



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

## Διερεύνηση Θεμάτων για τον Σχεδιασμό και την Λειτουργία Εμπορευματικών Σιδηροδρομικών Σταθμών εντός Λιμένων

Διπλωματική Εργασία



**Αργυρίου Ευαγγελούδης Απόστολος**

Επόπτης: Αθ.Μπαλλής Αναπληρωτής Καθηγητής

Αθήνα, Μάιος 2014

## Περίληψη Διπλωματικής εργασίας

**Τίτλος:** Διερεύνηση Θεμάτων για τον Σχεδιασμό και την Λειτουργία Εμπορευματικών Σιδηροδρομικών Σταθμών εντός Λιμένων  
**Όνομα:** Αργυρίου Ευαγγελούδης Απόστολος  
**Επιβλέπων:** Αθανάσιος Μπαλλής, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση θεμάτων που σχετίζονται με την χωροθέτηση των εμπορευματικών σιδηροδρομικών εγκαταστάσεων εντός των λιμένων, καθώς επίσης και με την οργάνωση, την λειτουργία και την εκμετάλλευση των συναρτώμενων σιδηροδρομικών μεταφορών.

Συλλέχτηκαν στοιχεία από Ευρωπαϊκούς λιμένες και έγινε κατηγοριοποίηση των υφιστάμενων σιδ. εγκαταστάσεων σε 5 κατηγορίες: α) φορτοεκφόρτωση κάτω από τα σκέλη της γερανογέφυρας κρηπιδώματος β) σιδ. εγκατάσταση εντός του χώρου στοιβασίας γ) σιδ. εγκατάσταση στα όρια του λιμένα, δ) ανεξάρτητη σιδ. εγκατάσταση σε μικρή απόσταση και ε) ανεξάρτητη απομακρυσμένη σιδ. εγκατάσταση. Δημιουργήθηκε μια εφαρμογή σε περιβάλλον Google η οποία επιτρέπει τον εντοπισμό των ανωτέρω σιδηροδρομικών εγκαταστάσεων μέσω κριτηρίων αναζήτησης καθώς επίσης και ένα έμπειρο σύστημα για την επιλογή της κατάλληλης σιδηροδρομικής διάταξης με βάση κριτήρια που ορίστηκαν. Ένα βασικό συμπέρασμα της σχετικής ανάλυσης είναι ότι τα περισσότερα λιμάνια της Ευρώπης ανήκουν στις κατηγορίες {β} και {γ}.

## Abstract

**Title:** Investigation of Themes about the Design and the Operation of a Freight Rail Station inside port

**Name:** Argiriou Evaggeloudis Apostolos

**Supervisor:** Athanasios Ballis, Associate Professor NTUA

The purpose of this thesis is to investigate issues related to the positioning of rail freight facilities in ports , as well as the organization , function and operation of rail - linked transportations.

There has been collected data from European ports and has been done a categorization of the existing railway facilities in 5 categories : a) connection under the legs of the gantry , b )railway connection next to storage space , c ) railway connection on the edge of the port , d ) independent connection adjacent to the port and e) independent remote railway connection. There has been created an application on Google environment which allows the identification of these rail facilities through search criteria as well as an expert system for the selection of the appropriate railway layout based on defined criteria. A key conclusion for the analysis is that most European ports in categories { b } and { c } .

## Περιεχόμενα

<u>1. Εισαγωγή</u>	5
<u>1.1.</u> Εισαγωγή στις συνδυασμένες μεταφορές – Ορισμοί – Ιστορική αναδρομή	5
<u>1.2.</u> Αντικείμενο και δομή της Διπλωματικής Εργασίας	10
<u>2. Παρούσα κατάσταση και τάσεις εξέλιξης στις συνδυασμένες μεταφορές – ο ρόλος των σιδηροδρόμων</u>	13
<u>2.1.</u> Η αλυσίδα των συνδυασμένων μεταφορών	14
<u>2.2.</u> Ο ρόλος των λιμένων στις συνδυασμένες μεταφορές	16
<u>2.3.</u> Ο μηχανολογικός εξοπλισμός των λιμένων	17
<u>2.4.</u> Η Ευρωπαϊκή νομοθεσία για τους σιδηροδρόμους	29
<u>3. Βιβλιογραφική Επισκόπηση</u>	34
<u>4. Χωροθέτηση των σιδηροδρομικών εγκαταστάσεων εντός λιμένα</u>	39
<u>4.1.</u> Διατάξεις του σιδηροδρομικού σταθμού εντός της αποβάθρας	40
<u>4.2.</u> Ταξινόμηση των Ευρωπαϊκών λιμένων	56
<u>4.3.</u> Διάταξη σύνδεσης πλοίου σιδηρόδρομου σε συγκεκριμένους Ευρωπαϊκούς λιμένες	70
<u>4.4.</u> Χερσαίος χώρος συνδεδεμένος οργανωτικά με λιμένα	90
<u>4.5.</u> Κριτήρια επιλογής διάταξης σιδηροδρομικής εγκατάστασης εντός λιμένα	96
<u>5. Περιοχές επιρροής σιδηροδρομικών μεταφορών περίξ των λιμένων</u>	104
<u>6. Συμπεράσματα</u>	115
<u>7. Εισηγήσεις για περαιτέρω έρευνα</u>	118
<u>Βιβλιογραφία</u>	119
<u>Παράρτημα Α</u>	121
<u>Παράρτημα Β</u>	135

<u>Παράρτημα Γ</u>	140
<u>Παράρτημα Δ</u>	144

### Πίνακες

Πίνακας 1: Συγκριτικός Πίνακας εναλλακτικών διατάξεων	52
Πίνακας 2: Ευρωπαϊκοί λιμένες διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων	57
Πίνακας 3: Στοιχεία σιδηροδρομικής σύνδεσης των μεγαλύτερων Ευρωπαϊκών λιμένων	58
Πίνακας 4: Διάταξη των σιδηροδρομικών εγκαταστάσεων στους μεγαλύτερους ευρωπαϊκούς λιμένες.	66
Πίνακας 5: Διάταξη των σιδηροδρομικών εγκαταστάσεων στους μεγαλύτερους ευρωπαϊκούς λιμένες	68
Πίνακας 6: Δρομολόγια αμαξοστοιχιών με αφετηρία το Ρότερνταμ μέσω του Ντούισμπουργκ	96
Πίνακας 7: Σιδηροδρομικά δρομολόγια από Ρότερνταμ (εβδομαδιαίως)	107
Πίνακας 8: Σιδηροδρομικές συνδέσεις Αμβέρσας	110
Πίνακας 9: Σύνδεση των λιμένων Ρότερνταμ, Αμβέρσας και Αμβούργου	113
Πίνακας 10: Επιτρεπόμενα φορτία εμπορευματοκιβωτίων	126

## **1. Εισαγωγή**

### **1.1 Εισαγωγή στις συνδυασμένες μεταφορές – Ορισμοί – Ιστορική αναδρομή**

Η ανάπτυξη του εμπορίου, η παγκοσμιοποίηση των αγορών και η διεύρυνση της Ευρωπαϊκής Ένωσης προς τις κεντρικές και ανατολικές χώρες της ηπείρου, καθώς και η εμπορική συνεργασία – διασύνδεση των τελευταίων με τις χώρες της Μεσογείου καθιστούν ολοένα και πιο σημαντικό τον ρόλο που παίζουν οι μεταφορές σε αυτό το σύνθετο και συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Συγκεκριμένα, από το 1970 οι εμπορευματικές μεταφορές στην Ευρώπη έχουν παρουσιάσει σημαντική αύξηση κατά περίπου 70%.

Η αύξηση των εμπορευματικών μεταφορών που συνεπάγεται η κατάσταση αυτή, καθώς και η άνιση χρήση των μέσων μεταφοράς (με την οδική μεταφορά να έχει συντριπτικά τον κύριο λόγο) έχει αρχίσει να αποκαλύπτει αρκετές αδυναμίες και προβλήματα στο μεταφορικό σύστημα, τόσο στον τομέα των μεταφορικών υποδομών όσο και από οικονομική και κοινωνική άποψη (αύξηση τροχαίων ατυχημάτων, περισσότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι, κυκλοφοριακό πρόβλημα σε μέρος των μεγάλων οδικών αξόνων). Αποσκοπώντας στην ευρύτερη κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη αλλά και στην προστασία του περιβάλλοντος, μια λύση είναι η καλύτερη χρήση των μεταφορικών μέσων και η εξισορρόπηση της συμμετοχής τους στη μεταφορική αλυσίδα. Για τον λόγο αυτό είναι απαραίτητη η ανάπτυξη νέων υποδομών, η αποδοτική εκμετάλλευση όλων των μεταφορικών υποδομών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς και η προσπάθεια απορρόφησης του μεριδίου της οδικής μεταφοράς από εναλλακτικά μέσα (θαλάσσια, σιδηροδρομική μεταφορά) <sup>[1]</sup>.

Επειδή η συνηθισμένη τακτική που ακολουθείται προσεγγίζοντας τον κάθε τρόπο μεταφοράς ξεχωριστά δεν φαίνεται αρκετή να δώσει ικανοποιητικές λύσεις, προωθείται ένα άλλο μοντέλο το οποίο προσεγγίζει το μεταφορικό σύστημα και τα

προβλήματα ολιστικά. Το προωθούμενο αυτό μοντέλο είναι οι λεγόμενες συνδυασμένες μεταφορές, που αποτελούν ένα βασικό αν και σχετικά νέο τομέα της πολιτικής της Ε.Ε. και θα αποτελέσουν το πεδίο μελέτης αυτής της εργασίας.

**Διατροπικές μεταφορές** ονομάζονται οι μεταφορές αγαθών με μία μονάδα φόρτωσης (loading unit) ή όχημα, το οποίο χρησιμοποιεί διαδοχικά διάφορα μέσα μεταφοράς χωρίς όμως να γίνεται διαχείριση των ίδιων των φορτίων κατά την αλλαγή των μέσων μεταφοράς.

**Συνδυασμένες Μεταφορές** είναι οι διατροπικές μεταφορές εκείνες όπου το μεγαλύτερο κομμάτι της ευρωπαϊκής μεταφοράς γίνεται μέσω σιδηροδρόμου, εσωτερικής ναυσιπλοΐας ή θάλασσας ενώ το αρχικό και το τελικό κομμάτι της μεταφοράς γίνεται οδικώς και είναι όσο το δυνατόν μικρότερο. <sup>(1)</sup>

### **1.1.1 Ιστορική αναδρομή**

Η πρώτη εμφάνιση των διατροπικών μεταφορών ανάγεται πίσω στο 18ο αιώνα, και μάλιστα προηγείται των σιδηροδρόμων. Μερικά από τα πρώτα εμπορευματοκιβώτια ήταν εκείνα που χρησιμοποιήθηκαν για τη μεταφορά άνθρακα στο Κανάλι Bridgewater στην Αγγλία το 1780. Τα κοντέινερ γεμάτα άνθρακα (που ονομάζονταν «χαλαρά κιβώτια» ή «σκάφες») χρησιμοποιήθηκαν στα πρώτα κανάλια και στις σιδηροδρομικές γραμμές και βοήθησαν στις οδικές / σιδηροδρομικές μεταφορές (οδικές κατά την περίοδο που αυτό σήμαινε υπήλατες άμαξες).<sup>[2]</sup>

Ξύλινα κιβώτια άνθρακα χρησιμοποιήθηκαν στους σιδηροδρόμους από το 1830, στη διαδρομή μεταξύ Λίβερπουλ και Μάντσεστερ. Το 1841 ο Isambard Kingdom Brunel εισήγαγε σιδερένια εμπορευματοκιβώτια στην μεταφορά του άνθρακα από την κοιλάδα του Neath στο λιμάνι του Swansea. Έως το ξέσπασμα του Πρώτου Παγκοσμίου Πολέμου το Great Eastern Railway χρησιμοποιούσε ξύλινα εμπορευματοκιβώτια για την μεταφορά των αποσκευών των επιβατών μεταξύ των τρένων και των πλοίων στο λιμάνι του Harwich.<sup>[3]</sup>

Στις αρχές του 1900 εμφανίστηκε η πρώτη έκδοση καλυμμένων κοντέινερ, κυρίως για την μεταφορά των επίπλων και των διατροφικών εμπορευματικών μεταφορών μεταξύ οδικών και σιδηροδρομικών μέσων. Η έλλειψη προτύπων περιόρισε την αξία αυτής της υπηρεσίας, και η προσπάθεια για την αντιμετώπιση αυτού του εμποδίου με τη σειρά της οδήγησε στην τυποποίηση. Στις ΗΠΑ, τέτοια κοντέινερ, που ήταν γνωστά ως «ανυψωτικά κιβώτια», ήταν σε χρήση ήδη από το 1911.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο τα εμπορευματοκιβώτια για πρώτη φορά τυποποιήθηκαν από το σιδηροδρομικό Clearing House ( RCH ) το 1920, επιτρέποντας τόσο στα ιδιοκτησίας της σιδηροδρομικής επιχείρησης όσο και στα ιδιωτικά οχήματα να μεταφέρονται σε τυποποιημένα βαγόνια εμπορευματοκιβωτίων. Με βάση τα σύγχρονα πρότυπα αυτά τα κοντέινερ ήταν μικρά, με μήκος από 1,5 έως 3,0 μέτρα (5 ή 10 πόδια), συνήθως ξύλινα και με καμπύλη οροφή και ανεπαρκή αντοχή για στοίβαγμα. Από το 1928 η σιδηροδρομική εταιρία London, Midland and Scottish Railway προσφέρει διατροφικές οδικές - σιδηροδρομικές υπηρεσίες «από πόρτα σε πόρτα» με τη χρήση αυτών των εμπορευματοκιβωτίων. Το πρότυπο αυτό δεν κατάφερε να γίνει δημοφιλής εκτός του Ηνωμένου Βασιλείου.

Οι παλέτες κάνανε την πρώτη μεγάλη εμφάνισή τους κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, όταν ο στρατός των Ηνωμένων Πολιτειών συναρμολογούσε εμπορεύματα σε παλέτες, επιτρέποντας έτσι τη γρήγορη μεταφορά τους μεταξύ αποθηκών, φορτηγών, τρένων, πλοίων και αεροσκαφών. Επειδή δεν απαιτείτο πολλή ανθρώπινη εργασία στη διακίνηση φορτίου, χρειαζόταν λιγότερο προσωπικό και οι χρόνοι φόρτωσης μειώθηκαν.<sup>[4]</sup>

Ημιρυμουλκούμενα οχήματα (τρέιλερ) μεταφέρονται για πρώτη φορά σιδηροδρομικά λίγο πριν από τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, σε μια διάταξη που συχνά αποκαλείται " riggyback ", από τη μικρή σιδηροδρομική εταιρία , την Chicago Great Western το 1936. Ο Καναδικός Ειρηνικός σιδηρόδρομος ήταν πρωτοπόρος σε μεταφορές riggyback, και έγινε η πρώτη μεγάλη σιδηροδρομική εταιρία της Βόρειας Αμερικής που εισήγαγε αυτή την υπηρεσία το 1952. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, οι τέσσερις μεγάλες σιδηροδρομικές εταιρείες προσέφεραν υπηρεσίες χρησιμοποιώντας τα τυποποιημένα εμπορευματοκιβώτια που μπορούσαν να

μεταφορτωθούν σε φορτηγά με την βοήθεια ανυψωτικών γερανών. Μεταφορικές εταιρείες όπως η Pickfords προσέφεραν ιδιωτικές υπηρεσίες με τον ίδιο τρόπο. <sup>[5]</sup>

Στη δεκαετία του 1950, ένα νέο τυποποιημένο εμπορευματοκιβώτιο από χάλυβα, βασισμένο στις προδιαγραφές του Υπουργείου Άμυνας των Ηνωμένων πολιτειών έφερε επανάσταση στη μεταφορά φορτίου. Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) εξέδωσε τότε τα πρότυπα με βάση αυτά του αμερικανικού υπουργείου Άμυνας μεταξύ 1968 και 1970.

Η σιδηροδρομική εταιρία White Pass and Yukon Route Railway απέκτησε το πρώτο πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων στον κόσμο, το Clifford J. Rogers, που ναυπηγήθηκε το 1955, και εισήγαγε τα εμπορευματοκιβώτια στη σιδηροδρομική της διαδρομή το 1956. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, το σχέδιο εκσυγχρονισμού και με τη σειρά της η έκθεση Beeching πίεσαν έντονα για εμπορευματοκιβωτιοποίηση. Η υπηρεσία freightliner British Railways ξεκίνησε φέρει εμπορευματοκιβώτια ύψους 8 ποδιών (2,4 μ) προ - ISO. Τα παλαιότερα ξύλινα κιβώτια και τα δοχεία προ - ISO ταχέως αντικαταστάθηκαν με κατά ISO κοντέινερ των 10 ποδών (3,0 μέτρα) και 20 ποδών (6,1 μέτρα), και αργότερα τα κοντέινερ 40 ποδιών (12 μέτρα) και μεγαλύτερα. <sup>[6]</sup>

Στις ΗΠΑ, αρχής γενομένης από τη δεκαετία του 1960, η χρήση των εμπορευματοκιβωτίων αυξήθηκε σταθερά. Οι διατοπικές σιδηροδρομικές μεταφορές τριπλασιάστηκαν μεταξύ του 1980 και 2002, σύμφωνα με την Ένωση Αμερικανικών Σιδηροδρόμων ( AAR ), από 3,1 εκατομμύρια ρυμουλκούμενα και εμπορευματοκιβώτια σε 9,3 εκατομμύρια. Μεγάλες επενδύσεις έγιναν σε έργα συνδυασμένων εμπορευματικών μεταφορών. Ένα παράδειγμα ήταν οι διατροφικές σιδηροδρομικές εγκαταστάσεις κόστους 740.000.000 δολαρίων στο λιμάνι του Όκλαντ που αρχίσαν στα τέλη της δεκαετίας του 1980. <sup>[7]</sup>

### **1.1.2 Φιλοσοφία των συνδυασμένων μεταφορών**

Οι συνδυασμένες μεταφορές στηρίζονται στη φιλοσοφία της αλληλεξάρτησης, συνεργασίας, συνύπαρξης, συμπληρωματικότητας των μέσων μεταφοράς. Το



σύστημα των συνδυασμένων μεταφορών λειτουργεί βάση του συνδυασμού των διάφορων μεταφορικών μέσων, οδικό, σιδηροδρομικό, εσωτερική ναυσιπλοΐα, θαλάσσιο και αεροπορικό, συνδυάζοντας, πάνω από όλα, τα πλεονεκτήματά τους, σε οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό επίπεδο. Οι συνδυασμένες μεταφορές αποτελούν ακρογωνιαίο λίθο για την επίτευξη των στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που δεν είναι άλλοι από την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη των χωρών – μελών της. Η ανάπτυξη αυτή προϋποθέτει την δημιουργία ενός πανευρωπαϊκού συστήματος μεταφορών, που θα αντιμετωπίσει όλες τις υπάρχουσες ανισοροπίες του συστήματος (συμφορήσεις, καθυστερήσεις κτλ) και θα συντελέσει στην επίτευξη των στόχων της ευρωπαϊκής ολοκλήρωσης.

Μέσα στα νέα πλαίσια της ανανεωμένης και αναδιαρθρωμένης μεταφοράς εμπορευμάτων σημαντική θέση έχουν οι συνδυασμένες μεταφορές. Μια σειρά από αποφάσεις, οδηγίες και κείμενα σκιαγραφούν το πλαίσιο μέσα στο οποίο προβλέπεται να λειτουργήσουν οι συνδυασμένες μεταφορές στο άμεσο μέλλον. Τα βασικά στοιχεία του πλαισίου αυτού είναι τα εξής:

- Συστηματική προώθηση και υποβοήθηση της ανάπτυξης των Διευρωπαϊκών Δικτύων Συγκοινωνιακής Υποδομής και επέκτασή τους στις χώρες της Ανατολικής Ευρώπης
- Δημιουργία Κέντρων εμπορευματικών Μεταφορών, που να περιλαμβάνουν όλα τα μεταφυσικά μέσα και ενίσχυση του ρόλου των λιμανιών, σαν κόμβων συνδυασμένων μεταφορών
- Προώθηση ενός νέου συστήματος «κοστολόγησης» στις μεταφορές, το οποίο θα περιλαμβάνει όλα τα είδη κόστους μιας μεταφοράς και αναμένεται αν ευνοήσει (για λόγους περιβαλλοντικούς) τις συνδυασμένες μεταφορές.
- Ανάπτυξη και αναζωογόνηση των σιδηροδρόμων. Αύξηση της εμπορικής ταχύτητας και πλήρη απελευθέρωση των υπηρεσιών. Προώθηση μοντέλου «Ελεύθερων Σιδηροδρομικών Διαδρομών», όπου διαχωρίζεται η κατασκευή και η συντήρηση, από την παροχή υπηρεσίας και γίνεται ανάθεση σε ιδιωτικούς φορείς της τελευταίας, κάτω από συνθήκες ελεύθερου ανταγωνισμού.

- Ανάπτυξη των Θαλάσσιων Μεταφορών Μικρών Αποστάσεων, οι οποίες διακινούν το 35% του εσωτερικού εμπορίου της Ε.Ε.
- Επίλυση του θέματος της προτυποποίησης των μέσων μοναδοποίησης (κυρίως εμπορευματοκιβώτια και παλέτες).
- Προώθηση των τεχνολογιών μετάδοσης πληροφοριών για τις μεταφορές, με χρήση ηλεκτρονικού τρόπου μετάδοσης στοιχείων (EDI), INTERNET και καθιέρωση Ηλεκτρονικού Συνοδευτικού εγγράφου για τις μεταφορές
- Εφαρμογή σύγχρονων τεχνικών Logistics, που συμβάλλουν στην ανάπτυξη, αναζωογόνηση των περιοχών που βρίσκονται μακριά από τα κέντρα κατανάλωσης.

Σήμερα, το μεγαλύτερο ποσοστό του εκτελούμενου μεταφορικού έργου πραγματοποιείται από τα οδικά μέσα μεταφοράς, γεγονός το οποίο έρχεται σε σύγκρουση με την γενικότερη επιδίωξη, που είναι η ενίσχυση πιο φιλικών τρόπων μεταφοράς, όπως ο σιδηρόδρομος κι η εσωτερική ναυσιπλοΐα. Προκειμένου να αντιστραφεί η κατάσταση αυτή η Ε.Ε. αλλά και πολλές Ευρωπαϊκές χώρες έχουν προχωρήσει στην εφαρμογή μέτρων και πρακτικών για την ενίσχυση μέσων φιλικών προς το περιβάλλον. Οι συνδυασμένες μεταφορές αποτελούν βασική προτεραιότητα προς την κατεύθυνση αυτή.

## 1.2 Αντικείμενο και δομή της Διπλωματικής Εργασίας

Αντικείμενο της παρούσης διπλωματικής εργασίας είναι οι συνδυασμένες θαλάσσιες και σιδηροδρομικές μεταφορές. Σκοπός της εργασίας είναι η

διερεύνηση θεμάτων που σχετίζονται με την χωροθέτηση των εμπορευματικών σιδηροδρομικών εγκαταστάσεων εντός των λιμένων, καθώς επίσης και με την οργάνωση, την λειτουργία και την εκμετάλλευση των συναρτώμενων σιδηροδρομικών μεταφορών.

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται μια εισαγωγή στις διατροφικές και στις συνδυασμένες μεταφορές, στα αίτια της προώθησής τους από την Ευρωπαϊκή Ένωση, και επιπλέον εξηγούνται μερικοί βασικοί ορισμοί. Στη συνέχεια γίνεται μία ιστορική αναδρομή στις διατροφικές μεταφορές και την εξέλιξή τους μέχρι σήμερα και εξηγείται η ουσία της φιλοσοφίας τους. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται επίσης ο σκοπός της εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται η παρούσα κατάσταση στις συνδυασμένες μεταφορές, και μελετάται ιδιαίτερα ο ρόλος που παίζουν σε αυτές οι εμπορευματικοί λιμένες και οι σιδηροδρομικές εγκαταστάσεις. Εξηγείται ο μηχανολογικός εξοπλισμός των λιμένων, που βοηθάει στη σύνδεση πλοίου και σιδηρόδρομου, και ερευνάται η ύπαρξη τέτοιων συνδέσεων (λιμένος με σιδηρόδρομο) στα μεγάλα Ευρωπαϊκά λιμάνια. Στο τέλος του κεφαλαίου γίνεται μια επισκόπηση του πολιτικού και νομικού πλαισίου που ισχύει στην Ευρωπαϊκή Ένωση σχετικά με τις σιδηροδρομικές εμπορευματικές μεταφορές, την εξέλιξή του και την σημερινή κατάσταση.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση άρθρων και ερευνών που έχουν γίνει πάνω σε σχετικά θέματα, και αναλύεται με συντομία και σαφήνεια η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και τα συμπεράσματα τα οποία εξήχθησαν

Στο τέταρτο κεφάλαιο μελετάται ο τρόπος χωροθέτησης των σιδηροδρομικών εγκαταστάσεων εντός των λιμένων στις διατροφικές μεταφορές, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των διαφορετικών διατάξεων χωροθέτησης και η εφαρμογή τους στον Ευρωπαϊκό χώρο. Στην αρχή ορίζονται και επεξηγούνται οι διακριτές θέσεις στις οποίες μπορεί να εγκατασταθεί ένας τερματικός σιδηροδρομικός σταθμός εντός του λιμένα, οι α) «κάτω από την γερανογέφυρα», β) «πλησίον του

χώρου στοιβασίας», γ) «στην άκρη του λιμένα», δ) «εγκατάσταση παρακείμενη του λιμένα» και επίσης η ε) «απομακρυσμένη» εγκατάσταση. Κατά την περιγραφή των διατάξεων παρατίθενται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της κάθε μιας, ενώ ακολουθεί και συγκριτικός πίνακας.

Παρατίθενται συγκεντρωτικοί πίνακες με τα μεγαλύτερα Ευρωπαϊκά λιμάνια, πίνακας ο οποίος περιέχει χαρακτηριστικά των λιμένων που σχετίζονται τόσο με το εξυπηρετούμενο φορτίο όσο και με την σιδηροδρομική τους σύνδεση. Γίνεται ταξινόμηση και ομαδοποίηση των μεγαλύτερων ευρωπαϊκών λιμένων με βάση τα χαρακτηριστικά τους που φαίνονται στον συγκεντρωτικό πίνακα, συγκρίνουμε τις δημιουργηθείσες ομάδες και καταλήγουμε σε συμπεράσματα σχετικά με τον ρόλο που παίζει στα λιμάνια η σύνδεση με τον σιδηρόδρομο. Στη συνέχεια παρατίθενται λεπτομερείς εικόνες και σχεδιαγράμματα λιμένων με όλες τις πιθανές διατάξεις, καθώς και αξιολόγησή τους. Αναλύεται περεταίρω η τελευταία διάταξη σύνδεση υπό την μορφή απομακρυσμένου από τον λιμένα χερσαίου χώρου συνδεδεμένου οργανωτικά με το λιμάνι (inland port) και μελετάται η περίπτωση του Ρότερνταμ – Ντούισμπουργκ. Τέλος παρουσιάζονται και αναλύονται τα κριτήρια βάση των οποίων μπορεί να επιλεγεί σε έναν γνωστό λιμένα η προσφορότερη διάταξη της σιδηροδρομικής εγκατάστασης, ενώ ακολουθεί και έμπειρο σύστημα (expert system) που βοηθάει στην επιλογή της διάταξης.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύεται η έννοια της περιοχής επιρροής ενός λιμένα, τα στοιχεία που την καθορίζουν, και στη συνέχεια εξετάζονται οι περιοχές επιρροής των μεγαλύτερων ευρωπαϊκών λιμένων.

Στο έκτο κεφάλαιο εξάγονται τα τελικά συμπεράσματα από την ανάλυση που έγινε στην διπλωματική εργασία.

Τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο γίνονται εισηγήσεις για τομείς όπου είναι καλό να γίνει περεταίρω έρευνα.

Στα παραρτήματα αναλύονται θέματα σχετικά με τα μεταφερόμενα εμπορεύματα, την συσκευασία τους, τις μεταφορικές μονάδες, υπέρβαρα φορτία και γενικά το σιδηροδρομικό τροχαίο υλικό

## **2. Παρούσα κατάσταση και τάσεις εξέλιξης στις συνδυασμένες μεταφορές – ο ρόλος των σιδηροδρόμων**

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η αλυσίδα των διατροφικών μεταφορών και αναλύεται ο ρόλος που παίζουν σε αυτή τα λιμάνια και ο σιδηρόδρομος.

Αναλύεται η παρούσα κατάσταση και οι τάσεις εξέλιξης των εμπορευματικών λιμένων, και παρατίθεται μια λίστα των μεγαλύτερων ευρωπαϊκών λιμένων.

Στη συνέχεια μελετάται ο ρόλος του σιδηρόδρομου στις διατροφικές μεταφορές, και η σύνδεσή του με τα λιμάνια, και ερευνάται η ύπαρξη τέτοιας σύνδεσης στα προαναφερθέντα λιμάνια. Μελετάται επίσης και ο τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνεται αυτή η σύνδεση, δηλαδή ο μηχανολογικός εξοπλισμός που επιτρέπει την μεταφορά των προϊόντων – εμπορευματοκιβωτίων από τα πλοία στις σιδηροδρομικές αμαξοστοιχίες και αντιστρόφως.

Αναλύεται επίσης το τροχαίο υλικό που χρησιμοποιείται στις συνδυασμένες μεταφορές και αναλύονται θέματα μεγέθους και βάρους.

Τέλος ερευνάται η Ευρωπαϊκή Πολιτική σχετικά με τις εμπορευματικές σιδηροδρομικές μεταφορές, η εξέλιξη της σχετικής νομοθεσίας, τα σιδηροδρομικά πακέτα και η σημερινή κατάσταση, ενώ αξιολογούνται τα αποτελέσματα της πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

## 2.1 Αλυσίδα συνδυασμένων μεταφορών

Η αλυσίδα των συνδυασμένων μεταφορών αποτελείται από πέντε βασικούς κρίκους και διαμορφώνεται ως εξής:



**Εικόνα 1: Αλυσίδα των συνδυασμένων μεταφορών**

Στον πρώτο κρίκο έχουμε τη μεταφορά των φορτίων από τον μεταφορέα στον τερματικό σταθμό. Στην περίπτωση χερσαίας μεταφοράς η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται οδικώς, ενώ στη θαλάσσια δια θαλάσσης. Στον τερματικό σταθμό οι μονάδες φορτίου ετοιμάζονται για μεταφορά μέσω σιδηροδρόμου, ή εσωτερικής ναυσιπλοΐας ή θαλάσσιας μεταφοράς προς τον τελικό τερματικό σταθμό. Στον τερματικό αυτό σταθμό οι μονάδες φορτίου φορτώνονται σε φορτηγά και μεταφέρονται στον τελικό τους προορισμό (στον παραλήπτη).

Η οργάνωση της συγκεκριμένης αλυσίδας οργανώνεται από τους λεγόμενους Intermodal Operators. Κύριος στόχος των τελευταίων είναι η εξασφάλιση χαμηλού κόστους και υψηλής ποιότητας υπηρεσιών ικανών να ανταγωνιστούν με επιτυχία τους τρίτους, ανεξάρτητους μεταφορείς.

Για ένα μεγάλο διάστημα οι operators λειτουργούσαν σαν μονοπώλια στον χώρο τους χωρίς να εισέρχεται ο ένας στην περιοχή ενδιαφέροντος του άλλου. Μετά την απελευθέρωση των μεταφορών στην Ευρώπη ξεκίνησε μία νέα εποχή, όπου operators άρχισαν να εισέρχονται ο ένας στην περιοχή δράσης του άλλου. Την ίδια στιγμή νέες εταιρίες άρχισαν να εισέρχονται στην αγορά, με αποτέλεσμα να αυξηθεί ιδιαίτερα ο ανταγωνισμός.

Κυρίαρχο θέμα για την ορθή οργάνωση και λειτουργία των διατροφικών μεταφορών είναι η ύπαρξη κατάλληλων τερματικών σταθμών. Μία βασική κατηγοριοποίηση των τερματικών μπορεί να είναι η εξής:

- Τερματικά οδικού – σιδηροδρομικού δικτύου
- Τερματικά οδικού δικτύου – εσωτερικής ναυσιπλοΐας
- Τερματικά οδικής – θαλάσσιας μεταφοράς
- Τερματικά οδικού - σιδηροδρομικού δικτύου – εσωτερικής ναυσιπλοΐας
- Τερματικά οδικού - σιδηροδρομικού δικτύου – θαλάσσιας μεταφοράς
- Τερματικά οδικού – εσωτερικής ναυσιπλοΐας – θαλάσσιας μεταφοράς
- Τερματικά οδικού - σιδηροδρομικού δικτύου – εσωτερικής ναυσιπλοΐας – θαλάσσιας μεταφοράς

Βασικό κρίκο σε όλη αυτή την αλυσίδα των διατροφικών μεταφορών, και δη των συνδυασμένων μεταφορών στην Ευρώπη, παίζουν τα λιμάνια. Τα τεράστια μεγέθη των συνολικών εξαγόμενων προϊόντων σε χώρες όπως η Κίνα και οι ΗΠΑ ( 290 και 205 εκατομμύρια ευρώ αντίστοιχα για το 2012), καθώς και των εξαγόμενων προϊόντων (144 και 292 εκατομμύρια ευρώ προς Κίνα και ΗΠΑ αντίστοιχα)<sup>[16]</sup> , εφόσον μεταφέρονται διά θαλάσσης, διέρχονται από τα Ευρωπαϊκά λιμάνια (είτε για είσοδο είτε για έξοδο από την ΕΕ). Με την συνεχή ολοκλήρωση της παγκόσμιας οικονομίας (χάρη και στην εισαγωγή στις μεταφορές των εμπορευματοκιβωτίων), την περαιτέρω ανάπτυξη της Κίνας ως εξαγωγικής οικονομίας και την ανάδυση νέων οικονομιών και αγορών, το παγκόσμιο θαλάσσιο εμπόριο αναμένεται να αυξήσει το μερίδιό του στον τομέα των εμπορευματικών μεταφορών, άρα και τα λιμάνια θα διατηρήσουν τη θέση τους.<sup>[1]</sup>

## 2.2. Ο ρόλος των λιμένων στις συνδυασμένες μεταφορές

Η μεταφορά των εμπορευμάτων μεταξύ διαφορετικών μέσων μεταφοράς – δηλαδή η διατροπικότητα (intermodalism) - έχει γίνει αναπόσπαστο μέρος του κλάδου των θαλάσσιων μεταφορών. Ένα αποτελεσματικό και σύγχρονο διατροπικό σύστημα είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχία κάθε λιμένα. Και βασικό στοιχείο της επιτυχίας αυτής είναι η επίτευξη της μεταφοράς μεταξύ του πλοίου, των σιδηροδρομικών τροχιών και των φορτηγών όσο το δυνατόν πιο απρόσκοπτα.

Τα λιμάνια της σημερινής εποχής έρχονται αντιμέτωπα με αμέτρητες προκλήσεις. Ως ένας βασικός κρίκος της αλυσίδας των διατροπικών μεταφορών, τα λιμάνια θα πρέπει να λαμβάνουν συνεχώς μέτρα για να βοηθήσουν τις ναυτιλιακές εταιρίες και τους άλλους συνεργαζόμενους εταίρους, μέσα στα πλαίσια ενός παγκοσμίου εμπορίου που λειτουργεί με ολοένα αυξημένο ανταγωνισμό και συνεχή εισαγωγή νέων τάσεων.

Οι σημερινοί αποστολείς (shippers) απαιτούν συνεχώς καλύτερες υπηρεσίες μεταφοράς. Αυτό μεταφράζεται σε χαμηλότερο κόστος, καλύτερους χρόνους διέλευσης, ευρύτερη γεωγραφική κάλυψη των εμπορικών συναλλαγών και σε βελτίωση των συχνοτήτων και της αξιοπιστίας. Κατά συνέπεια, τα συστήματα μεταφοράς, όπως οι φορτωτές, θα πρέπει να γίνουν πιο ανταγωνιστικά. Αυτό δεν είναι μια νέα τάση, αλλά μάλλον μια συνεχής και σταθερή απαίτηση του κλάδου των διατροπικών μεταφορών.<sup>[17]</sup>

Όλοι οι εμπλεκόμενοι στην αλυσίδα διατροπικών μεταφορών οφείλουν να κάνουν κάθε δυνατή ενέργεια, ώστε να προσφέρουν στους εξαγωγείς και στους εισαγωγείς - τους τελικούς πελάτες - υπηρεσίες που είναι πιο οικονομικές, πιο αξιόπιστες, πιο γρήγορες και εν γένει ανταγωνιστικές.

Στην ποιότητα των υπηρεσιών του λιμανιού σημαντικό ρόλο παίζουν τα μηχανήματα χειρισμού του φορτίου που διαθέτει ο λιμένας.



## 2.3. Ο μηχανολογικός εξοπλισμός των λιμένων

### 2.3.1 Ανυψωτικός εξοπλισμός

Εντός των λιμένων, για την μεταφορά των εμπορευματοκιβωτίων από τη γερανογέφυρα του πλοίου ως τον χώρο στοιβασίας, και από εκεί ως τις σιδηροδρομικές εγκαταστάσεις, χρησιμοποιείται μηχανολογικός εξοπλισμός που περιλαμβάνει οχήματα εμπρόσθιας στοιβασίας (Reach stackers) ή γερανογέφυρες.

Τα οχήματα εμπρόσθιας στοιβασίας (**Reach stackers**) [Εικόνα 2] μπορούν να ανυψώσουν και να μεταφέρουν όλους τους τύπους των διατροπικών μονάδων, και είναι αρκετά ευέλικτα στις κινήσεις τους τόσο εντός της τερματικής εγκατάστασης όσο και κατά τη μετάβαση από μία τερματική εγκατάσταση σε άλλη. Για την σωστή λειτουργία τους χρειάζονται μια έκταση περίπου 15 μέτρα πλάτος για να μετακινούνται ανάμεσα στα τρένα, τα φορτηγά και τις θέσεις αποθήκευσης/στοιβασίας. Τα οχήματα αυτά έχουν δυνατότητα κίνησης προς οποιαδήποτε κατεύθυνση, και μπορούν να μεταφέρουν μέχρι 100 τόνους στατικό φορτίο.



Εικόνα 2: Όχημα εμπρόσθιας στοιβασίας

Ο χρόνος που απαιτείται για να χειριστεί το όχημα εμπρόσθιας στοιβασίας μια μονάδα φορτίου είναι πολύ μικρός ( 1 έως 1,5 λεπτό), αλλά δεν μπορεί να εξυπηρετήσει περισσότερες από μία σιδηροδρομικές τροχιές και όχι περισσότερες από δύο λωρίδες αποθήκευσης , αν και σε ειδικούς χώρους αποθήκευσης είναι εφικτή η εξυπηρέτηση μιας τρίτης ή ακόμα και τέταρτης σειράς στοιβασίας. Τα οχήματα εμπρόσθιας στοιβασίας έχουν μεγάλη ευελιξία στις διαδρομές που μπορούν να ακολουθήσουν.<sup>[18]</sup>

Οι γερανογέφυρες σε σιδηροτροχιές (**Rail running gantry cranes**) [Εικόνα 3] με ατσάλινο σκελετό καταλαμβάνουν μικρότερη συνολική επιφάνεια. Συγκεκριμένα απαιτούνται δύο λωρίδες πλάτους ενός μέτρου έκαστη για τον τροχό κύλισης, ενώ έχουν τη δυνατότητα να χειριστούν φορτία έως και 30 τόνους ανά τροχό. Το (καθαρό) μήκος της τροχιάς της γερανογέφυρας ποικίλλει από 100 έως 750 μέτρα, με 30 επιπλέον μέτρα για τη λειτουργία κύλισης και πέδησης έκτακτης ανάγκης.



**Εικόνα 3: Γερανογέφυρα σε σιδηροτροχιές**

Ο κύκλος φόρτωσης και εκφόρτωσης είναι συγκριτικά μεγαλύτερος από αυτόν του οχήματος εμπρόσθιας στοιβασίας ( 1,5 έως 2,5 λεπτά), αλλά ο αριθμός των λωρίδων που εξυπηρετούνται είναι σημαντικά υψηλότερος συνολικά, και μπορεί να φτάσει μέχρι και εννέα λωρίδες (σιδηροδρομικές τροχιές, οδικές λωρίδες και λωρίδες αποθήκευσης μεταξύ των σιδηροτροχιών κύλισης) ενώ απαιτούνται επιπλέον, και δύο ακόμα λωρίδες παρακείμενες στις σιδηροτροχιές γερανού , είτε στη μία είτε και στις δύο πλευρές, προσθέτοντας έως 60 μέτρα. Ακόμη μεγαλύτερες περιοχές κάλυψης από την γερανογέφυρα είναι σε χρήση για τη φόρτωση του πλοίου, με μερικής αυτοματοποιημένη λειτουργία.

Η λειτουργία των ηλεκτρικών γερανογεφυρών ελαχιστοποιεί το θόρυβο και τη ρύπανση.

Η μεταφορά των μεταχειρισμένων γερανογεφυρών σε μια διαφορετική θέση δύσκολα είναι εφικτή, επειδή οι τροχιές της γερανογέφυρας διαφέρουν γενικά σε μέγεθος.

Η στήριξη της γερανογέφυρας γίνεται είτε με δοκούς είτε με δικτυωτά πλαίσια.

Η στήριξη με δοκούς απαιτεί ένα υψηλό επίπεδο επάρκειας στην κατασκευή και τον έλεγχο, λόγω των πολλών, κυκλικών στοιχείων που συνδέονται σε επίπεδο τριών διαστάσεων με οξείες γωνίες. Τα κύρια πλεονεκτήματα αυτής της στήριξης είναι:

- το μικρότερο βάρος δοκού και οι μικρότερες δυνάμεις αντίστασης του αέρα, γεγονός το οποίο με τη σειρά του επιτρέπει την κατασκευή με μικρότερο συνολικό βάρος , οδηγώντας και πάλι σε εξοικονόμηση λόγω λιγότερης κατανάλωσης χάλυβα,
- η ελαφρύτερη κατασκευή θεμελίωσης,
- η μείωση των λειτουργικών εξόδων, κυρίως όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας.

Τα δικτυωτά πλαίσια είναι εύκολο να παραχθούν και οι γραμμές συγκόλλησης τους μπορούν εύκολα να ελεγχθούν. Μπορούν να παραχθούν σε διάφορα σχήματα. Ένας ρομβοειδής σχηματισμός κυρίου πλαισίου, για παράδειγμα, με μία

στηριζόμενη ενιαία δοκό, μπορεί να μειώσει το βάρος του γερανού, σε σύγκριση με την πρότυπη κατασκευή.

Γενικώς, οι γερανογέφυρες αυτού του τύπου έχουν ένα περιστρεφόμενο κοχλία στην κορυφή της πλευρικής κύριας δοκού της γερανογέφυρας, και είναι εξοπλισμένες με spreader και ανελκυστήρα κατακόρυφης ανύψωσης (bottom lift) που υποστηρίζονται από συρματοσχοίνα, μερικά από τα οποία κρέμονται πλαγίως για να παρεμποδίζουν την οριζόντια κίνηση του spreader και της μονάδας φορτίου. Τα πλευρικά τμήματα του κύριου γερανού στην εξωτερική πλευρά των οργάνων κύλισης περιγράφονται ως βραχίονες cantilever. Το ύψος ανύψωσης είναι συνήθως περίπου 10,5 μέτρα, επιτρέποντας την τοποθέτηση εμπορευματοκιβωτίου πάνω από τρία εμπορευματοκιβώτια. Μπορεί να παρέχεται ύψος έως 14m για να επιτραπεί υψηλότερη στοιβάσια.

Οι ελαστικοφόρες γερανογέφυρες (**Rubber-tyred gantry cranes**) [Εικόνα 4] μειώνουν τις απαιτήσεις σε χώρο και βελτιώνουν τους αριθμούς στοιβαγμένων μονάδων φορτίου σε σχέση με τα οχήματα εμπρόσθιας στοιβάσιας, και προσφέρουν μεγαλύτερη ευελιξία από ότι οι γερανογέφυρες σε σιδηροτροχιές. Αυτοί οι γερανοί υπάρχουν σε μια ηλεκτροκίνητη μορφή ή με κινητήρα diesel, με την τελευταία περίπτωση να είναι σε θέση να εξυπηρετήσει διαχωρισμένες μεταξύ τους περιοχές καθώς οι τροχοί του δύνανται να είναι κατευθυντήριοι.

Αυτό είναι ένα είδος γερανού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξυπηρετήσει ένα τερματικό μικρού συνολικού φόρτου με μόνο ένα ζεύγος μικρών τροχιών: αν υπάρξει ζήτηση, οι τροχιές μπορούν να επεκταθούν ή μπορεί να προστεθεί και νέα σιδηροτροχιά. Αυτός ο τύπος γερανού γενικά λειτουργεί από έναν πίνακα ελέγχου, δηλαδή χωρίς καμπίνα του χειριστή.

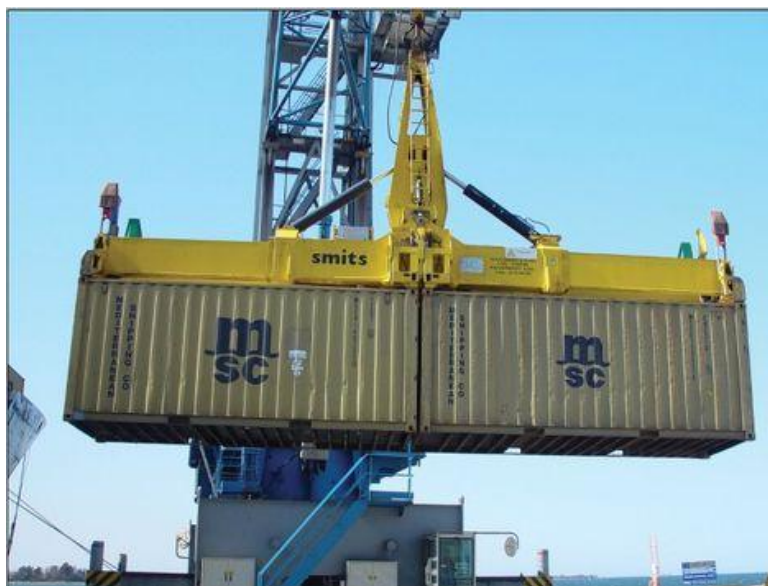


**Εικόνα 4 : Ελαστικοφόρα γερανογέφυρα**

Ο μηχανισμός που συνδέει τα καλώδια ανύψωσης ενός γερανού σε ένα κοντέινερ (**Spreader**) [Εικόνα 5] είναι η μονάδα χειρισμού φορτίου που καθιστά δυνατή την άρση εμπορευματοκιβωτίων διαφορετικού μήκους χρησιμοποιώντας αρπάγες συστροφής στην κορυφή, ενώ για κινητά αμαξώματα (swap bodies) και για διατροπικά ημιρυμουλκούμενα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανυψωτήρας (Bottom lift).

Ο χειριστής δεν μπορεί να έχει άμεση οπτική επαφή κατά την λαβή του φορτίου και να εκτιμήσει την σωστή λειτουργία, έτσι υπάρχουν ηλεκτρικοί αισθητήρες που ελέγχουν την ασφαλή κατάσταση και απεικονίζουν την κατάσταση με χρωματιστά φώτα.

Η ανάγκη να μην βλαφθεί το ρυμουλκούμενο ή το swap body και η ανάγκη να πιαστεί το φορτίο με ασφάλεια απαιτεί μεγάλη ποσότητα υδραυλικού εξοπλισμού και έναν αρκετά μεγάλο αριθμό αρθρώσεων.



**Εικόνα 5: Spreader**

### **2.3.2. Οχήματα μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων από το κρηπίδωμα στη σιδηροδρομική εγκατάσταση**

Τράκτορες τερματικού σταθμού (**terminal tractor**) [Εικόνα 6] είναι οι ειδικοί ελκυστήρες για τη μεταφορά των ημι - ρυμουλκωμένων, εντός στα όρια του τερματικού σταθμού, που στόχο έχει να επιτρέψει τη χρήση των πρόσθετων χώρων στάθμευσης που δεν εξυπηρετούνται από γερανογέφυρες.



**Εικόνα 6: Τράκτορας τερματικού σταθμού**

Σημαντικό δυσμενή παράγοντα στην εφοδιαστική αλυσίδα των συνδυασμένων μεταφορών αποτελούν οι καθυστερήσεις στην κίνηση των εμπορευματοκιβωτίων



μέσα στο λιμάνι, και πιο συγκεκριμένα κατά τη μεταφορά τους από το πλοίο ως το τραίνο. Οι ελιγμοί ολόκληρου του συρμού εντός αποβάθρας κοστίζουν τόσο σε χρόνο, όσο και σε κόστος λόγω του προσωπικού και των μηχανών που απαιτούνται.

Μια πρόταση που θα βελτίωνε την ως έχουσα κατάσταση θα ήταν να αντικαταστήσουμε την παρούσα κατάσταση με αυτοκινούμενα οχήματα που θα μετέφεραν τα εμπορευματοκιβώτια από το πλοίο στο τραίνο, ή ακόμα και με αυτοκινούμενα βαγόνια, που αφού τελείωναν τους ελιγμούς στην αποβάθρα θα συνδέονταν στον συρμό.

Ακολουθούν οι σημαντικότερες συνεισφορές της τεχνολογίας στον τομέα της αυτόνομης κίνησης οχημάτων εντός λιμένα.

Το «Cargo-Sprinter» είναι ένα φορτηγό τραίνο που αποτελείται από δύο ακριανά βαγόνια με μηχανές και καμπίνα οδηγού και τρία κεντρικά βαγόνια με συνολική χωρητικότητα 10 εμπορευματοκιβωτίων. Τα ακριανά βαγόνια τροφοδοτούνται από κινητήρες Volvo (6 κύλινδρο , 265 kW, στα πρότυπα εκπομπών Euro stage II). Το σύστημα μετάδοσης χρησιμοποιεί ένα ( 5 ταχυτήτων ) μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων με συμπλέκτη , μετατροπέα ροπής , και επιβραδυντή . Η χωρητικότητα καυσίμου είναι 700 λίτρα. Όλος ο εξοπλισμός έλξης βρίσκεται κάτω από το επίπεδο του φορτίου ορόφου .

Το όχημα αυτό επιτρέπει γρήγορη μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων εντός λιμένα, με μόνο απαραίτητο προσωπικό τον οδηγό, χωρίς να πρέπει ολόκληρος ο συρμός να κάνει ελιγμούς μέσα στην αποβάθρα προκειμένου να βρεθεί κάτω από τους εκφορτωτικούς γεραμούς. Το «Cargo-Sprinter» μπορεί μάλιστα να λειτουργήσει και αυτόνομα, χωρίς την ύπαρξη οδηγού, εάν εφοδιάσουμε τις γραμμές και τα οχήματα με κάποιο κατάλληλο σύστημα όπως το SST(self-signal controlled locomotive).

Μία μηχανή ντίζελ που μπορεί να κινείται αυτόνομα είναι το Cargo Mover της Ζήμενς, εφοδιασμένο με κάμερες, ραντάρ και λέιζερ για εντοπισμό εμποδίων.

Άλλη μία τεχνική που σχετίζεται με την αυτόνομη κίνηση ευέλικτων οχημάτων εντός λιμένα είναι η χρήση βαγονιών εφοδιασμένων με αυτόματη κεντρική σύνδεση (πχ Z-AK) και τροφοδοτούμενων με υψηλής τάσης μπαταρίες. Τα ειδικά βαγόνια αυτά είναι συνδεδεμένα με τον συρμό όπως και τα συμβατικά, αλλά όταν η αμαξοστοιχία φτάσει στο λιμάνι έχουν τη δυνατότητα να αποσυνδέονται και να οδηγούνται ξεχωριστά το κάθε βαγόνι σε διαφορετικές γραμμές για να φορτώσουν ή να εκφορτώσουν κοντέινερ.

Πιο πολλά υποσχόμενη είναι η εφαρμογή όπου ειδικά βαγόνια που μεταφέρουν εμπορευματοκιβώτια οδηγούνται από γραμμικούς κινητήρες (linear motor). Τα βαγόνια εφοδιάζονται με ηλεκτρομαγνητικούς αισθητήρες, οι οποίοι εντοπίζουν το στίγμα μιας ηλεκτρομαγνητικής ταινίας που είναι τοποθετημένη λίγα εκατοστά κάτω από το δάπεδο. Το όχημα κινείται αυτόνομα καθοδηγούμενο από αυτή την ταινία, η οποία βρίσκεται κάτω από την πορεία των τροχιών. Εφόσον δε οι τροχιές επεκταθούν μέχρι τις γερανογέφυρες εκφόρτωσης των πλοίων, τα βαγόνια αυτά θα έχουν τη δυνατότητα να κινούνται ανάμεσα στην αποβάθρα των τραίνων και στον χώρο εκφόρτωσης των πλοίων. Έτσι αφού θα φορτώνουν κατευθείαν από το πλοίο, θα μετακινούνται ως την σιδηροδρομική αποβάθρα και θα συνδέονται μεταξύ τους σχηματίζοντας έτσι συρμούς τραίνων χωρίς να χρειάζονται συνεχείς μεταφορτώσεις από γεραμούς (και το αντίθετο, από τον συρμό τα βαγόνια θα αποσυνδέονται και θα μετακινούνται αυτόνομα ως τις γερανογέφυρες εκφόρτωσης).<sup>[15]</sup>

Το φαινόμενο των αυτοκινούμενων οχημάτων υπάρχει ήδη στον τομέα μεταφοράς επιβατών, με χρήση linear motor. Εφαρμογές μεταξύ άλλων είναι:

- το SkyTrain στο Βανκούβερ
- το Wedway στο Χιούστον
- το M-Bahn στο Βερολίνο

Τα θετικά της χρήσης αυτοκινούμενων οχημάτων είναι ότι δεν χρειάζεται στους ελιγμούς εντός της προκυμαίας η χρήση ούτε μηχανών ούτε προσωπικού, και επίσης μειώνεται η απαίτηση σε χώρο αναμονής των συρμών. Η σύνδεση των βαγονιών στον συρμό απλοποιείται ενώ οι μεταφορτώσεις μειώνονται στο ελάχιστο – πλέον απαιτείται μόνο μία μεταφόρτωση, γεγονός που εξοικονομεί πολύτιμο χρόνο. Έχουμε δηλαδή:



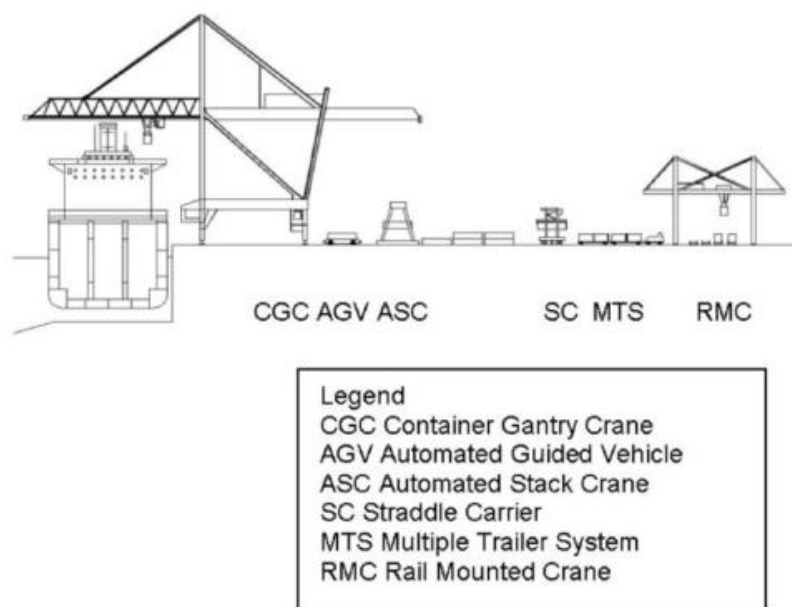
- βελτίωση της ευελιξίας
- αναβάθμιση της αποδοτικότητας
- εξοικονόμηση χρόνου
- μείωση απαιτούμενου προσωπικού και χρήσης μηχανών

### ***Rotterdam AGV (Automated Guided Vehicle)***



**Εικόνα 8: AGV στον λιμένα του Ρότερνταμ**

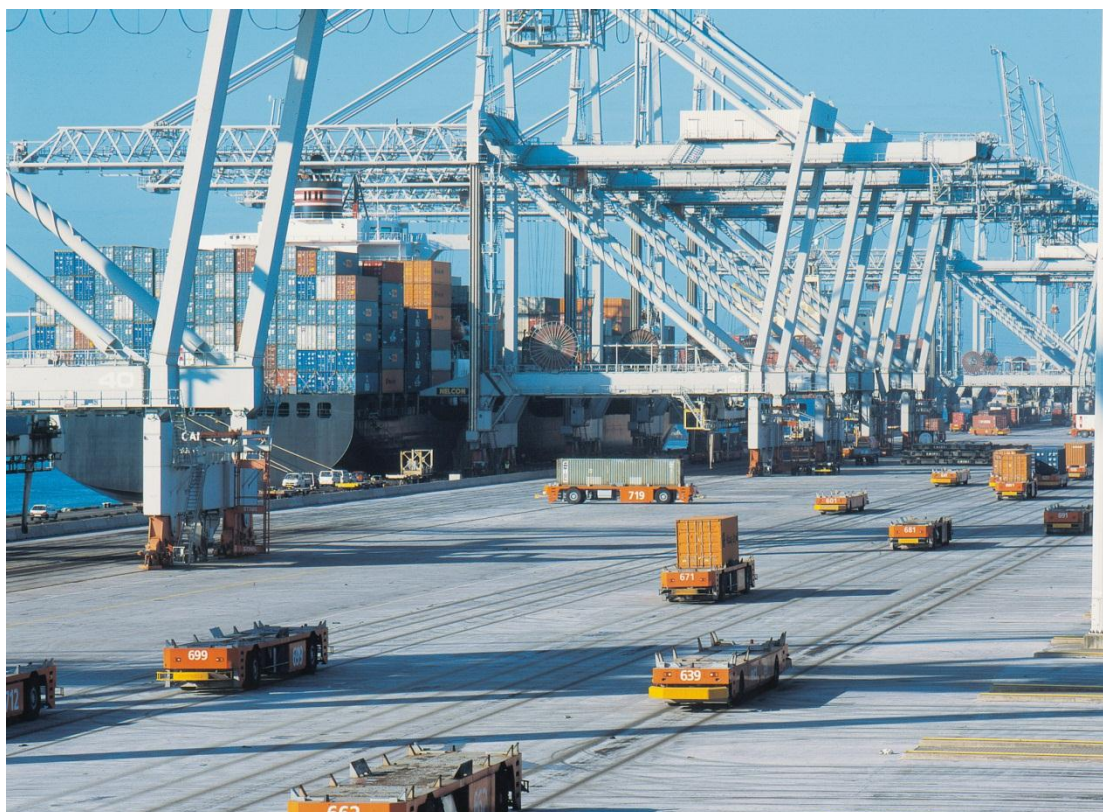
Το λιμάνι του Ρότερνταμ είναι πρωτοπόρο στον τομέα των αυτοκινούμενων οχημάτων ελιγμών, καθώς χρησιμοποιεί από το 1993 τα AGV. Τα οχήματα αυτά λειτουργούν χωρίς προσωπικό και μεταφέρουν τα εμπορευματοκιβώτια από την εκφόρτωσή τους από το πλοίο ως τους χώρους αποθήκευσης των κοντέινερ. Στους χώρους στοιβασίας αυτούς η εκφόρτωση γίνεται με επίσης αυτόματους και χωρίς προσωπικό γεραμούς (τους ASC). Από εκεί αναλαμβάνουν τα Straddle Carriers τα οποία ξαναφορτώνουν τα κοντέινερ σε τρέιλερ τα οποία οδεύουν προς τους γεραμούς της τελικής φόρτωσης στα τρέινα.



**Εικόνα 9: Τρόπος μεταφοράς των εμπορευματοκιβωτίων εντός του λιμένα του Ρότερνταμ**

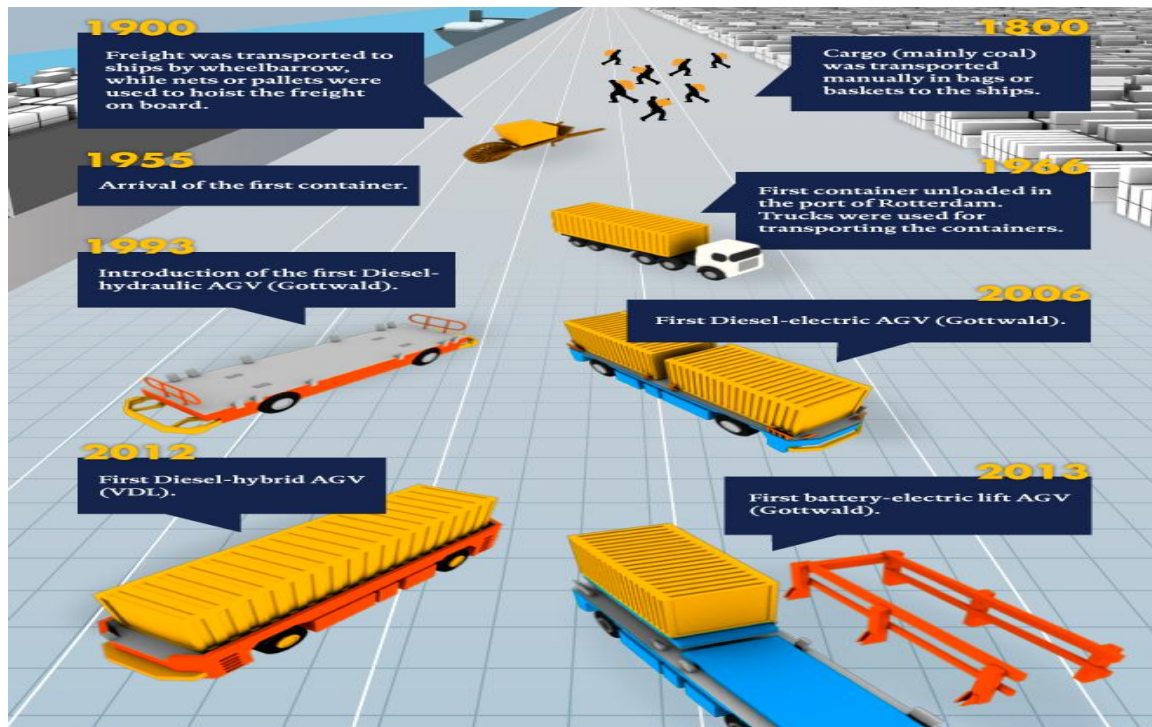
Η καθοδήγησή των AGV γίνεται από μία μαγνητική ταινία, μέσω των αισθητήρων που βρίσκονται σε κάθε όχημα. Η μαγνητική ταινία είναι τοποθετημένη κάτω από το ασφαλτικό σκυρόδεμα, και ο αισθητήρας (άρα και ολόκληρο το AGV) ακολουθεί τη διαδρομή της. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της ταινίας έναντι στην ενσύρματο καθοδήγηση είναι ότι μπορεί εύκολα να αφαιρεθεί και να μεταφερθεί, εάν αποφασιστεί ότι η πορεία του AGV πρέπει να αλλάξει. <sup>[15]</sup>

Τα ντίζελ αρχικά οχήματα αυτά συνεχώς εξελίσσονταν, με το ωφέλιμο φορτίο τους να αυξάνεται από τους 40 στους 60 τόνους (δύο εμπορευματοκιβώτια των 20 ποδών) και τη μηχανή από πετρελαιοκίνητη να γίνεται καθαρά ηλεκτρική. Στην αυτοματοποιημένη αποβάθρα του Μάασβλακτε (Maasvlakte) γνωστής και ως αποβάθρας φάντασμα (αφού τόσο τα βαγόνια όσο και οι γερανοί λειτουργούν χωρίς προσωπικό) υπάρχουν πλέον 360 τέτοια οχήματα.



**Εικόνα 10: Οχήματα AGV στην αποβάθρα του Maasvlakte (λιμένας του Ρότερνταμ)**

Το 2013 εμφανίστηκε στην αποβάθρα Maasvlakte 2 η νέα γενιά των AGV, τα self-lifting οχήματα. Τα βαγόνια αυτά πλέον είναι εφοδιασμένα με δύο ηλεκτρικές ανυψωτικές πλατφόρμες, με τις οποίες το όχημα μπορεί πια μόνο του να τοποθετήσει τα μεταφερόμενα εμπορευματοκιβώτια στον σωρό. Αυτό σημαίνει ότι η αναμονή για τον γερανό ASC δεν είναι πια απαραίτητη. Το ίδιο μπορεί να συμβεί και στην αντίστροφη πορεία, το AGV να φορτώσει μόνο του κοντέινερ από τον σωρό και να τα μεταφέρει στους γερανούς του πλοίου. Με αυτή την αναβάθμιση των οχημάτων και την εκμηδένιση της αναμονής η κίνηση των AGV αναμένεται να αυξηθεί κατά 50% σύμφωνα με τον κατασκευαστή, εκτιμήσεις που αποδέχονται οι λιμενικές αρχές του Ρότερνταμ.<sup>[30]</sup>



## AGV details

1993	2006	2012	2013
<b>VEHICLE:</b>			
FIRST DIESEL-HYDRAULIC AGV (GOTTWALD)	FIRST DIESEL-ELECTRIC AGV (GOTTWALD)	FIRST HYBRID AGV (VDL)	FIRST BATTERY-ELECTRIC LIFT AGV (GOTTWALD)
<b>SUITABLE FOR:</b>			
1 x 40 foot container 1 x 20 foot container	1 x 40 foot container 2 x 20 foot container	1 x 40 foot container 2 x 20 foot container	1 x 40 foot container 2 x 20 foot container
<b>CAPACITY:</b>			
40 ton	40 ton for 1 container, 60 ton for 2 containers	40 ton for 1 container 70 ton for 2 containers	40 ton for 1 container 70 ton for 2 containers
<b>SIZE:</b>			
15,5 x 3 meter	14,8 x 3 meter	14,7 x 3,1 meter	14,8 x 3 meter
<b>SPEED:</b>			
3 meters per second (10,8 km/h)	6 meters per second (21,6 km/h)	6 meters per second (21,6 km/h)	6 meters per second (21,6 km/h)
<b>DRIVE:</b>			
Diesel-hydraulic	Diesel-electric	Hybrid	Battery-electric

Εικόνα 11: Εξέλιξη των οχημάτων μεταφοράς εντός λιμένα με την πάροδο του χρόνου<sup>[41]</sup>

Με την χρήση των AGV στο λιμάνι του Ρότερνταμ έχουμε πολύ σημαντική εξοικονόμηση πόρων, εφόσον το προσωπικό που θα χρειαζόταν για να καλύψει όλες τις βάρδιες αυτών των οχημάτων δεν είναι πια αναγκαίο. Με τη νέα γενιά των AGV δε και τη δυνατότητα των καινούριων να φορτώνουν / ξεφορτώνουν μόνα τους έχουμε αύξηση της ευελιξίας του συστήματος και μεγάλη εξοικονόμηση χρόνου (πρόβλεψη των αρχών του Ρότερνταμ για τάξη του 50%).<sup>[30]</sup>

## 2.4. Η Ευρωπαϊκή νομοθεσία για τους σιδηροδρόμους

### **2.4.1 Βασική στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης**

Βασική στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης όσον αφορά τα σιδηροδρομικά, είναι να αναζωογονήσει το λειτουργικό δίκτυο της ηπείρου. Οι βασικοί στόχοι που επιδιώκει με την σχετική νομοθεσία είναι

- η προώθηση του ελεύθερου ανταγωνισμού
- η βελτιστοποίηση της απόδοσης των σιδηροδρομικών εμπορευματικών μεταφορών
- η δημιουργία κινήτρων για την εφαρμογή καινοτομιών και την βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών
- η βελτίωση της διαλειτουργικότητας και της ασφάλειας σε όλο το ευρωπαϊκό δίκτυο
- ο αποτελεσματικός έλεγχος κι η λειτουργία ενός ολοκληρωμένου πανευρωπαϊκού δικτύου.

Κατά την πρώτη χρονολογικά περίοδο των σιδηροδρομικών μεταφορών τον χειρισμό τμημάτων του σιδηροδρομικού δικτύου, καθώς και την κατασκευή νέων γραμμών, ανέλαβαν εταιρίες κρατικές κι ιδιωτικές (όπως στο Ηνωμένο Βασίλειο, την Γαλλία και την Γερμανία). Από τον 20<sup>ο</sup> αιώνα όμως η κεντρική οργάνωση και η συγκέντρωση όλων υπηρεσιών ενός εθνικού δικτύου έγινε κοινός τόπος, με αποτέλεσμα στα τέλη του αιώνα ο κανόνας σε κάθε ευρωπαϊκή χώρα να είναι η ύπαρξη ενός μόνο εθνικού οργανισμού σιδηροδρομικών μεταφορών.

Το γεγονός αυτό όμως αποτελούσε εμπόδιο στην βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας του σιδηροδρομικού δικτύου, καθώς οι διαφορές στα δίκτυα μεταξύ των χωρών απαιτούσαν μεγάλες καθυστερήσεις στα σύνορα για αλλαγή μηχανής έλξης και προσωπικού, ενώ υπήρχαν και ευρύτερες πολιτικές και τεχνικές δυσχέρειες. Χαρακτηριστικά, ενώ μια εμπορευματική αμαξοστοιχία στη Γερμανία κινείτο με μέση λειτουργική ταχύτητα 50-90 χμ/ώρα σε διεθνές πανευρωπαϊκό



επίπεδο η ταχύτητα αυτή έπεφτε στα 30-40 χμ/ώρα. Η ύπαρξη επίσης μονοπωλιακών συνθηκών (καθώς ο κρατικός σιδηροδρομικός οργανισμός συνήθως εμπόδιζε ή δυσχέραινε τη λειτουργία στη χώρα άλλης σιδηροδρομικής εταιρίας, κρατικής ή μη) ερχόταν σε αντίθεση με τις πάγιες αρχές της ευρωπαϊκής ένωσης υπέρ της ελεύθερης αγοράς.

Το 1991, η Ευρωπαϊκή Ένωση με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 91/440 εξασφάλισε το δικαίωμα χρήσης της σιδηροδρομικής υποδομής σε εταιρίες εκτός της ιδιοκτήτριας της υποδομής. Εφαρμόστηκε έτσι για πρώτη φορά στους ευρωπαϊκούς σιδηροδρόμους η αρχή της ανοιχτής πρόσβασης στις υποδομές (open access)

Στη συνέχεια ακολούθησαν νέες οδηγίες για τις διεθνείς σιδηροδρομικές μεταφορές, εισάγοντας το Πρώτο σιδηροδρομικό πακέτο.

#### **2.4.2 Πρώτο σιδηροδρομικό πακέτο (First Railway Package)**

Το Πρώτο σιδηροδρομικό πακέτο που ξεκίνησε να εφαρμόζεται το 1991 με την EU Directive 91/440 είχε ως στόχους να ανοίξει την ευρωπαϊκή σιδηροδρομική αγορά στον ανταγωνισμό, καθώς και να μορφώσει ένα γενικό πλαίσιο λειτουργίας του ευρωπαϊκού δικτύου

Συγκεκριμένα τα μέτρα που εφαρμόστηκαν ήταν:

- οι εταιρίες που χειρίζονται την υποδομή (τις γραμμές, τα σήματα κλπ) και οι εταιρίες που παρέχουν τις σιδηροδρομικές υπηρεσίες (λειτουργούν τα τρένα και λειτουργούν τα δρομολόγια) οφείλουν να είναι διαφορετικές. Άμεση συνέπεια τούτου να είναι πλέον ανοιχτή η πρόσβαση στις υποδομές του κάθε σοβαρού ενδιαφερόμενου, κι όχι μόνο της ιδιοκτήτριας εταιρίας όπως γινόταν μέχρι τότε.
- με την EU directive 2001/12 δημιουργήθηκε ένα ανοιχτό προς κάθε εταιρία σιδηροδρομικό δίκτυο, που περιελάμβανε λιμάνια και εμπορευματικούς

τερματικούς σταθμούς. Στη συνέχεια αυτό το δίκτυο επεκτάθηκε ώστε να περιλαμβάνει ολόκληρο το ευρωπαϊκό δίκτυο. Με την ίδια ντιρεκτίβα διακηρύχθηκε ότι τα στάνταρ λειτουργίας και ασφάλειας θα τίθενται σε ξεκάθαρη μορφή από έναν μη κερδοσκοπικό οργανισμό.

- με την EU Directive 95/18 τέθηκε το πλαίσιο για τις προϋποθέσεις και τις διαδικασίες έκδοσης άδειας λειτουργίας για τις σιδηροδρομικές εταιρίες, ντιρεκτίβα που εξηγήθηκε περαιτέρω με την EU Directive 2001/13
- τέλος, με την EU directive 2001/14, που αντικατέστησε την EU directive 95/19, καθορίστηκε η δημιουργία σωμάτων που ελέγχουν και ρυθμίζουν την δίκαιη κι απρόσκοπτη διανομή της υποδομής από τις ιδιοκτήτριες εταιρίες της στις εταιρίες παρόχους υπηρεσιών, καθώς και τις χρεώσεις.<sup>[21]</sup>

#### **2.4.3 Δεύτερο σιδηροδρομικό πακέτο (Second Railway Package)**

Το 2004 ακολούθησε μια νέα δέσμη οδηγιών, το δεύτερο σιδηροδρομικό πακέτο, προκειμένου να συμπληρώσει το πρώτο. Βασικό προκείμενο του δεύτερου πακέτου ήταν να εξασφαλίσει ένα νομικά και τεχνικά ολοκληρωμένο ευρωπαϊκό σιδηροδρομικό δίκτυο. Πιο συγκεκριμένα εισήγαγε τα εξής:

- ξεκαθάρισε την διαδικασία και τις προϋποθέσεις για την λήψη άδειας ασφάλειας από σιδηροδρομική εταιρία (άδεια απαραίτητη για τη νόμιμη λειτουργία της εταιρίας), εναρμονίζοντας τις διαφορετικές μέχρι τότε αρχές ασφαλείας στις διάφορες ευρωπαϊκές χώρες (Ευρωπαϊκή Οδηγία 2004/49/EC)
- προώθησε την διαλειτουργικότητα (interoperability), δηλαδή την αποτελεσματική συνεργασία μεταξύ των σιδηροδρομικών εταιριών και φορέων που λειτουργούν στην Ευρώπη. Ξεκαθαρίστηκαν οι κοινές απαιτήσεις που θα πρέπει αν τηρούνται πανευρωπαϊκά προς όφελος της διαλειτουργικότητας, τόσο όσον αφορά τα τρέινα υψηλών ταχυτήτων (Ευρωπαϊκή Οδηγία 2004/50/EC) όσο και τα συμβατικά (EU directive 2008/57/EC)

- με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2004/51/EC συνέχισε τις προηγούμενες σχετικές ντιρεκτίβες, με στόχο το πλήρες άνοιγμα της ευρωπαϊκής σιδηροδρομικής αγοράς
- και με τη ρύθμιση (B C1 REGULATION (EC) No 881/2004), τον Απρίλιο του 2004, ιδρύεται ο Ευρωπαϊκός Σιδηροδρομικός οργανισμός (European Railway Agency), ο οποίος με έδρα την Valenciennes της Γαλλίας συντονίζει τα μέτρα υπέρ της ασφαλείας και της διαλειτουργικότητας.<sup>[21]</sup>

Το τρίτο σιδηροδρομικό πακέτο αφορά την σιδηροδρομική μεταφορά επιβατών, και για αυτό δεν παρουσιάζεται

#### **2.4.4 Τέταρτο σιδηροδρομικό πακέτο**

- επιτρέπει την ίδια εταιρία να διαχειρίζεται τόσο την υποδομή όσο και την παροχή υπηρεσιών, αναιρώντας την ντιρεκτίβα του πρώτου πακέτου
- εξουσιοδοτεί ρυθμιστές να επιβάλλουν πρόστιμα σε όποια εταιρία ιδιοκτήτρια υποδομής (συνήθως κάθετα ολοκληρωμένη, δεσ ακριβώς προηγούμενο μέτρο) βάζει αθέμιτα εμπόδια στους ανταγωνιστές της
- δίνει το δικαίωμα εξουσιοδότησης για χρήση από κάποια εταιρία του δικτύου στην ERA, ενώ μέχρι τώρα οι αποφάσεις λαμβάνονταν από την εταιρία που κατείχε την υποδομή.

Το τέταρτο πακέτο αν και έχει ολοκληρωθεί από την ευρωπαϊκή επιτροπή ήδη από τον Ιανουάριο του 2013, δεν έχει ψηφιστεί ακόμα απ'το Ευρωπαϊκό κοινοβούλιο. Τα μέτρα που περιέχει εντείνουν την ικανότητα παρέμβασης του Ευρωπαϊκού σιδηροδρομικού οργανισμού προς όφελος του ελεύθερου ανταγωνισμού και κατά πρακτικών αθέμιτου ανταγωνισμού.<sup>[21,22,23]</sup>



#### **2.4.5 Συνέπειες – Αποτελέσματα**

Συνέπειες της εφαρμογής των σιδηροδρομικών πακέτων, και ιδίως των δύο πρώτων, είναι αφενός η είσοδος στην αγορά ιδιωτικών εταιριών, αφετέρου η επέκταση κάποιων κρατικών σιδηροδρομικών εταιριών σε άλλες χώρες.

Έχουμε έτσι την δραστηριοποίηση πολλών, αλλά σχετικά μικρών ιδιωτικών εταιριών, όπως οι *Rail4chem* και *ERS Railways*, αλλά η πλειοψηφία της κίνησης ανήκει ακόμα στα κράτη. Κάποιες μάλιστα κρατικές εταιρίες, κυρίως η γερμανική *Deutsche Bahn*, αλλά και η γαλλική *SNCF*, έχουν επωφεληθεί των μέτρων κι έχουν επεκταθεί σε ευρωπαϊκό επίπεδο εξαγοράζοντας τις εθνικές σιδηροδρομικές εταιρίες άλλων χωρών (Ολλανδία, Βρετανία, Δανία μεταξύ άλλων απ'την DB).

Έτσι, αν και λόγω της αυξημένης διαλειτουργικότητας οι χρόνοι κίνησης των εμπορευματικών σιδηρόδρομων στην Ευρώπη έχουν μειωθεί, και η συνολική διεθνής κίνηση έχει σημειώσει αύξηση, έχουμε επίσης την δημιουργία ενός μονοπωλίου σε ευρωπαϊκή κλίμακα από την γερμανική *Deutsch Bahn*, ή έστω δίπολου μεταξύ DB και της γαλλικής *SNCF*.<sup>[24]</sup>

Σήμερα οι περισσότερες εταιρίες σιδηροδρομικών υποδομών στην Ευρώπη εξακολουθούν να βρίσκονται σε κρατικά χέρια, αλλά ο τομέας παροχής υπηρεσιών είναι είτε πλήρως είτε μερικώς ιδιωτικοποιημένος, και οδεύει προς την πλήρη ιδιωτικοποίηση.

Οι ντιρεκτίβες αυτές δεν έγιναν βέβαια απρόσκοπτα αποδεκτές, και το 2010 το ευρωπαϊκό δικαστήριο εγκάλεσε 13 ευρωπαϊκές χώρες για μη συμμόρφωση προς αυτές, με την Ισπανία και την Ουγγαρία να καταδικάζονται.<sup>[25]</sup>

### **3. Βιβλιογραφική επισκόπηση**

Ο Asaf Ashar<sup>[8]</sup> εξετάζει τις διάφορες θέσεις που μπορεί να έχει η σιδηροδρομική εγκατάσταση εντός λιμένα, προκειμένου ο λόγος οφέλους/κόστους του αποθηκευτικού χώρου κι η παραγωγικότητα της χρησιμοποιούμενης έκτασης να είναι υψηλός. Η σιδηροδρομική εγκατάσταση μπορεί να βρίσκεται εντός της προκυμαίας, και πιο συγκεκριμένα σε θέσεις που ο ίδιος ο συγγραφέας ονομάζει

1. «κάτω από τον γερανό» (under the hook), όπου οι σιδηροδρομικές τροχιές βρίσκονται κάτω ακριβώς από τις γερανογέφυρες,
2. σε μικρή σχετικά απόσταση από το πλοίο (Vessel cycle)
3. στην άκρη του λιμανιού (back of terminal).

Επίσης μπορεί η σιδηροδρομική εγκατάσταση να βρίσκεται και εκτός λιμανιού, σε επαφή (adjacent), ή σε μικρή απόσταση (nearby). Σύμφωνα με τον Asaf Ashar, όσο πιο κοντά στην αποβάθρα βρίσκονται οι σιδηροδρομικές σιδηροτροχιές τόσο γρηγορότερα γίνεται η μεταφόρτωση, και κατά συνέπεια η παραμονή του τραίνου γίνεται συντομότερη. Από την άλλη, για μία τέτοια διάταξη απαιτεί μεγάλη έκταση παραθαλάσσιας γης, η οποία με τον τρόπο αυτό στερείται από τις υπόλοιπες λιμενικές δραστηριότητες. Στα κόστη εγκατάστασης δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά γιατί η μείωση του κόστους μεταφοράς για κοντινές αποστάσεις αντισταθμίζεται από το υψηλό κόστος κατασκευής της σιδηροτροχιάς εντός της αποβάθρας. Σύμφωνα με το μοντέλο του Asaf Ashar, για να κρίνουμε τη βέλτιστη θέση για τον σιδηροδρομικό τερματικό ανά περίπτωση ακολουθούμε την εξής μεθοδολογία. Χωρίζουμε καταρχάς τα λιμάνια σε πέντε κατηγορίες ανάλογα με το ποσοστό του συνολικού φορτίου τους που εξυπηρετείται από σιδηρόδρομο (από πολύ μεγάλη έως μηδαμινή εξυπηρέτηση με σιδηρόδρομο). Στη συνέχεια για κάθε τύπο λιμανιού εξετάζουμε την λειτουργική παραγωγικότητα (δηλαδή τον λόγο των κινήσεων από την γερανογέφυρα κρηπιδώματος ως τον χώρο στοιβασίας ανά αποθηκευτική θέση) και την παραγωγικότητα της γης (δηλαδή τον λόγο των κινήσεων από την γερανογέφυρα κρηπιδώματος ως τον χώρο στοιβασίας ανά έκταση αποθηκευτικής

γης). Ως πιο αποδοτικές θέσεις γενικά προκύπτουν η εντός λιμένα σε μικρή σχετικά απόσταση από το πλοίο και η κοντινή εκτός λιμανιού, αν και όπως τονίζει ο συγγραφέας για κάθε λιμάνι θα πρέπει να γίνει έλεγχος σύμφωνα με τα συγκεκριμένα στοιχεία του.

Η επιστημονική ομάδα των Bo-Liang Lin et al.<sup>[9]</sup> παρουσιάζει μια μέθοδο για τον καθορισμό των σιδηροδρομικών συνδέσεων σε ένα σιδηροδρομικό δίκτυο μεγάλης κλίμακας, με στόχο τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών φορτοεκφόρτωσης, της συχνότητας των δρομολογίων και τη διανομή της εργασίας ταξινόμησης του φορτίου στους σταθμούς. Τα βασικά συμπεράσματα είναι, σε πρώτο επίπεδο, το ποιοι σταθμοί θα έχουν απευθείας σύνδεση μεταξύ τους και σε δεύτερο επίπεδο ποια βαγόνια θα ορίζονται για τη μεταφορά κάθε συγκεκριμένου φορτίου, καθώς και η συχνότητα των δρομολογίων τους. Με την μέθοδο που κατασκευάστηκε, έγινε προσπάθεια με αλγοριθμικές συναρτήσεις ευριστικές (heuristic) μεθόδους να βρεθεί ο βέλτιστος σχεδιασμός ενός δικτύου όσον αφορά τους προαναφερθέντες τομείς. Στη συνέχεια η μέθοδος αυτή την εφαρμόστηκε πρώτα σε μικρή κλίμακα και στη συνέχεια σε μεγάλη κλίμακα - πραγματικά μεγέθη, και, όπως κατέληξε, σε σύγκριση με το υπάρχον δίκτυο της Κίνας, το προκύπτον απ'τη μέθοδο απαιτεί 21% λιγότερες φορτάμαξες.

Οι April Kuo, Elise Miller-Hooks, Hani S. Mahmassani<sup>[10]</sup> μελετάνε το πρόβλημα του προγραμματισμού των δρομολογίων των εμπορευματικών αμαξοστοιχιών, λαμβάνοντας υπόψη την ελαστικότητα στη ζήτηση των υπηρεσιών. Οι ερευνητές υπολογίζουν επίσης και τους στόχους που επιδιώκουν από την αλυσίδα μεταφοράς τόσο οι αποστολείς (shippers) όσο και οι μεταφορείς, δηλαδή υψηλή ταχύτητα, αξιοπιστία και οικονομία για τους πρώτους, ενώ οι δεύτεροι ζητούν το βέλτιστο κέρδος. Με δεδομένη συγκεκριμένη (τη συνήθη) ζήτηση για μεταφορά και στόχο το ελάχιστο δυνατό κόστος για την βέλτιστη προσφερόμενη υπηρεσία μέσω της μεθόδου που σχεδιάστηκε από τους συγγραφείς δημιουργήθηκε το χρονοδιάγραμμα των δρομολογίων. Με βάση το χρονοδιάγραμμα εμφανίζεται μια ζήτηση για μεταφορά, και με βάση αυτήν διανέμονται τα χρονικά παράθυρα (slots).

Αφού υπολογιστεί στη συνέχεια η πραγματική καθυστέρηση, διορθώνεται το χρονοδιάγραμμα με βάση τις τελευταίες εκτιμήσεις. Την μέθοδο αυτή οι April Kuo, Elise Miller-Hooks, Hani S. Mahmassani την εφαρμόσανε στον πανευρωπαϊκό σιδηροδρομικό δίκτυο, εφαρμογή η οποία παρουσίασε βελτιωμένα σε σύγκριση με τα υπάρχοντα αποτελέσματα.

Την μεθοδολογία που θα πρέπει να ακολουθούμε κατά την σχεδίαση ενός σιδηροδρομικού τερματικού σταθμού μεταφόρτωσης ευρισκόμενου σε λιμάνι μελετάνε οι Byung Kwon Lee et al.<sup>[11]</sup> Η μεθοδολογία που ακολουθείται είναι η εξής: αφού αξιολογηθούν οι γενικές απαιτήσεις της μεταφορικής κίνησης που εξυπηρετεί το λιμάνι, ο μελετητής αποφασίζει καταρχάς πόσους τερματικούς σταθμούς συνδεδεμένους οργανικά με τον λιμένα (εντός ή εκτός της αποβάθρας) θα σχεδιάσει, και ποια θα είναι η θέση τους στο λιμάνι. Στη συνέχεια, και με βάση τις μεταφορικές απαιτήσεις, δημιουργεί εναλλακτικά σενάρια σιδηροδρομικών τερματικών σταθμών σχετικά με τις σιδηροτροχιές (αριθμός και θέση) και τους φορτοεκφορτωτικούς γερανούς. Για τα σενάρια αυτά δημιουργούνται προσωμιώματα, τα οποία τρέχουμε και τους ελέγχουμε την αποτελεσματικότητα για διάφορες περιπτώσεις μεταφορικής κίνησης και ροής. Τις δε επιδόσεις των διάφορων σεναρίων, όπως χρόνος εξυπηρέτησης και αποδοτικότητα των γερανών, τις αξιολογούμε, και επιλέγουμε το καλύτερο σενάριο για τον πραγματικό τερματικό σταθμό.

Η ομάδα των Shi Mu, Maged Dessouky ασχολείται με την βελτιστοποίηση του σχεδιασμού των χρονοδιαγραμμάτων στα δρομολόγια των εμπορευματικών αμαξοστοιχιών στις Ηνωμένες Πολιτείες.<sup>[12]</sup> Οι συγγραφείς χρησιμοποιούνε δύο μεθόδους στην έρευνά τους. Στην πρώτη μεθοδολογία, η διαδρομή που θα ακολουθηθεί από κάθε τραίνο θεωρείται δεδομένη, ενώ στην δεύτερη υπάρχει δυνατότητα της επιλογής της διαδρομής από εμάς (τον μελετητή). Πάνω στις δύο αυτές μεθόδους εφαρμόζουμε διάφορους ευριστικούς (heuristic) αλγορίθμους, από τους οποίους επιλέγουμε τους βέλτιστους με γνώμονα την μεγαλύτερη ταχύτητα

δεδομένης μιας ποιότητας ασφάλειας. Η εφαρμογή των αλγορίθμων αυτών σε μεγάλα δίκτυα κρίνεται από τους Shi Mu, Maged Dessouky ικανοποιητική.

Οι Seung-Ju Jeong, Chi-Guhn Lee, James H. Bookbinder πραγματεύονται τα προβλήματα και τις δυνατότητες ενός συστήματος σιδηροδρομικών μεταφορών προϊόντων στην Ευρωπαϊκή Ένωση με κεντρικά σημεία μεταφόρτωσης και μεταφοράς από αυτά στον τελικό προορισμό.<sup>[13]</sup> Στόχος τους είναι η επιλογή των κατάλληλων κεντρικών σημείων, καθώς επίσης και των κατάλληλων των διαδρομών και της βέλτιστης συχνότητας των δρομολογίων ώστε να ελαχιστοποιηθεί το κόστος του όλου συστήματος. Εξετάζοντας διάφορες εναλλακτικές ως το αν και σε ποιες χώρες θα υπάρχουν αυτά τα κεντρικά σημεία μεταφόρτωσης (hubs) επιλεγούμε τα σημεία-σταθμούς που

α) έχουν μεγάλο μέγεθος συνολικού φορτίου και

β) το ποσοστό του συνολικού φορτίου που μεταφορτώνεται είναι υψηλό.

Η μελέτη καταλήγει στο ότι τα βέλτιστα κεντρικά σημεία βρίσκονται στην Γερμανία και στη Γαλλία, και χρήση τους μπορεί να φέρει αρκετά μεγάλη μείωση του συνολικού κόστους των σιδηροδρομικών μεταφορών προϊόντων στην Ευρώπη. Τα συμπεράσματα όπως τονίζουν οι συγγραφείς αφορούν μόνο την Ευρώπη, καθώς είναι η μόνη περιοχή στον πλανήτη που έχει τόσο πλήρες κι οργανωμένο σιδηροδρομικό δίκτυο που να επιτρέπει τέτοια θετικά αποτελέσματα.

Ο Νικόλαος Φώτης ορίζει καταρχάς τις συνδυασμένες μεταφορές ως οι μεταφορές προϊόντων στις οποίες χρησιμοποιείται πάνω από ένα μέσο, από τις οποίες στη συνέχεια επικεντρώνεται στον συνδυασμό πλοίου και τραίνου.<sup>[14]</sup> Όπως εξηγεί ο ερευνητής στις μεταφορές προϊόντων κυριαρχεί το εμπορευματοκιβώτιο (κοντέινερ), η τυποποίηση του οποίου το καθιστά ιδανικό για μεταφορά και αποθήκευση με διαφορετικά μέσα και σε ποικίλους χώρους. Η δε φορτοεκφόρτωση των κοντέινερ στα τρένα αποτελεί το βασικό θέμα που πραγματεύεται το άρθρο. Δημοφιλείς μέθοδοι είναι ο «κυλιόμενος αυτοκινητόδρομος» (RoLa), όπου οι

νταλίκες με τα κοντέινερ μεταφέρονται οι ίδιες με το τραίνο, το Roadrailer όπου ειδικές καρότσες νταλίκας λειτουργούν και ως βαγόνια, και η φόρτωση των εμπορευματοκιβωτίων με τράκτορες. Βασικό στοιχείο που θα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη στις μεταφορές με τραίνο στην Ευρώπη είναι το χαμηλό ύψος πολλών τούνελ του δικτύου, γεγονός που δεν επιτρέπει το μεγάλο ύψος των βαγονιών και φαινόμενα όπως φόρτωση ενός κοντέινερ πάνω σε άλλο, όπως συμβαίνει στην Αμερική.

Ο Ingo A. Hansen στην εργασία του «Automated shunting of rail container wagons in ports and terminal areas» μελετάει τις διατοπικές μεταφορές εμπορευματοκιβωτίων, και συγκεκριμένα τους παράγοντες που καθορίζουν την αποδοτικότητα των σιδηροδρομικών μεταφορών.<sup>[15]</sup> Διακρίνονται καταρχάς από τον ερευνητή δύο τρόποι λειτουργίας τερματικού. Ο ένας με τον συρμό να σταθμεύει μέσα στον τερματικό και ο δεύτερος με τον συρμό να αναχωρεί από τον τερματικό όταν ολοκληρωθεί η εκφόρτωση και να επανέρχεται μόνο για να φορτώσει, τρόπος πιο χρονοβόρος και απαιτητικός στην καταναλισκόμενη ενέργεια, αλλά και που απαιτεί λιγότερο χώρο. Ακόμα και η θέση του τερματικού είναι αντικείμενο προβληματισμού, με τη θέση μέσα στο λιμάνι πιο βολική ενώ η θέση κοντά στο λιμάνι να δίνει παραπάνω ευελιξία. Αλλά το βασικό προκείμενο του άρθρου είναι να βρεθεί ο βέλτιστος τρόπος ενδο - τερματικών μεταφορών. Η συνήθης περίπτωση των μικρών τραίνων “Cargo-Sprinter” συγκρίνεται με περιπτώσεις αυτοκινούμενων βαγονιών, είτε τηλεχειριζόμενων είτε με γραμμική μηχανή. Τα τελευταία παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα, αφού δεν χρειάζονται ούτε κανονικές μηχανές τραίνου ούτε και προσωπικό να τις χειριστεί, ενώ το γεγονός ότι τα αυτοκινούμενα βαγόνια βρίσκουν τη θέση τους στον μέσα τερματικό αποτελεσματικά και η σύνδεση τους στον συρμό είναι εύκολη σημαίνει ότι εξοικονομείται πολύς χρόνος. Το μειονέκτημα τους είναι το αρχικό κόστος επένδυσης. Μια μελέτη περίπτωσης εφαρμογής αυτοκινούμενων βαγονιών πατέντας του Ντελφτ στο λιμάνι του Ρόττερνταμ μειώνει τον χρόνο ενδο-τερματικής κίνησης κατά 30%, την ανάγκη μόνο δυο-τριών μεταμορφωτικών τροχιών και πολύ μικρό κενό διάστημα. Εξοικονόμηση χώρου και χρόνου που δείχνει ότι η χρήση των αυτοκινούμενων βαγονιών είναι οικονομικά συμφέρουσα.

#### **4.Χωροθέτηση των σιδηροδρομικών εγκαταστάσεων εντός λιμένα**

Στο κεφάλαιο αυτό μελετώνται: ο τρόπος χωροθέτησης των σιδηροδρομικών εγκαταστάσεων εντός των λιμένων στις διατροπικές μεταφορές, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των διαφορετικών διατάξεων χωροθέτησης και η εφαρμογή τους στον Ευρωπαϊκό χώρο.

Αρχικά ορίζονται και περιγράφονται οι διακριτές θέσεις στις οποίες μπορεί να εγκατασταθεί ένας τερματικός σιδηροδρομικός σταθμός εντός του λιμένα. Και παρατίθενται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της κάθε μιας, ενώ ακολουθεί και συγκριτικός πίνακας.

Παρατίθεται συγκεντρωτικός πίνακας με τους μεγαλύτερους Ευρωπαϊκούς λιμένες, ο οποίος περιέχει τα χαρακτηριστικά των λιμένων που σχετίζονται τόσο με το εξυπηρετούμενο φορτίο όσο και με την σιδηροδρομική τους σύνδεση. Στη συνέχεια γίνεται ταξινόμηση και ομαδοποίηση τους με βάση τα ανωτέρω χαρακτηριστικά. Επιπλέον γίνεται σύγκριση των διαφορετικών ομάδων και τέλος αναλύονται τα συμπεράσματα σχετικά με τον ρόλο που παίζει η σιδηροδρομική σύνδεση στους λιμένες.

Επιπλέον παρατίθενται λεπτομερείς εικόνες και σχεδιαγράμματα λιμένων με όλες τις πιθανές διατάξεις, καθώς και αξιολόγησή τους.

Αναλύεται περαιτέρω η τελευταία διάταξη «σύνδεση υπό την μορφή απομακρυσμένου από τον λιμένα χερσαίου χώρου συνδεδεμένου οργανωτικά με το λιμάνι» (inland port) και μελετάται η περίπτωση της σύνδεσης Ρότερνταμ – Ντούισμπουργκ.

Τέλος παρουσιάζονται και αναλύονται τα κριτήρια βάση των οποίων μπορεί να επιλεγεί σε έναν γνωστό λιμένα η προσφορότερη διάταξη της σιδηροδρομικής εγκατάστασης, ενώ ακολουθεί και έμπειρο σύστημα (expert system) που βοηθάει στην επιλογή της διάταξης.

#### 4.1. Εναλλακτικές Διατάξεις του σιδηροδρομικού σταθμού εντός της αποβάθρας

Η βέλτιστη διαμόρφωση των λιμένων στις συνδυασμένες μεταφορές είναι ένα ζήτημα υψηλής σημασίας. Οι αρχές των μεγαλύτερων λιμένων φέρονται να συμφωνούν, ότι η διαθεσιμότητα τεχνολογίας αιχμής στη σύνδεση των πλοίων με τα χερσαία μέσα μεταφοράς είναι στοιχείο κλειδί όσον αφορά στην επιβίωσή τους στην ανταγωνιστική αγορά των διατροπικών μεταφορών (Asaf A. <sup>[3]</sup>)

Σιδηροδρομική αποβάθρα στις συνδυασμένες μεταφορές (intermodal Yard) είναι ο χώρος όπου τα εμπορευματοκιβώτια φορτώνονται και εκφορτώνονται στους/από τους συρμούς των τραινών. Ο χώρος αποτελείται από τις ράγες όπου σταματάει ο συρμός και τους γεραμούς που φορτώνουν τα εμπορευματοκιβώτια σε αυτόν.

Ο σχεδιασμός και η τοποθεσία της αποβάθρας αυτής μέσα (ή ακόμα και έξω από το λιμάνι) επηρεάζεται από δύο βασικούς αλλά αντικρουόμενους μεταξύ τους παράγοντες.

- Πρώτον η θέση της αποβάθρας να είναι όσο πιο κοντά γίνεται στο λιμάνι και στο σημείο φόρτωσης/εκφόρτωσης από τα πλοία, ώστε οι χρόνοι μεταφοράς από το πλοίο στο τρένο να είναι οι μικρότεροι δυνατοί και το κόστος της σύνδεσης αυτής να περιορίζεται στο ελάχιστο.
- Δεύτερον η σύνδεση πλοίου - τρένου καταλαμβάνει ζωτικής σημασίας για τις αρχές του λιμένα έκταση.

Βασικό κριτήριο με βάση το οποίο αποφασίζεται η τοποθεσία του σιδηροδρομικού τερματικού σταθμού είναι η παραγωγικότητα της έκτασης της θαλάσσιας πλευράς<sup>[3]</sup>. Η παραγωγικότητα αυτή μπορεί να μετρηθεί με διάφορους τρόπους, αλλά η βασική της έννοια συνίσταται στο πόσο φορτίο εξυπηρετείται ανά μονάδα χρόνου από μία μονάδα χώρου (παραδείγματος χάρη πόσα εμπορευματοκιβώτια εξυπηρετεί σε ένα έτος ένα τετραγωνικό μέτρο προσωρινού αποθηκευτικού χώρου).

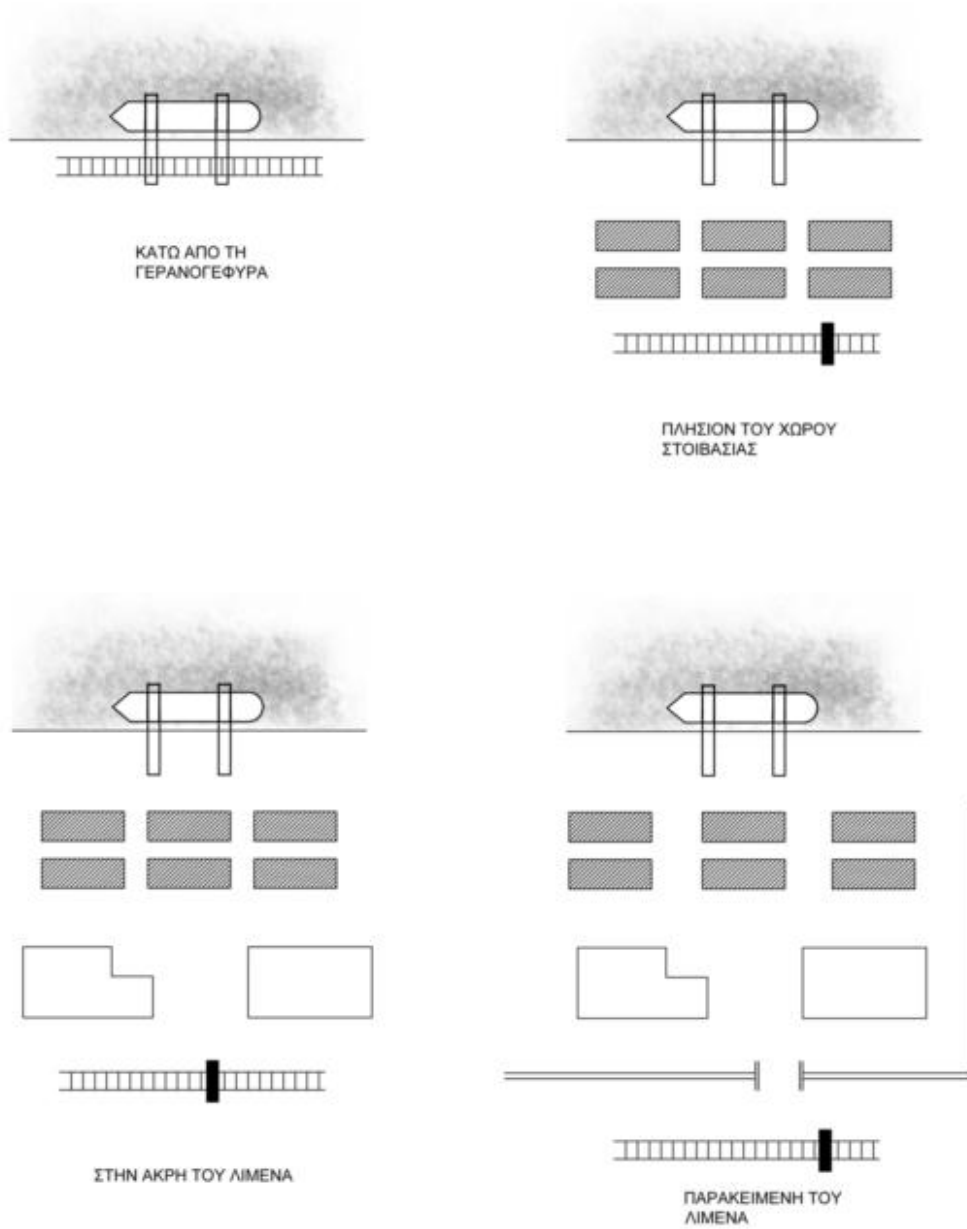


Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση της αποβάθρας είναι οι γεω-τοπολογικές συνθήκες του λιμένα (διαθεσιμότητα γης, στενότητα χώρου κλπ) καθώς και ο προσανατολισμός των υπηρεσιών του (εξυπηρέτηση κοντέινερ, χύδην κλπ).

Τα κόστη μεταξύ των εναλλακτικών σχεδιασμών τοποθέτησης της σιδηροδρομικής εγκατάστασης σε σχέση με την απόστασή τους από το κρηπίδωμα είναι συγκρίσιμα και ο τελικός θετικός ή αρνητικός ισολογισμός εξαρτάται από τους παραπάνω παράγοντες. Τερματικός σταθμός κοντά στην προκυμαία σημαίνει εκτός των άλλων αυξημένα κόστη για τη σύνδεση του σιδηρόδρομου με την προκυμαία, ενώ τερματικός σταθμός μακριά από την προκυμαία προϋποθέτει μεγάλο κόστος μεταφοράς (drayage cost) ως τον συρμό (Asaf A. <sup>[3]</sup>).

Προκειμένου λοιπόν οι αρχές των λιμένων να ελαχιστοποιήσουν το προκύπτον κόστος, ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους για τον κάθε λιμένα κατασκευάζουν τους τερματικούς σταθμούς σε διαφορετικές αποστάσεις από την προκυμαία. Οι διατάξεις αυτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Σιδηροδρομική γραμμή κάτω από την γερανογέφυρα
- Σιδηροδρομική εγκατάσταση εντός του χώρου στοιβασίας εμπορευματοκιβωτίων
- Σιδηροδρομική εγκατάσταση σε επαφή με όριο του λιμένα
- Ανεξάρτητη σιδηροδρομική εγκατάσταση πλησίον του λιμένα
- Ανεξάρτητη σιδηροδρομική εγκατάσταση σε μεγάλη απόσταση από τον λιμένα



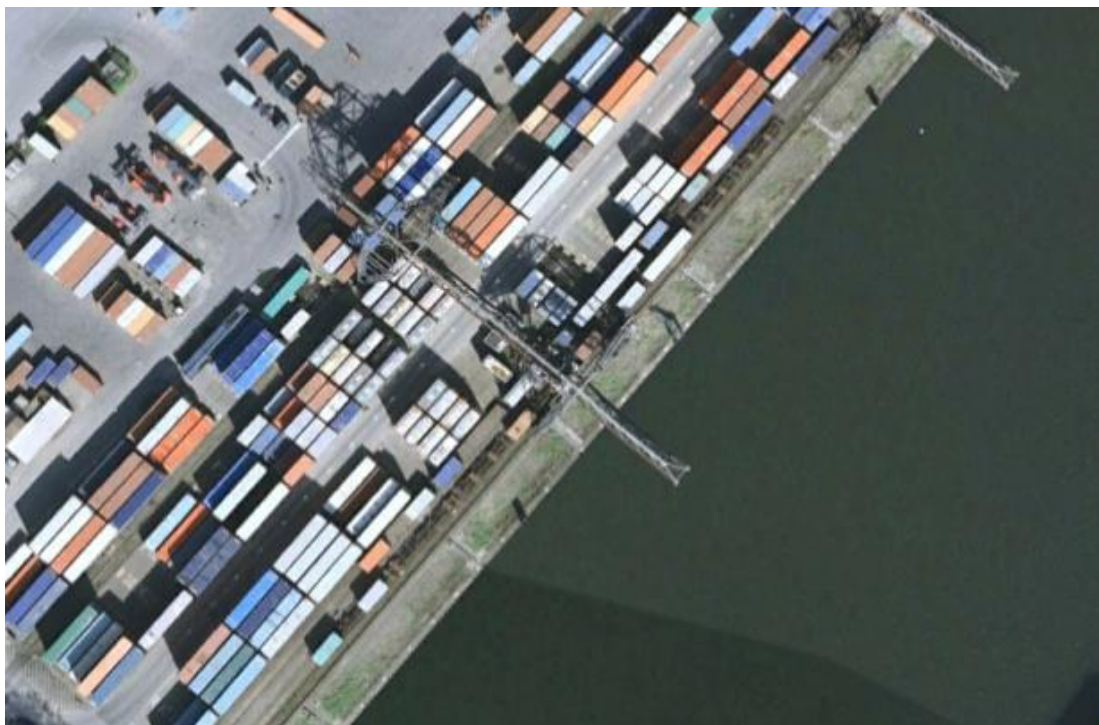
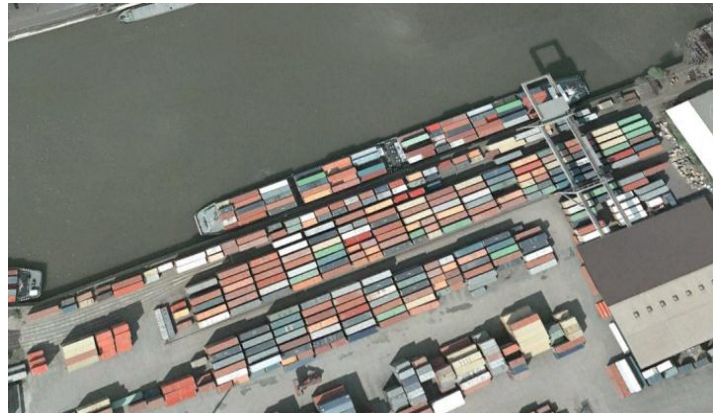
Εικόνα 14: Σχεδιάγραμμα διατάξεων σιδηροδρομικής εγκατάστασης εντός λιμένα

#### **4.1.1 Σιδηροδρομική γραμμή κάτω από την γερανογέφυρα**

Στην διάταξη αυτή οι σιδηροδρομικές τροχιές ευρίσκονται κάτω από τα σκέλη των γερανογεφυρών που εξυπηρετούν το πλοίο. Ο συρμός μετακινείται συνεχώς ώστε κάθε φορά να βρεθεί στο σημείο φόρτωσης/εκφόρτωσης η επόμενη φορτάμαξα. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείτο παλαιότερα σε πολλούς λιμένες διακίνησης γενικού και χύδην φορτίου, όπως προκύπτει από αναφορές στην βιβλιογραφία <sup>[1], [3]</sup> αλλά και από την ύπαρξη παλιών (εγκαταλελειμμένων σήμερα) σιδηροτροχιών σε λιμάνια. Η διάταξη αυτή έχει σήμερα εφαρμογή σε περιπτώσεις διακίνησης χύδην φορτίων (βλ. Εικόνα 15) όχι όμως και εμπορευματοκιβωτίων. Εξαίρεση αποτελούν ορισμένοι χερσαίοι λιμένες (Φρανκφούρτη, Ντίσελντορφ, Ντούισμπουργκ, Μάνχαϊμ κ.ά.) καθώς και ο λιμένας του Μπρυζ στο Βέλγιο όπου υπάρχει σε λειτουργία ένας προβλήτας με την διάταξη αυτή (Εικόνα 40). Σημειώνεται ότι στον δεύτερο μεγαλύτερο προβλήτα του ίδιου λιμένα χρησιμοποιείται η διάταξη «σιδ. εγκατάσταση εντός του χώρου στοιβασίας». Αυτό σημαίνει ότι όσο μεγάλο φορτίο κι αν έχουν τα λιμάνια, ακόμα και το «πιο σιδηροδρομικό» λιμάνι του Αμβούργου με 30% μεταφορά με τραίνο, η ζήτηση δεν είναι τόσο μεγάλη ώστε να δικαιολογεί την χρήση τόσο κοντινής στο πλοίο γης.

Μεγάλο πλεονέκτημα της διάταξης αυτής είναι η ταχύτητα που προσφέρει, καθώς η μεταφορά των εμπορευματοκιβωτίων από το πλοίο στο τραίνο είναι άμεση, και ο χρόνος μεταφοράς είναι ελάχιστος.

Βασικό μειονέκτημα αυτής της διάταξης είναι η ανάγκη για συγχρονισμό των δρομολογίων πλοίων και τρενών. Ένας σιδηροδρομικός συρμός μεταφέρει 50 με 80 TEU's, ενώ ένα μέσο πλοίο μεταφοράς κοντέινερ έχει χωρητικότητα 5000 TEU's. Αν σε έναν τερματικό λιμένα εκφορτωθούν τα 3000 TEU's και ο λιμένας αυτός έχει ποσοστό σιδηροδρομικής μεταφερόμενου φόρτου κοντά στο 10%, θα δημιουργηθούν σιδηροδρομικές μεταφορικές ανάγκες για 300 TEU's, δηλαδή για πέντε τουλάχιστον συρμούς. Ο αριθμός των συρμών που πρέπει να είναι άμεσα διαθέσιμοι για την εκφόρτωση του πλοίου είναι πολύ μεγαλύτερος όταν τα εμπορευματοκιβώτια που εκφορτώνονται έχουν διαφορετικούς προορισμούς.



Εικόνα 15: Σύνδεση «κάτω από την γερανογέφυρα», στο λιμένα της Νέας Ορλεάνης (επάνω αριστερά, συρμός χύδην φορτίου)<sup>[26]</sup> και στους χερσαίους λιμένες του Ντούισμπουργκ, (πάνω δεξιά), του Ντίσελντορφ (στο μέσο) και της Φρανκφούρτης (κάτω)

Ένα ακόμα σημαντικό μειονέκτημα έγκειται στο γεγονός ότι ο συρμός δεν μπορεί να αναχωρήσει φορτωμένος με λιγότερα από 50 TEU's, καθώς δεν είναι οικονομικά ανταποδοτικό. Κατά συνέπεια αν από την εκφόρτωση ενός πλοίου ο συρμός προς έναν συγκεκριμένο προορισμό δεν έχει τον απαιτούμενο ελάχιστο φόρτο θα πρέπει να φορτωθεί εμπορευματοκιβώτια και από άλλα πλοία. Αν δε τα πλοία αυτά δεν έχουν παραβάλλει ακόμα στον λιμένα, ο συρμός θα πρέπει να τα περιμένει. Υπάρχει επομένως ανάγκη για την προοργάνωση των πλάνων φόρτωσης εμπορευματοκιβωτίων καθώς και για τον συγχρονισμό των δρομολογίων των συρμών και των πλοίων (αναλυτική παρουσίαση του προβλήματος αυτού γίνεται στο Κεφάλαιο 4.5). Άλλα σημαντικά μειονεκτήματα της διάταξης αυτής είναι η χρήση πολύτιμου για καθαρά ναυτιλιακές εργασίες κρηπιδώματος και η ενέργεια που ξοδεύεται από τον συρμό για τη συνεχή επιτάχυνση-επιβράδυνση. (για τους τύπους υπολογισμού της καταναλώμενης ενέργειας βλ. Παράρτημα Γ). Επίσης υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των γερανογεφυρών που χρησιμοποιούνται για την φόρτωση των συρμών οι οποίες ταυτίζονται στη διάταξη αυτή με τις γερανογέφυρες κρηπιδώματος, καθώς οι τελευταίες μπορούν να είναι μέχρι τρεις. Τέλος, λόγω των διαστάσεων της γερανογέφυρας κρηπιδώματος περιορίζεται ο αριθμός των παράλληλων σιδηροτροχιών που περνάνε κάτω από αυτήν.

#### **4.1.2 Σιδηροδρομική εγκατάσταση εντός του χώρου στοιβασίας εμπορευματοκιβωτίων**

Στην διάταξη αυτή υπάρχει προσωρινός αποθηκευτικός χώρος για τα εμπορευματοκιβώτια πλησίον των γερανογεφυρών, με την σιδηροδρομική αποβάθρα να βρίσκεται δίπλα στον χώρο αυτόν. Τα εμπορευματοκιβώτια μετά από την εκφόρτωσή τους από τα πλοία μεταφέρονται με ειδικά οχήματα στους χώρους αποθήκευσης για στοιβασία. Από εκεί μεταφέρονται πάλι με ειδικά οχήματα στην αποβάθρα, όπου μέσω των ειδικών γερανών φορτώνονται στους συρμούς. Η διάταξη αυτή σήμερα εφαρμόζεται από τα μεγαλύτερα Ευρωπαϊκά λιμάνια, και



γενικά είναι η συνήθης διάταξη για τα μεγάλα σε μεταφερόμενο φόρτο λιμάνια της βόρειας Ευρώπης (της έκτασης από Αμβούργο ως Χάβρη).



**Εικόνα 17: Διάταξη «πλησίον του χώρου στοιβασίας» στον λιμένα του Αμβούργου**

Η διάταξη αυτή μπορεί να έχει ευθύγραμμο κρηπίδωμα, όπως το Αμβούργο της εικόνας 17, είτε τραπεζοειδές κρηπίδωμα, όπως ο λιμένας της Θεσσαλονίκης στην εικόνα 18. Η δεύτερη περίπτωση δημιουργεί το πρόβλημα του περιορισμού των χώρων στοιβασίας, αφού ο χώρος του τραπεζίου είναι εξ αρχής μικρός, και μειώνεται περαιτέρω με την ύπαρξη της σιδηροδρομικής εγκατάστασης.



**Εικόνα18: Διάταξη «πλησίον του χώρου στοιβασίας στον λιμένα της Θεσσαλονίκης**

Στην διάταξη αυτή για την μεταφορά των εμπορευματοκιβωτίων από τη γερανογέφυρα κρηπιδώματος ως την σιδηροδρομική εγκατάσταση χρησιμοποιούνται ειδικά οχήματα. Μια κατηγορία τέτοιων οχημάτων είναι τα αυτοκινούμενα, των οποίων η χρήση από τους μεγάλους ευρωπαϊκούς λιμένες συνεχώς αυξάνεται (βλ. Κεφ. 2.3.2)

Η ύπαρξη του αποθηκευτικού χώρου αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα σε σχέση με την προηγούμενη διάταξη, καθώς δε χρειάζεται πλέον συγχρονισμός των δρομολογίων τρένων και πλοίων, τα εκφορτωμένα εμπορευματοκιβώτια αποθηκεύονται προσωρινά στους χώρους στοιβασίας έως ότου προσέλθει στη σιδηροδρομική εγκατάσταση ο κατάλληλος συρμός. Επίσης, αντίθετα με την προηγούμενη διάταξη δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των γερανογεφυρών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη σιδηροδρομική εγκατάσταση, αν και στην πράξη χρησιμοποιούνται μέχρι τέσσερις. Συγκριτικά με τις ακόλουθες διατάξεις δε η απόσταση μεταφοράς των εμπορευματοκιβωτίων από το πλοίο στο τρένο είναι μικρή, οπότε και ο χρόνος μεταφοράς είναι μικρός.

Στα μειονεκτήματα της διάταξης αυτής σε σχέση με την προηγούμενη περιλαμβάνεται το γεγονός ότι είναι αναγκαία η αγορά και η συντήρηση οχημάτων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, για τη μεταφορά από το κρηπίδωμα στους

χώρους στοιβασίας και τη σιδηροδρομική εγκατάσταση. Επίσης, στην περίπτωση που το κρηπίδωμα είναι τραπεζοειδούς μορφής, υπάρχει περιορισμός του μήκους της σιδηροδρομικής εγκατάστασης, ανάλογα με τις γεωμετρικές διαστάσεις του κρηπιδώματος (όπως φαίνεται και στην εικόνα 18 στον λιμένα της Θεσσαλονίκης)

#### **4.1.3 Σιδηροδρομική εγκατάσταση σε επαφή με όριο του λιμένα**

Στην διάταξη αυτή οι αποθηκευτικοί χώροι για τα κοντέινερ βρίσκονται όπως και στην προηγούμενη διάταξη κοντά στις γερανογέφυρες των πλοίων, όμως η σιδηροδρομική αποβάθρα βρίσκεται πιο μακριά. Διαφοροποιητικός παράγοντας μεταξύ της διάταξης «Στην άκρη του λιμένα» και της διάταξης «Πλησίον του χώρου στοιβασίας» δεν είναι τόσο η απόσταση, η οποία απλώς δημιουργεί υποκατηγορίες (κοντινή σύνδεση «Πλησίον του χώρου στοιβασίας» και μακρινή σύνδεση «Πλησίον του χώρου στοιβασίας»). Διαφοροποιητικός παράγοντας είναι η ύπαρξη παρεμβαλλόμενου χώρου όπου πραγματοποιείται άλλη εργασία. Με αυτό τον τρόπο έχουμε δύο διακριτές περιοχές,

α) την περιοχή κοντά στο κρηπίδωμα όπου γίνεται η φορτοεκφόρτωση και η μεταφορά στους αποθηκευτικούς χώρους. Στην περιοχή αυτή τα ειδικά οχήματα έχουν την απόλυτη προτεραιότητα,

β) την περιοχή μακριά από το κρηπίδωμα όπου βρίσκεται η σιδηροδρομική εγκατάσταση, όπου γίνονται κι άλλες εργασίες και το ειδικό όχημα πρέπει να κινείται με μικρότερη ταχύτητα.. Σε πολλές περιπτώσεις αλλάζει και το υλικό του δαπέδου (Φέλιξστοου, Βαρκελώνη, Βαλένθια).

Αρκετές φορές στην σιδηροδρομική εγκατάσταση υπάρχουν διακριτοί αποθηκευτικοί χώροι εμπορευματοκιβωτίων (μικρότεροι σαφώς από τους κανονικούς) όπου μεταφέρονται τα εμπορευματοκιβώτια από τους κανονικούς χώρους και στη συνέχεια γίνεται ο χειρισμός τους.

Αυτή η διάταξη είναι πιο συχνή στα Μεσογειακά λιμάνια. Επίσης σε βορειοευρωπαϊκά λιμάνια όπου χρησιμοποιείται η «Πλησίον του χώρου



στοιβασίας» σύνδεση υπάρχουν αποθηκευτικοί χώροι, για τους οποίους οι σιδηροδρομικές αποβάθρες βρίσκονται σε θέση «Στην άκρη του λιμένα» .

Ειδικά οχήματα χρησιμοποιούνται για την μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων από τις γερανογέφυρες του κρηπιδώματος στη σιδηροδρομική εγκατάσταση ομοίως με την προηγούμενη διάταξη.

Στα πλεονεκτήματα της διάταξης αυτής περιλαμβάνεται το γεγονός ότι δεν υπάρχει περιορισμός στον μέγιστο αριθμό παράλληλων σειρών κάτω από τη γερανογέφυρα, ούτε στο μήκος σιδηροτροχιών συρμού στη σιδηροδρομική εγκατάσταση (το οποίο μήκος μπορεί να φτάσει τα 750 μέτρα, το μέγιστο μήκος συρμού στην Ευρώπη). Το ίδιο ισχύει και για τον αριθμό των γερανογεφυρών στη σιδηροδρομική εγκατάσταση

Σημαντικό μειονέκτημα στη διάταξη αυτή είναι η μεγαλύτερη σε σχέση με τις προηγούμενες διατάξεις απόσταση από το κρηπίδωμα και τους χώρους στοιβασίας ως τη σιδηροδρομική εγκατάσταση, καθώς και οι παρεμβαλλόμενοι χώροι εργασίας, στους οποίους το ειδικό όχημα μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων θα πρέπει να ελαττώνει την ταχύτητά του. Αυτά μεταφράζονται σε μεγαλύτερο χρόνο μεταφοράς των εμπορευματοκιβωτίων από το πλοίο στο τρένο, σε σχέση με τις προηγούμενες διατάξεις. Επίσης, όπως στην προηγούμενη διάταξη, είναι αναγκαία η αγορά και η συντήρηση οχημάτων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, για τη μεταφορά των εμπορευματοκιβωτίων από το κρηπίδωμα στους χώρους στοιβασίας και τη σιδηροδρομική εγκατάσταση.

#### **4.1.4    *Ανεξάρτητη σιδηροδρομική εγκατάσταση πλησίον του λιμένα***

Παρόμοια με την προηγούμενη διάταξη, με διακριτούς, απομακρυσμένους και με παρεμβαλλόμενο στο μεταξύ τους διάστημα χώρο άλλων εργασιών, τους χώρους αποθήκευσης και την σιδηροδρομική αποβάθρα.

Στα πλεονεκτήματα αυτής της διάταξης περιλαμβάνεται ο μεγάλος αριθμός παράλληλων σιδηροτροχιών που περνούν κάτω από τη γερανογέφυρα, καθώς δεν υπάρχουν πλέον οι περιορισμοί που δημιουργούσε στην πρώτη διάταξη η γερανογέφυρα κρηπιδώματος. Επίσης το μήκος των σιδηροτροχιών στη σιδηροδρομική εγκατάσταση, εφόσον δεν επηρεάζονται πλέον από τις τοπογραφικές ιδιομορφίες του κρηπιδώματος (κρηπίδωμα τραπεζοειδούς μορφής), μπορεί να φτάσει το μέγιστο μήκος συρμού στην Ευρώπη (τα 750 μέτρα). Το βασικότερο πλεονέκτημα της διάταξης αυτής όμως είναι το γεγονός ότι, εφόσον η σιδηροδρομική εγκατάσταση είναι εκτός λιμένα, έχει τη δυνατότητα να εξυπηρετεί εμπορευματοκιβώτια που δεν προέρχονται από τον λιμένα. Έτσι αυξάνεται η συχνότητα δρομολογίων τα οποία καθυστερούσαν μέχρι να συμπληρωθεί ο ελάχιστος αριθμός εμπορευματοκιβωτίων, ο οποίος πλέον συμπληρώνεται ταχύτερα από τα ε/κ εκτός λιμένα.

Στα μειονεκτήματα της διάταξης αυτής περιλαμβάνονται η μεγαλύτερη σε σχέση με τις προηγούμενες διατάξεις απόσταση από το κρηπίδωμα και τους χώρους στοιβασίας ως τη σιδηροδρομική εγκατάσταση, καθώς και οι παρεμβαλλόμενοι χώροι εργασίας, στους οποίους το ειδικό όχημα μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων θα πρέπει να ελαττώνει την ταχύτητά του, αυξάνοντας τον συνολικό χρόνο μεταφοράς από το πλοίο στο τραίνο. Επίσης υπάρχει, όπως και στις δύο προηγούμενες διατάξεις, το κόστος αγοράς και συντήρησης των ειδικών οχημάτων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, ενώ πρόσθετο πλεονέκτημα της διάταξης αυτής σε σχέση με τις προηγούμενες είναι η ανάγκη αγοράς έκτασης εκτός λιμένα για τη δημιουργία της σιδηροδρομικής εγκατάστασης.

#### **4.1.5 Ανεξάρτητη σιδηροδρομική εγκατάσταση απομακρυσμένη από τον λιμένα**

Σε αυτή την τελευταία διάταξη δεν υπάρχει σιδηροδρομική εγκατάσταση εντός λιμένα, και για τη μεταφορά των εμπορευματοκιβωτίων από τους χώρους προσωρινής αποθήκευσης διασχίζονται περιοχές εκτός του λιμένα.

Η διάταξη αυτή έχει δύο βασικά πλεονεκτήματα. Πρώτον είναι το γεγονός ότι υπάρχει πλέον η δυνατότητα εξυπηρέτησης από την σιδηροδρομική εγκατάσταση

εμπορευματοκιβωτίων από άλλες περιοχές (όχι μόνο όσων εκφορτώνονται από τα πλοία στον λιμένα) με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο συνολικός φόρτος των ε/κ που χρησιμοποιούνται και να αυξάνεται η συχνότητα δρομολογίων τα οποία καθυστερούσαν μέχρι να συμπληρωθεί ο ελάχιστος αριθμός εμπορευματοκιβωτίων. Δεύτερον, στην περίπτωση αυτή δε χρειάζεται αγορά έκτασης ούτε κατασκευή της σιδηροδρομικής εγκατάστασης, καθώς χρησιμοποιείται μια ήδη υπάρχουσα, μειώνοντας έτσι τα κόστη σημαντικά σε σχέση με τις προηγούμενες διατάξεις.

Το βασικό μειονέκτημα είναι η πολύ μεγάλη απόσταση της σιδηροδρομικής εγκατάστασης από τον λιμένα, κάτι που συνεπάγεται πολύ μεγάλο χρόνο μεταφοράς των εμπορευματοκιβωτίων από το πλοίο στο τραίνο.

#### **4.1.6 Επί μέρους συμπεράσματα**

Κατηγοριοποιώντας τα ευρωπαϊκά λιμάνια, συμπεραίνουμε ότι η σύνδεση «Πλησίον του χώρου στοιβασίας», η δεύτερη πιο άμεση σύνδεση, χρησιμοποιείται από τα βόρεια λιμάνια, τα οποία όπως δείχνει και ο Πίνακας 1 διακινούν μεγάλο ποσοστό του φορτίου τους με σιδηρόδρομο. Τα νότια λιμάνια από την άλλη έχουν πιο μακρινή σύνδεση, «Στην άκρη του λιμένα» ή πιο μακρινή, ενώ παράλληλα έχουν και μικρότερο ποσοστό διακινούμενων με σιδηρόδρομο εμπορευματοκιβωτίων.

Με βάση αυτή την κατηγοριοποίηση μπορούμε να πούμε ότι όσο πιο μεγάλο είναι το ποσοστό των TEU's που κινούνται με σιδηρόδρομο τόσο μεγαλύτερη παραγωγικότητα έχει μια σιδηροδρομική αποβάθρα κοντά στις γερανογέφυρες εκφόρτωσης των πλοίων, για αυτό και προτιμάται. Παρόλα αυτά η διάταξη «Κάτω από την γερανογέφυρα» δεν χρησιμοποιείται παρά σε ένα λιμάνι (στο Μπρυζ), και εκεί δευτερευόντως, με τις περισσότερες αποβάθρες να χρησιμοποιούν διάταξη «Πλησίον του χώρου στοιβασίας». Αυτό σημαίνει ότι όσο μεγάλο φορτίο κι αν έχουν τα λιμάνια, ακόμα και το «πιο σιδηροδρομικό» λιμάνι του Αμβούργου με 30% μεταφορά με τραίνο, η ζήτηση δεν είναι τόσο μεγάλη ώστε να δικαιολογεί την χρήση τόσο κοντινής στο πλοίο έκτασης.

Πίνακας 1: Συγκριτικός Πίνακας εναλλακτικών διατάξεων

		1. κάτω από την γερανογέφυρα	2. πλησίον του χώρου στοιβασίας	3. σε επαφή με το όριο του λιμένα	4. πλησίον του λιμένα	5. απομακρυσμένη
1.Κόστος	1.Κόστος γης χώρων στοιβασίας	δεν υπάρχουν χώροι στοιβασίας, μηδενικό κόστος	κοντά στο κρηπίδωμα, μεγάλο κόστος	κοντά στο κρηπίδωμα, μεγάλο κόστος	κοντά στο κρηπίδωμα, μεγάλο κόστος	κοντά στο κρηπίδωμα, μεγάλο κόστος
	2.Κόστος εγκατάστασης σιδηροδρομικής γραμμής εντός λιμένα	μεγάλο	μεγάλο	μεσαίο	μικρό	μηδενικό
	3.Κατανάλωση ενέργειας από κίνηση του συρμού κατά την φόρτωση	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
	4.Ανάγκη οχημάτων μεταφοράς ε/κ εντός λιμένα	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
2.Χρόνος μεταφοράς από πλοίο σε τρένο		άμεση μεταφορά, ελάχιστος χρόνος	μικρός	μεσαίος	μεσαίος-μεγάλος	πολύ μεγάλος
3.Ανάγκη συγχρονισμού των δρομολογίων των τρένων		Ανάγκη ύπαρξης σημαντικού αριθμού διαθέσιμων συρμών (πχ 5) κατά την εκφόρτωση του πλοίου	Δεν χρειάζονται άμεσα διαθέσιμοι συρμοί, τα ε/κ μπορούν να αποθηκευτούν στους χώρους στοιβασίας	Δεν χρειάζονται άμεσα διαθέσιμοι συρμοί, τα ε/κ μπορούν να αποθηκευτούν στους χώρους στοιβασίας	Δεν χρειάζονται άμεσα διαθέσιμοι συρμοί, τα ε/κ μπορούν να αποθηκευτούν στους χώρους στοιβασίας	Δεν χρειάζονται άμεσα διαθέσιμοι συρμοί, τα ε/κ μπορούν να αποθηκευτούν στους χώρους στοιβασίας
4.Χρήση γερανογεφυρών στη σιδηροδρομική εγκατάσταση		Πάντα	Κόπερ Ραβένα Τάραντας Μπρέμερχαβεν Αμβούργο Ρότερνταμ Αμβέρσα Ζεεμπρτζ	Γένοβα Τζόια Τάουρο Φέλιξστουη Βαρκελώνη	Σαουθάμπτον	Ποτέ
5.Χρήση οχημάτων εμπρόσθιας στοιβασίας (reach stacker) στη γερανογέφυρα		Ποτέ	Αγία Πετρούπολη Τερνέστη Λα Σπέτσια Χάβρη Μασσαλία	Βενετία Βαλένθια		Ποτέ
6.Αριθμός γερανογεφυρών στην σιδ.εγκατάσταση		μόνο οι γερανογέφυρες εκφόρτωσης των πλοίων (2-3)	Κόπερ 1 Ραβένα 1 Τάραντας 2 Μπρέμερχαβεν 4 Αμβούργο(1-4) 4 Ρότερνταμ(1,2) 2 Αμβέρσα(1) 3 Αμβέρσα(2) 1 Αμβέρσα(3) 2 Ζεεμπρτζ(1) 2	Γένοβα 4 Τζόια Τάουρο 2 Φέλιξστουη 4 Βαρκελώνη 1	Σαουθάμπτον 2	
7.Αριθμός παράλληλων συρμών κάτω από γερανογέφυρα		περιορίζεται από το μέγεθος της γερανογέφυρας κρηπίδωματος (6 στο Ζεεμπρτζ)	Κόπερ 2 Ραβένα 5 Τάραντας 5 Μπρέμερχαβεν 6 Αμβούργο(1,3,4) 7 Αμβούργο(2) 6 Ρότερνταμ(2) 4 Ρότερνταμ(1) 7 Αμβέρσα(1,3) 4 Αμβέρσα(2) 6 Ζεεμπρτζ(1) 3	Γένοβα 3 Τζόια Τάουρο 3 Φέλιξστουη 4 Βαρκελώνη 6	Σαουθάμπτον 5	
8.Απαιτήση οργάνωσης και συγχρονισμού των εργασιών		Ελάχιστος χώρος, μεγάλη ανάγκη για οργάνωση	Μικρός χώρος, μεταφορά ε/κ με ειδικά οχήματα, μεγάλη ανάγκη για οργάνωση	Μεσαίος χώρος, μεταφορά ε/κ με ειδικά οχήματα, μεσαία ανάγκη για οργάνωση	Μεγάλος χώρος, μεταφορά ε/κ με ειδικά οχήματα, μικρή ανάγκη για οργάνωση	Ελάχιστη ανάγκη για οργάνωση

Η πρώτη συνιστώσα του κριτηρίου 1 αξιολογεί το κόστος της γης που χρειάζεται να αγοραστεί προκειμένου να τοποθετηθούν οι χώροι στοιβασίας. Στην πρώτη διάταξη δεν χρειάζονται χώροι στοιβασίας, οπότε το συγκεκριμένο κόστος είναι μηδενικό. Στις υπόλοιπες διατάξεις, όποια και αν είναι η τοποθεσία της σιδηροδρομικής εγκατάστασης οι χώροι στοιβασίας βρίσκονται κοντά στις γερανογέφυρες κρηπιδώματος, οπότε το κόστος είναι το ίδιο.

Η δεύτερη συνιστώσα του κριτηρίου 1 αξιολογεί το κόστος της εγκατάστασης της σιδηροδρομικής γραμμής εντός λιμένα. Αυτό περιλαμβάνει το κόστος απαλλοτρίωσης των εκτάσεων από όπου θα περάσει η σιδηροδρομική γραμμή για να φθάσει στον λιμένα (κόστος που είναι παρόμοιο στις 4 πρώτες διατάξεις), το κόστος των υλικών και των εργασιών εγκατάστασης των σιδηροτροχιών καθώς και το κόστος της έκτασης εντός λιμένα που χρησιμοποιείται για την εγκατάσταση της σιδηροδρομικής γραμμής. Όσο πιο κοντά φθάνουν οι γραμμές στο κρηπίδωμα τόσο μεγαλύτερο το κόστος (μεγαλύτερη έκταση και περισσότερη εργασία), με τις δύο πρώτες διατάξεις να έχουν παρόμοιο κόστος το οποίο μειώνεται στις επόμενες διατάξεις. Για την απομακρυσμένη σιδηροδρομική εγκατάσταση το κόστος αυτό είναι μηδενικό.

Η τρίτη συνιστώσα του κριτηρίου 1 εξετάζει το κόστος της κατανάλωσης ενέργειας από την κίνηση του συρμού κατά την φόρτωση/εκφόρτωση. Στην πρώτη διάταξη ο συρμός πρέπει συνεχώς να επιταχύνει και να επιβραδύνει, ώστε να βρεθούν οι άδειες φορτάμαξες κάτω από τις γερανογέφυρες κρηπιδώματος, κίνηση κατά την οποία καταναλώνεται ενέργεια και κατά συνέπεια υπάρχει κόστος. Στις υπόλοιπες διατάξεις ο συρμός μπορεί να μείνει ακίνητος κατά την φόρτωση/εκφόρτωση, άρα τέτοιο κόστος δεν υπάρχει.

Η τέταρτη συνιστώσα του κριτηρίου 1 εξετάζει το κόστος αγοράς ειδικών οχημάτων μεταφοράς των εμπορευματοκιβωτίων από τις γερανογέφυρες κρηπιδώματος στους χώρους στοιβασίας και στη σιδηροδρομική εγκατάσταση. Στην πρώτη διάταξη η μεταφορά γίνεται άμεσα μέσω της γερανογέφυρας από το πλοίο στο τραίνο, οπότε δεν υπάρχει ανάγκη ειδικών οχημάτων και το κόστος αυτό είναι

μηδενικό. Στις υπόλοιπες διατάξεις υπάρχει ανάγκη για τέτοια οχήματα, άρα το κόστος αγοράς τους είναι υπαρκτό.

Το κριτήριο 2 εξετάζει τον χρόνο μεταφοράς των εμπορευματοκιβωτίων από το πλοίο στον συρμό. Στην πρώτη διάταξη η μεταφορά γίνεται άμεσα, για αυτό και ο χρόνος είναι ελάχιστος. Στις υπόλοιπες διατάξεις τα εμπορευματοκιβώτια μεταφέρονται από το πλοίο στους χώρους στοιβασίας και από εκεί στον συρμό με ειδικά οχήματα, οπότε ο χρόνος μεταφοράς εξαρτάται από την απόσταση των χώρων στοιβασίας από την σιδηροδρομική εγκατάσταση, καθώς και από την ύπαρξη παρεμβαλλόμενων χώρων όπου πραγματοποιούνται διαφορετικής φύσεως εργασίες. Έτσι στην δεύτερη διάταξη όπου ο χώρος στοιβασίας και η σιδηροδρομική εγκατάσταση είναι κοντά ο χρόνος μεταφοράς είναι μικρός. Στην τρίτη διάταξη όπου η απόσταση χώρων στοιβασίας και σιδηροδρομικής εγκατάστασης είναι μεγαλύτερη, και παρεμβάλλονται χώροι διαφορετικών εργασιών, διασχίζοντας τους οποίους το ειδικό όχημα μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων θα πρέπει να ελαττώσει ταχύτητα, ο χρόνος μεταφοράς είναι μεσαίος. Στην τέταρτη διάταξη η απόσταση αυξάνεται, οπότε και ο χρόνος μεταφοράς είναι μεγαλύτερος, μεσαίος προς μεγάλος. Στην πέμπτη διάταξη η απόσταση της σιδηροδρομικής εγκατάστασης από τον λιμένα είναι μεγάλη, οπότε ο χρόνος μεταφοράς είναι πολύ μεγάλος.

Το κριτήριο 3 εξετάζει το αν θα πρέπει αν υπάρχει συγχρονισμός των δρομολογίων των τρενών προκειμένου να μην υπάρχουν καθυστερήσεις. Ένα πλοίο μεταφοράς κοντέινερ μπορεί να έχει χωρητικότητα ως 15.000 TEU's, εδώ θα θεωρηθεί ένα μέσο πλοίο χωρητικότητας 5.000 TEU's. Σε έναν μεγάλο τερματικό λιμένα θα εκφορτώσει τουλάχιστον 3.000 TEU's, από τα οποία για ένα μέσο ποσοστό σιδηροδρομικώς μεταφερόμενου φόρτου 10% τα 300 TEU's θα πρέπει να φορτωθούν σε σιδηροδρομικό συρμό. Με μέγιστο μήκος συρμού στην Ευρώπη τα 750 μέτρα, λαμβάνεται συρμός των 650 μέτρων. Με μήκος του ενός TEU 6,1 μέτρα ο συρμός χωράει 90 εμπορευματοκιβώτια. Άρα για τα 300 TEU's που εκφορτώνονται από το πλοίο απαιτούνται τουλάχιστον 4 συρμοί, με την προϋπόθεση όλα τα ε/κ θα έχουν τον ίδιο προορισμό. Διαφορετικά απαιτούνται πολύ περισσότεροι συρμοί. Όταν υπάρχουν χώροι στοιβασίας (διατάξεις 2 έως 5) τα εμπορευματοκιβώτια αποθηκεύονται προσωρινά εκεί μέχρι να προσέλθει ο κατάλληλος συρμός, στην

πρώτη διάταξη όμως που θα πρέπει τα ε/κ να φορτωθούν απευθείας στους συρμούς θα πρέπει να υπάρχει πολύ ακριβής συγχρονισμός των τραινών.

Τα κριτήρια 4 και 5 εξετάζουν αν στην σιδηροδρομική εγκατάσταση χρησιμοποιούνται γερανογέφυρες ή οχήματα εμπρόσθιας στοιβασίας.

Το κριτήριο 6 παρουσιάζει τους αριθμούς των γερανογεφυρών που υπάρχουν σε κάθε σιδηροδρομική εγκατάσταση στους μεγαλύτερους λιμένες της Ευρώπης.

Το κριτήριο 7 παρουσιάζει τους αριθμούς παράλληλων σιδηροδρομικών συρμών που βρίσκονται κάτω από την γερανογέφυρα στις σιδηροδρομικές εγκαταστάσεις των μεγαλύτερων ευρωπαϊκών λιμένων. Ο αριθμός των παράλληλων συρμών περιορίζεται σε διατάξεις όπου ο χώρος στοιβασίας θέτει όρια στην επιτρεπόμενη έκταση της σιδηροδρομικής εγκατάστασης, όπως γίνεται στην διάταξη «πλησίον του χώρου στοιβασίας» με τραπεζοειδές κρηπίδωμα. Επίσης στη διάταξη «κάτω από τη γερανογέφυρα», η γερανογέφυρα του κρηπιδώματος έχει συγκεκριμένο μέγεθος, και δεν μπορεί να εξυπηρετήσει πολλούς παράλληλους συρμούς.

Το κριτήριο 8 εξετάζει την απαίτηση οργάνωσης και συγχρονισμού των εργασιών που πραγματοποιούνται εντός λιμένα. Όσο πιο μικρός είναι ο χώρος στον οποίο πραγματοποιούνται οι εργασίες, τόσο καλύτερη θα πρέπει να είναι η οργάνωση προκειμένου να μην υπάρχουν καθυστερήσεις και ατυχήματα. Οπότε όσο πιο κοντινή στο κρηπίδωμα είναι η σιδηροδρομική εγκατάσταση, τόσο μικρότερος ο χώρος των εργασιών, άρα τόσο μεγαλύτερη η ανάγκη για οργάνωση και συγχρονισμό τους.

## 4.2. Ταξινόμηση των Ευρωπαϊκών λιμένων

Στην λίστα των μεγαλύτερων ευρωπαϊκών λιμένων εμπορευματοκιβωτίων μπορούμε να ξεχωρίσουμε δύο διακριτά υποσύνολα λιμανιών σύμφωνα με γεωγραφικά χαρακτηριστικά, και παρατηρούμε ότι τα υποσύνολα αυτά έχουν κοινά και πολλά άλλα χαρακτηριστικά. Οι δύο ομάδες αυτές είναι

- η έκταση από το Αμβούργο ως την Χάβρη (τα στη συνέχεια και αναφερόμενα ως βόρεια λιμάνια), ομάδα που περιλαμβάνει τα 4 μεγαλύτερα λιμάνια της Ευρώπης: το Ρότερνταμ, η Αμβέρσα, το Αμβούργο και το Bremerhaven.
- τα μεσογειακά λιμάνια, και πιο συγκεκριμένα στη λίστα τα ιταλικά, τα ισπανικά και το γαλλικό λιμάνι της Μασσαλίας (με το επίσης γαλλικό λιμάνι της Χάβρης να ανήκει στην πρώτη ομάδα).

Υπάρχουν επίσης και τα βρετανικά λιμάνια του Felixstowe και του Southampton, τα οποία όμως εξυπηρετούν μέσω σιδηροδρομικού δικτύου μόνο τη γηραιά Αλβιόνα, και το λιμάνι της Πετρούπολης, το οποί εξυπηρετεί κυρίως την εγχώρια ρώσικη αγορά, με το μερίδιο του λιμανιού στην υπόλοιπη ανατολική Ευρώπη να είναι μικρό.

Ακολουθούν οι συγκεντρωτικοί πίνακες με τα στοιχεία των μεγαλύτερων Ευρωπαϊκών λιμένων.

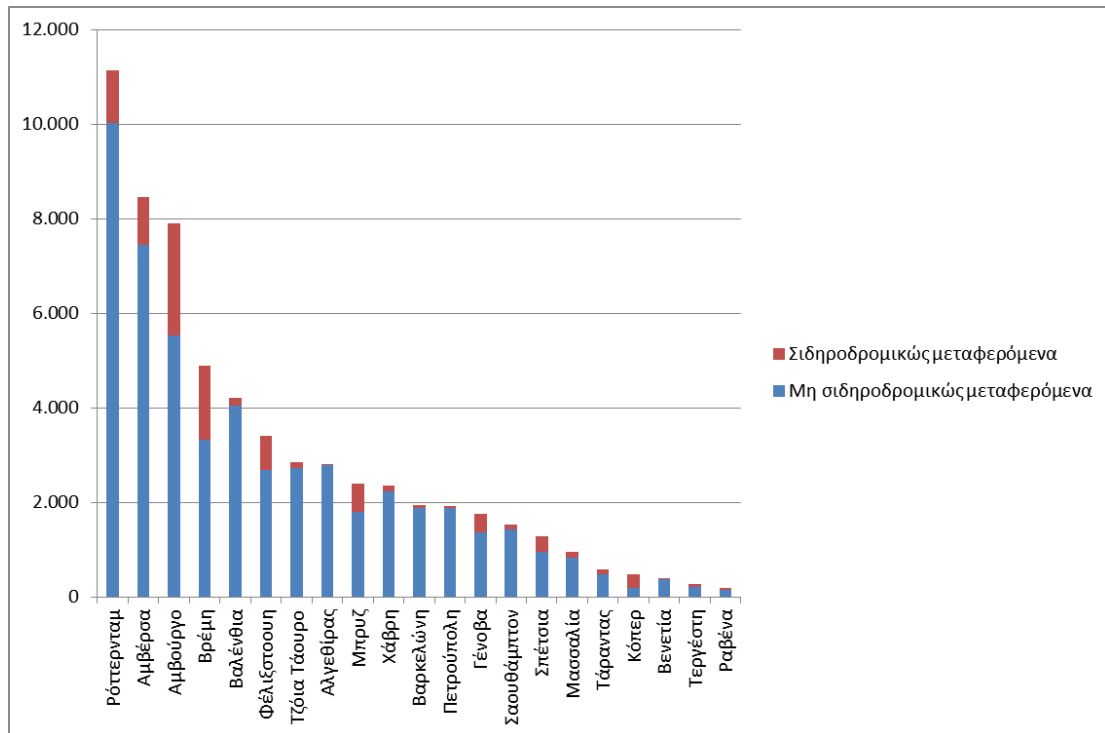


**Πίνακας 2: Ευρωπαϊκοί λιμένες διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων**

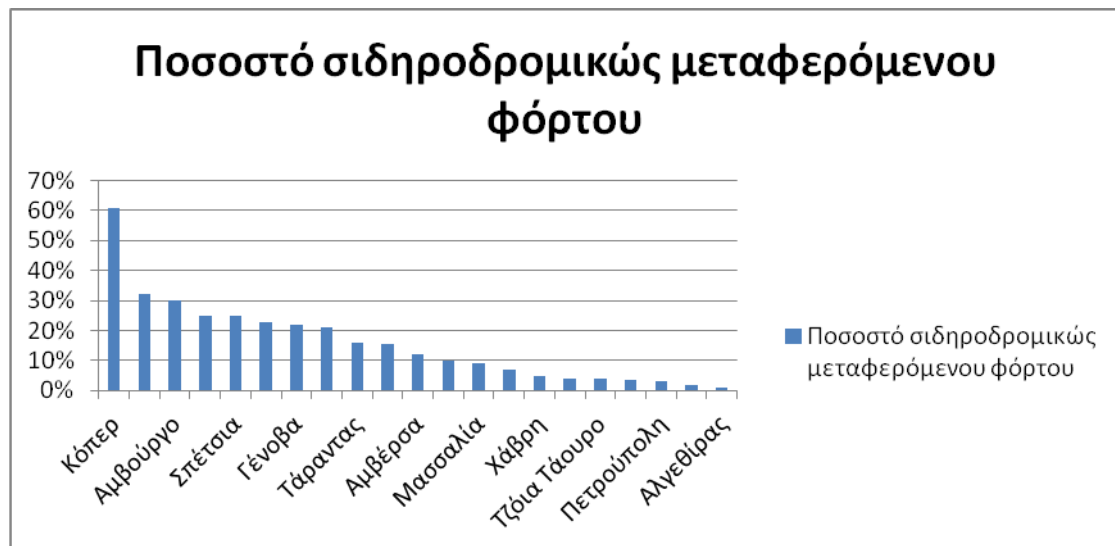
Όνομα λιμένα	Χώρα	Γενικό φορτίο (σε χιλιάδες τόνους)	Φόρτος εμπορευματοκιβωτίων το 2010 (σε χιλιάδες TEU's)
<i>Ρόττερταμ</i>	Ολλανδία	430,2	11.146
<i>Αμβέρσα</i>	Βέλγιο	178,2	8.465
<i>Αμβούργο</i>	Γερμανία	121,2	7.896
<i>Βρέμη</i>	Γερμανία	68,7	4.889
<i>Βαλένθια</i>	Ισπανία	63,7	4.207
<i>Felixstowe</i>	Ηνωμένο Βασίλειο	25,8	3.400
<i>Τζόια Τάουρο</i>	Ιταλία	35,4	2.851
<i>Αλγεθίρας</i>	Ισπανία	65,5	2.819
<i>Μπρυζ</i>	Βέλγιο	49,6	2.390
<i>Χάβρη</i>	Γαλλία	70,5	2.358
<i>Βαρκελώνη</i>	Ισπανία	42,9	1.946
<i>Πετρούπολη</i>	Ρωσία	58,0	1.931
<i>Γένοβα</i>	Ιταλία	50,7	1.759
<i>Σαουθάμπτον</i>	Ηνωμένο Βασίλειο	39,4	1.540
<i>Σπέτσια</i>	Ιταλία	18,6	1.285
<i>Μασσαλία</i>	Γαλλία	86,0	953
<i>Τάραντας</i>	Ιταλία	47,2	582
<i>Κόπερ</i>	Σλοβενία	15,4	476
<i>Βενετία</i>	Ιταλία	65,0	394
<i>Τεργέστη</i>	Ιταλία	39,6	277
<i>Ραβέννα</i>	Ιταλία	30,7	184

**Πίνακας 3: Στοιχεία σιδηροδρομικής σύνδεσης των μεγαλύτερων Ευρωπαϊκών λιμένων**

Όνομα λιμένα	Διάταξη σιδηροδρόμου	Ποσοστό που μεταφέρεται με σιδηρόδρομο	Ποσοστό που μεταφέρεται με ποτάμιες φορτηγίδες
<i>Ρόττερνταμ</i>	Πλησίον του χώρου στοιβασίας	10,00%	36,00%
<i>Αμβέρσα</i>	Πλησίον του χώρου στοιβασίας	12,00%	33,00%
<i>Αμβούργο</i>	Πλησίον του χώρου στοιβασίας	30,00%	1,00%
<i>Βρέμη</i>	Πλησίον του χώρου στοιβασίας	32,00%	15,00%
<i>Βαλένθια</i>	σε επαφή με όριο του λιμένα	4,00%	
<i>Felixstowe</i>	σε επαφή με όριο του λιμένα	21,00%	
<i>Τζόια Τάουρο</i>	πλησίον του λιμένα	4,00%	
<i>Αλγεθίρας</i>	Απομακρυσμένη	1,00%	
<i>Μπρυζ</i>	Πλησίον του χώρου στοιβασίας /(κάτω από την γερανογέφυρα)	25,00%	2,00%
<i>Χάβρη</i>	Πλησίον του χώρου στοιβασίας	5,00%	6,00%
<i>Βαρκελώνη</i>	σε επαφή με όριο του λιμένα	3,50%	
<i>Πετρούπολη</i>	Πλησίον του χώρου στοιβασίας /(πλησίον του λιμένα)	3,00%	
<i>Γένοβα</i>	σε επαφή με όριο του λιμένα	22,00%	
<i>Σαουθάμπτον</i>	πλησίον του λιμένα	7,00%	
<i>Σπέτσια</i>	πλησίον του λιμένα	25,00%	
<i>Μασσαλία</i>	Πλησίον του χώρου στοιβασίας	9,00%	
<i>Τάραντας</i>	Πλησίον του χώρου στοιβασίας	16,00%	
<i>Κόπερ</i>	Πλησίον του χώρου στοιβασίας	61,00%	
<i>Βενετία</i>	σε επαφή με όριο του λιμένα	1,90%	
<i>Τεργέστη</i>	Πλησίον του χώρου στοιβασίας	22,60%	
<i>Ραβέννα</i>	Πλησίον του χώρου στοιβασίας	15,50%	



Εικόνα 18: Μεταφερόμενα TEU's εμπορευματοκιβωτίων σε ετήσια βάση από τους μεγαλύτερους ευρωπαϊκούς λιμένες



Εικόνα 19: Ποσοστό συμμετοχής του σιδηρόδρομου στις μεταφορές εμπορευματοκιβωτίων προς/από τους μεγαλύτερους ευρωπαϊκούς λιμένες

Στην Εικόνα 18 παρατηρείται το γεγονός ότι οι μεγαλύτεροι λιμένες με κριτήριο τον διαχειριζόμενο όγκο εμπορευματοκιβωτίων ανήκουν στην ομάδα των βορείων λιμένων. Παράλληλα όπως φαίνεται πιο ξεκάθαρα στην Εικόνα 19, στις πρώτες θέσεις με βάση το ποσοστό του σιδηροδρομικώς μεταφερόμενου φόρτου βρίσκονται οι βόρειοι λιμένες, με την εξαίρεση των δύο ιταλικών λιμένων (Γένοβα και Σπέτσια).

Οι δύο βασικές ομάδες λιμανιών, τα οποία συνδέονται με το Ευρωπαϊκό σιδηροδρομικό δίκτυο, αναλύονται ως εξής:

#### **4.2.1 Βόρεια λιμάνια**

Τα λιμάνια της Βόρειας Κεντροδυτικής Ευρώπης είχαν το πλεονέκτημα να βρίσκονται σε κεντρική θέση όσον αφορά τις πλέον ανεπτυγμένες οικονομικά περιοχές της Γερμανίας, της Μπενελούξ και της βόρειας Γαλλίας, και σε σχετικά μικρή απόσταση από το κέντρο της βόρειας Ιταλίας.

##### **4.2.1.1 Κοινά Στοιχεία**

Τα τέσσερα μεγαλύτερα λιμάνια με βάση την ετήσια διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων ευρίσκονται όλα στην βορειοδυτική Ευρώπη (Hamburg – Le Havre range). Αυτά είναι το Ρότερνταμ, η Αμβέρσα, το Αμβούργο και το Bremerhaven, και παρουσιάζουν ορισμένα κοινά στοιχεία.

Ως κυρίως ενδοχώρα έχουν τη Γερμανία, τις Κάτω Χώρες και την βόρεια Γαλλία, ενώ έχουν μεγάλη συνδεσιμότητα με Ελβετία, βόρεια Ιταλία, Αυστρία και Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη (κυρίως το Αμβούργο λόγω θέσης). Βλέπουμε δηλαδή ότι δεν υπάρχουν διακριτές περιοχές εξυπηρέτησης για κάθε λιμάνι, «εξειδίκευση» ενός λιμανιού σε συγκεκριμένα δρομολόγια : στόχος κάθε λιμένα είναι ολόκληρη η ευρωπαϊκή αγορά <sup>[29]</sup>. Έτσι έχουμε πόλεις με συχνότατες συνδέσεις και με τα τέσσερα λιμάνια, όπως το Μιλάνο, με 17 δρομολόγια τη βδομάδα από Ρότερνταμ, 5 από Αμβέρσα και 12 από Αμβούργο.

Επίσης κοινό στοιχείο είναι η μεγάλη σημασία που δίνεται από αυτά τα λιμάνια στο σιδηρόδρομο. Στα δύο πρώτα (Ρόττερνταμ και Αμβέρσα) το μερίδιο των σιδηροδρομικών μεταφορών είναι πάνω από το 10% (15% και 12%) που αντιστοιχεί σε πολύ υψηλό αριθμό εμπορευματοκιβωτίων, ενώ το Αμβούργο με 30% της κίνησής του να μεταφέρεται με τον σιδηρόδρομο αποτελεί το μεγαλύτερο σιδηροδρομικό λιμάνι της Ευρώπης. Το φορτίο που μεταφέρεται από το Αμβούργο μάλιστα αποτελεί το 12% της σιδηροδρομικής μεταφοράς όλης της Γερμανίας.<sup>[31]</sup>

Τρίτο κοινό στοιχείο είναι η διάταξη που έχει η σύνδεση με το σιδηροδρομικό δίκτυο μέσα στο λιμάνι. Και στα τέσσερα λιμάνια η φόρτωση των εμπορευματοκιβωτίων γίνεται πλησίον του χώρου στοιβασίας, σε κοντινή απόσταση από το σημείο εκφόρτωσης των πλοίων, η πιο κοντινή χρησιμοποιούμενη διάταξη σήμερα, καθώς η απευθείας μεταβίβαση από πλοίο στο σιδηρόδρομο έχει προς το παρόν εκλείψει (με μόνο το λιμάνι του Μπρυζ να χρησιμοποιεί τέτοια σύνδεση σε περιορισμένο βαθμό, μαζί με την σύνδεση «πλησίον του χώρου στοιβασίας»). Ιδιαίτερα σε σύγκριση με την διάταξη της σιδηροδρομικής σύνδεσης στα μεσογειακά λιμάνια, όπου η φόρτωση στα τραίνα γίνεται στην άκρη του λιμένα ή πιο έξω, αντιλαμβανόμαστε τη σημασία που έχει ο σιδηρόδρομος για τα βόρεια λιμάνια.

Εκτός από το γενικά πολύ καλό σε παγκόσμιο επίπεδο ευρωπαϊκό δίκτυο, το γερμανικό σιδηροδρομικό δίκτυο (που χάρη στα συχνά δρομολόγια, το υψηλό επίπεδο οργάνωσης και την αξιοπιστία που προσφέρει θεωρείται από τα καλύτερα δίκτυα διεθνώς) αποτελεί σημαντικό στοιχείο της μεταφορικής αλυσίδας των βόρειων λιμανιών όπως για παράδειγμα του Ρόττερνταμ (Ολλανδία) και της Αμβέρσας (Βέλγιο).



**Εικόνα 20: Η διαδρομή της Betuweroute (κόκκινη γραμμή) και η σύνδεση με το Ντούισμπουργκ**

Με τη γραμμή Betuweroute που ενώνει το Ρότερνταμ με την βιομηχανική περιοχή του Ρουρ, το ολλανδικό λιμάνι έχει αποκτήσει μια πολύ συχνή σιδηροδρομική σύνδεση με το γερμανικό λιμάνι της ενδοχώρας του Ντούισμπουργκ, το οποίο κατέστησε ως κεντρικό σημείο συλλογής, ταξινόμησης και διανομής των εμπορευμάτων (hub). Έχουμε δηλαδή τακτικά δρομολόγια σε ημερήσια βάση από το Ρότερνταμ προς το Ντούισμπουργκ, κι από κει για όλη την Ευρώπη (βλ. Κεφ. 4.4. για λεπτομέρειες).

Αλλά και η Αμβέρσα εντείνει τελευταία τη συνεργασία της με το Ντούισμπουργκ, προκειμένου να το καταστήσει κεντρικό σημείο συλλογής και να εκμεταλλευτεί την άριστη συνδεσιμότητά του με το ευρωπαϊκό δίκτυο, αλλά και τους μεγάλους χώρους αποθήκευσής του. Σύνδεση Αμβέρσας-Ντούισμπουργκ γίνεται τόσο με φορτηγίδες όσο και με τρέινα.<sup>[30]</sup>

#### 4.2.2.2 Σύστημα πληροφοριών

Βασικό πλεονέκτημα των βορείων λιμανιών είναι επίσης και το σύστημα ανταλλαγής πληροφοριών τους, η λεγόμενη infostructure (συνδυασμός του infrastructure που θα πει υποδομή και του info- που σημαίνει πληροφορία), που περιλαμβάνει υπηρεσίες πληροφοριών τόσο για την κίνηση των εισερχόμενων πλοίων όσο και των εξερχόμενων τραίνων και την διάρκεια των καθυστερήσεων.

Ιδιαίτερα σημαντικό είναι το Portbase του Ρότερνταμ (που εξυπηρετεί και το Άμστερνταμ), το οποίο ιδρύθηκε το 2009 ως συγχώνευση του «Port infolink» του Ρότερνταμ και το «PortNET» του Άμστερνταμ. Μέσω αυτού είναι δυνατή πληθώρα έξυπνων υπηρεσιών για ανταλλαγή απλών και επαρκών πληροφοριών μεταξύ των εταιριών ή και μεταξύ του ιδιωτικού και του δημόσιου τομέα. Κι αυτή η ανταλλαγή πληροφοριών βοηθάει όλους τους μετέχοντες να βελτιστοποιήσουν την λογιστική τους διαδικασία καθιστώντας τους ίδιους πιο ανταγωνιστικούς, και κατά συνέπεια και το λιμάνι που προσφέρει όλες αυτές τις υπηρεσίες πιο ελκυστικό.

Όμοιες υπηρεσίες υψηλού επιπέδου προσφέρει κι η Αμβέρσα με το «APICS» (Antwerp Port Information and Control System) (τώρα APICS2) και άλλα συστήματα, όπως και το Αμβούργο με το «Liner Services Database»

#### 4.2.1.1 Μελλοντικές εξελίξεις

Τα λιμάνια του Βορρά, όπως περιγράφηκαν παραπάνω αν και σήμερα έχουν τις πρώτες θέσεις στην διακίνηση TEU's, η προτίμηση που τους δείχνουν οι αποστολείς λόγω του ανταγωνισμού που επικρατεί στις παγκόσμιες μεταφορές δεν μπορεί να θεωρηθεί ως εξασφαλισμένη. Για αυτό βασικός τους στόχος είναι η συνεχής βελτίωση ώστε να παραμείνουν ανταγωνιστικά και κορυφαία. Βασική θέση στον σχεδιασμό τους αποτελεί η αναβάθμιση του ρόλου των σιδηροδρομικών μεταφορών, οι οποίες δεδομένης της ήδη μεγάλης συμφόρησης του οδικού δικτύου, και της πολύ καλής σιδηροδρομικής υποδομής στην Ευρώπη, θεωρούνται ως οι μεταφορές του μέλλοντος.

Το Ρόττερταμ, ήδη από καιρό προσπαθεί να αναβαθμίσει τις σιδηροδρομικές του μεταφορές. Το 2035 αναμένεται το μερίδιο των σιδηροδρομικών και πλωτών μεταφορών τους να φτάσει το 65% του συνόλου σε σχέση με το 53,1% που είναι σήμερα, με τον σιδηρόδρομο να αναμένεται να μεταφέρει 3 εκατομμύρια TEU's το 2035. <sup>[32]</sup>

Ίδια πορεία ακολουθεί κι η Αμβέρσα, με κεντρικό άξονα στη σιδηροδρομική της πολιτική να αποτελεί η σύνδεση με το Ντούισμπουργκ.

Επίσης μεγάλη σημασία δίνεται και στην βελτίωση της συνεργασίας με την αγορά σε θέματα πληροφοριών, και την ύπαρξη integrated logistics.

#### **4.2.2 Μεσογειακά λιμάνια**

Τα μεσογειακά λιμάνια, κυρίως ιταλικά κι ισπανικά μαζί με την γαλλική προσθήκη της Μασσαλίας βρίσκονται ως υποσύνολο σε χαμηλότερη κατάταξη από τα βόρεια όσον αφορά τα φορτία. Επίσης η εμπλοκή τους με τον σιδηρόδρομο είναι λιγότερο επιτυχής από την αντίστοιχη στα βόρεια λιμάνια, εφόσον:

- έχουν μικρότερα ποσοστά του συνολικού φορτίου να μεταφέρονται με τραίνο
- η σύνδεση εντός λιμανιού είναι λιγότερο άμεση (όχι σε διάταξη «πλησίον του χώρου στοιβασίας» όπως στον βορρά) και άρα η μεταφόρτωση από πλοίο σε τραίνο πιο χρονοβόρα και απαιτητική.

Παρόλα αυτά οι προοπτικές για τα μεσογειακά λιμάνια είναι θετικές. Οι κινεζικές εξαγωγές αποτελούν το βασικό μερίδιο του φορτίου που μεταφέρεται στην Ευρώπη, και τα μεσογειακά λιμάνια βρίσκονται σε ιδανική θέση. Περνώντας τα containerships τη διώρυγα του Σουέζ έχουν τη δυνατότητα να ξεφορτώσουν σε βαλκανικό, ιταλικό ή ισπανικό λιμάνι, κι από εκεί τα φορτία να μεταφερθούν μέσω σιδηρόδρομου στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη, γλυτώνοντας έτσι πολύ χρόνο



άρα και χρήμα σε σχέση με το να γίνει η μεταφορά με πλοίο ως τα βορειοευρωπαϊκά λιμάνια.

Άλλο κοινό στοιχείο μεταξύ των μεσογειακών λιμένων, και σημείο σύγκρισης με τους λιμένες του Βορρά είναι οι βάσεις πληροφοριών και η διεπαφή με τους πελάτες – πλοιοκτήτριες μεταφορικές εταιρίες, στο οποίο χωλαίνουν ομαδικώς, εξ ου και αποτελεί ανταγωνιστικό πλεονέκτημα των λιμανιών της εμβέλειας Χάβρη-Αμβούργο όπως είδαμε πιο πριν.

Τα μεσογειακά λιμάνια εξυπηρετούν κυρίως τις τοπικές εγχώριες αγορές, κατάσταση που με καλύτερη σιδηροδρομική σύνδεση μπορεί να αλλάξει, όπως δείχνει το παράδειγμα της Τεργέστης, που μέσω της πολύ καλής της σιδηροδρομικής σύνδεσης εξυπηρετεί πλέον τις κινεζικές εξαγωγές σε κεντρική και ανατολική Ευρώπη.

Σε καλύτερο επίπεδο από τα λιμάνια της λίστας βρίσκονται αυτά της Γένοβας και της Λα Σπέτσια, τα οποία έχουν συχνή σύνδεση με κεντρική Ευρώπη. Αυτό δείχνει περιθώρια αναβάθμισης του λιμανιού, αντίθετα με τα υπόλοιπα που αρκούνται στην κορεσμένη και φθίνουσα εγχώρια αγορά. Τα δύο λιμάνια αυτά έχουν και τα μεγαλύτερα ποσοστά χρήσης του σιδηρόδρομου από όλα τα μεσογειακά, αποδεικνύοντας τη σχέση μεταξύ καλού μεριδίου στη δυτική/κεντρική ευρωπαϊκή αγορά και χρήση σιδηροδρομικού δικτύου. Ανασταλτικός δε παράγοντας για τα λιμάνια αυτά πιθανώς είναι η μακρινή ενδολιμενική σύνδεση πλοίου με τραίνο («στην άκρη του λιμένα» ή «παρακείμενη στον λιμένα»), που αποτρέπει την άμεση φορτοεκφόρτωση που επιτυγχάνεται με την χρησιμοποιούμενη στον βορρά διάταξη «πλησίον του χώρου στοιβασίας».

**Πίνακας 4:Διάταξη σιδ.εγκαταστάσεων στους μεγαλύτερους Ευρωπαϊκούς λιμένες**

		κάτω από την γερανογέφυρα	Εντός του χώρου στοιβασίας	Σε επαφή με το όριο του λιμένα	Ανεξάρτητη πλησίον του λιμένα	Απομακρυσμένη
<b>Λιμένες Βόρειας Ευρώπης</b>	Ρότερνταμ 1		X			
	Ρότερνταμ 2		X			
	Αμβέρσα 1		X			
	Αμβέρσα 2		X			
	Αμβέρσα 3		X			
	Αμβούργο 1		X			
	Αμβούργο 2		X			
	Αμβούργο 3		X			
	Αμβούργο 4		X			
	Βρέμη		X			
	Ζεεμπρύζ 1		X			
	Ζεεμπρύζ 2	X				
	Χάβρη 1		X			
	Χάβρη 2		X			
<b>Λιμένες Μεσογείου</b>	Βαλένθια			X		
	Τζόια Τάουρο			X		
	Αλγεθίρας				X	
	Βαρκελώνη			X		
	Γένοβα			X		
	Σπέτσια		X			
	Μασσαλία		X			
	Πειραιάς		X			
	Τάραντας		X			
	Κόπερ		X			
	Βενετία				X	
	Τεργέστη		X			
	Θεσσαλονίκη		X			
	Ραβέννα		X			
<b>Λοιποί Λιμένες</b>	Φέλιξτοου			X		
	Πετρούπολη		X			

	Σαουθάμπτον				X	
--	-------------	--	--	--	---	--

Στον Πίνακα 3 γίνεται ομαδοποίηση των λιμένων ανάλογα με τη γεωγραφική τους θέση σε τρεις κατηγορίες: τους βόρειους λιμένες, όπου συμπεριλαμβάνουμε τους λιμένες της βόρειας Ευρώπης που έχουν ως ενδοχώρα της ηπειρωτική δυτική και κεντρική Ευρώπη, οπότε οι λιμένες του Ηνωμένου Βασιλείου εξαιρούνται, τους μεσογειακούς λιμένες και τους λοιπούς λιμένες. Παρατηρείται ότι όλοι οι βόρειοι λιμένες έχουν κοντινή διάταξη «πλησίον του χώρου στοιβασίας», με την μοναδική περίπτωση διάταξης «κάτω από τη γερανογέφυρα» στην Ευρώπη να εμφανίζεται σε αυτή την ομάδα. Στην δεύτερη αποβάθρα του Ζεεμπρύζ. Αντίθετα στους λιμένες της Μεσογείου χρησιμοποιείται εξίσου η πιο μακρινή από το κρηπίδωμα διάταξη «σε επαφή με το όριο του λιμένα», με την κοντινή διάταξη «πλησίον του χώρου στοιβασίας» να χρησιμοποιείται από τους πιο σιδηροδρομικούς λιμένες.

Παρατήρηση: Σε κάποιους λιμένες υπάρχουν περισσότερες της μίας σιδηροδρομικές εγκαταστάσεις. Σε αυτές τις περιπτώσεις εξετάζεται όλες οι σιδηροδρομικές εγκαταστάσεις, και συμβολίζονται με το όνομα του λιμένα ακολουθούμενο από έναν αριθμό.

**Πίνακας 5: Διάταξη των σιδηροδρομικών εγκαταστάσεων στους μεγαλύτερους ευρωπαϊκούς λιμένες.**

		κάτω από την γερανογέφυρα	εντός του χώρου στοιβασίας	Σε επαφή με το όριο του λιμένα	Ανεξάρτητη πλησίον του λιμένα	Ανεξάρτητη Απομακρυσμένη
<b>Λιμένες που έχουν ποσοστό σιδ. μεταφορών Μεγαλύτερο ή ίσο του 10% της ετήσιας διακίνησης</b>	Ρότερνταμ 1		X			
	Ρότερνταμ 2		X			
	Αμβέρσα 1		X			
	Αμβέρσα 2		X			
	Αμβέρσα 3		X			
	Αμβούργο 1		X			
	Αμβούργο 2		X			
	Αμβούργο 3		X			
	Αμβούργο 4		X			
	Βρέμη		X			
	Φέλιξστοου			X		
	Ζεεμπρύζ 1		X			
	Ζεεμπρύζ 2	X				
	Γένοβα			X		
	Σπέτσια		X			
	Τάραντας		X			
	Κόπερ		X			
	Τεργέστη		X			
Ραβέννα		X				
<b>Λιμένες που έχουν ποσοστό σιδ. μεταφορών κάτω του 10% της ετήσιας διακίνησης</b>	Βαλένθια			X		
	Τζόια Τάουρο			X		
	Αλγεθίρας				X	
	Χάβρη 1		X			
	Χάβρη 2		X			
	Βαρκελώνη			X		
	Πετρούπολη		X			
	Σαουθάμπτον				X	
Μασσαλία		X				

	Βενετία			Χ		
--	---------	--	--	---	--	--

Στον Πίνακα 4 η ομαδοποίηση των λιμένων γίνεται με κριτήριο το ποσοστό του συνολικού φόρτου εμπορευματοκιβωτίων που μεταφέρεται σιδηροδρομικώς. Οι λιμένες που μεταφέρουν άνω του 10% του φόρτου τους σιδηροδρομικώς έχουν όλοι (με τις δύο εξαιρέσεις του Φέλιξστοου και της Γένοβας) την κοντινή διάταξη «πλησίον του χώρου στοιβασίας», ενώ στους λιμένες με σιδηροδρομικό ποσοστό κάτω του 10% πάνω από τις μισές περιπτώσεις χρησιμοποιούν πιο μακρινή διάταξη, «σε επαφή με το όριο του λιμένα» ή «ανεξάρτητη εγκατάσταση πλησίον του λιμένα»

#### 4.3. Διάταξη σύνδεσης πλοίου σιδηρόδρομου σε συγκεκριμένους Ευρωπαϊκούς λιμένες

Στο παρόν κεφάλαιο θα εξετάσουμε συγκεκριμένα παραδείγματα διάταξης των σιδηροδρομικών εγκαταστάσεων εντός λιμένα. Οι εξεταζόμενοι λιμένες είναι αυτοί του Ρότερνταμ, της Αμβέρσας και του Αμβούργου από την βόρεια Ευρώπη που χρησιμοποιούν τη διάταξη «πλησίον του χώρου στοιβασίας», και αυτοί της Βαλένθια και του Felixstowe (από Μεσόγειο και Βρετανία) που χρησιμοποιούν την διάταξη «στην άκρη του λιμένα». Επίσης εξετάζεται ο λιμένας του Μπρυζ, ο οποίος χρησιμοποιεί (σε ρόλο βοηθητικό προς την κύρια διάταξη «πλησίον του χώρου στοιβασίας») την διάταξη «κάτω από την γερανογέφυρα».

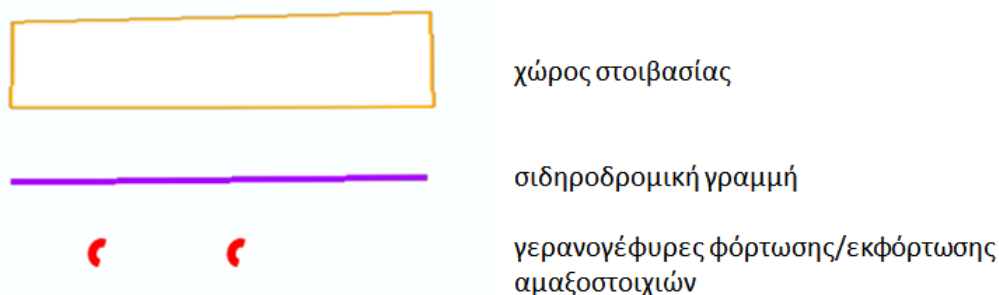


**Εικόνα 21:** Οι εξεταζόμενοι λιμένες

#### **4.3.1 Σύνδεση στην αποβάθρα Μάασβλακτε – λιμένας Ρότερνταμ**

Στο μεγαλύτερο Ευρωπαϊκό λιμάνι, το λιμάνι του Ρότερνταμ, το φορτίο που μεταφέρεται με σιδηρόδρομο είναι περίπου το 15% του συνολικού φορτίου, με τις αρχές του λιμανιού να δίνουν έμφαση στην ανάπτυξη του σιδηρόδρομου και της εσωτερικής ναυσιπλοΐας έναντι των οδικών μεταφορών.

Στην εικόνα 13 που ακολουθεί παρουσιάζεται η αποβάθρα του Μάασβλακτε, η οποία είναι η κατεξοχήν σιδηροδρομική αποβάθρα του Ρότερνταμ, με τις υπόλοιπες αποβάθρες του λιμανιού να εξυπηρετούνται κυρίως από φορτηγά.



**Εικόνα 22: Συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται στις επόμενες Εικόνες**



**Εικόνα 23: Γενική διάταξη του λιμένα του Ρότερνταμ**

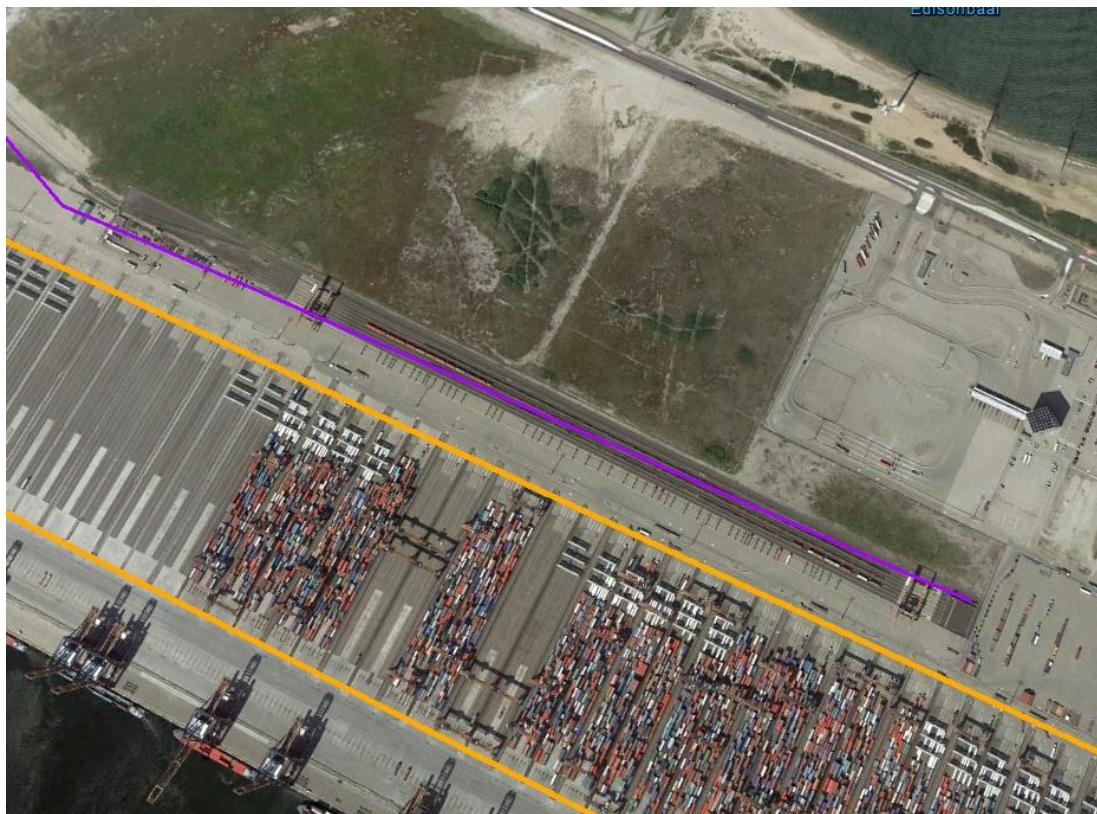
Η σύνδεση του πλοίου με τον σιδηρόδρομο είναι άμεση και πολύ κοντινή, με τις τροχιές να μπαίνουν στο κρηπίδωμα, και τους γεραμούς που φορτώνουν τα εμπορευματοκιβώτια στα τρένα να είναι πίσω ακριβώς από τους χώρους στοιβασίας, οι οποίοι με τη σειρά τους είναι ακριβώς δίπλα στις γερανογέφυρες.

Η σύνδεση αυτή, τύπου «πλησίον του χώρου στοιβασίας» είναι πολύ άμεση και δείχνει την σημασία που έχει για το λιμάνι του Ρότερνταμ ο σιδηρόδρομος.





**Εικόνα 24: Ο κάτω χώρος σύνδεσης στην εικόνα 13, και οι δύο γερανογέφυρες.**



**Εικόνα 25: Ο βόρειος (άνω στην εικόνα 13) χώρος σύνδεσης κι οι γερανογέφυρες φόρτωσης στο σιδηρόδρομο.**



#### **4.3.2. Σύνδεση στον λιμένα της Αμβέρσας**

Το λιμάνι της Αμβέρσας, στο Βέλγιο, είναι το δεύτερο σε κίνηση TEU's λιμάνι της Ευρώπης. Το 2010 εξυπηρέτησε 8465,5 χιλιάδες TEU's. Δίνει επίσης ιδιαίτερη σημασία στις σιδηροδρομικές μεταφορές, και παλαιότερα αποτελούσε το μεγαλύτερο σιδηροδρομικό λιμάνι της Ευρώπης.



**Εικόνα 26: Γενική διάταξη λιμένα Αμβέρσας**

Στην παραπάνω εικόνα του λιμανιού αναγνωρίζουμε τη σύνδεση «πλησίον του χώρου στοιβασίας», όπου οι σιδηροδρομικές εγκαταστάσεις κι οι γερανοί φόρτωσης των τραινών βρίσκονται ακριβώς πίσω από τους χώρους αποθήκευσης των εμπορευματοκιβωτίων.

Στην βόρεια (σύμφωνα με το σχήμα στην πάνω) αποβάθρα έχουμε ορισμένους χώρους στοιβασίας πιο απομακρυσμένους από τους γεραμούς της σιδηροδρομικής σύνδεσης, αλλά δεν υπάρχει παρεμβαλλόμενος χώρος άλλων εργασιών, ώστε κι αυτή τη σύνδεση την ορίζουμε ως μία μακρινή «πλησίον του χώρου στοιβασίας»



**Εικόνα 27: Νοτιοδυτική σιδηροδρομική εγκατάσταση και οι γερανογέφυρες**

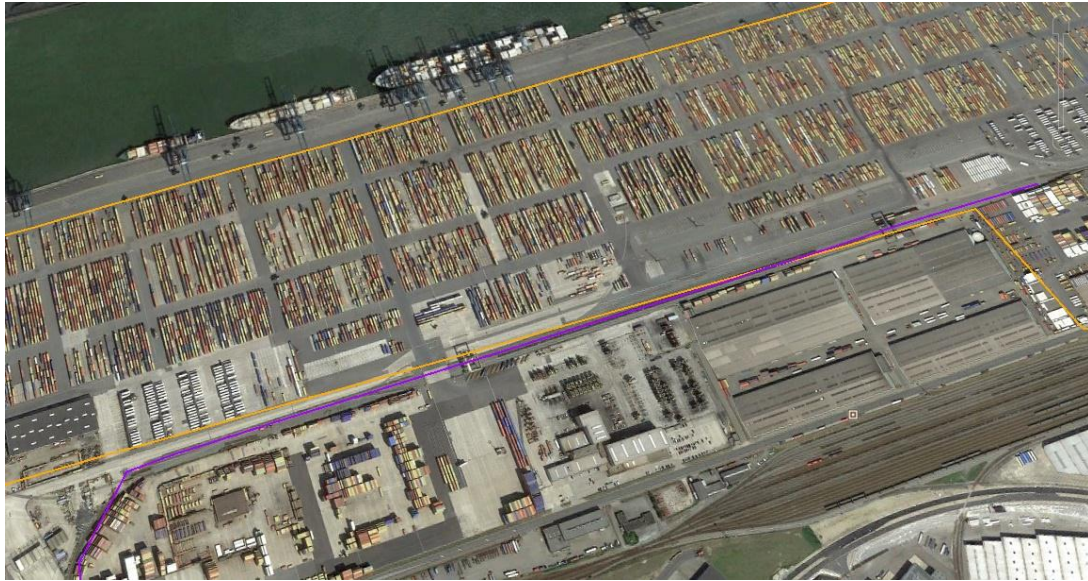
Πάνω είναι ο νοτιοδυτικός χώρος σύνδεσης του Deurganckdock και κάτω ο νοτιοανατολικός χώρος του Bevereb-Waaslandhaven, δύο χαρακτηριστικές λεπτομέρειες με τον χώρο στοιβασίας και τις γερανογέφυρες.





**Εικόνα 28: Νοτιοανατολική σύνδεση με σιδηρόδρομο**

Τέλος είναι ο βασικός χώρος στοιβασίας των εμπορευματοκιβωτίων, ο πάνω χώρος στην πρώτη εικόνα που εξυπηρετεί πάνω από το 50% του συνολικού φόρτου.



**Εικόνα 29: Βόρεια σύνδεση με σιδηρόδρομο**

#### **4.3.3 Σύνδεση στον λιμένα του Αμβούργου**

Το Αμβούργο, με 30% του συνολικού φορτίου του να μεταφέρεται με σιδηρόδρομο αποτελεί το μεγαλύτερο σιδηροδρομικό λιμάνι στην Ευρώπη, και από τα μεγαλύτερα στον κόσμο (τα στατιστικά που μας δίνουν οι Κινέζικες αρχές είναι ασαφή). Το μέγεθος αυτό μάλιστα αποτελεί το 12% της σιδηροδρομικής μεταφοράς όλης της Γερμανίας.

Το λιμάνι έχει 300 χιλιόμετρα σιδηροδρομικών γραμμών, συν 160 σε ιδιωτική χρήση, και 880 σιδηροδρομικές αλλαγές (συν 600 σε ιδιωτική χρήση).





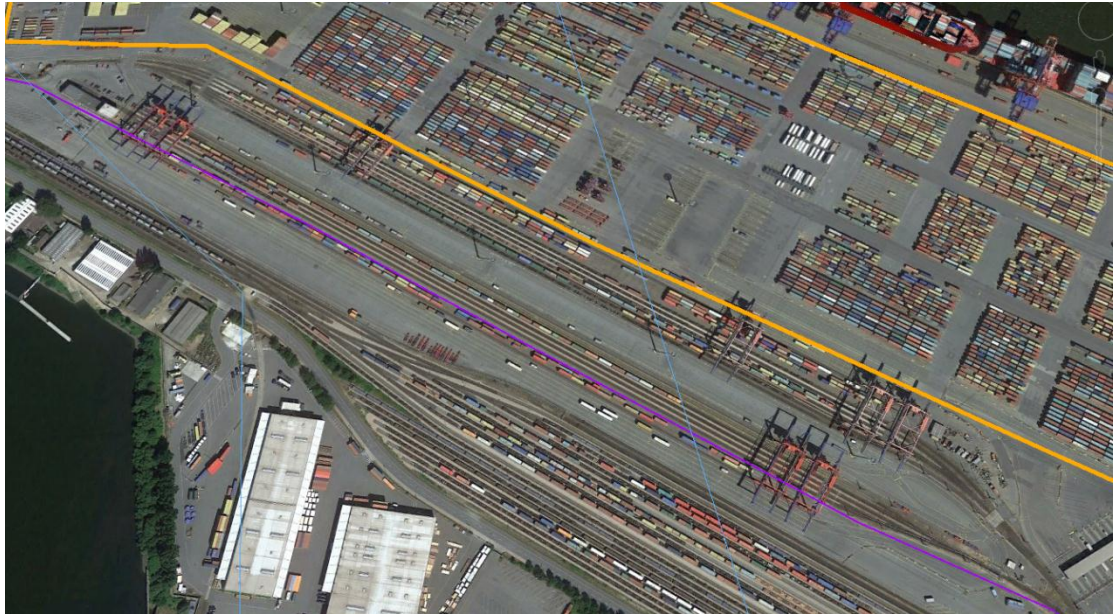
**Εικόνα 30: Γενική διάταξη λιμένα του Αμβούργου**

Η σύνδεση με τον σιδηρόδρομο γίνεται με διάταξη «πλησίον του χώρου στοιβασίας», όπως δείχνει και ο παραπάνω χάρτης.



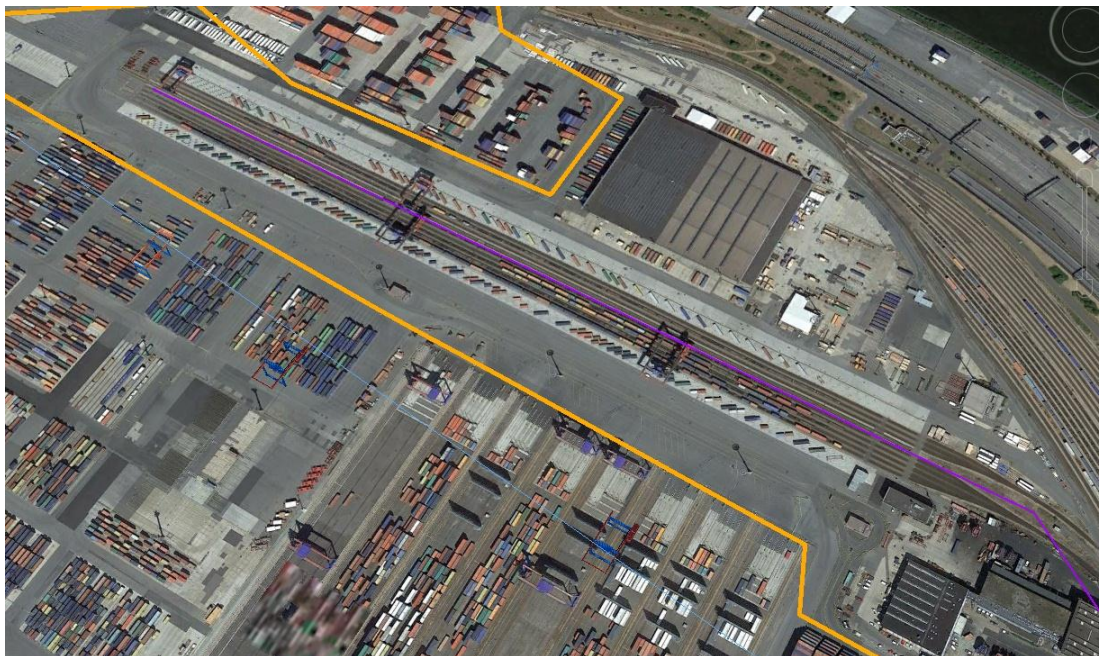
**Εικόνα 31: Λεπτομέρεια νότιου χώρου στοίβασις και γερανογέφυρας**





**Εικόνα 32: Ανατολική σύνδεση με σιδηρόδρομο**

Η κάτω στον χάρτη σύνδεση. Η ύπαρξη παρεμβαλλόμενου χώρου στάθμευσης φορταμαξώ, κατατάσσει τη σύνδεση αυτή στην κατηγορία «σε επαφή με όριο του λιμένα», έστω και κοντινή. Το λιμάνι γενικά όμως χρησιμοποιεί κατά βάση διάταξη «πλησίον του χώρου στοιβασίας».



**Εικόνα 33: Βόρεια σύνδεση με σιδηρόδρομο**



#### **4.3.4 Σύνδεση στον λιμένα της Βαλένθια**

Το λιμάνι της Βαλένθια είναι το μεγαλύτερο μεσογειακό λιμάνι από άποψη εξυπηρετούμενου φόρτου εμπορευματοκιβωτίων στην Ευρώπη. Εξυπηρετεί ετησίως 4.207 χιλιάδες TEU's (στοιχεία για το 2010).

Στον ισπανικό αυτό λιμένα σιδηροδρομικώς εξυπηρετείται ένα 4% του συνολικού φορτίου. Η δε σύνδεση όπως φαίνεται και στις επόμενες εικόνες, αν και είναι κοντά στον νότιο χώρο στοιβασίας είναι της μορφής «στην άκρη του λιμένα», καθώς υπάρχουν παρεμβαλλόμενη χώροι :



**Εικόνα 34: Γενική διάταξη λιμένα της Βαλένθια**



**Εικόνα 35: λεπτομέρεια σύνδεσης**

#### **4.3.5 Σύνδεση στον λιμένα του Felixstowe**

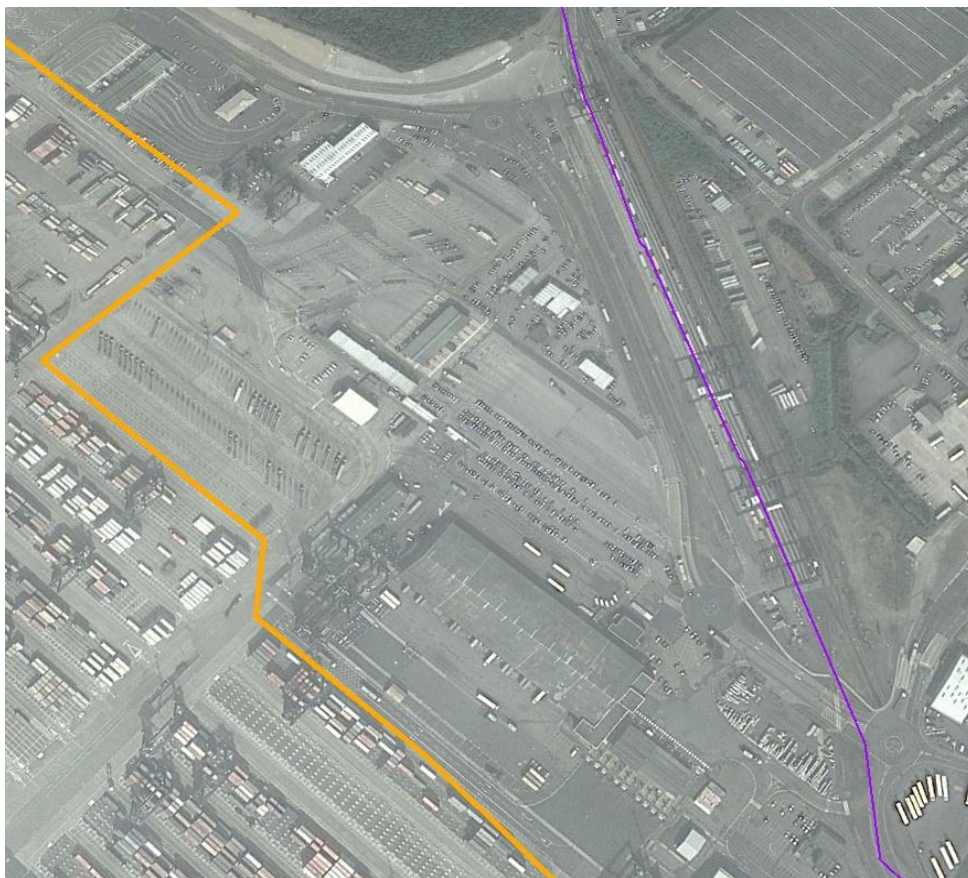
Το αγγλικό λιμάνι του Felixstowe (Φέλιξστοου) είναι το μεγαλύτερο βρετανικό λιμάνι σε φόρτο εμπορευματοκιβωτίων, με χειρισμό φόρτου 3.400 χιλιάδες TEU's το 2010.

Η σύνδεση με τον σιδηρόδρομο είναι υψηλής σημασίας για το λιμάνι, καθώς 21% του συνολικού φόρτου μεταφέρεται με τρένο. Η σύνδεση είναι κοντινή (ιδίως στους βορειοδυτικούς χώρους στοιβασίας) «στην άκρη του λιμένα».





**Εικόνα 36: Γενική διάταξη λιμένα Felixstowe**



**Εικόνα 37: Λεπτομέρεια της σύνδεσης**

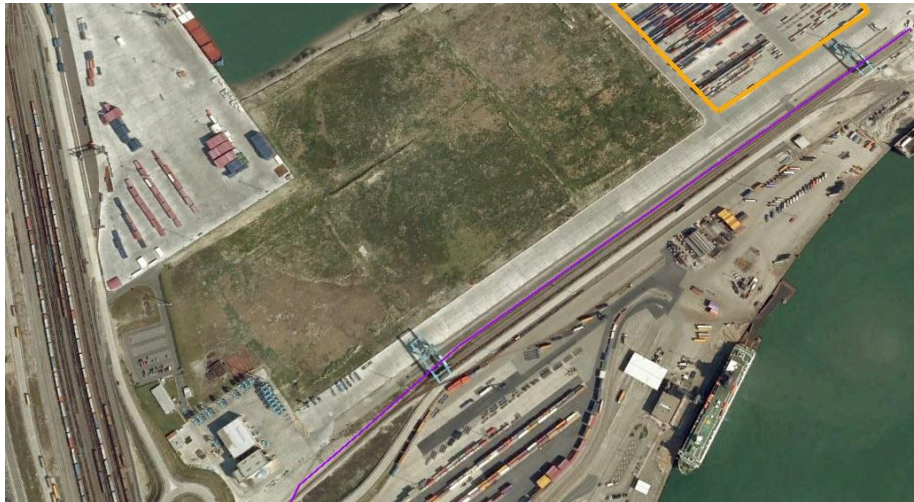
#### **4.3.6 Σύνδεση στον λιμένα του Μπρυζ**

Στο βελγικό λιμάνι του Μπρυζ οι μεταφορές κοντέινερ μέσω σιδηροδρόμου είναι υψηλής σημασίας, καθώς αφορούν το 25% του συνολικού μεταφερόμενου φορτίου. Η δε σύνδεση πλοίου – σιδηρόδρομου είναι άμεση, με διάταξη «πλησίον του χώρου στοιβασίας».



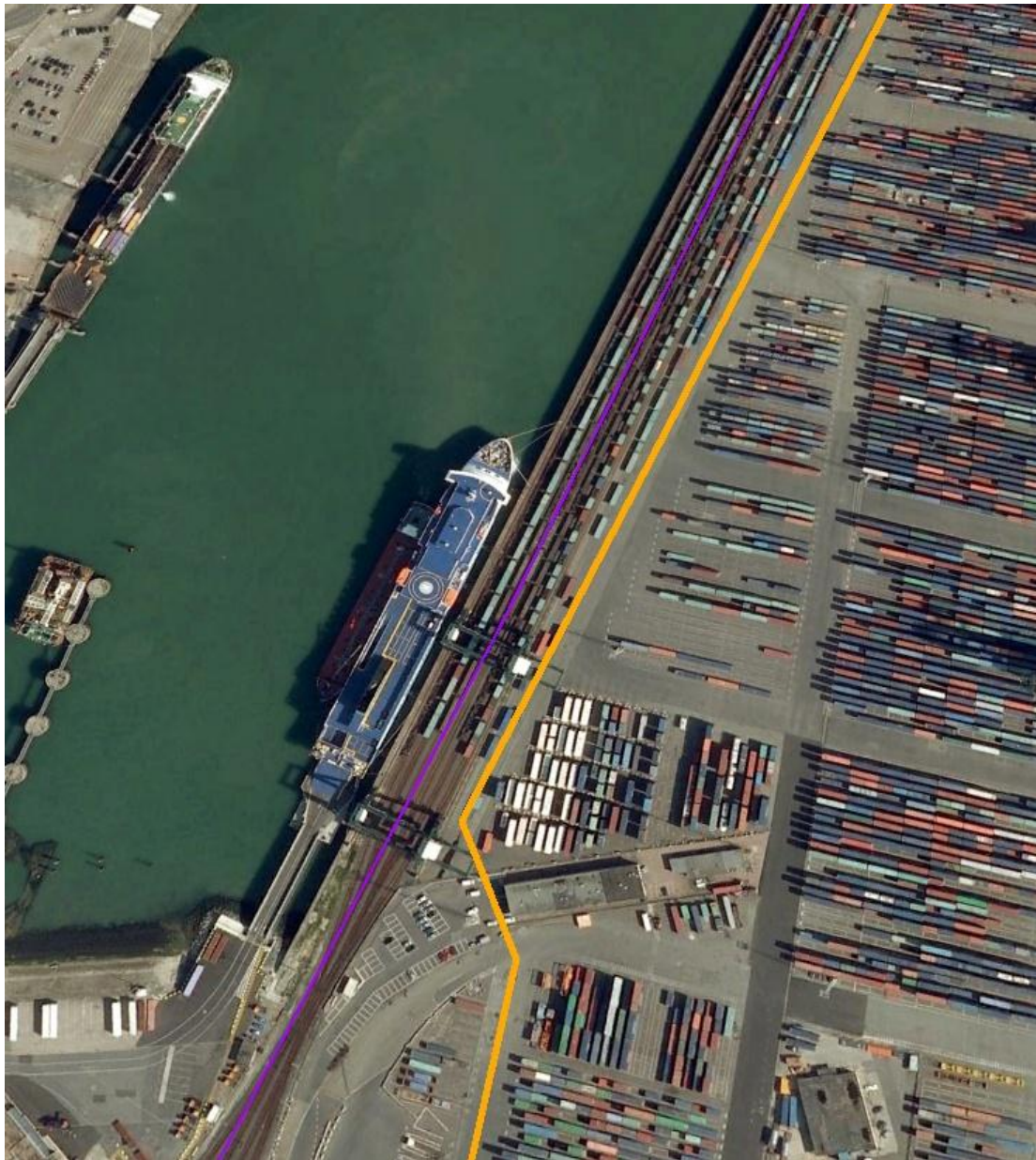
**Εικόνα 38: Γενική διάταξη λιμένα του Μπρυζ**





**Εικόνα 39: Λεπτομέρεια του πάνω χώρου στοιβασίας**

Στο λιμάνι του Μπρυζ υπάρχει η μόνη εφαρμογή σε μεγάλο ευρωπαϊκό λιμένα της διάταξης «κάτω από τη γερανογέφυρα», όπως φαίνεται στην εικόνα 30 που ακολουθεί.



**Εικόνα 40: Διάταξη «κάτω από την γερανογέφυρα» για τη σύνδεση με την σιδηροδρομική γραμμή στον λιμένα του Μπρυζ**



#### **4.3.7 Σύνδεση στον λιμένα του Πειραιά**

Ο λιμένας του Πειραιά είναι ο ταχύτερα αναπτυσσόμενος λιμένας εξυπηρέτησης εμπορευματοκιβωτίων στον κόσμο. Το 2010 εξυπηρετούσε 878.000 TEU's ετησίως, το επόμενο έτος 1.600.00 TEU's ενώ σήμερα έχει φτάσει σε φόρτους άνω των 3.400.000 TEU's. Η σιδηροδρομική εγκατάσταση μέσα στον λιμένα είναι της διάταξης «πλησίον του χώρου στοιβασίας», αλλά υπάρχει και οργανωτική σύνδεση με χερσαίο λιμένα, στο Θριάσιο πεδίο. Εκεί συγκεντρώνονται τα εμπορευματοκιβώτια από τον λιμένα, αλλά και από ολόκληρη την περιοχή της Αττικής, και φορτώνονται σε συρμούς.



**Εικόνα 41: Ο χώρος στοιβασίας των εμπορευματοκιβωτίων σε τραπεζοειδές κρηπίδωμα, και η σιδηροδρομική εγκατάσταση πάνω από το κρηπίδωμα.**



**Εικόνα 42:** Λεπτομέρεια της σιδηροδρομικής εγκατάστασης

#### **4.3.8. Σύνδεση στον λιμένα της Θεσσαλονίκης**



**Εικόνα 43:** Ο χώρος στοιβασίας εμπορευματοκιβωτίων στον λιμένα της Θεσσαλονίκης και η σιδηροδρομική εγκατάσταση



Η σιδηροδρομική εγκατάσταση είναι σε διάταξη πλησίον του χώρου στοιβασίας, με τραπεζοειδή μορφή κρηπιδώματος όπου η σιδηροδρομική εγκατάσταση τοποθετείται εντός του τραπεζίου, χωροθέτηση που δημιουργεί πρόβλημα καθώς περιορίζει τους χώρους στοιβασίας.



**Εικόνα 44: Λεπτομέρεια της σιδηροδρομικής εγκατάστασης**

#### **4.3.9 Βάση δεδομένων**

Με βάση τα στοιχεία που συνελέγησαν για τους μεγαλύτερους Ευρωπαϊκούς λιμένες αναπτύχθηκε μία εφαρμογή σε περιβάλλον Google, η οποία επιτρέπει τον εντοπισμό όλων των σιδηροδρομικών εγκαταστάσεων εντός λιμένων μέσω κριτηρίων αναζήτησης. Τα κριτήρια αυτά είναι η διάταξη της εγκατάστασης, η χώρα του λιμένα, η γεωγραφική θέση του λιμένα, καθώς και το ποσοστό του

σιδηροδρομικώς μεταφερόμενου φόρτου. Εκτός από τη θέση τους στον χάρτη, η εφαρμογή αυτή παρουσιάζει και τα στοιχεία των λιμένων και των σιδηροδρομικών τους εγκαταστάσεων (σε λεζάντες που εμφανίζονται όταν ο χρήστης μετακινήσει τον δείκτη (sensor) στην περιοχή του λιμένα στον χάρτη).

#### 4.4. Χερσαίος χώρος συνδεδεμένος οργανωτικά με λιμένα

Ο συνεχώς αυξανόμενος μεταφορικός φόρτος σε παγκόσμιο επίπεδο, και η συνεπακόλουθη συμφόρηση που δημιουργείται στις αποβάθρες των λιμανιών δημιουργούν αμφιβολίες για το πόσο ικανά είναι αυτά τα λιμάνια να χειριστούν αποτελεσματικά όλον αυτόν τον φόρτο στη μικρή σχετικά έκταση πλησίον του κρηπιδώματος. Όσο δε η αλυσίδα εφοδιασμού γίνεται ολοένα και πιο πολύπλοκη σε μια συνεχώς διευρυνόμενη σε γεωγραφικό επίπεδο αγορά, τόσο μεγαλώνουν κι οι απαιτήσεις για ένα σύστημα μεταφοράς πιο ευέλικτο.

Σημαντικό ρόλο στη διεύθυνση αυτή μπορούν να παίξουν τα λιμάνια της ενδοχώρας (inland ports) τα οποία ήδη χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό στις ΗΠΑ, ενώ υπάρχουν κι αρκετές εφαρμογές στην Ευρώπη (Σεβίλλη, Ντούισμπουργκ, Μάνχαϊμ, κ.ά.)

Το εισερχόμενο στον θαλάσσιο λιμένα φορτίο διαβιβάζεται από το πλοίο στα τρένα, και μέσω αυτών μεταφέρεται άμεσα σε μία περιοχή στην ενδοχώρα, στην οποία γίνεται ο έλεγχος, η μεταποίηση και η διανομή στο μεταφορικό δίκτυο. Αυτές οι τοποθεσίες λειτουργούν στην ουσία ως «λιμάνια» μακριά από τη θάλασσα, και σε

πολλές περιπτώσεις στις ΗΠΑ χειρίζονται ίδια μεγέθη φορτίου με τα παραθαλάσσια αντίστοιχά τους.

Με την ίδια ονομασία είναι καταχωρημένα και τα λιμάνια εσωτερικής ναυσιπλοΐας, δηλαδή λιμένες που δεν έχουν άμεση επαφή με την θάλασσα αλλά βρίσκονται πάνω σε πλωτό ποταμό ή λίμνη. Εμείς εδώ θα ασχοληθούμε με την πρώτη κατηγορία.

Αν και η έννοια των inland ports δεν είναι καινούρια<sup>[38]</sup>, οι εγκαταστάσεις αυτές γίνονται ολοένα και πιο κρίσιμες στην παγκόσμια αλυσίδα εφοδιασμού, και επηρεάζουν λογιστικές αποφάσεις που διακυμαίνονται από τα μεταφορικά δρομολόγια ως τις τοποθεσίες αποθήκευσης.

Τα inland ports συγκεκριμένα παρέχουν τα εξής βασικά πλεονεκτήματα:

- ταχύτητα στις μεταφορές
- χαμηλότερο κόστος
- κεντρική γεωγραφική θέση και συνδεσιμότητα με το μεταφορικό δίκτυο
- αποσυμφόρηση των λιμανιών<sup>[39]</sup>

### ***Ταχύτητα στις μεταφορές***

Ο περισσότερος χώρος και οι πιο ευρύχωρες εγκαταστάσεις σε σχέση με το στενόχωρο λιμάνι οδηγούν σε πιο μικρούς χρόνους διαλογής και διανομής των εμπορευματοκιβωτίων. Τα δρομολόγια επίσης δεν έχουν τις καθυστερήσεις που θα είχαν στο παραθαλάσσιο λιμάνι λόγω συμφόρησης από τις πολλές εργασίες: η μεταφορά από το λιμάνι στο inland port γίνεται άμεσα, όπως άμεσα αναχωρούν και τα δρομολόγια για τις πόλεις προορισμού μετά τη διανομή

### ***Χαμηλότερο κόστος***

Εκτός από το έμμεσο χρηματικό όφελος που θα δημιουργήσουν οι μεγαλύτερες ταχύτητες εξυπηρέτησης, θα υπάρχει και άμεσο κέρδος λόγω της οικονομικότερης γης. Βασικό πρόβλημα σε όλα τα λιμάνια που θέλουν να επεκταθούν είναι το πολύ υψηλό κόστος γης στις κεντρικές περιοχές πλησίον των

λιμανιών. Στην περίπτωση των inland ports, σε περιοχές μακριά από το κέντρο των πόλεων, και άρα χαμηλότερης αντικειμενικής αξίας μπορούν να αγοραστούν μεγαλύτερες με πολύ χαμηλότερες τιμές.

### ***Κεντρική γεωγραφική θέση***

Η γεωγραφική θέση είναι από τους βασικότερους παράγοντες επιτυχίας ενός λιμανιού. Με τη χρήση μίας τοποθεσίας στην ενδοχώρα ως inland port μπορεί να βελτιωθεί ο παράγοντας αυτός, και να συνδυαστεί μια αρίστως προσβάσιμη θέση για τα πλοία με μία κεντρική θέση στην ήπειρο. Ιδιαίτερα σημαντική είναι και η συνδεσιμότητα με το μεταφορικό δίκτυο, όπως το σιδηροδρομικό, που μπορεί αν μειώσει τους χρόνους των δρομολογίων. Χαρακτηριστική η περίπτωση του Ντούισμπουργκ που μελετήθηκε πριν.

### ***Αποσυμφόρηση του λιμανιού***

Με τα ολοένα και αυξανόμενα φορτία που εξυπηρετούνται στα λιμάνια υπάρχει συχνή αλληλοκαθυστέρηση μεταξύ των διάφορων εργασιών. Με το να μεταφέρουμε το φορτίο, και άρα και τις εργασίες που συνδέονται με αυτό μακριά από το λιμάνι, αφήνουμε χώρο ώστε να γίνονται αποτελεσματικότερα και χωρίς καθυστερήσεις οι καθαρά λιμενικές εργασίες.<sup>[40]</sup>

Τα πλεονεκτήματα των inland ports βλέπουμε ότι ικανοποιούν τις βασικές απαιτήσεις που υπάρχουν διεθνώς στο chain management, που είναι οι ανάγκες για

- ποιότητα
- καλή υποδομή και
- ταχύτητα

Τα λιμάνια της ενδοχώρας μπορούν να είναι πιο αποδοτικά, όσον αφορά την ταχύτητα εξυπηρέτησης και την μείωση των καθυστερήσεων/αξιοπιστία, και πιο οικονομικά.

#### 4.4.2. Λιμένας ενδοχώρας του Ντούισμπουργκ

Το Ντούισμπουργκ είναι το μεγαλύτερο inland container port (χερσαίος χώρος εμπορευματοκιβωτίων συνδεδεμένος οργανωτικά με λιμένα) στον κόσμο, και αποτελεί κεντρικό σημείο στο πανευρωπαϊκό δίκτυο του Ρότερνταμ. Εκτός από σύνδεση με barge, ολόένα μεγαλύτερη σπουδαιότητα αποκτά η σιδηροδρομική σύνδεση, ιδιαίτερα μετά την περάτωση του τεράστιου έργου της Betuweroute



**Εικόνα 45: Αρχή της Betuweroute**



**Εικόνα 46: Συνέχεια της Betuweroute**

Η **Betuweroute** παίρνει το όνομά του από μια περιοχή της κεντρικής Ολλανδίας από την οποία διέρχεται. Είναι ένα έργο 160 χιλιομέτρων, κόστους € 4,7 δισ., διπλής κατεύθυνσης σιδηροδρομικών εμπορευματικών μεταφορών της γραμμής που εκτείνεται από το λιμάνι του Ρότερνταμ, το μεγαλύτερο της Ευρώπης, στα γερμανικά σύνορα στο Zevenaar-Emmerich. Το έργο εναρμονίζεται απόλυτα με την προωθούμενη από την Ευρωπαϊκή ένωση απελευθέρωση των εμπορευματικών σιδηροδρομικών δικτύων της Ευρώπης, την απρόσκοπτη μεταφορά πέρα από τα εθνικά σύνορα και σε διαφορετικά σιδηροδρομικά συστήματα. Ωστόσο, υπήρξε ένα έτος καθυστέρηση, και στο τελικό άνοιγμα τον Ιούνιο του 2007 υπήρχε δυνατότητα κίνησης μόνο με ντίζελ. Η νέα γραμμή παρουσιάζει το ασυνήθιστο φαινόμενο για τις σύγχρονες σιδηροδρομικές γραμμές που δραστηριοποιούνται σε μια πυκνοκατοικημένη περιοχή, να αποσκοπεί μόνο σε εμπορευματική κίνηση. Μπορεί να εξυπηρετήσει οργανωτικά έως και 150 εμπορευματικές αμαξοστοιχίες ανά ημέρα.

Η γραμμή αυτή αρχικά είχε σκοπό τη σύνδεση του λιμανιού του Ρότερνταμ με την βιομηχανική ζώνη της περιοχής του Ρουρ (τη μεγαλύτερη της Γερμανίας κι από τις μεγαλύτερες στον κόσμο), αλλά πλέον με την αναβάθμιση των σχέσεων Ρότερνταμ-Ντούισμπουργκ φέρνει στο Ντούισμπουργκ φορτίο το οποίο διανέμεται σε όλη την Ευρώπη. Με αυτό τον τρόπο για τα κοντέινερ τα προερχόμενα από το Ρότερνταμ το Ντούισμπουργκ, από πύλη της περιοχής του Ρουρ γίνεται πύλη όλης της Ευρώπης.

**Πίνακας 7: Δρομολόγια αμαξοστοιχιών με αφετηρία το Ρότερνταμ μέσω του Ντούισμπουργκ**

Ρότερνταμ	Ντούισμπουργκ	Λυών	Μασσαλία			5 φορές
		Βασιλεία				10 φορές
		Μόναχο	Λουμπλιάνα	Βελιγράδι		3 φορές
				Σαράγιεβο	Σκόπια	3 φορές
		Κωνσταντινούπολη				6 φορές
		Λοβοσίτσε				10 φορές
		Βιέννη				3 φορές
		Μόσχα				1 φορά
		Βουκουρέστι				1 φορά
		Νοβγκόροντ				1 φορά
		Λίπτζιχ				10 φορές
		Πόζναν				10 φορές
		Βαρσοβία				6 φορές
		Κρακοβία				6 φορές
		Αμβούργο(5 φορές)	Τάουλοβ			2 φορές
		Λούμπεκ	Μάλμο			4 φορές

Η μεγάλη σπουδαιότητα που έχει το Ντούισμπουργκ για το Ρότερνταμ ως πύλη για την Ευρώπη, έχει οδηγήσει σε πολύ στενή συνεργασία μεταξύ των αρχών των δύο λιμανιών, ιδίως στον τομέα των πληροφοριών. Μέσω της προσέγγισης chain management του Keyrail από την πλευρά του Ολλανδικού λιμανιού έχει βελτιωθεί η συνεργασία όλων των τμημάτων της αλυσίδας του σιδηροδρομικού δικτύου. Έτσι, ενώ παλαιότερα κάθε τμήμα προσπαθούσε να βελτιστοποιηθεί ξεχωριστά, με συνέπεια το τελικό γενικό αποτέλεσμα να μην είναι το βέλτιστο, τώρα υπάρχει ολοκληρωτικός κεντρικός σχεδιασμός για το σύνολο της αλυσίδας. Και σε συνεργασία με το Portbase, την υπηρεσία πληροφοριών του Ρότερνταμ υπάρχει συνεχής ροή πληροφοριών και καλύτερη οργάνωση των μεταφορών. Η στάνταρ διαδικασία είναι ο κάθε κόμβος να ενημερώνει τον επόμενο για τυχούσα καθυστέρηση – διαδικασία που σύμφωνα με τις αρχές του λιμανιού του Ρότερνταμ έχει βελτιώσει την ακρίβεια των δρομολογίων κατά 20%, η οποία βελτίωση περνάει και στην αποδοτικότητα των συγκεκριμένων μεταφορών.<sup>[30]</sup>

#### 4.5 Κριτήρια επιλογής διάταξης της σιδηροδρομικής εγκατάστασης εντός λιμένα

Για την επιλογή της σωστής σιδηροδρομικής εγκατάστασης σε έναν λιμένα απαραίτητη είναι η γνώση ορισμένων στοιχείων του λιμένα, όπως ο συνολικός φόρτος εμπορευματοκιβωτίων, το ποσοστό του σιδηροδρομικώς μεταφερόμενου φόρτου, η διαθεσιμότητα εκτάσεων πλησίον του λιμένα κ.ά.. Με τη βοήθεια αυτών των στοιχείων εξετάζονται τα κριτήρια που ακολουθούν.

Το πρώτο κριτήριο περιγράφει ορισμένες απαιτήσεις που θα πρέπει να ικανοποιούνται, προκειμένου να είναι συμφέρουσα η χρήση της διάταξης «κάτω από τη γερανογέφυρα». Το κριτήριο 2 αναλύει την κατάσταση που θα πρέπει αν ισχύει προκειμένου να είναι συμφέρουσα μία σιδηροδρομική εγκατάσταση εντός του χώρου του λιμένα, ενώ σε περίπτωση που προτιμάται ανεξάρτητη εγκατάσταση, το κριτήριο 3 εξετάζει αν αυτή θα πρέπει να είναι πλησίον του λιμένα ή απομακρυσμένη. Τέλος τα κριτήρια 4 με 6, εξετάζουν τις απαιτήσεις για την απόσταση του χώρου στοιβασίας και της σιδηροδρομικής εγκατάστασης από τη θέση παραβολής του πλοίου στο κρηπίδωμα, και κατά συνέπεια της επιλογής ανάμεσα στις διατάξεις «πλησίον του χώρου στοιβασίας» και «σε επαφή με το όριο του λιμένα».

##### **Κριτήριο για επιλογή διάταξης «κάτω από τη γερανογέφυρα»:**

Προκειμένου να είναι συμφέρον για τον λιμένα να επιλεγεί η διάταξη «κάτω από την γερανογέφυρα» θα πρέπει να ικανοποιούνται κάποιες απαιτήσεις για προ-οργάνωση και συγχρονισμό δρομολογίων τρενών-πλοίου. Συγκεκριμένα θα πρέπει να ισχύουν τα εξής:

- Ο αριθμός των εμπορευματοκιβωτίων που θα εκφορτωθούν από το πλοίο στο τρένο θα πρέπει να είναι αρκετός ώστε να σχηματίζεται συρμός προς έναν προορισμό, δηλαδή να είναι τουλάχιστον 50-80 TEU's. Αν τα εμπορευματοκιβώτια είναι λιγότερα ο συρμός δεν μπορεί να αναχωρήσει γιατί θα είναι ασύμφορος οικονομικά. Θα πρέπει ο συρμός είτε να διέλθει κάτω από τις γερανογέφυρες πολλών πλοίων που βρίσκονται ήδη στο λιμάνι και έχουν εμπορευματοκιβώτια για τον συγκεκριμένο προορισμό, είτε να



αναμένει στο λιμάνι ώσπου να έρθουν τα επόμενα πλοία με τα κατάλληλα εμπορευματοκιβώτια. Όλοι αυτοί οι ελιγμοί όμως προκαλούν καθυστερήσεις. Στόχος είναι να εκφορτώνεται ο ελάχιστος αριθμός εμπορευματοκιβωτίων που απαιτείται για την οικονομική ανταποδοτικότητα της σιδηροδρομικής μεταφορικής υπηρεσίας από ένα πλοίο.

- Τα εμπορευματοκιβώτια που αφορούν ένα συγκεκριμένο δρομολόγιο τραίνου θα πρέπει να είναι ομαδοποιημένα μέσα στο πλοίο σε έναν τομέα, ή έστω σε περιορισμένο αριθμό τομέων, ώστε η εκφόρτωσή τους να γίνεται άμεσα. Η γερανογέφυρα κρηπιδώματος κινείται εγκάρσια με πολύ μικρή ταχύτητα, οπότε αν τα εμπορευματοκιβώτια που αντιστοιχούν σε ένα δρομολόγιο είναι διασκορπισμένα σε διάφορους τομείς του πλοίου θα υπάρξει μεγάλη καθυστέρηση στην εκφόρτωση.
- Η διαδοχή με την οποία εκφορτώνονται τα εμπορευματοκιβώτια από το πλοίο στο τρένο θα πρέπει να ικανοποιούν το πλάνο φόρτωσης του τραίνου. Για λόγους ασφάλειας κατά την πέδηση τα βαρύτερα εμπορευματοκιβώτια θα πρέπει να είναι κοντά στις μηχανές έλξης, ενώ τα ελαφρά τοποθετούνται στο τέλος του συρμού. Αυτή η απαίτηση είναι σχετικά εύκολο να ικανοποιηθεί, καθώς η τοποθέτηση των εμπορευματοκιβωτίων στις κυψέλες του πλοίου ακολουθεί την μέθοδο «τα βαριά εμπορευματοκιβώτια κάτω και τα ελαφρά πάνω» για λόγους ευστάθειας του πλοίου.
- Στην περίπτωση που ο συρμός εξυπηρετεί περισσότερους από έναν προορισμούς, είτε με διαδοχικές στάσεις είτε με ενδιάμεση στάση όπου τα εμπορευματοκιβώτια του ενός προορισμού εκφορτώνονται για να φορτωθούν σε άλλον συρμό, τα εμπορευματοκιβώτια θα πρέπει να εκφορτωθούν από το πλοίο στο τρένο ομαδοποιημένα.

Επειδή η ταυτόχρονη ικανοποίηση όλων των ανωτέρω απαιτήσεων είναι δυσχερής, η διάταξη «κάτω από την γερανογέφυρα» μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο στις περιπτώσεις που υπάρχουν οι κατάλληλες λειτουργικές και οργανωτικές δυνατότητες.

## **Κριτήριο 2:**

Για να είναι οικονομικά βιώσιμη η ύπαρξη ενός συρμού μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, θα πρέπει να μεταφέρει τουλάχιστον 50-80 TEU's προς έναν συγκεκριμένο προορισμό. Οπότε για να είναι αποδοτική η σιδηροδρομική εγκατάσταση σε έναν λιμένα, θα πρέπει ο λιμένας αυτός να είναι σε θέση να εκφορτώνει από πλοία αυτούς τους φόρτους σε συχνή βάση.

Αν δεν μπορεί να μαζέψει ο λιμένας τον απαραίτητο ελάχιστο φόρτο, αλλά μόνο ένα μέρος αυτού, υπάρχει η περίπτωση ο συρμός να φορτωθεί με λιγότερα από 50 TEU's, αν σε κοντινό σταθμό υπάρχει η δυνατότητα φόρτωσης του υπόλοιπου απαραίτητου ελάχιστου φόρτου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το σιδηροδρομικό κέντρο στο Θριάσιο πεδίο και η σύνδεσή του με τον λιμένα του Πειραιά. Από την εκφόρτωση πλοίων στον λιμένα του Πειραιά προέρχονται τα 10 TEU's, τα οποία μεταφέρονται με συρμό ως το Θριάσιο πεδίο όπου προστίθενται άλλα 40 TEU's από την περιοχή της Αττικής.

Αν δεν υπάρχει ο ανωτέρω κοντινός σταθμός, η σιδηροδρομική εγκατάσταση θα πρέπει να τοποθετηθεί εκτός του λιμένα, ώστε να είναι δυνατή η μεταφορά σε αυτόν και η φόρτωση στον συρμό εμπορευματοκιβωτίων με αφετηρία την συγκεκριμένη περιοχή που δεν προέρχονται από τις θαλάσσιες μεταφορές

## **Κριτήριο 3:**

Όταν αποφασιστεί η σιδηροδρομική εγκατάσταση να είναι ανεξάρτητη από τον λιμένα, το επόμενο δίλλημα είναι το αν η εγκατάσταση αυτή θα τοποθετηθεί πλησίον του λιμένα ή απομακρυσμένη από αυτόν. Με δεδομένη της απαιτούμενη έκταση για την σιδηροδρομική εγκατάσταση αναζητείται ανάλογη διαθέσιμη έκταση στην περιοχή κοντά στον λιμένα. Αν δε βρεθεί τέτοια έκταση, ή είναι πολύ αντικοινωνική, προτιμάται η απομακρυσμένη διάταξη.

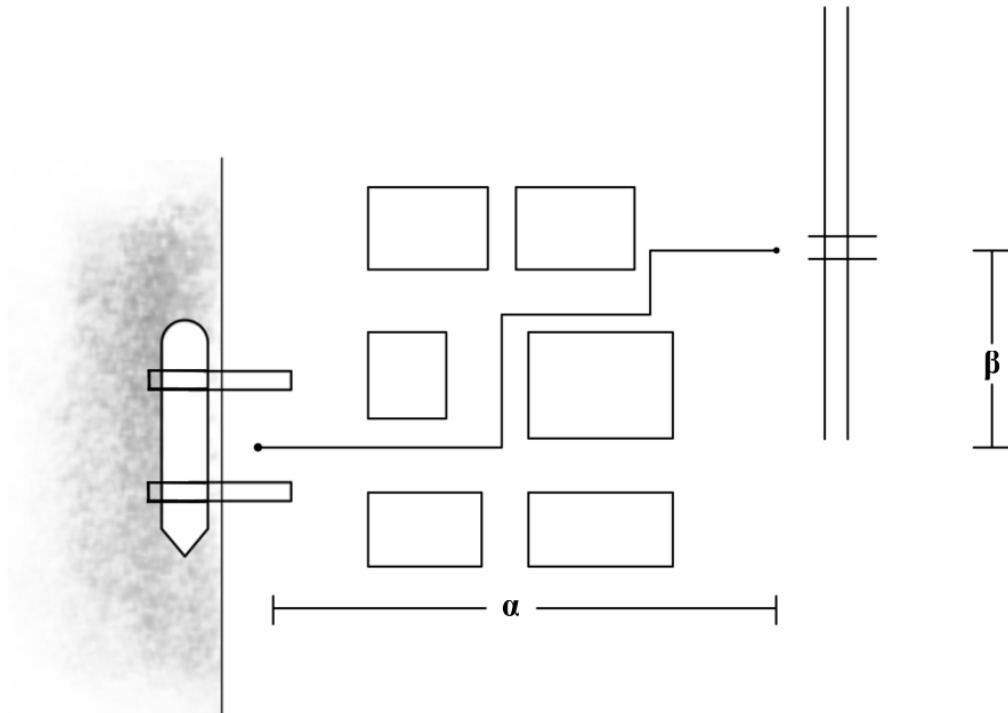
Η έκταση που καταλαμβάνουν οι σιδηροδρομικές εγκαταστάσεις περιλαμβάνει τις παράλληλες σιδηροτροχιές όπου σταθμεύουν οι συρμοί κατά την φόρτωσή τους, ο χώρος στάθμευσης των οχημάτων φόρτωσης (γερανογέφυρες ή οχήματα εμπρόσθιας στοιβασίας) καθώς και χώροι για ελιγμούς. Σε περίπτωση ανεξάρτητης σιδηροδρομικής εγκατάστασης η έκταση είναι μεγαλύτερη, καθώς δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν βοηθητικά χώροι του υπόλοιπου λιμένα, ενώ πλέον περιλαμβάνεται και το κτήριο διοίκησης.

#### **Κριτήριο 4:**

Προκειμένου να επιτευχθεί ο μικρότερος δυνατός χρόνος κύκλου εξυπηρέτησης του οχήματος μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, θα πρέπει η μέση απόσταση μετακίνησης του οχήματος να είναι η μικρότερη δυνατή.

Ως μέση απόσταση μετακίνησης ενός οχήματος μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων για μία θέση παραβολής ορίζεται το άθροισμα των κάθετων και οριζόντιων προς το κρηπίδωμα αποστάσεων που διανύει το όχημα, ξεκινώντας από το μέσο του χώρου παραβολής και καταλήγοντας στο μέσο της σιδηροδρομικής εγκατάστασης. Αυτό ισούται με το άθροισμα της εγκάρσιας απόστασης του κέντρου της θέσης παραβολής από το κέντρο της σιδηροδρομικής εγκατάστασης και της απόστασης της σιδηροδρομικής εγκατάστασης από το κρηπίδωμα.

Οπότε είναι θεμιτό, προκειμένου ο χρόνος κύκλου εξυπηρέτησης να είναι μικρός, η απόσταση της σιδηροδρομικής εγκατάστασης από το κρηπίδωμα να είναι όσο πιο μικρή γίνεται.



**Εικόνα 47: Μέση απόσταση μετακίνησης ενός οχήματος μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων  $\alpha+\beta$**

### **Κριτήριο 5:**

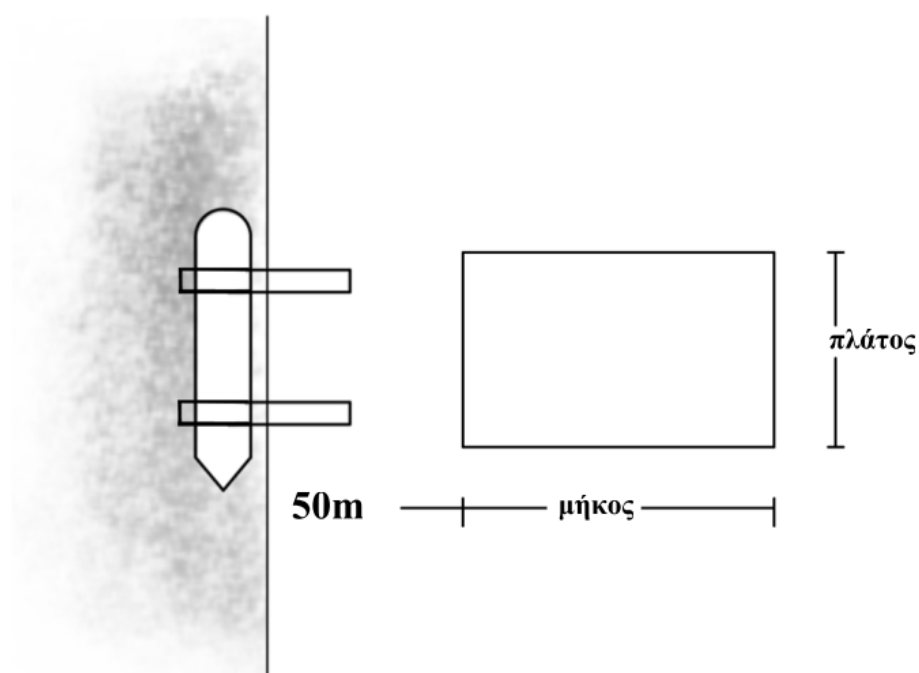
Κάθε θέση παραβολής χρειάζεται μια συγκεκριμένη έκταση χώρων στοιβασίας για τα εμπορευματοκιβώτια που εκφορτώνονται από το πλοίο σε αυτήν. Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των νομογραφημάτων μπορούμε λαμβάνοντας συγκεκριμένες παραδοχές, ή χρησιμοποιώντας τα στοιχεία κάθε λιμένα, να βρούμε την απαιτούμενη έκταση χώρου εναπόθεσης και στοιβασίας κάθε θέσης παραβολής.

Με παραδοχές ημερήσιο αριθμό ωρών εργασίας 16 ώρες (δύο βάρδιες), 3 γερανογέφυρες ανά θέση παραβολής, ποσοστό καταλήψεως 50% και μέσο φορτίο πλοίου 400 εμπορευματοκιβώτια, προκύπτει ετήσια διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων ανά θέση παραβολής 120.000 TEU's.

Για λιμένα που χρησιμοποιεί στους χώρους στοιβασίας γερανογέφυρες με μέγιστο ύψος στοιβασίας 4 εμπορευματοκιβώτια προκύπτει απαιτούμενη έκταση 220.000

τετραγωνικά μέτρα, ενώ για λιμένες που χρησιμοποιούν οχήματα εμπρόσθιας στοιβασίας η απαιτούμενη έκταση ανέρχεται στα 280.000 τετραγωνικά μέτρα (βλ. Παράρτημα Δ). Ως παραδοχή λάβαμε τον μέσο χρόνο παραμονής του εμπορευματοκιβωτίου στους χώρους στοιβασίας τις 15 ημέρες.

Με πλάτος του χώρου στοιβασίας το μήκος του πλοίο που βρίσκεται στη θέση παραβολής (μέσο μήκος 400 μέτρα), το μήκος του χώρου στοιβασίας θα είναι  $280.000/400= 620$  μέτρα για λιμένες με οχήματα εμπρόσθιας στοιβασίας και 490 μέτρα για λιμένες με γερανογέφυρες. Λαμβάνοντας ελεύθερο χώρο για ελιγμούς 50 μέτρα από την άκρη του κρηπιδώματος, η απόσταση της εξωτερικής πλευράς των χώρων στοιβασίας από το κρηπίδωμα ανέρχεται στα 670 και 540 μέτρα αντίστοιχα.



**Εικόνα 48: Απαιτούμενος χώρος στοιβασίας εμπορευματοκιβωτίων. Ξεκινάει μετά από την ζώνη των 50 μέτρων που παραμένει ελεύθερη ως χώρος ελιγμών πλησίον του κρηπιδώματος**

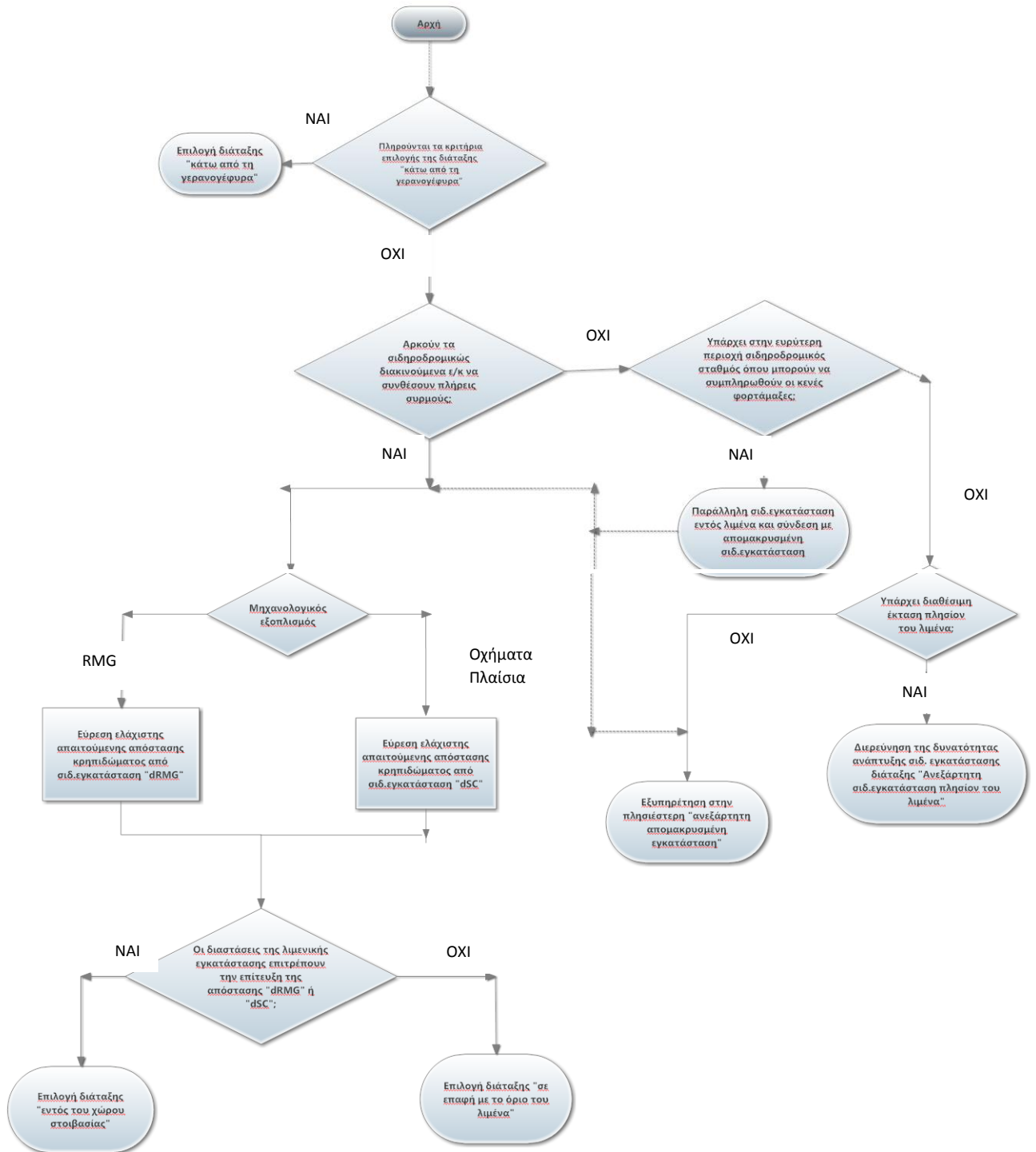
Βασική προϋπόθεση για την ομαλή λειτουργία ενός λιμένα είναι να υπάρχει ο απαραίτητος χώρος στοιβασίας, και κατά συνέπεια η σιδηροδρομική εγκατάσταση να βρίσκεται μακριά από το κρηπίδωμα σε απόσταση μεγαλύτερη από την ελάχιστη

που υπολογίσθηκε με τον παραπάνω τρόπο. Σε κάθε λιμένα η ελάχιστη απόσταση αυτή είναι διαφορετική, καθώς εξαρτάται από τα στοιχεία του λιμένα, η μέθοδος όμως είναι η ίδια.

#### **Κριτήριο 6:**

Ένα άλλο κριτήριο είναι το κόστος της εγκατάστασης της σιδηροδρομικής γραμμής εντός λιμένα. Αυτό περιλαμβάνει το κόστος απαλλοτρίωσης των εκτάσεων από όπου θα περάσει η σιδηροδρομική γραμμή για να φθάσει στον λιμένα (κόστος που είναι παρόμοιο σε όλες τις διατάξεις εκτός της ανεξάρτητης απομακρυσμένης), το κόστος των υλικών και των εργασιών εγκατάστασης των σιδηροτροχιών καθώς και το κόστος της έκτασης που χρησιμοποιείται για την εγκατάσταση της σιδηροδρομικής γραμμής. Όσο πιο κοντά φθάνουν οι γραμμές στο κρηπίδωμα τόσο μεγαλύτερο είναι το κόστος, καθώς απαιτείται μεγαλύτερη έκταση και περισσότερη εργασία.

#### 4.5.1 Έμπειρο σύστημα για την επιλογή της κατάλληλης σιδηροδρομικής διάταξης



## **5 Περιοχές επιρροής σιδηροδρομικών μεταφορών πέριξ των λιμένων**

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται η έννοια της περιοχής επιρροής ενός λιμένα, τα στοιχεία που την καθορίζουν, ενώ εξετάζονται οι περιοχές επιρροής των μεγαλύτερων ευρωπαϊκών λιμένων.

### **5.1. Περιοχές επιρροής λιμένων στις συνδυασμένες μεταφορές**

Περιοχή επιρροής ενός λιμένα στις συνδυασμένες μεταφορές ορίζεται ως το σύνολο των προορισμών των χερσαίων μεταφορών που ως αφετηρία έχουν το εν λόγω λιμάνι, με προϋπόθεση τα δρομολόγια των μεταφορών αυτών να είναι υψηλής συχνότητας.

Η συχνότητα αυτή ποικίλει, από ένα δρομολόγιο τουλάχιστον τη βδομάδα έως δρομολόγια σε ημερήσια βάση, και εξαρτάται από το πληθυσμιακό μέγεθος και την οικονομική δύναμη του προορισμού (όσο μεγαλύτερη και με πιο ανεπτυγμένη οικονομία είναι η περιοχή προορισμού τόσο συχνότερα πρέπει να είναι τα δρομολόγια).

Πρακτικά περιοχή επιρροής ενός λιμένα είναι το σύνολο των πόλεων – βιομηχανικών περιοχών που «τροφοδοτούνται» μεταφορικά από τον λιμένα αυτό. Η ύπαρξη όσο το δυνατόν μεγαλύτερης περιοχής επιρροής είναι βασικός στόχος για κάθε λιμένα, καθώς αυτό σημαίνει ότι μεγαλύτερο συνολικό φορτίο θα εξυπηρετείται από αυτόν.

Στην Ευρώπη σημαντικότερες περιοχές-στόχοι από την πλευρά των μεταφορέων είναι οι πιο ανεπτυγμένες βιομηχανικά περιοχές και αυτές με μεγαλύτερο κατά κεφαλήν εισόδημα, καθώς οι πρώτες συνεπάγονται μεγάλες εξαγωγές κι οι δεύτερες μεγάλες εισαγωγές, και κατά συνέπεια υψηλό μεταφορικό έργο.



Οι ιδιότητες αυτές (υψηλές εξαγωγές, υψηλές εισαγωγές) συνυπάρχουν σε περιοχές της δυτικής και κεντρικής Ευρώπης, και πιο συγκεκριμένα στην Ολλανδία, Βέλγιο, Βόρεια Γαλλία, Δυτική και νότια Γερμανία, Ελβετία, Βόρεια Ιταλία, Αυστρία, καθιστώντας τις περιοχές αυτές ελκυστικούς στόχους για τα λιμάνια, και όπως θα δούμε στη συνέχεια, όντως αποτελούν τμήμα της περιοχής επιρροής των μεγαλύτερων Ευρωπαϊκών λιμένων.

Βασικά χαρακτηριστικά που καθορίζουν την περιοχή επιρροής ενός λιμένα στις συνδυασμένες μεταφορές είναι τα εξής:

- Θέση του λιμένα (τόσο σε σχέση με τις διαδρομές των θαλάσσιων μεταφορών, όσο και με τη θέση του υπόψιν προορισμού)
- Συνδεσιμότητα με το Ευρωπαϊκό οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο (με τη σημασία του δεύτερου συνεχώς να αυξάνεται)
- Μέγεθος φορτίου που εξυπηρετεί ο λιμένας (όσο μεγαλύτερος είναι ο φόρτος που μεταφέρεται από το λιμάνι προς μία κατεύθυνση, τόσο πιο οικονομικό είναι να προστεθεί κι άλλος ένας προορισμός στην κατεύθυνση αυτή - οικονομία κλίμακας)
- Ποιότητα των προσφερόμενων από τον λιμένα υπηρεσιών (στον τεχνικό τομέα, στον τομέα οργάνωσης, πληροφοριών, από άποψη αξιοπιστίας κλπ)

Τα μεγαλύτερα Ευρωπαϊκά λιμάνια, το Ρότερνταμ, η Αμβέρσα και το Αμβούργο έχουν και τις μεγαλύτερες περιοχές επιρροής στον ευρωπαϊκό χώρο. Βάση τους είναι η κεντρική και δυτική Ευρώπη, με το Αμβούργο να επεκτείνεται και στην Ανατολική Ευρώπη, αν και οδικά ή σιδηροδρομικά μεταφορικά δρομολόγια με αφετηρία τα λιμάνια αυτά έχουν για προορισμό πόλεις από όλη την Ευρώπη.

Η ίδια επέκταση της περιοχής επιρροής τους (με χαμηλότερο διακινούμενο φόρτο φυσικά) ισχύει και για άλλα λιμάνια της βόρειας Ευρώπης, όπως η Χάβρη ή το Μπρυζ. Τα μεσογειακά λιμάνια αντίθετα εξυπηρετούν κυρίως τις εσωτερικές εθνικές αγορές τους, με μικρό ποσοστό του συνολικού τους φόρτου να πηγαίνει στις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές χώρες (σε αντίθεση πχ με το Μπρυζ από το οποίο το 70% του φορτίου μεταφέρεται χερσαία εκτός Βελγίου). Εξάιρεση είναι τα λιμάνια

του Ιταλικού βορρά, που προσπαθούν τον τελευταίο καιρό να καταστούν τελικός σταθμός για τις θαλάσσιες εξαγωγές τις Κίνας, συνεχίζοντας την μεταφορά προς την κεντρική Ευρώπη με σιδηρόδρομο ή φορτηγό.

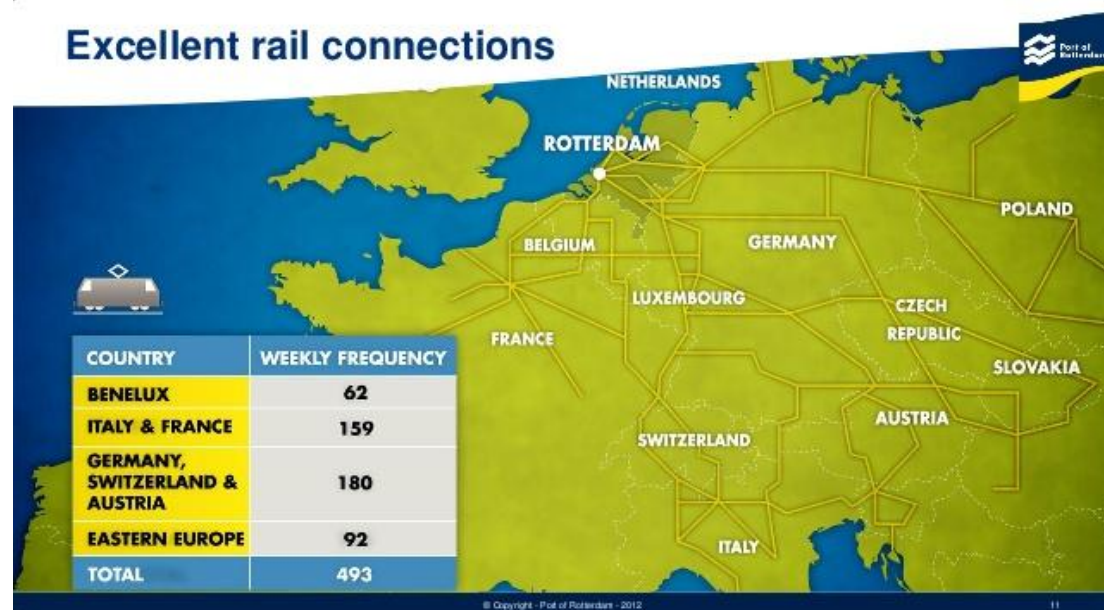
Ακολουθούν αναλυτικά στοιχεία για τις περιοχές επιρροής των μεγαλύτερων λιμανιών.

## 5.2 Περιοχή επιρροής λιμένα του Ρόττερνταμ

Το λιμάνι του Ρόττερνταμ είναι το μεγαλύτερο της Ευρώπης, τόσο με κριτήριο το συνολικό φορτίο, όσο και από άποψη κοντέινερ που διέρχονται από αυτό. Το 2010 εξυπηρέτησε 430,2 χιλιάδες τόνου συνολικού φορτίου, ανάμεσά τους και 11.146 χιλιάδες TEU's.

Το Ρόττερνταμ βρίσκεται σε ιδανική θέση κοντά στην οικονομική καρδιά της Ευρώπης, την περιοχή του Ρήνου, καθιστώντας τον λιμένα του ιδανική πύλη εισόδου εμπορευμάτων στην περιοχή αυτή.

Επίσης η πολύ καλή συνδεσιμότητά του με το ευρωπαϊκό σιδηροδρομικό δίκτυο παίζει σημαντικό ρόλο, ώστε τα μεταφερόμενα από το Ρόττερνταμ προϊόντα να φθάνουν με ταχύτητα και αξιοπιστία (χαρακτηριστικά του ευρωπαϊκού σιδηροδρομικού δικτύου) στον προορισμό τους.



**Εικόνα 49: Σύνδεση λιμένα του Ρότερνταμ με σιδηροδρομικό δίκτυο δυτικής Ευρώπης**

Η σύνδεση του λιμένα του Ρότερνταμ με το γερμανικό Ντούισμπουργκ, η αναβάθμιση του δεύτερου σε χερσαίο λιμένα ενδοχώρας συνδεδεμένο οργανικά με το ολλανδικό λιμάνι και οι θετικές συνέπειες που έχει αυτή η σύνδεση για το Ρότερνταμ αναλύονται σε ξεχωριστό κεφάλαιο.

**Πίνακας 7: Σιδηροδρομικά δρομολόγια από Ρότερνταμ (εβδομαδιαίως)**

Ρότερνταμ	Ντούισμπουργκ	Λυών	Μασσαλία			5 φορές
		Βασιλεία				10 φορές
		Μόναχο	Λουμπλιάνα	Βελιγράδι		3 φορές
				Σαράγιεβο	Σκόπια	3 φορές
		Κωνσταντινούπολη				6 φορές
		Λονοσίτσε				10 φορές
		Βιέννη				3 φορές
		Μόσχα				1 φορά
		Βουκουρέστι				1 φορά
		Νοβγκόροντ				1 φορά
		Λίπτζιχ				10 φορές
		Πόζναν				10 φορές
		Βαρσοβία				6 φορές
		Κρακοβία				6 φορές
		Αμβούργο(5 φορές)	Ταυλον			2 φορές
		Λυbeck	Μαλμϋ			4 φορές

Παραπάνω παρατίθεται απλώς ο πίνακας των πόλεων με τις οποίες συνδέεται το Ρότερνταμ, χρησιμοποιώντας το Ντούισμπουργκ ως ενδιάμεσος κόμβος (hub).

Το λιμάνι του Ρότερνταμ συνδέεται οδικώς, σιδηροδρομικώς και μέσω εσωτερικής ναυσιπλοΐας με προορισμούς σε ολόκληρη την Ευρώπη, και μπορεί να εξυπηρετήσει προορισμούς σε όλη την έκταση της γηραιάς ηπείρου.

Βασική ενδοχώρα του λιμένα, δηλαδή οι περιοχές για τις οποίες υπάρχει δρομολόγιο από το Ρότερνταμ σε συχνότητα αρκετών εμπορευματικών αμαξοστοιχιών την εβδομάδα είναι οι περιοχές Ολλανδία, Βέλγιο, Βόρεια Γαλλία, Νότια και Δυτική Γερμανία, Ελβετία, Βόρεια Ιταλία, Αυστρία, Τσεχία.

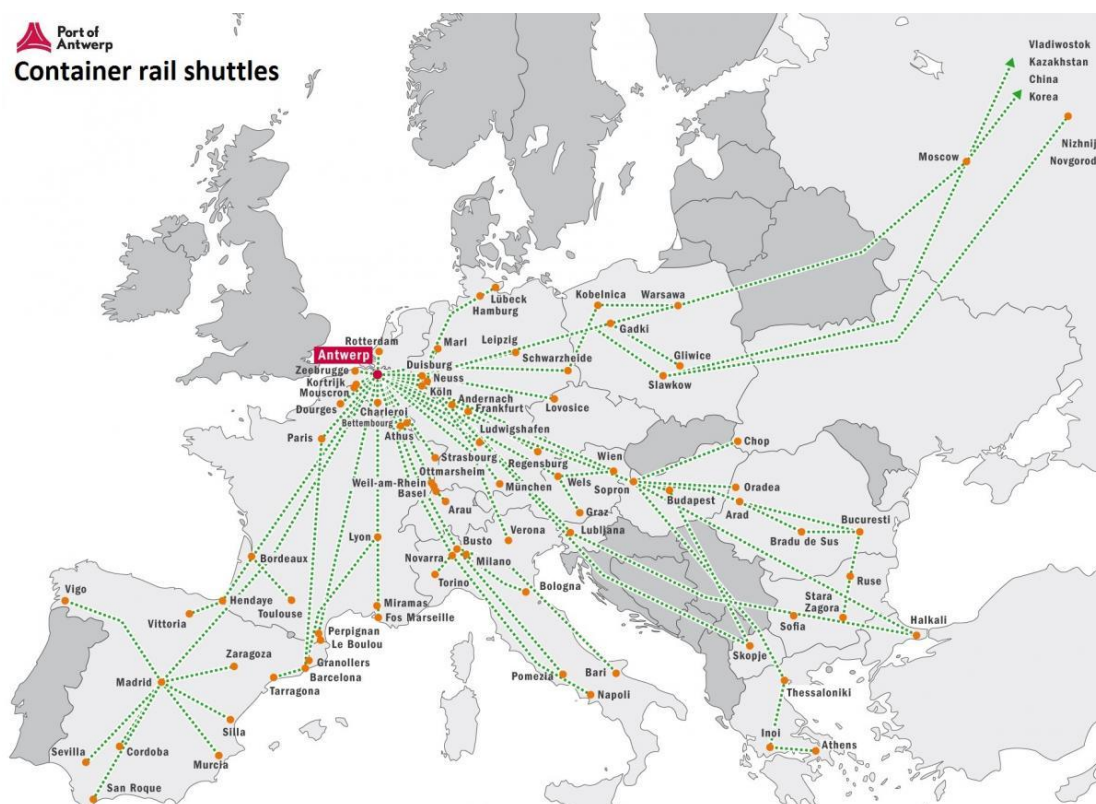


Εικόνα 50: Στρατηγική ενδοχώρα λιμένα του Ρότερνταμ

### 5.3 Περιοχή επιρροής λιμένα της Αμβέρσας

Το λιμάνι της Αμβέρσας από άποψη συνδεσιμότητας με το Ευρωπαϊκό οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο έχει χαρακτηριστικά όμοια με το γειτονικό της Ρότερνταμ, με το οποίο ανταγωνίζονται στην ίδια ενδοχώρα.

Οι ακριβείς συνδέσεις του βελγικού λιμένα φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 51: Σιδηροδρομικές συνδέσεις Αμβέρσας

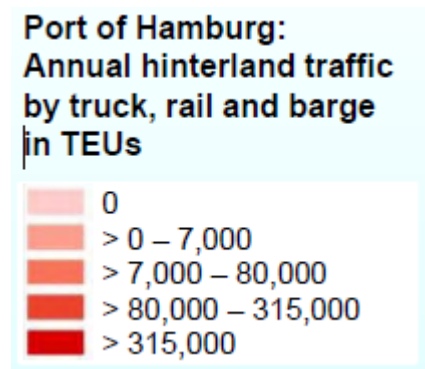
**Πίνακας 8: Σιδηροδρομικές συνδέσεις Αμβέρσας**

<u><b>Ολλανδία</b></u>	Ρότερνταμ	<u><b>Γαλλία</b></u>	Hendaye	<u><b>Αυστρία</b></u>	Βιέννη
<u><b>Βέλγιο</b></u>	Zeebrugge	<u><b>Ισπανία</b></u>	Vittoria		Wels
	Kortrijk		Vigo		Graz
	Mouscron		Zaragoza	<u><b>Σλοβενία</b></u>	Ljubljana
<u><b>Γαλλία</b></u>	Dourges		Granoliers	<u><b>Ουγγαρία</b></u>	Βουδαπέστη
	Charleroi		Βαρκελώνη	<u><b>Τσεχία</b></u>	Lovosice
	Bettembourg		Tarragona	<u><b>Γερμανία</b></u>	Φρανκφούρτη
	Athus		Μαδρίτη		Μόναχο
	Παρίσι		Silla		Lubeck
	Lyon		Murcia		Marl
	Μπορντώ		Κόρδοβα		Leipzig
	Τουλούζη		Σεβίλλη		Schwarzheide
	Μασσαλία		San Roque		Neuss
	Perpignian	<u><b>Ελβετία</b></u>	Βασιλεία		Andernacht
	Miramas		Αράου		Ludwigshafen
<u><b>Πολωνία</b></u>	Kobelnica	<u><b>Ρωσία</b></u>	Μόσχα		Regensburg
	Gadki		Νοβγκροντ		Αμβούργο
	Slawkow	<u><b>Ιταλία</b></u>	Μιλάνο		Ντούισμπουργκ
	Gliwice		Τορίνο		Κολωνία
	Βαρσοβία		Νοβάρα		
<u><b>Ρουμανία</b></u>	Oradea		Μπάρι		
	Arad		Πομέτσια		
	Βουκουρέστι		Νάπολη		
<u><b>Σκόπια</b></u>	Σκόπια		Μπολώνια		
<u><b>Ελλάς</b></u>	Θεσσαλονίκη		Μπούστο		
	Αθήνα		Βερόνα		
<u><b>Βουλγαρία</b></u>	Σόφια				
	Στάρα				

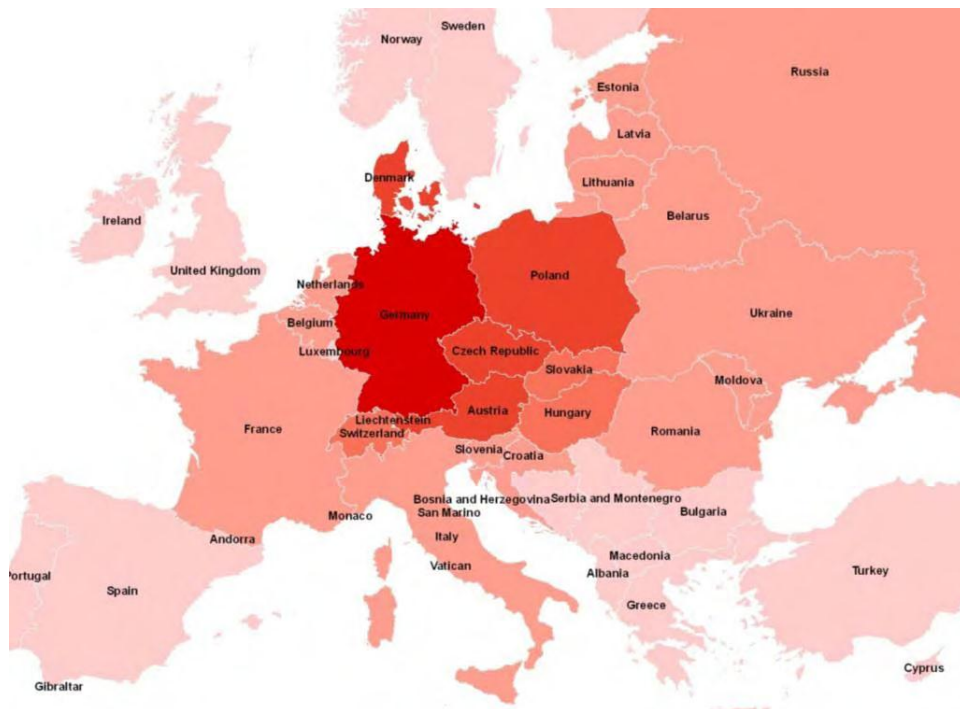
#### 5.4 Περιοχή επιρροής λιμένα του Αμβούργου

Το λιμάνι του Αμβούργου, το τρίτο μεγαλύτερο λιμάνι της Ευρώπης, εξυπηρετεί κι αυτό όμοια περιοχή ενδοχώρας με τα δύο προηγούμενα. Η χαρακτηριστική του διαφορά με το Ρότερνταμ και την Αμβέρσα είναι η διείσδυση που έχει το μεταφορικό του έργο στην ανατολική Ευρώπη.

Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζονται οι κυριότερες περιοχές προορισμού των εμπορευματοκιβωτίων που ξεκινάνε από το Αμβούργο.



**Εικόνα 46: Ετήσια κίνηση σε TEU's (παράρτημα της Εικόνας 23)**



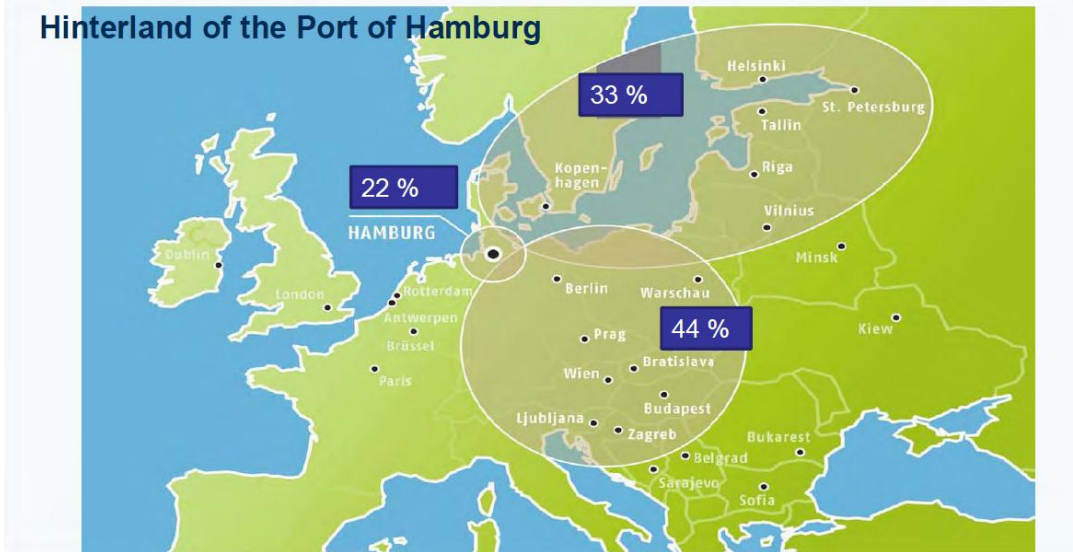
**Εικόνα 52: Φόρτος μεταφερόμενος από τον λιμένα του Αμβούργου ανά περιοχή**

Η δε ζώνη επιρροής του λιμανιου, Γερμανία, κεντρική Ευρώπη και ανατολική Ευρώπη σχηματικά είναι:





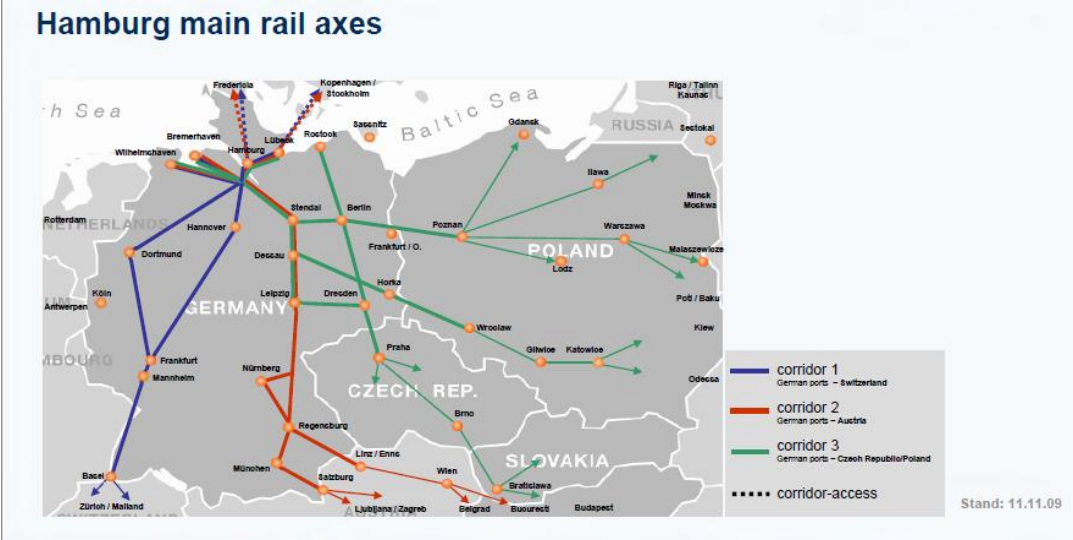
### Hinterland of the Port of Hamburg



Εικόνα 53: Βασικές περιοχές επιρροής λιμένα του Αμβούργου



### Hamburg main rail axes



Εικόνα 54: Οι κύριοι σιδηροδρομικοί άξονες που χρησιμοποιούνται κατά τις μεταφορές από το λιμάνι του Αμβούργου





Εικόνα 55: Δρομολόγια από λιμένα του Αμβούργου ανά χώρα

Πίνακας 9: Σύνδεση των λιμένων Ρότερνταμ, Αμβέρσας και Αμβούργου

Χώρα	Λιμένας		
	Ρότερνταμ	Αμβέρσα	Αμβούργο
Γερμανία	120 τρ/εβδομάδα	100 τρ/εβδομάδα	563 τρ/εβδομάδα
Ολλανδία	62 τρ/εβδομάδα	55 τρ/εβδομάδα	Εβδομαδιαία Σύνδεση
Βέλγιο			Εβδομαδιαία Σύνδεση
Γαλλία	90 τρ/εβδομάδα	90 τρ/εβδομάδα	Εβδομαδιαία Σύνδεση
Ελβετία	40 τρ/εβδομάδα	25 τρ/εβδομάδα	36 τρ/εβδομάδα
Ιταλία	70 τρ/εβδομάδα	Εβδομαδιαία Σύνδεση	10 τρ/εβδομάδα
Αυστρία	20 τρ/εβδομάδα		61 τρ/εβδομάδα
Τσεχία	92 τρ/εβδομάδα		71 τρ/εβδομάδα
Σλοβακία			28 τρ/εβδομάδα
Ουγγαρία			29 τρ/εβδομάδα
Πολωνία			24 τρ/εβδομάδα
Ανατολική Ευρώπη			Εβδομαδιαία Σύνδεση

## 5.5 Συμπεράσματα για τις περιοχές επιρροής

Οι περιοχές επιρροής των μεγαλύτερων λιμένων της Βόρειας Ευρώπης περιλαμβάνουν την Κεντρική και Δυτική Ευρώπη, και είναι σε μεγάλο βαθμό αλληλεπικαλυπτόμενες, δείχνοντας ότι οι εν λόγω λιμένες έχουν μεγάλο ανταγωνισμό μεταξύ τους.

## **6. Συμπεράσματα**

Οι συνδυασμένες μεταφορές αποκτούν ολοένα και μεγαλύτερο μερίδιο στο παγκόσμιο διαμετακομιστικό εμπόριο. Οι δε σιδηροδρομικές μεταφορές βελτιώνουν συνεχώς τον ρόλο τους στην αλυσίδα των συνδυασμένων μεταφορών για πληθώρα λόγων, που εκτείνονται από καθαρά τεχνικούς (μέγιστα επιτρεπόμενα φορτία σε αμαξοστοιχίες και φορτηγά) και οικονομικούς, έως πολιτικούς (περιβαλλοντική πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης). Ιδιαίτερα στον Ευρωπαϊκό χώρο, που όπως είδαμε οι περιοχές επιρροής των μεγαλύτερων λιμένων συμπύκνουν, και η πρόσβαση στο κεντρο-ευρωπαϊκό σιδηροδρομικό δίκτυο είναι σημαντικό πλεονέκτημα στον μεταξύ τους ανταγωνισμό, η σημασία που δίνεται στη σύνδεση των λιμένων (τερματικός κόμβος του ενός σκέλους της αλυσίδας των συνδυασμένων μεταφορών – της ποντοπόρου μεταφοράς) με τους σιδηροδρομικούς σταθμούς (αρχικός κόμβος του άλλου σκέλους της αλυσίδας, των σιδηροδρομικών μεταφορών) είναι πολύ μεγάλη. Αυτό αποδεικνύεται κι από το γεγονός ότι όλα τα μεγάλα Ευρωπαϊκά λιμάνια έχουν σύνδεση με σιδηρόδρομο, ενώ τα μεγαλύτερα σε φόρτο (αυτά της βόρειας Ευρώπης καθώς και τα ανερχόμενα βορειο-ιταλικά) έχουν σημαντικό ποσοστό της συνολικής τους κίνησης να μεταφέρεται με σιδηρόδρομο.

Βασικό αντικείμενο της εργασίας ήταν η χωροθέτηση των σιδηροδρομικών εγκαταστάσεων εντός λιμένα, η οποία, με βάση τη χωροθέτηση στα μεγαλύτερα ευρωπαϊκά λιμάνια μπορεί να ταξινομηθεί στις εξής διατάξεις:

- 1 Σιδηροδρομική γραμμή κάτω από την γερανογέφυρα
- 2 Σιδηροδρομική εγκατάσταση πλησίον του χώρου στοιβασίας εμπορευματοκιβωτίων
- 3 Σιδηροδρομική εγκατάσταση σε επαφή με όριο του λιμένα
- 4 Ανεξάρτητη σιδηροδρομική εγκατάσταση πλησίον του λιμένα
- 5 Ανεξάρτητη σιδηροδρομική εγκατάσταση σε μεγάλη απόσταση από τον λιμένα

Επίσης υπάρχει και η περίπτωση του χερσαίου χώρου που συνδέεται οργανωτικά με λιμένα, περίπτωση που συνδέεται με την διάταξη 5 αλλά εξετάστηκε ξεχωριστά.

Η διατάξεις που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι η 2 και η 3. Η πιο άμεση σύνδεση 2) «πλησίον του χώρου στοιβασίας» χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό από τα βορειοευρωπαϊκά λιμάνια και από ορισμένα της βόρειας Ιταλίας, ενώ η πιο μακρινή σύνδεση «στην άκρη του λιμένα» από τα μεσογειακά. Παρατηρούμε δηλαδή ότι στα λιμάνια όπου η σημασία που δίνεται στις σιδηροδρομικές μεταφορές είναι μεγαλύτερη (δηλαδή στα λιμάνια που έχουν μεγάλο ποσοστό σιδηροδρομικώς μεταφερόμενου φόρτου), η σιδηροδρομική εγκατάσταση μέσα στο λιμένα βρίσκεται όσο το δυνατό πιο κοντά στην εκφόρτωση από το πλοίο, ώστε η μεταφορά των εμπορευματοκιβωτίων ως την αμαξοστοιχία να είναι η συντομότερη δυνατή. Αυτό συμβαίνει παρά το γεγονός ότι όσο πιο κοντά στην αποβάθρα χωροθετηθεί η σιδηροδρομική εγκατάσταση τόσο πιο κοστοβόρα είναι, δείχνοντας στην πράξη ότι η γρήγορη μεταφορά των κοντέινερ από το πλοίο στο τραίνο εντός λιμένα είναι πολύ σημαντική στις συνδυασμένες μεταφορές. Παρόλα αυτά η πιο άμεση σύνδεση «κάτω από την γερανογέφυρα» δεν χρησιμοποιείται παρά στο λιμάνι του Μπρυζ [και εκεί δευτερευόντως, με κύρια χωροθέτηση την 2)]. Τρόπος σύνδεσης του λιμένα με το σιδηροδρομικό δίκτυο είναι και ο χερσαίος χώρος συνδεδεμένος οργανωτικά με λιμένα. Σε αυτή την περίπτωση τα εμπορευματοκιβώτια φορτώνονται χωρίς διαλογή στην αμαξοστοιχία, μεταφέρονται σιδηροδρομικά σε έναν χώρο (inland port) και εκεί γίνεται ο έλεγχος, η διαλογή, η αποθήκευση και η διανομή. Αυτή η διάταξη χρησιμοποιείται ήδη από μεγάλα Ευρωπαϊκά λιμάνια (Ρόττερταμ και Αμβέρσα με το Ντούισμπουργκ) και γίνονται μελέτες (όπως το πανευρωπαϊκό πρόγραμμα Tiger) να επεκταθεί η εφαρμογή της και σε άλλα λιμάνια.

Τα βασικά κριτήρια σύμφωνα με τα οποία μπορεί να επιλεγθεί η προσφορότερη διάταξη της σιδηροδρομικής εγκατάστασης σε έναν λιμένα είναι οι: ο ελάχιστος απαιτούμενος φόρτος εμπορευματοκιβωτίων για την συμπλήρωση ενός συρμού μόνο από τα εμπορευματοκιβώτια που εκφορτώνονται στον λιμένα, η μικρότερη δυνατή απόσταση του κρηπιδώματος από τους χώρους στοιβασίας, η ελάχιστη

απαιτούμενη έκταση χώρων στοιβασίας, το κόστος εγκατάστασης των σιδηροδρομικών σιδηροτροχιών εντός λιμένα.

Επίσης υπάρχουν 4 βασικές απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιούνται ταυτόχρονα προκειμένου να είναι συμφέρουσα η χρήση της διάταξης κάτω από την γερανογέφυρα.

Βασικές περιοχές προορισμού του εμπορευματικού φόρτου που διέρχεται από τους λιμένες είναι περιοχές της δυτικής και κεντρικής Ευρώπης, οι βασικές βιομηχανικές αλλά και καταναλωτικές περιοχές της Ηπείρου. Αυτές αποτελούν και την περιοχή επιρροής των βόρειων λιμανιών (υπάρχει αλληλεμπλοκή των περιοχών επιρροής), καθώς και ορισμένων λιμένων της βόρειας Ιταλίας. Αντίθετα οι μεσογειακοί λιμένες έχουν προορισμούς στην εγχώριά τους αγορά. Βλέπουμε λοιπόν ότι την περιοχή στόχο (κεντρική – δυτική Ευρώπη) την εξυπηρετούν λιμένες που δίνουν προτεραιότητα στις σιδηροδρομικές μεταφορές (υψηλό ποσοστό) και έχουν χωροθέτηση σιδηροδρομικών εγκαταστάσεων κοντινή στην εκφόρτωση.

## **7. Εισηγήσεις για περαιτέρω έρευνα**

Σαν συνέχεια αυτής της εργασίας μπορεί να αναπτυχθεί ένα μοντέλο προσομοίωσης για την τεχνικοοικονομική ανάλυση και συγκριτική αξιολόγηση των εναλλακτικών διατάξεων σιδηροδρομικής εγκατάστασης εντός λιμένα.

Επίσης θα μπορούσε να γίνει αναλυτική έρευνα σχετικά με τη συνάφεια μεταξύ της διάταξης της σιδηροδρομικής γραμμής εντός του λιμένα και του είδους των φορτίων.

## Βιβλιογραφία

- <sup>1</sup> Σαμπράκος Ε. (2005), «Σημειώσεις συνδυασμένων Μεταφορών», Πανεπιστήμιο Πειραιώς
- <sup>2</sup> Ripley, David (1993). «The Little Eaton Gangway and Derby Canal», Τεύχος 71 του Locomotion papers
- <sup>3</sup> Robert E. Mohowski (2011) «Seatrains: Railroad or steamship line?», Classic Trains; Spring 2011, Vol. 12 Issue 1, p64
- <sup>4</sup> "History & Development of the Container". U.S. Army Transportation Museum. United States Army Transportation School. Retrieved: 2007-12-29
- <sup>5</sup> Initial Study: Intermodal Interface Demonstration Project (1989), Port of Oakland, Oakland, California, Earth Metrics and Korve Engineering
- <sup>6</sup> [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org),
- <sup>7</sup> National Research Council (2006), «Intermodal Marine Container Transportation», Intermodal Marine Container Transportation: Impediments and Opportunities, Issue 236
- <sup>8</sup> Ashar A. (1992) "ON – OFF TERMINAL SHIP-TO-RAIL TRANSFER" ASCE/PIANC Port's '92 Conference Proceedings, Seattle, July 1992, pp. 108-131.
- <sup>9</sup> Bo-Liang Lin, Zhi-Mei Wang, Li-Jun Ji, Ya-Ming Tian, Guo-Qing Zhou (2010), "Optimizing the freight train connection service network of a large-scale rail system", Transportation Research Part B, [Volume 46, Issue 5](#), June 2012, Pages 649–667.
- <sup>10</sup> April Kuo, Elise Miller-Hooks, Hani S. Mahmassani (2009), «Freight train scheduling with elastic demand», Transportation Research Part E, Volume 46, 2010, Pages 1057-1070
- <sup>11</sup> Byung Kwon Lee, Bong Joo Jung, Kap Hwan Kim, Soon Oh Park, Jeong Hoon Seo (2006), «A simulation study for designing a rail terminal in a container port», Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference
- <sup>12</sup> Shi Mu, Maged Dessouky (2010), «Scheduling freight trains traveling on complex networks», Transportation Research Part B, Volume 45, 2011, Pages 1103-1123
- <sup>13</sup> Seung-Ju Jeong, Chi-Guhn Lee, James H. Bookbinder (2006), «The European freight railway system as a hub-and-spoke network», Transportation Research Part A, Volume 41, 2007, Pages 523-536
- <sup>14</sup> Νικόλαου Φώτη (2006), «Συνδυασμένες μεταφορές : από το καράβι στον πελάτη»
- <sup>15</sup> Ingo A. Hansen (2003), «Automated shunting of rail container wagons in ports and terminal areas», Transportation Planning and Technology, Volume 27, No.5, October 2004, Pages 385-401
- <sup>16</sup> <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/> «statistics of European commission»
- <sup>17</sup> Robert C. Leachman, (2008), «Port and modal allocation of waterborne containerized imports from Asia to the United States», Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2008, vol. 44, issue 2, pages 313-331
- <sup>18</sup> <http://www.cargotec.com/en-global/kalmar/pages/default.aspx>,
- <sup>19</sup> Fedele Iannone, (2012), «The private and social cost efficiency of port hinterland container distribution through a regional logistics system», Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2012, vol. 46, issue 9, pages 1424-1448
- <sup>20</sup> Vel Wagon Report (2009), <http://www.vel-wagon.eu/index.php>

- <sup>21</sup> <http://eur-lex.europa.eu>, «Ιστοσελίδα ευρωπαϊκής νομοθεσίας»
- <sup>22</sup> <http://ec.europa.eu/transport> «Ιστοσελίδα ευρωπαϊκών μεταφορών»
- <sup>23</sup> <http://www.rail-reg.gov.uk> «Ιστοσελίδα βρετανικών σιδηροδρόμων»
- <sup>24</sup> Damian Brett , (2010) , «Rail freight duopoly would be bad news for industry», [www.ifw-net.com](http://www.ifw-net.com)
- <sup>25</sup> «Rail services: Commission initiates proceedings against 13 Member States which have not fully implemented the first railway package», IP/10/807 , 24 June 2010 , Brussels , [www.europa.eu](http://www.europa.eu)
- <sup>26</sup> Ashaf A., Swigart S. (2007), «A comparative analysis of intermodal ship-to-rail connections at Louisiana deep waters ports», Prepared for the Louisiana Department of Transportation and Development, 2007
- <sup>27</sup> Λυμπέρης Κ. «Έλξη κι αποκλεισμός γραμμής», Πανεπιστημιακές σημειώσεις ΕΜΠ
- <sup>28</sup> Jervis B. Webb Company, (2007), «Guidance options for AGVs»
- <sup>29</sup> Notteboom Theo (2009), «Container Shipping Services and their Impact on Container Port Competitiveness», Journal of Transport Geography, 17(5), 325-337
- <sup>30</sup> <http://www.portofrotterdam.com/en/Pages/default.aspx> «Ιστοσελίδα λιμένα του Ρόττερνταμ»
- <sup>31</sup> <http://www.hafen-hamburg.de/en> «Ιστοσελίδα λιμένα του Αμβούργου»
- <sup>32</sup> <http://www.portofantwerp.com/en> «Ιστοσελίδα λιμένα της Αμβέρσας»
- <sup>33</sup> Authorities of Port of Antwerp (2013), «Port of Duisburg and Port of Antwerp further strengthen cooperation»
- <sup>34</sup> Τζάνος Λ. (2009), «Συσκευασία και Logistics», Διπλωματική Πανεπιστημίου Πειραιώς
- <sup>35</sup> <http://www.zeit.de/2011/19/Europalette>
- <sup>36</sup> Ebeling C.E. (2009), «Evolution of a box», Invention and Technology, vol. 23, no. 4, pp. 8-9, 2009
- <sup>37</sup> Eugene R. Russell, (2012), «Optimising the analysis of routing oversize/overweight loads to provide Efficient freight corridors», prepared for Kansas State University Transportation Center
- <sup>38</sup> Brian Sliack ,(1990), «Intermodal transportation in north America and the development of inland load center», Professional Geographer, 42(1), 1990, pp.72-83
- <sup>39</sup> Rodrige Jean-Paul, Jean Derby, Antoine Fremont, Gouvernal Elisabeth (2008), «Functions and actors of inland ports: European and north American dynamics», the Journal of Commerce, April 15, 2009
- <sup>40</sup> The Tioga Group (2008), «Inland port feasibility study», Containerization International, July 2009
- <sup>41</sup> <http://www.changeyourperspective.com/insights/celebration-of-20-years-agvs/>
- <sup>42</sup> Mose Ricci, (2008), «Identification of Risk Activities in the harbor Area of Genoa», <http://www.apice-project.eu/>
- <sup>43</sup> Κ.Γ.Αμπακούμκιν, (1990), «Μοναδοποιημένα Φορτία – Συνδυασμένες Μεταφορές Εμπορευμάτων», Εκδόσεις Συμμετρία



## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Μεταφερόμενα εμπορεύματα – συσκευασίες – μεταφορικές μονάδες – υπέρβαρα φορτία**

### **A.1 Ομάδες μεταφερόμενων αγαθών ανάλογα με το βάρος**

#### **A.1.1 Ομάδα 1: Ελαφρά αγαθά (43%)**

Η κυρίαρχη ομάδα στην κίνηση εμπορευματοκιβωτίων συνδέεται με ελαφρά καταναλωτικά αγαθά. Περιλαμβάνει όλα τα είδη λευκών ειδών (σπιτικές και βιομηχανικές συσκευές), καφέ αγαθά (ηλεκτρονικός εξοπλισμός), ολοκληρωμένες μηχανές και μέρη τους, υφάσματα, ρουχισμός και λοιπά βιομηχανικά είδη. Αποτελούν περίπου το 43% του συνολικού αριθμού των εμπορευματοκιβωτίων, από τα οποία τα δύο τρίτα εισάγονται και το 1/3 εξάγεται (στην Ευρώπη). Το μέσο βάρος σε αυτά τα κοντέινερ είναι 6 τόνοι ανά TEU, με διακύμανση από τους 3 έως τους 10 τόνους ανά TEU. Η πλειοψηφία αυτών των αγαθών συσκευάζονται σε εμπορευματοκιβώτια των 40 ποδών, αλλά ο αχρησιμοποίητος χώρος είναι μικρότερης έκτασης όταν χρησιμοποιούνται εμπορευματοκιβώτια των 45 ποδών. Τα εμπορευματοκιβώτια των 20 ποδών που μεταφέρουν ελαφρά αγαθά δεν χρησιμοποιούν με τον βέλτιστο τρόπο το ωφέλιμό τους φορτίο.

#### **A.1.2 Ομάδα 2: Μεσαία-ελαφρά αγαθά (30%)**

Ως δεύτερη μεγαλύτερη ομάδα μπορεί να χαρακτηριστεί αυτή που περιλαμβάνει τα ελαφρά προς μεσαία αγαθά. Στην Ευρώπη αυτή η ομάδα συμμετέχει στις εξαγωγές, και συσκευάζεται κατά βάση σε εμπορευματοκιβώτια των 40 ποδών. Το μέσο βάρος ανά TEU είναι 14 τόνοι (με διακύμανση από 10 ως 17 τόνοι/TEU) το οποίο σημαίνει ότι τα κοντέινερ των 40 ποδών μεταφέρουν σχεδόν με το σύνολο της μεταφορικής τους ικανότητας. Τα εξαγόμενα αγαθά είναι συνήθως τελικά κι ημιτελή προϊόντα, βαριές μηχανές, ξύλινα προϊόντα, πακεταρισμένα χημικά προϊόντα και λιπάσματα,

βαριά καταναλωτικά αγαθά (καφέ αγαθά, ημι-μεταποιημένα τρόφιμα, αναψυκτικά), πλαστικό σκραπ και χαρτικά ανάμεσα σε άλλα. Εδώ τα κοντέινερ των 40 ποδών χρησιμοποιούνται πιο αποτελεσματικά όσον αφορά το χρησιμοποιούμενο ωφέλιμο φορτίο. Τα εμπορευματοκιβώτια των 20 ποδών χρησιμοποιούνται για βαρύτερα αγαθά (λχ σάκοι με κόκκους χημικών ουσιών)

#### A.1.3 Ομάδα 3: Βαρέα αγαθά (19%)

Η τρίτη ομάδα αντιπροσωπεύει λιγότερο από το 1/5 του συνολικού αριθμού των χρησιμοποιούμενων στα ευρωπαϊκά λιμάνια εμπορευματοκιβωτίων. Τα τυπικά προϊόντα σε αυτή την ομάδα μπορεί να είναι χημικά προϊόντα ή υποπροϊόντα, μη σιδηρούχο σκραπ, ζωοτροφές ,επεξεργασμένα ορυκτά και άλλα χημικά προϊόντα. Ανάλογα με το εξεταζόμενο λιμάνι ο λόγος εισαγωγών εξαγωγών διαφέρει, στην Αμβέρσα το ισοζύγιο είναι θετικό ενώ στο Αμβούργο και στο Ρότερνταμ είναι ελαφρώς αρνητικό: σε ολόκληρη την ευρωπαϊκή ένωση το ισοζύγιο σε τέτοια αγαθά μπορεί να θεωρηθεί θετικό. Το μέσο μεικτό βάρος είναι 23 τόνοι ανά TEU, με διακύμανση ανάμεσα σε 18 και 26 τόνους.

#### A.1.4 Ομάδα 4: Πολύ βαριά αγαθά (8%)

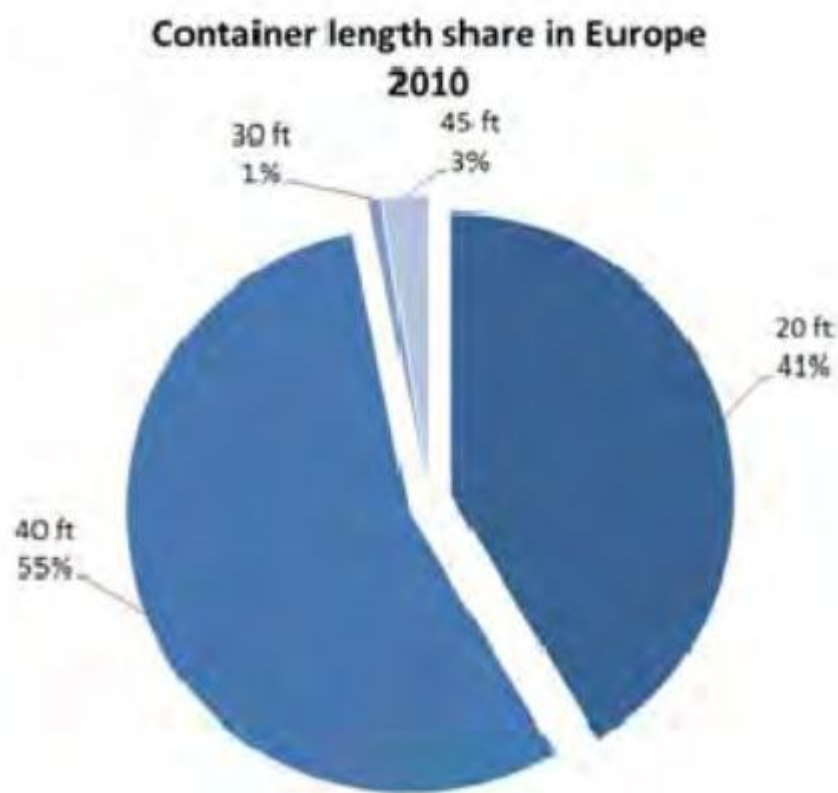
Αυτή η μικρή ομάδα εμπορευματοκιβωτίων μεταφέρει τα βαρύτερα αγαθά που μεταφέρονται. Αυτά μπορεί να είναι προϊόντα χάλυβα, μεταλλικού σκραπ, κόκκοι, χημικά υγρά σε βαρέλια και άλλα βαριά απόβλητα. Το μέσο μεικτό βάρος είναι 29 τόνοι ανά TEU (διακύμανση από 26 τόνοι ως τους οριακούς 30,5 τόνους ανά TEU), το οποίο δείχνει ότι τα κοντέινερ είναι κοντά στην οριακή τους μεταφορική ικανότητα, με πυκνότητα κοντά στον 1 τόνο/τμ. Σε αυτή την περίπτωση η χρήση των εμπορευματοκιβωτίων των 20 ποδών είναι απολύτως δικαιολογημένη. Ο λόγος εισαγωγών εξαγωγών εξαρτάται από το λιμάνι, με την Αμβέρσα να έχει περισσότερες εξαγωγές από εισαγωγές, ενώ στο Αμβούργο και το Ρότερνταμ τα εισαγόμενα πολύ βαρέα εμπορευματοκιβώτια των 20 ποδών να είναι περισσότερα. Στο σύνολο της Ευρωπαϊκής Ένωσης οι εξαγωγές είναι σαφώς μεγαλύτερες

## **A.2 Μεγέθη εμπορευματοκιβωτίων**

Στις μεταφορές τα περισσότερο χρησιμοποιούμενα εμπορευματοκιβώτια είναι

- Μήκους 20 ποδών κατά ISO και
- Μήκους 40 ποδών κατά ISO

Με το εμπορευματοκιβώτιο των 45 ποδών να αποκτά ολοένα και μεγαλύτερα συμμετοχή στην αγορά



**Εικόνα 56: Ποσοστό κάθε είδους κοντέινερ στις Ευρωπαϊκές μεταφορές**

Στο παρελθόν πλειοψηφία αποτελούσαν τα εμπορευματοκιβώτια των 20 ποδών, αλλά πλέον κυριαρχούν τα εμπορευματοκιβώτια των 40 ποδών ενώ τα εμπορευματοκιβώτια 20 ποδών εμφανίζουν μια καθαρή τάση για περεταίρω μείωση (Eurostat 2011).

Τα εμπορευματοκιβώτια των 45 ποδών χρησιμοποιούνται κυρίως για ενδο-ευρωπαϊκές μεταφορές, με χρήση ειδικών πλοίων ναυτιλίας μικρών αποστάσεων (short sea shipping).

Υπάρχει μία τάση για αύξηση της χρήσης των εμπορευματοκιβωτίων των 45 ποδών (2011 Eurostat), καθώς μπορούν να μεταφέρουν μεγαλύτερο φορτίο από αυτά των 40 ποδών με μικρότερο μη χρησιμοποιούμενο χώρο, όντας έτσι πιο ελκυστικά για τους μεταφορείς.

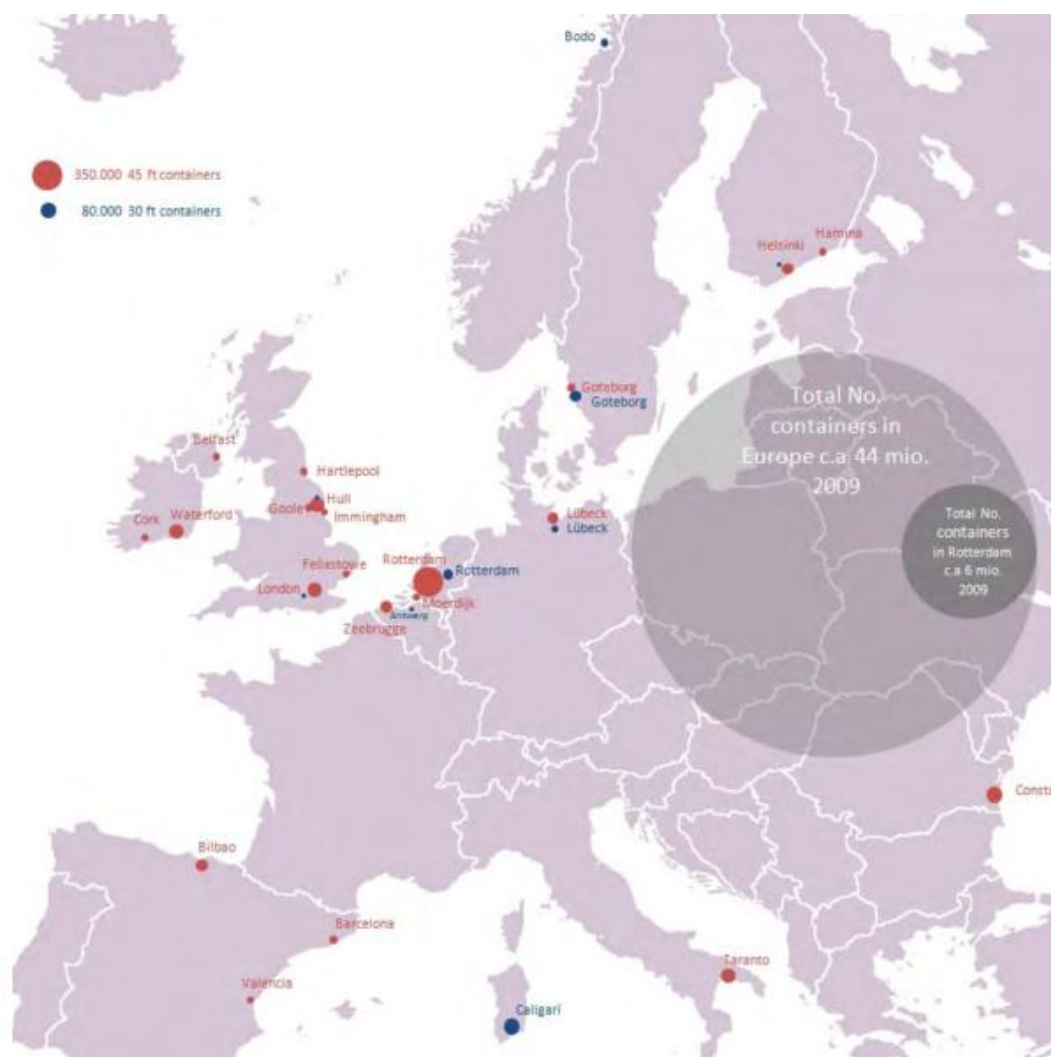


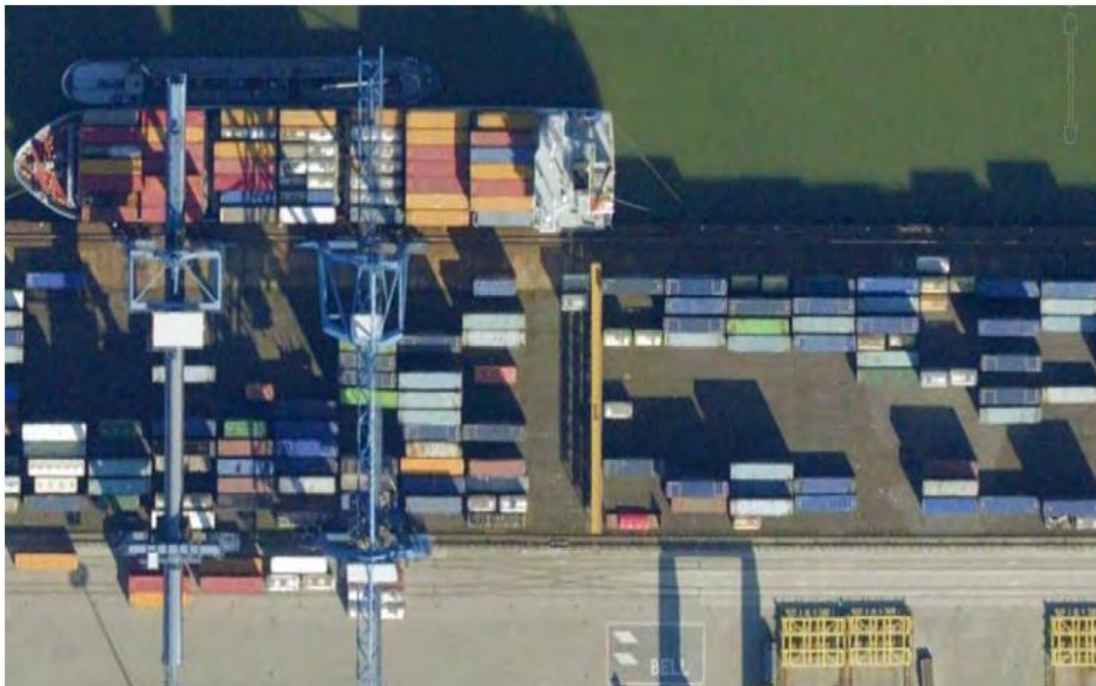
Exhibit 8: Source and destination ports of 30 ft and 45 ft containers. Data source: Eurostat 2011

**Εικόνα 57: Λιμένες με μεγάλη χρήση του εμπορευματοκιβωτίου 45 ποδών (και 30 ποδών)**

Το συνολικό βάρος των εμπορευματοκιβωτίων ποικίλει ανάλογα με την κατηγορία των μεταφερομένων αγαθών που περιγράφηκαν ανωτέρω.

Το μέσο βάρος των έμφορτων TEU's στην Ευρώπη υπολογίζεται από τα στοιχεία των μεγαλύτερων σε κίνηση λιμανιών (Αμβούργο, Ρότερνταμ, Αμβέρσα) κα εκτιμάται γύρω στους 12,8 τόνους<sup>[20]</sup>. Αν λάβουμε υπόψη και τα κενά εμπορευματοκιβώτια, τα οποία αποτελούν το 20% των συνολικών TEU's, το μέσο βάρος μειώνεται στους 11 τόνους ανά TEU.

Η τάση γενικά στα εμπορευματοκιβώτια είναι να αυξηθεί το μεταφερόμενο βάρος. Την ίδια στιγμή υπάρχει η τάση να αυξηθούν και οι διαστάσεις, οπότε ο λόγος του βάρους ανά TEU αναμένεται να μειωθεί. Για το 2020 προβλέπεται μέσο βάρος 17,6 τόνων ανά TEU.<sup>[20]</sup>



**Εικόνα 58: Πλοίο εσωτερικής ναυσιπλοΐας με εμπορευματοκιβώτια των 45 ποδών στον λιμένα του Ρότερνταμ**

### **A.2.1 Μέγιστα φορτία εμπορευματοκιβωτίων**

**Πίνακας 10: Επιτρεπόμενα φορτία εμπορευματοκιβωτίων**

<b>Όνομα</b>	<b>Εξωτερικό Μήκος (μέτρα)</b>	<b>Εξωτερικό Πλάτος (μέτρα)</b>	<b>Ύψος (μέτρα)</b>	<b>Επιτρεπόμενο βάρος (χιλιόγραμμα)</b>
Ε/Κ 20 ποδών	6,096	2,438	2,591	30480
Ε/Κ 40 ποδών	12,192	2,438	2,591	32500
Ε/Κ 45 ποδών	13,716	2,5	2,896	32500

Εξάγεται λοιπόν το συμπέρασμα ότι μέγιστα μεικτά βάρη είναι 30,5 τόνοι για το εμπορευματοκιβώτιο των 20 ποδών και 32,5 τόνοι για τα εμπορευματοκιβώτια των 40 και 45 ποδών. Αυτό μεταφράζεται σε 30,5 τόνοι ανά TEU για το εμπορευματοκιβώτιο των 20 ποδών, και 16,25 τόνοι και 14,44 τόνοι για τα 40 και 45 ποδών αντίστοιχα.

### **A.2.2 Υπέρβαρα φορτία**

Τα υπέρβαρα εμπορευματοκιβώτια και το λανθασμένα - δηλωθέν βάρος είναι ένα πολύ σοβαρό πρόβλημα - εκτιμάται ότι το 20 % των εμπορευματοκιβωτίων είναι υπέρβαρα ή έχουν δηλωθεί με λάθος βάρος. Δεδομένου ότι τα εμπορευματοκιβώτια στοιβάζονται σε ολόενα και υψηλότερες στοίβες, το υπερβολικό βάρος και το λανθασμένα δηλωθέν βάρος μπορεί να έχουν τις παρακάτω συνέπειες:

- Η εσφαλμένη στοιβασία εντός του πλοίου, μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς τη σταθερότητα του πλοίου με αποτέλεσμα την απώλεια των εμπορευματοκιβωτίων στη θάλασσα.
- Φθορές στο αμάξωμα και στον εξοπλισμό χειρισμού του φορτίου στον τερματικό σταθμό



- Τραυματισμοί των εργαζομένων στην αποβάθρα, κατά τη διακίνηση των εμπορευματοκιβωτίων.
- Πρόκληση ατυχημάτων στις εθνικές οδούς και στους σιδηροδρόμους.

Η ύπαρξη υπέρβαρων και λανθασμένα δηλωμένων εμπορευματοκιβωτίων οφείλεται κυρίως στον ανεπαρκή έλεγχο κατά την διάρκεια της φόρτωσης από τους ναυλωτές, οι οποίοι προσπαθούν να μεγιστοποιήσουν τον χρησιμοποιούμενο χώρο στο εμπορευματοκιβώτιο.

#### **A.2.2.1 Αντιμετώπιση**

Σε λιμάνια όπου δεν υπάρχουν αυστηροί τοπικοί κανονισμοί , αναφέρθηκαν αρκετά ατυχήματα, τα οποία προκλήθηκαν από υπέρβαρα εμπορευματοκιβώτια.

Αναγνωρίζοντας ότι κάθε τρόπος μεταφοράς στη διεθνή εφοδιαστική αλυσίδα είναι εκτεθειμένος σε σοβαρούς κινδύνους λόγω των υπέρβαρων εμπορευματοκιβωτίων, η IAPH-International Association of Ports and Harbors (Διεθνής Οργανισμός Λιμένων) ενέκρινε « ψήφισμα σχετικά με την ασφάλεια των εμπορευματοκιβωτίων στην Εφοδιαστική Αλυσίδα » στη Διάσκεψη της Busan τον Μάιο του 2011. Στο ψήφισμα αυτό, η IAPH δήλωσε τα εξής :

1 . «Η IAPH ζητά από τους διεθνείς οργανισμούς, όπως η ILO και η IMO να υιοθετήσουν απαιτήσεις για τους φορτωτές, να συσκευάζουν σωστά και να καταγράφουν λεπτομερώς τα στοιχεία του εμπορευματοκιβωτίου, συμπεριλαμβανομένης και της υποχρεωτικής ακριβούς ζύγιση στην προέλευση της αποστολής»

2 . «Η IAPH προτρέπει τους φορτωτές εμπορευματοκιβωτίων στην προέλευση των μεταφορών να εφαρμόζουν αυτές τις απαιτήσεις για την εξασφάλιση της ασφάλειας στη διεθνή εφοδιαστική αλυσίδα».

3 «Η ΙΑΡΗ ζητά περαιτέρω από τις κυβερνήσεις και τους οργανισμούς να θεσπίσουν αποτελεσματικές νομικές απαιτήσεις και μηχανισμούς ελέγχου για να εξασφαλιστεί η ορθή εφαρμογή των απαιτήσεων που αναφέρονται παραπάνω»

4 . «Η ΙΑΡΗ περαιτέρω αιτείται όλα τα μέρη που είναι υπεύθυνα για τις οδικές υποδομές να ορίσουν καταλλήλως και να αναπτύσσουν εγκαίρως όταν είναι αναγκαίο , οδικά συστήματα για ειδικό και χύδην εμπορικό λιμάνι , όπως τα βαρέα εμπορευματοκιβώτια και τα υπερμεγέθη φορτία»

Η ζύγιση εντός λιμένα μπορεί να δημιουργήσει δύο μείζονες προκλήσεις για τις λιμενικές αρχές: (α) το κόστος που απαιτείται για τη ζύγιση των εμπορευματοκιβωτίων στους λιμένες, και (β) το πιο κρίσιμο , ο φυσικός χώρος που απαιτείται για τέτοιου είδους διαδικασία.<sup>[37]</sup>

### **A.3 Συσσκευασία μεταφερόμενων προϊόντων – παλέτες – εμπορευματοκιβώτια**

Η συσκευασία μπορεί να καταταχθεί σύμφωνα με τα διάφορα επίπεδά της σε πρωτογενή, δευτερογενή και τριτογενή.

- Η πρωτογενής είναι αυτή που έρχεται σε άμεση επαφή με το προϊόν, η συσκευασία προς πώληση, και είναι σχεδιασμένη κατά τρόπο που να αποτελεί, στο σημείο αγοράς, χωριστή μονάδα προς πώληση στον τελικό χρήστη ή καταναλωτή. Πρωτογενής συσκευασία μπορεί να είναι ένα μπουκάλι, μία κονσέρβα, κλπ.
- Η δευτερογενής ή ομαδοποιημένη συσκευασία, είναι σχεδιασμένη κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αποτελεί, στο σημείο της αγοράς, σύνολο ορισμένου αριθμού μονάδων προς πώληση, είτε αυτές πωλούνται ως έχουν στον τελικό χρήστη ή καταναλωτή, ή χρησιμεύουν μόνο για την πλήρωση εκθετηρίων στο σημείο πώλησης. Η εν λόγω συσκευασία μπορεί να αφαιρεθεί από το προϊόν χωρίς να επηρεάζονται τα χαρακτηριστικά του.

- Η συσκευασία μεταφοράς ή τριτογενής συσκευασία, είναι η συσκευασία η σχεδιασμένη κατά τρόπο που να διευκολύνει τη διακίνηση και μεταφορά ορισμένου αριθμού μονάδων προς πώληση, ή ομαδοποιημένων συσκευασιών, προκειμένου να αποφεύγεται η δια χειρός διακίνηση και οι ζημιές κατά την μεταφορά. Στις συσκευασίες μεταφοράς δεν περιλαμβάνονται τα εμπορευματοκιβώτια.<sup>[34]</sup>



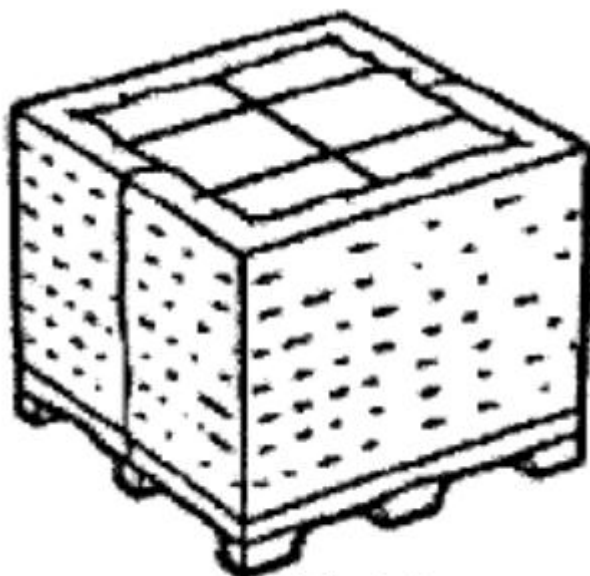
Κουτί



Χαρτοκιβώτιο

*Εικόνα 59: Πρωτογενής συσκευασία*

*Εικόνα 60: Δευτερογενής συσκευασία*



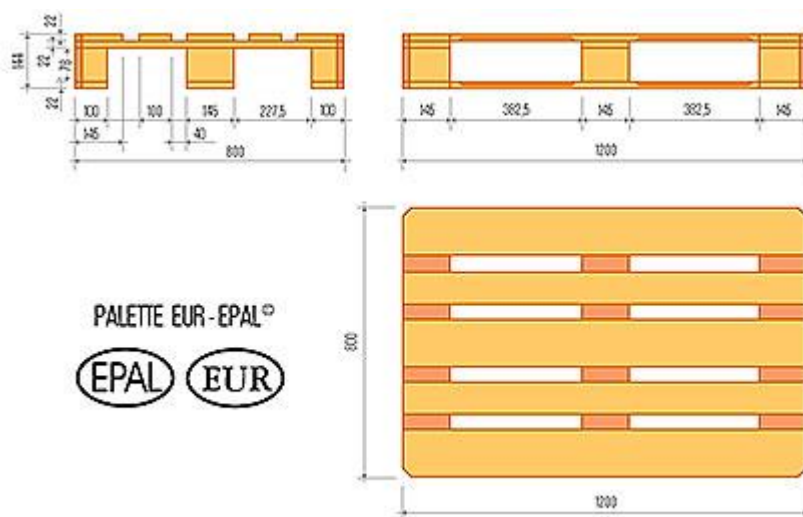
Παλέτα

*Εικόνα 61: Τριτογενής συσκευασία*

**Πίνακας 11: Οι βασικότερες παλέτες που χρησιμοποιούνται και έχουν την έγκριση του ISO**

Διαστάσεις (χιλιοστά)	Διαστάσεις (ίντσες)	Αχρησιμοποίητος χώρος (σε κοντέινερ ISO)	Περιοχή μέγιστης χρήσης
1016 × 1219	40.00 × 48.00	3,7%	Βόρεια Αμερική
1000 × 1200	39.37 × 47.24	6,7%	Ευρώπη, Ασία
1165 × 1165	45.9 × 45.9	8,1%	Αυστραλία
1067 × 1067	42.00 × 42.00	11,5%	Β.Αμερική, Ευρώπη, Ασία
1100 × 1100	43.30 × 43.30	14%	Ασία
800 × 1200	31.50 × 47.24	15,2%	Ευρωπη

Η τελευταία, διαστάσεων 80cm × 120cm είναι η γνωστή και ως ευρωπαϊκά, η πιο ευρέως διαδεδομένη σήμερα στον κόσμο<sup>[35]</sup> με βασικό πλεονέκτημα το πλάτος της (80 εκατοστά), το οποίο της επιτρέπει να χωράει σε κάθε σχεδόν πόρτα (το πιο κοινό κατά DIN πλάτος πόρτας είναι τα 85 εκατοστά).



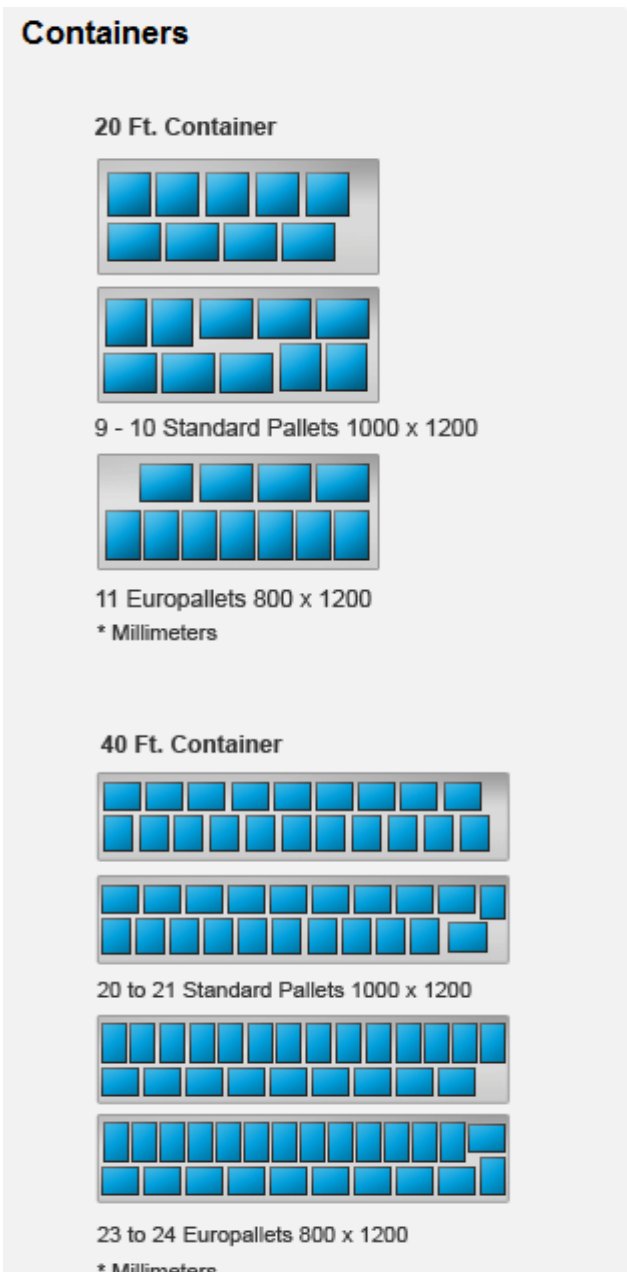
**Εικόνα 62: Ευρωπαϊκά**

Βασικό της μειονέκτημα είναι πάλι οι διαστάσεις της, σε σχέση με τις διαστάσεις των κοντέινερ κατά ISO αυτή την φορά. Στα περισσότερο χρησιμοποιούμενα (τουλάχιστον στον χώρο της Ευρώπης) εμπορευματοκιβώτια, αυτά των 20 ποδών και αυτά των 40, ο χώρος που μένει αναγκαστικά κενός λόγω της διάταξης των παλετών είναι πάνω από 15%, ο περισσότερος κενός χώρος σε σχέση με τις υπόλοιπες παλέτες.

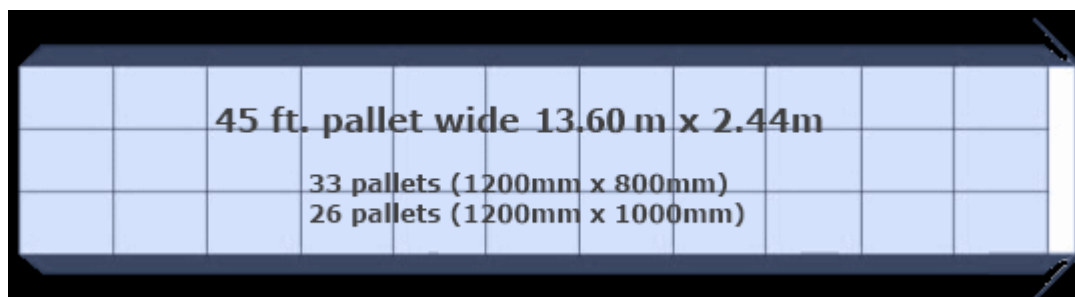
Εμπορευματοκιβώτια (container) ονομάζονται ειδικά κουτιά τα οποία μεταφέρουν στοιβασμένο φορτίο. Τα κοντέινερ έχουν γερή κατασκευή, για να αντέχουν τις τάσεις που δημιουργούνται κατά τη στοιβασία τους, και τυποποιημένες διαστάσεις για να εξυπηρετούνται από κάθε μέσο μεταφοράς στις συνδυασμένες μεταφορές. Οι συνήθεις διαστάσεις είναι μήκος 20 ποδιών, μήκος 40 ποδιών, μήκος 46 ποδιών, ενώ στις ΗΠΑ χρησιμοποιούνται και μεγαλύτερα (53 ποδιών κλπ).

Η χρήση των εμπορευματοκιβωτίων στις συνδυασμένες μεταφορές έφτασε το 2009 ποσοστό κοντά στο 90% του συνολικού μη-χύδην φορτίου <sup>[36]</sup>. Η τυποποίηση της μεταφοράς που συνεπάγεται της χρήσης κοντέινερ ρίχνει το κόστος της μεταφοράς κατακόρυφα.

Το κοντέινερ των 40 ποδών έχει σε μέτρα διαστάσεις 2,44(ύψος) \* 2,44(πλάτος) \* 12(μήκος). Αυτό σημαίνει ότι στο εσωτερικό του το πλάτος είναι μικρότερο από 2,4 μέτρα, πλάτος που χρειάζεται για να χωρέσουν 3 ευρωπαϊκές. Ίδιο πλάτος, και συνεπώς ίδιο πρόβλημα διάταξης των ευρωπαϊκών, έχει και το κοντέινερ των 20 ποδών. Αντίθετα το κοντέινερ με μήκος 45 πόδια έχει εξωτερικό πλάτος 2,5 μέτρα και εσωτερικό 2,438 μέτρα, οπότε χωράει 3 ευρωπαϊκές. Αυτό μεταφράζεται σε συνολική χωρητικότητα 33 ευρωπαϊκών, σε αντίθεση με το εμπορευματοκιβώτιο των 40 ποδών που έχει χωρητικότητα μόλις 25 παλέτες.



Εικόνα 63: τα κοντέινερ 20 και 40 ποδιών (εξωτερικό πλάτος 2,44 μέτρα)



Εικόνα 64: το κοντέινερ των 45 ποδιών (εξωτερικό πάχος 2,5 μέτρα)



Στον ευρωπαϊκό χώρο η χρήση του σαρανταπενταριού κοντέινερ από τους σιδηρόδρομους δεν είναι συχνή, προτιμούνται τα 20ρια και τα 40ρια. Αυτό σημαίνει όμως ότι οι νταλίκες από και προς τον σιδηρόδρομο θα πρέπει να μεταφέρουν το κοντέινερ με τις 25 παλέτες και τον πολύ αναξιοποίητο χώρο (15,2%).

Οι νταλίκες σε μη συνδυασμένη με τρένο μεταφορά έχουν την δυνατότητα είτε να μεταφέρουν το κοντέινερ των 45 ποδών (με τις 33 παλέτες), είτε να χρησιμοποιούν swap bodies, οπότε πάλι μπορούν να μεταφέρουν τον ίδιο αριθμό παλετών χωρίς αναξιοποίητο χώρο.



**Εικόνα 65: Swap bodies**

Swap bodies ονομάζονται ειδικά κοντέινερ που χρησιμοποιούνται από φορτηγά και τρένα. Δεν έχουν την γερή μεταλλική κατασκευή των κανονικών κοντέινερ, συνήθως σκεπάζονται από κουρτίνα (αν και υπάρχει τελευταία η τάση για σκληρό περίβλημα για λόγους ασφάλειας) και για αυτό δεν μπορεί να μεταφερθεί με πλοία καθώς δεν υπάρχει η δυνατότητα φορτοεκφόρτωσης με γερανό. Αν και το εξωτερικό του πλάτος είναι ανάλογο με αυτό των κανονικών κοντέινερ, για να

χωράει στα τυποποιημένα τρέιλερ και βαγόνια, έχει τη δυνατότητα αύξησης του πλάτους για βελτισποίηση του αριθμού των μεταφερόμενων παλετών. Μπορούν δηλαδή να μεταφέρουν ευρωπαϊκές χωρίς να αφήνουν αναξιοποίητο χώρο.

Τα swap bodies είναι πιο ακριβά από τα κανονικά κατά ISO κοντέινερ, γιατί ενώ τα τελευταία κατασκευάζονται κατά κύριο λόγο στην Κίνα, τα swap bodies είναι ευρωπαϊκής κατασκευής.

Αυτή η διαφορά στην μεταφορική ικανότητα των κοντέινερ των συνδυασμένων μεταφορών και των μεταφορών με νταλικά ευνοεί συντριπτικά τις δεύτερες, αφού ο αναξιοποίητος χώρος σε αυτές είναι μικρότερος, άρα και το κόστος ανά παλέτα θα είναι μικρότερο. Το πλεονέκτημα αυτό μπορεί να αναστραφεί υπέρ των συνδυασμένων μεταφορών με την χρήση σε αυτές εμπορευματοκιβωτίων 45 ποδών.



**Εικόνα 66:κοντέινερ 45 ποδών**

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Σιδηροδρομικά οχήματα – επιτρεπόμενα αξονικά φορτία σιδηροδρομικών και οδικών οχημάτων**

Ο συνδυασμός φορτίου επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την επιλογή του τροχαίου υλικού (λόγου χάρη, η μεταφορά χημικών με δεξαμενές απαιτεί φορτάμαξες με άκαμπτα πλαίσια αντί για εναλλασσόμενα αμαξώματα). Τα ημι – ρυμουλκούμενα (semi-trailers) χρειάζονται το δικό της ειδικό εξοπλισμό φορταμαξών.

Στην Ευρώπη οι φορτάμαξες για να είναι ανταγωνιστικές πρέπει να είναι σε θέση να κινούνται στα 100 χιλιόμετρα την ώρα, τόσο κενές όσο και πλήρεις φόρτου, καθώς χαμηλότερες ταχύτητες τρένου μεταφράζονται σε υψηλότερα κόστη. Οι σιδηροδρομικοί προμηθευτές της Κεντρικής Ευρώπης παρέχουν επί του παρόντος όλα τα βαγόνια ικανά για ταχύτητες 120 χιλιόμετρα την ώρα, τόσο έμφορτα όσο και κενά. Ορισμένα ειδικά οχήματα έχουν την δυνατότητα να κινούνται στα 140 με 160 χλμ την ώρα. Τα τρένα στην Ευρώπη επιτρέπεται να φθάσουν μήκη μέχρι 700 μέτρα..

Τα βαγόνια μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων είναι τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα οχήματα , σχεδιασμένα για να μεταφέρουν τυποποιημένα εμπορευματοκιβώτια και κινητά αμαξώματα (swap bodies), με μήκη που κυμαίνονται μεταξύ 20 και 45 πόδια, και με βάρη που γενικά κυμαίνονται από 2,5 τόνους έως 38 τόνους.

Φέρουσα ικανότητα των διαφόρων τύπων βαγονιών:

- δύο αξόνων βαγόνι 40 ποδών (28,5 τόνους)
- τεσσάρων αξόνων βαγόνι 60 ποδών (70 τόνους)
- έξι αξόνων βαγόνι 100 ποδών (100 τόνους)
- οκτώ αξόνων βαγόνι 110 ποδών (100 τόνους)

Τα βαγόνια με θύλακα (rocket wagons) είναι τα ειδικά οχήματα που μεταφέρουν ημιρυμουλκούμενα βάρους μεταξύ 7 τόνων και 38 τόνων. Το βάρος του οδικού οχήματος υποστηρίζεται από τους δικούς του τροχούς τους τοποθετημένους κάτω στον θύλακα. Το ύψος της πλάκας επαφής μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 980 και 1.150 χιλιοστών, έτσι ώστε ο αυξανόμενος αριθμός των βαγονιών να μπορεί να ρυθμιστεί ανάλογα.

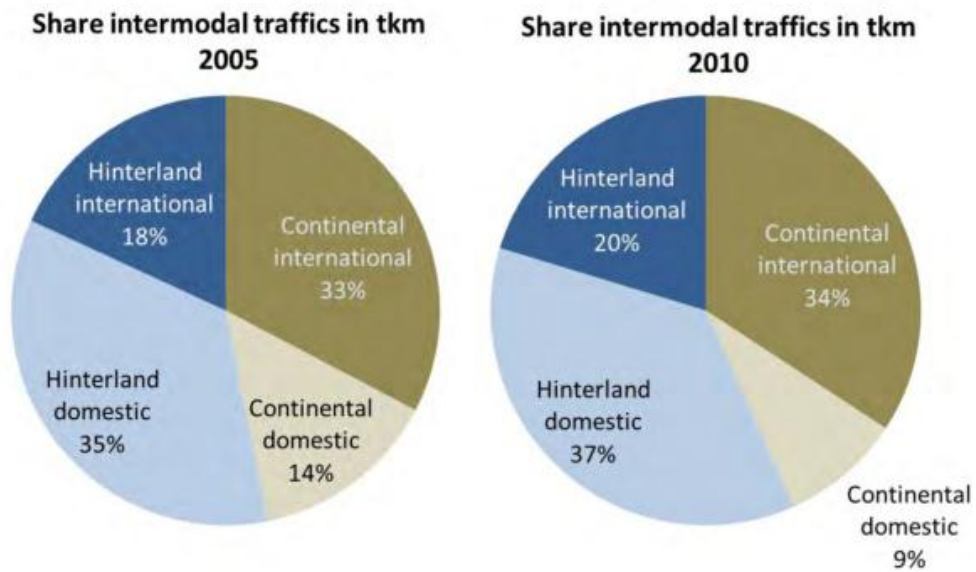
### **B.1 Τα μεγέθη των κοντέινερ και τα βάρη στις συνδυασμένες μεταφορές**

Η κίνηση στις διατροπικές μεταφορές που χρησιμοποιούν σιδηρόδρομο/ οδικό δίκτυο μπορούν να διακριθούν σε:

- Μεταφορές στην ενδοχώρα, δηλαδή μεταφορές των εισαγόμενων αγαθών από το λιμάνι (όπου έφθασαν με ποντοπόρο μεταφορά) ως το εσωτερικό της χώρας, είτε σε βιομηχανικούς είτε σε άλλους πελάτες (door to door)
- Ηπειρωτικές μεταφορές, δηλαδή μεταφορές που γίνονται στο εσωτερικό της χώρας/ σύνολο χωρών, χωρίς να έχουμε μεταφορά με πλοίο

Για τις δύο παραπάνω κατηγορίες ο διαχωρισμός μπορεί να επεκταθεί ως προς τις εγχώριες και τις διεθνείς μεταφορές.

Από στατιστικά της EUROSTAT για τα έτη 2005 και 2010 προκύπτει η Εικόνα 8:



**Εικόνα 67: Μερίδιο κάθε είδους κοντέινερ στον συνολικό φόρτο**

Τα στοιχεία της Εικόνας 8 παρουσιάζουν μια αύξηση του ποσοστού των μεταφορών στην ενδοχώρα, από 53% σε 57%, αύξηση που σύμφωνα με τις ίδιες πηγές αναμένεται να συνεχιστεί. Αποτελέσματα λογικά αν λάβουμε υπόψη τις ολοένα και μεγαλύτερες εξαγωγές της Κίνας προς την Ευρώπη και την Βόρεια Αμερική, εξαγωγές στις οποίες σημαντικό ρόλο παίζει η ποντοπόρος μεταφορά.

Κατά τις μεταφορές στην ενδοχώρα χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον στον εμπορευματοκιβώτια. Για τα μη χύδην φορτία η χρήση των κοντέινερ φτάνει το 90% του συνολικού φορτίου.<sup>[19]</sup>

Στις μεταφορές στην ενδοχώρα βασικό στοιχείο είναι η δια θαλάσσης διαμετακόμιση των προϊόντων, ενώ το σιδηροδρομικό δίκτυο αποτελεί την επίγεια σύνδεση (χερσαίο βραχίονα) των διατροπικών μεταφορών, συνδέοντας τα λιμάνια με τους σιδηροδρομικούς τερματικούς σταθμούς στο κέντρο της Ευρώπης. Τα πιο σημαντικά –από άποψη διακινούμενου φόρτου- ευρωπαϊκά λιμάνια εμπορευματοκιβωτίων, τα Ρότερνταμ, Αμβούργο, Αμβέρσα, Βρέμης, είναι

συνδεδεμένα μέσω του σιδηροδρομικού δικτύου και κεντρικών σταθμών (hub) με όλες τις σημαντικές περιοχές ενδοχώρας στην Ευρώπη (Βόρεια Ιταλία, Νότια και Δυτική Γερμανία, Αλπική Περιοχή, Κεντρική Ευρώπη και Παρίσι).

## **B.2 Μέγιστα επιτρεπόμενα φορτία σιδηροδρομικών βαγονιών**

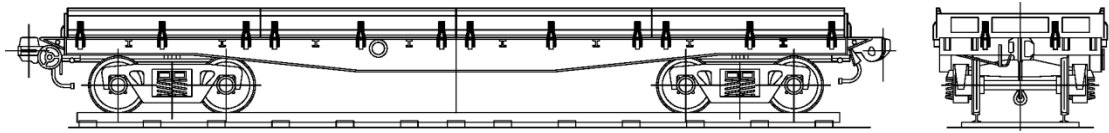
Στα σιδηροδρομικά βαγόνια μεταφοράς προϊόντων το μέγιστο βάρος ανά άξονα κυμαίνεται από 20 έως 22.5 τόνους. Σε φορτάμαξες των τεσσάρων αξόνων, όπως είναι οι περισσότερες, το συνολικό επιτρεπόμενο μεικτό βάρος είναι 90 τόνοι.

Με βάρος της πλατφόρμας – βαγονιού στους 25 τόνους, το καθαρό ωφέλιμο βάρος που προκύπτει είναι  $90-25=65$  τόνοι, ικανότητα ικανή για τη μεταφορά δύο εμπορευματοκιβωτίων των 40 ή των 45 ποδών



**Εικόνα 68: Πλατφόρμα μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων**





**Εικόνα 69:Σκαρίφημα πλατφόρμας μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων**

### **B.3 Όρια αξονικών φορτίων φορτηγών συνδυασμένων μεταφορών**

Σύμφωνα με την οδηγία 96/53/EC της Ευρωπαϊκής ένωσης το μέγιστο μεικτό βάρος που μπορεί να έχει ένα φορτηγό στις συνδυασμένες μεταφορές είναι 44 τόνοι.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: Κατανάλωση ενέργειας στον σιδηρόδρομο**

Οι ελιγμοί που γίνονται από τους συρμούς μέσα στο λιμάνι, προκειμένου τα βαγόνια να βρεθούν στις κατάλληλες θέσεις ώστε να φορτωθούν τα εμπορευματοκιβώτια, εκτός από συμφόρηση στο χώρο δημιουργεί και σημαντικό κόστος. Ο συρμός πρέπει να επιταχύνει και να επιβραδύνει, και η μηχανή έλξης πρέπει να διαθέσει την κατάλληλη δύναμη. Για να μετρήσουμε αυτή τη δύναμη, και την ισχύ της μηχανής σε κιλοβατώρες, θα πρέπει πρώτα να κατανοήσουμε τον μηχανισμό της έλξης.

Ως έλξη ορίζουμε την μετάδοση της ισχύος του κινητήρα στη σιδηροτροχιά μέσω των κινητήριων τροχών με ταυτόχρονη μετατροπή της σε δυνάμεις κίνησης των συρμών. Εμείς από τους ελιγμούς που κάνει ένας συρμός εντός λιμανιού προκειμένου να λάβει την κατάλληλη θέση για να γίνει η φόρτωση των εμπορευματοκιβωτίων θα υπολογίσουμε την έλξη που ασκείται, την οποία θα τη μεταφράσουμε σε παρεχόμενη ισχύ, έτσι ώστε να μπορούμε να υπολογίζουμε ανάλογα με τα στοιχεία του κάθε συρμού και λιμανιού το άμεσο χρηματικό που συνεπάγονται αυτοί οι ελιγμοί.

Αντιστάσεις  $W$  είναι οι δυνάμεις που δρουν ενάντια στην κατεύθυνση κίνησης του συρμού και προέρχονται κυρίως από την αεροδυναμική και την τριβή, στις οποίες προστίθενται κι οι αντιστάσεις γραμμής, που προέρχονται από την οριζοντιογραφική καμπύλη και την κατά μήκος κλίση.

Επιπλέον, σημαντική αντίσταση είναι η αντίσταση της επιτάχυνσης, η αδρανειακή αντίσταση, η οποία δημιουργείται από τη δύναμη Ντ'Αλαμπερ  $W\gamma = m * \gamma$ .

Πλεόνασμα δύναμης έλξης  $Z\gamma$  είναι η διαφορά μεταξύ της ωφέλιμης δύναμης έλξης ( $Z\kappa\alpha$ ) και όλων των αντιστάσεων. Με την πλεονασματική δύναμη  $Z\gamma$  ο συρμός μπορεί να επιταχύνει από  $V1$  σε  $V2$  με επιτάχυνση  $\gamma$ . Η πλεονασματική δύναμη αντισταθμίζει την αντίσταση επιτάχυνσης  $W\gamma$ .

$$Z\gamma = W\gamma = m * \gamma * \rho = 1000 * (G\Sigma / g) * \gamma * \rho$$

$$z\gamma = Z\gamma / G\Sigma$$

$$z\gamma = 1000 * (\gamma / g) * \rho \Rightarrow \gamma = z\gamma * g / (1000 * \rho)$$

όπου:  $g$ = επιτάχυνση της βαρύτητας

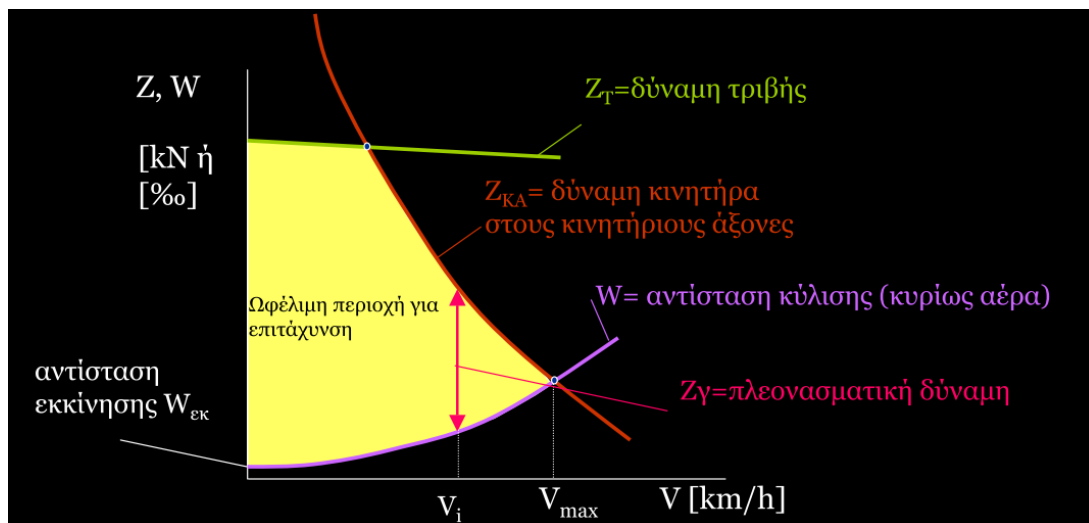
$\rho$ = συντελεστής περιστρεφόμενων μαζών (συνήθως 1,06)

$m$ = μάζα του συρμού

$G\Sigma$ = βάρος του συρμού

Επιτάχυνση του συρμού πραγματοποιείται όταν η ωφέλιμη δύναμη έλξης  $Z$  εξουδετερώνει τις υπάρχουσες αντιστάσεις  $W$ , και εμφανίζει πλεόνασμα δύναμης.

Δηλαδή  $Z\gamma$  (πλεόνασμα δύναμης)=  $Z_{κα}$  (δύναμη έλξης) –  $W$  (αντιστάσεις)



Εικόνα 70: Διάγραμμα Δύναμης Έλξης <sup>[27]</sup>

Η  $Z_t$  (δύναμη τριβής) είναι η μέγιστη δύναμη που μπορεί να μετουσιωθεί σε κίνηση, αφού τυχόν μεγαλύτερες ωφέλιμες δυνάμεις δε θα μπορέσουν να περάσουν από τους τροχούς στις ράγες, κι άρα το μόνο που θα προκαλέσουν θα είναι ολίσθηση (σπινάρισμα)

*Ειδική αντίσταση μηχανών έλξης*

$$w(\text{ΜΕΛ}) = \alpha_0 + \alpha_1 * V + \alpha_2 * (V/10)^2 / G(\text{ΜΕΛ})$$

$G(\text{ΜΕΛ})$  = βάρος μηχανής έλξης

$V$  = ταχύτητα συρμού

$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$  = συντελεστές εξαρτώμενοι από το είδος της μηχανής

$W(\text{ΜΕΛ}) = 5 * G_{κα} + 4 * ((V+15)/10)^2$  [Εμπειρική σχέση υπολογισμού αντίστασης μηχανών έλξης σε Ν]

*Ειδική αντίσταση ελκόμενων οχημάτων*

$$w(\beta\alpha\gamma) = c_0 + (0,007 = m) * (V/10)^2$$

$$c_0 = 1,4 \sim 2$$

$V$  = ταχύτητα συρμού (χμ/ ώρα)

$M = 0,05$  για μεικτής μορφής οχήματα

*Ειδική αντίσταση ολόκληρου του συρμού*

$$w(\text{ΚΥΛ}) = (W(\text{ΜΕΛ}) + w(\beta\alpha\gamma) * G(\beta\alpha\gamma)) / G\Sigma$$

$G(\beta\alpha\gamma)$  = βάρος ελκόμενων οχημάτων

$G\Sigma$  = συνολικό βάρος συρμού

$$\Sigma w = w(\text{ΚΥΛ}) + s \quad \{\text{σύνολο αντιστάσεων σε } \frac{0}{100}\}$$

$$\Sigma W = G\Sigma * \Sigma w \quad \{\text{σύνολο αντίστασης σε kN}\}$$

Γνωρίζοντας λοιπόν την επιτάχυνση του συρμού και τα λοιπά χαρακτηριστικά του στοιχεία βρίσκουμε το πλεόνασμα έλξης. Βρίσκουμε επίσης και τις συνολικές

αντιστάσεις, οπότε μπορούμε να υπολογίσουμε την παραγόμενη από την μηχανή δύναμη έλξης  $Z_{κα}$ . Αυτή μπορεί να μεταφραστεί σε παραγόμενη ισχύ με τη σχέση:

$$Z_{κα} = \eta * 102 * N / v$$

όπου:  $\eta$  = βαθμός απόδοσης κινητήρα

$N$  = ισχύς του κινητήρα (σε KW)

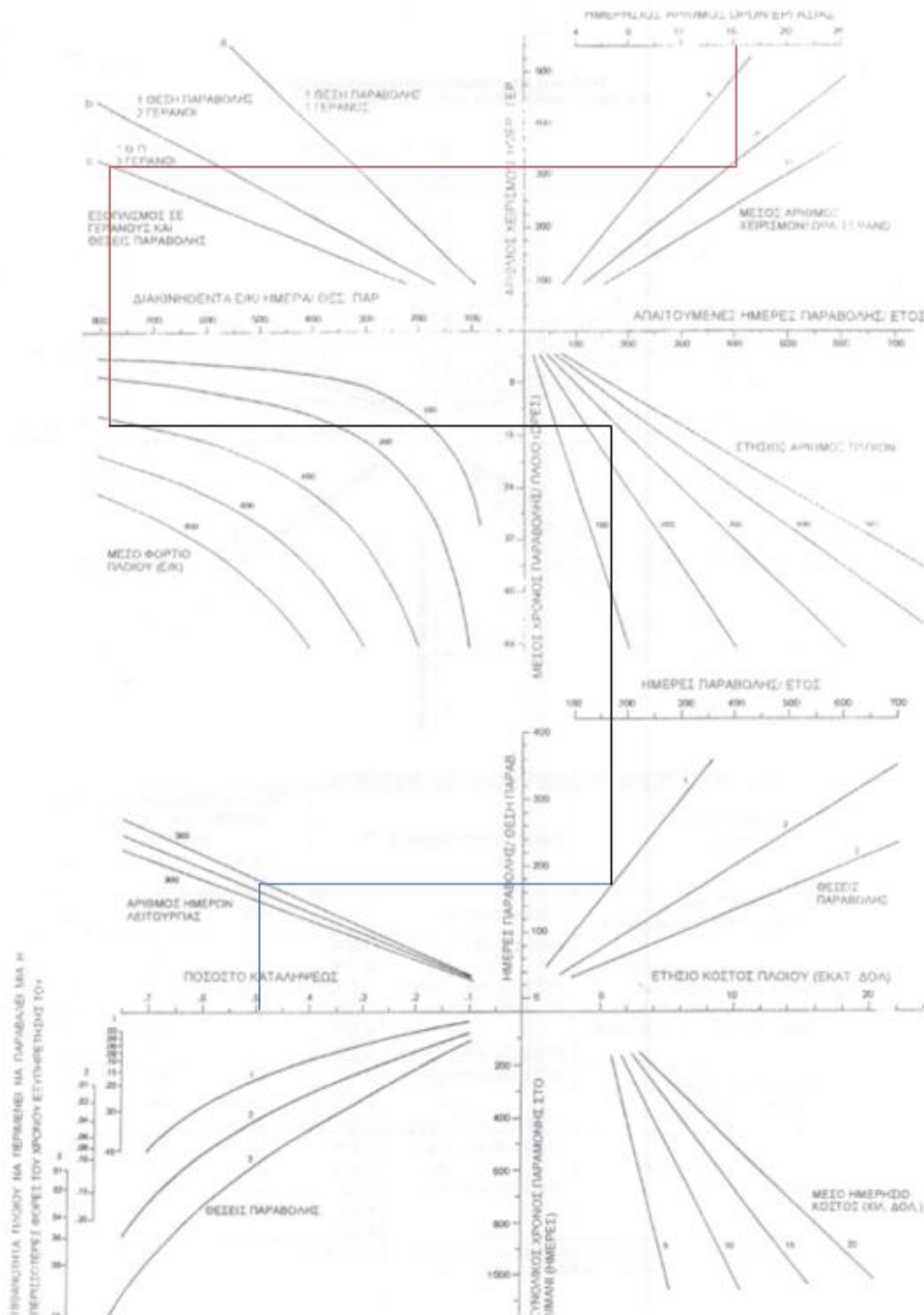
$v$  = ταχύτητα συρμού (σε μ/ δευτερόλεπτα)

[27]

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: Νομογραφήματα, εύρεση ελάχιστης απαιτούμενης απόστασης κρηπιδώματος – σιδηροδρομικής εγκατάστασης**

Για την εύρεση της ελάχιστης απόστασης της θέσης παραβολής από την σιδηροδρομική εγκατάσταση θα πρέπει πρώτα να βρεθεί το ελάχιστο απαραίτητο εμβαδόν του χώρου στοιβασίας που αντιστοιχεί σε μία θέση παραβολής. Αφού βρεθεί αυτό, και ληφθεί υπόψιν ένας χώρος 50 μέτρα εγκάρσιως του κρηπιδώματος για τη διενέργεια ελιγμών, βρίσκεται και η απόσταση του κρηπιδώματος από τη σιδηροδρομική εγκατάσταση. Στην μεθοδολογία αυτή χρησιμοποιούνται τα νομογραφήματα της UNKTAD<sup>[43]</sup>.





Λαμβάνοντας την παραδοχή 16 ωρών εργασίας την ημέρα (διπλή βάρδια) και 3 γερανογέφυρες ανά θέση παραβολής ξεκινάμε με την κόκκινη γραμμή από πάνω, ενώ ξεκινάμε με την μπλε γραμμή από κάτω με ποσοστό κατάληψης 50%, αριθμό ημερών λειτουργία 360 ημέρες τον χρόνο, καταλήγουμε σε ετήσια διακίνηση 120.000 TEU's ανά θέση παραβολής.

Με δεδομένη πλέον την ετήσια διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων γίνεται διαχωρισμός των περιπτώσεων όπου χρησιμοποιείται γερανογέφυρα σε σιδηροτροχιές και αυτών όπου χρησιμοποιούνται οχήματα εμπρόσθιας στοιβασίας.

Η πρώτη έχει δυνατότητα ύψους στοιβασίας 4 εμπορευματοκιβωτίων, οπότε μέσο προς μέγιστο ύψος στοιβασίας λαμβάνεται 0,75, ενώ για τα οχήματα εμπρόσθιας στοιβασίας με δυνατότητα στοιβασίας σε ύψος τριών εμπορευματοκιβωτίων ο παράγοντας αυτός είναι 0,6. Χρησιμοποιώντας την μπλε γραμμή όταν στον λιμένα ο μηχανολογικός εξοπλισμός αποτελείται από γερανογέφυρες σε σιδηροτροχιές και κόκκινη όταν χρησιμοποιούνται οχήματα εμπρόσθιας στοιβασίας καταλήγουμε σε εμβαδά 28 και 22 εκτάρια αντίστοιχα.

