82	Hz	6-90
Enclosure	TEFC In Stock:		



\* Maximum overhung load on center of output shaft

**Price:** \$382

Πιν. 6.20.Εναλλακτική επιλογή κινητήρα με ενσωματωμένη μείωση στροφών

Το αντίστοιχο της ροπής 230 in-lbs είναι 26 Nm. Οι κινητήρες αυτοί διαθέτουν ισχύ 200 Watt (0,25 HP). Η τιμή τους, όπως φαίνεται, φτάνει τα \$400.

Στη δεύτερη δε περίπτωση, μπορεί να επιλεγεί ένας κινητήρας χωρίς μείωση στροφών. Αυτό σημαίνει – σύμφωνα με όσα έχουν υπολογιστεί παραπάνω – ότι ο κινητήρας θα λειτουργεί στις 600 rpm, με ροπή 3,02 Nm, χρησιμοποιώντας το μελετηθέν σύστημα μείωσης στροφών. Ένας τέτοιος κινητήρας είναι:

### ■ Gearmotor — Torque Table

● Right-Angle Shaft Single-Phase 115/230 VAC 60 Hz, Three-Phase 230 VAC 60 Hz Unit – Upper Values: lb-in/Lower Values: N·m

Model	Speed r/min	600	200	120	100	60	50	30	20	15	10
	Gear Ratio	3	9	15	18	30	36	60	90	120	180
BHI62FMT-□RH, BHI62FMT-□RA		49	73	123	147	240	290	380	450	530	530
BHI62EMT-□RH, BHI62EMT-□RA		3.0	8.3	13.9	16.7	27.8	33.4	43	51.5	60	60
BHI62SMT-□RH, BHI62SMT-□RA		46	69	114	137	220	270	380	450	530	530
		5.2	7.8	12.9	15.5	25.8	31	43	51.5	60	60

Πιν. 6.21. Επιλογή κινητήρα με 600 rpm, για χρήση μειωτήρα ιδιοκατασκευής

Αξίζει να σημειωθεί ότι, παρ'ότι ο diverter έχει σχεδιαστεί να εκτελεί το άνοιγμα-κλείσιμο σε μία κίνηση, τα ως άνω μοντέλα κινητήρων συνεχούς ρεύματος, διαθέτουν ηλεκτρομαγνητική πέδηση, για να δίνεται η δυνατότητα στο

σχεδιαστή να σταματάει τον κινητήρα στη θέση “πλήρως ανοικτός” για λίγο χρόνο και έπειτα να κλείνει.

Επίσης, γίνεται κατανοητό με τα παραπάνω, ότι η ύπαρξη κινητήρων με λειτουργία απ’ευθείας στις επιθυμητές στροφές και ροπή, κάνει τελικά τη χρήση μειωτήρα ιδιοκατασκευής περιττή.

### ***6.6.2. ΒΗΜΑΤΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ***

Το δεύτερο σενάριο, προβλέπει τη χρήση ενός βηματικού κινητήρα. Όπως έχει τονιστεί, το μεγάλο πλεονέκτημα των βηματικών κινητήρων, είναι πως γνωρίζουν την ανά πάσα στιγμή θέση τους, έτσι ώστε μπορούν να την αποστέλλουν ως σήμα προς το PLC, το οποίο με τη σειρά του μπορεί να δίνει σήμα για στάση, κάθε φορά που ολοκληρώνεται ένας πλήρης κύκλος του συστήματος, δηλαδή ο diverter επανέρχεται στη θέση “κλειστό”.

Ακόμη και στο ενδεχόμενο που περιγράφηκε στα αμέσως προηγούμενα, περί επιλογής στάσης του diverter στη θέση “πλήρως ανοικτό”, ο βηματικός, γνωρίζοντας πότε βρίσκεται στη θέση αυτή, μπορεί να πάρει σήμα από το PLC να σταματάει για λίγο χρόνο σε αυτή και μετά να κλείνει.

Σημαντικό είναι, όμως, ότι ο βηματικός κινητήρας δεν λειτουργεί σε μεγάλες στροφές, άρα εδώ δεν μελετάται η περίπτωση να περιστρέφεται στις 600 rpm και να εφαρμόζεται μειωτήρας στις 60 rpm. Επιλέγεται, λοιπόν, ένας κινητήρας, με λειτουργία απ’ευθείας στις 60 rpm, με ροπή 25 Nm τουλάχιστον.

Η επιθυμητή ροπή είναι αρκετά μεγάλη για βηματικούς κινητήρες, επομένως το επιλεγόμενο μοντέλο πρέπει να είναι από τους τύπους υψηλών ροπών. Από τον

παρακάτω πίνακα έχει γίνει επιλογή ενός μοντέλου βηματικού κινητήρα, ο οποίος ικανοποιεί τις προϋποθέσεις ροπής.

## 42K Series Stepper Motors

Model Number	Shaft Type	Holding Torque 2 phases on (oz.in.) Unipolar	Holding Torque 2 phases on (oz.in.) Bipolar	Voltage per Phase (V/phase) Unipolar	Current per Phase (A/phase) Unipolar	Current per Phase (A/phase) Bipolar	Resistance per Phase (ohms/phase) Unipolar	Inductance per Phase (mH/phase) Unipolar	Nominal Rotor Inertia (oz.in.sec <sup>2</sup> )	Shaft Diameter (in.)	Maximum Motor Length (in.)
42K112S-CB8	Single	1480	2090	2.9	6.2	4.4	0.47	4.40	.0783	.750	3.9
42K112D-LW8	Dual	1480	2090	2.9	6.2	4.4	0.47	4.40	.0783	.750	3.9
42K115S-CB8	Single	1510	2135	2.3	7.5	5.3	0.31	6.20	.0783	.750	3.9
42K115D-LW8	Dual	1510	2135	2.3	7.5	5.3	0.31	6.20	.0783	.750	3.9
42K209S-CB8	Single	2805	3965	5.4	4.5	3.2	1.20	19.6	.1546	.750	5.9
42K209D-LW8	Dual	2805	3965	5.4	4.5	3.2	1.20	19.6	.1546	.750	5.9
42K214S-CB8	Single	2845	4025	3.6	7.0	4.9	0.51	8.40	.1546	.750	5.9
42K214D-LW8	Dual	2845	4025	3.6	7.0	4.9	0.51	8.40	.1546	.750	5.9
42K222S-CB8	Single	2830	4000	2.3	11.2	7.9	0.21	3.20	.1546	.750	5.9
42K222D-LW8	Dual	2830	4000	2.3	11.2	7.9	0.21	3.20	.1546	.750	5.9
42K314S-CB8	Single	3985	5630	4.6	7.0	4.9	0.66	11.8	.2293	.750	7.9
42K314D-LW8	Dual	3985	5630	4.6	7.0	4.9	0.66	11.8	.2293	.750	7.9
42K322S-CB8	Single	4030	5700	3.0	10.9	7.7	0.28	5.00	.2293	.750	7.9
42K322D-LW8	Dual	4030	5700	3.0	10.9	7.7	0.28	5.00	.2293	.750	7.9

Πιν.6.22. Επιλογή κινητήρα με 600 rpm, για χρήση μειωτήρα ιδιοκατασκευής

Με δεδομένη, λοιπόν, τη δυνατότητα των βηματικών κινητήρων, να γνωρίζουν τη θέση τους, ώστε να ελέγχονται άνετα από το PLC, αλλά και το κόστος τους<sup>7</sup>, που είναι εφάμιλλο με των κινητήρων συνεχούς ρεύματος, αυτός ο τύπος κινητήρα κρίνεται συμφερότερος και ο πλέον απροβλημάτιστος στην παρούσα εφαρμογή.

NEMA I Series	Starting From (USD)	Peak Torque Range (oz-in)	Available Step Angles
08Y	\$38.00	2.5 - 4.2	1.8°
11Y	\$39.00	9 - 16.5	1.8°
14Y	\$26.00	7 - 20	1.8°
15Y	\$21.00	9 - 50	1.8°
17L	\$62.00	22 - 77	0.9°, 1.8°
17Y	\$23.00	31 - 62	0.9°, 1.8°, 3.6°
23L	\$60.00	55 - 384	0.45°, 0.9°, 1.8°
23Y	\$31.25	76 - 262	0.9°, 1.8°
24Y	\$38.00	150 - 475	1.8°
34N	\$230.00	450 - 2180	1.8°
34Y	\$112.00	590 - 1700	1.8°
34K	\$314.00	570 - 2790	1.8°
42N	\$330.00	1150 - 4365	1.8°
42Y	\$199.00	1629 - 4248	1.8°
42K	\$482.00	1480 - 5700	1.8°

Πιν. 6.23. Ενδεικτικό Κόστος επιλεγόμενου βηματικού κινητήρα

<sup>7</sup> Τιμοκατάλογος Anaheim Automation Co.

## *7. ΛΟΙΠΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ*

---

### *7.1. BARCODE SCANNER*

Όπως έχει περιγραφεί νωρίτερα, στην είσοδο του συστήματος – και πάντως μετά τη συμβολή της ανατροφοδότησης με το input τμήμα – θα υπάρχει μία διάταξη ανίχνευσης των πακέτων. Ο ρόλος αυτής είναι, σε συνδυασμό με τους diverters, το στοιχείο κλειδί όλης της διαδικασίας διαλογής (sorting process).

Αρχικά, χρήσιμη είναι μία καταγραφή των ζητούμενων από τη διάταξη ανίχνευσης. Ζητείται λοιπόν:

1. Να ανιχνεύονται τα πακέτα που περνούν. Είναι η προφανής απαίτηση, αλλά αξίζει να τονιστεί η σημασία, αυτό να γίνεται σωστά και με επιτυχία.
2. Να αποφεύγεται η ανίχνευση δύο πακέτων ταυτοχρόνως, ή – γενικότερα – να τηρείται μία ελάχιστη απόσταση μεταξύ των πακέτων.
3. Να ανιχνεύεται ένα πακέτο, ακόμη και όταν το barcode βρίσκεται, όχι στην επάνω, αλλά σε κάποια άλλη πλευρά του.
4. Να γίνει μία ισορρόπηση του σίγουρα μεγαλύτερου κόστους που επιφέρει αυτή η ακρίβεια που ζητείται, με το κόστος από τα πιθανά λάθη ανίχνευσης. Να μελετηθεί, δηλαδή, το ενδεχόμενο, μία λιγότερο ακριβής λύση, να συμφέρει καλύτερα.

Αρχικά, λοιπόν, θα γίνει μία γενική περιγραφή της διάταξης, η οποία εξυπηρετεί τις προαναφερθείσες ανάγκες. Οι λύσεις είναι αρχικά δύο:

- ο Μία διάταξη barcode scanning, όπως προαναφέρθηκε, ή εναλλακτικά

- ο Μία διάταξη οπτικής αναγνώρισης ονομάτων πόλεων ή νομών, όπως ΠΑΤΡΑ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ κλπ

Αμέσως, βέβαια, γίνεται αντιληπτό ότι η πρώτη λύση, με χρήση barcodes είναι η συμφερότερη, αφ'ενός μεν γιατί ήδη γίνεται χρήση barcodes στη διακίνηση, αφ'ετέρου δε γιατί ένα μηχάνημα οπτικής αναγνώρισης θα ήταν πιο ακριβό από έναν barcode scanner.

Σε ότι αφορά την ανίχνευση του πακέτου από όλες τις πλευρές, υπάρχει η λύση της πολύπλευρης ανίχνευσης (omnidirectional scanning), που έγκειται στη χρήση των κατάλληλων ανιχνευτών στις κατάλληλες θέσεις, ώστε να απομένει μονάχα η περίπτωση να βρίσκεται η ετικέτα με το barcode, στην κάτω πλευρά του πακέτου, οπότε και δεν υπάρχει λύση.

Πρώτα, όμως, πρέπει να γίνει μία στατιστική ανάλυση του προβλήματος αυτού. Αν υποθέσουμε ότι, είτε δοθούν εντολές στον εργάτη να τοποθετεί τα πακέτα με συγκεκριμένο τρόπο, είτε όχι, αυτός τα τοποθετεί με τυχαία θέση, τότε μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οι 6 τρόποι να σταθεί ένα κυβικού σχήματος πακέτο είναι ισοπίθανοι (16,67%).

Επίσης, ένα πακέτο που δεν ανιχνεύεται, ταξιδεύει όλη τη διαδρομή input, αναγκαστικά πέφτει στον κλάδο 3, δεν βγαίνει σε καμμία έξοδο και γυρνάει από την ανατροφοδότηση, συνολικά ταξιδεύοντας  $30+50+30+50 = 160$  μέτρα σε χρόνο  $160 / 1,5 = 107$  sec. Βέβαια, λίγο επιδρά αυτό στην όλη διαλογή, αφού γίνεται ταυτόχρονα με τη ροή των υπολοίπων πακέτων. Μόνο το τελευταίο πακέτο της βάρδιας θα προκαλέσει καθυστέρηση, αν χρειαστεί να ανακυκλοφορήσει.

Ο εργάτης που τελειώνει το ξεφόρτωμα του φορτηγού πάνω στον ταινιόδρομο, θα ασχοληθεί 2-3 sec να ελέγξει και να επανατοποθετήσει σε σωστή θέση κάθε πακέτο που έρχεται πάλι από την ανατροφοδότηση.

Αν επίσης, λάβουμε υπ'όψιν ότι η μελλοντική διακίνηση θα είναι 7.000 πακέτα ημερησίως, έχουμε:

Περίπτωση		Πιθανότητα μη ανίχνευσης	Αριθμός πακέτων που χάνονται	Χρονικό κόστος σε εργατώρα ανά πακέτο	Συνολικό κόστος σε εργατώρες	Χρηματικό κόστος εργατωρών
Πλευρές που ανιχνεύονται	Πλευρές που δεν ανιχνεύονται					
Ετικέττα προς τα πάνω	Ετικέττα κάτω ή στο πλάι ή μπροστά ή πίσω	83,33%	5833	3 sec	4,86	24,31 €
Ετικέττα προς τα πάνω ή πλάι	Ετικέττα κάτω ή μπροστά ή πίσω	50,00%	3500	3 sec	2,92	14,58 €
Ετικέττα πάνω ή στο πλάι ή μπροστά ή πίσω	Ετικέττα προς τα κάτω	16,67%	1167	3 sec	0,97	4,86 €

*Πιν.7.1. Στατιστικός υπολογισμός κόστους μη ανιχνευόμενων πακέτων ανά περίπτωση*

Τα παραπάνω είναι υπολογισμένα για μία ημερήσια διακίνηση. Σε ετήσια βάση, τα κόστη γίνονται αντίστοιχα:

Περίπτωση 1: 8.873 €

Περίπτωση 2: 5.322 €

Περίπτωση 3: 1.774 €

Αντίστοιχα, θα μελετηθεί το κόστος εγκατάστασης των απαραίτητων ανιχνευτών, ώστε να επιτευχθεί κάθε ένα από τα τρία επίπεδα ανίχνευσης, που περιγράφηκαν παραπάνω.

Για αυτό, έγινε μία έρευνα αγοράς, της οποίας τα αποτελέσματα είναι δύο τύποι barcode scanners, οι οποίοι παρουσιάζονται παρακάτω.



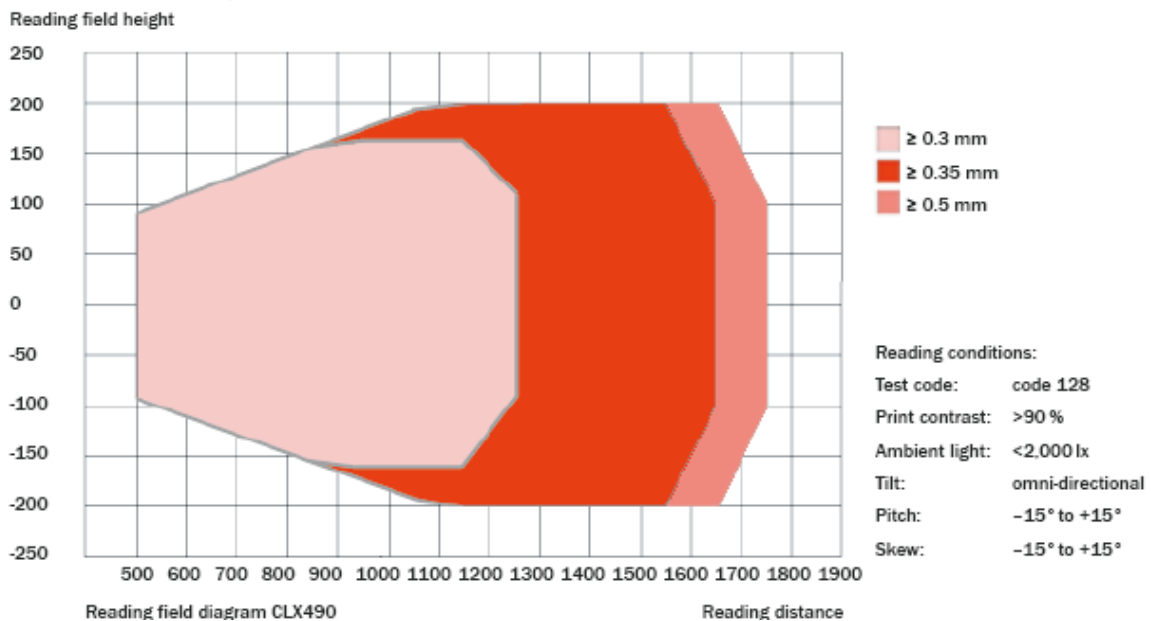
### 7.1.1. COMPACT OMNI SCANNER

Πρόκειται για ένα scanner, ο οποίος διαθέτει ορθογωνική οπτική επιφάνεια και εξυπηρετεί στο να διαβάζει μία πλευρά, είτε είναι η πάνω, είτε κάποια πλαϊνή.

#### Τεχνικά στοιχεία:

---

Πεδίο ανάγνωσης:	500-1.750 mm
Ανάλυση:	0,3 – 1 mm
Συχνότητα:	600 – 1.200 Hz
Πλάτος εύρους ανάγνωσης:	400 mm
Τύπος φωτός:	Ερυθρό
Μήκος κύματος:	650 nm
Κατανάλωση ρεύματος:	9 W
Τάση:	DC 18 – 30 V
Θερμοκρασία λειτ/γίας:	0° C ... +40° C
Θερμοκρασία αποθ/σης:	-20° C ... +70° C



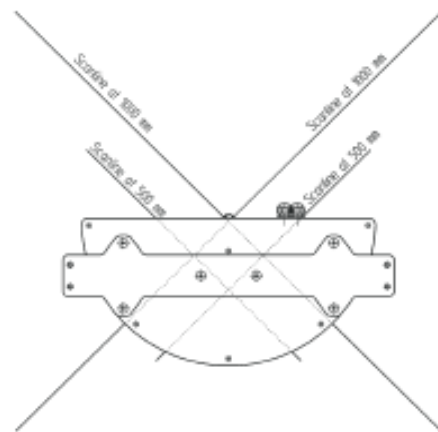
Σχ. 7.2. Διάγραμμα ζώνης ανάγνωσης του Compact Omni Scanner

## 7.1.2. OMNI PORTAL SCANNER

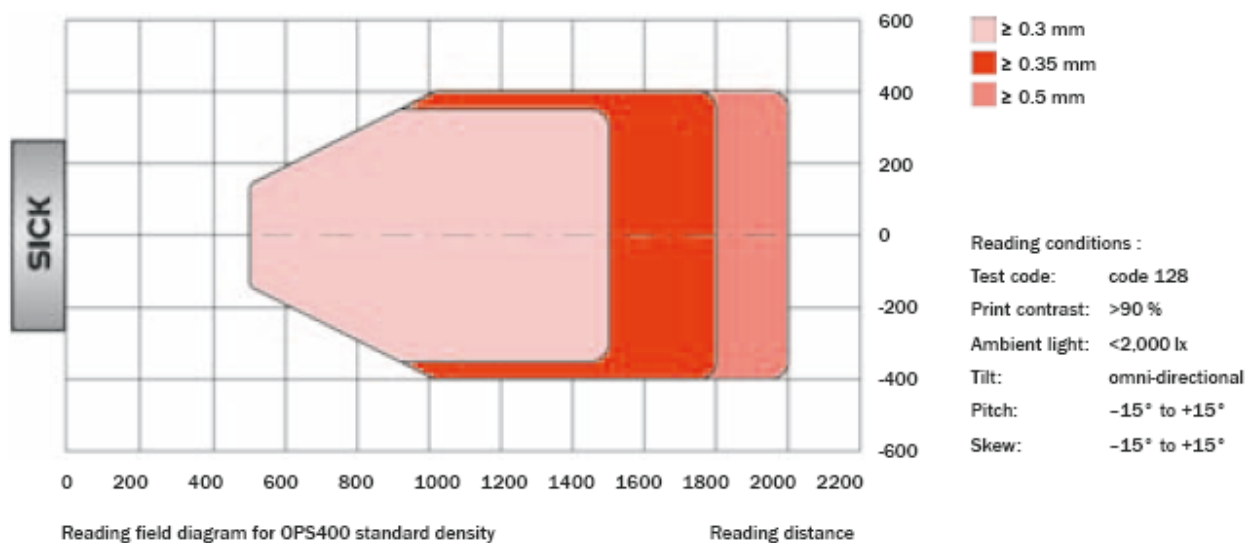
Μία πιο εξελιγμένη εκδοχή barcode scanner, όχι ως προς την ευκρίνεια ανάγνωσης, η οποία είναι έτσι κι αλλιώς απροβλημάτιστη, αλλά ως προς το εύρος ζώνης ανάγνωσης (800 mm), λόγω της μεγάλης γωνίας. Ιδανικό για ανίχνευση στην πάνω πλευρά του πακέτου.

### Τεχνικά στοιχεία:

Πεδίο ανάγνωσης:	500-2.000 mm
Ανάλυση:	0,3 – 0,5 mm
Συχνότητα:	600 – 1.200 Hz
Πλάτος εύρους ανάγνωσης:	800 mm
Τύπος φωτός:	Ερυθρό
Μήκος κύματος:	650 nm
Κατανάλωση ρεύματος:	9 W
Τάση:	DC 18 – 30 V
Θερμοκρασία λειτ/γίας:	0° C ... +40° C
Θερμοκρασία αποθ/σης:	-20° C ... +70° C



Reading field height



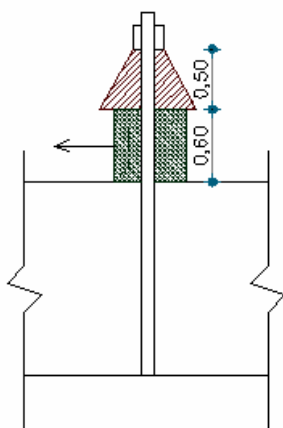
Σχ. 7.3. Διάγραμμα ζώνης ανάγνωσης του Omni Portal Scanner

## 7.2. ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ – ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΙΧΝΕΥΤΩΝ

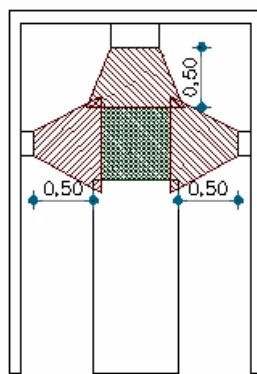
Με δεδομένο ότι τα πακέτα έχουν μέγιστες διαστάσεις 50 x 60 x 60 cm, πρέπει οι ανιχνευτές που θα υπάρχουν, να μπορούν να ανιχνεύσουν σε ζώνη με πλάτος όση είναι και η πλευρά του πακέτου, δηλαδή 60 cm. Δυστυχώς, το εύρος του πρώτου τύπου είναι μόλις 40 cm, ενώ του δεύτερου είναι 80 cm. Έτσι, για τις πλαϊνές πλευρές, αλλά και την πάνω, απαραίτητος είναι ο δεύτερος τύπος scanner.

Όμως, αν πρόκειται να καλυφθούν και οι εμπρός και πίσω πλευρές, τότε μπορούν εκεί να χρησιμοποιηθούν scanners του πρώτου τύπου. Αυτό γιατί για τις πλευρές αυτές, ο scanner θα τοποθετηθεί πιο μπροστά - ή πίσω αντίστοιχα - από το scanning point, ψηλότερα από το ύψος του πακέτου, δηλαδή στα 70 cm, και μάλιστα με ελαφριά κλίση προς τα κάτω, με αποτέλεσμα να απαιτείται εύρος μικρότερο από 60 cm. Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να υπολογιστεί η θέση κάθε scanner, ώστε τη στιγμή που αναγνώσκει, να απέχει τουλάχιστον 50 cm από το πακέτο, καθώς είναι η ελάχιστη απόσταση ανάγνωσης, κάθε είδους scanner από τα δύο.

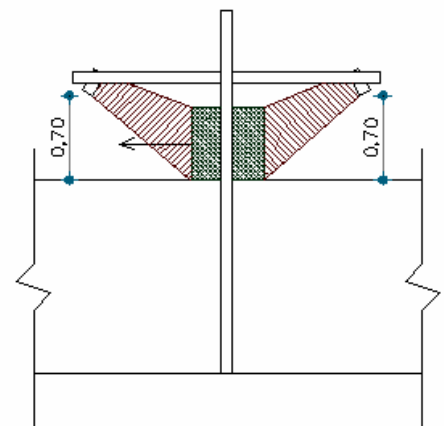
Στα σχήματα φαίνεται η θέση του κάθε scanner, ώστε να αναγνώσκει αποτελεσματικά την κάθε πλευρά του πακέτου:



Ανάγνωση πάνω πλευράς  
πλαϊνή όψη



Ανάγνωση πλαϊνών και πάνω πλευράς  
εμπρός όψη



Ανάγνωση εμπρός και πίσω πλευράς  
πλαϊνή όψη

Λαμβάνοντας υπ'όψιν το κόστος του καθενός από τα units που απαιτούνται, είναι εύκολο να γίνει η σύγκριση με το κόστος που θα υπάρχει, λόγω των πιθανά μη ανιχνευμένων πακέτων. Τα αποτελέσματα ακολουθούν στον παρακάτω πίνακα:

Περίπτωση		Ετήσιο κόστος εργατωρών	Απαραίτητοι scanners		Κόστος αγοράς απαραίτητων scanners	Συνολικό κόστος
Πλευρές που ανιχνεύονται	Πλευρές που δεν ανιχνεύονται		Τύπου Compact	Τύπου Omni Portal		
Ετικέττα προς τα πάνω	Ετικέττα κάτω ή στο πλάι ή μπροστά ή πίσω	€ 8.873	0	1	€ 400	€ 9.273
Ετικέττα προς τα πάνω ή πλάι	Ετικέττα κάτω ή μπροστά ή πίσω	€ 5.322	0	3	€ 1.200	€ 6.522
Ετικέττα πάνω ή στο πλάι ή μπροστά ή πίσω	Ετικέττα προς τα κάτω	€ 1.774	2	3	€ 1.400	€ 3.174

*Πιν.7.4. Πίνακας σύγκρισης συνολικού κόστους κατά περίπτωση*

Φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα, ότι το κόστος αγοράς όλων των απαραίτητων συσκευών ανάγνωσης είναι ασύγκριτα μικρότερο από το κόστος που προκύπτει από την ύπαρξη αριθμού πακέτων που δεν ανιχνεύονται λόγω της πλευράς τοποθέτησής τους. Αυτό σημαίνει, κατά συνέπεια, ότι την απόφαση επηρεάζει κατά κύριο λόγο το κόστος εργατωρών. Έτσι, φαίνεται συμφερότερο να καλυφθούν και οι 5 πλευρές του πακέτου από scanners, ελαχιστοποιώντας τα λάθη.

Πρέπει να τονιστεί ότι οι scanners, ως μηχανήματα, υπόκεινται και αυτοί σε ένα βαθμό απόδοσης, ως ποσοστό επιτυχών αναγνώσεων, ως προς το σύνολο των διερχόμενων πακέτων. Και αυτό επίσης προκαλεί την ύπαρξη μη ανιχνευμένων πακέτων. Αυτό όμως, αφ'ενός δεν είναι μία πληροφορία, την οποία ο κατασκευαστής μοιράζεται, αφ'ετέρου δεν επηρεάζει την απόφαση, γιατί ο αριθμός αυτός σε κάθε περίπτωση είναι ίδιος, επομένως συγκριτικά δεν προκύπτει διαφορά.

Στο αντίστοιχο παράρτημα, υπάρχουν φωτορεαλιστικές απεικονίσεις του barcode scanning portal, το οποίο συντίθεται από τα επιλεγμένα scanning units και την δοκό σχήματος Π, η οποία περιβάλλει τον ταινιόδρομο και στην οποία στηρίζονται οι scanners.

Οι διαστάσεις της δοκού του portal θα είναι:

- **1,80 m κατά πλάτος**, ώστε να υπάρχει η επαρκής πλευρική απόσταση των 50 cm από την παρειά του πακέτου, αφού οι scanners έχουν αυτήν την ελάχιστη απόσταση ανάγνωσης.
- **3,00 m καθ' ύψος**, αφού ο ταινιόδρομος στο σημείο αυτό έχει ύψος 1,60 m, το πακέτο έχει ύψος 60 cm και απαιτείται και πάλι μία απόσταση τουλάχιστον 50 cm για την επιτυχή ανάγνωση.

## ***8. EMERGENCY SCENARIOS***

---

### ***8.1. ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΝΑ ΚΟΛΛΗΣΕΙ Ο ΒΡΑΧΙΟΝΑΣ***

Πέραν της κανονικής λειτουργίας του συστήματος, υπάρχουν ορισμένες εξαιρετικές περιπτώσεις, κατά τις οποίες, λόγω κάποιου σφάλματος, δημιουργείται συμφόρηση στον ταινιόδρομο και πιθανά λάθη στη διαλογή.

Η πρώτη από αυτές τις περιπτώσεις είναι το ενδεχόμενο να κολλήσει κατά την κίνησή του ο βραχίονας του diverter. Αυτό διακρίνεται σε τρεις περιπτώσεις:

- Να κολλήσει στη θέση “κλειστός”
- Να κολλήσει στη θέση “ανοικτός”
- Να κολλήσει σε κάποια γωνία μεταξύ των 0° και των 30°, σε ενδιάμεση δηλαδή κατάσταση.

Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται κινητήρας συνεχούς ρεύματος, η λύση στο πρόβλημα αυτό δίνεται από τον επαγωγικό αισθητήρα (inductive proximity sensor), ο οποίος περιγράφηκε νωρίτερα. Συγκεκριμένα, προβλέπεται να τοποθετηθεί ένας αισθητήρας αυτού του είδους, με τέτοιο τρόπο, ώστε να ανιχνεύει ότι ο βραχίονας δεν βρίσκεται στην θέση “τελείως κλειστό”, αλλά κάπου στη διαδρομή, είτε μισο-ανοικτός, είτε τελείως ανοικτός. Τότε, εφόσον ο αισθητήρας δεν δίνει σήμα, σημαίνει ότι ο βραχίονας βρίσκεται στη μέση της διαδρομής.

Εάν λοιπόν αυτό διαρκέσει για παραπάνω από ένα χρονικό διάστημα ενός δευτερολέπτου (ή 1,5 sec για να δοθεί μία χάρη), σημαίνει ότι ο βραχίονας έχει σταματήσει κάπου ενδιάμεσα στη διαδρομή. Τότε δίνεται σήμα να παγώσει όλη η γραμμή διακίνησης, ανάβει ο κόκκινος φανός του συγκεκριμένου diverter, και

όλα επανεκκινούν μόνο όταν ο χειριστής διορθώσει το πρόβλημα και δώσει ένα χειροκίνητο σήμα.

Στην περίπτωση, όμως, που ο βραχίονας έχει κολλήσει στη θέση “κλειστό” και δεν ανοίγει, δε βοηθάει η ύπαρξη του αισθητήρα, γιατί δεν μπορεί να θεωρηθεί απαραίτητως σφάλμα το να δίνει σήμα αυτός για πολλή ώρα, καθώς θα μπορούσε απλά να μην έχει χρειαστεί να ανοίξει, για αρκετή ώρα. Όμως, στη συγκεκριμένη περίπτωση σφάλματος, δε συμβαίνει κάτι το καταστροφικό, απλά δεν περισυλλέγονται τα πακέτα, με αποτέλεσμα να ανακυκλοφορούν αενάως. Συνεπώς, κατά πρώτο λόγο, απλά θα μείνουν κάποια πακέτα να ανακυκλοφορούν, θα κινήσουν την υποψία του χειριστή, ο οποίος θα ελέγξει και θα διαπιστώσει ότι προορίζονταν όλα για την ίδια έξοδο και, κατά δεύτερο λόγο, μπορεί να συμπεριληφθεί μία υπόθεση ελέγχου στο σύστημα, η οποία θα ελέγχει εάν ένας barcode έχει αναγνωστεί από τον scanner δύο ή περισσότερες φορές και θα δίνεται σήμα στο χειριστή, ότι το συγκεκριμένο πακέτο ανιχνεύεται πολλαπλές φορές, αλλά δεν περισυλλέγεται, σήμα που μπορεί να δοθεί πάλι μέσω του φανού. Άλλωστε, δεν μπορεί να σημαίνει κάτι άλλο το άναμμα του φανού, όταν όλα κυλούν φυσιολογικά και ο βραχίονας είναι κλειστός, παρά μόνο ότι έχει κολλήσει στην κλειστή θέση.

Έτσι, με τη βοήθεια ενός μόνο αισθητήρα (ανά έξοδο) και του barcode scanner, μπορεί να εντοπιστεί **μονοσήμαντα** η περίπτωση λάθους, δηλαδή να εντοπίζεται πάντα το λάθος και να επισημαίνεται, αλλά και το αντίστροφο: να πρόκειται πάντα για λάθος, όταν ο φανός ανάβει, όχι δηλαδή false alarms, γιατί και αυτά ακόμη κοστίζουν σε χρόνο και χρήμα.

Όμοια, σε περίπτωση που ο κινητήρας είναι βηματικός, η θέση είναι γνωστή ανά πάσα στιγμή. Συνεπώς, είναι επίσης εύκολο να ελέγχεται πότε ο βραχίονας έχει κολλήσει σε κάποια θέση, μερικώς ή τελείως ανοικτή.

## **8.2. ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ**

Μία άλλη έκτακτη περίπτωση είναι να μην εκπέσει σωστά ένα πακέτο σε μία έξοδο, με αποτέλεσμα να συνωστιστούν και τα επόμενα που πέφτουν στην έξοδο αυτή, με κίνδυνο τελικά:

- ο να εμποδίζεται η έξοδος για τα πακέτα
- ο να εμποδίζεται η επαναφορά του βραχίονα της συγκεκριμένης εξόδου
- ο τελικά να μένουν πακέτα μετέωρα μεταξύ της κατάστασης “κίνηση στον ταινιόδρομο” και της κατάστασης “έτοιμα στο καλάθι τους” και να μην φεύγουν για φόρτωση προς τον προορισμό τους.

Το πρόβλημα αυτό, όπως προαναφέραμε προκύπτει όταν, παρά το πλάτος 2 μέτρων της εξόδου, κάποιο πακέτο, λόγω τριβής, δεν προχωρήσει, ώστε να πέσει. Η αντιμετώπιση στο πρόβλημα αυτό είναι πολύπλευρη, αλλά πάντως απλή:

1. Το γεγονός ότι ο βραχίονας κλείνει, συμπαρασύροντας το πακέτο και ωθώντας το προς την έξοδο, δίνει στο πακέτο μεγαλύτερη ταχύτητα κατά την κατεύθυνση εκπεσμού, από ότι εάν το πακέτο αφηνόταν να εκπέσει μόνο του, οδηγούμενο από έναν σταθερό βραχίονα οδηγό. Αυτή η μεγαλύτερη ταχύτητα εκπεσμού, δίνει μεγαλύτερη πιθανότητα επιτυχούς απόρριψης.
2. Η δομή του οριζόντιου επιπέδου της εξόδου είναι τέτοια, ώστε να βοηθάει στην επιτυχή απόρριψη του πακέτου. Συγκεκριμένα θα είναι κατασκευασμένο από μία λεία μεταλλική επιφάνεια και μάλιστα θα καταλήγει σε ελεύθερα περιστρεφόμενα ράουλα, ώστε να λειτουργεί με την αρχή του gravity conveyor (βαρυτικός ραουλόδρομος). Θα μπορούσε να αποτελείται ολόκληρη η επιφάνεια της εξόδου από ράουλα, αλλά, με



δεδομένο ότι το πακέτο – αναλόγως και το βάρος του – ίσως να μην έρθει καν σε επαφή με την επιφάνεια στα πρώτα εκατοστά της απόρριψής του, ελλατώνεται το κόστος κατασκευής φτιάχνοντας το αρχικό κομμάτι λεία μεταλλική επιφάνεια, όπως προαναφέρθηκε.

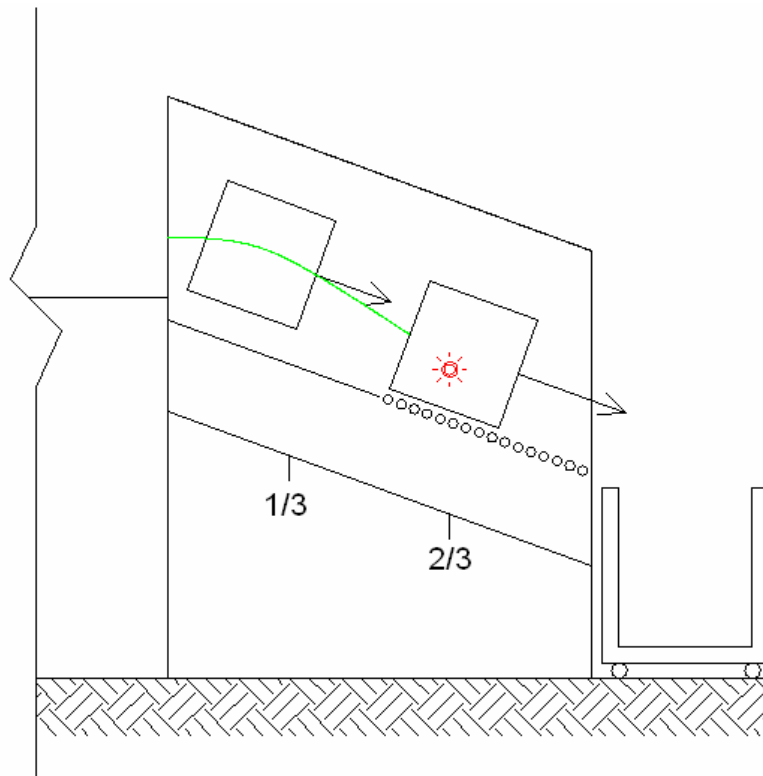
3. Προβλέπεται η τοποθέτηση αισθητήρων (υπερήχων) ανίχνευσης αντικειμένων, περίπου στα 2/3 της απόστασης απόρριψης του πακέτου<sup>8</sup>. Δε υπάρχει απαίτηση να αναγνωσθεί κάποιο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό στα πακέτα, απλά να εντοπίζεται η ύπαρξη ενός πακέτου στην ίδια ευθεία με τον αισθητήρα για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από 3 δευτερόλεπτα. Αν κάτι τέτοιο ισχύει, τότε σημαίνει ότι κάποιο πακέτο ή και περισσότερα έχουν συνωστιστεί στην έξοδο και δίνεται σήμα να ανάψει ο φανός της εξόδου αυτής, ώστε να έρθει ο χειριστής και απλά να απεμπλέξει χειροκίνητα το ή τα πακέτα. Κρίνεται επίσης αναγκαίο να σταματάει η ροή του συστήματος, καθώς πολύ εύκολα θα μπορούσε να περάσει κάποια ώρα έως ότου ο χειριστής δει το φανό, παρ'ότι είναι ευθύνη του να το δει αμέσως. Επειδή όμως αυτό εγκυμονεί κίνδυνο μεγαλύτερων προβλημάτων, η διακοπή της ροής, έως ότου γίνει ο κατάλληλος χειρισμός, κρίνεται σκόπιμη.

Οι αισθητήρες αυτοί (υπερήχων) χρειάζεται να ανιχνεύουν την απλή ύπαρξη στερεού σώματος μέσα σε μήκος “οπτικού” πεδίου 2 μέτρων, αλλά όχι παραπάνω, γιατί τότε θα ανιχνεύει το διαχωριστικό που βρίσκεται απέναντι από τον αισθητήρα, αυτό που διαχωρίζει την έξοδο από τη διπλανή της.

Μία λύση θα ήταν να τοποθετηθούν δύο αισθητήρες αντικρυστά, ο καθένας με μήκος οπτικού πεδίου περίπου 1 μέτρο. Έτσι, θα είναι σίγουρη η ανίχνευση κάποιου αντικειμένου, αλλά και δεν θα υπάρχει θέμα, όπως το να ανιχνεύεται το απέναντι από τον αισθητήρα διαχωριστικό.

---

<sup>8</sup> βλ. Σχ.8.1. Πλαϊνή όψη εξόδου και θέση αισθητήρα.



*Σχ. 8.1. Πλαϊνή όψη εξόδου και θέση αισθητήρα*

Ακολουθεί η περιγραφή του συγκεκριμένου είδους αισθητήρα, το οποίο διατίθεται στο εμπόριο:

**Τεχνικά στοιχεία:**

Πεδίο ανάγνωσης:	200-1.300 mm
Ανάλυση:	0,3 – 1 mm
Συχνότητα:	600 – 1.200 Hz
Τάση:	DC 12 – 30 Volt
Θερμοκρασία λειτ/γίας:	0° C ... +40° C
Θερμοκρασία αποθ/σης:	-20° C ... +70° C
Είδος σύνδεσης:	M 12, 5 ακίδων
Βάρος:	260 gr



- ο Ανίχνευση και διάφανων συσκευασιών
- ο Υψηλή ακρίβεια
- ο Ψηφιακή ή αναλογική έξοδος
- ο Ανθεκτικό σε δυσχερή περιβάλλοντα (δεν απαιτείται)

Έτσι, τοποθετώντας από δύο αισθητήρες σε κάθε έξοδο και προγραμματίζοντας τον ελεγκτή έτσι, ώστε να διακόπτει τη ροή του συστήματος και να ανάβει το φανό όταν μετράει πάνω από 3 δευτερόλεπτα συνεχούς ανίχνευσης, εξασφαλίζεται ότι δε θα συνωστιστούν πακέτα σε κάποια έξοδο, προκαλώντας έτσι προβλήματα.

### ***8.3. ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΠΑΚΕΤΩΝ***

Πρόκειται για μία έκτακτη περίπτωση, η οποία κατά παράβαση αποκαλείται έκτακτη, αφού αναμένεται να συμβαίνει σε κάποιο βαθμό, όπως υπολογίστηκε παραπάνω. Οφείλεται στην αδυναμία του scanner να καλύψει όλες τις δυσχερείς για αυτόν περιπτώσεις, όπως:

- ο Δυσανάγνωστη ετικέττα barcode
- ο Λανθασμένη τοποθέτηση του πακέτου (με την ετικέττα κάτω)
- ο Τυχαίος παράγοντας αστοχίας του scanner και
- ο όποιοι άλλοι λόγοι αποτυχίας ανάγνωσης του barcode

Στην περίπτωση αυτή, όπως περιγράφηκε ανωτέρω, το πακέτο δεν προορίζεται για τις εξόδους 001 έως 040, επομένως δεν εκτρέπεται προς τον κλάδο 1, ου'τε όμως και για τις εξόδους 041 έως 080, επομένως δεν εκτρέπεται προς τον κλάδο 2. Μεταπίπτει λοιπόν στον κλάδο 3, όπου βέβαια δεν ανοίγει κάποια έξοδος και απλά μεταπίπτει στο loop της ανακυκλοφορίας. Αυτό οδηγεί το πακέτο στην

αρχή του κλάδου input, πριν ακόμη και από τον scanner, ώστε να επαναδοκιμαστεί η ανάγνωσή του.

Προκύπτει το ζήτημα ότι η γραμμή διακίνησης βρίσκεται σε λειτουργία, όταν ένα από τα προηγούμενως φορτωμένα σε αυτήν πακέτα, μη έχοντας αναγνωσθεί σωστά, μέσω της ανακυκλοφορίας επανέρχεται στον κλάδο input. Το ότι η γραμμή διακίνησης βρίσκεται εν λειτουργία, δημιουργεί το πρόβλημα ότι πρέπει να συγχρονιστούν τα πακέτα, τα οποία μόλις τοποθετήθηκαν πάνω στον ταινιόδρομο, με το (ή τα) πακέτα, τα οποία καταφθάνουν από την ανακυκλοφορία.

Πρέπει να εισέλθουν πάλι στον κλάδο input έτσι, ώστε να διατηρηθεί το ελάχιστο απαιτούμενο **καθαρό διάστημα** του 1,5 μέτρου μεταξύ τους. Επειδή, λοιπόν, δεν γίνεται αυτό να το προβλέπει και να το φροντίζει ο χειριστής, τοποθετώντας τα νέα πακέτα πάνω στον ταινιόδρομο καταλλήλως, πρέπει να δημιουργηθεί ένα αυτόματο σύστημα buffer.

Αυτό το σύστημα θα βασίζεται στην αρχή ότι για να δημιουργηθεί ένα επιθυμητό διάστημα ανάμεσα σε δύο κινούμενα αντικείμενα (πακέτα), τα οποία φυσικά δε γίνεται να κινηθούν με διαφορετικές ταχύτητες, πρέπει να σταματήσω το δεύτερο από τα δύο, για τόσο, όσο απαιτείται για να δημιουργηθεί το διάστημα. Εν τω μεταξύ, θα εισέλθει το άλλο ανάμεσά τους και θα ξεκινήσει να κινείται και το δεύτερο από τα δύο, έχοντας πλέον τρία πακέτα να κινούνται με την ελάχιστη επιθυμητή καθαρή απόσταση.

Το σταμάτημα αυτό του δεύτερου πακέτου θα επιτευχθεί διακόπτοντας τον ταινιόδρομο σε ένα σημείο. Έως το σημείο εκείνο, θα υπάρχει ένας ταινιόδρομος ξεχωριστός από το επόμενο, υπόλοιπο κομμάτι, αυτό που αποκαλείται κλάδος input. Αυτός θα έχει μήκος 2 μέτρα. Όσο χρειάζεται για να ξεφορτωθεί ένα

πακέτο πάνω του και λίγο πριν αυτό φτάσει στο τέλος του να ξεφορτωθεί άλλο ένα πακέτο. Το σημείο, στο οποίο αρχίζει το υπόλοιπο μέρος του ταινιοδρόμου (κλάδος input), είναι και το σημείο, όπου συμβάλλει η ανακυκλοφορία με αυτό<sup>9</sup>.

Θα χρειαστούν κάποιοι αισθητήρες, οι οποίοι θα ανιχνεύουν ότι φθάνει ένα πακέτο από ανακυκλοφορία και θα διακόπτουν τη ροή του μικρού αρχικού τμήματος τροφοδοσίας. Συγκεκριμένα, 1,5 μέτρο πριν τη συμβολή, στο πλάι της γραμμής ανατροφοδοσίας, θα υπάρχει ένας αισθητήρας υπερήχων, του τύπου που χρησιμοποιήθηκε για την αποφυγή συνωστισμού στις εξόδους. Όταν ο αισθητήρας αυτός ανιχνεύσει πακέτο που έρχεται από την ανατροφοδοσία και δώσει σήμα, διακόπτεται η ροή του τμήματος φόρτωσης μήκους 2 μέτρων. Η διακοπή διαρκεί 2,33 δευτερόλεπτα. Αυτό είναι υπολογισμένο, ώστε να δίνεται ο απαραίτητος χρόνος στο πακέτο να διανύσει το εναπομείναν 1,5 μέτρο, να πέσει στον κλάδο input, και να διανύσει άλλο 1,5 μέτρο.

Η επιλογή να τοποθετηθεί ο αισθητήρας 1,5 μέτρο πριν τη συμβολή των ταινιών, είναι για να εξασφαλισθεί ότι, εάν κινείται εκείνη τη στιγμή ένα άλλο πακέτο ακριβώς στη συμβολή, αυτό θα προχωρήσει 1,5 μέτρο (αφού η ροή του κλάδου input δε διακόπτεται) και, όταν το πακέτο από την ανατροφοδοσία πέσει στον κλάδο input, εκείνο θα βρίσκεται καθαρά 1,5 μέτρο μπροστά, που είναι η επιθυμητή απόσταση των πακέτων.

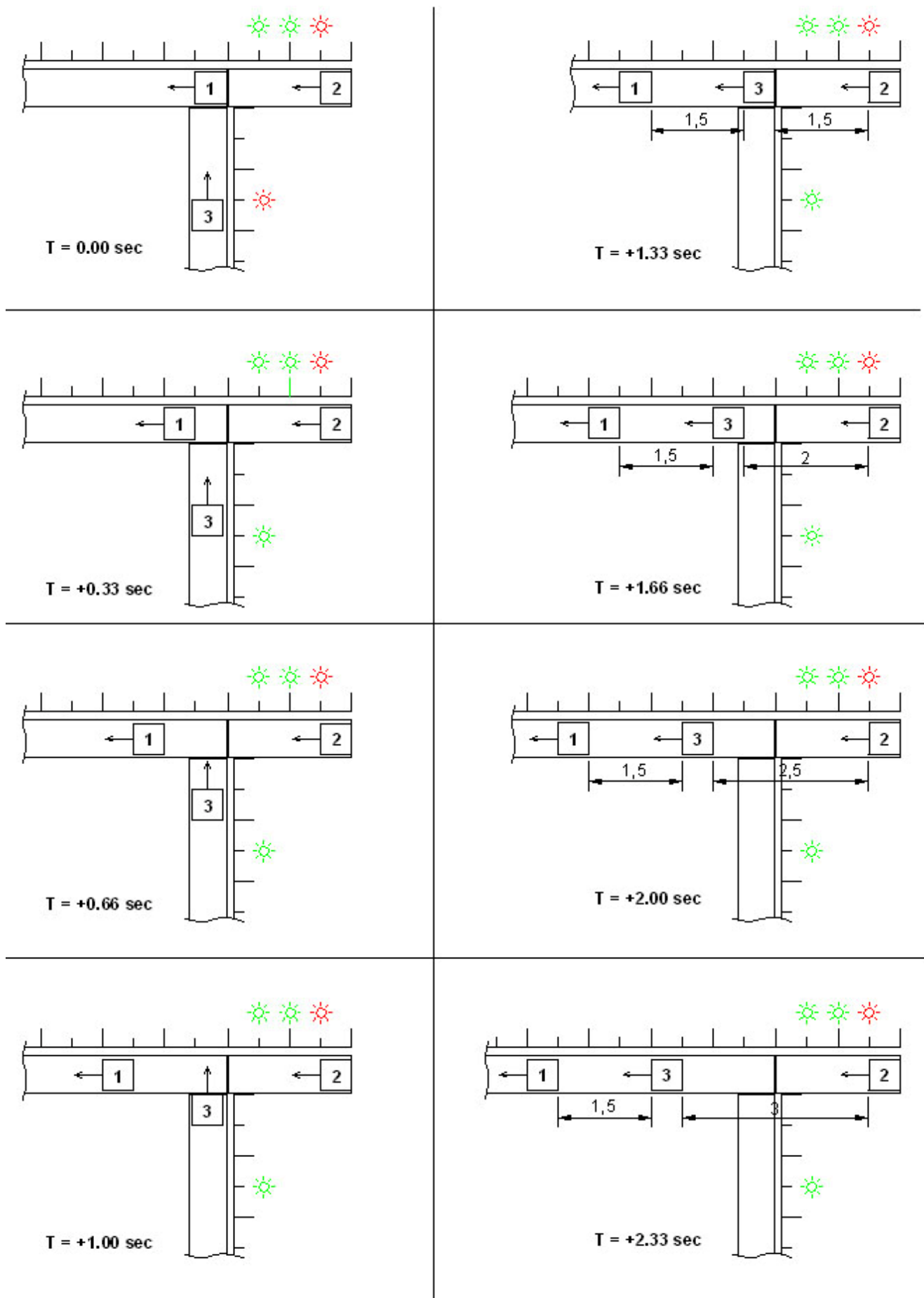
Επίσης, δίνεται χρόνος το πακέτο που ήρθε από την ανακυκλοφορία στον κλάδο input, να διανύσει άλλο 1,5 μέτρο, για να εξασφαλισθεί το εξής ενδεχόμενο: να έχει τύχει ένα άλλο πακέτο, που βρίσκεται ακριβώς στο τέλος του τμήματος φόρτωσης, να έχει σταματήσει ακριβώς πριν από τη συμβολή. Στην περίπτωση αυτή, πρέπει να δοθεί χρόνος στο πακέτο που μόλις ήρθε από την

---

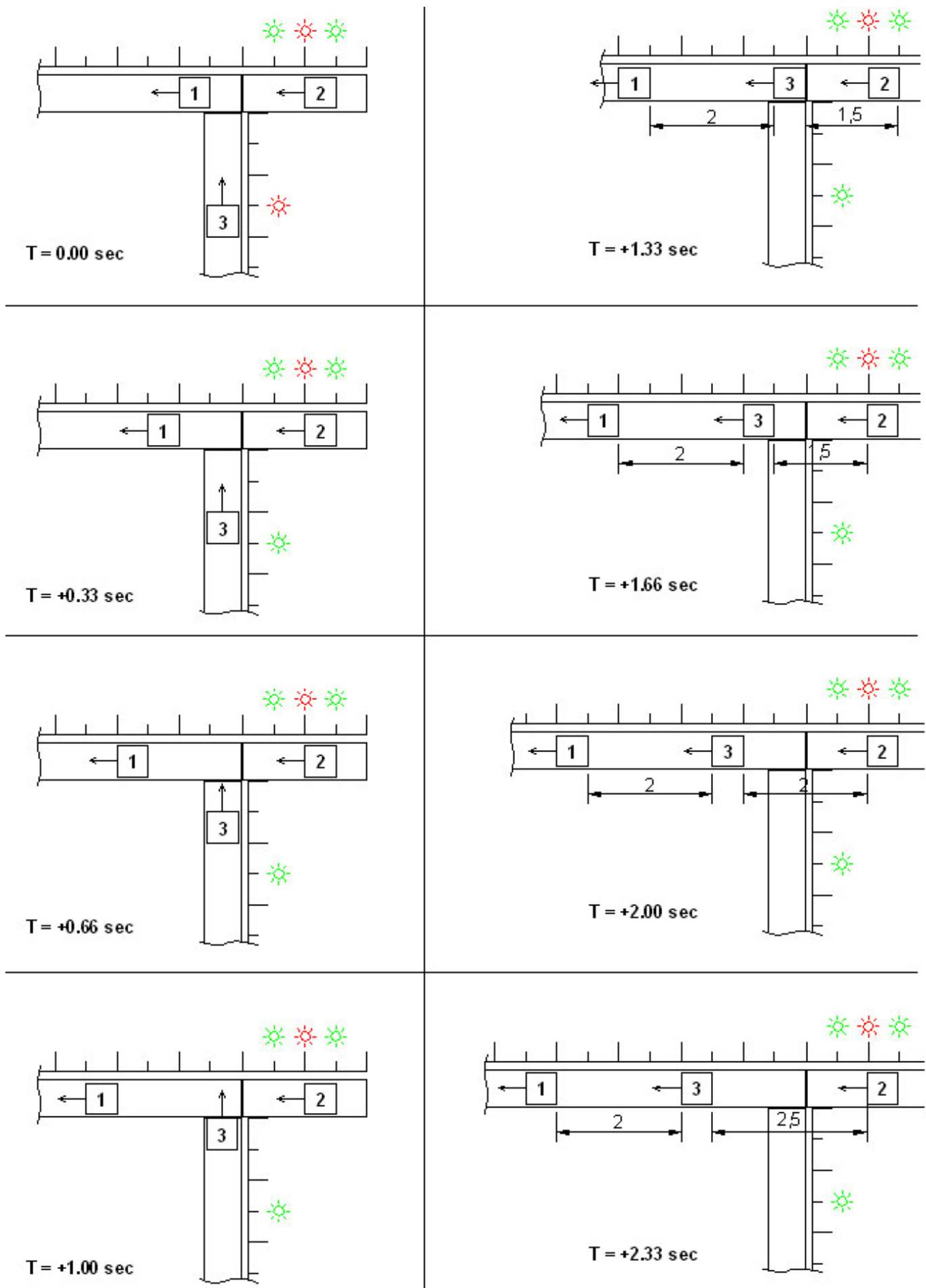
<sup>9</sup> Βλ. Σχήματα 8.2.-8.5. για απεικόνιση της διασταύρωσης

ανατροφοδότηση, να δημιουργήσει πρώτα μία καθαρή απόσταση 1,5 μέτρου, προτού δοθεί άδεια στο μικρό τμήμα φόρτωσης να επανεκκινήσει τη ροή του.

Αυτές οι δύο είναι οι ακραίες περιπτώσεις, και γι' αυτές πρέπει να υπάρχει μέριμνα. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει κάποιες βασικές περιπτώσεις, σε καρέ – καρέ προβολή:

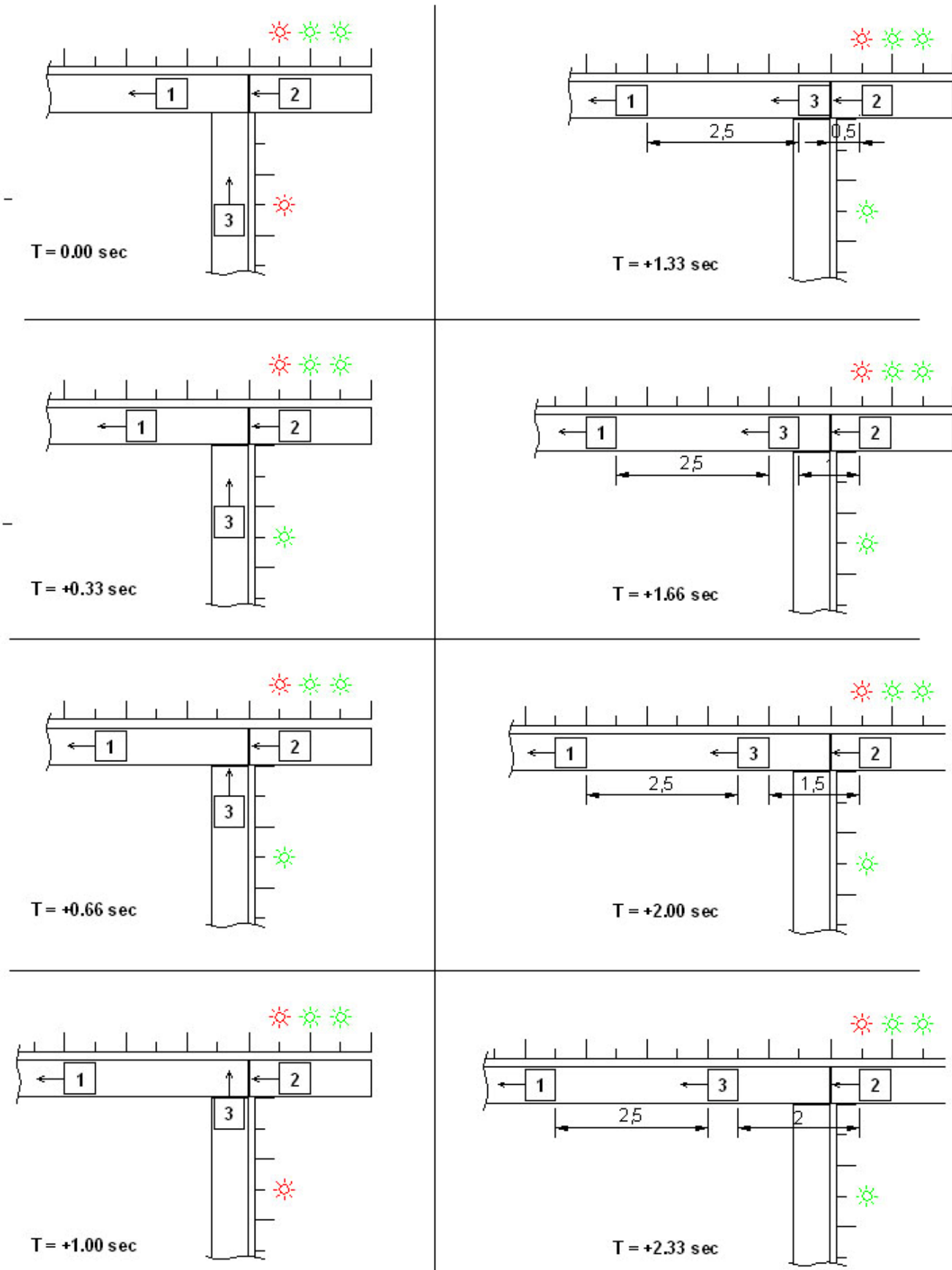


Σχ. 8.2. Συμβολή ανατροφοδосίας και ίνput - περίπτωση A

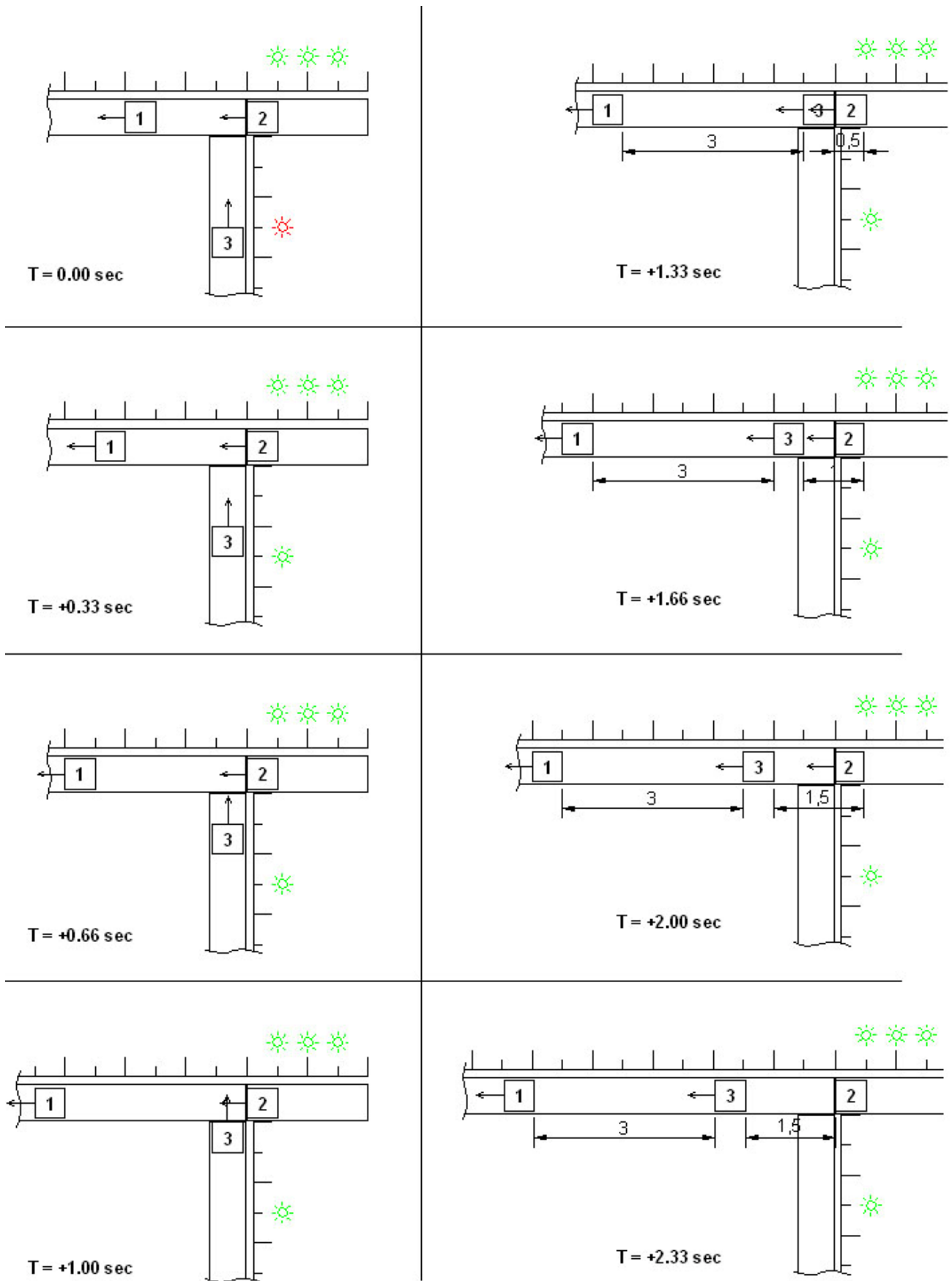


Σχ. 8.3. Συμβολή ανατροφοδότησης και input - περίπτωση B





Σχ. 8.4. Συμβολή ανατροφοδότησης και input - περίπτωση Γ



Σχ. 8.5. Συμβολή ανατροφοδосίας και input - περίπτωση Δ

#### ***8.4. ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΣΦΑΛΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΤΩΝ ΠΑΚΕΤΩΝ***

Υπάρχει ακόμη και ο κίνδυνος να μη γίνει σωστή εφαρμογή της εντολής περί φορτώσεως των πακέτων ανά 1,5 μέτρο κατ'ελάχιστο, αλλά να φορτωθούν δύο ή περισσότερα πακέτα με καθαρή μεταξύ τους απόσταση, μικρότερη από την προκαθορισμένη.

Αυτός ο κίνδυνος καταδεικνύει την ανάγκη για την ύπαρξη ενός υποσυστήματος, ικανού να διακόπτει τη ροή των πακέτων, με τρόπο τέτοιον, ώστε να μεγαλώνει η μεταξύ τους απόσταση και μόνον τότε να συνεχίζει τη ροή των πακέτων.

Οι ανάγκες του υποσυστήματος, επιγραμματικά, θα είναι:

- ο Να εντοπίζει όταν πράγματι δύο πακέτα έχουν φορτωθεί στον ταινιόδρομο σε μικρότερη από την προκαθορισμένη απόσταση
- ο Να επιβραδύνει τη ροή του δεύτερου στη σειρά πακέτου, ώστε να μεγαλώνει η απόσταση
- ο Να μην αλληλεπιδρά με κανένα τρόπο με το υπόλοιπο σύστημα, πέραν της λήξης του τμήματος φόρτωσης
- ο Να μην προκαλεί η επιβράδυνση ενός πακέτου, μεγαλύτερο συνωστισμό στα επόμενα, πολλαπλασιάζοντας το πρόβλημα. Είναι υπαρκτός ο κίνδυνος, μόλις συμβεί μία φορά το φαινόμενο, λόγω κακού σχεδιασμού να προκαλείται έπειτα συνεχώς το ίδιο.

Το σύστημα, το οποίο ικανοποιεί τις παραπάνω ανάγκες, με τον απλούστερο και αποτελεσματικότερο τρόπο, σχεδιάστηκε και παρουσιάζεται ακολούθως. Προβλέπεται η αξιοποίηση της ύπαρξης του ξεχωριστού τμήματος φόρτωσης 2

μέτρων, με χρήση ενός διαχωριστικού μέσου μεταξύ των δύο προς διαχωρισμόν πακέτων. Αξίζει εδλω να σημειωθεί ότι ο σχεδιασμός οφείλει να ικανοποιεί τη χείριστη των περιπτώσεων, αυτή δηλαδή, κατά την οποία τα δύο (ή περισσότερα) πακέτα είναι τοποθετημένα διαδοχικά το ένα κατόπιν του άλλου.

Ο μηχανισμός, ο οποίος θα δώσει λύση στο πρόβλημα είναι μία διαχωριστική μπάρα, η οποία, ανιχνεύοντας το πρώτο πακέτο, θα παρεμβάλλεται, απαγορεύοντας τη ροή σε κάθε επόμενο πακέτο, έως την παρέλευση ενός δευτερολέπτου, όσο δηλαδή χρειάζεται για να προχωρήσει το πακέτο 1,5 μέτρο. Τότε πλέον, θα ανοίγει η μπάρα το δρόμο για το επόμενο πακέτο να συνεχίσει.

Ενώ ο αρχικός σχεδιασμός ήταν να υπάρχει μία μπάρα, όμοια με αυτές, οι οποίες ρυθμίζουν τη διέλευση των οχημάτων, σμικρυνσμένη σε μικρότερη κλίμακα βέβαια, τελικώς κρίθηκε σκόπιμο η μπάρα αυτή να μην κατεβαίνει κλείνοντας, αλλά να αναδύεται από το μικρό διάκενο που αφήνουν οι δύο ταινιόδρομοι (τμήμα φόρτωσης και input). Έτσι, εξαλείφεται ο κίνδυνος, η κατερχόμενη μπάρα να τραυματίσει κάποιο πακέτο, αλλά και δίνεται η δυνατότητα, ανερχόμενη η μπάρα να διαχωρίζει ακόμη και διαδοχικά πακέτα, τα οποία είναι κολλητά το ένα με το άλλο, με ίσως λίγο μονάχα ανασήκωμα του ενός κατά την άνοδο της μπάρας.

Αναλύοντας τη λειτουργία της μπάρας, προβλέπεται η τοποθέτηση ενός επιπλέον αισθητήρα υπερήχων στο τέλος ακριβώς του μικρού τμήματος φόρτωσης. Υπενθυμίζεται ότι αυτό είναι μήκους 2 μέτρων. Χρησιμοποιώντας τώρα τους τρεις αισθητήρες που υπάρχουν στην αρχή του τμήματος φόρτωσης, ανά 0,50 μέτρο, ελέγχεται:

- ο Αν κανένας από εκείνους δεν ανιχνεύει κάτι, καθώς ο νέος αισθητήρας ανιχνεύει, τότε δεν υπάρχει πρόβλημα, καθώς σίγουρα στο 1,5 μέτρο που

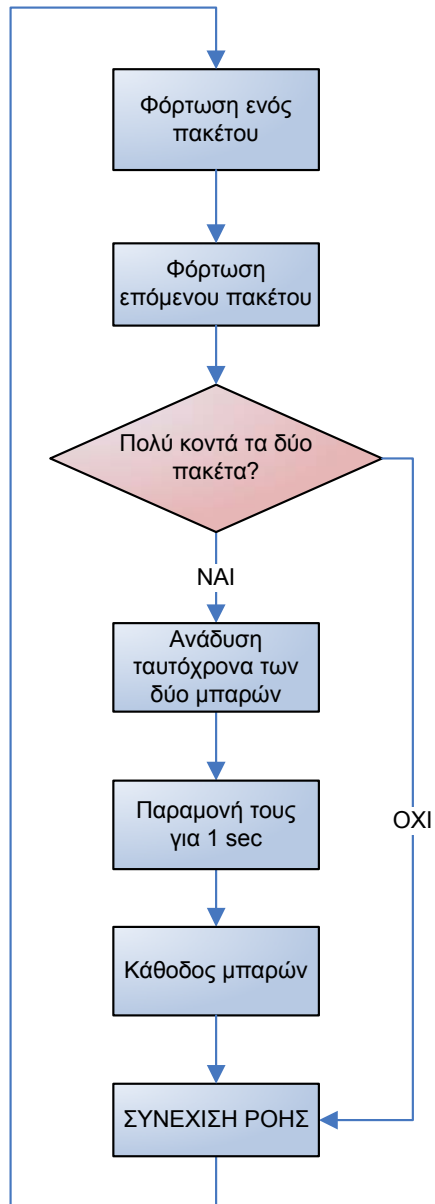
ανιχνεύουν οι τρεις αυτοί αισθητήρες δεν έρχεται άλλο πακέτο. Έτσι είναι σίγουρο ότι τηρείται η απόσταση ασφαλείας

- ο Αν **οποιοσδήποτε** αισθητήρας από τους τρεις ανιχνεύει κάτι, όταν και ο νέος αισθητήρας ενεργοποιηθεί, σημαίνει ότι κάποιο επόμενο πακέτο βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη του 1,5 μέτρου. Έτσι, ανέρχεται η μπάρα από το διάκενο μεταξύ των δύο ταινιοδρόμων για 1 δευτερόλεπτο και αποκόπτει το επόμενο πακέτο. Η ροή των ταινιοδρόμων δε σταματάει, επομένως το επόμενο πακέτο φτάνει στη μπάρα και εκεί παραμένει εξ' αιτίας αυτής, έως ότου αυτή καταδυθεί και πάλι.

Ως πρόσθετο μέτρο, η μπάρα αυτή θα μοιράζεται την κίνησή της με μία δίδυμη μπάρα, η οποία θα βρίσκεται στην αρχή του τμήματος φόρτωσης. Αυτή θα ανέρχεται και θα κατέρχεται ταυτοχρόνως με την άλλη και ο ρόλος της θα είναι να απαγορεύει την τοποθέτηση νέου πακέτου, όσο η μπάρα είναι ενεργοποιημένη και φράσσει τη ροή.

Η λογική του πρόσθετου αυτού μέτρου είναι πως, όταν δημιουργηθεί μία φορά πρόβλημα και σηκωθεί η μπάρα για να διαχωρίσει δύο πακέτα, να μην επιτρέπεται να τοποθετηθεί νέο πακέτο, καθώς είναι σίγουρο ότι θα ανανεωθεί το πρόβλημα, αφού μέχρι να σηκωθεί η μπάρα, το νέο πακέτο θα έρθει να κολλήσει με το αναμένον πακέτο, με αποτέλεσμα να διαιωνίζεται το πρόβλημα. Προτείνεται, μάλιστα, οι μπάρες να έχουν μία λοξή κίτρινη-μαύρη διαγράμμιση, η οποία είναι εύκολα παρατηρήσιμη, ώστε ο φορτωτής να βλέπει εύκολα την μπάρα που τον εμποδίζει να τοποθετήσει νέο πακέτο.

Ακολουθεί συνοπτικό flow chart της υποδιαδικασίας διαχωρισμού (buffering) πακέτων με εσφαλμένη χρονικά τοποθέτηση πάνω στον ιμάντα:



Σχ. 8.6. Flow chart υποσυστήματος buffering πακέτων

## *9. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ PLC*

---

### *9.1. FLOW CHART ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ*

Κατόπιν της πρόβλεψης των διαφόρων έκτακτων σεναρίων και της τοποθέτησης αισθητήρων, έτσι ώστε να ανιχνεύονται οι λανθασμένες λειτουργίες, πρέπει να γίνει και η ανάλυση του τρόπου, με τον οποίο θα προγραμματιστεί το PLC, το οποίο θα ελέγχει το σύστημα.

Ανακεφαλαιώνοντας, οι ανάγκες-στόχοι του προγραμματισμού του PLC είναι:

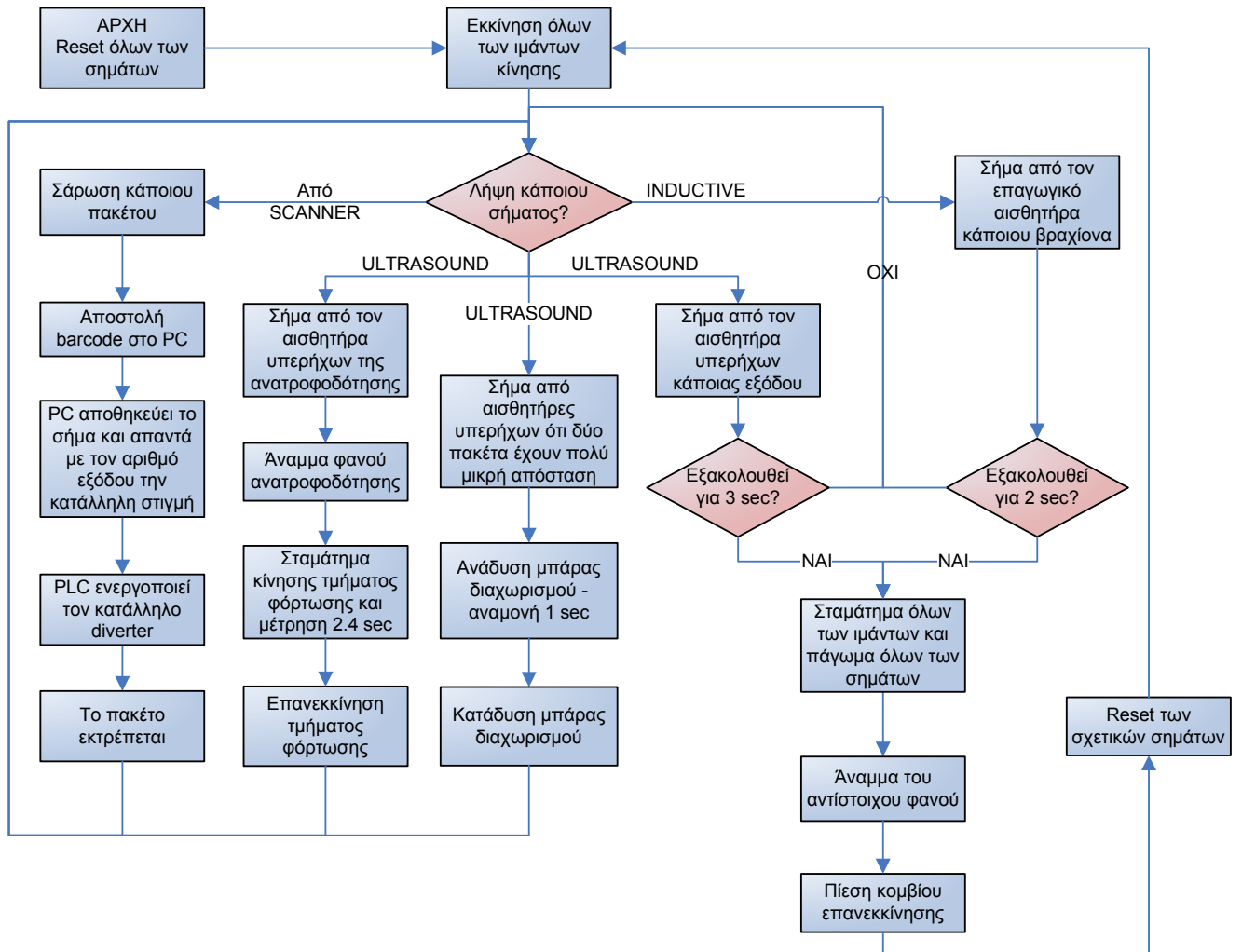
- ο Να δίνει κίνηση στους κύριους ιμάντες, δηλαδή στον κύριο κλάδο και τους τρεις κλάδους που έχουν εξόδους.
- ο Να την σταματάει, όταν υπάρχει κάποια έκτακτη ανάγκη, κατά τον τρόπο που περιγράφηκε στα ανωτέρω.
- ο Ομοίως να δίνει και να σταματάει την κίνηση του μικρού τμήματος φόρτωσης, πάλι κατά τις περιπτώσεις που περιγράφηκαν παραπάνω.
- ο Να ρυθμίζει χρονικά την κίνηση των ιμάντων στη συμβολή τμήματος φόρτωσης και loop ανατροφοδότησης, ώστε να επιτυγχάνεται η λειτουργία, όπως περιγράφηκε στην αντίστοιχη παράγραφο.
- ο Να γίνεται λήψη του σήματος από τους επαγωγικούς αισθητήρες και τους αισθητήρες υπερήχων.
- ο Να ανάβουν οι προειδοποιητικοί φανοί, στις περιπτώσεις που έχουν προβλεφθεί.
- ο Να γίνεται λήψη του σήματος του barcode και αποστολή του σε PC, το οποίο θα υπολογίζει τον κατάλληλο χρόνο, θα δίνει το κατάλληλο σήμα και
- ο Με τη σειρά του το PLC θα ενεργοποιεί τον diverter, ο οποίος αντιστοιχεί στο σήμα που δέχθηκε από το PC.

- ο Τέλος, απαραίτητη είναι η δυνατότητα reset όλων των τιμών, τόσο μετά από κάποια έκτακτη κατάσταση (πάτημα κομβίου επανεκκίνησης από τον χειριστή), όσο και κατά την πρώτη εκκίνηση του συστήματος (αρχή βάρδιας/μέρας).

Αυτοί οι στόχοι συνοψίζουν τις ανάγκες αυτομάτου ελέγχου, οι οποίες έχουν εκφραστεί και κατά την περιγραφή των επί μέρους τμημάτων του συστήματος. Η λειτουργία του συστήματος, εννοούμενου ως μηχανικά μέρη, έχει απεικονισθεί διαγραμματικά με τη μορφή ενός flow chart (σχ. 4.2.), με λογική παρακολούθησης των πιθανών διαδρομών ενός πακέτου.

Όμως, τα έκτακτα σενάρια και οι λειτουργίες του συστήματος, από απόψεως αυτομάτου ελέγχου, απεικονίζονται καλύτερα στο ακόλουθο flow chart, το οποίο αναλύει τις πιθανές αποφάσεις που προκύπτουν από τα σήματα και τις καταστάσεις.

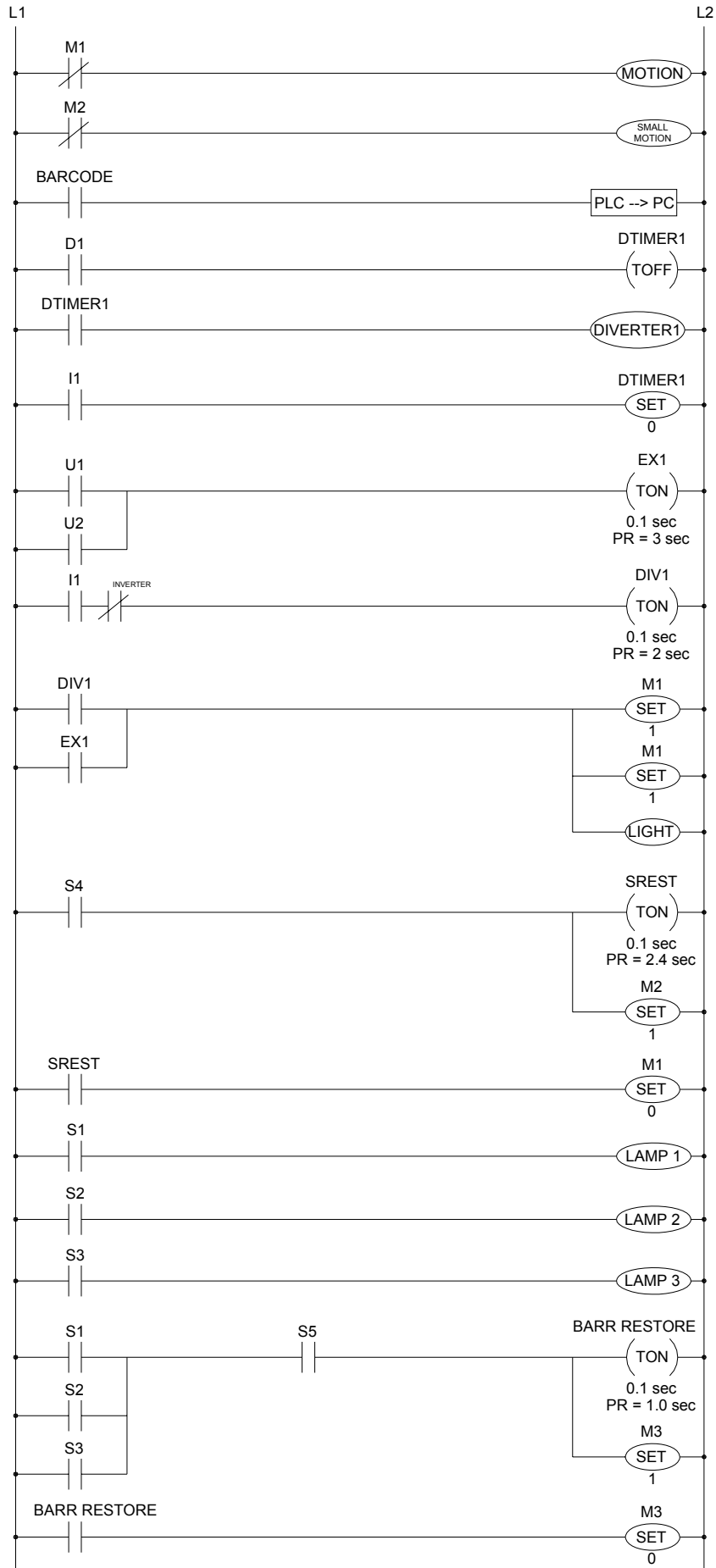




Σχ.9.1. Flow chart λειτουργιών αυτομάτου ελέγχου

## ***9.2. LADDER LOGIC DIAGRAM***

Παρουσιάζεται, λοιπόν το διάγραμμα μορφής κλίμακας, το οποίο αποτελεί την τελική απεικόνιση του τρόπου ελέγχου του συστήματος. Περιλαμβάνει τα σενάρια, τα οποία έχουν αναλυθεί και που φαίνονται και στο παραπάνω flow chart.



### 9.3. ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Στο παραπάνω διάγραμμα υπάρχουν σύμβολα, τα οποία αντιπροσωπεύουν διαφορετικά σήματα, αλλά και εντολές. Παρατίθεται ένα υπόμνημα των συμβολισμών και, ακολούθως, μία γραμμη-προς-γραμμή επεξήγηση των υποθέσεων και λειτουργιών. Να σημειωθεί ότι οι diverter δεν είναι μόνο 120, αλλά 122 γιατί υπάρχουν και οι δύο diverters, οι οποίοι εκτρέπουν προς τον πρώτο και το δεύτερο κλάδο.

Σύμβολο	Ερμηνεία
U1a	Σήμα υπέρυθρου αισθητήρα a, έξοδος No 1
U1b	Σήμα υπέρυθρου αισθητήρα b, έξοδος No 1
EX1	Σήμα μετρητή εξόδου No 1 για συμφόρηση στον αντίστοιχο ραουλόδρομο βαρύτητας
I1	Σήμα επαγωγικού αισθητήρα, έξοδος No 1
DIV1	Σήμα μετρητή εξόδου No 1 για πάγωμα του βραχίονα
M1	Σήμα ελέγχου όλων των ταινιοδρόμων, πλην του τμήματος φόρτωσης
M2	Σήμα ελέγχου κίνησης τμήματος φόρτωσης
M3	Κατάσταση μπάρας διαχωρισμού (0=κάτω)
S1-S3	Αισθητήρες υπερήχων στο τμήμα φόρτωσης, για σήμανση στον φορτωτή να τοποθετήσει νέο πακέτο
S4	Αισθητήρας υπερήχων στην ανατροφοδότηση, 1.5 μέτρο πριν τη συμβολή με τον κλάδο input και το τμήμα φόρτωσης
S5	Αισθητήρας υπερήχων στην αρχή του κλάδου input, που ανιχνεύει μόλις ένα πακέτο περνάει από το τμήμα φόρτωσης σε αυτόν
SREST	Χρονισμένο σήμα επανεκκίνησης τμήματος φόρτωσης μετά την ανατροφοδότηση ενός πακέτου
BARCODE	Σήμα barcode που αποστέλλεται προς το PC
D1	Σήμα που έρχεται από το PC στο PLC και περιέχει τον αριθμό του diverter, ο οποίος θα ενεργοποιηθεί
DTIMER1	Χρονιστής που καθυστερεί την ενεργοποίηση του diverter κατά τόσο χρόνο, όσο υπολογίσει το PC
BARR RESTORE	Χρονιστής που μετράει 1 sec από την ανάδυση της μπάρας διαχωρισμού, ώστε να καταδυθεί και πάλι

Πιν. 9.2. Υπόμνημα συμβόλων ladder diagram

1. Αρχικά, λοιπόν, δίνεται εντολή για κίνηση στον κλάδο input, τον κλάδο ανατροφοδότησης (reefed loop) και τους τρεις κλάδους με εξόδους. Όσο παραμένει κλειστή η επαφή M1, όλοι αυτοί παίρνουν κίνηση.
2. Επίσης, παίρνει κίνηση το μικρό τμήμα φόρτωσης, μήκους 2 μέτρων, που βρίσκεται στην αρχή. Και εδώ, όσο η επαφή M2 είναι κλειστή, τόσο αυτό παίρνει κίνηση.
3. Το σήμα BARCODE διαβάζεται από το scanner (αν διαβαστεί) και μεταβιβάζεται στο PC.
4. Το PC, επεξεργαζόμενο το σήμα αυτό, απαντάει προς το PLC με μία εντολή που περιέχει τον αριθμό του diverter, ο οποίος πρέπει να ενεργοποιηθεί (D1 – D122). Όμως, η ενεργοποίηση αυτή γίνεται με το χρονιστή (DTIMER1 – DTIMER122), ο οποίος καθυστερεί την ενεργοποίηση του diverter, τόσο χρόνο, όσο του υπαγορεύει το PC, το οποίο έχει εκτελέσει το απλό γινόμενο ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΕΞΟΔΟΥ x 1.5 m/sec.
5. Έτσι, ο DTIMER, μετά την πάροδο του χρονικού αυτού διαστήματος, ενεργοποιεί τον diverter (DIVERTER1 – DIVERTER122).
6. Όταν ο βραχίονας εκτελέσει το άνοιγμα και επιστρέψει στη θέση του, ενεργοποιείται ο επαγωγικός αισθητήρας στη βάση του (I1 – I120), συνεπώς δίνεται τιμή 0 στον DTIMER, άρα ανοίγει πάλι η επαφή και ο diverter δεν κινείται άλλο. Αν ο κινητήρας είναι βηματικός, δε χρειάζεται ο επαγωγικός αισθητήρας και το σήμα του αντικαθίσταται από το σήμα του βηματικού ότι επέστρεψε στις 0°. (ή 360°)
7. Αρχίζοντας τα έκτακτα σενάρια, αν **οποιοσδήποτε** από τους 2 αισθητήρες υπερήχων κάποιας εξόδου (U1a, U1b – U120a, U120b) ενεργοποιηθεί (με διάταξη OR), εκκινά ο μετρητής χρόνου (EX1 – EX120), ο οποίος είναι ρυθμισμένος να μετράει 3 sec.
8. Ομοίως, αν ένας από τους επαγωγικούς αισθητήρες, που υπάρχουν στις βάσεις των diverters (I1 – I122) απενεργοποιηθεί, τότε εκκινά ο αντίστοιχος μετρητής χρόνου (DIV1 – DIV122), ο οποίος είναι ρυθμισμένος να μετράει 2

sec. Αναγκαία ήταν η τοποθέτηση ενός inverter στη διάταξη, ώστε όταν ο diverter είναι απλά κλειστός και άρα ο επαγωγικός αισθητήρας ενεργός, να ανοίγει η επαφή και αυτή να κλείνει, όταν ο αισθητήρας απενεργοποιείται. Αυτό διαφορετικά θα μπορούσε να γίνει χρησιμοποιώντας diverter, ο οποίος να είναι Normally closed. Όμως τότε θα χρειαζόταν ο inverter σε άλλο σημείο του προγραμματισμού του PLC, όπως θα φανεί παρακάτω.

9. Αν, λοιπόν, ένας αισθητήρας υπερήχων μείνει ενεργός για πάνω από 3 sec ή ένας επαγωγικός για πάνω από 2 sec, τότε και μόνον τότε δίνεται τιμή 1 στις κινήσεις όλων των ιμάντων. Τιμή 0 είναι όταν κινούνται (default) και τιμή 1 είναι η στάση. Επίσης, ανάβει ο φανός (LIGHT1 – LIGHT122).
10. Τέλος, για ότι αφορά την ανατροφοδότηση, όταν ο αισθητήρας υπερήχων S4 ενεργοποιηθεί, δίνεται τιμή 1 στην κίνηση M2, δηλαδή εντολή για στάση στο μικρό τμήμα του ταινιοδρόμου, το τμήμα φόρτωσης. Επίσης, εκκινά ένας μετρητής χρόνου (SREST), ο οποίος είναι ρυθμισμένος να μετράει 2.4 sec. Αυτός ο χρόνος είναι ο χρόνος που απαιτείται ώστε το πακέτο, που έρχεται από την ανατροφοδότηση, να διανύσει 3,6 μέτρα. Δηλαδή, να καλύψει το υπόλοιπο 1.5 μέτρο που του απομένει πάνω στον ταινιόδρομο της ανατροφοδότησης, να φτάσει στη συμβολή και να διανύσει άλλα 2 μέτρα, αφήνοντας πίσω του (αν αφαιρεθεί το ίδιο του το μήκος, 0.60 μέτρα) μία απόσταση 1.5 μέτρο από το πακέτο που ίσως υπάρχει σταματημένο στο τμήμα φόρτωσης.
11. Μόλις αυτός ο χρόνος παρέλθει, το μικρό τμήμα επανεκκινεί (M2 set to 0).
12. Υπάρχουν και τρεις αισθητήρες υπερήχων στην αρχή του 2μετρου αυτού τμήματος, ανά 0.50 μέτρα, οι οποίοι ανάβουν κόκκινο, όταν ενεργοποιηθούν. Πρώτα ο πρώτος (S1)
13. Έπειτα ο δεύτερος (S2),
14. και τέλος ο τρίτος (S3). Εντολή στον φορτωτή είναι να τοποθετεί νέο πακέτο μόνον όταν και οι τρεις κόκκινοι φανοί είναι σβηστοί (ή πράσινοι).

15. Αν οποιοδήποτε από τους τρεις παραπάνω αισθητήρες είναι ενεργός (που σημαίνει ότι πάνω στο τμήμα φόρτωσης υπάρχει κάποιο πακέτο) και τότε ενεργοποιηθεί και ο αισθητήρας S5 (που σημαίνει ότι ένα άλλο μόλις μετέβη στον κλάδο input), τότε ενεργοποιείται η μπάρα M3 και αναδύεται.
16. Ταυτόχρονα, μετράει 1 sec, προτού αρχίσει πάλι να καταδύεται, επιτρέποντας έτσι στο δεύτερο πακέτο να συνεχίσει και αυτό την πορεία του, με ασφαλή πλέον απόσταση από το προπορευόμενο.

## 10. ΣΥΝΟΨΗ

---

Η αγορά των Express Logistics είναι μία αγορά διεθνώς αναπτυσσόμενη και προοδεύουσα. Τόσο, λοιπόν, οι επιταγές για παρακολούθηση της ανάπτυξης αυτής, αλλά και οι ανακύπτουσες επιχειρηματικές ευκαιρίες, επιβάλλουν την εκμετάλλευση της τεχνολογίας προς απόκτησιν στρατηγικού πλεονεκτήματος για την αποκομιδή των καρπών που αυτή ακριβώς η ανάπτυξη προσφέρει.

Ο αυτόματος έλεγχος, ως έκφανση της σύγχρονης τεχνολογίας, αποτελεί το εργαλείο για τη βελτίωση του επιπέδου των υπηρεσιών Express Logistics, αλλά και της παραγωγικότητας αυτών. Πάντοτε επιδεχόμενο προσθήκης και βελτιώσεων, το παραπάνω αυτόματο σύστημα σχεδιάστηκε με τη φιλοδοξία να μεταφέρει τη διαδικασία της διαλογής πακέτων σε νέο επίπεδο, συμβαδίζοντας με τη διεθνή πρακτική.

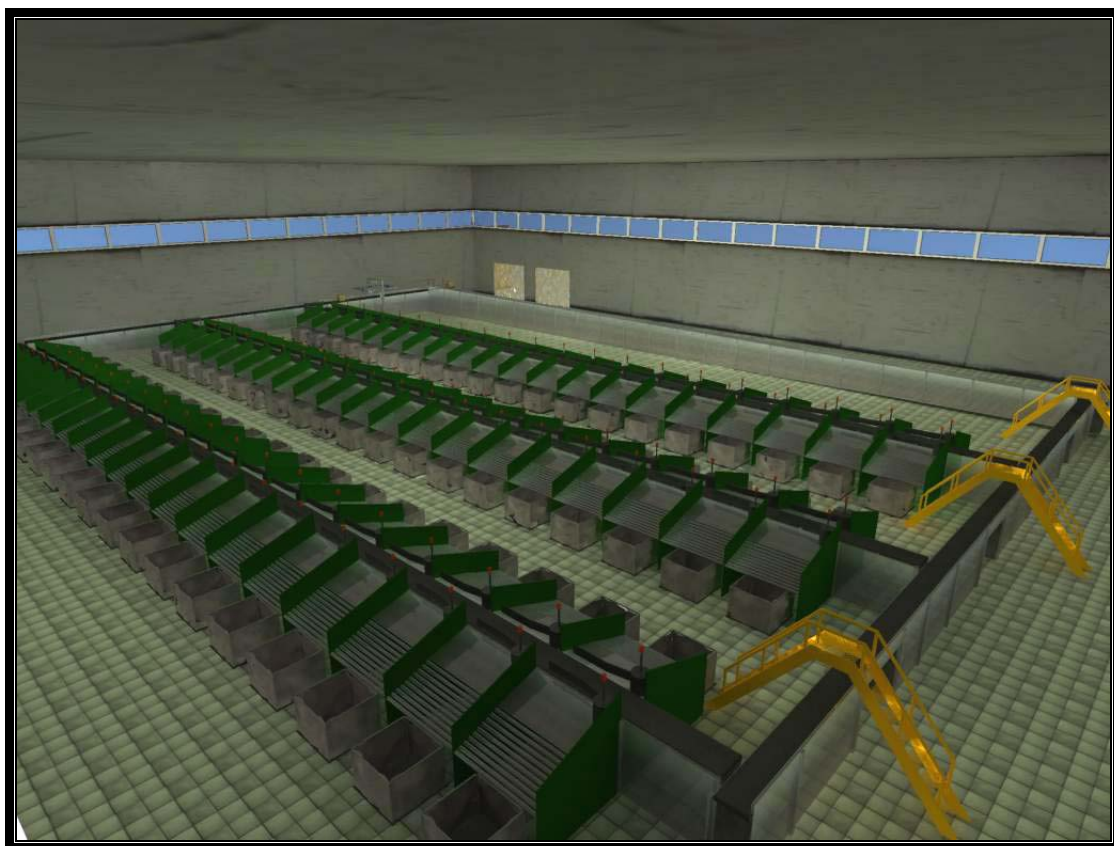
Συμπερασματικά, από την προηγηθείσα ανάλυση και μελέτη, καταδεικνύεται το σημαντικό όφελος από την υλοποίηση του αυτόματου συστήματος διαλογής δεμάτων. Τόσο σε οικονομικό επίπεδο, με την αύξηση της αποδοτικότητας της μονάδας διαλογής κατά 560%, όσο και σε επίπεδο ποιότητας παροχής υπηρεσιών, με την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας σφαλμάτων, το συμφέρον από την εγκατάσταση του αυτοματισμού είναι μεγάλο. Άλλωστε και ο λόγος κόστους/ωφέλους είναι τέτοιας τάξεως, που επιτρέπει την επένδυση.



## 11. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΕΙΚΟΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

Για όλα όσα σχεδιαστήκαν, έχει γίνει τρισδιάστατη απεικόνιση, τόσο σε στατικές εικόνες, οι οποίες παρουσιάζονται στο παρόν παράρτημα, όσο και σε animation videos, τα οποία συνοδεύουν τη μελέτη. Τα σημαντικότερα στοιχεία του συστήματος παρατίθενται σε εικόνες, συνοδευόμενες από το αντίστοιχο σχόλιο.



Γενική άποψη (Α) του κέντρου διαλογής

Στην πρώτη γενική άποψη φαίνονται τα δύο ανοίγματα, που υπάρχουν στο χώρο. Αυτά τα ανοίγματα μπορούν να είναι περισσότερα, καθώς η πλευρά αυτή έχει αρκετό χώρο μεταξύ τοίχου και ταινιοδρόμου, ώστε να επιτρέπεται η μετακίνηση καλαθιών με πακέτα προς ή απο την αποθήκη.

Επίσης, είναι ορατές οι τρεις γέφυρες διελεύσεως προσωπικού, κοινό εξάρτημα σε παραγωγικές και αποθηκευτικές εγκαταστάσεις.



Γενική άποψη (B) του κέντρου διαλογής

Στη δεύτερη γενική άποψη, φαίνεται ο χώρος υπό διαφορετική οπτική γωνία. Τονίζεται το ευρύ πλάτος που υπάρχει μεταξύ της τελικής ευθείας του ταινιοδρόμου ανατροφοδότησης και του τοίχου, ο οποίος είναι διαθέσιμος για ανοίγματα εισόδου-εξόδου.

Ακόμη, διακρίνονται οι 120 έξοδοι, ταξινομημένες σε τρεις κλάδους και ο barcode scanner. Στην εγγύτερη άκρη φαίνεται ο τρόπος, με τον οποίο συμβάλλουν δύο τμήματα του ταινιοδρόμου ανατροφοδότησης, όπου το προηγούμενο με το επόμενο έχουν μία μικρή υψομετρική διαφορά, για την καλύτερη μετάπτωση του πακέτου.



Γενική άποψη (Γ) του κέντρου διαλογής

Η τρίτη γενική άποψη, από τη γωνία εισόδου των πακέτων στο σύστημα, δείχνει τα κενά πλάτους 2 μέτρων, τα οποία έχει ο ταινιόδρομος ανατροφοδότησης, ώστε να επιτρέπεται η διέλευση των γεμάτων (ή άδειων) καλαθιών συγκομιδής, καθώς δεν υπάρχει άλλος τρόπος διελεύσεως, πλην των μισών καλαθιών του τρίτου κλάδου, τα οποία μπορούν να απομακρυνθούν κινούμενα περιφερειακά.

Φαίνονται επίσης τα σημεία, όπου ξεκινούν οι κλάδοι εξόδων, από τον κλάδο input, καθώς και ένα πακέτο, το οποίο κινείται μετά την ανάγνωση από το scanner, προς τον πρώτο κλάδο.



Γενική άποψη (Δ) του κέντρου διαλογής

Στην τέταρτη γενική άποψη, αναδεικνύεται η λεπτομέρεια των εξόδων, καθώς αυτές φαίνονται από κοντινότερη άποψη. Από καλύτερη οπτική γωνία φαίνεται ολόκληρος ο κλάδος input, αλλά και τα ανοίγματα στον ταινιόδρομο, τα οποία επιτρέπουν την απομάκρυνση των γεμάτων καλαθιών συγκομιδής.



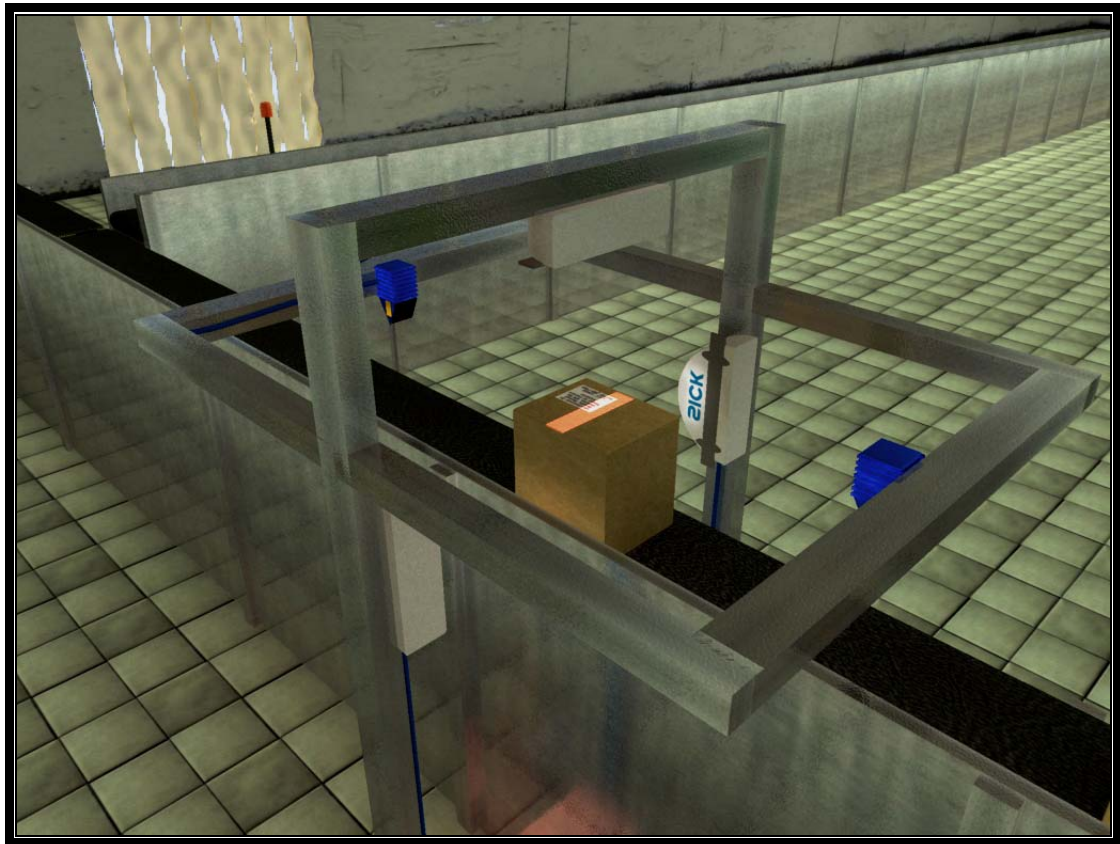
Τμήμα φόρτωσης και συμβολή με refeed loop

Φαίνεται σε λεπτομέρεια το μικρό τμήμα φόρτωσης των πακέτων, η αρχή του κλάδου input, ο οποίος έπεται, καθώς και η συμβολή του refeed loop με τον τελευταίο. Εντός του διάκενου, μεταξύ του τμήματος φόρτωσης και του κλάδου input, διακρίνεται η μπάρα διαχωρισμού, έτοιμη να αναδυθεί, όταν υπάρξει ο κατάλληλος συνδυασμός σημάτων από τους αισθητήρες υπερήχων, οι οποίοι συνοδεύονται από τους φανούς τους.



Αποψη της κατάληξης του δεύτερου κλάδου,  
άνοιγμα απομάκρυνσης γεμάτων καλάθων

Μία ευθεία γραμμή ταινιοδρόμου αποτελεί το πρώτο εκ των δύο μερών του refeed loop, στο οποίο καταλήγουν τα πακέτα, τα οποία δεν έχουν περισυλλεγεί. Φαίνονται οι γέφυρες διελεύσεως του προσωπικού, αλλά και τα ανοίγματα, μέσα από τα οποία απομακρύνονται τα γεμάτα καλάθια προς κάποια εξωτερική αποβάθρα, όπου θα φορτωθούν στο φορτηγό του αντίστοιχου προορισμού.



**Barcode scanner**

Σε ένα μεταλλικό πλαίσιο βρίσκονται στηριγμένα τα στοιχεία του barcode scanner, όπως αυτά περιγράφηκαν στο αντίστοιχο κεφάλαιο. Άνωθεν και εκατέρωθεν του πακέτου βρίσκονται τρεις Omni Portal Scanners και τις εμπρός και πίσω όψεις καλύπτουν δύο Compact Omni Scanners. Έτσι, μένει εκτός πρόβλεψης μόνο το ενδεχόμενο να βρεθεί η ετικέτα επί του ταινιοδρόμου.

## 12. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: DATA SHEETS ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ

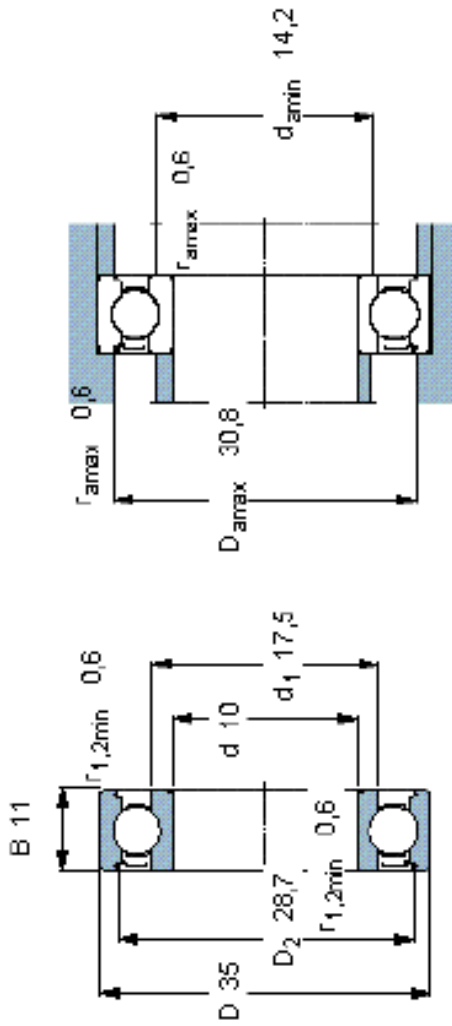
Για την καλύτερη παρουσίαση των διαφόρων εξαρτημάτων, τα οποία προτάθηκαν κατά την πρόοδο της μελέτης αυτής, παρατίθενται ακολούθως τα data sheets, όπως αυτά δίνονται από τον εκάστοτε κατασκευαστή.

Αποσπάσματα από τα data sheets είναι και οι τεχνικές λεπτομέρειες, οι οποίες περιγράφουν νωρίτερα, καθώς και οι πίνακες με τα στοιχεία.



### Deep groove ball bearings, single row

Principal dimensions	Basic load ratings			Fatigue load limit $P_u$	Speed ratings		Mass	Designation
	dynamic	static	C0		Reference speed	Limiting speed		
d	B	C	C0	$P_u$				
mm	11	8,52	3,4	0,143	50000	32000	0,053	
	35							* - SKF Explorer bearing
					r/min		kg	-
								6300-Z*



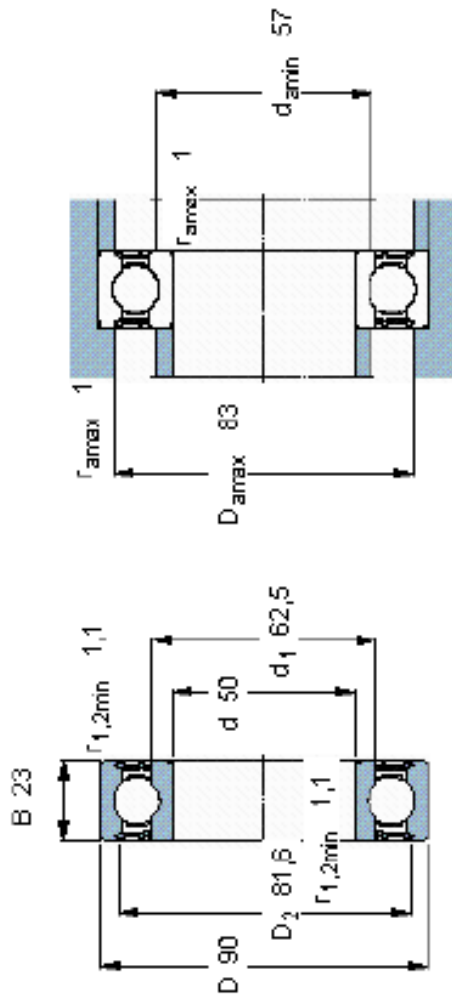
### Calculation factors

$k_r$  0,03

$f_0$  11

### Deep groove ball bearings, single row

Principal dimensions	Basic load ratings			Fatigue load limit $P_u$	Speed ratings		Mass	Designation
	dynamic	static	C00		Reference speed	Limiting speed		
d	B	C	C00	$P_u$	Reference speed	Limiting speed	kg	* - SKF Explorer bearing
mm		kN		kN	r/min			
50	23	35,1	23,2	0,98	-	4800	0,52	62210-2RS1



#### Calculation factors

$k_r$  0,025

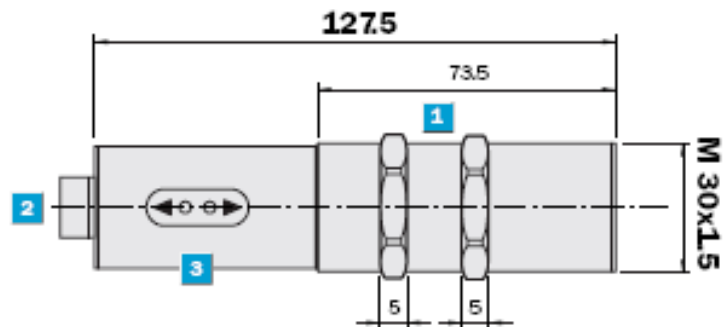
$f_0$  14

## UM 30 Ultrasonic sensor


**Operating scanning range**  
 30 ... 1300 mm  
 Ultrasonic sensor

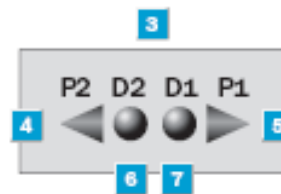
- High measurement accuracy thanks to time-of-flight measurement
- Independent of material shape (including films, glass and bottles)
- Teach-in
- Insensitive to dirt, dust and fog
- Operating scanning range up to 1,300 mm
- Binary outputs or analog output

### Dimensional drawing



### Adjustments possible

All types



- 1 Fastening nuts, width across 36 mm
- 2 Connection plug M 12
- 3 Control and display panel
- 4 Setting key 2
- 5 Setting key 1
- 6 2
- 7 1



### Connection types

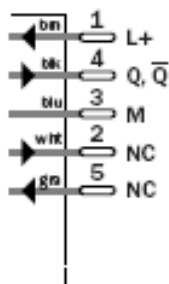
UM 30-11111  
UM 30-12111  
UM 30-13111

UM 30-11112  
UM 30-12112  
UM 30-13112

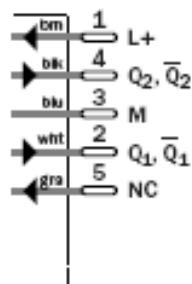
UM 30-11113  
UM 30-12113  
UM 30-13113



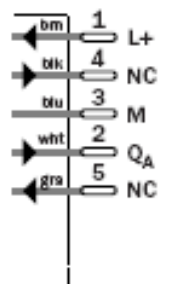
5-pin, M 12



5-pin, M 12



5-pin, M 12



CE

### Accessories

Mounting systems

Technical data		UM 30-	11111	11112	11113	12111	12112	12113	13111	13112	13113
<b>Operating scanning range</b>											
(limiting scanning range)	30 ... 250 mm (350)										
	60 ... 350 mm (600)										
	200 ... 1300 mm (2000)										
<b>Ultrasonic frequency</b>											
	320 kHz										
	400 kHz										
	200 kHz										
<b>Resolution</b>											
	0.36 mm										
<b>Reproducibility</b>											
	± 0.15 % of final value										
<b>Accuracy</b>											
	≤ 2 % of final value										
<b>Supply voltage <math>V_S</math></b>											
	12 ... 30 V DC <sup>1)</sup>										
<b>Ripple</b>											
	± 10 %										
<b>Current consumption<sup>2)</sup></b>											
	≤ 70 mA										
<b>Switching outputs, reversible<sup>3)</sup></b>											
	Q: PNP, $V_S - 2 V$ , $I_{max} = 500 mA$										
	Q <sub>1</sub> , Q <sub>2</sub> : PNP, $V_S - 2 V$ , $I_{max} = 500 mA$										
<b>Analog output, reversible<sup>3) 4)</sup></b>											
	Q <sub>3</sub> : 4 ... 20 mA/0 ... 10 V										
<b>Response time<sup>5)</sup></b>											
	50 ms										
	70 ms										
	110 ms										
<b>Switching frequency</b>											
	11/s										
	8/s										
	6/s										
<b>Switching hysteresis</b>											
	20 mm										
	5 mm										
	2.5 mm										
<b>Standby delay</b>											
	2 s										
<b>Connection type</b>											
	Plug M 12, 5-pin										
<b>Enclosure rating</b>											
	IP 65										
<b>Ambient temperature<sup>6)</sup></b>											
	Operation -20 °C ... +70 °C										
	Storage -40 °C ... +85 °C										
<b>Weight</b>											
	260 g										
<b>Housing material</b>											
	Nickel-plated brass										

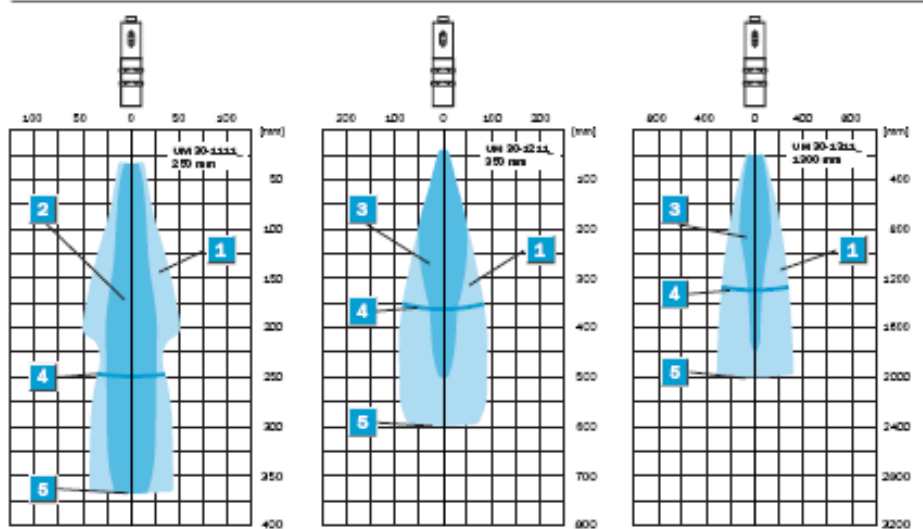
<sup>1)</sup> Limit values  
<sup>2)</sup> Without load  
<sup>3)</sup> Outputs short-circuit protected

<sup>4)</sup> Automatic switching between voltage and current outputs dependent on load

Current output 4 ... 20 mA:  
 $R_L \leq 500 \Omega$ ,  $V_S \geq 20 V$ ;  
 $R_L \leq 100 \Omega$ ,  $V_S \geq 12 V$   
 Voltage output 0 ... 10 V:  
 $R_L \geq 100 k\Omega$ ;  $V_S > 15 V$

<sup>5)</sup> Only with UM 30-...3: Recovery time 32 ms according to EMC EN 50 319  
<sup>6)</sup> Temperature compensation at -20 ... +50 °C

**Detection ranges**



- 1 Aligned plate 500 x 500 mm
- 2 Pipe diameter 10 mm
- 3 Pipe diameter 27 mm
- 4 Operating scanning range
- 5 Limiting scanning range

**Order information**

Type	Part no.
UM 30-1111	6 025 655
UM 30-1211	6 025 656
UM 30-1311	6 025 657
UM 30-1112	6 025 660
UM 30-1212	6 025 661
UM 30-1312	6 025 662
UM 30-1113	6 025 665
UM 30-1213	6 025 666
UM 30-1313	6 025 667

# Inductive sensor, IM 30, DC 2-wire

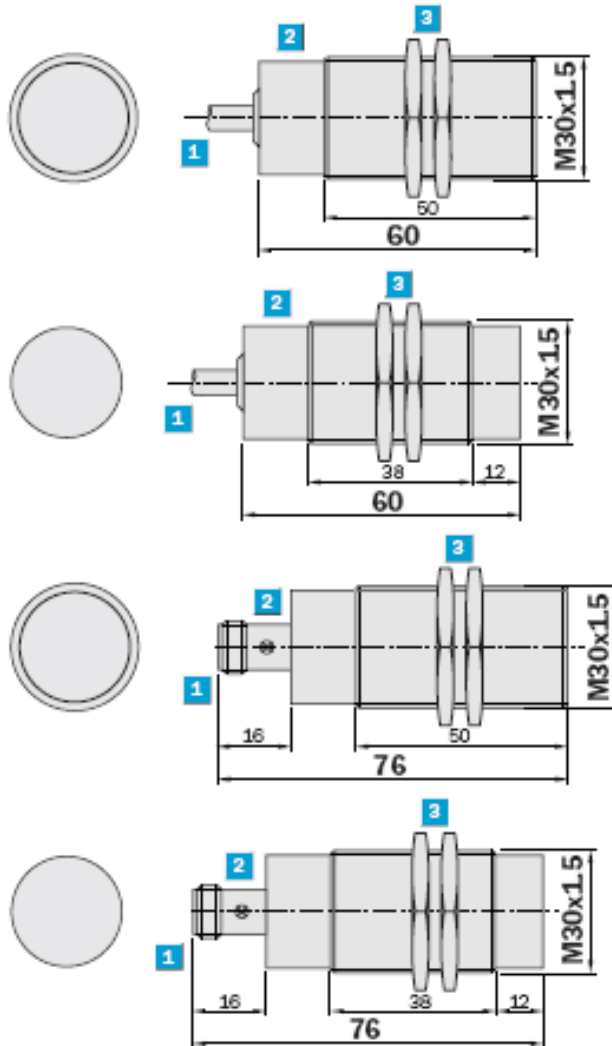
**Sensing range**  
10 / 15 mm

Inductive sensor

- Short-circuit protection (pulsed)
- Robust brass housing, nickel-plated with fine thread M30 x 1 mm
- Enclosure rating IP 67



## Dimensional drawing



- 1 Connection
- 2 Display LED
- 3 Fastening nuts (2 x); width across 36, metal



## Connection type

IM30-10BDS-ZW1

IM30-15NDS-ZW1

IM30-10BDS-ZC1

IM30-15NDS-ZC1

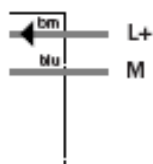


See chapter Accessories

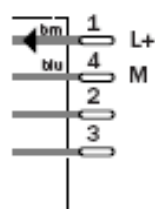
Connector, M12, 4-pin

Mounting systems

2 x 0.34 mm<sup>2</sup>



M12, 4-pin



Technical data		IM30-	10BDS -ZW1	10BDS -ZC1	15NDS -ZW1	15NDS -ZC1						
Sensing range $s_n$	15 mm											
	10 mm											
Electrical configuration	DC 2-wire											
Supply voltage $V_s$	DC 10 .. 30 V											
Ripple $V_{pp}$	$\leq 10\%$											
Voltage drop $V_d$	$\leq 2.8\text{ V}^{1)}$											
Continuous current $I_a$	$\leq 100\text{ mA}$											
Min. load current	$\geq 3\text{ mA}$											
Residual current	$\leq 0.8\text{ mA}$											
Time delay before availability $t_d$	$\leq 50\text{ ms}$											
Hysteresis H (of $s_n$ )	2 .. 10 %											
Repeatability R	$\leq 2\%$ ( $U_b$ and $T_a$ constant) <sup>2)</sup>											
Temperature drift, of $s_n$	$\pm 10\%$											
EMC	According to EN 60 947-5-2											
Output function	Normally open <sup>3)</sup>											
Installation	Non-flush											
	Flush											
Connection types	Plug, M12, 4-pin											
	Cable, PVC, 2 m											
Enclosure rating	IP 67 <sup>4)</sup>											
Max. switching frequency	150 Hz											
Dimensions	M30 x 1.5 <sup>5)</sup>											
Short-circuit protection	✓ <sup>6)</sup>											
Reverse polarity protection	✓											
Shock / vibration stress	30 g, 11 ms / 10 .. 55 Hz, 1 mm											
Ambient temperature $T_a$	-25 °C .. +70 °C											
Housing material	Brass nickel-plated, plastic											
Tightening material	60 Nm											

<sup>1)</sup> at  $I_a$  max  
<sup>2)</sup> of  $s_n$

<sup>3)</sup> normally closed function available on request




<sup>4)</sup> according to EN 60 529  
<sup>5)</sup> thread diameter x pitch (mm)

<sup>6)</sup> (pulsed)

Order information	
Type	Order no.
IM30-10BDS-ZW1	6 020 326
IM30-10BDS-ZC1	6 020 328
IM30-15NDS-ZW1	6 020 330
IM30-15NDS-ZC1	6 020 332

### Proximity Sensor Comparison Table

Representative photograph(s), actual product appearance may vary.

Features	 112FW12-4	 112FW12-R1	 122FW12-4
Sensing Face	Shielded	Shielded	Unshielded
Termination	Leadwire	Connector	Leadwire
Termination Details	20 ga, MIL-W-16878/4 wire	Connector version mates with MS3116-10-6S	20 ga, MIL-W-16878/4 wire
Guaranteed Actuation Distance	1 mm to 1.99 mm [0.039 in to 0.078 3 in]	1 mm to 1.99 mm [0.039 in to 0.078 3 in]	5 mm to 10 mm [0.197 in to 0.394 in]
Packaging	One Piece Sensor		
Sensor Type	Harsh Environment		
Weight	85 g [3.19 oz]		
Shape	Cylindrical		
Dimension	5/8 in (24 UNEF Thread)		
Technology	ECKO		
Operating Frequency	500 Hz		
Load Current	120 mA, 50 mA lamp		
Supply Current	20mA max. @ 25 °C		
Housing Material	Stainless Steel		
Operating Temperature Range	-55 °C to 125 °C [-67 °F to 257 °F]		

<b>Shock</b>	MIL-STD-810B Method 516: 100 g 1 m sec
<b>Vibration</b>	25 g peak sinusoidal
<b>Supply Voltage</b>	18.0 Vdc to 32.0 Vdc
<b>Short Circuit Yes/No</b>	Yes
<b>Circuit Protection</b>	Transients, MIL-STD-704, False Pulse, Load Shorts, EMI, MIL-STD-461A, Reverse Voltage, 400 Hz interference
<b>Comments</b>	Nominal sensing distance measured with target 15,87 mm [.625 in] diameter x 1,57 mm [.062 in] thick SAE 1020 steel.
<b>Availability</b>	Global
<b>UNSPSC Code</b>	25201709
<b>UNSPSC Commodity</b>	25201709 Aircraft probes or sensors
<b>Repeatability</b>	± 1%
<b>Standard Target Size</b>	15,9 mm dia x 1,59 mm [.63 in dia x .06 in]
<b>Leakage Current (µA max.)</b>	10 µA
<b>Sensing Face Material</b>	High Temperature Phenolic
<b>Voltage Drop</b>	</= 1 Vdc
<b>Output Type</b>	Normally Open, Current Sinking
<b>Series Name</b>	100 FW Series



## 3200 SERIES: FLAT BELT CENTER DRIVE



### Specifications:

- Load up to 1000 lbs.\* (455 Kg)
- Belt Speeds up to 368 ft/min. (112 M/min)
- Belt widths: 3.75" (95) to 48" (1219)
- Conveyor lengths: 4' (1,219) to 99' (30,175)
- 16" (406) of belt take-up
- 6" (152) diameter drive pulley turns approximately, 18.8" (479) of belt per revolution
- Metric fasteners
- **CE** Models available
- Reversing reduces load capacity by 33%
- Order Gearmotor separately

Note: Conveyors wider than 40" (1,016) require V-Guide belt tracking



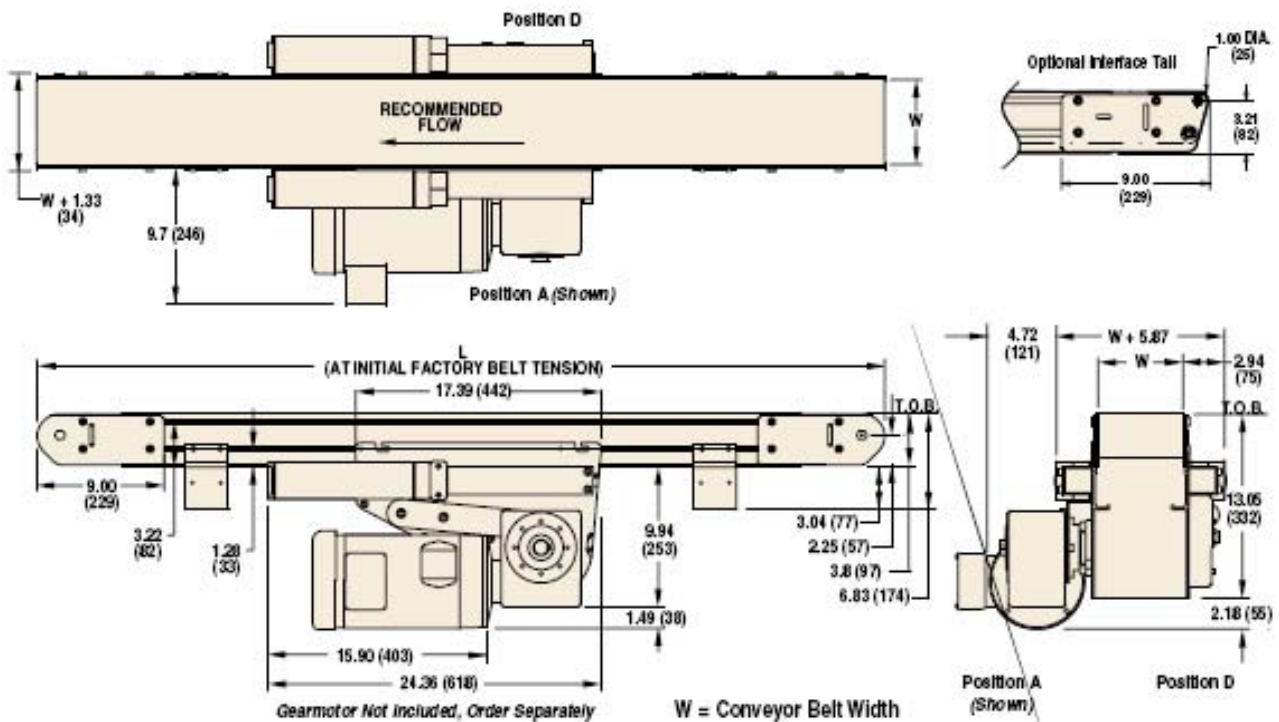
### Optional Interface Tail Section

- Sealed bearing
- 1" (25) diameter rollers
- Widths up to 48" (1219)
- Available at both ends to assist in small part transfers

### Features/Benefits:

- Quick 15 minute belt change - NEW!
- Center Drive module frees up both ends of conveyor for operator and machine interface
- The Center Drive Module can be easily repositioned along the length of the conveyor
- Maintenance free pneumatic belt tensioner maintains uniform belt tension (Manual spring tension available)
- Steel nitrite coated head plates eliminate painted end surfaces
- V-groove bedplate with guided belt provides positive belt tracking, even under demanding side load applications
- Non V-guided belts use our patented belt tracking cams, offering you the widest belt selection possible
- Strong, box-like construction resists damaging frame twists
- 16" of belt take-up extends conveyor belt life
- Stand mounting brackets and return belt rollers are easily re-positioned along the frame
- Special length conveyors to .12' (3) increments at standard price and delivery
- Special width conveyors to 2" (51) increments at standard price and delivery
- Conveyor load capacity depends on conveyor size, incline, motor position, accumulated loads and other factors

Order gearmotor mounting packages and gearmotors separately; see pages 101 & 106. For support stands and accessories, see pages 117 & 121



STANDARD SIZES				
Conveyor Width Reference	04	06	02 increments up to...	48
Conveyor Belt Width (W)	3.75" (95)	6" (152)	2" (51) increments up to...	48" (1,219)
Conveyor Length Reference	0400		0001 increments up to...	9900
Conveyor Length (L)	4' (1,219)		.12" (3) increments up to...	99' (30,175)

#### ORDERING INFORMATION

3 2 5 M 26 5800 A PPBB

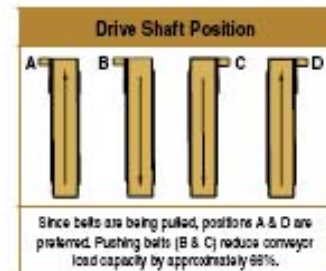
- 3 = Belt Type. See page 97
- 2 = Conveyor Profile. See page 96
- 5 = Drive Shaft Position: A or D
- M = Conveyor Length Reference: See table on left page.
- 26 = Conveyor Width Reference: See table on left page.
- 5800 = Documentation Language:  
M = English, U = CE English
- A = Idler pulley type: Pneumatic Tensioning
- PP = 5 = 3" (76) diameter idler pulley both ends
- BB = 6 = Interface tail: Two 1" (25) diameter pulleys at infeed end  
7 = Interface tail: Two 1" (25) diameter pulleys at discharge end  
8 = Interface tail: Two 1" (25) diameter pulleys at both ends

#### V-guide & Mounting Bracket Options:

- 1 = Non V-guided belt, conveyor to include mounting brackets
- 2 = V-guided belt, conveyor to include mounting brackets
- 3 = Non V-guided belt, conveyor not to include mounting brackets\*
- 4 = V-guided belt, conveyor not to include mounting brackets\*

#### Manual Tensioning

- 2 = 3" (76) diameter idler pulley both ends
- 3 = Interface tail: Two 1" (25) diameter pulleys at infeed end
- 4 = Interface tail: Two 1" (25) diameter pulleys at discharge end
- 9 = Interface tail: Two 1" (25) diameter pulleys at both ends



\*may require belt return rollers, see chart on page 117

Example: 325M265800A0103

Description: 3200 Series Center Drive Conveyor, 26" (660) wide x 58' (17,678) long, V-guided belt, mounting brackets, 3" (76) diameter idler pulleys both ends, English documentation, lowside profile and FDA friction belt.

Note: Dimensions are represented in inches, feet, and (millimeters).

Due to the wide variety of drive set-ups and applications, point of installation guarding is the responsibility of the end user.

Note: Conveyors longer than 12' (3658mm) will be constructed using a multiple piece frame. Consult factory for locations of these frame joints. It is recommended that each frame joint be supported by a stand or other means.

# 2200 SERIES: SPECIALTY BELTING



## Specialty Belt Selection Guide

Specialty belt material is not stocked at Dorner and needs to be custom ordered for your special conveyor needs.

Belt Type with Finger Splice	Belt Type with Plastic Clipper	Belt Type with Metal Clipper	Belt Specifications	V-guided	Belt Thickness	Surface Material	Maximum Part Temp.	Coefficient of Friction	FDA Approved	Chemical Resistance	Special Characteristics or Applications
19			Nosebar, High Friction		.02 (.6)	Urethane	212°F (100°C)	High	x	Good	Very Small Product Transfer
50			Heat Resistant		.05 (1.3)	Silicone	356°F (180°C)	Low		Good	
53			Translucent & Nosebar, Accumulation		.02 (.51)	Urethane	212°F (100°C)	V-Low	x	Good	Back Lit inspection & Very Small Product Transfer
54	F4	4F	FDA Sealed Edge**	X	.06 (1.5)	Urethane	176°F (80°C)	Low	x	Good	Packaging, clean room & inspection
55	F5	5F	FDA Sealed Edge**	X	.06 (1.5)	Urethane	176°F (80°C)	High	x	Good	Packaging, clean room & inspection
56		6F	Cut Resistant	X	.08 (2.1)	Urethane	212°F (100°C)	Med.		Good	Oily product release, Metal stamping
57		7F	Cut Resistant*	X	.10 (2.5)	Nitrile	176°F (80°C)	Med.		Poor	Felt-like, dry metal stamping, glass & ceramic
58		8F	Cut Resistant		.06 (1.5)	Urethane	176°F (80°C)	Low		V-Good	Cross-linked surface, Gold colored
59	F9	9F	Color Contrasting	X	.06 (1.5)	PVC	158°F (70°C)	Med.		Poor	Black colored, hides overspray from ink jet
60	G0	0G	Color Contrasting	X	.06 (1.6)	Urethane	176°F (80°C)	Low	x	Good	Green colored
61	G1	1G	Color Contrasting	X	.05 (1.2)	Urethane	212°F (100°C)	Med.	x	Good	Blue colored
63		3G	Electrically Conductive	X	.05 (1.2)	Urethane	140°F (60°C)	Low		Good	Static conductive, electronics handling
64		4G	High Friction	X	.17 (4.4)	PVC	194°F (90°C)	V-High		Poor	Dark Green colored, rough top surface, product cushioning, incline / decline apps
65		5G	Chemical Resistant		.05 (1.3)	Polypropylene	250°F (126°C)	Low	x	V-Good	V-Good Cut resistance, excellent product release
66		6G	Chemical Resistant	X	.07 (1.7)	Polyester	212°F (100°C)	Med.	x	V-Good	Good Cut resistance, metal stamping apps
67		7G	Low Friction Cleated	X	.06 (1.6)	Polyester	212°F (100°C)	n/a	x	Good	Excellent product release, consult factory for part number and how to specify low friction

Note: Plastic Clipper splice requires longer lead times. No Metal Clipper Splice on belts over 12" (305) wide.

Note: Belts with V-guiding may have a slight high spot or rib on the top surface. This rib would run longitudinally along the center of the belt.

Consult factory with applications for which this may cause interference.

\* 12" (305) wide conveyor maximum for non V-guided

\*\* Not available on 1.75" (44) wide conveyors.

### ORDERING INFORMATION: Standard & Specialty Belt

Example: 220M020300A0102

Description: 2200 Series End Drive Conveyor, 2" (51) wide x 3' (914) long with output shaft located in the A position, standard low sides, general purpose belt and English documentation.

## Complete performance in compact design: OPS400

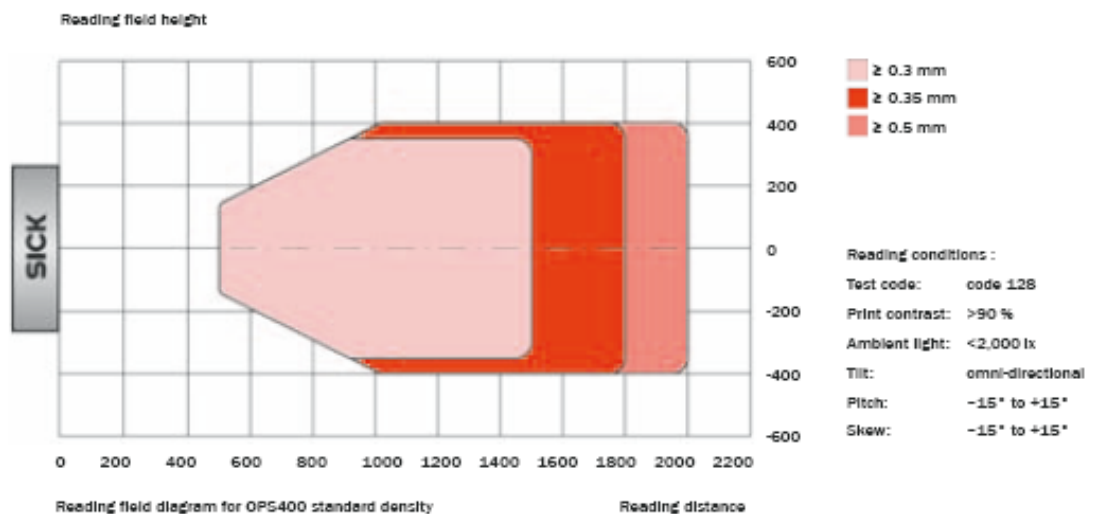
The complete solution for omni-directional readings. The OPS400, with its simple operation, is the compact solution for omni-directional reading tasks. The functionality of a complete OMNI Portal System is integrated in a single housing, covering the same path width at the same scanning frequency.

OPS400  
OMNI PORTAL SCANNER



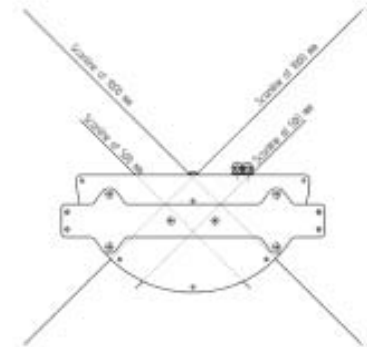
#### OPS400-system advantages:

- Compact housing
- Plug-and-play (optimised CLV Setup)
- Integrated tracking for minimum object distances
- Scanning/decoder frequency max. 1,200 Hz
- Real-time autofocus function
- Variants: standard, high or low density
- No supplementary components necessary for detection of object distances
- Reliable code recognition in real time through SMART technology
- Flash-PROM for Firmware





OPS400 OMNI Portal Scanner	
Scanner design	X scanner (2 lines at 90° to one another)
Light source	Laser diode, red light ( $\lambda = 650 \text{ nm}$ )
Laser class	2 (acc. to EN 60825-1)
Ambient light compatibility	2,000 lx (on bar code)
Scanning frequency	600 to 1,200 Hz
Path width covered	800 mm (standard and low density) 700 mm (high density)
Operation and parameterization	With Windows based "CLV Setup" configuration software or command strings
Indicators	26 LED status and function indicators
Data interfaces	Host: RS 232, RS 422/485; Terminal: RS 232
Switching inputs/outputs	16 x IN/4 x OUT/1 x OUT relay
Electrical connection	2 x 9-pin D-sub plugs/terminals
Operating voltage	85 to 264 V AC (100 to 240 V AC +10 %/-15 %)
Power consumption	Typ. 30 W, max. 70 W
Housing	Sheet steel with aluminium top and base
Enclosure rating	IP 54/optics IP 65 (acc. to DIN 40 050)
Protection class	Class 3 (acc. to VDE 0106)
EMC test	Acc. to EN 61000-6-2, EN 61000-6-3
Weight	Approx. 10.7 kg
Temperature (operation/storage)	0 to +40 °C/-20 to +70 °C



All dimensions in mm

## The all-in-one solution: CLX490



Get your logistics in shape for the Internet business of tomorrow. As markets become more and more deeply involved in the Internet, and demands for speed and quality increase, logistics solutions that can keep pace are in demand. SICK solutions like the compact OMNI scanner ensure that your logistics will keep up with the market demands of the future. SICK is your best source for electronic commerce equipment. Because SICK provides the technology requirements for your e-logistics concepts of tomorrow.

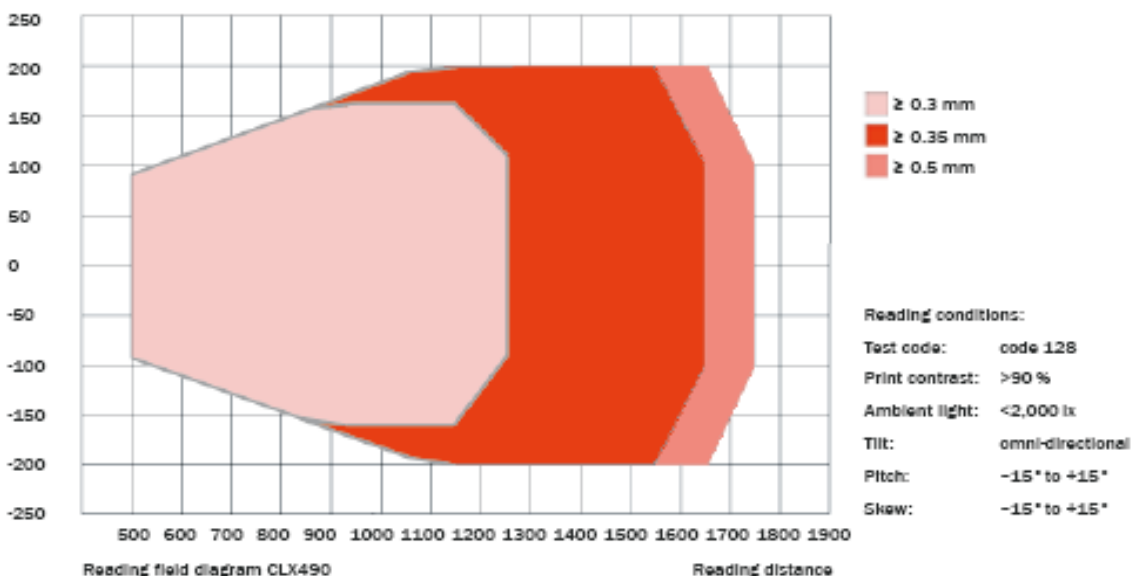
### CLX490 COMPACT OMNI SCANNER



#### CLX490-system advantages:

- Identical scanning frequency and decoding output to the CLV490 bar-code scanner
- Real-time Autofocus feature and processing of read-gate and path information (tracking) in stand-alone applications
- Bar-code scanners can be used in an Omni Portal System, e.g. as additional side scanners

Reading field height





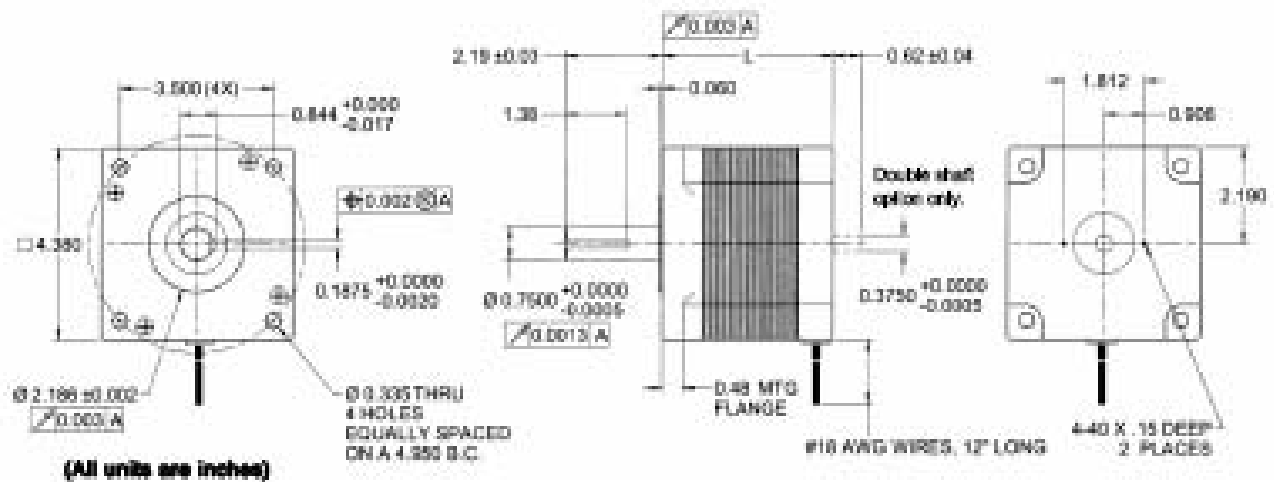
# 42Y Series - High Torque Step Motors

FEATURES

- **NEMA Size 42**
- **1.8° Step Angle**
- **High Torque - Up to 4038 oz-in**
- **High Step Accuracy and Resolution**
- **Low Vibration and Noise**
- **Can be Customized for**
  - Winding Current
  - Shaft Options
  - Cables and Connectors



DIMENSIONS



SPECIFICATIONS

The 42Y Series High Torque Step Motors offer a great value without sacrificing quality. These motors were designed to offer the highest possible torque while minimizing vibration and audible noise. A broad line of motor windings and stack lengths are available off-the-shelf, or the motors can be customized to fit your machine requirements. The standard 8-lead motors can be connected in all possible configurations: series, unipolar, or parallel, to allow the maximum flexibility for your application. Anaheim Automation can also customize the winding to perfectly match your voltage, current, and maximum operating speed.

Model #	NEMA Size	Bipolar Torque (oz-in)	Series Current (A)	Unipolar Current (A)	Peak Current (A)	Unipolar Inductance (mH)	Rotor Inertia (oz-in-sec <sup>2</sup> )	Shaft Diameter (in)	# of Lead Wires	Weight (lbs)	L Length (in)
42Y0128-LW8	42	1625	4.25	8.0	8.5	42	0.071	0.35	8	11.0	3.9
42Y1128-LW8	42	1700	4.25	8.0	8.5	29	0.102	0.35	8	15.5	4.5
42Y2128-LW8	42	2908	4.25	8.0	8.5	10.5	0.154	0.35	8	18.5	5.9
42Y3128-LW8	42	4038	4.25	8.0	8.5	12.0	0.229	0.35	8	36.0	7.9

Notes: LW8 is for 8 leadwires, other leadwire options are available. All Shafts have keyways unless otherwise noted. The 7th character "S" denotes a single shaft, use "D" for double shaft. Double shafts include encoder mounting provisions. Custom leadwires, cables, connectors, and windings are available upon request.



## Product Line

- Combination Type
- ◆ Right-Angle Shaft

Type	Power Supply Voltage	Model	Gear Ratio
Hollow Shaft	Single-Phase 110/115 VAC	BHI62FMT-□RH	6~180
	Single-Phase 220/230 VAC	BHI62EMT-□RH	6~180
	Three-Phase 200/220/230 VAC	BHI62SMT-□RH	6~180
Solid Shaft	Single-Phase 110/115 VAC	BHI62FMT-□RA	6~180
	Single-Phase 220/230 VAC	BHI62EMT-□RA	6~180
	Three-Phase 200/220/230 VAC	BHI62SMT-□RA	6~180

● Enter the gear ratio in the box (□) within the model name.

## Round Shaft Type

Power Supply Voltage	Model
Single-Phase 110/115 VAC	BHI62FMT-A
Single-Phase 220/230 VAC	BHI62EMT-A
Three-Phase 200/220/230 VAC	BHI62SMT-A

● Enter the gear ratio in the box (□) within the model name.

## Gearmotor — Torque Table

### ● Right-Angle Shaft Single-Phase 115/230 VAC 60 Hz, Three-Phase 230 VAC 60 Hz Unit = Upper Values: lb-in/Lower Values: N·m

Model	Speed r/min	300	200	120	100	60	50	30	20	15	10
	Gear Ratio	6	9	15	18	30	36	60	90	120	180
BHI62FMT-□RH, BHI62FMT-□RA	49	73	123	147	240	290	380	450	530	530	530
	5.6	8.3	13.9	16.7	27.8	33.4	43	51.5	60	60	60
BHI62EMT-□RH, BHI62EMT-□RA	46	69	114	137	220	270	380	450	530	530	530
	5.2	7.8	12.9	15.5	25.8	31	43	51.5	60	60	60

### ● Right-Angle Shaft Single-Phase 230 VAC 50 Hz Unit = Upper Values: lb-in/Lower Values: N·m

Model	Speed r/min	250	167	100	83	50	42	25	17	12.5	8.3
	Gear Ratio	6	9	15	18	30	36	60	90	120	180
BHI62EMT-□RH, BHI62EMT-□RA	59	88	146	177	290	310	380	450	530	530	530
	6.7	10	16.6	20	33.3	36	43	51.5	60	60	60

### ● Parallel Shaft Single-Phase 115/230 VAC 60 Hz, Three-Phase 230 VAC 60 Hz Unit = Upper Values: lb-in/Lower Values: N·m

Model	Speed r/min	500	300	200	120	100	60	50	30	20	15	10
	Gear Ratio	3.6	6	9	15	18	30	36	60	90	120	180
BHI62FMT-□, BHI62EMT-□	36	61	91	145	174	290	340	350	350	350	350	350
	4.1	6.9	10.3	16.4	19.7	32.8	39.3	40	40	40	40	40
BHI62SMT-□ (230 VAC)	33	56	84	134	161	260	320	350	350	350	350	350
	3.8	6.4	9.6	15.2	18.3	30.4	36.5	40	40	40	40	40

### ● Parallel Shaft Single-Phase 230 VAC 50 Hz Unit = Upper Values: lb-in/Lower Values: N·m

Model	Speed r/min	417	250	167	100	83	50	42	25	17	12.5	8.3
	Gear Ratio	3.6	6	9	15	18	30	36	60	90	120	180
BHI62EMT-□	43	72	108	173	200	340	350	350	350	350	350	350
	4.9	8.2	12.3	19.6	23.5	39.2	40	40	40	40	40	40

● Enter the gear ratio in the box (□) within the model name.

● A colored background indicates gear shaft rotation in the same direction as the motor shaft; a white background indicates rotation in the opposite direction.

● The speed is calculated by dividing the motor's synchronous speed (60 Hz: 1800 r/min) by the gear ratio. The actual speed is 2~20% less than the displayed value, depending on the size of the load.

● Decimal gearheads are not available for the BH Series.

## Parallel Shaft

Power Supply Voltage	Model	Gear Ratio
Single-Phase 110/115 VAC	BHI62FMT-□	3.6~180
Single-Phase 220/230 VAC	BHI62EMT-□	3.6~180
Three-Phase 200/220/230 VAC	BHI62SMT-□	3.6~180

● Enter the gear ratio in the box (□) within the model name.

## ***Βιβλιογραφία***

---

- Κυριακόπουλος Κ. (2003). Βιομηχανικά Ηλεκτρονικά, Εκδόσεις Ε.Μ.Π.
- Κωστόπουλος Θ. Ν. (1991). Οδοντώσεις και μειωτήρες στροφών, Εκδόσεις Συμεών.
- Hackworth J. R. Programmable Logic Controllers: Programming Methods and Applications, Prentice Hall publ.
- Generation of relay Ladder logic from a Real time Network – from Relay Logic to PLC Logic (1999) Industrial Text and Video publ.
- Jay F. Hooper (2004) Introduction to PLCs.
- W. Bolton (2006). Programmable Logic Controllers, Fourth Edition, Newnes publ.
- D.R. Eaton & M. Gunner (1963). Gear Book: Calculation and Manufacture of Gears and Gear Drives for Designers and Works Engineers.
- Peter Lynwander (1983). Gear Drive Systems, Marcel Dekker publ.
- Edward Frazelle (2001). World-Class Warehousing and Material Handling, Logistics Management Library publ.
- A. Rushton, P. Croucher & P. Baker (2006). The Handbook of Logistics and Distribution Management, The Chartered Institute of Logistics and Transport (UK) publ.
- Myer Kutz (2005). Mechanical Engineer's Handbook: Manufacturing and Management (3<sup>rd</sup> edition), John Wiley & sons publ.
- HK Systems (2006). Material Handling Systems Design Methodology, HK Systems.
- Interroll Automation - [www.axmann.com](http://www.axmann.com)
- Dorner Manufacturing - [www.dorner.com](http://www.dorner.com)
- Bison Automation – [www.automation.com](http://www.automation.com)
- Anaheim Automation – [www.anaheimautomation.com](http://www.anaheimautomation.com)
- SICK Industrial Sensors – [www.sick.com](http://www.sick.com)
- Honeywell – [www.honeywell.com](http://www.honeywell.com)
- SKF Solutions – [www.skf.com](http://www.skf.com)