



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ  
ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ  
ΤΩΝ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΜΕ ΤΗ  
ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ  
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: κος ΜΠΟΤΖΩΡΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΜΗΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ**

**Βόλος, Ιανουάριος 2008**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 1402/1  
Ημερ. Εισ.: 11-04-2008  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΠΜ  
2008  
ΜΗΤ

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια των υποχρεώσεων για την απόκτηση του Διπλώματος του Πολιτικού Μηχανικού στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Από τη θέση αυτή αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω όλους εκείνους που βοήθησαν και συνέβαλαν στην εκπόνηση και ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Καθοριστική για τη συγγραφή της υπήρξε η αρωγή του επιβλέποντος καθηγητή κ. Γεωργίου Μποτζώρη, για την καθοδήγηση, τις συμβουλές, τις διορθώσεις και τις εποικοδομητικές του παρατηρήσεις.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες απευθύνω στον Ν. Καγιανταλίδη, πολιτικό μηχανικό, για την ηθική και υλική βοήθεια του.

Τέλος, ευχαριστίες πολλές στη γυναίκα μου, για την υπομονή και τη στήριξη που μου παρείχε κατά την κοπιώδη αυτή συγγραφή.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η οργάνωση και λειτουργία της ζωής στις μέρες μας είναι άμεσα συνυφασμένες με τις έννοιες της μετακίνησης ανθρώπων και της μεταφοράς αγαθών. Ο σύγχρονος άνθρωπος επιθυμεί να μετακινείται όλο και περισσότερο είτε από ανάγκη (καθώς ο τόπος κατοικίας και εργασίας δεν ταυτίζονται ή βρίσκονται σε αρκετά μεγάλη απόσταση) είτε από επιθυμία (για διασκέδαση και αναψυχή). Αντίστοιχα, η απόσταση ανάμεσα στον τόπο διάθεσης και κατανάλωσης των διαφόρων αγαθών και στον τόπο παραγωγής τους δημιουργεί την ανάγκη μεταφοράς τους από το ένα σημείο στο άλλο. Η σημασία των μεταφορών (επιβατικών και εμπορευματικών) στις σύγχρονες συνθήκες ζωής αποδεικνύεται εξάλλου και από τη συμμετοχή τους στην εθνική οικονομία, της οποίας αποτελούν ουσιώδεις συνιστώσες. Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία<sup>1</sup>, ο κλάδος των μεταφορών αντιπροσωπεύει στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 10% του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος της, ενώ απασχολεί 10 εκατομμύρια εργαζομένους.

Σε ό,τι αφορά την κατανομή του μεταφορικού έργου στους επί μέρους κλάδους των μεταφορών στην Ευρωπαϊκή Ένωση<sup>2</sup>, οι οδικές (επιβατικές και εμπορευματικές) μεταφορές κυριαρχούν έναντι των υπολοίπων καταλαμβάνοντας μερίδιο 45% στα εμπορεύματα και 87% στους επιβάτες. Αντίθετα, οι σιδηροδρομικές μεταφορές παρουσιάζουν συνεχή συρρίκνωση του μεριδίου τους τόσο σε σχετικά όσο και σε απόλυτα νούμερα. Έτσι, ενώ το 1970 οι σιδηρόδρομοι μετέφεραν το 20% των προϊόντων και το 10% των επιβατών, τα ποσοστά αυτά έχουν πέσει στο 8% και στο 6% αντίστοιχα. Αλλά και στην Ελλάδα επικρατούν παρόμοιες συνθήκες: Το 2001<sup>3</sup> στις μεν επιβατικές μεταφορές το Ι.Χ. είχε μερίδιο 76,6%, ο σιδηρόδρομος 1,5%, το λεωφορείο 20,7% και τα συστήματα μετρό 1,2%, στις δε χερσαίες εμπορευματικές μεταφορές η αγορά μονοπωλείται από τους οδικούς μεταφορείς, με το σιδηρόδρομο να καταλαμβάνει μόλις το 2% αυτής.

Τα τελευταία χρόνια όμως η δραματική αύξηση της κυκλοφοριακής συμφόρησης στους δρόμους και τα αεροδρόμια καθώς και η ένταση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των θορύβων, έχουν καταστήσει επιτακτικότερη την ανάγκη της χρήσης των σιδηροδρομικών μέσων μεταφοράς, τόσο για τις μετακινήσεις στις αστικές και προαστιακές περιοχές όσο και για την κάλυψη μεγαλύτερων αποστάσεων.

Η προαναφερθείσα κατάσταση, σε συνδυασμό με τη φθίνουσα πορεία που ακολουθούσαν οι σιδηροδρομικές επιχειρήσεις μέχρι και τις αρχές της δεκαετίας του 1990, οδήγησαν την Ευρωπαϊκή Ένωση στη λήψη μέτρων προκειμένου ο σιδηρόδρομος να ανακάμψει και να διεκδικήσει

---

<sup>1</sup> European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, report 2000-2004, Belgium 2004

<sup>2</sup> European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, report 2000-2004, Belgium 2004

<sup>3</sup> Προφυλλίδης Β, Οικονομική των μεταφορών, εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη 2004

μεγαλύτερο μερίδιο στην αγορά των μεταφορών. Τα μέτρα αυτά αναφέρονταν στην υλοποίηση μεγάλων προγραμμάτων εκσυγχρονισμού των δικτύων και του τροχαίου σιδηροδρομικού υλικού και κυρίως σε αλλαγές σε θεσμικό – οργανωτικό επίπεδο προκειμένου να απελευθερωθεί η αγορά και να εισαχθεί στις σιδηροδρομικές μεταφορές το στοιχείο του ανταγωνισμού, με σημαντικότερο το διαχωρισμό της Υποδομής από την εκμετάλλευση. Ο εκσυγχρονισμός του δικτύου αποσκοπούσε στη βελτίωση των παρεχομένων υπηρεσιών, ενώ η οργανωτική αναδιάρθρωση στη βελτίωση της παραγωγικότητας των σιδηροδρόμων και στην εισαγωγή του ανταγωνισμού στις σιδηροδρομικές μεταφορές. Η ενσωμάτωση των πολιτικών αυτών στα εθνικά δίκαια των κρατών – μελών της ένωσης και η εφαρμογή τους στις σιδηροδρομικές τους επιχειρήσεις ξεκίνησε το 1992 ενώ μέχρι το 2006 έχει υλοποιηθεί στις περισσότερες χώρες της Ένωσης. Με δεδομένο ότι μέχρι σήμερα έχει παρέλθει ένα σημαντικό χρονικό διάστημα από τη στιγμή που εφαρμόστηκαν οι εν λόγω πολιτικές στα κράτη της Ε.Ε. καθίσταται, εκτός από εξαιρετικά ενδιαφέροντα, εφικτή η αξιολόγηση της απόδοσης των πολιτικών αυτών, που αποτελεί και αντικείμενο της παρούσας μελέτης. Για το σκοπό αυτό μελετάται η μεταβολή της αποδοτικότητας των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων, μέγεθος που αποτελεί βασική συνιστώσα της απόδοσης.

Στη διεθνή βιβλιογραφία, οι κύριες προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της αποδοτικότητας των μονάδων παραγωγής είναι οι εξής:

α. Οι παραδοσιακές οικονομετρικές μέθοδοι<sup>4</sup> ή παραμετρικές μέθοδοι: Οι μέθοδοι αυτές αποσκοπούν στον προσδιορισμό, μέσω στατιστικών διαδικασιών, θεωρητικών αναλυτικών συναρτήσεων κόστους ή παραγωγής στις οποίες και εφαρμόζονται εν συνεχεία τα πραγματικά δεδομένα. Οι μέθοδοι αυτές εμφανίζουν τις εξής βασικές αδυναμίες:

(1) Μεγάλη δυσκολία στην εκτίμηση/ εκλογή των συναρτήσεων παραγωγής για κάθε διαφορετικό πρόβλημα, λόγω της πολυπλοκότητας τους (ύπαρξη μεγάλου αριθμού παραγόντων-παραμέτρων που θα πρέπει να συνεκτιμηθούν, προσδιορισμός της βαρύτητας που θα πρέπει να αποδοθεί στον καθένα από αυτούς),

(2) Υπείσρχονται σφάλματα που οφείλονται στα δεδομένα των εμπειρικών παρατηρήσεων.

β. Οι μη παραμετρικές μέθοδοι: Οι μέθοδοι αυτές αποσκοπούν στην εκτίμηση της αποδοτικότητας με τη χρήση μόνο εμπειρικών μετρήσεων των εισροών και εκροών (που είναι σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις μετρήσιμες), αποφεύγοντας έτσι τα προβλήματα και τις αβεβαιότητες που παρουσιάζει ο προσδιορισμός των συναρτήσεων που περιγράφουν την εσωτερική διαδικασία παραγωγής. Η βασική μέθοδος της κατηγορίας αυτής είναι η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων –

---

<sup>4</sup> Cobb C.W, P.H.Douglas, «A theory of production», American economic review, Vol 18, pp 139-165

Data Envelopment Analysis (D.E.A.) (στο εξής ΠΑΔ), η οποία και θα παρουσιασθεί εκτενώς σε επόμενο κεφάλαιο, καθώς η παρούσα διπλωματική εργασία υιοθετεί τη μέθοδο αυτή για την μέτρηση της αποδοτικότητας των σιδηροδρόμων.

Η εργασία αποτελείται από τέσσερα κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύονται οι βασικές έννοιες και οι σημαντικότερες μέθοδοι που σχετίζονται με τη μέτρηση της απόδοσης των μεταφορικών εταιρειών.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι έννοιες, το θεωρητικό υπόβαθρο και τα βασικά μοντέλα της Περιβάλλουσας Ανάλυσης και παρατίθεται μια σειρά παραδειγμάτων εφαρμογής της ΠΑΔ στους διάφορους κλάδους του συγκοινωνιακού τομέα.

Στο τρίτο παρουσιάζονται οι βασικές διατάξεις που συνθέτουν το θεσμικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις σιδηροδρομικές μεταφορές και τα διάφορα μοντέλα οργάνωσης των σιδηροδρόμων που προέκυψαν στις χώρες της ένωσης κατά την εναρμόνιση του θεσμικού του πλαισίου με τις κοινοτικές διατάξεις.

Στο τέταρτο κεφάλαιο εκθέτονται οι λόγοι επιλογής της ΠΑΔ για την αποτίμηση της αποδοτικότητας των σιδηροδρόμων και παρουσιάζεται η εφαρμογή της ΠΑΔ στις χώρες της μελέτης, τα αποτελέσματα αυτής και τα εξαγόμενα συμπεράσματα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

### **ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ**

#### **1.1 Μέτρηση της απόδοσης στις επιχειρήσεις**

Σε όλο το φάσμα της οικονομικής δραστηριότητας και ειδικότερα σε όλες τις μεγάλες επιχειρήσεις εφαρμόζονται εδώ και πολλά χρόνια μηχανισμοί ελέγχου ποιότητας και αξιολόγησης προκειμένου οι εταιρείες να καταστούν πιο κερδοφόρες και ανταγωνιστικές. Για το σκοπό έχουν αναπτυχθεί από την οικονομική επιστήμη πολλές στατιστικές και λογιστικές τεχνικές οι οποίες μάλιστα επιτρέπουν τον έλεγχο και την αξιολόγηση ακόμη και επιμέρους τομέων δραστηριότητας ή των επιμέρους τμημάτων μιας εταιρείας. Χωρίς μια τέτοια αξιολόγηση, τα διευθυντικά στελέχη μπορεί να καταλήξουν να εμποτεύουν απλά την λειτουργία των εταιρειών τους.

Αντικείμενο της αξιολόγησης αυτής αποτελεί ο προσδιορισμός της απόδοσης της εταιρείας, ο οποίος επιτυγχάνεται μέσα από τη μέτρηση των δυο βασικών συνιστωσών αυτής, της αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητας. Τα κριτήρια οικονομικής αποδοτικότητας είναι συχνά βασισμένα σε εκτιμήσεις της τυποποίησης και συγκέντρωσης των δραστηριοτήτων. Η έννοια αποτελεσματικότητα αναλύεται θεωρητικά από δύο προοπτικές: Από τον έλεγχο τις διαδικασίας παραγωγής των προϊόντων αλλά και την εξέταση του βαθμού συνεισφοράς των προϊόντων αυτών στην πραγματοποίηση των στόχων. Οι δύο έννοιες συγχέονται πολύ εύκολα για αυτό οι αναλυτές πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί. Είναι σημαντικό επομένως να γίνει αναλυτική αναφορά στις έννοιες της αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητας, οι οποίες άλλωστε και θα χρησιμοποιηθούν σε επόμενο κεφάλαιο για την αξιολόγηση της εφαρμοζόμενης ευρωπαϊκής σιδηροδρομικής πολιτικής.

#### **1.2 Αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα**

Η έννοια της αποτελεσματικότητας συνδέεται και πολλές φορές συγχέεται, με την έννοια της αποδοτικότητας ίσως γιατί ακόμη και οι επιστήμονες που τις χρησιμοποιούν δεν τις οριοθετούν με σαφήνεια ή πολλές φορές τις χρησιμοποιούν ως εναλλακτικές. Οι όροι αυτοί στην ουσία έχουν προέλθει από τον τομέα της παραγωγής στην οικονομία και για τούτο θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν σε ανάλογο πλαίσιο οριοθέτησης.

### 1.2.1 Αποδοτικότητα

Η αποδοτικότητα (efficiency) σχετίζεται με τον τρόπο με τον οποίο παραγωγικά μέσα χρησιμοποιούνται και κατανέμονται, δηλαδή μετράει το βαθμό χρησιμοποίησης των εισροών ώστε να επιτευχθούν οι περισσότερες δυνατές εκροές. Ο Farrell<sup>5</sup> απέδειξε ότι η “ολική αποδοτικότητα” (overall efficiency) αποτελείται από:

- α. Την “ολική τεχνική αποδοτικότητα” (overall technical efficiency) και
- β. Την “αποδοτικότητα κατανομής” (allocative efficiency).

Η *Ολική Τεχνική Αποδοτικότητα*<sup>6</sup>, ή απλούστερα Τεχνική Αποδοτικότητα προσδιορίζει το βαθμό στον οποίο ένα παραγωγικό σύστημα προσεγγίζει το ελάχιστο κόστος ανά μονάδα προϊόντος, δηλαδή μπορεί να εκτιμηθεί στο κατά πόσο μπορούν να παραχθούν επιπλέον εκροές (προϊόντα ή υπηρεσίες) με δεδομένο το επίπεδο των εισροών, ή εναλλακτικά αν μπορούν να ελαττωθούν οι χρησιμοποιούμενες εισροές με δεδομένες τις παραγόμενες εκροές. Η τεχνική αποδοτικότητα αποτελείται από την καθαρή τεχνική αποδοτικότητα (pure technical efficiency) και την αποδοτικότητα κλίμακας (scale efficiency).

Η *Αποδοτικότητα Κατανομής*<sup>6</sup> αναφέρεται στο συνδυασμό των εισροών που ελαχιστοποιεί το κόστος παραγωγής, με δεδομένες τις τιμές αυτών, δηλαδή εξετάζει αν το συγκεκριμένο μίγμα εισροών – εκροών είναι βέλτιστο κατά Pareto. Επισημαίνεται ότι ένα σύστημα είναι αποδοτικό κατά Pareto εάν οποιαδήποτε μεταβολή στο σύστημα θα έχει ως αποτέλεσμα έστω και μια συνιστώσα του συστήματος να βρεθεί σε δυσμενέστερη θέση.

Για να γίνουν πιο κατανοητοί οι ανωτέρω ορισμοί παρατίθεται το ακόλουθο παράδειγμα του σχήματος 1.1.

Θεωρούμε την απλή περίπτωση όπου μία εκροή ( $y$ ) παράγεται από δύο εισροές ( $I_1, I_2$ ) και υποθέτουμε ότι η συνάρτηση παραγωγής είναι γνωστή και δίνεται από την κυρτή καμπύλη  $SS'$  του σχήματος 1, που καλύπτει την εκροή που μπορεί να δοθεί από μια αποδοτική λειτουργική μονάδα για κάθε συνδυασμό εισροών (καμπύλη ισοπαραγωγής). Ας υποθέσουμε ότι οι τιμές  $p_1$  και  $p_2$  για τις δύο εισροές είναι γνωστές και η ευθεία  $AA'$  ( $p_1 x_1 / y + p_2 x_2 / y = C$ ) έχει κλίση ίση με την αναλογία των τιμών των δύο εισροών, όπου  $C$  είναι το κόστος παραγωγής μιας μονάδας εκροής. Τα σημεία  $B$  και  $\Gamma$  είναι η τομή της ευθείας που συνδέει τη λειτουργική μονάδα  $\Delta$  με την αρχή των αξόνων με την ευθεία ελαχιστοποίησης του κόστους και την καμπύλη ισοπαραγωγής αντίστοιχα.

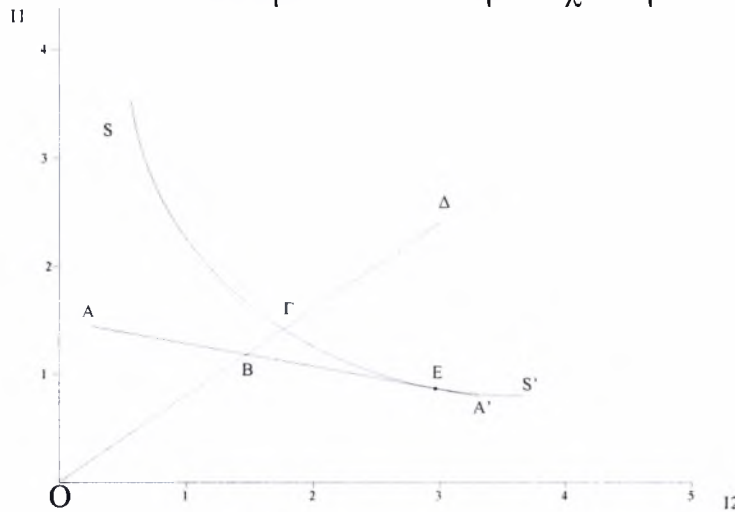
---

<sup>5</sup> Farrell M, «The measurement of productive efficiency», journal of Royal Statistics Society, Vol 120, pp.253-284

<sup>6</sup> Αθανασόπουλος Α, «Τεχνική αποδοτικότητα ως κριτήριο αξιολόγησης του ιδιωτικού και δημοσίου τομέα ως εναλλακτικών φορέων παροχής υπηρεσιών», Όρια και σχέσεις Δημοσίου και Ιδιωτικού, Ίδρυμα Σάκη Καράγεωργα, σελ. 281-291, Αθήνα 1996



**Σχήμα 1.1:** Αποδοτικότητα:Συνολική -Τεχνική - κατανομής



Η Ολική αποδοτικότητα της λειτουργικής μονάδας Δ είναι ίση με το λόγο  $OB/OD$ ,

Η Τεχνική αποδοτικότητα (T) μετριέται από το λόγο της απόστασης της μονάδας από την καμπύλη ισοπαραγωγής και είναι ίση με το λόγο  $OG/OD$ ,

Η αποδοτικότητα κατανομής (A) μετριέται από το λόγο της απόστασης της μονάδας από την ευθεία ελαχιστοποίησης του κόστους και είναι ίση με το λόγο  $OB/OG$ . δηλαδή συγκρίνοντας το ελάχιστο με το πραγματικό κόστος παραγωγής κάθε εταιρείας με βάση την τεχνολογική της ανάπτυξη και τις τιμές της αγοράς των εισροών και των εκροών. Επομένως θα ισχύει:

$$T = \frac{OG}{OD} \quad (1) \text{ και } A = \frac{OB}{OG} \quad (2).$$

Επομένως η ολική αποδοτικότητα μπορεί να υπολογισθεί ως εξής:

$$E = \frac{OB}{OD} = \frac{OB}{OG} \times \frac{OG}{OD} = A \times T \quad (3)$$

Από τους παραπάνω τύπους προκύπτει ότι για να είναι μια μονάδα συνολικά αποδοτική, θα πρέπει να είναι και τεχνικά αποδοτική. Το αντίστροφο όμως δεν ισχύει.

Θα πρέπει να τονισθεί<sup>7</sup> ότι εάν το κόστος παραγωγής μιας μονάδας εκροής  $C'$  είναι μεγαλύτερο του  $C$ , δηλαδή  $C' > C$ , τότε η ευθεία θα μετακινούνται προς τα επάνω και θα είχε δύο σημεία τομής με την καμπύλη ισοπαραγωγής, ενώ αν  $C' < C$ , τότε η ευθεία με την καμπύλη δεν θα τέμνονταν. Αυτό σημαίνει ότι το σημείο E προκύπτει ως συνδυασμός εκείνων των εισροών που εξασφαλίζουν το μικρότερο δυνατό κόστος παραγωγής μίας μονάδας εκροής. Δηλαδή το σημείο E, έχει υψηλότερη επίδοση όχι μόνο έναντι των μη αποδοτικών κατά Pareto σημείων (μονάδων) αλλά και έναντι όλων των υπολοίπων αποδοτικών κατά Pareto σημείων (μονάδων).

<sup>7</sup> Thanassoulis Emmanuel, «Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software», Kluwer Academic Publishers, 2001

Στην πράξη, μας ενδιαφέρει μια μονάδα να είναι όχι μόνο τεχνικά, αλλά και συνολικά αποδοτική. Δυστυχώς όμως δεν είναι πάντοτε εφικτή η μέτρηση της αποδοτικότητας κατανομής και επομένως της συνολικής αποδοτικότητας, καθώς τα μεγέθη που καθορίζουν την τιμή της αποδοτικότητας κατανομής (τεχνολογική ανάπτυξη του μετρούμενου συστήματος, τιμές της αγοράς των εισροών και των εκροών) στις περισσότερες των περιπτώσεων δεν είναι εύκολα μετρήσιμα. Αντίθετα η εκτίμηση της τεχνικής αποδοτικότητας βασίζεται σε δεδομένα φυσικών εισροών και εκροών (απλές παρατηρήσεις εύκολα μετρήσιμες) ενώ δεν επηρεάζεται από την ύπαρξη η μη ανταγωνιστικών συνθηκών στην υπό μελέτη περίπτωση. Για το λόγο αυτό, στις περισσότερες περιπτώσεις συστημάτων προς εξέταση, όπως και στην παρούσα μελέτη, επικεντρωνόμαστε στην εξέταση της τεχνικής αποδοτικότητας.

### **1.2.2 Αποτελεσματικότητα**

Η αποτελεσματικότητα<sup>8</sup> (effectiveness) αφορά τη δυνατότητα των λειτουργικών μονάδων να επιτυγχάνουν τους στόχους τους όπως αυτοί καθορίζονται μέσα από τα βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα πλάνα τους. Διαφορετικά<sup>9</sup>, η έννοια της αποτελεσματικότητας μπορεί να ορισθεί ως ο βαθμός επίτευξης ενός προκαθορισμένου επιθυμητού αποτελέσματος (όπως αυτό το αντιλαμβάνεται ο πελάτης – αποδέκτης). Η αποτελεσματικότητα αναλύεται θεωρητικά από δύο προοπτικές. Από τον έλεγχο τις διαδικασίας παραγωγής των προϊόντων αλλά και την εξέταση του βαθμού συνεισφοράς των προϊόντων αυτών στην πραγματοποίηση των στόχων.

### **1.2.3 Διάκριση εννοιών αποδοτικότητας - αποτελεσματικότητας**

Εξ όλων των ανωτέρω προκύπτει ότι η αποδοτικότητα αναφέρεται στον ορθότερο και οικονομικότερο μετασχηματισμό των εισροών σε εκροές ενώ η αποτελεσματικότητα στην παραγωγή των επιλεγμένων ποσοτήτων προϊόντων /εκροών<sup>10</sup>. Ο Drucker<sup>11</sup> εξάλλου, περιγράφει την αποδοτικότητα ως «το να κάνεις τα πράγματα σωστά» και την αποτελεσματικότητα ως το «να κάνεις τα σωστά πράγματα». Αυτές είναι φράσεις που συλλαμβάνουν ακριβώς το νόημα των δύο εννοιών.

---

<sup>8</sup> Αθανασόπουλος Α, «Τεχνική αποδοτικότητα ως κριτήριο αξιολόγησης του ιδιωτικού και δημοσίου τομέα ως εναλλακτικών φορέων παροχής υπηρεσιών», Όρια και σχέσεις Δημοσίου και Ιδιωτικού, Ίδρυμα Σάκη Καράγεωργα, σελ. 281-291, Αθήνα 1996

<sup>9</sup> Εμμ. Κονδύλης, «Νέοι και επιχειρηματικότητα», βλ. [www.career.unipi.gr/ypires/diasyndesh](http://www.career.unipi.gr/ypires/diasyndesh)

<sup>10</sup> Καρατζιά, Ελένη, «Σχολική αποτελεσματικότητα: Μια συγκριτική οικονομική ανάλυση», Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα 1999

<sup>11</sup> Drucker P. F., «Managing the Public Service Institution», The Public Interest, pp. 67 – 74

### **1.3 Μέτρηση της απόδοσης των μεταφορικών εταιρειών**

Οι έννοιες της αποτελεσματικότητας και της αποδοτικότητας συγχέονται πολύ εύκολα και στον τομέα των μεταφορών. Οι οικονομολόγοι προτιμούν να ορίζουν την αποδοτικότητα ως την αύξηση των καθαρών κερδών, δηλαδή την αύξηση της αξίας των προϊόντων μειώνοντας το κόστος. Με αυτή την έννοια, τα καθαρά έσοδα ανά επιβάτη, ανά ώρα ή ανά μίλι μετράνε την αποδοτικότητα των μεταφορών. Αυτός ο ορισμός είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί στις μεταφορές επειδή είναι αδύνατο να οριστεί «η αξία των εκροών» μόνο με όρους εσόδων καθώς οι αστικές και υπεραστικές εταιρείες μεταφορών καλούνται με τη λειτουργία τους να εξυπηρετήσουν πολλούς και συχνά αντιφατικούς μεταξύ τους στόχους. Για παράδειγμα, μια αστική μεταφορική εταιρεία είναι αναγκασμένη (κυρίως για λόγους κυκλοφοριακούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς) να διατηρεί τα εισιτήρια σε χαμηλά επίπεδα και να παρέχει ταυτόχρονα υψηλό επίπεδο εξυπηρέτησης στους επιβάτες ούτως ώστε να καθίσταται ελκυστικότερη έναντι του αυτοκινήτου. Κατά συνέπεια, το επίπεδο της τιμής των εισιτηρίων μπορεί να ήταν υψηλότερο αν η εταιρεία λειτουργούσε με καθαρά ιδιωτικοοικονομικά κριτήρια. Επίσης, πολλές κρατικά ελεγχόμενες μεταφορικές εταιρείες (αστικές και υπεραστικές) έχουν χρησιμοποιηθεί από την πολιτεία για την καταπολέμηση της ανεργίας, με αποτέλεσμα, σε αρκετές περιπτώσεις, να διαθέτουν περισσότερο προσωπικό από το αναγκαίο για τη διεκπεραίωση του έργου τους.

Επίσης, σε αντίθεση με άλλους τομείς της οικονομίας, με χαρακτηριστικότερη ίσως περίπτωση εκείνον της βιομηχανίας, όπου το προϊόν είναι επακριβώς προσδιορισμένο και αποτελεί μια αναγνωρίσιμη οντότητα, οι εκροές μιας μεταφορικής εταιρείας μπορούν να ποσοτικοποιηθούν με διάφορους τρόπους.

Παράλληλα, η μέτρηση των προϊόντων (εκροών) μιας μεταφορικής εταιρείας εμφανίζει μεγάλες δυσκολίες οφειλόμενες κυρίως στο ότι η ποιότητα των υπηρεσιών (ταχύτητα, συχνότητα, ακρίβεια και κανονικότητα δρομολογίων, άνεση κλπ) συνήθως παραλείπεται από τις μετρήσεις επειδή δεν διατίθενται σχετικά επαρκή και αξιόπιστα στοιχεία.

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι το ιδιαίτερο οικονομικό περιβάλλον μέσα στο οποίο καλούνται να λειτουργήσουν οι διάφορες επιχειρήσεις μεταφοράς και η ιδιομορφία των υπηρεσιών που προσφέρουν καθιστούν ακατάλληλες τις συνήθειες (οικονομοτεχνικές) μεθόδους υπολογισμού της απόδοσης καθώς στην πλειοψηφία τους θέτουν ως θεμελιώδες κριτήριο αξιολόγησης την κερδοφορία της επιχείρησης.

Η ανωτέρω αδυναμία των κλασσικών μεθόδων οδήγησε στην ανάπτυξη νέων, προσανατολισμένων στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των μεταφορικών εταιρειών, μεθόδων για τη

μέτρηση της απόδοσης τους. Ο Fielding<sup>12</sup> ανέπτυξε ένα μοντέλο που χρησιμοποιεί εισροές των μεταφορικών εταιρειών (εργασία, κεφάλαιο, ενέργεια), εκροές (οχηματοχιλιόμετρα, οχηματοώρες) και καταναλώσεις (επιβάτες, επιβατοχιλιόμετρα, λειτουργικά κόστη) προκειμένου να μετρήσει τις τρεις σημαντικότερες διαστάσεις της μεταφοράς: την αποδοτικότητα παραγωγής, την αποτελεσματικότητα παραγωγής και τη αποτελεσματικότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών. Το μοντέλο αυτό έγινε ευρέως αποδεκτό και σε αυτό βασίστηκαν όλες οι μέθοδοι μέτρησης της απόδοσης των μεταφορικών εταιρειών.

Στο μεγαλύτερο μέρος της, σχετικής με τη μέτρηση της απόδοσης στις μεταφορές, βιβλιογραφίας, η γενική απόδοση μιας μεταφορικής εταιρείας αποτιμάται με τη μέτρηση των δυο βασικών συνιστωσών αυτής, της αποδοτικότητας ή /και της αποτελεσματικότητας.

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιείται η έννοια της αποδοτικότητας για λόγους που θα αναφερθούν εκτενώς στο 4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο της εργασίας. Αυτό γίνεται προκειμένου να προηγηθεί η ανάλυση του πλαισίου αναφοράς της εργασίας καθώς και ο σκοπός αυτής.

#### **1.4 Μέθοδοι Μέτρησης της αποδοτικότητας**

Ο πιο απλός και ευρύτερα διαδεδομένος τρόπος μέτρησης της αποδοτικότητας είναι οι δείκτες απόδοσης. Ως δείκτης απόδοσης ορίζεται ο λόγος μερικών εισροών προς εκροές που χαρακτηρίζουν τη λειτουργία μιας μονάδας. Για παράδειγμα, στον πίνακα 1.1 φαίνονται οι δείκτες απόδοσης που χρησιμοποιήθηκαν για τη διερεύνηση της οικονομικής κατάστασης των σιδηροδρομικών εταιρειών της Ευρώπης, όπως αυτοί αποτυπώνονται για τον ΟΣΕ<sup>13</sup>.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1** Δείκτες απόδοσης ΟΣΕ

<b><u>Δείκτης</u></b>	<b><u>Έτος 2004</u></b>
Κόστος / υπαλλήλους (συνολικό κόστος / αριθμό υπαλλήλων)	€ 0,06 εκατ.
Βιωσιμότητα (συνολικά λειτουργικά έσοδα / συνολικές λειτουργικές δαπάνες)	0,21
Συνολικά έσοδα από εισιτήρια ανά επιβατοχιλιόμετρα	€ 0,04
Συνολικά έσοδα από διακίνηση φορτίου ανά τονοχιλιόμετρα	€ 0,04
Ένταση κεφαλαίου (Συνολικές υποχρεώσεις / συνολικό λειτουργικό κόστος)	13,45
Χρέη ως ποσοστό υποχρεώσεων	74%
Εξυπηρέτηση δανείων (Καθαρές πληρωμές / συνολικές λειτουργικές δαπάνες)	0,43

<sup>12</sup> Fielding, G.J., «Managing Public transit Strategically», Eds Jossey- Bass Publishers, California USA, 1987

<sup>13</sup> ECORYS, «Analysis of the financial situation of railway undertakings in the European Union», Rotterdam, February 2006

Οι Fielding<sup>14,15</sup> και Obeng<sup>16</sup> et al παρέχουν μια εκτεταμένη λίστα δεικτών για την αποτίμηση των βασικών πτυχών της απόδοσης στις μεταφορές (οικονομία, ασφάλεια, ποιότητα υπηρεσιών, προσβασιμότητα κλπ.). Ωστόσο, οι Obeng et al αναφέρουν ότι οι μεμονωμένοι δείκτες δε δίνουν αξιόπιστα αποτελέσματα, υποδηλώνοντας ότι απαιτείται ένας αριθμός δεικτών για τη σφαιρική προσέγγιση του προβλήματος και κατ' επέκταση για την παροχή αξιόπιστων αποτελεσμάτων.

Ακόμα και σε αυτή την περίπτωση όμως, οι δείκτες απόδοσης δε μπορούν να αποδώσουν πως μετασχηματίζονται οι εισροές σε εκροές. Αντίθετα, οι δείκτες απόδοσης μπορούν να συλλάβουν τη διαδικασία μετασχηματισμού, μόνο στην περίπτωση που μια διαδικασία χρησιμοποιεί μια μοναδική εισροή για να παράγει μια και μόνο εκροή.

Σύμφωνα με το MARETOPE<sup>17</sup>, η μέτρηση της αποδοτικότητας γίνεται με διάφορες μεθόδους, οι σημαντικότερες των οποίων είναι:

- α. Η μέθοδος των επί μέρους συντελεστών παραγωγικότητας (partial productivity ratios),
- β. Η μέθοδος των συντελεστών συνολικής παραγωγικότητας (Total factor productivity ratios),
- γ. Οι μη παραμετρικές μέθοδοι όπως η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (Data Envelopment Analysis) και η Free Disposal Hull,
- δ. Οι παραμετρικές μέθοδοι, όπως οι στοχαστικές (stochastic) και οι ντετερμινιστικές (deterministic).

Οι δύο πρώτες μέθοδοι απαιτούν πολλούς δείκτες τιμών για τις εισροές και τις εκροές. Συνήθως, η ανεπάρκεια διαθέσιμων δεδομένων καθιστά πολύ δύσκολη την εφαρμογή τους.

Οι παραμετρικές και οι μη μέθοδοι πλεονεκτούν στο ότι βασίζονται απευθείας στην έννοια της οικονομικής αποδοτικότητας της θεωρίας παραγωγής. Συγκριτικά με τους δείκτες απόδοσης, οι παραμετρικές μέθοδοι προσεγγίζουν περισσότερο την παραγωγική διαδικασία (μέσω της συνάρτησης παραγωγής που υποθέτουν) και παρέχουν μια τιμή για την αποδοτικότητα σε αντίθεση με το πλήθος των δεικτών απόδοσης. Όμως η παραμετρική προσέγγιση παρουσιάζει ορισμένα προβλήματα με βασικότερο την ανάγκη υπόθεσης της συνάρτησης παραγωγής. Αντίθετα οι μη παραμετρικές μέθοδοι, όπως η ΠΑΔ, παρέχουν ένα ικανοποιητικό και χρήσιμο πλαίσιο για την

---

<sup>14</sup> Fielding, G.J., Glauthier, C. and Lave, C.A., «Performance indicators for transit management», Transportation Research, Vol 7, 365-379, 1978

<sup>15</sup> Fielding G.J, «Transit performance in the USA», Transportation Research, Vol 26A, pp.483-491, 1992

<sup>16</sup> Benjamin J, Obeng K., «The effect of policy and background variables on total factor productivity for public transit», Transportation research, Vol 24B(1), 1-14, 1990

<sup>17</sup> European Union, «Managing and Assessing Regulatory Evolution in local public Transport Operations in Europe», (MARETOPE) Handbook, Brussels, October 2003

αποτίμηση της αποδοτικότητας, καθώς δεν προϋποθέτουν τη συνάρτηση μετασχηματισμού των εισροών σε εκροές.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (ΠΑΔ)

#### 2.1 Οι Μονάδες Λήψης Αποφάσεων

Τα αντικείμενα ανάλυσης της ΠΑΔ<sup>18</sup>, δηλαδή οι μονάδες των οποίων η αποδοτικότητα εκτιμάται, αναφέρονται ως Μονάδες Λήψης Αποφάσεων (Decision Making Unit – DMUs), αποτελούν όμοια μεταξύ τους υποσυστήματα του υπό εξέταση οργανισμού και λαμβάνουν κάθε φορά συγκεκριμένη υπόσταση ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής. Οι εξεταζόμενες μονάδες απόφασης μπορεί να είναι υποκαταστήματα τραπεζών, νοσοκομεία, σχολικές μονάδες, τα διοικητικά τμήματα μιας επιχείρησης, σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, εστιατόρια, κλπ. Τα τελευταία χρόνια μάλιστα<sup>19</sup>, με τη συνεισφορά πολλών ερευνητών, η έννοια των μονάδων απόφασης έχει διευρυνθεί και επεκταθεί σε προσφερόμενες υπηρεσίες, εργαζομένους, χαρτοφυλάκια, πιστωτικές κάρτες κλπ.

Οι Μονάδες λήψης Αποφάσεων (στο εξής ΜΛΑ) λειτουργούν σε ένα ενιαίο πλαίσιο, είναι συγκρίσιμες και ομοιογενείς, καταναλώνουν τις ίδιες πολλαπλές εισροές και τις μετασχηματίζουν στις ίδιες πολλαπλές εκροές, ενώ διαφέρουν μόνο στα επίπεδα των τιμών των εισροών και εκροών τους, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:

**Σχήμα 2.1:** Μια Μονάδα Λήψης Απόφασης μετασχηματίζει τις εισροές σε εκροές



Σε κάθε περίπτωση, η ΠΑΔ θεωρεί τη ΜΛΑ ως μια παραγωγική μονάδα που καταναλώνει πόρους (εισροές) για να παράγει ένα σύνολο προϊόντων ή υπηρεσιών (εκροές). Τόσο οι εισροές όσο και οι εκροές μπορεί να είναι ποικιλόμορφες, μετρήσιμες σε διαφορετικές μονάδες και ορίζονται κάθε φορά ανάλογα με τη φύση του προβλήματος και της διαθεσιμότητας των δεδομένων.

<sup>18</sup> Δεσπότης Δ.Κ., «Αποτίμηση αποδοτικότητας συστημάτων: Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων», βλ. dsslabs.cs.unipi.gr

<sup>19</sup> Annals of operations Research, Vol. 73, 1997

## 2.2 Ιστορική Αναδρομή - Γενικά για την ΠΑΔ

Η ΠΑΔ αποτελεί μια τεχνική για την αποτίμηση της αποδοτικότητας μονάδων που λειτουργούν στα πλαίσια ενός συστήματος. Η τεχνική αυτή είναι μια μη παραμετρική μέθοδος που στηρίζεται στις αρχές του γραμμικού προγραμματισμού και η οποία προσδιορίζει ποσοτικά τη μέγιστη τιμή της σχετικής αποδοτικότητας των υπό εξέταση μονάδων παραγωγής.

Η ΠΑΔ έχει βασιστεί στην εργασία του Farell, αλλά κύρια διαμορφώθηκε από τους Charnes, Cooper και Rhodes. Ειδικότερα, ο Farell<sup>20</sup> ήταν αυτός που εισήγαγε τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού για τον προσδιορισμό της αποδοτικότητας των μονάδων παραγωγής και την ανέλυσε σε επιμέρους στοιχεία. Στη συνέχεια<sup>21</sup> οι Charnes, Cooper και Rhodes, επέκτειναν την ιδέα του Farell και θεμελίωσαν την περιβάλλουσα ανάλυση δεδομένων. Συγκεκριμένα, η μέθοδος εφαρμόστηκε για πρώτη φορά από τον Eduardo Rhodes στο πλαίσιο της διδακτορικής του διατριβής. Ο Rhodes, υπό την επίβλεψη του καθηγητή WW. Cooper αξιολόγησε ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα της κυβέρνησης των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής, για τη βοήθεια των μαθητών μη προνομιούχων κοινοτήτων (κυρίως έγχρωμοι και ισπανόφωνοι).

Η αξιολόγηση έγινε συγκρίνοντας τα σχολεία που συμμετείχαν στο πρόγραμμα με άλλα που δεν συμμετείχαν. Το πρόγραμμα κατέγραφε την απόδοση των σχολείων θεωρώντας ως εκροή την αύξηση της αυτοεκτίμησης των μαθητών των σχολείων αυτών (η βαθμολόγηση έγινε με τη χρήση ψυχολογικών εξετάσεων) και ως εισροή το χρόνο που διέθεταν οι γονείς των παιδιών στα ίδια για την μελέτη τους. Η μεγάλη δυσκολία της αξιολόγησης εστιάζονταν στην ανάγκη υπολογισμού της τεχνικής αποδοτικότητας των σχολείων αυτών μέσα από την χρήση μεγάλου αριθμού εισροών και εκροών και χωρίς την ύπαρξη συγκεκριμένων τιμών. Ο Rhodes, στην προσπάθεια του να υπερκεράσει τις ανωτέρω δυσκολίες, εισήγαγε για πρώτη φορά τη μέθοδο της ΠΑΔ και πιο συγκεκριμένα το μοντέλο CCR (Charles, Cooper και Rhodes) αυτής. Το μοντέλο CCR χρησιμοποιεί μια φόρμα γραμμικού προγραμματισμού προκειμένου να γενικεύσει τη μέθοδο Farell από μέθοδο απλής εισροής – εκροής μέτρησης τεχνικής αποδοτικότητας, σε μέθοδο χρήσης πολλαπλών εισροών και εκροών μιας ΜΛΑ. Αυτό το πέτυχε μετατρέποντας το σύνολο των εισροών και το σύνολο των εκροών σε μια απλή εικονική εισροή και μια απλή εικονική εκροή, που προκύπτουν ως σταθμισμένο άθροισμα των εισροών και των εκροών αντίστοιχα, χρησιμοποιώντας τα λεγόμενα «εικονικά βάρη», δηλαδή συντελεστές βαρύτητας. Η δυσκολία επιλογής των συντελεστών αντιμετωπίστηκε δίνοντας τη δυνατότητα σε κάθε ΜΛΑ να καθορίσει ελεύθερα τους δικούς της συντελεστές. Η μόνη προϋπόθεση είναι οι τιμές του συντελεστή να είναι θετικές και να

---

<sup>20</sup> Farell M, «The measurement of productive efficiency», journal of Royal Statistics Society», Vol 120, pp.253-284

<sup>21</sup> Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A., Seifod, L, «Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application», Kluwer Academic Publishers, 1994



μην υπερβαίνουν την μονάδα. Ο βέλτιστος συντελεστής για κάθε ΜΛΑ είναι εκείνος που μεγιστοποιεί την αποδοτικότητά του σύμφωνα με τις δεδομένες συνθήκες (υποθέσεις κλίμακας).

Συμπερασματικά, η σχετική τεχνική αποδοτικότητα κάθε ΜΛΑ υπολογίζεται σε σχέση με τις άλλες ΜΛΑ σχηματίζοντας το λόγο ενός σταθμισμένου αθροίσματος εκροών προς ένα σταθμισμένο άθροισμα εισροών, όπου οι συντελεστές για καθένα από τα παραπάνω αθροίσματα επιλέγονται έτσι, ώστε για κάθε ΜΛΑ να μπορεί να υπολογίζεται το μέτρο αποδοτικότητας κατά Pareto. Ο μοναδικός περιορισμός που τίθεται είναι ότι καμία ΜΛΑ δε μπορεί να έχει σχετική αποδοτικότητα μεγαλύτερη της μονάδας.

Πρέπει να τονισθεί ότι επειδή οι υπολογισμοί της μεθόδου έχουν προέλθει από τα πραγματικά δεδομένα καθεμιάς ΜΛΑ δίνουν τελικά μόνο σχετικά μέτρα αποδοτικότητας. Η σχετική αποδοτικότητα καθεμιάς μονάδας απόφασης υπολογίζεται σε σχέση με όλες τις άλλες μονάδες απόφασης χρησιμοποιώντας τα πραγματικά δεδομένα των εκροών και των εισροών της κάθε ΜΛΑ.

Οι βασικοί λόγοι για τους οποίους η ΠΑΔ έχει καταστεί ιδιαίτερα δημοφιλής για τον υπολογισμό της σχετικής αποδοτικότητας οφείλεται στα ακόλουθα χαρακτηριστικά της μεθόδου<sup>22</sup>:

α. Κάθε ΜΛΑ χαρακτηρίζεται από ένα μόνο μέγεθος, τη συνολική τιμή της σχετικής αποδοτικότητας,

β. Επιτρέπει ειδικές προβολές των ΜΛΑ για βελτιώσεις που βασίζονται στα δεδομένα και τις πρακτικές των ΜΛΑ που λειτουργούν αποδοτικά. Δηλαδή οι αιτίες της μη αποδοτικής λειτουργίας μιας ΜΛΑ μπορούν να εντοπισθούν, να αναλυθούν και να ποσοτικοποιηθούν με τη βοήθεια των αντίστοιχων δεδομένων από τις ΜΛΑ που λειτουργούν αποδοτικά.

γ. Αγνοεί την εσωτερική διαδικασία παραγωγής και επομένως αποφεύγει την έμμεση προσέγγιση του προβλήματος μέσω συναρτήσεων και των προβλημάτων που η προσέγγιση αυτή παρουσιάζει.

δ. Μπορεί να διαχειρίζεται και να αξιοποιεί ταυτόχρονα πολλαπλές εισροές και πολλαπλές εκροές, καθεμιά από τις οποίες μπορεί να εκφράζεται σε διαφορετικές μονάδες μέτρησης.

Σύμφωνα με άλλους ερευνητές<sup>23</sup>, η ευρεία εφαρμογή της ΠΑΔ συνίσταται στα εξής ιδιαίτερα γνωρίσματα της:

α. Απαιτεί ελάχιστες υποθέσεις σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι συνιστώσες της παραγωγικής διαδικασίας μετασχηματίζουν τις εισροές σε εκροές,

---

<sup>22</sup> Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A., Seifod, L, «Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application», Kluwer Academic Publishers, 1994

<sup>23</sup> Thanassoulis Emmanuel, «Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software», Kluwer Academic Publishers, 2001

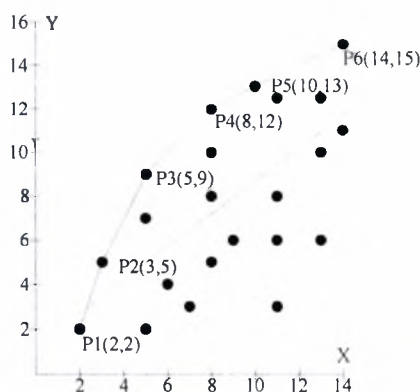
β. Η αποτίμηση της σχετικής αποδοτικότητας γίνεται σε συνάρτηση με τις έννοιες «καλύτερο» ή «αποδοτικό» αντί της σύγκρισης με τη μέση συμπεριφορά (μέσο όρο) των παραμετρικών μεθόδων. Η ιδιότητα αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς οι έννοιες «αποδοτικό» ή «καλύτερο», είναι περισσότερο συνυφασμένες με την διαδικασία εκτίμησης της επίδοσης - απόδοσης μιας μονάδας παραγωγής, σε σχέση πάντα με ένα μέσο όρο.

### 2.3 Σύγκριση της ΠΑΔ με τις παραμετρικές μεθόδους

Συγκρίνοντας την ΠΑΔ με τις παραμετρικές μεθόδους μέτρησης της αποδοτικότητας προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

α. Η ΠΑΔ βασίζεται στη βελτιστοποίηση κάθε εξεταζόμενης μονάδας και στη δημιουργία ενός ανώτατου δυνατού χωρίου (το λεγόμενο «όριο αποδοτικότητας» όπως θα αναλυθεί στη συνέχεια), το οποίο δημιουργείται από τις μονάδες που η αποδοτικότητά τους είναι βέλτιστη κατά Pareto και τα σύνορα του "περικλείουν" όλες τις παρατηρήσεις. Από αυτή την άποψη, είναι τα ίδια τα στοιχεία που "σχηματίζουν" την κατανομή των συνόρων. Έτσι<sup>24</sup>, σε αντίθεση με τις παραμετρικές τεχνικές, ο μελετητής είναι απαλλαγμένος από την ανάγκη καθορισμού a priori του γενικού σχήματος του συνόρου της παραγωγικότητας (γραμμικό, λογαριθμικό, μη γραμμικό κλπ.) και μειώνεται έτσι κατά πολύ ο κίνδυνος εκλογής λανθασμένης συνάρτησης. Στο ακόλουθο σχήμα<sup>25</sup> φαίνεται η διαφορά στην προσέγγιση μεταξύ της ΠΑΔ και της παλινδρόμησης. Η μεν ΠΑΔ προσεγγίζει τη συνάρτηση παραγωγής με βάση τις μονάδες που εμφανίζονται να λειτουργούν αποδοτικότερα, ενώ η ευθεία της παλινδρόμησης (η διακεκομμένη ευθεία του σχήματος 2.2) εκτιμά την συνάρτηση παραγωγής με βάση την κεντρική τάση των παρατηρήσεων (μονάδων).

**Σχήμα 2.2:** Σύγκριση ΠΑΔ και παλινδρόμησης



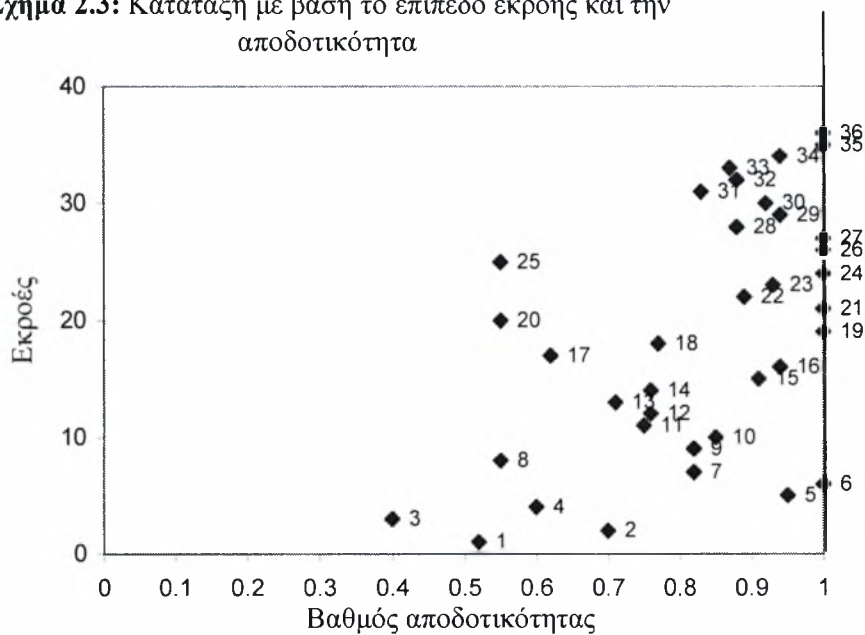
<sup>24</sup> Thanassoulis Emmanuel, «Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software», Kluwer Academic Publishers, 2001

<sup>25</sup> Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A., Seifod, L., «Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application», Kluwer Academic Publishers, 1994

β. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής της ΠΑΔ παρουσιάζουν μικρότερες αποκλίσεις από τις αληθινές τιμές σε σχέση με τις παραμετρικές μεθόδους γεγονός που οφείλεται στη μεγαλύτερη ευελιξία της στην προσέγγιση της αληθινής λειτουργικής μορφής. Μάλιστα ορισμένοι επιστήμονες<sup>26</sup> πιστοποιούν πως η ακρίβεια των αποτελεσμάτων της ΠΑΔ είναι μεγαλύτερη όταν αυξάνεται το μέγεθος του δείγματος.

γ. Προσφέρει μια ενδοσκόπηση στον τρόπο λειτουργίας μιας ομάδας ομοειδών ΜΛΑ από διαφορετική οπτική, επιτρέποντας έτσι την εξαγωγή απροσδόκητων και χρήσιμων για τη διοίκηση μιας επιχείρησης συμπερασμάτων τα οποία δε θα ήταν ορατά με άλλες μεθόδους. Ένα παράδειγμα φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα 2.3.

**Σχήμα 2.3:** Κατάταξη με βάση το επίπεδο εκροής και την αποδοτικότητα



Στο σχήμα αυτό απεικονίζεται ένας πληθυσμός από ΜΛΑ κατανεμημένα με βάση το επίπεδο εκροών τους και την αποδοτικότητά τους. Για τις ανάγκες του παραδείγματος, σε κάθε ΜΛΑ έχει δοθεί ο ίδιος αριθμός με το επίπεδο της εκροής της. Κατατάσσοντας αυτές τις ΜΛΑ με βάση μόνο το επίπεδο των εκροών τους, θα κατατάσσαμε τις ΜΛΑ 33 και 34 στην πρώτη τετράδα ενώ τη ΜΛΑ 6 ως μια από τις τελευταίες. Αντίθετα, η εφαρμογή της ΠΑΔ δείχνει ότι οι ΜΛΑ 33 και 34 δύναται να βελτιώσουν το επίπεδο των εκροών τους κατά 13% και κατά 6% αντίστοιχα ενώ η ΜΛΑ 6 αποδίδει το μέγιστο αναμενόμενο δυνατό. Δηλαδή, με κριτήριο την αποδοτική λειτουργία ή την ανακατανομή των διαθέσιμων πόρων (εισροών) οδηγεί σε εντελώς διαφορετικά συμπεράσματα για τις αλλαγές που θα πρέπει να γίνουν στον πληθυσμό του παραδείγματος, τόσο ως προς τις υπό αναμόρφωση μονάδες, όσο και ως προς το είδος και το μέγεθος των αλλαγών.

<sup>26</sup> Banker R., Charnes A., Cooper W., Swarts J. and Thomas D., «An introduction to data envelopment analysis with some of its models and their uses», Research in Governmental and Nonprofit Accounting, Vol 5, pp. 125–163, 1989

Εκτός όμως από τα συγκριτικά πλεονεκτήματα της, η ΠΑΔ παρουσιάζει και ορισμένες αδυναμίες. Ειδικότερα:

α. Πραγματοποιεί συγκριτική αποτίμηση της αποδοτικότητας, όχι απόλυτη. Έτσι αν στο υπό αξιολόγηση σύνολο εισαχθεί μια νέα μονάδα, είναι δυνατό να αλλάξει όλο το αποτέλεσμα.

β. Παρουσιάζει ευαισθησία στις τιμές εισόδου και εξόδου. Μια πολύ μικρή αλλαγή ή σφάλμα μέτρησης μπορεί να επηρεάσει την κατάταξη μιας μονάδας στις αποδοτικές.

γ. Λόγω του μεγάλου αριθμού των περιορισμών στο γραμμικό πρόβλημα κάθε μονάδος (όπως θα εξηγηθεί παρακάτω) ο υπολογισμός καθυστερεί σημαντικά σε προβλήματα που αξιολογούν πολλές μονάδες (π.χ. περισσότερες από 500).

δ. Στην περίπτωση που οι υποθέσεις που έχουν γίνει σχετικά με το μετασχηματισμό των εισροών σε εκροές δεν είναι επαρκείς και αποκλίνουν από την πραγματικότητα υπάρχει ο κίνδυνος, σε μικρά δείγματα, να υποεκτιμηθούν οι μη αποδοτικές μονάδες.

ε. Εσφαλμένες υποθέσεις μπορεί επίσης να μεταβάλλουν τη μορφή του συνόρου και να διαμορφώσουν έτσι μια στρεβλή εικόνα της σχετικής αποδοτικότητας των υπό εξέταση ΜΛΑ.

Συνεπώς η ικανότητα επιλογής και δοκιμής των υποθέσεων της παραγωγικής διαδικασίας είναι θεμελιώδης κατά την εφαρμογή της μεθόδου. Θα πρέπει όμως να τονισθεί ότι τα μοντέλα της μεθόδου επιτρέπουν μόνο έναν περιορισμένο αριθμό διαφορετικών υποθέσεων της παραγωγικής διαδικασίας.

Τα χαρακτηριστικά της μεθόδου και κυρίως η ευελιξία και η ευρεία δυνατότητα εφαρμογής, έχει οδηγήσει στη χρήση της σε έναν μεγάλο αριθμό μελετών τα τελευταία χρόνια. Οι Seiford και Thrall<sup>27</sup> μέτρησαν περισσότερα από 400 άρθρα με εφαρμογή της DEA μεταξύ 1978 και 1990 ενώ λίγο αργότερα και πάλι ο Seiford<sup>28</sup> (1995) συνέλεξε περίπου 700 αναφορές στις εμπειρικές εφαρμογές της τεχνικής DEA. Οι πλέον χαρακτηριστικές εφαρμογές της μεθόδου παρουσιάζονται στο ειδικό τεύχος *Annals of operations research* 1997, Vol 73 (1997), το οποίο είναι αφιερωμένο στην Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η Περιβάλλουσα Ανάλυση έχει αναγνωρισθεί ως ένα πολύτιμο αναλυτικό ερευνητικό εργαλείο και πρακτικό συμβουλευτικό όργανο για τους διευθυντές – διοικητές και γενικότερα επικεφαλείς οργανισμών και επιχειρήσεων στη λήψη αποφάσεων.

## **2.4 Θεωρητικό Υπόβαθρο της ΠΑΔ**

### **2.4.1 Βασικές έννοιες της ΠΑΔ**

---

<sup>27</sup> Seiford L.M., Thrall R.M., «Recent Developments in DEA: the mathematical Programmig Approach to Frontier Analysis», *Journal of Econometrics*, Vol 46, 7-38, 1990

<sup>28</sup> Seiford L., «Data Envelopment Analysis: The Evolution of the State of the Art (1978–1995)», *The Journal of the Productivity Analysis*, Vol 7, pp. 99–137, 1995.

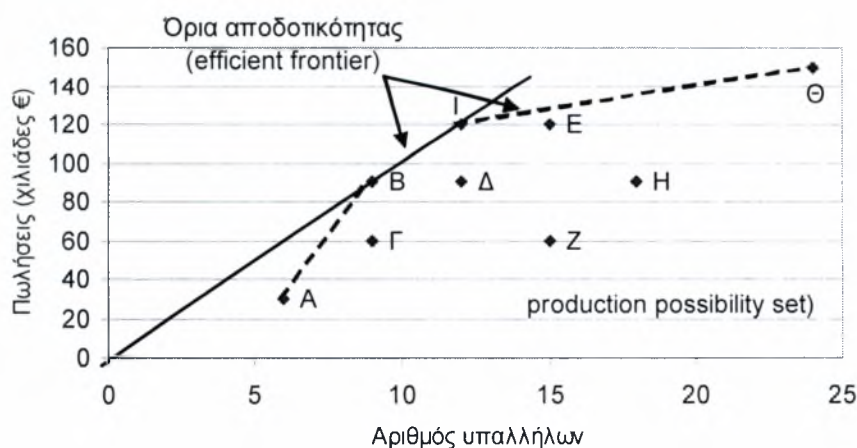
Προκειμένου να γίνουν κατανοητές οι βασικές έννοιες της μεθόδου και πριν το σχετικό ορισμό τους, παρατίθεται το ακόλουθο παράδειγμα<sup>29</sup> με μια εισροή και μια εκροή: Εννέα υποκαταστήματα Α, Β, ..., Θ μίας επιχείρησης αξιολογούνται ως προς την αποδοτικότητα τους με το δείκτη των πωλήσεων ανά υπάλληλο. Ως μοναδική εισροή που εκφράζει τους πόρους του υποκαταστήματος θεωρείται ο αριθμός των υπαλλήλων και ως μοναδική εκροή το σύνολο των πωλήσεων (σε χιλιάδες €) τις οποίες το κατάστημα επιτυγχάνει. Στον πίνακα 2.1 εμφανίζεται το σύνολο των δεδομένων των υποκαταστημάτων, τα οποία και αποτελούν τις ΜΛΑ της μεθόδου στο συγκεκριμένο πρόβλημα.

**Πίνακας 2.1:** Αριθμητικό παράδειγμα με μια εισροή και μια εκροή

Υποκαταστήματα	Α	Β	Γ	Δ	Ε	Ζ	Η	Θ	Ι
Αριθμός υπαλλήλων (X)	6	9	9	12	15	15	18	24	12
Υψος πωλήσεων (Y)	30	90	60	90	120	60	90	150	120
Πωλήσεις/υπάλληλο	5,00	10,00	6,67	7,50	8,00	4,00	5,00	6,25	10,00
Σχετική αποδοτικότητα	0,50	1	0,67	0,75	0,80	0,40	0,50	0,63	1

Στην τρίτη γραμμή υπολογίζεται ο λόγος «πωλήσεις ανά υπάλληλο» ο οποίος και αποτελεί την ποσοτική έκφραση της αποδοτικότητας του κάθε υποκαταστήματος, ως ο λόγος εισροή προς εκροή. Σύμφωνα με τον πίνακα, οι μονάδες Β και Ι είναι οι πλέον αποδοτικές, ενώ η μονάδα Ζ εμφανίζεται ως η λιγότερο αποδοτική. Αν παρασταθούν γραφικά τα δεδομένα του ανωτέρω παραδείγματος προκύπτει το ακόλουθο σχήμα 2.4.

**Σχήμα 2.4:** Γραφική παράσταση του ορίου αποδοτικότητας



<sup>29</sup> Σμυρλής Ι, «Η Περιβάλλουσα Ανάλυση με μη ακριβή δεδομένα: νέα μεθοδολογική προσέγγιση και νέα πεδία εφαρμογών», Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πειραιά, Τμήμα στατιστικής και ασφαλιστικής επιστήμης, σελ. 14-15, 2003

Αν ενώσουμε την αρχή των αξόνων με κάθε υποκατάστημα, δηλαδή με καθένα από τα σημεία  $A, \dots, \Theta$ , τότε προκύπτουν ισάριθμες ευθείες, η κλίση καθεμιάς από τις οποίες αναπαριστά το λόγο «πωλήσεις / αριθμό υπαλλήλων», δίνει δηλαδή την αποδοτικότητα της μονάδας. Είναι προφανές ότι όσο μεγαλώνει η κλίση, μεγαλώνει ανάλογα και η αποδοτικότητα του σημείου. Όπως φαίνεται και από το σχήμα, τα υποκαταστήματα Β και Ι παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη κλίση, δηλαδή έχουν τη μεγαλύτερη αποδοτικότητα, όπως άλλωστε καταδεικνύει και ο πίνακας 1.1. Τα σημεία των οποίων η κλίση της ευθείας ισούται με τη μονάδα, δηλαδή έχουν αποδοτικότητα ίση με ένα, ονομάζονται **αποδοτικά**, η δε ευθεία ονομάζεται **όριο αποδοτικότητας** (efficient frontier) και περιβάλλει (envelops) τα σημεία που αντιστοιχούν στις υπόλοιπες μονάδες με την έννοια ότι αυτά βρίσκονται δεξιά και κάτω αυτής. Η ιδιότητα αυτή του ορίου αποδοτικότητας να περιβάλλει το σύνολο των μονάδων (όπως αυτά αναπαριστώνται από σημεία), έδωσε στη μέθοδο το όνομα της. Ο χώρος των σημείων που περιβάλλεται από το όριο αποδοτικότητας ονομάζεται **σύνολο παραγωγικών δυνατοτήτων** (production possibility set).

Η βασική ιδέα επομένως πάνω στην οποία θεμελιώνεται η ΠΑΔ είναι η δημιουργία μιας «περιβάλλουσας επιφάνειας» από τις παρατηρούμενες μονάδες απόφασης. Η δημιουργία της επιφάνειας αυτής στηρίζεται στην αρχή της ελάχιστης προέκτασης (minimal extrapolation principle), δηλαδή είναι το μικρότερο κυρτό σύνολο που περιλαμβάνει όλες τις γνωστές μονάδες απόφασης. Επιπλέον, στηρίζεται στις ακόλουθες υποθέσεις<sup>30,31</sup>:

- α. Η γραμμική παρεμβολή μεταξύ των επιπέδων εισροών-εκροών μονάδων παραγωγής, δίνει τα επίπεδα εισροών – εκροών άλλων μονάδων παραγωγής,
- β. Μιας παραγωγική διαδικασία μπορεί να εκτελείται με μη αποδοτικό τρόπο,
- γ. Η παραγωγή των εκροών είναι εφικτή μόνο εφόσον χρησιμοποιηθούν εκροές (δηλαδή δεν είναι δυνατό να παραχθούν εκροές εκ του μηδενός).
- δ. Οι τιμές των εισροών και των εκροών είναι μη αρνητικές.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το όριο αποδοτικότητας (ευθεία γραμμή) του σχήματος 1.4, στηρίζεται στην υπόθεση της **κλίμακας σταθερών αποδόσεων** (constant returns to scale –CRS). Η υπόθεση αυτή, θεωρεί ότι η μεταβολή της εισροής και της εκροής είναι ευθέως ανάλογη, δηλαδή για κάθε μεταβολή της εισροής  $x$  κατά ένα παράγοντα  $\lambda$ , η εκροή  $y$  μεταβάλλεται κατά το ίδιο παράγοντα ( $\lambda$ ), ούτως ώστε η κλίση της ευθείας να διατηρείται σταθερή. Η υπόθεση αυτή<sup>32</sup> σημαίνει ότι το μέγεθος της παραγωγής μιας ΜΑΑ δεν επηρεάζει την παραγωγικότητα, δηλαδή αγνοεί τις οικονομίες κλίμακας. Στην περίπτωση που η παραπάνω υπόθεση δεν ισχύει, ισχύει η

---

<sup>30</sup> Thanassoulis Emmanuel, «Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software», pp 64, Kluwer Academic Publishers, 2001

<sup>31</sup> Δεσπότης Δ.Κ., «Αποτίμηση αποδοτικότητας συστημάτων: Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων», βλ. dsrlab.cs.unipi.gr

<sup>32</sup> Thanassoulis Emmanuel, «Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software», pp 39-40, Kluwer Academic Publishers, 2001

**κλίμακα μεταβλητών αποδόσεων** (variable returns to scale -VRS), κατά την οποία το όριο αποδοτικότητας αντιστοιχεί όχι σε ευθεία, αλλά στην κυρτή τεθλασμένη ΑΒΙΘ. Δηλαδή στην περίπτωση αυτή εμφανίζονται ως αποδοτικές όχι μόνο οι μονάδες Β και Ι, αλλά και οι μονάδες Α και Θ.

Εξετάζοντας την κυρτή τεθλασμένη ΑΒΙΘ προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

α. Στο τμήμα ΑΒ, η κλίση της ευθείας είναι μεγαλύτερη της μονάδας. Επομένως μια αύξηση της εισροής κατά ένα ποσό, προκαλεί μεγαλύτερης κλίμακας αύξηση της εκροής. Η περίπτωση αυτή αντιστοιχεί σε **κλίμακα αυξανόμενων επιδόσεων** (IRS).

β. Στο τμήμα ΙΘ, η κλίση της ευθείας είναι μικρότερη της μονάδας. Επομένως μια αύξηση της εισροής κατά ένα ποσό, προκαλεί μικρότερης κλίμακας αύξηση της εκροής. Η περίπτωση αυτή αντιστοιχεί σε **κλίμακα μειούμενων επιδόσεων** (DRS).

Το όριο αποδοτικότητας αποτελεί σημείο αναφοράς για τις μη αποδοτικές μονάδες καθώς η απόσταση μιας τέτοιας μονάδας από αυτό δείχνει τα περιθώρια βελτίωσης που έχει προκειμένου να καταστεί αποδοτική. Η βελτίωση της αποδοτικότητας της μονάδας μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο ισοδύναμους τρόπους:

α. **Με προσανατολισμό εισροών** (input orientation), μειώνοντας δηλαδή τις εισροές της μονάδας διατηρώντας παράλληλα σταθερές τις εκροές,

β. **Με προσανατολισμό εκροών** (output orientation), αυξάνοντας δηλαδή τις εκροές διατηρώντας παράλληλα σταθερές τις εισροές.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η αποδοτικότητα κάθε μη αποδοτικής μονάδας είναι διαφορετική αν υπολογίζεται με προσανατολισμό εισροών από ότι με προσανατολισμό εκροών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε μη αποδοτική μονάδα προβάλλεται σε τμήμα του ορίου αποδοτικότητας με διαφορετική εν γένει κλίση.

## 2.4.2 ΠΑΔ και Γραμμικός Προγραμματισμός

### 2.4.2.1 Η χρήση του γραμμικού προγραμματισμού

Η μέτρηση της τεχνικής αποδοτικότητας μιας ΜΛΑ μπορεί να γίνει κάνοντας χρήση των μεθόδων του γραμμικού προγραμματισμού αντί της γραφικής επίλυσης. Η χρησιμοποίηση του γραμμικού προγραμματισμού μάλιστα<sup>33</sup>, είναι απαραίτητη στη γενική περίπτωση αποτίμησης της αποδοτικότητας με την ΠΑΔ καθώς η γραφική επίλυση μπορεί να εφαρμοσθεί μόνο στις περιπτώσεις εκείνες που οι μονάδες απόφασης λειτουργούν με το πολύ τρεις συνολικά εισροές και

---

<sup>33</sup> Thanassoulis Emmanuel, «Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software», pp 39-40, Kluwer Academic Publishers, 2001

εκροές. Επειδή ο γραμμικός προγραμματισμός δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσας εργασίας, θα γίνει μια πολύ μικρή αναφορά σε αυτόν με σκοπό την καλύτερη κατανόηση της σχέσης ανάμεσα σε αυτόν και την ΠΑΔ.

#### **2.4.2.2 Γραμμικός Προγραμματισμός – Δυϊκό πρόβλημα**

Ο γραμμικός προγραμματισμός αποτελεί μια μέθοδο του μαθηματικού προγραμματισμού που αναζητά την άριστη μεταξύ ενός μεγάλου αριθμού δυνατών επιλογών –λύσεων, καθεμία από τις οποίες αναφέρεται σε εναλλακτικές δραστηριότητες δράσης. Ο γραμμικός προγραμματισμός ξεκινά με την κατασκευή του μαθηματικού μοντέλου, δηλαδή των **αντικειμενικών συναρτήσεων** (objective functions), οι οποίες αντικατοπτρίζουν το πρόβλημα και των οποίων και επιδιώκεται η αριστοποίηση (μεγιστοποίηση ή ελαχιστοποίηση). Τα προβλήματα του γραμμικού προγραμματισμού επιλύονται με διάφορες μεθόδους, κυρίως όμως με τη μέθοδο simplex.

Σύμφωνα με την αρχή της δυϊκότητας<sup>34</sup>, κάθε πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού συνδέεται με ένα άλλο πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού, το οποίο ονομάζεται δυϊκό (dual). Το δυϊκό πρόβλημα προκύπτει με απλούς μετασχηματισμούς και αποτελεί εναλλακτική λύση του ίδιου προβλήματος (δίνει τα ίδια αποτελέσματα). Δηλαδή, η άριστη λύση του δυϊκού προβλήματος συνδέεται με την άριστη λύση του αρχικού προβλήματος, το οποίο ονομάζεται πρωτεύον, και κατά συνέπεια η δυϊκή θεωρία διευκολύνει την επίλυση του πρωτεύοντος προβλήματος.

Σε ένα πρόβλημα μεγιστοποίησης η δυϊκή τιμή εκφράζει την οριακή αξία μιας επιπλέον μονάδας μιας εισροής, δηλαδή υποδεικνύει πόσο θα βελτιωθεί το κέρδος, ή εναλλακτικά η αποδοτικότητα, εάν αυξηθεί η ποσότητα της εισροής κατά μια μονάδα. Συμπεραίνεται λοιπόν ότι οι σχέσεις ανάμεσα στο δυϊκό πρόβλημα και στο πρωτεύον διευκολύνουν την ανάλυση των επιπτώσεων που έχουν οι αρχικές μεταβολές των παραμέτρων του πρωτεύοντος προβλήματος πάνω στην άριστη λύση που έχει βρεθεί. Ένας άλλος λόγος που καθιστά πολύτιμο το δυϊκό μοντέλο, είναι ότι επιτρέπει την μετάπτωση του προβλήματος από πρόβλημα παραγωγής σε πρόβλημα αποτίμησης της αποδοτικότητας και αντίστροφα.

#### **2.4.2.3 Σύνδεση μεταξύ ΠΑΔ και γραμμικού προγραμματισμού**

Η μέθοδος του γραμμικού προγραμματισμού αναπτύχθηκε ως μια αναλυτική μέθοδος για τη λήψη αποφάσεων πολύ πριν τη δημιουργία της ΠΑΔ. Είναι μια μέθοδος επίλυσης προβλημάτων στα οποία διατίθενται διάφορα περιορισμένα μέσα ή πόροι σε διάφορες εναλλακτικές ή

---

<sup>34</sup> Πολύζος Σεραφεΐμ, «Διοίκηση και διαχείριση των έργων: Μέθοδοι και τεχνικές», τόμος II, σελ. 141-160, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος 2004



ανταγωνιστικές δραστηριότητες (παραγωγή προϊόντων, παροχή υπηρεσιών κλπ) για την επίτευξη ενός σκοπού, και ζητείται ο καθορισμός του τρόπου χρησιμοποίησης των μέσων ώστε να αριστοποιείται (μεγιστοποιείται ή ελαχιστοποιείται) μια ή περισσότερες συναρτήσεις επιλογής ή στόχου<sup>35</sup>. Το σημείο σύγκλισης των δυο μεθόδων<sup>36</sup> έγκειται στο γεγονός ότι ο γραμμικός προγραμματισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για να εκφράσει με μαθηματικές μορφές, δηλαδή να μαθηματικοποιήσει, τις σχετικές με τη μέτρηση της αποδοτικότητας έννοιες, όπως είναι ο μαθηματικός προσδιορισμός του συνόλου παραγωγικών δυνατοτήτων, ο προσδιορισμός και η ταυτοποίηση των αποδοτικών κατά Pareto μονάδων απόφασης και ο υπολογισμός της σχετικής αποδοτικότητας των ΜΛΑ.

Ειδικότερα η ΠΑΔ, υιοθετεί μερικές υποθέσεις σχετικές με τις εισροές, τις εκροές καθώς και το μετασχηματισμό των πρώτων στις δεύτερες. Από τις υποθέσεις αυτές απορρέουν μια σειρά από ανισώσεις που αποτελούν τους περιορισμούς του μαθηματικού μοντέλου του γραμμικού προγραμματισμού, με αποτέλεσμα το αρχικό πρόβλημα να εκφράζεται με τη μορφή προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού.

### 2.4.3 Θεωρητική θεμελίωση της Περιβάλλουσας Ανάλυσης

Προκειμένου να γίνει κατανοητή η θεωρητική θεμελίωση της ΠΑΔ, θα αναλύσουμε την εφαρμογή του μοντέλου γραμμικού προγραμματισμού της μεθόδου υπό τη συνθήκη κλίμακας σταθερών αποδόσεων.

Σύμφωνα με τα όσα έχουν αναφερθεί προηγουμένως, η σχετική αποδοτικότητα μιας μονάδας απόφασης  $j_0$  (όπου  $j_0 \in \{1, 2, \dots, n\}$ ), που καταναλώνει  $m$  εισροές  $X^j = \{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj}\} \in R^m_+$  και παράγει  $s$  εκροές  $Y^j = \{y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj}\} \in R^s_+$ , ορίζεται από το λόγο του σταθμισμένου άθροισματος των εκροών της προς το σταθμισμένο άθροισμα των εισροών της, δηλαδή από τη σχέση:

$$h_{j_0} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}} \quad (4)$$

όπου  $x_{ij}$  και  $y_{ij}$  είναι οι τιμές των εισροών και των εκροών αντίστοιχα της αποτιμώμενης μονάδας απόφασης  $j_0$  που έχουν γνωστή τιμή. Τα  $u_r$  και  $v_i$  είναι οι συντελεστές βαρύτητας καθεμιάς από τις εισροές και εκροές, ονομάζονται **εικονικά βάρη** και αποτελούν άγνωστες προς υπολογισμό

---

<sup>35</sup> Πολύζος Σεραφεΐμ, «Διοίκηση και διαχείριση των έργων: Μέθοδοι και τεχνικές», τόμος II, pp. 19, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος 2004

<sup>36</sup> Thanassoulis Emmanuel, «Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software», pp 39-40, Kluwer Academic Publishers, 2001

παραμέτρους. Ο υπολογισμός της αποδοτικότητας<sup>37,38</sup> για κάθε μονάδα απόφασης  $j_0$  προκύπτει από τη λύση του παρακάτω μοντέλου βελτιστοποίησης:

$$\max h_{j_0} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}}$$

υπό τους περιορισμούς:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}} \leq 1, j = 1, \dots, n \text{ και } u_r, v_i \geq \varepsilon \quad \forall r, i$$

Η ποσότητα  $\varepsilon > 0$  στον τελευταίο περιορισμό είναι μια σταθερά που λαμβάνει μια πολύ μικρή θετική τιμή (συνήθως  $10^{-6}$ ) και χρησιμοποιείται επειδή εξασφαλίζει ότι κανένα βάρος δε θα μηδενισθεί, αφού σε μια τέτοια περίπτωση θα σήμαινε ότι κάποια εισροή ή εκροή δε θα λαμβάνονταν καθόλου υπόψη στη διαμόρφωση της αποδοτικότητας.

Η επίλυση του μοντέλου υπολογίζει τα βάρη  $u_r$  και  $v_i$  έτσι ώστε να μεγιστοποιείται η τιμή της αποδοτικότητας της κρινόμενης μονάδας, δηλαδή κατά τρόπο που να μεγιστοποιείται η σχετική αποδοτικότητα της κρινόμενης μονάδας έναντι των υπολοίπων. Το μοντέλο αυτό, επιλυμένο  $n$  φορές, μια για κάθε μονάδα ξεχωριστά, υπολογίζει τις τιμές της αποδοτικότητας της υπό εκτίμηση μονάδας. Οι μονάδες που επιτυγχάνουν με μια τουλάχιστο βέλτιστη λύση, τιμή αποδοτικότητας ίση με τη μονάδα ονομάζονται **αποδοτικές** ενώ οι υπόλοιπες **μη αποδοτικές**.

Επισημαίνεται ότι οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας για τις οποίες η αποδοτικότητα της κρινόμενης μονάδας λαμβάνει τη μέγιστη τιμή της είναι συνήθως διαφορετικές για κάθε μονάδα.

Το ανωτέρω μοντέλο υπολογισμού της αποδοτικότητας είναι κλασματικής μορφής, και επομένως μη γραμμικό πρόβλημα. Με τη βοήθεια του αντιστρέψιμου μετασχηματισμού<sup>39</sup> (ορισμός του παρονομαστή της αντικειμενικής συνάρτησης ίσου με 1 και μεταφορά του στους περιορισμούς) μετατρέπεται στην ισοδύναμη γραμμική του μορφή:

$$\max h_{j_0} = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}$$

υπό τους περιορισμούς:

<sup>37</sup> Η. Κ. Μαραγκός, «Η ΠΑΔ ως μέσο πραγματοποίησης της εξωτερικής αξιολόγησης των σχολικών μονάδων: μεθοδολογική προσέγγιση», Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πειραιά, Τμήμα Πληροφορικής, σελ. 38-44, Πειραιάς 2006

<sup>38</sup> Σμυρλής Ι, «Η Περιβάλλουσα Ανάλυση με μη ακριβή δεδομένα: νέα μεθοδολογική προσέγγιση και νέα πεδία εφαρμογών», Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πειραιά, Τμήμα στατιστικής και ασφαλιστικής επιστήμης, σελ. 18-23, 2003

<sup>39</sup> Cooper W.W., L.M. Seiford, K. Tone, «Data Envelopment Analysis, a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software», Kluwer Academic Publishers, 1999

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \quad j=1, \dots, \eta$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \quad \forall r, i$$

Η μορφή αυτή του μοντέλου ονομάζεται αμυντική μορφή διότι οι υπόλοιπες μονάδες, μέσω των τιμών των συντελεστών  $u, v$  υπερασπίζονται την αποδοτικότητα τους.

Το ζητούμενο πλέον στο γραμμικό πρόβλημα είναι η μεγιστοποίηση των εκροών  $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}$  με την προϋπόθεση ότι οι εισροές διατηρούνται σταθερές (ίσες με τη μονάδα όπως φαίνεται και στους περιορισμούς), αντί της μεγιστοποίησης του λόγου «εκροές προς εισροές». Ως δεδομένα για την επίλυση του προβλήματος αυτού είναι οι τιμές των  $x_{ij}, y_{ij}$  που είναι γνωστοί πραγματικοί αριθμοί και εκφράζουν τις επιδόσεις των μονάδων στις εισροές – εκροές ενώ άγνωστοι είναι τα βάρη  $u_r$  και  $v_i$ , όπως δηλαδή και στο μη γραμμικό μοντέλο.

Προκειμένου να λυθεί το πρόβλημα του γραμμικού προγραμματισμού, κατασκευάζεται το δυϊκό του πρόβλημα. Η κατασκευή του δυϊκού προβλήματος γίνεται από το πρωτεύον, το οποίο όμως έχει λάβει την κανονική του μορφή<sup>40</sup> με τους εξής κανόνες:

α. Σε κάθε περιορισμό του πρωτεύοντος προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού, αντιστοιχεί μια δυϊκή μεταβλητή,

β. Σε κάθε μεταβλητή του πρωτεύοντος προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού, αντιστοιχεί ένας δυϊκός περιορισμός. Δηλαδή στην προκειμένη περίπτωση, οι αντιστοιχίες μεταξύ του κύριου και του δυϊκού προβλήματος θα είναι αυτές που φαίνονται στον πίνακα 2.2

**Πίνακας 2.2:** Αντιστοιχίες μεταξύ κύριου και δυϊκού προβλήματος

Περιορισμός	Κύρια μεταβλητή	Κύρια μεταβλητή	Περιορισμός
$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} = 1$	$\theta$	$v \geq 0$	$\theta X^{j_0} - \lambda X^j \geq 0$
$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0,$	$\lambda \in \mathbb{R}^n_+$	$u \geq 0$	$Y^{j_0} - \lambda Y^j \leq 0$

Το δυϊκό πρόβλημα που προκύπτει με τον παραπάνω μετασχηματισμό είναι:

Min  $W = \theta$ , υπό τους περιορισμούς:

$$\theta X^{j_0} - \lambda X^j \geq 0$$

$$Y^{j_0} - \lambda Y^j \leq 0$$

<sup>40</sup> Πολύζος Σεραφεΐμ, «Διοίκηση και διαχείριση των έργων: Μέθοδοι και τεχνικές», τόμος II, σελ. 114-159, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος 2004

$\lambda \in \mathbb{R}^n_+, j=1, \dots, n$

Από την επίλυση των ανωτέρω προβλημάτων η ΠΑΔ υπολογίζει τις τιμές της σχετικής αποδοτικότητας της κάθε μονάδας καθώς και την περιβάλλουσα επιφάνεια των ΜΛΑ του υπό εξέταση οργανισμού.

#### **2.4.4 Ανάλυση αποτελεσμάτων**

Το πρώτο που παρατηρεί κανείς αναλύοντας τα αποτελέσματα της μεθόδου, είναι ότι η ΠΑΔ χωρίζει τις Μονάδες απόφασης σε δύο βασικές κατηγορίες:

- α. Στις αποδοτικές και
- β. Στις μη αποδοτικές.

Επί του διαχωρισμού αυτού<sup>41</sup> μπορούν να γίνουν οι ακόλουθες διαπιστώσεις:

(1) Ο χαρακτηρισμός μιας μονάδας παραγωγής ως μη αποδοτικής δε μπορεί να αμφισβητηθεί καθώς η σχετική αποδοτικότητα της υπολογίζεται πάντα υπό τους ευνοϊκότερους για αυτήν όρους. Για τον ίδιο ακριβώς λόγο όμως ο χαρακτηρισμός μιας μονάδας ως αποδοτικής είναι αμφισβητήσιμος. Το γεγονός αυτό απορρέει από το ότι υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί συνδυασμοί τιμών των εικονικών βαρών ( $u_r$  και  $v_j$ ) υπό τους οποίους η αποδοτική μονάδα (κατά την έννοια της περιβάλλουσας ανάλυσης) φαίνεται μη αποδοτική. Για το λόγο αυτό στις περιπτώσεις όπου το πλήθος των αποδοτικών μονάδων μετά την εφαρμογή της ΠΑΔ είναι μεγάλο, κρίνεται απαραίτητο να αναζητηθούν πρόσθετα στοιχεία για τη συμπεριφορά των αποδοτικών μονάδων. Για την ανάλυση αυτή εφαρμόζεται συνήθως η τεχνική της διασταύρωσης των αποδοτικοτήτων.

(2) Η διαχωριστική ικανότητα της ΠΑΔ (δηλαδή η δυνατότητα να διακρίνει τις πραγματικά αποδοτικές μονάδες) περιορίζεται όταν ο αριθμός των μονάδων είναι μικρός σχετικά με τον αριθμό εισροών και εκροών. Η αδυναμία αυτή οφείλεται στους βαθμούς ελευθερίας του γραμμικού προβλήματος και έχει ως αποτέλεσμα να αποτιμώνται περισσότερες μονάδες από τις πραγματικές ως αποδοτικές. Προκειμένου να εξασφαλίζεται υψηλή διαχωριστική ικανότητα κατά την εφαρμογή της ΠΑΔ, θα πρέπει να ισχύει  $n \geq \max\{m, 3(m+s)\}$ , όπου  $n$  ο αριθμός των μονάδων παραγωγής,  $m$  το πλήθος των εισροών και  $s$  το πλήθος των εκροών.

#### **2.5 Βασικά μοντέλα της Περιβάλλουσας Ανάλυσης**

Από τη στιγμή που εισήχθη και χρησιμοποιήθηκε αρχικά η ΠΑΔ, το έτος 1978, έχουν αναπτυχθεί από διάφορους ερευνητές τα εξής μοντέλα<sup>42</sup>:

---

<sup>41</sup> Δεσπότης Δ.Κ, «Αποτίμηση αποδοτικότητας συστημάτων: Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων», βλ. [dsslab.cs.unipi.gr](http://dsslab.cs.unipi.gr)

- α. Το μοντέλο των Charnes, Cooper and Rhodes (μοντέλο CCR)
- β. Το μοντέλο των Banker, Cooper and Charnes (μοντέλο BCC,)
- γ. Το αθροιστικό μοντέλο (additive model)
- δ. Το πολλαπλασιαστικό μοντέλο (Multiplicative model)
- ε. Τα υπερβολικά μοντέλα (Hyperbolic model)
- στ. Τα μη αναλογικά μοντέλα (non- radial models)

Τα βασικά χαρακτηριστικά των μοντέλων είναι:

- α. Οι αποδόσεις κλίμακας (σταθερές, αυξανόμενες ή μειούμενες)
- β. Η μορφή του ορίου αποτελεσματικότητας (γραμμική, λογαριθμική κλπ.)
- γ. Ο προσανατολισμός του (μείωση των εισροών (input orientated) ή αύξηση των εκροών (output orientated))
- δ. Ο τρόπος εφαρμογής της μεταβολής στις εισροές στις εκροές προκειμένου να επιτευχθεί η προσδοκώμενη αύξηση της αποδοτικότητας. Ειδικότερα, έχουν αναπτυχθεί οι εξής τρεις τρόποι:

(1) Η μεταβολή με βάση το αναλογικό κριτήριο (radial type) όπου όλες οι εισροές ή όλες οι εκροές (ανάλογα με τον προσανατολισμό) πολλαπλασιάζονται με τον ίδιο παράγοντα  $\lambda$ , οπότε η προσέγγιση προς το όριο της αποδοτικότητας γίνεται με την ίδια ποσοστιαία μείωση των εισροών ή αύξηση των εκροών.

(2) Η μεταβολή με βάση το μη αναλογικό κριτήριο (nonradial type) όπου η καθεμία εισροή ή εκροή (ανάλογα με τον προσανατολισμό) πολλαπλασιάζεται με διαφορετικό συντελεστή  $\lambda$ , οπότε η προσέγγιση προς το όριο της αποδοτικότητας γίνεται αθροίζοντας τις, κατά διαφορετικό ποσοστό, μειώσεις των εισροών ή αντίστοιχα αθροίζοντας τις κατά διαφορετική κλίμακα, αυξήσεις των εκροών.

(3) Η μεταβολή με βάση το υπερβολικό κριτήριο (hyperbolic type) όπου η προσέγγιση προς το όριο της αποδοτικότητας γίνεται με ταυτόχρονη μεταβολή τόσο των εισροών όσο και των εκροών κατά το ίδιο ποσοστό (δηλαδή αναλογική μείωση των εισροών και αναλογική αύξηση των εκροών).

Η διαφοροποίηση στα χαρακτηριστικά των μοντέλων, είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς, όπως θα δειχθεί και στη συνέχεια, διευρύνει τα όρια εφαρμογής της ΠΑΔ και βελτιώνει την αποτελεσματικότητα της μεθόδου. Στη συνέχεια γίνεται μια σύντομη περιγραφή των σημαντικότερων από αυτά, με έμφαση στις προϋποθέσεις εφαρμογής και στα αποτελέσματά τους. Στην ανάλυση των μοντέλων που ακολουθεί, θεωρούμε ότι διαθέτουμε  $n$  ΜΛΑ και ότι καθεμία από αυτές καταναλώνει  $m$  εισροές,  $X^j = \{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj}\} \in \mathbf{R}^m_+$  και παράγει  $s$  εκροές  $Y^j = \{y_{1j}, y_{2j},$

---

<sup>42</sup> βλ. ιστοσελίδα [www.deazone.com](http://www.deazone.com)

$\dots, y_{sj}\} \in \mathbb{R}^s_+$ , όπου  $\chi_{ij} > 0$  και  $y_{ij} > 0$ . Ο πίνακας των εκροών συμβολίζεται με  $Y$  και έχει διάσταση  $s \times n$ , ενώ ο πίνακας των εισροών συμβολίζεται με  $X$  και έχει διάσταση  $m \times n$ .

### **2.5.1 Το Αθροιστικό μοντέλο (Additive model)**<sup>43,44</sup>

Το Αθροιστικό Μοντέλο (Additive Model) σχεδιάστηκε από τους Charnes, Cooper, Golany, Seiford και Stutz, το 1985 και περιγράφεται από το παρακάτω πρόγραμμα γραμμικού προγραμματισμού:

#### **Πρωτεύον αθροιστικό πρόβλημα (Additive primal, ADD<sub>p</sub>)**

$$\min_{\lambda, s^+, s^-} z_o = -\bar{1}s^+ - \bar{1}s^-$$

Υπό τους περιορισμούς:

$$Y\lambda - s^+ = Y_o$$

$$-X\lambda - s^- = -X_o$$

$$\bar{1}\lambda = 1 \text{ (Περιορισμός κυρτότητας)}$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

όπου  $(X_o, Y_o)$  είναι ένα αποδοτικό σημείο και το  $\bar{1}$  συμβολίζει το διάνυσμα της απόστασης της θέσης του DMU από το  $(X_o, Y_o)$

#### **Δυϊκό αθροιστικό πρόβλημα (Additive Dual, ADD<sub>D</sub>)**

$$\max_{\mu, \nu, u_o} W_o = \mu^T Y_o - \nu^T X_o + u_o$$

Υπό τους περιορισμούς:

$$\mu^T Y_o - \nu^T X_o + u_o \bar{1} \leq 0$$

$$-\mu^T \leq -\bar{1}$$

$$-\nu^T \leq -\bar{1}$$

Όπου  $s^+$  και  $s^-$  οι μεταβλητές απόκλισης (αδρανείς μεταβλητές, slack variables) των εκροών και των εισροών αντίστοιχα. Και τα δύο προβλήματα έχουν πάντα λύση, μιας και το θεώρημα δυαδικότητας του γραμμικού προγραμματισμού εγγυάται ότι  $z_o^* = w_o^*$ , όπου το αστεράκι (\*) συμβολίζει τη βέλτιστη λύση. Η βέλτιστη τιμή για το αθροιστικό μοντέλο,  $z_o^*$  ( $=w_o^*$ ), αποδίδει το βαθμό αποδοτικότητας μετρώντας την απόσταση της θέσης της υπό εκτίμηση ΜΛΑ από το όριο

<sup>43</sup> Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A., Seiford, L., «Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application», Kluwer Academic Publishers, 1994

<sup>44</sup> Cooper W.W., L.M. Seiford, K. Tone, «Data Envelopment Analysis, a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software», Kluwer Academic Publishers, 1999

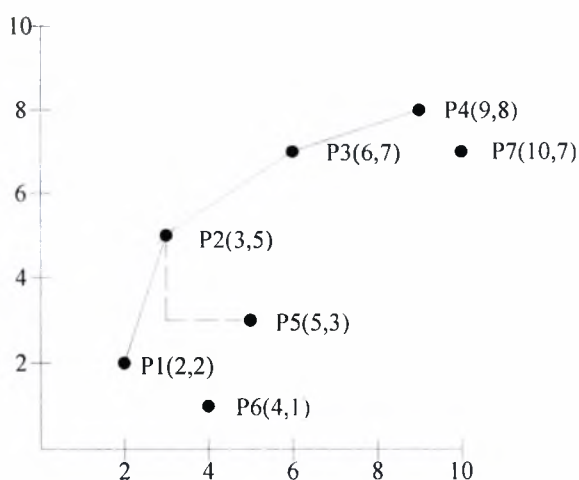
αποδοτικότητα. Έτσι, μια ΜΛΑ είναι αποδοτική μόνο όταν  $z_0^* = w_0^* = 0$ . Αντίθετα, μια ΜΛΑ είναι μη αποδοτική όταν δε βρίσκεται στο σύνορο, όταν δηλαδή μια από τις μεταβλητές απόκλισης  $s^{+*}, s^{-*}$  είναι διάφορη του μηδενός. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται  $n$  φορές, μια για κάθε ΜΛΑ, λύνοντας δηλαδή το μοντέλο με  $(X_0, Y_0) = (X_j, Y_j)$  για  $j=1, \dots, n$ . Με τον τρόπο επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός των ΜΛΑ σε αποδοτικές (όπου  $z_0^* = 0$ ), οι οποίες και συνθέτουν το όριο αποδοτικότητας, και σε μη αποδοτικές (όπου  $z_0^* < 0$ ), και βρίσκονται κάτω από το όριο. Όλα τα παραπάνω φαίνονται και στο ακόλουθο παράδειγμα εφαρμογής του μοντέλου (σχήμα 2.5 και πίνακας 2.3).

Θεωρούμε επτά (7) μονάδες απόφασης, καθεμιά από τις οποίες καταναλώνει μια εισροή (X) και παράγει μια εκροή (Y). Στον πίνακα 1.3. παρουσιάζονται τα αποτελέσματα επίλυσης του μοντέλου, ενώ στο σχήμα απεικονίζονται οι σχετικές αποδοτικότητες των ΜΛΑ και το όριο αποδοτικότητας.

**Πίνακας 2.3:** Εφαρμογή Αθροιστικού μοντέλου

Πρωτεύον αθροιστικό μοντέλο (Additive primal model)				
ΜΛΑ	$Z_j^*$	$s^+$	$s^-$	$\lambda$
1	0	0	0	$\lambda_1=1$
2	0	0	0	$\lambda_2=1$
3	0	0	0	$\lambda_3=1$
4	0	0	0	$\lambda_4=1$
5	-4	2	2	$\lambda_5=1$
6	-5	4	1	$\lambda_6=1$
7	-4	0	4	$\lambda_7=1$

**Σχήμα 2.5:** Αθροιστικό μοντέλο: Περιβάλλουσα επιφάνεια



Όπως φαίνεται και στο σχήμα οι μονάδες M1, M2, M3 και M4 λειτουργούν αποδοτικά και συνθέτουν το όριο αποδοτικότητας, που είναι η κυρτή τεθλασμένη M1M2M3M4, ενώ τα σημεία M5, M6 και M7 βρίσκονται κάτω και δεξιά του ορίου. Κάθε μη αποδοτική μονάδα  $(X_j, Y_j)$  συσχετίζεται με ένα σημείο σύγκρισης  $(\bar{X}_j, \bar{Y}_j)$ , που βρίσκεται πάνω στο όριο αποδοτικότητας και το οποίο μπορεί να εκφρασθεί ως συνδυασμός των ΜΛΑ  $(\bar{X}_j = \sum \lambda^*_\kappa X_\kappa, \bar{Y}_j = \sum \lambda^*_\kappa Y_\kappa)$ , με  $\sum \lambda^*_\kappa = 1, \lambda_\kappa \geq 0, \forall \kappa$ . Οι τιμές των μεταβλητών απόκλισης  $s^{+*}, s^{-*}$  που βρίσκονται από τη λύση του προβλήματος μετράνε την απόσταση L της μη αποδοτικής μονάδας  $(X_j, Y_j)$  από το σημείο σύγκρισης του.

Με άλλα λόγια, το αθροιστικό μοντέλο προσδιορίζει για κάθε μη αποδοτική ΜΛΑ το σημείο σύγκρισης της, δηλαδή το σημείο του συνόρου που μεγιστοποιεί της απόσταση L, επιλέγοντας τον πιο ακραίο συνδυασμό ΜΛΑ με επίπεδα εκροών  $Y\lambda \geq Y_0$  και επίπεδα εισροών  $X\lambda \leq X_0$ . Έτσι για παράδειγμα στο σχήμα 1.5, για τη ΜΛΑ<sub>5</sub> με συντεταγμένες (5, 3), το πιο απομακρυσμένο σημείο (με θετικές αδρανείς συντεταγμένες  $s^{+*}, s^{-*}$ ), είναι η ΜΛΑ<sub>2</sub> με συντεταγμένες (5, 3) και σε απόσταση  $L=4$ , που βρίσκεται από τις μεταβλητές  $s^{+*}=5-3=2, s^{-*}=5-3=2$ .

Συμπερασματικά, η μεθοδολογία του αθροιστικού μοντέλου συνίσταται στον προσδιορισμό του πιο απομακρυσμένου σημείου του ορίου αποδοτικότητας από την υπό εξέταση ΜΛΑ. Είναι λοιπόν προφανές ότι το αθροιστικό μοντέλο μπορεί και συνυπολογίζει ταυτόχρονα τόσο το πλεόνασμα των εισροών όσο και το έλλειμμα (ανεπάρκεια) των εκροών, γεγονός που αποτελεί και το κύριο χαρακτηριστικό αυτού.

### 2.5.2 Το Πολλαπλασιαστικό μοντέλο (Multiplicative model)

Το Πολλαπλασιαστικό μοντέλο αναπτύχθηκε από τους Charnes, Cooper, Seiford και Stutz το 1983 και προκύπτει από την εφαρμογή του Αθροιστικού μοντέλου στους λογαρίθμους των αρχικών δεδομένων. Επομένως ισχύουν όσα ειπώθηκαν για το προηγούμενο μοντέλο αλλά στο μετασχηματισμένο πεδίο  $(\text{Log}(X), \text{Log}(Y))$ . Το μοντέλο περιγράφεται από παρακάτω προβλήματα γραμμικού προγραμματισμού.

#### **Πρωτεύον Πολλαπλασιαστικό πρόβλημα (Multiplicative Primal, Mult<sub>p</sub>)**

$$\min_{\lambda, s^+, s^-} z_o = -\bar{1}s^+ - \bar{1}s^-$$

Υπό τους περιορισμούς:

$$\overrightarrow{\text{Log}(Y)}\lambda \quad s^+ = \overrightarrow{\text{Log}(Y_0)}$$

$$\overrightarrow{\text{Log}(X)}\lambda \quad s^- = \overrightarrow{\text{Log}(X_0)}$$



$$\bar{1}\lambda = 1$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

**Δυϊκό Πολλαπλασιαστικό πρόβλημα (Multiplicative Dual, Mult<sub>D</sub>)**

$$\max_{\mu, \nu} W_0 = \mu^T \overrightarrow{\text{Log}(Y_0)} - \nu^T \overrightarrow{\text{Log}(X_0)} + u_0$$

Υπό τους περιορισμούς:

$$\mu^T \overrightarrow{\text{Log}(Y)} - \nu^T \overrightarrow{\text{Log}(X)} + u_0 \bar{1} \leq 0$$

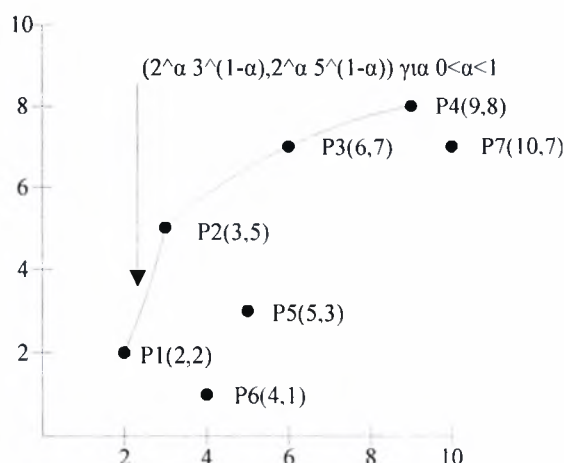
$$-\mu^T \leq -\bar{1}$$

$$-\nu^T \leq -\bar{1}$$

όπου η μεταβλητή  $u_0$  μπορεί να λαμβάνει οποιαδήποτε τιμή.

Στο σχήμα 2.6 απεικονίζεται το προηγούμενο παράδειγμα με τις επτά μονάδες απόφασης, μετά τη λογαρίθμιση των δεδομένων. Όπως φαίνεται και από το σχήμα, το όριο αποδοτικότητας δεν είναι ευθεία όπως στο αθροιστικό μοντέλο. Το γεγονός αυτό είναι αναμενόμενο καθώς η απεικόνιση των τιμών γίνεται στο πραγματικό επίπεδο και όχι στο λογαριθμικό. Έτσι για παράδειγμα το τμήμα του συνόρου που ενώνει τις  $MLA_1$  και  $MLA_2$  και που στο μετασχηματισμένο πεδίο ικανοποιεί την εξίσωση  $a(\text{Log}(2), \text{Log}(2)) + (1-a)(\text{Log}(3), \text{Log}(5))$ ,  $0 \leq a \leq 1$ , απεικονίζεται στο πραγματικό πεδίο με την εξίσωση  $(2^a 3^{1-a}, 2^a 5^{1-a})$ ,  $0 \leq a \leq 1$ . Σε αντίθεση με την γραμμικής μορφής περιβάλλουσα επιφάνεια που απαρτίζεται από συνεχόμενα ευθύγραμμα τμήματα και που πραγματοποιείται από την πλειονότητα των μοντέλων της DEA, στα πολλαπλασιαστικά μοντέλα το όριο αποδοτικότητας αποτελείται από συνεχόμενα τμήματα λογαριθμικής μορφής.

**Σχήμα 2.6:** Πολλαπλασιαστικό μοντέλο: Περιβάλλουσα επιφάνεια



Εκτός από την παραπάνω μορφή, το πολλαπλασιαστικό μοντέλο παρουσιάζει μια ακόμη παραλλαγή στην οποία δεν υπάρχουν ο περιορισμός της κυρτότητας, στο πρωτεύον μοντέλο, και η σχετική δυϊκή μεταβλητή  $u_0$  στο δυϊκό. Η συνέπεια αυτής της τροποποίησης είναι περισσότερο εμφανής στο δυϊκό μοντέλο. Η απουσία της  $u_0$  ( $u_0 \equiv 0$ ) ωθεί τα υποστηρικτικά υπερεπίπεδα (στο μετασχηματισμένο διάστημα) να διέρχονται από την αρχή των συντεταγμένων, με αποτέλεσμα ο αριθμός των αποδοτικών ΜΛΑ να μειώνονται. Μάλιστα, επειδή τα υπερεπίπεδα αυτά πρέπει να διέρχονται από την αρχή των συντεταγμένων, το μοντέλο περιορίζεται σε τμηματικές σταθερές αποδόσεις κλίμακας στο μετασχηματισμένο διάστημα των δεδομένων.

### **2.5.3 Το μοντέλο BCC (Banker, Charnes and Cooper)**

Στα προηγούμενα μοντέλα, αποδείχθηκε ότι μια μη αποδοτική ΜΛΑ μπορεί να γίνει αποδοτική μέσω της προβολής της προς συγκεκριμένο σημείο του ορίου της αποδοτικότητας. Το σημείο  $(X_0, Y_0)$  που επιλέγεται πάνω στο όριο αποδοτικότητας, ως σημείο σύγκρισης, καθορίζεται από το είδος του μοντέλου της ΠΑΔ που χρησιμοποιείται κάθε φορά. Εκτός όμως από το είδος του μοντέλου, η προβολή του σημείου μπορεί να εξαρτάται και από τον προσανατολισμό του μοντέλου. Στο μοντέλο BCC ο μελετητής επιλέγει τον προσανατολισμό που θα έχει το μοντέλο (μείωση εισροών ή αύξηση εκροών) και με την ανάλογη μεθοδολογία εξάγει τα ζητούμενα αποτελέσματα. Για παράδειγμα, στο μοντέλο που επιλέγεται η βελτιστοποίηση των εκροών, η ΜΛΑ βελτιστοποιείται μέσω αύξησης των εκροών ενώ στην περίπτωση που επιλέγονται οι εισροές, η ΜΛΑ βελτιστοποιείται μέσω μείωσης των εισροών.

#### **2.5.3.1 Το μοντέλο BCC με έμφαση στη μείωση των εισροών**<sup>45,46,47</sup>

Το Μοντέλο BCC αυτό εκφράζεται από τον παρακάτω λόγο:

$$\max_{u, v, \tilde{u}_0} \frac{uY_0 + \tilde{u}_0}{vX_0}$$

Υπό τους περιορισμούς

$$\frac{uY_j + \tilde{u}_0}{vX_j} \leq 1, j=1, \dots, n$$

$$u \geq 0, v \geq 0$$

---

<sup>45</sup> Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A., Seiford, L, «Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application», Kluwer Academic Publishers, 1994

<sup>46</sup> Cooper W.W., L.M. Seiford, K. Tone, «Data Envelopment Analysis, a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software», Kluwer Academic Publishers, 1999

<sup>47</sup> Thanassoulis Emmanuel, «Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software», Kluwer Academic Publishers, 2001

και η μεταβλητή  $u_0$  χωρίς περιορισμούς.

Ο παραπάνω λόγος, όπως έχει αναφερθεί και στην παρ. 2.4.3, μετατρέπει τις πολλαπλές εκροές-εισροές μιας ΜΛΑ σε μια «εικονική» εισροή και μια «εικονική» εκροή. Το μοντέλο αυτό αποδίδεται από τα παρακάτω προβλήματα γραμμικού προγραμματισμού:

### Πρωτεύον BCC (Input-Oriented BCC Primal, BCC<sub>p</sub>-I)

$$\min_{\theta, \lambda, s^+, s^-} Z_0 = \theta - \varepsilon \bar{1} s^+ - \varepsilon \bar{1} s^-$$

Υπό τους περιορισμούς:

$$Y\lambda - s^+ = Y_0$$

$$\theta X_0 - X\lambda - s^- = 0$$

$$\bar{1}\lambda = 1$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

### Δυϊκό BCC (Input-Oriented BCC Dual, BCC<sub>D</sub>-I)

$$\max_{\mu, v} W_0 = \mu^T Y_0 + u_0$$

Υπό τους περιορισμούς:

$$v^T X_0 = 1$$

$$\mu^T Y - v^T X + u_0 \bar{1} \leq 0$$

$$-\mu^T \leq -\varepsilon \bar{1}$$

$$-v^T \leq -\varepsilon \bar{1}$$

με το  $u_0$  χωρίς περιορισμό στο πρόσημο.

Στο μοντέλο BCC εμφανίζονται δυο καινούρια στοιχεία, η μεταβλητή  $\theta$  και η σταθερά  $\varepsilon$ : Η μεταβλητή  $\theta$  εμφανίζεται στο πρωτεύον μοντέλο ενώ η σταθερά  $\varepsilon$ , μία απειροελάχιστη σταθερά, εμφανίζεται τόσο στη βασική ισότητα του πρωτεύοντος μοντέλου όσο και στους περιορισμούς του δευτερεύοντος. Η (αριθμητική) μεταβλητή  $\theta$  εκφράζει την προτεινόμενη μείωση που εφαρμόζεται σε όλες τις εισροές της ΜΛΑ (της αποτιμώμενης κάθε φορά μονάδα απόφασης) προκειμένου να βελτιωθεί η αποδοτικότητα της. Γραφικά, η ταυτόχρονη μείωση όλων των εισροών προκαλεί τη μετακίνηση της ΜΛΑ προς το όριο αποδοτικότητας. Η παρουσία της σταθεράς  $\varepsilon$  στη βασική σχέση του πρωτεύοντος μοντέλου είναι απαραίτητη προκειμένου να εξασφαλίσει την ελαχιστοποίηση του  $\theta$  πριν της βελτιστοποίησης μέσω των μεταβλητών απόκλισης. Δηλαδή, η βελτιστοποίηση υπολογίζεται σε δύο στάδια:

α. Στο πρώτο στάδιο υπολογίζεται η μέγιστη μείωση των εισροών, οπότε προκύπτει το βέλτιστο  $\theta^*$ ,

β. Στο δεύτερο στάδιο γίνεται η προβολή προς το όριο αποδοτικότητας με χρήση των μεταβλητών  $s^+$  και  $s^-$  ως εξής: Διατηρώντας το  $\theta$  σταθερό και ίσο με τη βέλτιστή τιμή (θέτοντας δηλαδή  $\theta = \theta^*$ ) μεγιστοποιείται το άθροισμα των μεταβλητών απόκλισης  $s^+$ ,  $s^-$ .

Μια μονάδα απόφασης είναι αποδοτική εάν και μόνο αν:

- α.  $\theta^* = 1$  και
  - β.  $s^+ = 0$  και  $s^- = 0$
- ή ισοδύναμα αν και μόνο αν  $w_0^* = z_0^* = 1$

Οι συνθήκες:

- α.  $\theta \leq 1$  και
- β.  $s^+$  και  $s^- \neq 0$ ,

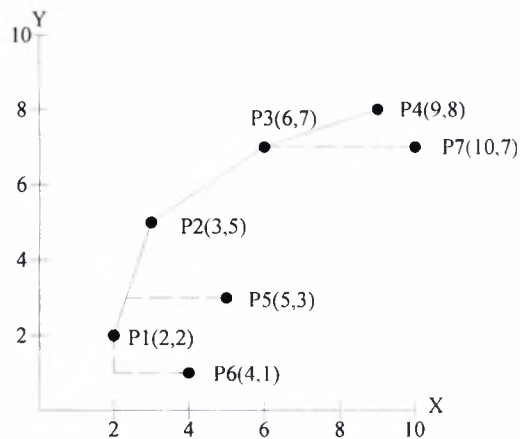
επιτρέπουν την αναγνώριση της εισροής, και της ποσότητας αυτής, που καθιστά μια ΜΛΑ μη αποδοτική.

Στο σχήμα 2.7 απεικονίζεται το όριο αποδοτικότητας για το παράδειγμα με τις 7 μονάδες απόφασης που αναφέρθηκε προηγουμένως. Στην περίπτωση αυτή, ο στόχος είναι να παραχθούν οι ίδιες εκροές με τις λιγότερες δυνατές εισροές. Οι ΜΛΑ<sub>1</sub>, ΜΛΑ<sub>2</sub>, ΜΛΑ<sub>3</sub> και ΜΛΑ<sub>4</sub> είναι αποδοτικές και συνθέτουν το κυρτό γραμμικό όριο αποδοτικότητας του σχήματος. Η μη αποδοτική ΜΛΑ<sub>5</sub>, προβάλλεται στο σύνορο σε κάποιο σημείο της ευθείας που ενώνει τις ΜΛΑ<sub>1</sub> και ΜΛΑ<sub>2</sub>.

**Πίνακας 2.4:** Εφαρμογή BCC-I μοντέλου

Πρωτεύον BCC-I (BCC <sub>p</sub> -I)				
ΜΛΑ	$\theta^*$	$s^+$	$s^-$	$\lambda$
1	1	0	0	$\lambda_1=1$
2	1	0	0	$\lambda_2=1$
3	1	0	0	$\lambda_3=1$
4	1	0	0	$\lambda_4=1$
5	7/15	0	0	$\lambda_1=2/3, \lambda_2=1/3$
6	1/2	1	0	$\lambda_1=1$
7	3/5	0	0	$\lambda_3=1$

Σχήμα 2.7: Περιβάλλουσα επιφάνεια του μοντέλου BCC με έμφαση στην μείωση των εισροών



Από το σχήμα 1.7, προκύπτει ότι το όριο αποδοτικότητας του μοντέλου αυτού είναι το ίδιο ακριβώς με εκείνο του αθροιστικού μοντέλου. Όμως, τόσο οι τιμές της αποδοτικότητας, όσο και κυρίως οι προβολές των μη αποδοτικών ΜΛΑ στο όριο αποδοτικότητας διαφέρουν. Το γεγονός αυτό φαίνεται καθαρά στην περίπτωση της ΜΛΑ<sub>6</sub>. Ειδικότερα, στο αθροιστικό μοντέλο, όπως φαίνεται και από τον πίνακα 2.4, η μέγιστη απόσταση L1 της εν λόγω μονάδας από το όριο αποδοτικότητας είναι ίση με 5 (οι τιμές των μεταβλητών απόκλισης είναι  $s^+=4$  και  $s^-=1$ ). Αντίθετα, στο μοντέλο BCC-I, η προβολή της ΜΛΑ<sub>6</sub> στο όριο αποδοτικότητας συνίσταται από μια μείωση των εισροών κατά  $\theta^*=1/2$  και μετακίνηση προς την περιβάλλουσα επιφάνεια κατά  $s^+=1$ . Επισημαίνεται όμως ότι τόσο στο αθροιστικό όσο και στο BCC-I μοντέλο, η ΜΛΑ<sub>6</sub> χαρακτηρίζεται ως μη αποδοτική.

Γενικότερα<sup>48</sup> έχει αποδειχθεί ότι μια ΜΛΑ είναι μη αποδοτική σύμφωνα με κάποιο μοντέλο όταν και μόνο όταν έχει χαρακτηριστεί ως μη αποδοτική και στα άλλα μοντέλα. Διαφορά μεταξύ των δυο μοντέλων υπάρχει στις προκύπτουσες τιμές αποδοτικότητας των υπό εξέταση ΜΛΑ και οφείλεται στη διαφορετική μαθηματική επεξεργασία των δεδομένων (εισροές – εκροές) από αυτά.

### 2.5.3.2 Το μοντέλο BCC με έμφαση στη αύξηση των εκροών<sup>49,50,51</sup>

Το Μοντέλο αυτό εκφράζεται από τον παρακάτω λόγο:

$$\min_{u, \tilde{v}, \tilde{u}_0} \frac{vX_0 + \tilde{v}_0}{uY_0}$$

<sup>48</sup> Ahn T, Charnes A, Cooper WW, «Efficiency characterisations in different DEA models» Socio-Economic Planning Sciences, 1988

<sup>49</sup> Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A., Seiford, L, «Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application», Kluwer Academic Publishers, 1994

<sup>50</sup> Cooper W.W., L.M. Seiford, K. Tone, “Data Envelopment Analysis, a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software”, Kluwer Academic Publishers, 1999

<sup>51</sup> Thanassoulis Emmanuel, «Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software», Kluwer Academic Publishers, 2001

Υπό τους περιορισμούς

$$\frac{vX_j + \tilde{v}_0}{uY_j} \geq 1, j=1, \dots, \eta$$

και η μεταβλητή  $\tilde{v}_0$  χωρίς περιορισμούς.

### Πρωτεύον BCC (Output -Oriented BCC Primal, BCC<sub>p</sub>-I)

$$\max_{\phi, \lambda, s^+, s^-} Z_0 = \Phi + \epsilon \bar{1} s^+ + \epsilon \bar{1} s^-$$

υπό τους περιορισμούς:

$$\phi Y_0 - Y\lambda + s^+ = 0$$

$$X\lambda + s^- = X_0$$

$$\bar{1}\lambda = 1$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

### Δυϊκό BCC (Output-Oriented BCC Dual, BCC<sub>D</sub>-O)

$$\min_{\mu, v, v_0} q_0 = v^T X_0 + v_0$$

Υπό τους περιορισμούς:

$$\mu^T Y_0 = 1$$

$$-\mu^T Y - v^T X + v_0 \bar{1} \geq 0$$

$$\mu^T \geq \epsilon \bar{1}$$

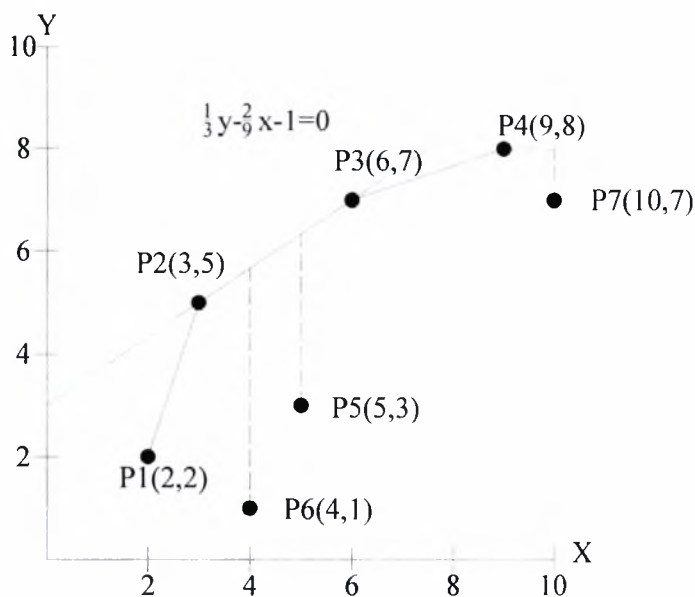
$$v^T \geq \epsilon \bar{1}$$

με το  $v_0$  ελεύθερο (χωρίς περιορισμό πρόσημου)

Η περιβάλλουσα επιφάνεια που προκύπτει από το μοντέλο για το παράδειγμα με τις επτά ΜΛΑ απεικονίζεται στο σχήμα 2.8.

---

**Σχήμα 2.8:** Περιβάλλουσα επιφάνεια του μοντέλου BCC με έμφαση στην αύξηση των εκροών



Στο μοντέλο BCC με προσανατολισμό των εκροών εισάγεται η (αριθμητική) μεταβλητή  $\varphi$ . Η μεταβλητή αυτή είναι αντίστοιχη της μεταβλητής  $\theta$  της παραγράφου 2.5.3.1 (μοντέλο BCC με προσανατολισμό εισροών) και εκφράζει την προτεινόμενη αύξηση που εφαρμόζεται σε όλες τις εκροές της ΜΛΑ (της αποτιμώμενης κάθε φορά μονάδα απόφασης) προκειμένου να βελτιωθεί η αποδοτικότητα της.

Συγκρίνοντας τα σχήματα 2.7 και 2.8, δηλαδή τις περιβάλλουσες επιφάνειες και τις σχετικές αποδοτικότητες των δυο διαφορετικών προσανατολισμών του μοντέλου, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- α. Οι περιβάλλουσες επιφάνειες των δυο περιπτώσεων (ελαχιστοποίησης εισροών και μεγιστοποίησης εκροών) είναι η ίδια.
- β. Οι μη αποδοτικές μονάδες απόφασης είναι ακριβώς η ίδια και για τους δυο προσανατολισμούς.
- γ. Η απεικόνιση των μη αποδοτικών ΜΛΑ είναι διαφορετικές για τις δυο περιπτώσεις. Για παράδειγμα, η ΜΛΑ<sub>5</sub> στο μοντέλο με έμφαση στη μείωση των εισροών προβάλλεται στο σημείο  $(2\frac{1}{3}, 3)$  ενώ στο μοντέλο με έμφαση στην αύξηση των εκροών προβάλλεται στο σημείο  $(5, 6\frac{1}{3})$ .

### 2.5.3.3 Σχολιασμός του μοντέλου BCC

Όπως φαίνεται από τις παραπάνω σχέσεις, η ουσιαστική διαφορά μεταξύ των δυο διαφορετικών προσανατολισμών του μοντέλου BCC, είναι ότι το μοντέλο που δίνει έμφαση στην

αύξηση των εκροών μεγιστοποιεί το  $\phi$  για να πετύχει αναλογικές αυξήσεις των εκροών. Στο ίδιο μοντέλο η ποσότητα  $\mu^T Y_0$  περιέχεται στους περιορισμούς ενώ η ποσότητα  $v^T X_0$  στη βασική σχέση. Το μοντέλο με έμφαση στην αύξηση των εκροών έχει ως προτεραιότητα την αύξηση των εκροών και όχι την μείωση των εισροών, αλλά με την προϋπόθεση ότι οι εισροές δεν υπερβαίνουν κάποιο δεδομένο όριο. Η ερμηνεία είναι παρόμοια με αυτή για το προσανατολισμένο στη μείωση των εισροών μοντέλο. Το πρωτεύον μοντέλο προσπαθεί, μέσω της  $\phi^*$ , να πετύχει όσο το δυνατό μεγαλύτερη επέκταση του  $Y_0$  του επιτρέπουν οι περιορισμοί.

Συμπερασματικά, τα βασικά χαρακτηριστικά του μοντέλου BCC μπορούν να συνοψισθούν στα εξής:

- α. Υιοθετεί την υπόθεση της κλίμακας μεταβλητών επιδόσεων (VRS).
- β. Εκτιμά την καθαρή τεχνική αποδοτικότητα των υπό εξέταση μονάδων στο δεδομένο επίπεδο λειτουργίας τους.
- γ. Αναγνωρίζει το είδος της κλίμακας αποδόσεων (αυξανόμενη, μειούμενη ή σταθερή) όπως αυτή διαμορφώνεται κατά τη μετάβαση από ένα αποδοτικό σημείο (αποδοτική μονάδα) του ορίου αποδοτικότητας στο επόμενο.

#### **2.5.4 Το μοντέλο CCR (Charnes, Cooper, Rhodes)<sup>52</sup>**

Το μοντέλο BCC και το μοντέλο CCR, που είναι το πρώτο μοντέλο της ΠΑΔ και αναπτύχθηκε το 1978, παρουσιάζουν δυο πολύ σημαντικές ομοιότητες:

- α. Προσδιορίζουν τη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας με δύο προσανατολισμούς (μείωση των εισροών ή αύξηση των εκροών).
- β. Η μαθηματική τους διατύπωση είναι πανομοιότυπη - παρεμφερής.

Παρ' όλες τις παραπάνω ομοιότητες όμως, η περιβάλλουσα επιφάνεια του μοντέλου CCR είναι διαφορετική από εκείνη του μοντέλου BCC, αλλά και από τις περιβάλλουσες επιφάνειες των υπολοίπων μοντέλων.

##### **2.5.4.1 Το μοντέλο CCR με έμφαση στη μείωση των εισροών**

Το μοντέλο αυτό εκφράζεται από τη σχέση:

$$\max_{\mu, v} \omega_0 = \sum_{r=1}^R \mu_r y_{r0}$$

Υπό τους περιορισμούς:

---

<sup>52</sup> Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A., Seifod, L, «Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application», Kluwer Academic Publishers, 1994



$$\sum_i v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_r \mu_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} \leq 0 \quad j=1, \dots, \eta$$

$$\mu_r \geq \varepsilon$$

$$v_i \geq \varepsilon$$

και αποδίδεται από τα παρακάτω προβλήματα γραμμικού προγραμματισμού:

### Πρωτεύον CCR (Input-Oriented CCR Primal, CCR<sub>p</sub>-I)

$$\min_{\theta, \lambda, s^+, s^-} Z_0 = \theta - \varepsilon \bar{1} s^+ - \varepsilon \bar{1} s^-$$

Υπό τους περιορισμούς:

$$Y\lambda - s^+ = Y_0$$

$$\theta X_0 - X\lambda - s^- = 0$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

### Δυϊκό CCR (Input-Oriented CCR Dual, CCR<sub>p</sub>-I)

$$\max_{\mu, v} W_0 = \mu^T Y_0$$

Υπό τους περιορισμούς:

$$v^T X_0 = 1$$

$$\mu^T Y - v^T X \leq 0$$

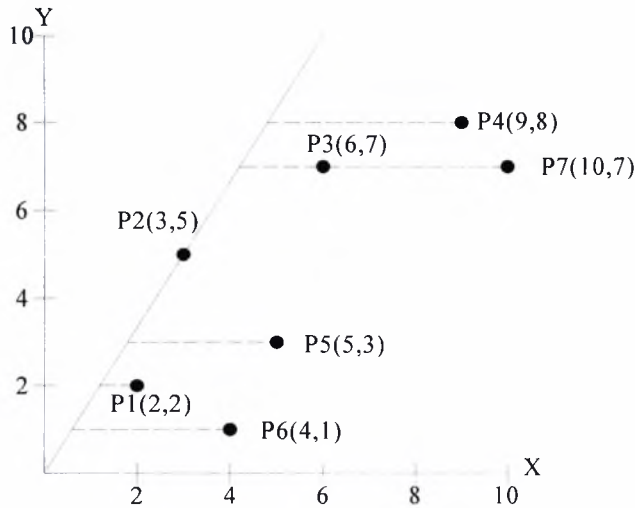
$$-\mu^T \leq -\varepsilon \bar{1}$$

$$-v^T \leq -\varepsilon \bar{1}$$

Συγκρίνοντας τις παραπάνω σχέσεις με εκείνες του μοντέλου BCC παρατηρείται ότι στις πρώτες δεν εμφανίζονται ούτε ο περιορισμός της κυρτότητας ( $\bar{1}\lambda = 1$ ), αλλά ούτε και η μεταβλητή  $u_0$ . Οι διαφορές αυτές σε σχέση με το μοντέλο BCC προκαλούν τα εξής αποτελέσματα:

- Μεταβολή της περιβάλλουσας επιφάνειας (από κυρτή στο μοντέλο BCC γίνεται κωνική)
- Μείωση των αποδοτικών μονάδων παραγωγής, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.9.

Σχήμα 2.9: Περιβάλλουσα επιφάνεια του μοντέλου CCR με έμφαση στη μείωση των εισροών



Τα σχόλια που αναφέρθηκαν στην παρ. 2.5.3.1 και αφορούν το ρόλο της σταθεράς  $\epsilon$  ισχύουν και για το μοντέλο CCR. Μάλιστα, έμφαση δίνεται πάλι στο γεγονός ότι η αναλογική μείωση των εισροών με τη  $\theta$  μπορεί να μην είναι από μόνη της επαρκής για να καταστεί η υπό εξέταση ΜΛΑ αποδοτική. Αυτό μπορεί να μην είναι φανερό στο συγκεκριμένο παράδειγμα μιας και στις περιπτώσεις που έχουμε μόνο μια εισροή και μόνο μια εκροή, οι τιμές των  $s^+$  και  $s^-$  είναι πάντα μηδενικές. Παρ' όλα αυτά σε παραδείγματα με περισσότερες διαστάσεις (πολλαπλές εισροές και πολλαπλές εκροές), οι θετικές εισροές και εκροές είναι συχνά απαραίτητο να φτάσουν την περιβάλλουσα επιφάνεια και να πετύχουν την πλήρη αποδοτικότητα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μάλιστα, μπορεί να είναι απαραίτητο να μειωθούν κάποιες εισροές και να αυξηθούν κάποιες εκροές με σκοπό να επιτευχθεί η αποδοτικότητα.

#### 2.5.4.2 Το μοντέλο CCR με έμφαση στην αύξηση των εκροών

Το Μοντέλο αυτό εκφράζεται από τον παρακάτω λόγο:

$$\min_{u,v} \frac{v^T X_0}{\mu^T Y_0}$$

Υπό τους περιορισμούς

$$\frac{v^T X_j}{\mu^T Y_j} \geq 1, j=1, \dots, \eta$$

$$\frac{u}{\mu^T Y_0} \geq \epsilon \bar{1}$$

$$\frac{v}{\mu^T Y_0} \geq \epsilon \bar{1}$$

**Πρωτεύον CCR (Output-Oriented CCR Primal, CCR<sub>p</sub>-O)**

$$\max_{\varphi, \lambda, s^+, s^-} Z_0 = \Phi + \varepsilon \bar{1} s^+ + \varepsilon \bar{1} s^-$$

Υπό τους περιορισμούς:

$$\varphi Y_0 - Y\lambda + s^+ = 0$$

$$X\lambda + s^- = X_0$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

**Δυϊκό CCR (Output-Oriented CCR Dual, CCR<sub>D</sub>-O)**

$$\min_{\mu, v} q_0 = v^T X_0$$

Υπό τους περιορισμούς:

$$\mu^T Y_0 = 1$$

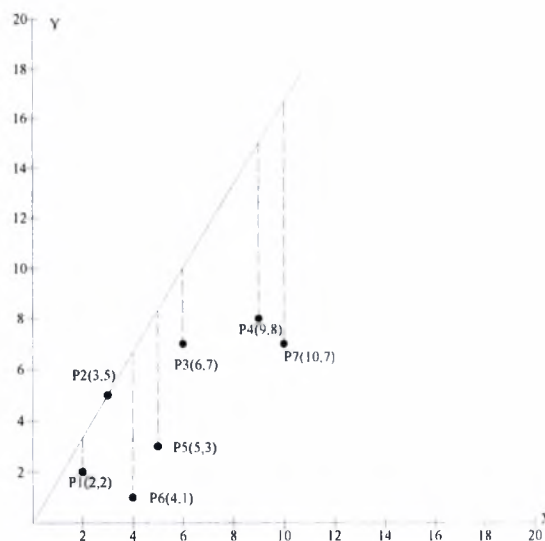
$$-\mu^T Y - v^T \geq 0$$

$$\mu^T \geq \varepsilon \bar{1}$$

$$v^T \geq \varepsilon \bar{1}$$

Όπως και προηγουμένως, στις παραπάνω σχέσεις δεν εμφανίζονται ούτε ο περιορισμός της κυρτότητας ( $\bar{1}\lambda = 1$ ), αλλά ούτε και η μεταβλητή  $u_0$ . Οι διαφορές αυτές σε σχέση με το μοντέλο BCC προκαλούν τα ίδια αποτελέσματα που αναφέρθηκαν και προηγουμένως και φαίνονται στο σχήμα 2.10.

**Σχήμα 2.10:** Περιβάλλουσα επιφάνεια του μοντέλου CCR με έμφαση στην αύξηση των εκροών



Συγκρίνοντας τα σχήματα 2.9 και 2.10, δηλαδή τις περιβάλλουσες επιφάνειες και τις σχετικές αποδοτικότητες των δυο διαφορετικών προσανατολισμών του μοντέλου, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

α. Οι περιβάλλουσες επιφάνειες των δυο περιπτώσεων (ελαχιστοποίησης εισροών και μεγιστοποίησης εκροών) είναι η ίδια.

β. Η προβολή των μη αποδοτικών ΜΛΑ είναι διαφορετικές για τις δυο περιπτώσεις.

Θα πρέπει να τονισθεί ότι στο μοντέλο CCR, όπως και στο BCC μοντέλο, μια μονάδα απόφασης χαρακτηρίζεται ως αποδοτική από το μοντέλο με προσανατολισμό στη μείωση των εκροών αν και μόνο αν χαρακτηρίζεται ως αποδοτική από το μοντέλο με προσανατολισμό στην αύξηση των εκροών.

### **2.5.4.3 Σχολιασμός του μοντέλου CCR**

Στο μοντέλο CCR με προσανατολισμό στην αύξηση των εκροών, η μέγιστη αύξηση των εκροών επιτυγχάνεται πάλι μέσω της μεταβλητής  $\varphi$  που εφαρμόζεται στο διάνυσμα  $Y_0$  του DMU που εξετάζεται. Από την σύγκριση της εξίσωσης του δυϊκού CCR μοντέλου με έμφαση στην αύξηση των εκροών με την αντίστοιχη εξίσωση του δυϊκού BCC μοντέλου με τον ίδιο προσανατολισμό παρατηρείται ότι απουσιάζει η μεταβλητή  $v_0$  (δηλαδή  $v_0 \equiv 0$ ). Το γεγονός αυτό συνεπάγεται ότι τα υποστηρικτικά υπερεπίπεδα του μετασχηματισμένου διαστήματος θα πρέπει να διέρχονται από την αρχή των συντεταγμένων. Ακόμη, αν και οι περιβάλλουσες επιφάνειες του μοντέλου με προσανατολισμό στην αύξηση των εκροών και του μοντέλου με προσανατολισμό στην μείωση των εισροών είναι ίδιες, οι προβολές στα σύνορα των μη αποδοτικών DMUs είναι διαφορετικές. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, το ίδιο ισχύει και για το μοντέλο BCC. Επίσης, όπως και στο BCC μοντέλο, ένα DMU χαρακτηρίζεται ως αποδοτικό κατά τον προσανατολισμό με έμφαση στη μείωση των εκροών όταν και μόνο όταν χαρακτηρίζεται ως αποδοτικό κατά τον προσανατολισμό με έμφαση στην αύξηση των εκροών.

Συμπερασματικά, τα βασικά χαρακτηριστικά του μοντέλου CCR μπορούν να συνοψισθούν στα εξής:

- α. Υιοθετεί την υπόθεση της κλίμακας σταθερών επιδόσεων (CRS).
- β. Παρέχει μια αντικειμενική εκτίμηση της ολικής τεχνικής αποδοτικότητας

### **2.5.5 Σύνοψη - Σύγκριση των μοντέλων της ΠΑΔ**

Από την ανάλυση των κυριότερων μοντέλων της ΠΑΔ, διαπιστώνεται ότι η αποδοτικότητα μιας ΜΛΑ εξαρτάται κυρίως από τη γεωμετρία της περιβάλλουσας επιφάνειας (γραμμική, καμπύλη κλπ.) που είναι ευθέως εξαρτώμενη από το εφαρμοζόμενο μοντέλο. Έτσι, στο μεν CCR μοντέλο το όριο αποδοτικότητας είναι κωνικής μορφής (ευθεία γραμμή διερχόμενη από την αρχή των αξόνων), στο αθροιστικό και στο BCC μοντέλο είναι κυρτής μορφής (αποτελείται από ευθύγραμμα τμήματα διαφορετικής κλίσης) ενώ στο πολλαπλασιαστικό μοντέλο είναι λογαριθμικής μορφής. Η σημασία της γεωμετρίας φαίνεται χαρακτηριστικά στο σχήμα 2.4. Αν υποτεθεί κλίμακα σταθερών αποδόσεων (CCR μοντέλο), τότε οι ΜΛΑ Β και Ι είναι αποδοτικές ενώ αν υποτεθεί κλίμακα μεταβλητών αποδόσεων (τότε στις προηγούμενες θα πρέπει να προστεθούν οι Α και Θ. Μάλιστα, αν μια ΜΛΑ χαρακτηρίζεται ως αποδοτική από το μοντέλο CCR, θα χαρακτηρίζεται αποδοτική και από το μοντέλο BBC. Χωρίς όμως να ισχύει πάντα το αντίστροφο. Οι αποδόσεις κλίμακας σε όλα τα μοντέλα σχετίζονται άμεσα με τους περιορισμούς που ισχύουν για κάθε μοντέλο.

Με δεδομένη την περιβάλλουσα επιφάνεια, η αποδοτικότητα των μη αποδοτικών μονάδων εξαρτάται από τον προσανατολισμό του μοντέλου (αύξηση εκροών ή μείωση εισροών), ο οποίος καθορίζει τον τρόπο που προβάλλεται μια μη αποδοτική ΜΛΑ πάνω στο όριο αποδοτικότητας και κατ' επέκταση υποδηλώνει τη διαδικασία διαμέσου της οποίας επιχειρείται η βελτίωση της αποδοτικότητας μιας ΜΛΑ. Έτσι, όταν έχουμε σταθερές αποδόσεις κλίμακας (οπότε αναφερόμαστε στο μοντέλο CCR αλλά και στο BCC υπάρχουν οι εξής δύο δυνατότητες: Η μείωση των εισροών με σταθερές εκροές και η αύξηση των εκροών με ταυτόχρονη σταθεροποίηση των εισροών. Αντίθετα, όταν έχουμε μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας οι διαφορετικές δυνατότητες είναι πλέον τρεις: Η μείωση των εισροών με σταθερές εκροές ή αύξηση των εκροών με ταυτόχρονη σταθεροποίηση των εισροών (στο μοντέλο BCC) ή ταυτόχρονη μεταβολή τόσο των εισροών όσο και των εκροών και μέτρηση της απόστασης  $L1$  (στο Αθροιστικό μοντέλο).

Συμπερασματικά η επιλογή ενός συγκεκριμένου μοντέλου της ΠΑΔ καθορίζει:

- α. Τις αποδόσεις κλίμακας (σταθερές ή μεταβλητές)
- β. Τη γεωμετρία της περιβάλλουσας επιφάνειας (εξαρτώμενη από την μέτρηση της αποδοτικότητας που θα πραγματοποιηθεί)
- γ. Την προβολή της αποδοτικότητας στην περιβάλλουσα επιφάνεια και πως απεικονίζεται κάθε μη αποδοτική ΜΛΑ σε αυτή.

### **2.5.6 Επιλογή μοντέλου μελέτης**

Η επιλογή του μοντέλου βάσει του οποίου θα πραγματοποιηθεί μια μελέτη είναι ιδιαίτερα σημαντική αλλά και δύσκολη, ενώ από αυτήν εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και η ακρίβεια των

αποτελεσμάτων. Για το λόγο αυτό, η επιλογή του μοντέλου θα πρέπει να γίνει έπειτα από προσεκτική θεώρηση των δεδομένων του προβλήματος. Τα βασικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την επιλογή αυτή είναι<sup>53</sup>:

α. Το σχήμα του συνόλου των παραγωγικών δυνατοτήτων. Προκειμένου να διερευνηθεί η μορφή του και να επιλεγεί το κατάλληλο μοντέλο, γίνεται μια πρωταρχική εκτίμηση της παραγωγικής διαδικασίας με μεθόδους όπως η παλινδρόμηση ή βάσει απόψεων από εξειδικευμένους επιστήμονες. Αν από τη διερεύνηση αυτή διαφανούν τα βασικά χαρακτηριστικά της μορφής του συνόλου των παραγωγικών δυνατοτήτων, τότε θα επιλεγεί το μοντέλο που προσεγγίζει καλύτερα τα χαρακτηριστικά αυτά.

β. Ο προσανατολισμός του μοντέλου. Στην περίπτωση που το ενδιαφέρον εστιάζεται μόνο στον προσδιορισμό των αποδοτικών και μη ΜΛΑ, τότε όλες οι μέθοδοι μπορεί να χρησιμοποιηθούν. Πρέπει να τονισθεί όμως ότι μεταξύ των μοντέλων εμφιλοχωρούν διαφορές στην τιμή της αποδοτικότητας των μη αποδοτικών ΜΛΑ.

γ. Η ανεξαρτησία ως προς το μετασχηματισμό των συντεταγμένων (Translation invariance). Πολλές φορές είναι αναγκαίο (ή βολικό) να χρησιμοποιηθούν αρνητικής τιμής εισροές ή εκροές. Για το λόγο αυτό, και λαμβάνοντας υπόψη ότι τα περισσότερα μοντέλα της ΠΑΔ δέχονται μόνο μηδενικές ή θετικές τιμές, μεταφέρουμε την αρχή των συντεταγμένων δημιουργώντας ένα νέο, μετασχηματισμένο πρόβλημα. Από τα βασικά μοντέλα της ΠΑΔ μόνο το Αθροιστικό, το BCC-O και το CCR-I παρέχουν αυτή την ευελιξία.

δ. Ο αριθμός των εισροών και των εκροών. Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 2.4.4 όταν ο αριθμός των μονάδων είναι μικρός σχετικά με τον αριθμό εισροών και εκροών αποτιμώνται περισσότερες μονάδες από τις πραγματικές ως αποδοτικές. Για το λόγο αυτό, πολλοί συγγραφείς συστήνουν την εφαρμογή της μεθόδου περισσότερες της μιας φορές, αρχικά με μικρό αριθμό δεδομένων (εισροών και εκροών), ο οποίος σταδιακά θα αυξάνεται, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στο μελετητή να παρακολουθήσει την επίδραση των επιπλέον κάθε φορά δεδομένων στην εκτίμηση των ΜΛΑ.

Αν δε μπορεί να γίνει αποτίμηση των χαρακτηριστικών του συνόλου παραγωγικών δυνατοτήτων κατά την αρχική διερεύνηση, τότε θα ήταν επισφαλές να βασισθεί κανείς σε κάποιο μοντέλο. Μάλιστα αν η υπό εξέταση εφαρμογή είναι σημαντική θα πρέπει να εφαρμοσθούν περισσότερα του ενός μοντέλα, να προκειμένου να συγκριθούν τα αποτελέσματα και να επιτευχθεί μια συνολικότερη προσέγγιση και κατανόηση της.

---

<sup>53</sup> Cooper W.W., L.M. Seiford, K. Tone, «Data Envelopment Analysis, a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software», Kluwer Academic Publishers, 1999, σελ. 102

Στη μελέτη μας χρησιμοποιούμε δύο μοντέλα. Το μοντέλο CCR όταν έχουμε σταθερές αποδόσεις κλίμακας (constant returns to scale) και το μοντέλο BCC όταν έχουμε μεταβλητές (variable returns to scale).

### **2.6 Εφαρμογές της ΠΑΔ**

Τα τελευταία χρόνια, έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες για να αναλύσουν την αποδοτικότητα διαφόρων κλάδων (αγορών) της οικονομίας, εταιρειών και οργανισμών χρησιμοποιώντας την Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων. Ως παραδείγματα εφαρμογής της ΠΑΔ μπορούν να αναφερθούν ο χώρος της οικονομίας (επιχειρήσεις δημόσιου και ιδιωτικού τομέα), αλλά και ο στρατιωτικός τομέας και φυσικά ο συγκοινωνιακός. Στον τελευταίο συμπεριλαμβάνονται οι σιδηροδρομικοί οργανισμοί, οι αστικές μεταφορές, οι εταιρείες αερομεταφορών και οι οργανισμούς διαχείρισης λιμανιών και αεροδρομίων. Στη συνέχεια θα αναφερθούν ορισμένα χαρακτηριστικά παραδείγματα εφαρμογών της ΠΑΔ στους κλάδους των μεταφορών δίνοντας έμφαση στις σιδηροδρομικές μεταφορές, που αποτελούν και το αντικείμενο της παρούσας εργασίας, καθώς και στις αστικές μεταφορές, λόγω του ότι ο συγκεκριμένος χώρος αποτελεί και το σημαντικότερο και μεγαλύτερο πεδίο εφαρμογής της ΠΑΔ.

#### **2.6.1 Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (γενικά)**

Η ανάγκη για εξέταση της απόδοσης και σύγκριση των αστικών μεταφορικών συστημάτων, με σκοπό την βελτίωση της λειτουργίας τους, έγινε επιτακτική μετά από την σχετικά πρόσφατη αύξηση του έργου που αυτά υποχρεούνται να παράγουν. Για το λόγο αυτό αρκετοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με το θέμα.

Ο Καρλαύτης, το έτος 2002, χρησιμοποίησε την ΠΑΔ για να εξετάσει δύο ζητήματα που είχαν απασχολήσει αρκετά τους προηγούμενους μελετητές των αστικών μεταφορών. Την σχέση των δύο διαστάσεων της απόδοσης, της αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητας, και την σχέση μεταξύ της απόδοσης και των οικονομιών κλίμακας. Χρησιμοποίησε ένα σύνολο στοιχείων από 256 συστήματα μεταφοράς των ΗΠΑ για την περίοδο 1990 – 1994. Οι εισροές που χρησιμοποίησε ήταν ο αριθμός των οχημάτων, η κατανάλωση των καυσίμων και ο συνολικός αριθμός των εργαζομένων ενώ οι εκροές ήταν τα οχηματομίλια και οι επιβάτες. Η μελέτη έδειξε πως η αποδοτικότητα και η αποτελεσματικότητα σχετίζονται ως ένα βαθμό μεταξύ τους και πως για την μέτρηση αυτών των διαστάσεων της απόδοσης πρέπει να χρησιμοποιούνται διαφορετικές αποδόσεις κλίμακας.

Ο ίδιος μελετητής σε επόμενη ανάλυση του<sup>54</sup>, επεκτείνει την προγενέστερη έρευνα του για την αποδοτικότητα και την παραγωγικότητα των συστημάτων μεταφοράς, χρησιμοποιώντας ένα εκτενές σύνολο στοιχείων από 259 εταιρείες αστικών μεταφορών για την περίοδο 1990 – 1994. Οι ταξινομήσεις αποδοτικότητας και τα αποδοτικά υποσύνολα των συστημάτων μεταφοράς λαμβάνονται μέσω του πολλαπλασιαστικού μοντέλου της ΠΑΔ. Οι εισροές που χρησιμοποιούνται είναι: 1) ο συνολικός αριθμός υπαλλήλων, 2) το συνολικό ετήσιο ποσό καυσίμου (σε γαλόνια) και 3) ο συνολικός αριθμός οχημάτων ενώ ως εκροή ελήφθησαν τα οχηματομίλια. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν χρησιμοποιούνται για περαιτέρω ανάλυση και επεξεργασία με σκοπό τον υπολογισμό της αποδοτικότητας και της παραγωγικότητας στα συστήματα μεταφοράς.

Η Boile<sup>55</sup> βασίζεται στην DEA για να αξιολογήσει τη σχετική απόδοση μιας ομάδας συστημάτων μεταφοράς. Χρησιμοποιεί πολλαπλά μέτρα εισροών και εκροών. Στόχος του δεν είναι η αντικειμενική αξιολόγηση των συστημάτων αλλά προσπαθεί να εξετάσει την αποδοτικότητα κάθε συστήματος σε σχέση με αυτή των άλλων συστημάτων, από την άποψη διάθεσης των πόρων για να παραχθεί μια υπηρεσία. Η DEA χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τις ελλείψεις αποδοτικότητας για μια επιλεγμένη ομάδα λεωφορειακών συστημάτων μεταφοράς. Προσδιορίζονται τα αποδοτικότερα συστήματα μέσα στην ομάδα, ενώ για τα υπόλοιπα συστήματα καθορίζονται οι τύποι και οι πηγές έλλειψης αποδοτικότητας.

Οι Chu et al.<sup>56</sup> χρησιμοποίησαν την ΠΑΔ για να αναπτύξουν ένα ενιαίο μέτρο για την αποδοτικότητα ενός συστήματος μεταφοράς σχετικά με άλλες αντιπροσωπεύει μέσα στην ίδια ομάδα.

### **2.6.2 Σιδηροδρομικές μεταφορές**

Η μελέτη των Cantos et al<sup>57</sup> αναλύει την ευαισθησία των δεικτών απόδοσης, ενός δείγματος ευρωπαϊκών επιχειρήσεων σιδηροδρόμων, στις διαφορετικές εναλλακτικές λύσεις χρησιμοποίησης εκροών. Επίσης, υπολογίζει τις αποδοτικότητες στο εισόδημα και στις δαπάνες στο ίδιο δείγμα των Ευρωπαϊκών σιδηροδρομικών επιχειρήσεων κατά τη διάρκεια της περιόδου 1970-1995. Δύο σύνολα εκροών επιλέχθηκαν: 1) οι χιλιόμετρικοί επιβάτες και οι χιλιόμετρικοί τόνοι και 2) τα τραίνο-χιλιόμετρα επιβατών και τραίνο-χιλιόμετρα φορτίου. Και για τα δύο, υπολογίστηκαν οι δείκτες αποδοτικότητας των Ευρωπαϊκών επιχειρήσεων χρησιμοποιώντας την ΠΑΔ. Οι μεταβλητές

---

<sup>54</sup> Karlaftis M.G., «Investigating Transit Production and Performance: A programming approach», Transportation Research, Vol 37A: Policy and Practice, pp 225-240, 2003

<sup>55</sup> Boile M.P., «Estimating technical and scale inefficiencies of public transit systems», Journal of Transportation Engineering, 2001

<sup>56</sup> Chu X., Fielding G.J. and Lamar B.W., Measuring transit performance using data envelopment analysis. Transportation Research 26A(3), pp. 223–230, 1992

<sup>57</sup> Cantos Pedro, Pastor M. Jose, Serrano Lorenzo, «Efficiency Measures and Output Specification: The Case of European Railways», University of Valencia, 2002



που χρησιμοποιούνται ως εισροές ήταν 1) ο αριθμός των εργαζομένων, 2) η κατανάλωση ενέργειας και υλικών, 3) ο αριθμός των ατμομηχανών, 4) ο αριθμός των μεταφερόμενων επιβατών, 5) ο αριθμός των αυτοκινηταμαξών, και 6) ο αριθμός διαδρομής-χιλιομέτρων. Τα αποτελέσματα ποικίλλουν σύμφωνα με την επιλεγμένη εκροή.

Οι Chapin και Schmidt<sup>58</sup> χρησιμοποιούν την ΠΑΔ για να μετρήσουν την αποδοτικότητα στις αμερικανικές σιδηροδρομικές εταιρίες από την απελευθέρωση της αγοράς και μετά, και αξιολογούν εάν οι συγχωνεύσεις έχουν βελτιώσει την αποδοτικότητα. Διαχωρίζουν την παραγωγική διαδικασία σε δύο στάδια. Στο πρώτο, οι εταιρίες παράγουν ένα δίκτυο διαδρομών ως εκροή. Στο δεύτερο, οι εταιρίες χρησιμοποιούν τις διαδρομές για να παράγουν αποστολές αγαθών. Οι συγχωνεύσεις αυξάνουν την τεχνική αποδοτικότητα στο πρώτο στάδιο, αλλά μειώνουν την αποδοτικότητα κλίμακας. Στο δεύτερο στάδιο, οι συγχωνεύσεις δεν έχουν καμία επίδραση στην αποδοτικότητα. Η αποδοτικότητα έχει βελτιωθεί από την απελευθέρωση της αγοράς και έπειτα, αλλά όχι λόγω των συγχωνεύσεων. Μια άλλη συνέπεια των συγχωνεύσεων υπήρξε η δημιουργία ολιγοπωλίων.

Οι Oum και Yu<sup>59</sup> αναλύουν την αποδοτικότητα των επιβατικών σιδηροδρομικών συστημάτων σε 19 χώρες του ΟΟΣΑ για να προσδιορίσουν τα αποτελέσματα των δημόσιων επιχορηγήσεων και του βαθμού διευθυντικής αυτονομίας στην παραγωγική αποδοτικότητα. Κατ' αρχάς, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ΠΑΔ για να μετρήσει την αποδοτικότητα από τα στοιχεία των σιδηροδρόμων κατά τη διάρκεια της περιόδου 1978-1989. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα συστήματα σιδηροδρόμων που εξαρτώνται αρκετά από τις δημόσιες επιχορηγήσεις είναι πολύ λιγότερο αποδοτικά από τα υπόλοιπα. Περαιτέρω, οι σιδηρόδρομοι με υψηλό βαθμό διευθυντικής αυτονομίας τείνουν να επιτύχουν υψηλότερη αποδοτικότητα. Αυτά τα συμπεράσματα υπονοούν ότι η παραγωγική αποδοτικότητα των συστημάτων σιδηροδρόμων μπορεί να ενισχυθεί σημαντικά από ένα θεσμικό και ρυθμιστικό πλαίσιο που παρέχει έναν μεγαλύτερο βαθμό ελευθερίας για τη διευθυντική λήψη αποφάσεων.

Ο Martinez<sup>60</sup> διερεύνησε την παραγωγικότητα της λειτουργίας των επιβατηγών μεταφορών υπό τις διάφορες ετερογενείς λειτουργικές συνθήκες, δίνοντας μια εφαρμογή για τις σιδηροδρομικές μεταφορές. Το μοντέλο της ΠΑΔ που ανέπτυξε υπολογίζει την παραγωγικότητα σε δύο στάδια: Στο πρώτο στάδιο υπολογίζεται η περιβάλλουσα επιφάνεια υπό τις δεδομένες συνθήκες λειτουργίας ενώ στο δεύτερο στάδιο υπολογίζονται οι αποδοτικές μονάδες χρησιμοποιώντας τις, προσαρμοσμένες με κατάλληλους συντελεστές που υπολογίστηκαν στο προηγούμενο στάδιο, εισροές. Από την εφαρμογή στις σιδηροδρομικές μεταφορές προσδιορίζονται

---

<sup>58</sup> Chapin A. and Schmidt S., «Do mergers improve efficiency? Evidence from deregulated rail freight», *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol 33(2), pp. 147-162, 1999

<sup>59</sup> Oum T.H. and Yu C., «Economic efficiency of railways and implications for public policy», *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol 28, pp 121-138, 1994

<sup>60</sup> Martinez M.J., «Transit Productivity Analysis In Heterogeneous Conditions Using Data Envelopment Analysis With an Application to Rail Transit», ETD number: njit-phd 2001-036, 2001

τεχνικές για την αύξηση της παραγωγικότητας και προτείνεται μια μέθοδος ιεράρχησης των επενδύσεων που αναφέρονται στην επέκταση των δραστηριοτήτων της επιχείρησης.

Οι Coelli and Perelman<sup>61</sup> μελέτησαν την ανεπάρκεια ως προς την τεχνική αποδοτικότητα των ευρωπαϊκών σιδηροδρόμων χρησιμοποιώντας τρεις μεθόδους: την ΠΑΔ, τον παραμετρικό γραμμικό προγραμματισμό και τη διορθωμένη συνήθη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων (Corrected Ordinary Least Squares). Ως δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν τα ετήσια στοιχεία από δεκαεπτά σιδηροδρομικές εταιρείες για την περίοδο από το 1988 έως και το 1993. Ως εισροές επιλέχθηκαν 1) ο αριθμός των εργαζομένων, 2) η μεταφορική ικανότητα σε επιβάτες (αριθμός διατιθέμενων θέσεων) και φορτίο και 3) το συνολικό μήκος των γραμμών, ενώ ως εκροές επιλέχθηκαν 1) τα οχηματοχιλιόμετρα ανά επιβάτη και 2) τα οχηματοχιλιόμετρα ανά τόνο φορτίου. Οι μελετητές διερεύνησαν τη σχέση των τριών μεθόδων τόσο για σταθερές αποδόσεις κλίμακας όσο και για μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας (και με τους δύο προσανατολισμούς). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει αρκετά μεγάλη συσχέτιση μεταξύ των τριών μεθόδων, ιδιαίτερα στους δύο προσανατολισμούς (μείωση των εισροών – αύξηση των εκροών) των μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας.

Ο Kuo-Liang Liu<sup>62</sup> χρησιμοποίησε την ΠΑΔ για να αποτιμήσει την αποδοτικότητα λειτουργίας στις σιδηροδρομικές μεταφορές στην Ταϊβάν και σε είκοσι ακόμη χώρες – μέλη της Διεθνούς Ένωσης Σιδηροδρόμων (UIC). Ειδικότερα η μελέτη αναπτύσσει ένα μοντέλο αποτίμησης τριών όψεων της απόδοσης: την αποδοτικότητα παραγωγής, την αποτελεσματικότητα παραγωγής και την αποτελεσματικότητα των παρεχομένων υπηρεσιών. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα η πυκνότητα του σιδηροδρομικού δικτύου, η έκταση και η πληθυσμιακή πυκνότητα της κάθε χώρας για τα έτη από το 2000 έως και το 2003. Στη μελέτη εφαρμόστηκαν τα μοντέλα BCC και CCR της ΠΑΔ. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι, ως προς την αποδοτικότητα παραγωγής, η Αυστρία, η Δανία, η Γαλλία, η Πορτογαλία, η Ισπανία, η Σουηδία και η Ταϊβάν λειτουργούν αποδοτικά, ως προς την αποτελεσματικότητα παραγωγής η Αυστρία, το Ισραήλ, η Ιαπωνία και η Νότιος Κορέα λειτουργούν αποτελεσματικά ενώ ως προς την αποτελεσματικότητα των παρεχομένων υπηρεσιών η Μολδαβία, η Ιαπωνία και η Νότιος Κορέα εμφανίζουν εξαιρετικές επιδόσεις. Τέλος η μελέτη διαπιστώνει ότι οι σιδηρόδρομοι της Ταϊβάν θα πρέπει να βελτιώσουν μάρκετινγκ και τη χρήση – εκμετάλλευση των εισροών τους.

---

<sup>61</sup> Coelli T, Perelman S. «A comparison of parametric and non-parametric distance functions: With application to European railways», *European Journal of Operational Research*, Vol 117, pp 326-339, 1999

<sup>62</sup> Kuo-Liang Liu, «Application of the Data Envelopment Analysis to Evaluate the Operation Performances of the Railway Transportation Industries», *Feng Chia University - Graduate Institute of Traffic and Transportation Engineering and Management*, 2006

Ο Hilmola<sup>63</sup> εξέτασε την αποδοτικότητα των εμπορευματικών σιδηροδρομικών μεταφορών στην Ευρώπη. Για το σκοπό αυτό εφάρμοσε την ΠΑΔ και, συμπληρωματικά προς την περιβάλλουσα ανάλυση, τη μέθοδο των επί μέρους συντελεστών παραγωγικότητας (partial productivity ratios). Στην έρευνα χρησιμοποιήθηκαν ως εισροές 1) ο αριθμός των εμπορευματικών αμαξοστοιχιών, 2) ο συνολικός αριθμός χιλιομέτρων του δικτύου και 3) ο αριθμός των υπαλλήλων ενώ ως εκροές 1) το φορτίο (σε τόνους) και 2) τα οχηματοχιλιόμετρα ανά τόνο φορτίου για διάφορες χώρες της Δυτικής Ευρώπης και του πρώην Ανατολικού μπλοκ κατά το χρονικό διάστημα από το 1980 έως το 2003. Ο ερευνητής υπέθεσε τόσο σταθερές όσο και μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας. Τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν ότι, χωρίς καμία εξαίρεση, οι σιδηροδρομικές εταιρείες που λειτουργούσαν αποδοτικά τη δεκαετία του '80, παρουσίασαν μια κάθετη πτώση στην απόδοση τους τη δεκαετία του '90 ενώ η παραγωγικότητα των εμπορευματικών σιδηροδρομικών μεταφορών παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση ανά την Ευρώπη. Τέλος η μελέτη αναφέρει ότι η αλλαγή της δομής της αγοράς θα αυξήσει τις συγχωνεύσεις και θα προωθήσει τις συνδυασμένες μεταφορές και εισηγείται την αύξηση της μεταφορικής ικανότητας σε φορτίο προκειμένου να καταστούν οι εμπορευματικές σιδηροδρομικές μεταφορές πιο ανταγωνιστικές και να αυξήσουν το μερίδιό τους στο εμπορευματικό μεταφορικό έργο από τους άλλους κλάδους των μεταφορών.

Οι Cowie et al<sup>64</sup> μελέτησαν την αποδοτικότητα των επιβατικών μεταφορών των ευρωπαϊκών σιδηροδρομικών εταιρειών χρησιμοποιώντας και την ΠΑΔ και παραμετρικές μεθόδους. Ο Cowie<sup>65</sup> σύγκρινε την τεχνική αποδοτικότητα σιδηροδρομικών εταιρειών του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα προκειμένου να προσδιορίσει τυχόν ανομοιογένειες. Ο Sjogren<sup>66</sup> χρησιμοποίησε την ΠΑΔ προκειμένου να αναπτύξει μια αξιόπιστη μέθοδο μέτρησης της αποδοτικότητας των σιδηροδρομικών σταθμών, να εντοπίσει και να αναλύσει τις αιτίες της μη αποδοτικής λειτουργίας τους και να προτείνει μέτρα για τη βελτίωση της.

### **2.6.3 Αστικές και Υπεραστικές μεταφορές με λεωφορείο**

Ο Levaggi<sup>67</sup> πραγματοποίησε μια εκτίμηση της αποδοτικότητας, εφαρμόζοντας την τεχνική ΠΑΔ σε 55 επιχειρήσεις που αναπτύσσουν δραστηριότητες στο τμήμα αστικών μεταφορών στην Ιταλία. Οι χρησιμοποιούμενοι δείκτες εκροών ήταν: τα χιλιόμετρα της διαδρομής που

---

<sup>63</sup> Olli-Pekka Hilmola, «European railway freight transportation and adaptation to demand decline: Efficiency and partial productivity analysis from period of 1980-2003», *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol 56, pp 205 – 225, 2007

<sup>64</sup> Cowie, J. and Riddington G, «Measuring the Efficiency of European Railways», *Applied Economics [APE]* Vol 28, pp 1027-1035, 1996

<sup>65</sup> Cowie J, «The technical efficiency of public private ownership in the rail industry: The case of Swiss private railways», *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol 33, pp 241-251, 2003

<sup>66</sup> Sjogren, S. «Effektiva kombiterminaler - en tillämpning av DEA», *School of Economics and Commercial Law, GU, Sweden*, 1996

<sup>67</sup> Levaggi R., «Parametric and Nonparametric Approach to Efficiency: The Case of Urban Transport in Italy», *Studi-Economici*, Vol 49 53, pp. 67–88, 1994

εξυπηρετούνται από την επιχείρηση, η μέση ταχύτητα των λεωφορείων, το κεφάλαιο που χρησιμοποιείται (το οποίο ορίζεται ως ο αριθμός των λεωφορείων σε λειτουργία), το συντελεστή φορτίων που ορίζεται ως επιβάτης-χλμ πέρα από τον αριθμό διαθέσιμων θέσεων-χλμ και την πυκνότητα των πληθυσμών. Οι δείκτες των εισροών ήταν το φορτίο, οι δαπάνες προσωπικού, το κόστος καυσίμων, άλλες μεταβλητές δαπάνες, τα χιλιόμετρα της διαδρομής, η πυκνότητα πληθυσμών και ο αριθμός λεωφορείων. Τα συμπεράσματα παρουσίασαν ως πηγές ανεπάρκειας, την υπερβολή του κεφαλαίου, μια μεγάλη εφεδρική ικανότητα και ένα υψηλό καταμερισμό της εργασίας.

Ο Viton<sup>68</sup> μελέτησε την αποδοτικότητα των αμερικανικών συστημάτων λεωφορείων, χρησιμοποιώντας την ΠΑΔ. Το δείγμα αποτελείτο από 217 δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς μεταφοράς αμερικανικών λεωφορείων που διεκπεραιώνουν τις υπηρεσίες των μεταφορών, για την περίοδο 1992-1998. Εξέτασε την θέση ότι η παραγωγικότητα των αμερικανικών λεωφορείων έχει μειωθεί τα τελευταία χρόνια. Οι χρησιμοποιούμενοι δείκτες ήταν: τα οχηματομίλια και τα ταξίδια επιβατών ως εκροές και η μέση ταχύτητα, η μέση ηλικία του στόλου, τα γαλόνια των καυσίμων του στόλου, οι ώρες εργασίας στη μεταφορά, στην συντήρηση, στην διοίκηση και στο κεφάλαιο ως εισροές. Τελικά βρήκε ότι η αποδοτικότητα των λεωφορείων έχει βελτιωθεί ελαφρώς, κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου.

Μια άλλη μελέτη είναι αυτή των Torres και Pina<sup>69</sup>. Στόχος αυτής της έρευνας είναι να συγκριθεί η αποδοτικότητα του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα στην παροχή αστικών υπηρεσιών μεταφορών. Η εργασία αυτή παρουσιάζει τα αποτελέσματα μιας εμπειρικής μελέτης που ανατίθεται από το περιφερειακό γραφείο λογιστικού ελέγχου της Καταλονίας (Ισπανία), προκειμένου να αξιολογηθεί η αποδοτικότητα των αστικών υπηρεσιών μεταφορών στις σημαντικότερες πόλεις αυτής της περιοχής. Αυτή η μελέτη αποδοτικότητας έχει πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας το μοντέλο BCC της ΠΑΔ. Οι εισροές που χρησιμοποιήθηκαν είναι: 1) τα καύσιμα ανά εκατό χιλιόμετρα, 2) το κόστος ανά χιλιόμετρο ή ανά επιβάτη και 3) η επιχορήγηση ανά επιβάτη, ενώ ως εκροές χρησιμοποιήθηκαν δείκτες παραγωγής (οχηματοχιλιόμετρα/ υπάλληλο και οχηματοχιλιόμετρα στο χρόνο/ όχημα), δείκτες επιπέδου εξυπηρέτησης (οχηματοχιλιόμετρα στο χρόνο/ κάτοικο) και δείκτες ποιότητας (ποσοστό ατυχημάτων και συχνότητα). Τα αποτελέσματα επιτρέπουν σε κάποιον να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι, στις πόλεις που μελετώνται η ιδιωτική διαχείριση της υπηρεσίας αστικών μεταφορών δεν είναι αποδοτικότερη από τη δημόσια διαχείριση.

---

<sup>68</sup> Viton P.A., «Technical efficiency in multi-mode bus transit: A production frontier analysis», *Transportation Research Vol 31B*, pp. 23–39, 1997

<sup>69</sup> Pina V. and Torres L., «Analysis of the efficiency of local government services delivery. An application to urban public transport», *Transportation Research Vol 35A*, pp 929-944, 2001

Ο Nolan<sup>70</sup> εξέτασε τα λειτουργικά και τα πολιτικά θέματα, που έχουν επιπτώσεις στην αποδοτικότητα των συστημάτων μεταφοράς. Πραγματοποίησε μια μελέτη υπολογισμού της τεχνικής αποδοτικότητας είκοσι εννέα, μεσαίου μεγέθους, αντιπροσωπειών μεταφοράς αμερικανικών λεωφορείων, εφαρμόζοντας την ΠΑΔ. Οι χρησιμοποιούμενοι δείκτες εισροών ήταν: ο αριθμός των λεωφορείων του ενεργού στόλου, ο αριθμός των υπαλλήλων και τα γαλόνια των καυσίμων που καταναλώνονται και, ως μόνη εκροή τα μίλια των οχημάτων. Πραγματοποίησε, επίσης, μια ακολουθία που διακρίνει τις ελέγξιμες ανεξάρτητες μεταβλητές όπως οι επιχορηγήσεις, η μέση ηλικία του στόλου ή τα μίλια των διαδρομών της υπηρεσίας και των μη-ελέγξιμων ανεξάρτητων μεταβλητών όπως ο καιρός, η θερμοκρασία ή η μέση ταχύτητα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι ομοσπονδιακές επιχορηγήσεις επιδρούν αρνητικά στην αποδοτικότητα της υπηρεσίας.

Οι Nolan, Ritchie και Rowcroft<sup>71</sup> συνέταξαν το 2002 μια μελέτη με βάση το νόμο αποδοτικότητας των συνδυασμένων μεταφορών επιφάνειας (ISTEA) που έγκρινε το Αμερικανικό Κογκρέσο το 1991. Ο νόμος εισήγαγε ένα σύνολο δημόσιων στόχων ως σκεπτικό για τη συνεχή κυβερνητική χρηματοδότηση και επέμβαση στις μεταφορές. Η μελέτη αυτή εξετάζει το βαθμό στον οποίο οι αστικές εταιρείες μεταφορών συμμορφώθηκαν με τις απαιτήσεις του ISTEA όσον αφορά την τεχνική και κοινωνική αποδοτικότητα. Προκειμένου να το κατορθώσουν αυτό, οι συντάκτες χρησιμοποιούν μια μέθοδο μέτρησης της τεχνικής και κοινωνικής αποδοτικότητας, την DEA. Διαπιστώθηκε ότι, γενικά, οι αστικές εταιρείες μεταφορών δεν ακολούθησαν τους κοινωνικούς στόχους που διευκρινίστηκαν από τον ISTEA.

Η εργασία των Carotenuto et al<sup>72</sup> χρησιμοποιεί την ΠΑΔ ως εργαλείο για την εκτίμηση της απόδοσης των ιταλικών εταιρειών μεταφοράς και για τη σύγκρισή τους. Με τη χρησιμοποίηση ενός ενιαίου μέτρου για την αποδοτικότητα δαπανών, την αποτελεσματικότητα δαπανών και την αποτελεσματικότητα υπηρεσιών, η ΠΑΔ εφαρμόζεται σε ένα δείγμα 63 ιταλικών εταιρειών μεταφοράς που εξυπηρετούν τις μεγάλες μητροπολιτικές περιοχές καθώς και τις μικρές πόλεις.

Ο Odeck<sup>73</sup> εξετάζει την αποδοτικότητα της Νορβηγικής εταιρείας μεταφοράς με λεωφορεία. Χρησιμοποιεί την ΠΑΔ για να μελετήσει και να αναλύσει τις διαφορές της αποδοτικότητας σε ελάττωση εισροών, σε αύξηση εκροών, και σε αποτελέσματα αποδοτικότητας κλίμακας. Επίσης, χρησιμοποιείται η σειρά δοκιμών, Mann-Whitney, για να εξετάσει για διαφορές αποδοτικότητας όσον αφορά την ιδιοκτησία, την περιοχή της λειτουργίας, και το μέγεθος. Τα αποτελέσματα

---

<sup>70</sup> Nolan J.F., «Determinants of productive efficiency in urban transit», *Logistics and Transportation Review* Vol 32, pp. 319–342, 1996

<sup>71</sup> Nolan J.F., Ritchie P.C., Rowcroft J.E., «Identifying and measuring public policy goals: ISTEA and the US bus transit industry», *Journal of Economic Behaviour & Organization* Vol. 48, pp 291–304, 2002

<sup>72</sup> Carotenutos P., Coffari A., Gastaldi M. and Levialdi N., «Analysing transportation public agencies performance using DEA», *Transportation Systems 1997*, Chania, Greece, 06/16/1997 - 06/18/1997, 1997

<sup>73</sup> Odeck J., «Ownership scale effects and efficiency of Norwegian bus operators: Empirical evidence», *International Journal of Transport Economics*, 2003

προτείνουν ότι υπάρχει γενικά μια δυνατότητα για ελάττωση των εισροών σε ολόκληρο τον τομέα περίπου 21%. Καμία σημαντική διαφορά δεν βρέθηκε μεταξύ των αστικών και των υπεραστικών λειτουργιών όσον αφορά τα αποτελέσματα αποδοτικότητας, ούτε υπήρχαν οποιεσδήποτε διαφορές απόδοσης όσον αφορά την ιδιοκτησία. Το τελευταίο αποτέλεσμα παρεκκλίνει από τις προγενέστερες διεθνείς μελέτες και μπορεί να εξηγηθεί από την έλλειψη ανταγωνισμού στις Νορβηγικές εταιρείες μεταφορών με λεωφορεία. Το κρίσιμο ζήτημα είναι ότι είναι λιγότερο θέμα των διαφορών στην ιδιοκτησία αλλά περισσότερο θέμα ευνοϊκότερης κατανομής των εισροών, η οποία ποικίλλει σύμφωνα με το μέγεθος των εταιρειών.

Οι Chu et al.<sup>74</sup> στη μελέτη τους προσπαθούν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες των διευθυντών μεταφορών, όπως και διευθυντών άλλων δημόσιων εταιρειών, που πρέπει να αξιολογήσουν την απόδοση του συστήματός τους σε σχέση με άλλες όμοιες εταιρείες. Αυτή η αξιολόγηση πρέπει να μετρήσει όχι μόνο πόσο αποδοτική είναι η εταιρεία στην παραγωγή της υπηρεσίας μεταφορών, αλλά και πόσο αποτελεσματική είναι στην προώθηση της χρησιμοποίησης της παραγόμενης υπηρεσίας. Για το λόγο αυτό εφαρμόζεται η ΠΑΔ σε δύο όμοιες ομάδες εταιρειών μεταφοράς μιας που εξυπηρετεί μεγάλες μητροπολιτικές περιοχές και άλλης που εξυπηρετεί σχετικά μικρές πόλεις και μεγάλες κωμοπόλεις. Αυτά τα παραδείγματα επεξηγούν τη σημασία μεταξύ των μέτρων της αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητας καθώς επίσης και της ευαισθησίας του προτύπου της ΠΑΔ στην επιλογή των μεταβλητών εισροής.

Οι Cowie και Asenova<sup>75</sup> εξετάζουν τις Βρετανικές εταιρείες μεταφοράς με λεωφορείο λαμβάνοντας υπόψη, τη θεμελιώδη μεταρρύθμιση στην ιδιοκτησία και στον κανονισμό. Το σύνολο των εταιρειών διαιρείται σε ιδιωτικές και δημόσιες επιχειρήσεις, με τον ιδιωτικό τομέα να χωρίζεται περαιτέρω, σε δημοσίως απεριθωμένες θυγατρικές και σε ιδιωτικές εταιρείες περιορισμένης ευθύνης. Αναλύεται η αλλαγή στη δομή της ιδιοκτησίας λόγω της ιδιωτικοποίησης, και χρησιμοποιείται η ΠΑΔ για να υπολογίσει τις αποδόσεις κλίμακας και την τεχνική αποδοτικότητα, όπως καθορίζεται από μια εκροή και τρεις εισροές. Η μελέτη απέδειξε ότι οι εν λόγω εταιρείες παρουσιάζουν μεγάλο έλλειμμα τεχνικής αποδοτικότητας, που μπορεί κατά κύριο λόγο να οφείλεται στην έλλειψη ανταγωνισμού και απεικονίζει την ολιγοπωλιακή δομή που έχει προκύψει από την ιδιωτικοποίηση. Οι ιδιωτικές επιχειρήσεις προσδιορίζονται ως πιο αποδοτικές κάτι που οφείλεται στους σημαντικά λιγότερους οργανωτικούς περιορισμούς. Τελικά εξάγεται το συμπέρασμα ότι το υψηλό έλλειμμα αποδοτικότητας στις εταιρείες μεταφοράς με λεωφορείο μπορεί να μην οφείλεται στην ιδιοκτησία, αλλά μάλλον στα χαρακτηριστικά των εταιρειών.

---

<sup>74</sup> Chu X., Fielding, G.J. and Lamar B.W., «Measuring transit performance using Data Envelopment Analysis», Transportation Research Vol 26A, pp 223-230, 1992

<sup>75</sup> Cowie J. and Asenova D., «Organisation form, scale effects and efficiency in the british bus industry», Transportation Vol 26, pp 231-248, 1999

#### **2.6.4 Αεροπορικές μεταφορές**

Ένας άλλος τομέας που έχει ερευνηθεί με την βοήθεια της ΠΑΔ είναι αυτός των αερομεταφορών. Οι μελέτες που διεξήχθησαν αφορούν την λειτουργία τόσο των αερολιμένων όσο και των αεροπορικών εταιρειών. Θα παρουσιαστούν συνοπτικά μερικά παραδείγματα για να δειχθεί η ευρεία εφαρμογή της ΠΑΔ και στην κατηγορία αυτή των μεταφορών.

Οι Adler και Berechman<sup>76</sup> το 2001 πραγματοποίησαν μια μεγάλη μελέτη για να εξακριβώσουν την τεχνική αποδοτικότητα και την ποιότητα των υπηρεσιών που παρέχονται από διάφορους αερολιμένες, παράγοντες που βαρύνουν ουσιαστικά κατά τη διαδικασία επιλογής των τελευταίων ως κόμβων από τις αεροπορικές εταιρείες. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της ΠΑΔ ενώ τα δεδομένα της, σε αντίθεση με παλαιότερες μελέτες που χρησιμοποιούσαν δεδομένα με υψηλό δείκτη υποκειμενικότητας (καθώς προέρχονταν από τους επιβάτες), προήλθαν από λεπτομερή ερωτηματολόγια που συμπλήρωσαν οι αεροπορικές εταιρείες και αφορούν σε ένα μεγάλο αριθμό ευρωπαϊκών και μη αερολιμένων. Η Μελέτη κατέδειξε ότι από την ομάδα των δυτικοευρωπαϊκών αεροδρομίων που εξετάστηκαν, εκείνα της Γένοβας, του Μιλάνου και του Μονάχου πέτυχαν υψηλότερες τιμές στην τεχνική αποδοτικότητα σε αντίθεση με τους αερολιμένες Charles de Gaulle (Παρίσι), Ελληνικό (Αθήνα) και του αεροδρομίου του Manchester που δε λειτουργούν αποδοτικά.

Οι Bailey & Williams<sup>77</sup> το 1988 πραγματοποίησαν μια μεγάλη μελέτη για δώδεκα τοπικούς και εθνικούς αερομεταφορείς των ΗΠΑ. Για τη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το 1981 έως το 1985. Πιο συγκεκριμένα, ως εισροές, χρησιμοποιήθηκαν οι διάφορες εργασίες αεροσκαφών και εδάφους (εργασίες κινήσεως εδάφους, επιβατών, αποσκευών εμπορευμάτων), εργασίες πωλήσεων και κρατήσεων, εργασίες προσωπικού πτήσεων (πιλότοι, μηχανικοί πτήσεων), εργασίες συνοδών πτήσεων, εργασίες συντήρησης, κατανάλωση καυσίμων και λιπαντικών, κόστος υλικών επισκευής και γενικά έξοδα εκτός εργατικών, κόστος ιδιοκτησίας εδάφους και εξοπλισμού, κόστος εξοπλισμού και διάφορα γενικά έξοδα. Όλες οι εργασίες μετρώνται σε ώρες, η κατανάλωση καυσίμων και λιπαντικών σε γαλιόνια ενώ τα διάφορα κόστη σε δολάρια. Από τη μελέτη εξήχθησαν χρήσιμα συμπεράσματα για την επίδραση διάφορων στρατηγικών στην αποδοτικότητα της κάθε εταιρείας καθώς και για τον τρόπο με τον οποίο συσχετίζεται η αποδοτικότητα με την ανταγωνιστική θέση της εταιρείας.

---

<sup>76</sup> Adler N. and Berechman J, «Measuring airport quality from the airlines viewpoint: An application of data envelopment analysis», *Transport Policy* Vol 8, pp. 171-181, 2001

<sup>77</sup> Bailey E. E. and Williams J. R., «Sources of Economic Rent in the Deregulated Airline Industry», *Journal of Law and Economics* Vol 31, pp 173-202, 1988

Οι Bazargan, και Vasigh<sup>78</sup> ανέλυσαν την αποδοτικότητα 45 αμερικανικών αερολιμένων διαφόρου μεγέθους. Οι Gillen και Lall<sup>79</sup> εκτίμησαν την αποδοτικότητα 22 αμερικανικών αερολιμένων με σκοπό να βοηθήσουν τους υπεύθυνους να υιοθετήσουν πιο αποδοτικές στρατηγικές διαχείρισης. Οι Pels et al.<sup>80</sup> εξετάζουν τις αποδοτικότητες των Ευρωπαϊκών αερολιμένων και συμπεραίνουν πως υπάρχουν ελλείψεις σε αυτές. Ο Parker<sup>81</sup> μελετά την απόδοση της πρώην Βρετανικής αρχής αερολιμένων (BAA) πριν και μετά από την ιδιωτικοποίηση. Τέλος, οι Bowen et al.<sup>82</sup>, στην εργασία τους που παρουσιάστηκε στην Παγκόσμια Διάσκεψη Κοινωνικής Έρευνας Αεροπορικών Μεταφορών, (Τουλούζη, Γαλλία, στις 10-12 Ιουλίου, το 2003) εφάρμοσαν την ΠΑΔ για τη μελέτη της λειτουργικής αποδοτικότητας των μεγαλύτερων αερολιμένων της Βενεζουέλας.

### **2.6.5 Θαλάσσιες μεταφορές**

Οι λιμένες διαμορφώνουν μια ζωτικής σημασίας σύνδεση στη γενική αλυσίδα των εμπορικών συναλλαγών και, συνεπώς, η αποδοτικότητα των λιμένων είναι σημαντικός παράγοντας στη διεθνή ανταγωνιστικότητα ενός έθνους. Η ΠΑΔ χρησιμοποιείται και σε αυτόν τον τομέα.

Ο Tongzon<sup>83</sup> πραγματοποίησε μια σύγκριση της τεχνικής αποδοτικότητας μεταξύ λιμένων εφαρμόζοντας την ΠΑΔ. Ειδικότερα, η μελέτη προσδιόρισε την αποδοτικότητα για τέσσερις Αυστραλιανούς και δώδεκα άλλους διεθνείς λιμένες που χρησιμοποιούν εμπορευματοκιβώτια. Η μελέτη απέδειξε ότι οι λιμένες της Μελβούρνης, του Ρότερνταμ, της Γιοκοχάμα και της Οσακα είναι οι λιγότερο αποδοτικοί, τόσο με την υπόθεση της κλίμακας σταθερών αποδόσεων (CRS) όσο και με την υπόθεση της κλίμακας μεταβλητών αποδόσεων (VRS). Ως βασικότεροι λόγοι της ανεπαρκούς λειτουργίας τους, αναφέρονται οι μεγάλες ελλείψεις σε προβλήτες και τερματικούς σταθμούς για εμπορευματοκιβώτια καθώς και εργατικού δυναμικού. Η μελέτη παρουσιάζει επίσης ορισμένα συμπεράσματα για την τακτική που θα πρέπει να ακολουθούν τα λιμάνια και προτείνει μερικά πεδία για μελλοντική έρευνα.

---

<sup>78</sup> Bazargan M. and Vasigh B., «Size versus efficiency: A case study of US commercial airports», *Journal of Air Transport Management.*, 2003

<sup>79</sup> Gillen D. and Lall A. «Non parametric measures of efficiency of us airports», *International Journal of Transport Economics*, 10/00/2001

<sup>80</sup> Pels E., Nijkamp P. and Rietveld P., «Inefficiencies and scale economies of European airport operations», *Transportation Research. Part E: Logistics & Transport Review*, 2003

<sup>81</sup> Parker D., «The performance of BAA before and after privatization», *Journal of Transport Economics and Policy Vol 5*, 1999

<sup>82</sup> Bowen B., Gudmundsson S. and Oum T., *The conference proceeding of the 2003 Air Transport Research Society (ATRS) World Conference, volume 4, Air Transport Research Society World Conference, Toulouse, France, 07/10/2003 - 07/12/2003.*

<sup>83</sup> Tongzon J., «Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using DEA», *Transportation Research. Part A: Policy and Practice*, 2001



Οι Cullinane et al.<sup>84</sup> διερεύνησαν τη σχέση ανάμεσα στην ιδιωτικοποίηση των λιμένων και την αύξηση της τεχνικής αποδοτικότητας των εμπορευματικών δραστηριοτήτων τους χρησιμοποιώντας την ΠΑΔ και απέδειξαν ότι η ενεργότερη συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα σε αυτές δε συνεπάγεται αυτομάτως και βελτίωση της παραγωγικότητας. Οι Budria et al.<sup>85</sup>, χρησιμοποιώντας την ΠΑΔ, παρουσιάζουν τα αποτελέσματα μιας μελέτης της σχετικής αποδοτικότητας όλων των ισπανικών λιμενικών αρχών κατά τη διάρκεια της περιόδου του 1993-1997.

Οι Bonilla et al.<sup>86</sup> εξετάζουν την αποδοτικότητα κυκλοφορίας των προϊόντων στο ισπανικό σύστημα λιμένων. Οι Turner et al.<sup>87</sup>, (2004) μετρούν την αύξηση της παραγωγικότητας των θαλάσσιων λιμένων της Βόρειας Αμερικής από το 1984 ως το 1997 και συμπεραίνουν πως η παραγωγικότητα σχετίζεται με τον αριθμό των σιδηροδρόμων που συνδέουν ένα λιμάνι. Τέλος, ο Barros<sup>88</sup> αναλύει την τεχνική αποδοτικότητα των πορτογαλικών θαλάσσιων λιμένων. Ανάλογα με τη διοικητική πολιτική που υιοθετείται από τη διεύθυνση, μπορούν να προκληθούν βελτίωση ή χειροτέρευση της αποδοτικότητας.

Από τα παραπάνω παραδείγματα συμπεραίνουμε πως η ΠΑΔ αποτελεί μια ευρύτατα διαδεδομένη και χρησιμοποιούμενη μέθοδο προσδιορισμού της αποδοτικότητας στον τομέα των μεταφορών σε παγκόσμια κλίμακα. Μάλιστα, η διεθνώς ακολουθούμενη πρακτική αποτελεί πολύτιμο οδηγό για την εφαρμογή στην παρούσα μελέτη.

---

<sup>84</sup> Cullinane K., Ping Ji and Teng-fei Wang, «The relationship between privatization and DEA estimates of efficiency in the container port industry», *Journal of Economics and Business*, Vol. 57, pp 433-462, 2005

<sup>85</sup> Martinez-Budria E., Diaz-Armas R., Navarro-Ibanez M. and Ravelo-Mesa T., (06/00/1999), «A study of the efficiency of Spanish port authorities using DEA», *International Journal of Transport Economics*, 1999

<sup>86</sup> Bonilla M., Medal A., Casaus T. and Sala R., (06/00/2002), «The traffic in Spanish ports: An efficiency analysis», *International Journal of Transport Economics*, 2002

<sup>87</sup> Turner H., Windle R. and Dresner, «North American container port productivity: 1984-1997» *Transportation Research. Part E: Logistics & Transport Review*, 2004

<sup>88</sup> Barros C.P., «The measurement of efficiency of Portuguese sea port authorities with DEA», *International Journal of Transport Economics*, 2003

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Η ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΙΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΕΕ

#### 3.1 Η φθίνουσα πορεία των σιδηροδρόμων και το σύγχρονο μεταφορικό περιβάλλον

Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο οι σιδηρόδρομοι ακολούθησαν τα τελευταία χρόνια, με εξαίρεση τις υπηρεσίες intercity, φθίνουσα πορεία, καθώς δε μπόρεσαν να αντιμετωπίσουν επιτυχώς τον ανταγωνισμό τόσο των οδικών μεταφορών (κυρίως του Ι.Χ.) όσο και του αεροπλάνου. Είναι χαρακτηριστικό<sup>89</sup> ότι το μερίδιο των ναύλων των σιδηροδρόμων στην αγορά μεταφορών μειώθηκε από 21% το 1970 σε 8,4% το 1998, ενώ στις Ηνωμένες Πολιτείες παραμένει 40%. Παράλληλα, οι σιδηροδρομικές μεταφορές επιβατών από 217 δισεκατομμύρια επιβάτες/ km το 1970 έφθασαν μόλις τα 290 δισεκατομμύρια το 1998 αν και οι συνολικές μετακινήσεις επιβατών κατά την ίδια περίοδο αυξήθηκε κατά 145%. Έτσι, κάθε χρόνο κλείνουν 600km σιδηροτροχιών! Για την πορεία αυτή ευθύνονται τόσο οι σιδηρόδρομοι, που είχαν επαναπαυτεί σε μια κατάσταση που εξυπηρετούσε και δεν έκαναν τις προσπάθειες που θα μπορούσαν να είχαν κάνει για να βελτιώσουν τις προσφερόμενες υπηρεσίες και να μειώσουν το κόστος παροχής των υπηρεσιών τους, όσο και το κράτος που τους επιβάρυνε διαρκώς και δεν δημιούργησε τις προϋποθέσεις ανάπτυξής τους<sup>90</sup>.

Η ανωτέρω περιγραφείσα ανισορροπία στην κατανομή των μεριδίων στην αγορά των μεταφορών σε συνδυασμό με την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής στις μεγάλες πόλεις, την κυκλοφοριακή συμφόρηση στους οδικούς άξονες αλλά και στα αεροδρόμια, τις αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και την υγεία των πολιτών από τη ατμοσφαιρική και ακουστική ρύπανση, όπως και το βαρύ τίμημα από την έλλειψη ασφάλειας στους δρόμους, Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα, για να ανακόψει αυτή την πορεία, εξέδωσε ένα σύνολο νομοθετημάτων, κύριος στόχος των οποίων είναι η ανασυγκρότηση των σιδηροδρομικών μεταφορών με την προοδευτική δημιουργία ενός ολοκληρωμένου σιδηροδρομικού χώρου σε ευρωπαϊκή κλίμακα προκειμένου ο τελευταίος να μπορέσει να διαδραματίσει κεντρικό ρόλο στο μεταφορικό περιβάλλον.

Προτού αναφερθούμε όμως στην πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις σιδηροδρομικές μεταφορές είναι σκόπιμο να παρουσιασθούν οι βασικές αρχές της κοινοτικής πολιτικής στις μεταφορές, στις οποίες άλλωστε υπάγεται και ο σιδηρόδρομος.

---

<sup>89</sup> Λευκή βίβλος 2001: «Η ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών με ορίζοντα το έτος 2010: η ώρα των επιλογών»

<sup>90</sup> European Conference of Ministers of Transport (ECMT), Railway reform, Paris 2001

### **3.2 Κοινοτική πολιτική στις μεταφορές: ιστορική αναδρομή και Βασικές Αρχές**

#### **3.2.1 Βασικές Αρχές της Κοινοτικής πολιτικής μεταφορών<sup>91</sup>**

Οι βασικές αρχές της Κοινοτικής πολιτικής μεταφορών, που προκύπτουν από τις θεμελιώδεις συνθήκες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μπορούν να συνοψισθούν στα εξής σημεία:

- α. Ελεύθερη παροχή μεταφορικών υπηρεσιών (ανεξαρτήτως εθνικότητας) και ισότιμη είσοδος στην αγορά μεταφορών στις διάφορες χώρες-μέλη,
- β. Περιορισμός των διαφόρων εμποδίων (κυρίως διασυνοριακών) ώστε να δημιουργηθεί μια ενιαία μεταφορική υποδομή στην Ευρωπαϊκή Ένωση,
- γ. Άρση των διαφόρων τεχνικών εμποδίων (π.χ. εθνικοί κανονισμοί, προδιαγραφές κλπ), ομογενοποίηση και ενιαία ρύθμιση σε κοινοτικό επίπεδο,
- δ. Προοδευτική κατάργηση των διαφορών στα εισπραττόμενα τέλη και φόρους στις μεταφορικές υπηρεσίες στις διάφορες χώρες-μέλη,
- ε. Βαθμιαία κατάργηση των κάθε μορφής κρατικών επιδοτήσεων προς συγκεκριμένες επιχειρήσεις μεταφορών και τόνωση του ανταγωνισμού,
- στ. Μεγαλύτερη έμφαση στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των διαφόρων συστημάτων μεταφορών και προσπάθεια μείωσης των δυσμενών επιπτώσεων τους.

#### **3.2.2 Ιστορική αναδρομή**

Η Κοινοτική πολιτική στις μεταφορές πηγάζει από τις θεμελιώδεις συνθήκες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και ειδικότερα από:

- α. Τη συνθήκη της Ρώμης
- β. Την ενιαία ευρωπαϊκή πράξη
- γ. Τη συνθήκη του Μάαστριχ
- δ. Τη συνθήκη του Άμστερνταμ
- ε. Τις λευκές βίβλους.

Η Συνθήκη της Ρώμης αφιερώνει τον Τίτλο IV, αποτελούμενο από τα άρθρα 70 – 80 (πρώην άρθρα 74 – 84) στις μεταφορές. Στόχος είναι η διαμόρφωση μιας κοινής πολιτικής στις μεταφορές. Επισημαίνεται ότι η κοινή πολιτική αφορά ρητά τις χερσαίες μεταφορές (σιδηροδρομικές, οδικές

---

<sup>91</sup> Προφυλλίδης Β., «Οικονομική των μεταφορών», εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη 2004

και εσωτερικές πλωτές στα ποτάμια, στις λίμνες και τις διώρυγες) και δυνητικά τις θαλάσσιες και αεροπορικές μεταφορές.

Για την υλοποίηση της κοινής πολιτικής μεταφορών, η Συνθήκη της Ρώμης, όπως τροποποιήθηκε και από τη Συνθήκη του Άμστερνταμ, προβλέπει τη θέσπιση κοινών κανόνων εφαρμοστέων στις διεθνείς μεταφορές που εκτελούνται από ή προς την επικράτεια ενός κράτους-μέλους ή που διέρχονται από την επικράτεια ενός ή περισσότερων κρατών-μελών, όρων υπό τους οποίους γίνονται δεκτοί στις εθνικές μεταφορές ενός κράτους-μέλους μεταφορείς μη εγκατεστημένοι σε αυτό, όπως και κάθε άλλης χρήσιμης διάταξης.

Μάλιστα, για να αποφευχθούν διακρίσεις, η Συνθήκη επέβαλε τη δέσμευση όπως, μέχρις ότου υλοποιηθεί η κοινή πολιτική μεταφορών, κανένα κράτος-μέλος δεν θα μπορούσε να καταστήσει λιγότερο ευνοϊκές τις διατάξεις του τομέα μεταφορών όσον αφορά την έμμεση επίπτωση στους μεταφορείς άλλων κρατών-μελών σε σχέση με τους εθνικούς μεταφορείς. Ταυτόχρονα, για κάθε μέτρο σχετικά με τις τιμές και τους όρους μεταφοράς έπρεπε να λαμβάνεται υπόψη η οικονομική κατάσταση των μεταφορέων.

Στα χρόνια που ακολούθησαν η Ευρωπαϊκή Κοινότητα δεν μπόρεσε, ή δεν θέλησε, να υλοποιήσει την κοινή πολιτική μεταφορών που προβλεπόταν στη συνθήκη της Ρώμης. Το Συμβούλιο των Υπουργών δεν κατάφερε για τριάντα περίπου χρόνια να μετουσιώσει τις προτάσεις της Επιτροπής σε συγκεκριμένες δράσεις. Αυτό που τελικώς έπεισε τα κράτη μέλη να αποδεχθούν το νομοθετικό ρόλο της Κοινότητας ήταν η διαπίστωση της ανεπάρκειας του Συμβουλίου από το Ευρωπαϊκό Δικαστήριο το 1985.

Το 1992, η συνθήκη του Μάαστριχ<sup>92</sup> ενίσχυσε ουσιαστικά τις πολιτικές, θεσμικές και δημοσιονομικές βάσεις της πολιτικής μεταφορών με δύο βασικά μέτρα: Αφενός, απλοποίησε και βελτίωσε τη διαδικασία λήψης αποφάσεων (η ειδική πλειοψηφία αντικατέστησε, κατ' αρχήν, την ομοφωνία παρόλο που η τελευταία συνεχίζει πρακτικά να κυριαρχεί στο Συμβούλιο των Υπουργών) και αφετέρου, εισήγαγε την έννοια του διευρωπαϊκού δικτύου, γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη σε ευρωπαϊκό επίπεδο ρυθμιστικού σχεδίου των υποδομών μεταφορών που είναι δικαιούχοι κοινοτικής οικονομικής ενίσχυσης.

Σε αυτές τις βάσεις, δημοσιεύθηκε τον Δεκέμβριο του 1992 η πρώτη Λευκή Βίβλος της Επιτροπής με αντικείμενο τη «μελλοντική ανάπτυξη της κοινής πολιτικής μεταφορών», η βασική αρχή της οποίας ήταν η απελευθέρωση της αγοράς των μεταφορών.

Το 2001 δημοσιεύθηκε μια ακόμη Λευκή Βίβλος για την πολιτική των μεταφορών που έχει ως κεντρικό στόχο την αποκατάσταση των μεριδίων μεταξύ των διαφόρων μεταφορικών μέσων στα επίπεδα του 1998 ώστε να ευνοηθεί η επανεξισορρόπηση των μεριδίων τους με ορίζοντα το 2010. Προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος αυτός, η βίβλος προτείνει τη λήψη ορισμένων μέτρων

---

<sup>92</sup> Λευκή Βίβλος 2001: «Η ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών με ορίζοντα το έτος 2010: η ώρα των επιλογών»

(τιμολόγηση των οδικών μεταφορών, εκσυγχρονισμός των υποδομών των κλάδων των μεταφορών εκτός της οδικής, επενδύσεις για τα διευρωπαϊκά δίκτυα) και την προώθηση μιας πολιτικής επενδύσεων στις υποδομές που αφορούν το σιδηρόδρομο, τις εσωτερικές πλωτές οδούς, τις θαλάσσιες μεταφορές μικρών αποστάσεων και τις διατροφικές μεταφορές.

### **3.3 Η Κοινοτική πολιτική στις Σιδηροδρομικές μεταφορές**

Στο σημερινό απελευθερωμένο περιβάλλον της αγοράς των μεταφορών, οι σιδηρόδρομοι δεν μπορούν να παραμείνουν με την οργάνωση που είχαν επί δεκαετίες και να επαναπαύονται σε δραστηριότητες μονοπωλιακού χαρακτήρα. Η ιδιομορφία του σιδηροδρόμου να είναι επιχείρηση μεταφορών αλλά ταυτόχρονα να διαχειρίζεται και τη σιδηροδρομική του υποδομή, αφενός καθιστά αδιαφανή τα οικονομικά του και αφετέρου αποκλείει οποιαδήποτε δυνατότητα εισαγωγής του ανταγωνισμού με την είσοδο και άλλων επιχειρήσεων παροχής σιδηροδρομικών υπηρεσιών. Γι' αυτό πρέπει να υπάρξει (τουλάχιστο λογιστικά) διαχωρισμός μεταξύ Υποδομής και Εκμετάλλευσης. Έτσι θα είναι γνωστό τι δαπανάται για την Υποδομή (που περιέρχεται υπό οιοδήποτε κρατική αρμοδιότητα, όπως άλλωστε και οι περισσότερες λοιπές υποδομές) και τι για την Εκμετάλλευση. Ο διαχωρισμός αυτός δεν αποκλείει την κατάτμηση σε δύο ή περισσότερες Εταιρείες. Οι σιδηροδρομικές επιχειρήσεις Εκμετάλλευσης που διατρέχουν την Υποδομή θα καταβάλλουν τέλη χρήσης, που υπολογίζονται ώστε να καλύπτουν μέρος ή το σύνολο των δαπανών λειτουργίας και συντήρησης της Υποδομής.

Οι προηγούμενες διαπιστώσεις για τις ιδιαιτερότητες του σιδηροδρόμου και τα μέτρα ώστε να ανακοπεί η φθίνουσα πορεία τους και να εισαχθεί το στοιχείο του ανταγωνισμού αποτέλεσαν το υπόβαθρο της πολιτικής των σιδηροδρομικών μεταφορών στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Από τη σωρεία Κοινοτικών ρυθμίσεων που αφορούν τις σιδηροδρομικές μεταφορές, κυριότερες για τη νέα οργάνωση των σιδηροδρόμων είναι οι παρακάτω:

#### **α. Κανονισμός 69/1191**<sup>93</sup>

Ο Κανονισμός (ΕΟΚ) αριθ. 69/1191 του Συμβουλίου της 26<sup>ης</sup> Ιουνίου 1969, καθώς και η τροποποίησή του από τον Κανονισμό 91/1893, αναφέρεται στις ενέργειες των Κρατών μελών που αφορούν στις υποχρεώσεις που είναι συνυφασμένες με την έννοια της δημόσιας υπηρεσίας στον τομέα των σιδηροδρομικών, οδικών και εσωτερικών πλωτών μεταφορών. Ο Κανονισμός αυτό βασίστηκε αφενός στα άρθρα 75 και 94 της Συνθήκης ίδρυσης της ΕΟΚ και αφετέρου στην Απόφαση της 13<sup>ης</sup> Μαΐου 1965 περί εναρμόνισης ορισμένων διατάξεων που επηρεάζουν τον ανταγωνισμό στις σιδηροδρομικές, οδικές και εσωτερικές πλωτές μεταφορές.

<sup>93</sup>Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων υπ. αριθ. L156 της 28/6/1969, σελ 0001 – 0007

Ως υποχρεώσεις δημόσιας υπηρεσίας νοούνται οι υποχρεώσεις, τις οποίες οι επιχειρήσεις μεταφορών, αν ελάμβαναν αποκλειστικά υπόψη τα δικά τους συμφέροντα, δεν θα ανέλαμβάναν ή δεν θα ανέλαμβάναν στην ίδια έκταση ή με τους ίδιους όρους. Οι υποχρεώσεις αυτές περιλαμβάνουν τη λειτουργία, τη μεταφορά και την τιμολόγηση. Οι αποφάσεις για διατήρηση ή κατάργηση, συνολικά ή μερικώς, μετά από ορισμένο χρόνο, υποχρεώσεων δημόσιας υπηρεσίας, πρέπει να προβλέπουν την αντιστάθμιση των οικονομικών βαρών που προκύπτουν από αυτές.

β. Κανονισμός 70/1107<sup>94</sup>

Ο Κανονισμός (ΕΟΚ) αριθ. 70/1107 του Συμβουλίου της 4<sup>ης</sup> Ιουνίου 1970 αναφέρεται στις ενισχύσεις που χορηγούνται στον τομέα των σιδηροδρομικών, οδικών και εσωτερικών πλωτών μεταφορών.

Ως ενισχύσεις κατά την έννοια του Κανονισμού 70/1107 νοούνται οι ακόλουθες περιπτώσεις:

(1) Επί θεμάτων συντονισμού των μεταφορών:

(α) Όταν οι χορηγούμενες ενισχύσεις στις σιδηροδρομικές επιχειρήσεις που δεν υπάγονται στον Κανονισμό 69/1192 προορίζονται να αντισταθμίσουν πρόσθετες οικονομικές επιβαρύνσεις που υφίστανται οι εν λόγω επιχειρήσεις σε σχέση με άλλες μεταφορικές επιχειρήσεις,

(β) Μέχρις ότου αρχίσουν να ισχύουν οι κοινοί κανόνες σε θέματα καταλογισμού του κόστους υποδομής, όταν οι ενισχύσεις χορηγούνται σε επιχειρήσεις που φέρουν το βάρος δαπανών σχετικών με την υπ' αυτών χρησιμοποιούμενη υποδομή, ενώ άλλες επιχειρήσεις δεν υπόκεινται σε παρόμοιες επιβαρύνσεις,

(γ) Όταν σκοπός των ενισχύσεων είναι η διευκόλυνση της έρευνας και ανάπτυξης τρόπων και τεχνολογίας μεταφορών πιο οικονομικών για το κοινωνικό σύνολο. Πάντως, οι ενισχύσεις αυτές πρέπει να περιορίζονται στο πειραματικό στάδιο και να μην καλύπτουν τη φάση της εμπορικής εκμετάλλευσης των εν λόγω τρόπων και τεχνολογιών μεταφορών,

(δ) Μέχρις ότου αρχίσουν να ισχύουν οι Κοινοτικοί κανόνες περί πρόσβασης στην αγορά μεταφορών, όταν οι ενισχύσεις χορηγούνται κατ' εξαίρεση και προσωρινά με σκοπό να εξαλείψουν, στο πλαίσιο ενός σχεδίου εξυγίανσης, μια υπερδυναμικότητα που προκαλεί διαρθρωτικές δυσχέρειες και να συμβάλλουν έτσι στην αποτελεσματικότερη ικανοποίηση των αναγκών της αγοράς μεταφορών,

(2) Επί θεμάτων αποκατάστασης ορισμένων βαρών συνυφασμένων με την έννοια της δημόσιας υπηρεσίας.

---

<sup>94</sup> Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων υπ. αριθ. L130 της 15/6/1970, σελ 1 – 3

Ο Κανονισμός 70/1107 βασίζεται στην ίδια τεκμηρίωση όπως οι Κανονισμοί 69/1191 και 69/1192.

γ. Οδηγία 91/440<sup>95</sup>

Η Οδηγία 91/440 του Συμβουλίου της 29<sup>ης</sup> Ιουλίου 1991 αναφέρεται στην ανάπτυξη των Κοινοτικών σιδηροδρόμων. Η Οδηγία αυτή θεωρείται ως ένα από τα πλέον σημαντικά θεσμικά κείμενα της (τότε) ΕΟΚ για το σιδηρόδρομο και επέφερε ριζική ανατροπή της μέχρι τότε επικρατούσας κατάστασης στο χώρο.

Ο σκοπός της Οδηγίας 91/440 είναι να διευκολύνει την προσαρμογή των Κοινοτικών σιδηροδρόμων στις απαιτήσεις της ενιαίας αγοράς και να αυξήσει την αποτελεσματικότητά τους. Για την επίτευξη του στόχου αυτού η οδηγία προβλέπει:

(1) Την εξασφάλιση της διαχειριστικής ανεξαρτησίας των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων: Οι σιδηροδρομικές επιχειρήσεις αποκτούν καθεστώς αυτοτέλειας, όσον αφορά τη διεύθυνση, τη διαχείριση, τη διοίκηση και τον εσωτερικό διοικητικό, οικονομικό και λογιστικό έλεγχο και διαχωρίζουν πλήρως από το κράτος τα περιουσιακά τους στοιχεία, τον προϋπολογισμό τους και τα λογιστικά τους βιβλία.

(2) Το διαχωρισμό της διαχείρισης της σιδηροδρομικής υποδομής από την εκμετάλλευση των μεταφορικών υπηρεσιών των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων,

(3) Την εξυγίανση της οικονομικής διάρθρωσης των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων: Η δραστηριότητα των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων προσαρμόζεται στην αγορά, με σκοπό την παροχή αποτελεσματικών και κατάλληλων υπηρεσιών με το χαμηλότερο δυνατό κόστος, ενώ η διαχείριση στηρίζεται στις αρχές των εμπορικών εταιρειών, ακόμη και όσον αφορά τις υποχρεώσεις δημόσιας υπηρεσίας. Η δραστηριότητα αυτή συμπεριλαμβάνει τα προγράμματα επενδυτικών και χρηματοδοτικών σχεδίων, με στόχο την επίτευξη οικονομικής ισορροπίας.

(4) Την εξασφάλιση του δικαιώματος πρόσβασης στα σιδηροδρομικά δίκτυα των κρατών-μελών στις διεθνείς ενώσεις σιδηροδρομικών επιχειρήσεων, καθώς και στις σιδηροδρομικές επιχειρήσεις που εκτελούν διεθνείς συνδυασμένες μεταφορές εμπορευμάτων.

Θα πρέπει να τονισθεί ότι η οδηγία διακρίνει τον προβλεπόμενο διαχωρισμό σε λογιστικό και σε οργανικό ή θεσμικό, όπου ο μεν λογιστικός διαχωρισμός θα είναι υποχρεωτικός, ενώ ο οργανικός ή θεσμικός διαχωρισμός προαιρετικός. Παράλληλα απαγορεύεται η μεταφορά ενισχύσεων από την υποδομή στην εκμετάλλευση και αντίστροφα.

Το πεδίο εφαρμογής της Οδηγίας 91/440 καλύπτει τη διαχείριση της σιδηροδρομικής υποδομής και τις δραστηριότητες σιδηροδρομικών μεταφορών των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων, οι οποίες είναι εγκατεστημένες ή πρόκειται να εγκατασταθούν σε κράτος-μέλος.

---

<sup>95</sup> Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων υπ. αριθ. L237 της 24/8/91, σελ 25-28

Από το πεδίο εφαρμογής της οδηγίας εξαιρούνται οι σιδηροδρομικές επιχειρήσεις των οποίων η δραστηριότητα περιορίζεται στην εκμετάλλευση αστικών, προαστιακών ή περιφερειακών μεταφορών.

Η Οδηγία 91/440 κυρώθηκε νομοθετικά από την Ελλάδα με το ΠΔ αριθ. 324/96, το οποίο δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ αριθ. 220, τεύχος δεύτερο, της 9.9.1996. Με το υπόψη ΠΔ ανατέθηκε στον ΟΣΕ η διαχείριση της σιδηροδρομικής υποδομής στην Ελλάδα.

δ. Οδηγία 92/106<sup>96</sup>

Η Οδηγία 92/106 του Συμβουλίου της 7<sup>ης</sup> Δεκεμβρίου 1992 αναφέρεται στη θέσπιση κοινών κανόνων για ορισμένες συνδυασμένες εμπορευματικές μεταφορές μεταξύ κρατών-μελών.

Η υπόψη Οδηγία εφαρμόζεται στις δραστηριότητες συνδυασμένων μεταφορών, με την επιφύλαξη του Κανονισμού (ΕΟΚ) αριθ. 92/881 (του Συμβουλίου της 26<sup>ης</sup> Μαρτίου 1992) σχετικά με την πρόσβαση στη αγορά οδικών εμπορευματικών μεταφορών μέσα στην Κοινότητα, οι οποίες έχουν ως σημείο αναχώρησης ή προορισμού το έδαφος κράτους-μέλους ή διέρχονται από το έδαφος ενός ή περισσότερων κρατών-μελών.

Ως συνδυασμένες μεταφορές νοούνται, με βάση την Οδηγία 92/106, οι εμπορευματικές μεταφορές μεταξύ κρατών μελών κατά τις οποίες το φορτηγό ή ρυμουλκούμενο ή ημιρυμουλκούμενο με ή χωρίς ρυμουλκό, το κινητό αμάξωμα ή το εμπορευματοκιβώτιο 20 ποδών και άνω χρησιμοποιούν το οδικό δίκτυο για το αρχικό ή τελικό τμήμα της διαδρομής και, για το υπόλοιπο τμήμα, το σιδηροδρομικό δίκτυο ή τις εσωτερικές πλωτές οδούς ή μια διαδρομή δια θαλάσσης, όταν η διαδρομή αυτή υπερβαίνει τα 100 χιλιόμετρα σε ευθεία γραμμή και διανύουν την αρχική ή τελική οδική διαδρομή, είτε ανάμεσα στο σημείο φόρτωσης του εμπορεύματος και τον πλησιέστερο κατάλληλο σιδηροδρομικό σταθμό εκφόρτωσης και το σημείο εκφόρτωσης του εμπορεύματος για την τελική διαδρομή, είτε μέσα σε ακτίνα που δεν υπερβαίνει τα 150 χιλιόμετρα σε ευθεία γραμμή, από τον ποτάμιο ή θαλάσσιο λιμένα φόρτωσης ή εκφόρτωσης. Η Οδηγία 92/106 μεταφέρθηκε στο εθνικό μας δίκαιο με το Π.Δ. 431/95.

ε. Οδηγία 95/18<sup>97</sup>

Η Οδηγία 95/18 του Συμβουλίου της 19<sup>ης</sup> Ιουνίου αναφέρεται στα κριτήρια που εφαρμόζονται κατά τη χορήγηση, την παράταση ή την τροποποίηση αδειών που παρέχονται από τα κράτη μέλη σε σιδηροδρομικές επιχειρήσεις οι οποίες είναι εγκατεστημένες ή πρόκειται να εγκατασταθούν στην Κοινότητα εφόσον παρέχουν τις υπηρεσίες που προβλέπονται από την Οδηγία 91/440. Η Οδηγία 92/106 μεταφέρθηκε στο εθνικό μας δίκαιο με το Π.Δ. 76/98.

---

<sup>96</sup> Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων υπ. αριθ. L368 της 17/12/92, σελ. 38-42

<sup>97</sup> Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων υπ. αριθ. L143 της 27/06/95, σελ. 70-74



στ. Οδηγία 95/19<sup>98</sup>

Η Οδηγία 95/19 του Συμβουλίου της 19<sup>ης</sup> Ιουνίου 1995 αναφέρεται στις αρχές και διαδικασίες για τη χορήγηση δικαιώματος χρήσης της σιδηροδρομικής υποδομής και τη χρέωση τελών υποδομής των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων που είναι εγκατεστημένες ή που πρόκειται να εγκατασταθούν στην Ευρωπαϊκή Ένωση, και τις διεθνείς ενώσεις τους, εφόσον οι εν λόγω επιχειρήσεις και ενώσεις παρέχουν τις υπηρεσίες που ορίζονται στην Οδηγία 91/440. Μεταξύ των προϋποθέσεων που τίθενται είναι και η κατοχή πιστοποιητικού ασφαλείας ώστε η σιδηροδρομική υπηρεσία να παρέχεται χωρίς κινδύνους. Από την εφαρμογή της Οδηγίας εξαιρέθηκαν οι σιδηροδρομικές επιχειρήσεις των οποίων η δραστηριότητα περιορίζεται αποκλειστικά στην εκμετάλλευση των αστικών, προαστιακών ή περιφερειακών μεταφορών. Η Οδηγία 95/19 μεταφέρθηκε στο εθνικό μας δίκαιο με το Π.Δ. 180/98.

Έχει επικρατήσει οι Οδηγίες 91/440, 95/18, 95/19 να καλούνται σιδηροδρομικό πακέτο μηδέν.

ζ. Η Λευκή Βίβλος για τους Ευρωπαϊκούς Σιδηροδρόμους (7/1996)

Η λευκή αυτή βίβλος αναφέρεται μόνος τους σιδηροδρόμους και παρουσιάζει τους άξονες ώστε οι Σιδηρόδρομοι των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης να γίνουν πιο αποτελεσματικοί, προσανατολισμένοι προς τον καταναλωτή, ελκυστικοί στο κοινό, λιγότερο δαπανηροί και να λειτουργούν ως υγιείς επιχειρήσεις. Η Λευκή Βίβλος κινείται προς την κατεύθυνση μεγαλύτερης συμμετοχής του ιδιωτικού τομέα στις σιδηροδρομικές δραστηριότητες και περαιτέρω διαχωρισμού της Σιδηροδρομικής Επιχείρησης Εκμετάλλευσης σε επιμέρους ενότητες (π.χ. Επιβατικές Μεταφορές, Προαστιακή Εξυπηρέτηση, Εμπορευματικές Μεταφορές, κ.λπ.). Καθεμιά από τις Ενότητες αυτές θα έχει δική της οργάνωση και διοίκηση και θα υποχρεούται να επιδιώκει ισοσκελισμένα οικονομικά.

η. Οδηγία 2001/12<sup>99</sup>

Η εν λόγω οδηγία:

- (1) Εξειδικεύει περαιτέρω το διαχωρισμό Υποδομής – εκμετάλλευσης (με υποχρέωση λογιστικού διαχωρισμού επιβατικών και εμπορευματικών εφαρμογών),
- (2) Θεσπίζει τη διαφάνεια μεταξύ των δραστηριοτήτων Σιδηροδρομικών Επιχειρήσεων – Διαχειριστή Υποδομής και απαγορεύει τη μεταφορά κρατικών ενισχύσεων μεταξύ των δύο αυτών δραστηριοτήτων,
- (3) Θεσπίζει την ανεξαρτησία των Σιδηροδρομικών Επιχειρήσεων

---

<sup>98</sup> Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων υπ. αριθ. L143 της 27/06/95, σελ. 75–78

<sup>99</sup> Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων υπ. αριθμ. L 075, 15/03/2001, σελ. 1–25.

(4) Θεσπίζει τη δίκαιη και χωρίς διακρίσεις πρόσβαση στην Υποδομή, αρμοδιότητα που δε μπορεί να ασκείται από Σιδηροδρομική Επιχείρηση.

(5) Θεσμοθετεί Ρυθμιστικό φορέα με αρμοδιότητα την εποπτεία και τη διασφάλιση του υγιούς ανταγωνισμού.

Στην οδηγία προβλέπεται πενταετής εξαίρεση (από 15/3/2003) για την Ιρλανδία, το Ηνωμένο Βασίλειο και την Ελλάδα για ζητήματα ανάθεσης σε ανεξάρτητο φορέα του καθήκοντος καθορισμού ισότιμα και χωρίς διακρίσεις πρόσβασης στην Υποδομή.

θ. Οδηγία 2001/13

Η οδηγία αυτή αφορά τα κριτήρια που ισχύουν για την είσοδο, ανανέωση και τροποποίηση από κράτος – μέλος των αδειών που προορίζονται για σιδηροδρομικές επιχειρήσεις, οι οποίες είναι εγκατεστημένες ή πρόκειται να εγκατασταθούν στην Κοινότητα.

Από την οδηγία εξαιρέθηκαν οι σιδηροδρομικές αστικές ή προαστιακές υπηρεσίες μεταφοράς επιβατών, τοπικοί και περιφερειακοί μεταφορείς.

ι. Οδηγία 2001/14

Η οδηγία 2001/14 αφορά στην κατανομή της χωρητικότητας των σιδηροδρομικών υποδομών, τις χρεώσεις για τη χρήση της σιδηροδρομικής υποδομής (καθορισμός και είσπραξη των τελών χρήσης) καθώς και την πιστοποίηση ασφαλείας. Επίσης επιβλήθηκε ο εξορθολογισμός των δαπανών του Διαχειριστή Υποδομής.

Από την εφαρμογή της οδηγίας εξαιρέθηκε για 5 χρόνια (από 15/3/2003) η Ελλάδα για τα ζητήματα δήλωσης του δικτύου καθώς και για ρυθμίσεις του άρθρου 4 (θέσπιση, καθορισμός, είσπραξη τελών).

ια. Οδηγία 2001/16<sup>100</sup>

Η Οδηγία 2001/16 του Συμβουλίου της 19<sup>ης</sup> Μαρτίου 2001 έχει ως αντικείμενο τον καθορισμό των προϋποθέσεων που πρέπει να πληρούνται για να επιτευχθεί, στο κοινοτικό έδαφος, η διαλειτουργικότητα του συμβατικού διευρωπαϊκού σιδηροδρομικού συστήματος. Οι προϋποθέσεις αυτές αφορούν το σχεδιασμό, την κατασκευή, τη θέση σε λειτουργία, την ανανέωση, την εκμετάλλευση και τη συντήρηση των στοιχείων του συστήματος αυτού, καθώς και τα επαγγελματικά προσόντα και τις συνθήκες υγείας και ασφάλειας του προσωπικού που συμβάλλει στην εκμετάλλευση του συστήματος.

Η επιδίωξη του στόχου αυτού προβλέπεται από την Οδηγία να οδηγήσει στον καθορισμό ενός ελαχίστου επιπέδου τεχνικής εναρμόνισης και να:

---

<sup>100</sup> Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων υπ. αριθμ. L 110, 20/04/2001, σελ. 1–27

(1) Επιτρέπει τη διευκόλυνση, τη βελτίωση και την ανάπτυξη των διεθνών σιδηροδρομικών μεταφορικών υπηρεσιών στο εσωτερικό της Ευρωπαϊκής Ένωσης καθώς και με τις τρίτες χώρες,

(2) Συντελέσει στην προοδευτική υλοποίηση της εσωτερικής αγοράς εξοπλισμού και υπηρεσιών κατασκευής, ανανέωσης, αναδιοργάνωσης και λειτουργίας του συμβατικού διευρωπαϊκού σιδηροδρομικού συστήματος,

(3) Συντελέσει στη διαλειτουργικότητα του συμβατικού διευρωπαϊκού σιδηροδρομικού συστήματος.

Έχει επικρατήσει οι Οδηγίες 2001/12, 2001/13, 2001/14, 2001/16 να καλούνται πρώτο σιδηροδρομικό πακέτο.

ιβ. Το 2<sup>ο</sup> Σιδηροδρομικό Πακέτο

Το λεγόμενο 1<sup>ο</sup> Σιδηροδρομικό Πακέτο στόχευε στην εισαγωγή του στοιχείου του ανταγωνισμού στη σιδηροδρομική αγορά, τη διαφάνεια και την τεχνική εναρμόνιση. Την άνοιξη του 2003 ακολούθησε το 2<sup>ο</sup> Σιδηροδρομικό Πακέτο που προήλθε από συμβιβασμό ανάμεσα στις προτάσεις της Επιτροπής και τις εξαιρετικά φιλελεύθερες απόψεις του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου. Οι βασικές ρυθμίσεις του 2<sup>ου</sup> Σιδηροδρομικού Πακέτου συνοψίζονται ως εξής:

(1) Πλήρης απελευθέρωση των εμπορευματικών μεταφορών (συμπεριλαμβανομένου του δικαιώματος cabotage) από 1.1.2007,

(2) Πλήρης απελευθέρωση των διεθνών εμπορευματικών μεταφορών από 1.1.2006,

(3) Οριστικοποίηση των ρυθμίσεων που αφορούν την άδεια για σιδηροδρομική οδήγηση μέχρι τα τέλη του 2004,

(4) Δυνατότητα για ένα κράτος να ενισχύει τους ελάχιστους Ευρωπαϊκούς κανόνες ασφαλείας,

(5) Εναρμόνιση των κανόνων ασφαλείας και διαλειτουργικότητας,

(6) Δημιουργία του Ευρωπαϊκού Σιδηροδρομικού Οργανισμού.

Ειδικότερα, σε ότι αφορά την απελευθέρωση των εμπορευματικών μεταφορών πρέπει να σημειωθούν τα εξής:

Ήδη από το 2003 οι εμπορευματικές μεταφορές είναι απελευθερωμένες στο λεγόμενο Διευρωπαϊκό Εμπορευματικό Σιδηροδρομικό Δίκτυο (Trans-European Rail Freight Network). Η επιλογή για πλήρη απελευθέρωση των εμπορευματικών μεταφορών από το 2006-7 εντάσσεται σε μια φιλοσοφία θεραπείας-σοκ για τις Κοινοτικές εμπορευματικές σιδηροδρομικές μεταφορές, λόγω της συνεχούς πτώσης του μεριδίου τους στην αγορά των μεταφορών.

Σε ό,τι αφορά την απελευθέρωση των επιβατικών σιδηροδρομικών μεταφορών, αυτή έχει μετατεθεί για το μέλλον. Τονίζεται ότι οι εισηγήσεις της 14.1.2003 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου (που δεν υιοθετήθηκαν τελικώς στο 2<sup>ο</sup> Σιδηροδρομικό Πακέτο) προέβλεπαν απελευθέρωση των διεθνών επιβατικών σιδηροδρομικών μεταφορών από 1.1.2006 και σε εθνικό επίπεδο (δικαίωμα cabotage) από 1.1.2008.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η Κοινοτική νομοθεσία προωθεί τη δημιουργία μιας ενιαίας απελευθερωμένης σιδηροδρομικής αγοράς, που θα χαρακτηρίζεται από διαλειτουργικότητα μεταξύ των διαφόρων δικτύων των χωρών μελών. Ειδικότερα, τα βασικά σημεία της Κοινοτικής πολιτικής μπορούν να συνοψισθούν στα εξής<sup>101</sup>:

α. Διαχωρισμός (τουλάχιστον λογιστικός) της Υποδομής από την Εκμετάλλευση (Οδηγίες 440/1991 και 12/2001),

β. Καθορισμός των ελάχιστων απαιτήσεων σε ό,τι αφορά θέματα ασφαλείας και οικονομικής κατάστασης που πρέπει να πληροί μια Σιδηροδρομική Επιχείρηση ώστε να διατρέχει τη σιδηροδρομική υποδομή, (Οδηγία 18/95). Ο έλεγχος της ικανότητας κάθε Σιδηροδρομικής Επιχείρησης και η έκδοση της σχετικής Άδειας (που έχει ισχύ σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης) πρέπει να πραγματοποιείται από ανεξάρτητη αρχή, (Οδηγία 13/2001), ενώ το πιστοποιητικό ασφαλείας αποτελεί αρμοδιότητα κάθε κράτους-μέλους και εκδίδεται κατόπιν ελέγχου τόσο του τροχαίου υλικού όσο και της ικανότητας και του επιπέδου εκπαίδευσης του προσωπικού, (Οδηγία 14/2001),

γ. Οι σιδηροδρομικές επιχειρήσεις υποχρεούνται να λάβουν άδεια, που ισχύει για το σύνολο του Κοινοτικού εδάφους. Ο Φορέας χορήγησης άδειας αποφασίζει επί της αίτησης χορήγησης άδειας που του υποβάλλεται το συντομότερο δυνατόν και πάντως όχι πέραν των τριών μηνών από την υποβολή όλων των αναγκαίων πληροφοριών. Η απόφαση κοινοποιείται στην αιτούσα σιδηροδρομική επιχείρηση και σε περίπτωση απόρριψης αναφέρονται οι σχετικοί λόγοι. Οι άδειες που έχουν χορηγηθεί σε σιδηροδρομικές επιχειρήσεις από τους αρμόδιους φορείς των άλλων κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ισχύουν και στην Ελλάδα. Από την υποχρέωση για εξασφάλιση άδειας εξαιρούνται οι επιχειρήσεις που εκτελούν μόνον μεταφορές φορτίου σε σιδηροδρομική υποδομή που ανήκει σε ιδιώτες και υπάρχει για να χρησιμοποιείται αποκλειστικά από τον κύριο της υποδομής για τις δικές του μεταφορές φορτίου. Η άδεια που χορηγείται σε μία σιδηροδρομική επιχείρηση δεν δίνει από μόνη της και δυνατότητα πρόσβασης στη σιδηροδρομική υποδομή. Για να λάβει Άδεια, κάθε σιδηροδρομική επιχείρηση πρέπει, ήδη πριν από την έναρξη των δραστηριοτήτων της, να αποδεικνύει ότι είναι σε θέση να πληροί ορισμένες απαιτήσεις εντιμότητας, χρηματοοικονομικής επιφάνειας, επαγγελματικής ικανότητας και κάλυψης της αστικής ευθύνης. Η

---

<sup>101</sup> Profillidis V., «Separation of Infrastructure from Operation and the New Organization of the Railways», Japan Railway and Transport Review, Vol 29, pp 19-23, 2001

άδεια είναι αόριστης διάρκειας και ισχύει για όσο χρόνο η σιδηροδρομική επιχείρηση εκπληρώνει τις υποχρεώσεις. Η χορηγούμενη άδεια περιλαμβάνει ειδικές διατάξεις για την αναστολή ή την ανάκλησή της. Η άδεια μπορεί να αναστέλλεται οποτεδήποτε προκύπτουν αμφιβολίες ή γεγονότα ότι η αδειούχος Σιδηροδρομική Επιχείρηση δεν μπορεί να ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις της.

δ. Καθιέρωση τρόπου υπολογισμού των τελών χρήσης της σιδηροδρομικής υποδομής και κατανομής της χωρητικότητας στις διάφορες Σιδηροδρομικές Επιχειρήσεις, λαμβάνοντας υπόψη το είδος των σιδηροδρομικών υπηρεσιών (επιβάτες, εμπορεύματα, κ.λπ.), τη χωρητικότητα, την ποιότητα και το επίπεδο συντήρησης της σιδηροδρομικής υποδομής, τις ώρες των δρομολογίων, κ.λπ. (Οδηγίες 19/95 και 14/2001),

ε. Απαγόρευση σταυροειδών επιδοτήσεων μεταξύ των δραστηριοτήτων της Σιδηροδρομικής Επιχείρησης (επιβατικές και εμπορευματικές μεταφορές) (Οδηγία 13/2001), και πλήρη διαφάνεια στα οικονομικά των Σιδηροδρομικών Επιχειρήσεων με απαγόρευση επιδοτήσεων για τις εμπορευματικές μεταφορές και πλήρη αιτιολόγηση πάσης φύσεως επιδοτήσεων (υποχρεώσεις δημόσιας υπηρεσίας) για τις επιβατικές μεταφορές, (Οδηγία 12/2001),

στ. Προσδιορισμός των αρμοδιοτήτων του Διαχειριστή Υποδομής και εξασφάλιση της ανεξαρτησίας και της αντικειμενικότητάς του, (Οδηγία 12/2001),

ζ. Δημιουργία Ρυθμιστικού Φορέα που θα ελέγχει, και επιλύει τις διαφορές μεταξύ Σιδηροδρομικών Επιχειρήσεων και του Διαχειριστή Υποδομής, (Οδηγία 14/2001).

Σε ότι αφορά τις μελλοντικές κατευθύνσεις της ευρωπαϊκής πολιτικής για τις σιδηροδρομικές μεταφορές (3<sup>ο</sup> σιδηροδρομικό πακέτο), όπως αυτές εκφράζονται μέσα από την ενδιάμεση εξέταση της λευκής βίβλου του 2001 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τις μεταφορές<sup>102</sup>, προβλέπονται τα εξής:

α. Απελευθέρωση των διεθνών επιβατικών μεταφορών από το 2010 με δυνατότητα cabotage.

β. Θέσπιση της Ευρωπαϊκής άδειας οδηγών σιδηροδρομικών συρμών, μετά τη συμφωνία των συνδικαλιστικών οργανώσεων με τους σιδηροδρομικούς μεταφορείς. Η άδεια θα εκδίδεται από Σιδηροδρομικές Επιχειρήσεις ή Σιδηροδρομικούς Οργανισμούς Ασφαλείας και θα πιστοποιεί ένα ελάχιστο επίπεδο κατάρτισης, γνώσεων και ικανοτήτων στο σιδηροδρομικό αντικείμενο.

γ. Εισαγωγή στις σιδηροδρομικές συμβάσεις του στοιχείου της ποιότητας. Σε περίπτωση αδικαιολόγητων καθυστερήσεων θα προβλέπονται ρήτρες αποζημιώσεων της Σιδηροδρομικής Επιχείρησης προς τον πελάτη.

<sup>102</sup> Ανακοίνωση της Επιτροπής στο Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο- Η Ευρώπη σε συνεχή κίνηση – Βιώσιμη κινητικότητα στην ήπειρο μας- Ενδιάμεση εξέταση της Λευκής Βίβλου του 2001 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τις μεταφορές, Βρυξέλλες 2006

δ. Αντιμετώπιση των εναπομενόντων διαρθρωτικών εμποδίων που συναντά η ανταγωνιστικότητα του σιδηροδρομικού κλάδου, και ιδίως τα τεχνικής φύσεως εμπόδια (χαμηλά επίπεδα διαλειτουργικότητας, έλλειψη αμοιβαίας αναγνώρισης του τροχαίου υλικού και των προϊόντων, ελλιπής συντονισμός υποδομών, ελλιπής διασύνδεση των συστημάτων των τεχνολογιών των πληροφοριών κλπ).

ε. Υλοποίηση των έργων προτεραιότητας που εντάσσονται στο διευρωπαϊκό δίκτυο, τα περισσότερα από τα οποία είναι σιδηροδρομικά έργα, καθώς και του συστήματος διαχείρισης της κυκλοφορίας ERTMS.

### **3.4 Βασικά μοντέλα της Κοινοτικής Σιδηροδρομικής Νομοθεσίας στις Ευρωπαϊκές Χώρες**

Τα διάφορα ευρωπαϊκά κράτη εφάρμοσαν με διαφορετικό τρόπο το γενικό μοντέλο διαχωρισμού της Υποδομής από την Εκμετάλλευση με αποτέλεσμα να έχουν αναπτυχθεί διαφορετικές και αντιφατικές πολλές φορές εθνικές πολιτικές από τις οποίες άλλες συμμορφώνονται με τις ελάχιστες απαιτήσεις που επιβάλλονται από τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες και άλλες με τις μέγιστες. Υπενθυμίζεται ότι οι Οδηγίες δεν απαιτούν το θεσμικό διαχωρισμό των σιδηροδρομικών οργανισμών αλλά τουλάχιστον το λογιστικό διαχωρισμό μεταξύ Υποδομής – Εκμετάλλευσης όπως επίσης μεταξύ των τομέων Επιβατικών και Εμπορευματικών Μεταφορών, με απαγόρευση μεταξύ τους σταυροειδών επιδοτήσεων. Διαμορφώθηκαν έτσι δύο μορφές οργάνωσης των Σιδηροδρόμων<sup>103</sup>:

α. Θεσμικός διαχωρισμός: Συνεπάγεται διαφορετική νομική προσωπικότητα για τη Σιδηροδρομική Επιχείρηση και το Διαχειριστή Υποδομής, δηλαδή χωριστή κεφαλαιακή υπόσταση (ενεργητικό-παθητικό), χωριστούς ισολογισμούς και ξεχωριστό προσωπικό. Ο Διαχειριστής Υποδομής έχει αυτοτελή νομική προσωπικότητα [που μπορεί να είναι δημόσιου (Πορτογαλία, Σουηδία) ή ιδιωτικού χαρακτήρα (Railtrack, Μεγάλη Βρετανία μέχρι το 2003)], ίδιον ισολογισμό και προσωπικό. Αν επιλεγεί για το Διαχειριστή Υποδομής ο δημόσιος χαρακτήρας, πρέπει να διέπεται από τις αρχές του ιδιωτικού δικαίου. Η Σιδηροδρομική Επιχείρηση (ή επιχειρήσεις, περίπτωση Μεγάλης Βρετανίας) έχει επίσης ίδια νομική προσωπικότητα, ισολογισμό και προσωπικό. Σε περίπτωση διαφωνιών Σιδηροδρομικής Επιχείρησης - Διαχειριστή Υποδομής ορίζεται επιδιαιτητής (Regulator).

β. Οργανικός διαχωρισμός: Πρόκειται για τη δημιουργία επιχειρησιακών μονάδων (business units) με μεγάλη ελευθερία δράσης, στα πλαίσια όμως μιας ενιαίας επιχείρησης με

---

<sup>103</sup> Προφυλλίδης Β, Μποτζώρης Γ, «Βιωσιμότητα σιδηροδρομικών επιχειρήσεων», 2<sup>ο</sup> Διεθνές Συνέδριο: Ανάπτυξη σιδηροδρομικών μεταφορών, Αθήνα 2005

χαρακτηριστικά εταιρίας holding. Μπορεί περαιτέρω να διακρίνει κανείς:

(1) Επιχειρησιακές μονάδες με διατήρηση του ενιαίου νομικού χαρακτήρα της Σιδηροδρομικής Επιχείρησης (περίπτωση Βελγίου). Οι επιχειρησιακές μονάδες έχουν αυτόνομη διαχείριση (συνεπώς ίδιον ισολογισμό), αλλά όχι αυτοτελή νομική προσωπικότητα.

(2) Επιχειρησιακές μονάδες που έχουν νομική προσωπικότητα αυτοτελή και οργανώνονται στα πλαίσια μιας εταιρίας holding. Είναι η περίπτωση της Γερμανίας και της Ιταλίας όπου οι επιχειρησιακές μονάδες απέκτησαν σταδιακά νομική προσωπικότητα για να αποτελέσουν κατόπιν αυτόνομες επιχειρήσεις.

Αναλυτικά, τα βασικά ευρωπαϊκά μοντέλα αναδιάρθρωσης των σιδηροδρόμων είναι τα εξής:

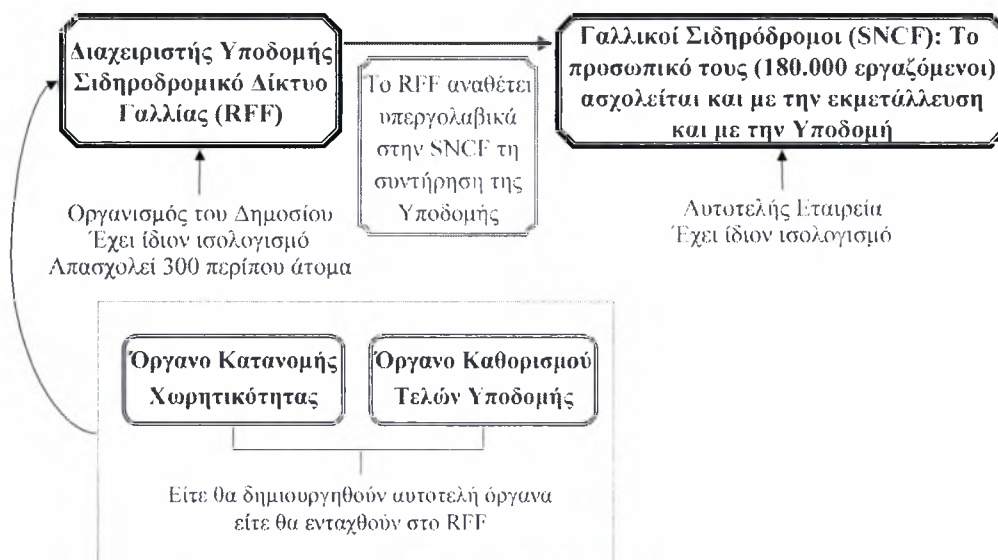
α. Γαλλικό μοντέλο

Το Γαλλικό Μοντέλο (με σαφείς επιρροές κυρίως από το Φιλανδικό Μοντέλο) είναι πιο περίπλοκο. Βασίζεται ταυτόχρονα σε έναν θεσμικό διαχωρισμό ενεργητικού, παθητικού (και ως εκ τούτου υπάρχει και διαχωρισμός των ισολογισμών), των λογαριασμών εκμετάλλευσης επιχείρησης, των εξουσιών και αρμοδιοτήτων μεταξύ της νέας δομής του Διαχειριστή Υποδομής–RFF- και της προηγούμενης Εταιρείας – SNCF- η οποία εφεξής θεωρείται ως Σιδηροδρομική Επιχείρηση. Δεν υπήρξε ωστόσο διαχωρισμός του εργατικού δυναμικού, όπως άλλωστε απαιτούσαν επίμονα οι Γάλλοι σιδηροδρομικοί, οι οποίοι επομένως έχουν διατηρήσει όλα τα κοινωνικά τους δικαιώματα και κεκτημένα. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, θεωρήθηκε ότι οι δραστηριότητες συντήρησης της υποδομής και μερικώς οι επενδύσεις υποδομής θα πρέπει να εκτελούνται από την SNCF που θα λειτουργεί ως υπεργολάβος του RFF. Αυτή η υπεργολαβία εξουσιοδοτεί την SNCF να κρατήσει τις επαγγελματικές της δραστηριότητες και το σχετικό εργατικό δυναμικό, πράγμα το οποίο θεωρείται προφανώς ως μια καλή συμφωνία από όλους τους σιδηροδρομικούς, κι ακόμα περισσότερο επειδή ένα μεγάλο μέρος του προηγούμενου χρέους έχει μεταβιβαστεί στο RFF.

Παρόλα αυτά, ο προαναφερόμενος επιδέξις διαχωρισμός των αρμοδιοτήτων του οργανισμού, του ενεργητικού και παθητικού του από τη μια μεριά, και ο μη διαχωρισμός του εργατικού δυναμικού από την άλλη, προκαλεί πολλά επιπρόσθετα έξοδα (τα αποκαλούμενα «έξοδα διεκπεραιώσεων») καθώς και πολλές διαμάχες ανάμεσα και στις δυο κρατικές δομές. Μπορεί να παρουσιάζεται ως ένα κοινωνικά αποδεκτό μοντέλο αλλά το οργανωτικό κόστος είναι υψηλό, ενώ οι μόνιμες διαμάχες έχουν υποχρεώσει την κυβέρνηση να δημιουργήσει έναν άλλο οργανισμό ο οποίος επιτηρεί και τα δυο σώματα. Όσον αφορά την εφαρμογή της Οδηγίας 2001/12, η SNCF θα πρέπει να χάσει όλες τις αρμοδιότητες στον τομέα της κατανομής δρομολογίων και των τελών πρόσβασης, καθώς αυτές οι ευθύνες μεταφέρονται είτε σε νέο δημόσιο Όργανο που θα

δημιουργηθεί είτε πιο πιθανά στο RFF, πράγμα το οποίο θα σημαίνει επίσης περισσότερες διαμάχες στο μέλλον.

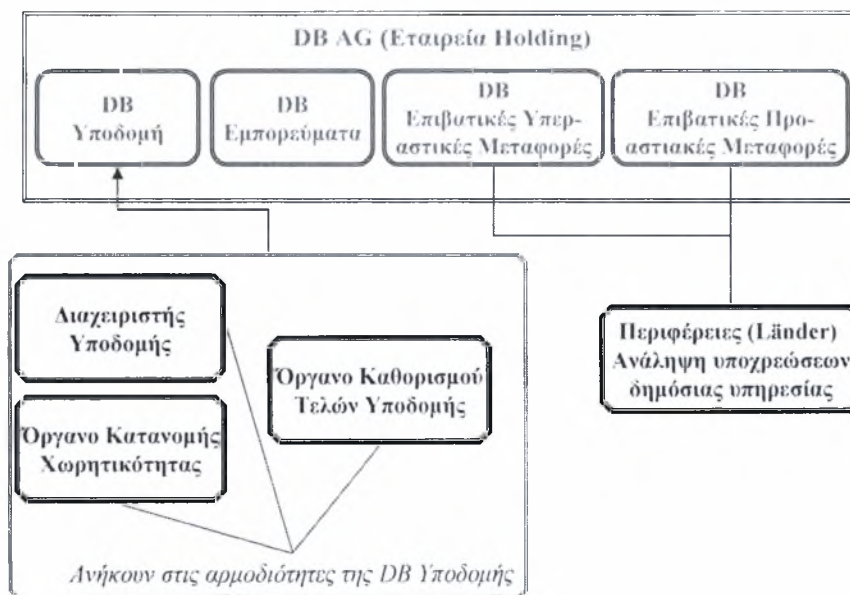
Σχήμα 3.1: Το Γαλλικό μοντέλο



β. Γερμανικό και Ιταλικό σύστημα Holding

Τα μοντέλα αυτά συνεπάγονται ολική ανεξαρτησία των τομέων επιβατών και εμπορευμάτων και του τομέα υποδομής, καθώς όλοι οι τομείς αποτελούν πραγματικές νομικές οντότητες με τη δική τους νομική οργάνωση και ανεξαρτησία και επομένως με τους δικούς τους λογαριασμούς, ισολογισμούς και αποτελέσματα, (Σχήμα 3.2). Στην κορυφή της εταιρείας υπάρχει ένα κοινό διοικητικό συμβούλιο και ένας Πρόεδρος. Είναι πιθανό ότι ένα τέτοιο σύστημα τελικά θα γνωρίσει την εξέλιξη προς έναν πραγματικό και πλήρη θεσμικό διαχωρισμό των διαφορετικών εταιρειών. Οι αρμοδιότητες της κατανομής δρομολογίων και των τελών πρόσβασης ανήκουν στην εταιρεία Υποδομής που θεωρείται ανεξάρτητη και ενεργεί σε μια δίκαιη βάση για τις νεοεισερχόμενες επιχειρήσεις (που ήταν 400 το 2004).

Σχήμα 3.2: Το Γερμανικό και Ιταλικό σύστημα

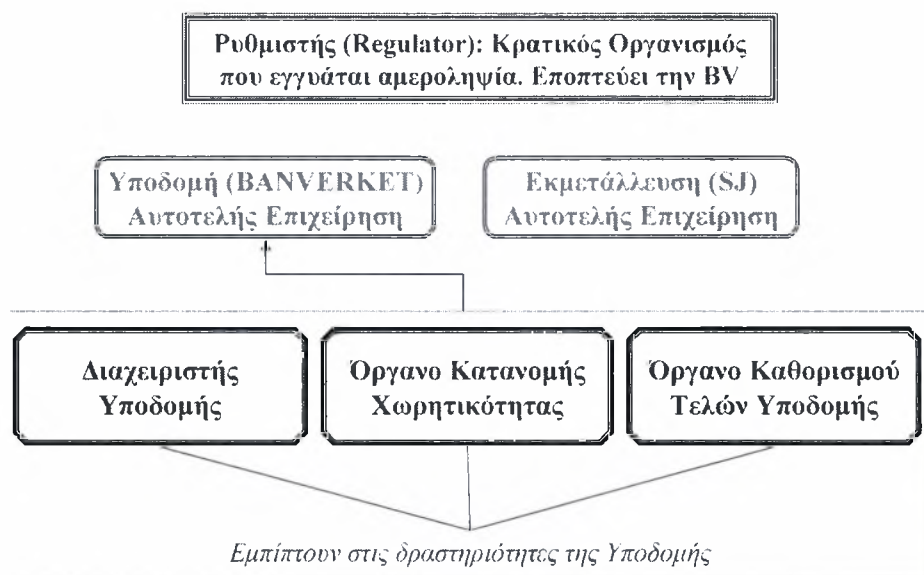




δ. Σουηδικό μοντέλο

Το Σουηδικό μοντέλο είναι βασισμένο στον πλήρη θεσμικό διαχωρισμό της Σιδηροδρομικής Επιχείρησης και του Διαχειριστή Υποδομής, (Σχήμα 3.3). Σε ένα τέτοιο σύστημα, οι αρμοδιότητες της κατανομής δρομολογίων και των τελών πρόσβασης είναι φυσιολογικά στα χέρια του Διαχειριστή Υποδομής. Στο μεταξύ, ένας Ρυθμιστής που διορίζεται από την κυβέρνηση θα εγγυάται την αμεροληψία της αγοράς, στην οποία έχουν εισέλθει ιδιώτες.

Σχήμα 3.3: Το Σουηδικό μοντέλο



ε. Βρετανικό μοντέλο

Το Βρετανικό Μοντέλο, (Σχήμα 3.4), έχει σαφείς επιρροές από το Σουηδικό μοντέλο με ολική νομική ανεξαρτησία και συνεπώς πλήρη διαχωρισμό του Διαχειριστή Υποδομής και των διαφόρων δραστηριοτήτων των Επιχειρήσεων Εκμετάλλευσης. Το Βρετανικό μοντέλο χαρακτηρίστηκε εξ αρχής από την ιδιωτικοποίηση των δραστηριοτήτων:

(1) Εκμετάλλευσης, που χωρίστηκαν σε 25 εταιρείες (αποκαλούμενες TOCs) στον τομέα των επιβατικών μεταφορών και σε ορισμένες εταιρείες στον τομέα των εμπορευματικών μεταφορών.

(2) Του Διαχειριστή Υποδομής, με τη δημιουργία της εταιρείας Railtrack, που είχε ως βασική επιδίωξη να καταστήσει τις δραστηριότητές της κερδοφόρες, με μείωση των λειτουργικών δαπανών της (με ό,τι αυτό συνεπάγεται για τη συντήρηση του δικτύου). Πρόσφατα, με τη δημιουργία της εταιρείας Network Rail η Βρετανική κυβέρνηση επαναπροσεγγίζει ένα είδος "εθνικοποίησης" της διαχείρισης της σιδηροδρομικής υποδομής, δεδομένου ότι οι διαδικασίες

συντήρησης (που στο παρελθόν αναλαμβάνονταν από ιδιωτικές εταιρείες) αποτελούν πλέον αρμοδιότητα της Network Rail. Τα συνεχή σοβαρά σιδηροδρομικά ατυχήματα στη Βρετανία συνέβαλαν προς την κατεύθυνση αυτή.

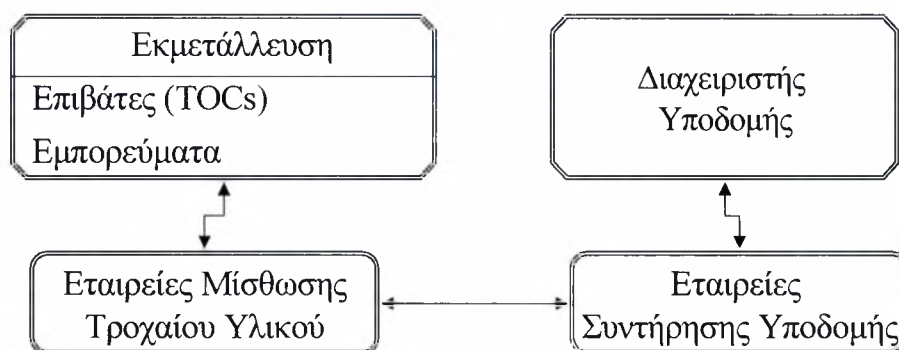
Αξίζει να σημειωθεί ότι στο Βρετανικό μοντέλο έχει ασκηθεί έντονη κριτική που αφορά στα εξής, κυρίως, σημεία:

(1) Οι επιχορηγήσεις των εταιρειών TOCs σε αρκετές περιπτώσεις είναι αθροιστικά υψηλότερες από τα ποσά που δαπανήθηκαν από το κράτος κατά τη διάρκεια της λειτουργίας των πρώην Βρετανικών Σιδηροδρόμων<sup>104</sup>,

(2) Οι TOCs απολαμβάνουν ένα είδος περιφερειακού μονοπωλίου, που δεν συνάδει με τους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης για απελευθέρωση και εισαγωγή του στοιχείου του ανταγωνισμού.

(3) Το μεγαλύτερο μέρος των δαπανών υποδομής καλύπτεται από τον τομέα των επιβατικών μεταφορών, δημιουργώντας ένα στρεβλό σύστημα τιμολόγησης ως προς τις εμπορευματικές μεταφορές.

Σχήμα 3.4: Το Βρετανικό μοντέλο



στ. Ολλανδικό μοντέλο

Το Ολλανδικό Μοντέλο, (Σχήμα 3.5), στηρίζεται στην ολική νομική ανεξαρτησία και επομένως στο διαχωρισμό του Διαχειριστή της Υποδομής και των διαφόρων εμπορικών δραστηριοτήτων των πρώην NS (Ολλανδικών Σιδηροδρόμων). Αλλά επιπλέον είχε αποφασισθεί να διαχωριστεί η οργάνωση της Υποδομής σε τρία μέρη, το ένα να ασχολείται με την κατανομή χωρητικότητας και τα τέλη πρόσβασης, το άλλο με τη δραστηριότητα συντήρησης και ένα τρίτο με το σχεδιασμό των σιδηροδρομικών μεταφορών. Διαμάχες που ξέσπασαν ανάμεσα στα διάφορα Όργανα, των οποίων οι σκοποί και τα όρια δεν ήταν ξεκάθαροι, οδήγησαν την κυβέρνηση να

<sup>104</sup> Welsby J., Nichols A., «The Privatization of British Railways», Journal of Transport Economics and Policy, No 1, Vol. 33, 1999

δημιουργήσει ένα μοναδικό Διαχειριστή Υποδομής, κάτι που φέρνει τον ολλανδικό μοντέλο πιο κοντά στα σκανδιναβικά συστήματα.

**Σχήμα 3.5:** Το Ολλανδικό μοντέλο



### **3.5 Η εφαρμογή της Κοινοτικής Νομοθεσίας στους Ελληνικούς Σιδηροδρόμους και η νέα οργάνωσή τους**

Στη χώρα μας, η προσπάθεια θεσμικού εκσυγχρονισμού των σιδηροδρόμων είχε ως αφετηρία την υποχρέωση προσαρμογής της χώρας προς την Κοινοτική Οδηγία 440/91 και τις παρεπόμενες της 18/95 και 19/95.

Πιο συγκεκριμένα, με το Ν. 2366/95 ο ΟΣΕ απέκτησε το δικαίωμα να ιδρύει θυγατρικές εταιρείες, ενώ με το Ν. 2414/1996, ο Οργανισμός απέκτησε μεγαλύτερη ανεξαρτησία καθώς θεσμοθετήθηκε η πλήρης αυτονομία της Διοίκησης και η υποχρέωση σύνταξης Στρατηγικών – Επιχειρησιακών Σχεδίων.

Την ίδια χρονιά, με το Π.Δ. 324/96, έγινε η ενσωμάτωση της οδηγίας 91/440 στο εθνικό δίκαιο, τα βασικότερα σημεία του οποίου συνοψίζονται στα εξής:

α. Ορίστηκε ως Διαχειριστής της Υποδομής ο ΟΣΕ, που επιφορτίστηκε με τη δημιουργία και συντήρηση της σιδηροδρομικής υποδομής και με τη διαχείριση των συστημάτων ρύθμισης της κυκλοφορίας. Επίσης ανατέθηκαν στον ΟΣΕ, με την ιδιότητα του Διαχειριστή Υποδομής, οι αρμοδιότητες επιβολής τελών χρήσης αυτής.

β. Ανατέθηκε στον ΟΣΕ, παράλληλά με τη διαχείριση της σιδηροδρομικής υποδομής (και του δόθηκε η ανάλογη και αναγκαία προς τούτο κρατική συνδρομή), η ευθύνη των επενδύσεων, της συντήρησης, βελτίωσης και επέκτασης για έργα σιδηροδρομικής υποδομής.

γ. Δόθηκε στον ΟΣΕ η δυνατότητα να πραγματοποιεί και προαστιακές υπηρεσίες που ορίζονται ως οι υπηρεσίες σιδηροδρομικών μεταφορών που εξυπηρετούν τις ανάγκες ενός αστικού κέντρου ή μιας αστικής περιοχής, καθώς και τις ανάγκες μεταφορών ανάμεσα στο εν λόγω κέντρο ή περιοχή και τα προάστια τους.

δ. Θεσπίστηκε η διαχειριστική αυτονομία των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων. Παράλληλα, διαχωρίστηκαν λογιστικά οι δραστηριότητες του ΟΣΕ που αφορούν τη διαχείριση της σιδηροδρομικής υποδομής από τις δραστηριότητες που αφορούν την εκμετάλλευση των υπηρεσιών μεταφορών. Ενισχύσεις που χορηγούνται για μια από τις δραστηριότητες αυτές δεν επιτρέπεται να μεταφέρονται στις άλλες.

Παράλληλα, με την ΚΥΑ της 14/5/97 μεταξύ των Υπουργών Εθνικής Οικονομίας και Μεταφορών (ΦΕΚ αρ. 423 της 26/5/97), ρυθμίσθηκαν, κατ' εφαρμογή της Οδηγίας 440/91, οι εκατέρωθεν υποχρεώσεις Ελληνικού Δημοσίου – ΟΣΕ στα θέματα Διαχείρισης της Υποδομής, Εκμετάλλευσης Επιβατικών και Εμπορευματικών Μεταφορών, Υποχρεώσεων Δημόσιας Υπηρεσίας, Οικονομικής Εξυγίανσης του ΟΣΕ.

Λίγο αργότερα, με το Π.Δ. 76/98 έγινε ρύθμιση των όρων και προϋποθέσεων για χορήγηση άδειας λειτουργίας σε μια σιδηροδρομική επιχείρηση (Οδηγία 18/95), ενώ με το Π.Δ. 180/98 αντιμετωπίστηκαν τα ζητήματα μεταφοράς της Οδηγίας 19/95.

Τη σημαντικότερη όμως νομοθετική διάταξη για τον εκσυγχρονισμό του εθνικού σιδηροδρομικού δίκαιου και την εναρμόνιση του με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες, αποτελεί το Π.Δ. 41/2005. Με το διάταγμα αυτό έγινε η προσαρμογή της Ελληνικής σιδηροδρομικής νομοθεσίας στις οδηγίες 12,13,14/2001 και θεσπίστηκε η νέα οργάνωση των Ελληνικών Σιδηροδρόμων, η οποία καλείται να ανταποκριθεί στους εξής κυρίως στόχους<sup>105</sup>:

α. Υψηλή προσαρμοστικότητα στις απαιτήσεις της αγοράς και δυνατότητα της νέας νομοθετικής ρύθμισης να ανταποκριθεί επί μακρόν, χωρίς ουσιώδεις τροποποιήσεις, στις απαιτήσεις της ζωής,

β. Συνδρομή των προϋποθέσεων για ριζικό εκσυγχρονισμό του ΟΣΕ,

γ. Προστασία των εργασιακών δικαιωμάτων,

δ. Ευελιξία σ' ότι αφορά το προσωπικό που θα απασχοληθεί μελλοντικά,

ε. Έγκαιρη αντιμετώπιση των απειλών που υφίστανται ή διαφαίνονται κατά του ΟΣΕ,

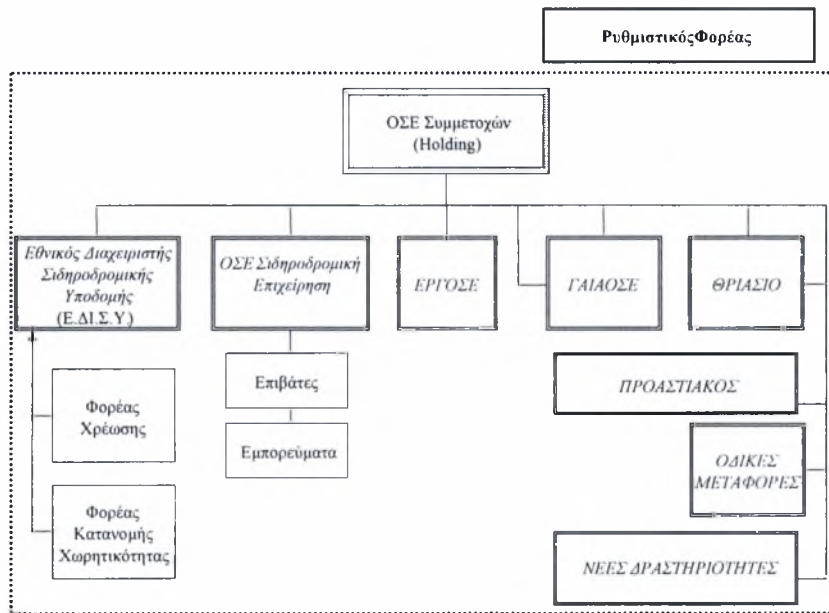
στ. Διασφάλιση του ρόλου του ΟΣΕ στην περιφερειακή ανάπτυξη και την εθνική συνοχή.

---

<sup>105</sup> Προφυλλίδης Β, Πολιτικές και θεσμικό πλαίσιο για τις Σιδηροδρομικές Μεταφορές, 2<sup>ο</sup> Διεθνές Συνέδριο: Ανάπτυξη σιδηροδρομικών μεταφορών, Αθήνα 2005

Με το νέο οργανόγραμμα, ο ΟΣΕ μετατράπηκε σε μητρική εταιρεία ομίλου εταιρειών (ΟΣΕ Holding), εντός της οποίας λειτουργούν ως αυτοτελείς και ανεξάρτητες εταιρείες τόσο οι θυγατρικές που δημιουργήθηκαν παλαιότερα (ΕΡΓΟΣΕ, ΓΑΙΑΟΣΕ, προαστιακός, Θριάσιο), όσο και δύο νέες, ο Διαχειριστής της Υποδομής (ΕΔΙΣΥ) και η επιχείρηση παροχής σιδηροδρομικών υπηρεσιών (ΤΡΑΙΝΟΣΕ). Η νέα δομή του οργανισμού, στην οποία ο ΟΣΕ Holding ασκεί εποπτικό ρόλο παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα 3.6.

Σχήμα 3.6: Το Μοντέλο Διαχωρισμού Υποδομής – Εκμετάλλευσης των Ελληνικών Σιδηροδρόμων



✓ Επί της νέας δομής είναι σημαντικές οι ακόλουθες παρατηρήσεις:

α. Η Ελληνική πολιτεία επέλεξε για την νέα οργάνωση των Ελληνικών σιδηροδρόμων τον οργανικό διαχωρισμό (δημιουργία επιχειρησιακών μονάδων που έχουν νομική προσωπικότητα αυτοτελή και οργανώνονται στα πλαίσια μιας εταιρίας holding), υιοθέτησε δηλαδή το μοντέλο της Γερμανίας και της Ιταλίας.

β. Επιτεύχθηκε ο ουσιαστικός διαχωρισμός της διαχείρισης της Υποδομής από την Εκμετάλλευση καθώς και η διαμόρφωση συγκεκριμένης, σαφούς και σύγχρονης εικόνας για την επιχείρηση. Για το σκοπό αυτό :

(1) Ιδρύθηκε η ΕΔΙΣΥ ΑΕ, ο νέος φορέας δηλαδή που αναλαμβάνει κατ' αποκλειστικότητα τη διαχείριση και εκμετάλλευση της Εθνικής Σιδηροδρομικής Υποδομής. Τα βασικά καθήκοντα της ΕΔΙΣΥ συνοψίζονται στα εξής<sup>106</sup>:

(α) Είναι υπεύθυνη για τη συντήρηση, βελτίωση και επέκταση της Σιδηροδρομικής Υποδομής καθώς και για τη διαχείριση των σχετικών επενδύσεων.

<sup>106</sup> βλέπε Ιστοσελίδα ΟΣΕ, [www.ose.gr](http://www.ose.gr)

(β) Υπολογίζει, τιμολογεί, επιβάλλει και εισπράττει το τέλος χρήσης της οικείας υποδομής από τις σιδηροδρομικές επιχειρήσεις που την χρησιμοποιούν.

(γ) Αποφασίζει σχετικά με την κατανομή της χωρητικότητας της γραμμής.

(2) Ιδρύθηκε η TRAINOSE, δηλαδή η εταιρεία παροχής σιδηροδρομικής μεταφοράς επιβατών και εμπορευμάτων. Η εταιρεία είναι υπεύθυνη για την ανάπτυξη, οργάνωση και εκμετάλλευση των αστικών, προαστιακών, περιφερειακών, υπεραστικών και διεθνών επιβατικών και εμπορευματικών σιδηροδρομικών μεταφορών καθώς και την εκπόνηση μελετών και κατασκευή έργων σχετικών με τις δραστηριότητές της.

(3) θεσμοθετήθηκε ως ρυθμιστικός φορέας των σιδηροδρομικών μεταφορών το Υπουργείο Μεταφορών και επικοινωνιών.

Το πρώτο αποτέλεσμα του διαχωρισμού Υποδομής και Εκμετάλλευσης ήταν η απεξάρτηση της Σιδηροδρομικής Επιχείρησης από τις υποχρεώσεις συντήρησης και της σιδηροδρομικής υποδομής, ενώ αναμένεται, έπειτα από πολλές δεκαετίες, ο (παρόμοιος με τις θαλάσσιες ακτοπολιτικές συγκοινωνίες) διαχωρισμός των διαδρομών σε μη επιδοτούμενες και σε διαδρομές δημόσιας υπηρεσίας.

Παράλληλα, στο πλαίσιο ενίσχυσης και ανάπτυξης των εμπορευματικών και συνδυασμένων μεταφορών έχει ψηφισθεί ο Νόμος 3333/2005 αναφορικά με την ίδρυση και λειτουργία των Εμπορευματικών Κέντρων («Ίδρυση και λειτουργία Εμπορευματικών Κέντρων και άλλες διατάξεις»), όπου προσδιορίζονται η απαιτούμενη έκταση, οι απαιτούμενες μεταφορικές υποδομές και οι αρχές χωροθέτησης των Εμπορευματικών Κέντρων (Ε.Κ.). Συνεπώς, σήμερα υπάρχει το θεσμικό πλαίσιο για την ίδρυση, εγκατάσταση και λειτουργία εμπορευματικών κέντρων, βάσει του οποίου θα γίνει και θα αξιολογηθεί η διαγωνιστική διαδικασία υποβολής των προτάσεων για χρηματοδότηση, καθώς και το πλαίσιο λειτουργίας για την ανάπτυξη των Εμπορευματικών Κέντρων.

### **3.6 Σιδηροδρομική υποδομή-τροχαίο υλικό**

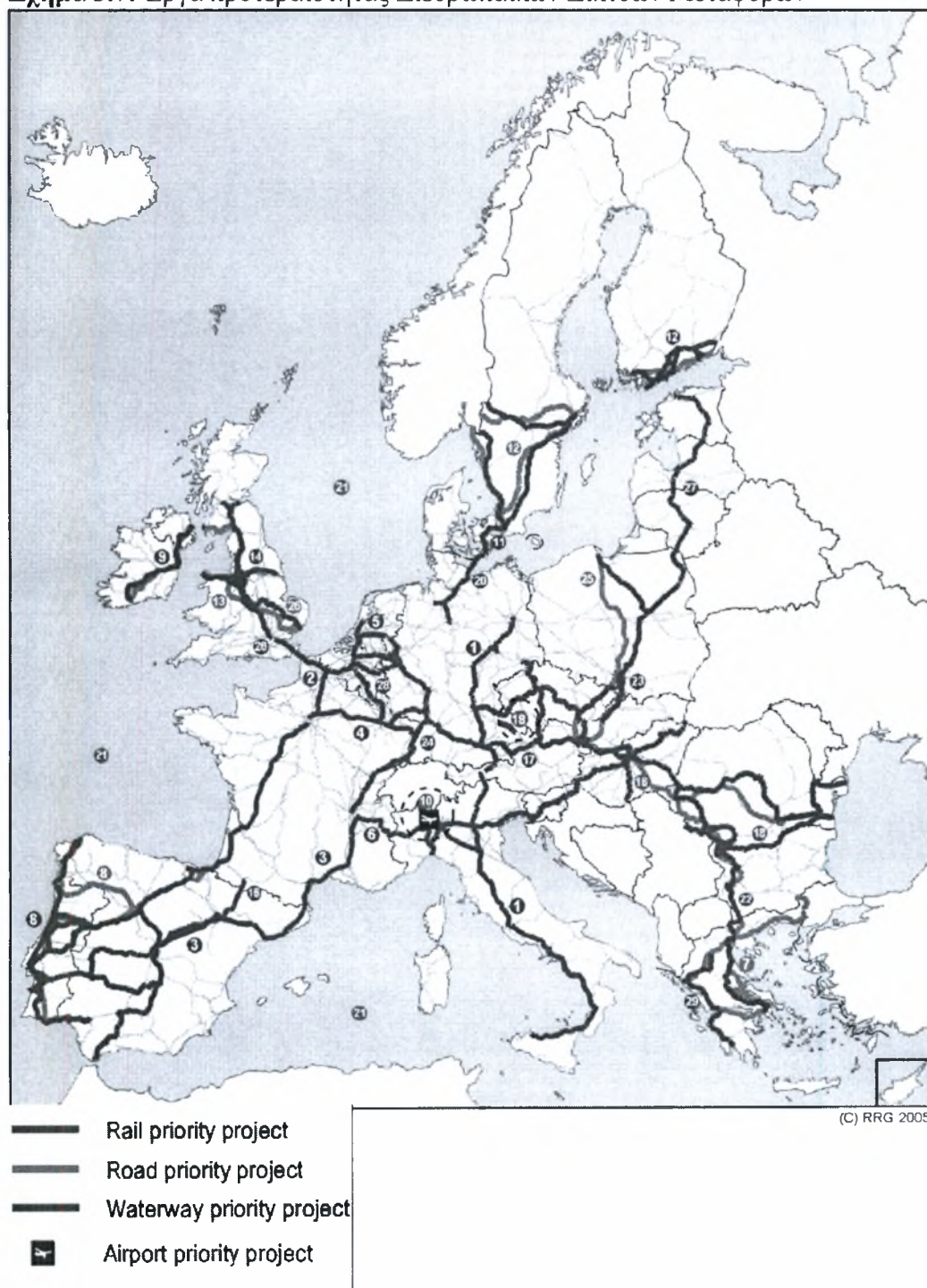
Η Ευρωπαϊκή Ένωση στο πλαίσιο υλοποίησης της κοινοτικής πολιτικής για τις μεταφορές, παράλληλα με το θεσμικό εκσυγχρονισμό που αναλύθηκε παραπάνω, χρηματοδοτεί πολλά μεγάλα έργα εκσυγχρονισμού των σιδηροδρόμων σε μεγάλο ποσοστό (μέχρι και 70%) από πόρους των κοινοτικών ταμείων. Είναι χαρακτηριστικό<sup>107</sup> ότι κατά τη χρονική περίοδο 2007-2020 πρόκειται να υλοποιηθούν έργα των διευρωπαϊκών δικτύων μεταφορών (τριάντα (30) έργα συνολικά) η χρηματοδότηση των οποίων από τα κοινοτικά ταμεία εκτιμάται ότι θα ανέλθει στα 225

<sup>107</sup> European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, report 2000-2004, Belgium 2004

δισεκατομμύρια ευρώ! Όπως φαίνεται και από το ακόλουθο σχήμα 3.7<sup>108</sup>, τα περισσότερα εξ' αυτών αφορούν στο σιδηρόδρομο.

Το ίδιο ισχύει και για την Ελλάδα όπου, παρούσα χρονική περίοδο<sup>109</sup>, σχεδιάζονται, μελετώνται, προγραμματίζονται ή βρίσκονται σε εξέλιξη έργα και επενδύσεις το ύψος των οποίων θα ξεπεράσει 4,5 δισεκατομμυρίων € σε βάθος δεκαετίας.

Σχήμα 3.7: Έργα προτεραιότητας Διευρωπαϊκών Δικτύων Μεταφορών



<sup>108</sup> Ε.Υ.Σ.Α.Α.Π., ΥΠ.ΟΙ.Ο. «Γενική Μελέτη Ανάπτυξης Μεταφορών», Σεπτέμβριος 2005, TRADEMCO-Μελέτες-Έρευνα –Ανάπτυξη Α.Ε. και PLANNING Σύμβουλοι Οργάνωσης Επιχειρήσεων Α.Ε.

<sup>109</sup> Ιστοσελίδες ΟΣΕ & ΕΡΓΟΣΕ, [www.ose.gr](http://www.ose.gr) & [www.ergose.gr](http://www.ergose.gr)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ, ΔΕΔΟΜΕΝΑ, ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 4.1 Γενικά

Όπως αναφέρθηκε προηγούμενα, από τις αρχές της δεκαετίας του '90 δρομολογήθηκαν στην Ευρωπαϊκή Ένωση μία σειρά από πολιτικές για τον εκσυγχρονισμό των σιδηροδρόμων σε οργανωτικό - θεσμικό - λειτουργικό επίπεδο προκειμένου αυτοί να μειώσουν τα ελλείμματα τους, να ανακάμψουν, να αυξήσουν το μεταφορικό τους έργο και να διεκδικήσουν μεγαλύτερο μερίδιο στην αγορά των μεταφορών. Τα (θεσμικά) αυτά μέτρα αναφέρονται κατά κύριο λόγο στην απελευθέρωση της σιδηροδρομικής αγοράς, στο διαχωρισμό της Υποδομής από την εκμετάλλευση και στην προώθηση της διαλειτουργικότητας και γενικότερα της διασύνδεσης μεταξύ των διαφόρων σιδηροδρομικών εταιρειών των χωρών – μελών. Σταδιακά, όλα σχεδόν τα κράτη της Ε.Ε., ξεκινώντας από το έτος 1992 και φθάνοντας μέχρι το 2006, ενσωμάτωσαν τις κοινοτικές οδηγίες στις εθνικές τους νομοθεσίες δημιουργώντας όμως διαφορετικές μορφές οργάνωσης των σιδηροδρόμων τους, που αναλύθηκαν εκτενώς στο προηγούμενο κεφάλαιο. Η σε διαφορετικό χρόνο και με διαφορετικό τρόπο προσαρμογή της νομοθεσίας των διαφόρων κρατών – μελών της Ε.Ε. στις οδηγίες για τις σιδηροδρομικές μεταφορές, καθιστά δυνατό τον προσδιορισμό της επίδρασης της κοινοτικής πολιτικής στην απόδοση των ευρωπαϊκών σιδηροδρόμων, δηλαδή την αξιολόγηση της αποδοτικότητας τους, που αποτελεί και το αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

Για την αποτίμηση της αποδοτικότητας των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων θα χρησιμοποιηθεί η έννοια της τεχνικής αποδοτικότητας που αναλύθηκε στο Κεφάλαιο 1. Οι λόγοι που προκρίθηκε η αποδοτικότητα, και πιο συγκεκριμένα η τεχνική αποδοτικότητα, για τη μέτρηση της απόδοσης συνοψίζονται στα εξής:

α. Η αποδοτικότητα αναφέρεται στο βαθμό χρησιμοποίησης των εισροών ώστε να μεγιστοποιηθούν οι παραγόμενες εκροές, δηλαδή η μέτρηση της περικλείει μια σύγκριση ανάμεσα στον παρατηρούμενο και στο βέλτιστο συνδυασμό τιμών των εισροών και των εκροών. Κατά συνέπεια, η έννοια της αποδοτικότητας δεν έρχεται σε αντίθεση με την επιδίωξη ικανοποίησης άλλων στόχων (περιβαλλοντικοί, κοινωνικοί κλπ.) με τους οποίους μπορεί να είναι επιφορτισμένη μια εταιρεία. Μάλιστα, σύμφωνα και με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή<sup>110</sup> η (τεχνική) αποδοτικότητα αποτελεί το μόνο αντικειμενικό σκοπό μιας επιχείρησης που δεν εμποδίζει την επίτευξη και άλλων στόχων.

---

<sup>110</sup> European Commission, «Liberalization of Networks Industries», Reports and studies, pp. 114, 1999



β. Η αποδοτικότητα παρουσιάζει πολύ μικρότερα προβλήματα διαθεσιμότητας και αξιοπιστίας δεδομένων: Τα απαιτούμενα για τη μέτρηση της δεδομένα είναι ποσότητες εισροών και εκροών, απλά παρατηρήσιμες, εύκολα μετρήσιμες και επομένως ευρέως διαθέσιμες στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων από τις εταιρείες και τις διάφορες ενώσεις τους (όπως η διεθνής Ένωση Σιδηροδρόμων στην περίπτωση μας). Τα εν λόγω στοιχεία είναι πολύ πιο αξιόπιστα από ότι οικονομικά στοιχεία ή στοιχεία ποιότητας των παρεχομένων υπηρεσιών.

γ. Οι βασικοί στόχοι της θεσμικής αναδιοργάνωσης των ευρωπαϊκών σιδηροδρόμων είναι η οικονομική εξυγίανση τους και, παράλληλα, η διεύρυνση του μεταφορικού (επιβατικού και εμπορευματικού) τους έργου. Εξάλλου, η οικονομική εξυγίανση των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για τη βιώσιμη ανάπτυξη και ανάκαμψη τους. Ο στόχος αυτός εκφράζεται σαφώς και με τον καλύτερο δυνατό τρόπο από την έννοια της αποδοτικότητας.

δ. Η μέτρηση της αποδοτικότητας κατανομής δεν είναι πάντοτε εφικτή καθώς τα μεγέθη που καθορίζουν την τιμή της (τεχνολογική ανάπτυξη του μετρούμενου συστήματος, τιμές της αγοράς των εισροών και των εκροών) στις περισσότερες των περιπτώσεων δεν είναι εύκολα μετρήσιμα.

## **4.2 Μεθοδολογία αξιολόγησης: μέθοδος, μοντέλο, προσανατολισμός**

Η μέτρηση της τεχνικής αποδοτικότητας των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων, μπορεί να γίνει με κάποια από τις μεθόδους που περιγράφηκαν στο Κεφάλαιο 1. Στην παρούσα μελέτη υιοθετήθηκε η χρήση της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων. Οι βασικοί λόγοι για τους οποίους επιλέχθηκε αυτή η τεχνική ανάλυσης της τεχνικής αποδοτικότητας συνοψίζονται στα εξής:

α. Η φύση της σιδηροδρομικής βιομηχανίας. Ειδικότερα, οι σιδηροδρομικές επιχειρήσεις χρησιμοποιούν ένα μεγάλο αριθμό πόρων (δίκτυο σιδηροδρομικών γραμμών, προσωπικό, επιβατικές και εμπορικές αμαξοστοιχίες κλπ.) και παράγουν ένα πολυδιάστατο μεταφορικό έργο (αστικές – προαστιακές – υπεραστικές κλπ. επιβατικές μεταφορές, γενικές - συνδυασμένες κλπ. εμπορευματικές μεταφορές). Το γεγονός αυτό αποτελεί, όπως έχει αναφερθεί, ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της ΠΑΔ καθώς η μέθοδος μπορεί να διαχειρίζεται ταυτόχρονα πολλαπλές εισροές και εκροές, ακόμα και όταν αυτές εκφράζονται σε διαφορετικές μονάδες μέτρησης, όπως ακριβώς στην περίπτωση μας.

β. Δεν απαιτεί τον προσδιορισμό της συνάρτησης παραγωγής, εγχείρημα εξαιρετικά δύσκολο λόγω των πολύ μεγάλων διαφορών στην οργάνωση, τη λειτουργία, το επίπεδο της τεχνολογίας και το μέγεθος των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων όπως επίσης και στη σύνθεση του παραγόμενου μεταφορικού έργου. Ως προς το τελευταίο, είναι χαρακτηριστικό ότι ορισμένες

χώρες, όπως η Γαλλία (SNCF) και η Γερμανία (DB AG) επιδεικνύουν μια σχετική ισορροπία μεταξύ του επιβατικού και του εμπορευματικού μεταφορικού έργου τους, σε αντίθεση με τη Δανία (DSB) που παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερο επιβατικό έργο και την Πολωνία (PKP) που παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερο εμπορευματικό.

γ. Παρέχει ένα συγκριτικό δείκτη αποδοτικότητας των μονάδων που αξιολογεί, δηλαδή χαρακτηρίζεται από ένα μόνο μέγεθος, διευκολύνοντας έτσι τη σύγκριση μεταξύ των επιλεγμένων σιδηροδρομικών επιχειρήσεων και κατ' επέκταση την αξιολόγηση των ανωτέρω πολιτικών.

δ. Έχει χρησιμοποιηθεί σε πολύ μεγάλο αριθμό ερευνών και εργασιών στον τομέα των μεταφορών, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια.

Για τη μέτρηση επιλέχθηκαν μεταξύ των διαφόρων μοντέλων της ΠΑΔ τα δύο πιο βασικά: Το μοντέλο CCR, που υποθέτει σταθερή κλίμακα αποδόσεων (Constant Returns to Scale (CRS)) και χρησιμεύει για μακροπρόθεσμες προβλέψεις, και το μοντέλο BCC, που υιοθετεί μεταβλητή κλίμακα αποδόσεων (Variable Returns to Scale (VRS)) και είναι χρήσιμο για βραχυπρόθεσμες προβλέψεις. Η χρήση και των δύο μοντέλων υπαγορεύθηκε από την ανάγκη μιας σφαιρικότερης και πιο ενδελεχούς προσέγγισης της έλλειψης αποδοτικότητας στις μη αποδοτικές χώρες. Για την πραγματοποίηση της μελέτης θα μπορούσαν να έχουν χρησιμοποιηθεί άλλα, περισσότερο προηγμένα μοντέλα της μεθόδου, τα οποία όμως παρουσιάζουν μεγαλύτερη πολυπλοκότητα στην εφαρμογή και στην επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Αντίθετα, η απλότητα εφαρμογής, η ευκολία επεξεργασίας και ερμηνείας των αποτελεσμάτων και η συντριπτικά μεγαλύτερη χρησιμοποίηση τους έναντι των υπολοίπων μοντέλων στη διεθνή βιβλιογραφία, συνθέτουν τους λόγους για τους οποίους προτιμήθηκαν τα μοντέλα CCR και BCC.

Για την εφαρμογή των μοντέλων επιλέχθηκε ο προσανατολισμός των εκροών για τη βελτίωση της αποδοτικότητας των υπό εξέταση χωρών. Η εκλογή του προσανατολισμού αυτού υπαγορεύθηκε από τους βασικούς στόχους της κοινοτικής πολιτικής που, όπως αναφέρθηκε, είναι η οικονομική εξυγίανση τους με παράλληλη αύξηση του μεριδίου των σιδηροδρόμων (δηλαδή την αύξηση των εκροών). Γενικότερα, και σε ότι αφορά στην εκλογή του προσανατολισμού, θα πρέπει να τονισθούν τα εξής:

α. Τα μοντέλα καταλήγουν στις ίδιες περιβάλλουσες επιφάνειες, και επομένως στις ίδιες ακριβώς αποδοτικές χώρες, είτε επιλεγεί ο ένας είτε ο άλλος προσανατολισμός. Αυτό που μπορεί να διαφέρει είναι οι τιμές της αποδοτικότητας των μη αποδοτικών χωρών. Για το λόγο αυτό, και επειδή ενδιαφέρει η αύξηση του μεριδίου των σιδηροδρόμων, είναι ο προσανατολισμός εκροών που περιγράφει το ζητούμενο.

β. Οι περισσότερες σιδηροδρομικές επιχειρήσεις, πριν την απελευθέρωση της αγοράς, αποτελούσαν δημόσιες επιχειρήσεις. Το γεγονός αυτό περιόριζε σημαντικά τη δυνατότητα

ελέγχου και προσαρμογής των εισροών τους. Αναφέρεται χαρακτηριστικά ότι το απασχολούμενο προσωπικό ήταν (στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων) πλεονάζον ενώ τυχόν προσπάθεια μείωσης του συναντούσε ισχυρότατες αντιδράσεις από τα συνδικάτα. Αντίθετα, οι σιδηρόδρομοι είχαν μεγαλύτερο έλεγχο στο μεταφορικό τους έργο (δηλαδή στις εκροές) μέσω της τιμολογιακής πολιτικής εισιτηρίων και της διαφήμισης. Κατόπιν τούτου, και λαμβάνοντας υπόψη τη διαφορετική χρονική στιγμή που απελευθερώθηκε η αγορά (όπου αυτή έχει απελευθερωθεί) στις υπό αξιολόγηση χώρες, ο προσανατολισμός των εκροών περιγράφει καλύτερα τον τρόπο λειτουργίας των σιδηροδρόμων πριν την απελευθέρωση.

Η εφαρμογή της ΠΑΔ θα γίνει ως εξής:

Αρχικά με τη βοήθεια μεθόδων του γραμμικού προγραμματισμού, η τεχνική προσδιορίζει, και για τα δύο μοντέλα, τη μέγιστη τιμή της σχέσης μεταξύ των εκροών των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων όλων των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων μιας χώρας και των εισροών που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή αυτών των εκροών, συγκρίνοντας την στη συνέχεια με αυτές που λαμβάνονται από τις υπόλοιπες χώρες. Ο αποκτηθείς δείκτης αποδοτικότητας για κάθε χώρα είναι σχετικός, δεδομένου ότι διαμορφώνεται σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες που εξετάζονται.

Ταυτόχρονα με τον υπολογισμό της τιμής της σχετικής αποδοτικότητας κάθε χώρας για τα δύο μοντέλα (CCR, BCC), προσδιορίζονται οι αντίστοιχες τιμές της αποδοτικότητας κλίμακας (scale efficiency). Αυτό συμβαίνει καθώς οι αποδοτικότητες των δύο μοντέλων συνδέονται με τη σχέση  $CRS_{efficiency} = VRS_{efficiency} \times Scale\ Efficiency$ .

Από τα εξαγόμενα προκύπτουν τόσο οι χώρες στις οποίες οι σιδηροδρομικές επιχειρήσεις λειτουργούν αποδοτικά (όπου η τιμή της σχετικής αποδοτικότητας ισούται με τη μονάδα) όσο και εκείνες στις οποίες οι σιδηροδρομικές επιχειρήσεις λειτουργούν μη αποδοτικά (όπου η τιμή της σχετικής αποδοτικότητας είναι μικρότερη της μονάδας). Στις μη αποδοτικές χώρες, η διαφορά μεταξύ της μονάδας και της παρατηρούμενης μέτρησης αναφέρει το ποσοστό πιθανής απώλειας λόγω συγκεκριμένου τύπου έλλειψης αποδοτικότητας.

### **4.3 Πηγές και δεδομένα**

#### **4.3.1 Εκλογή πηγών και δεδομένων: Μεθοδολογία και κριτήρια επιλογής**

Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην παρούσα μελέτη προέρχονται από τους πίνακες της Διεθνούς Ένωσης Σιδηροδρόμων (UIC), η οποία αριθμεί περισσότερα από ενενήντα μέλη. Οι πίνακες αυτοί περιλαμβάνουν επιμέρους αναλυτικά στοιχεία για όλα τα μέλη της ένωσης αλλά και για κάθε σιδηροδρομική επιχείρηση που δραστηριοποιείται σε κάθε χώρα. Ειδικότερα περιλαμβάνουν:

- α. Για όλες τις χώρες – μέλη της τα εξής αναλυτικά στοιχεία:

- (1) Έκταση
- (2) Πληθυσμό
- (3) Πληθυσμιακή πυκνότητα
- (4) Μήκος αυτοκινητοδρόμων

β. Για όλες τις σιδηροδρομικές εταιρείες που δραστηριοποιούνται σε κάθε χώρα – μέλος (είτε ως εταιρείες σιδηροδρομικών μεταφορών είτε ως διαχειριστές υποδομής) τα εξής αναλυτικά στοιχεία:

- (1) Μήκος σιδηροδρομικών γραμμών (συνολικό, διπλής γραμμής, ηλεκτροκινούμενο) στο τέλος του κάθε έτους,
- (2) Πλήθος έλκοντων οχημάτων και ελκόμενου τροχαίο υλικό, στο τέλος κάθε έτους,
- (3) Απασχολούμενο προσωπικό
- (4) Διανυθέντα χιλιόμετρα τροχαίου υλικού
- (5) Μεταφερόμενοι επιβάτες
- (6) Χιλιομετρικοί επιβάτες
- (7) Μεταφερόμενο φορτίο
- (8) Χιλιομετρικοί τόνοι

Σύμφωνα με τα παραπάνω, ως μονάδες λήψης απόφασης για την εφαρμογή της μεθόδου θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν τόσο τα κράτη – μέλη, όσο και οι σιδηροδρομικές επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται σε αυτά. Το γεγονός όμως ότι το θεσμικό πλαίσιο μεταβάλλεται από κράτος σε κράτος και όχι από επιχείρηση σε επιχείρηση, επιβάλλει τη χρησιμοποίηση ως ΜΛΑ των κρατών και όχι των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων.

Παρά το γεγονός ότι το πλήθος των διαθέσιμων στοιχείων είναι εντυπωσιακό, τελικά χρησιμοποιήθηκαν τα σιδηροδρομικά δεδομένα δεκαεννέα συνολικά χωρών της Ευρώπης για το χρονικό διάστημα μεταξύ του 1994 και του 2005. Η επιλογή των χωρών της μελέτης έγινε με συγκεκριμένη διαδικασία: Αρχικά αποκλείστηκαν όλες οι μη ευρωπαϊκές χώρες ενώ στη συνέχεια αποκλείστηκαν οι χώρες για τις οποίες υπήρχε έλλειψη ορισμένων στοιχείων σε κάποιο ή κάποια έτη στους πίνακες της UIC. Οι χώρες που απέμειναν, άλλες χώρες - μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και άλλες όχι, αποτέλεσαν τις υπό εξέταση μονάδες της μελέτης. Επισημαίνεται ότι ο επιλεγθείς αριθμός μονάδων παραγωγής (χώρες στην προκειμένη περίπτωση) εξασφαλίζει υψηλή διαχωριστική ικανότητα στη μέθοδο καθώς ικανοποιεί τη σχέση  $n \geq \max\{m \times s, 3(m + s)\}$ , όπου  $n$  ο αριθμός των μονάδων παραγωγής,  $m$  το πλήθος των εισροών και  $s$  το πλήθος των εκροών (βλέπε παράγραφο 2.4.4).

Ως προς τη σύνθεση και τα κριτήρια επιλογής των μονάδων παραγωγής της ΠΑΔ πρέπει να αναφερθούν τα εξής:

α. Ήταν αυτονόητη η επιλογή των περισσότερων δυνατών χωρών της Ευρώπης δεδομένου ότι η μελέτη διερευνά την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των πολιτικών της Ευρωπαϊκής ένωσης στον τομέα των σιδηροδρομικών μεταφορών. Η παρουσία επομένως πολλών χωρών της Ευρώπης, ανεξάρτητα από το αν είναι μέλη της ένωσης ή μη καθώς και ανεξάρτητα από το βαθμό υιοθέτησης των εν λόγω πολιτικών δίνει τη δυνατότητα καλύτερης αποτίμησης των τελευταίων.

β. Εξίσου δεδομένος ήταν και ο αποκλεισμός των περισσότερων, τουλάχιστο, χωρών του υπολοίπου κόσμου διότι τα πληθυσμιακά, χωροταξικά, κοινωνικά και οικονομικά δεδομένα τους διαφέρουν πολύ από τα εκείνα της Ευρώπης και απαιτούν εντελώς διαφορετικές προσεγγίσεις και πολιτικές από εκείνες που λαμβάνουν χώρα σε Ευρωπαϊκό επίπεδο.

γ. Ο αποκλεισμός από τη μελέτη ορισμένων χωρών εκτός της ευρωπαϊκής ηπείρου με εξαιρετικά ανεπτυγμένες όμως σιδηροδρομικές υποδομές και οικονομική οργάνωση παρόμοια με εκείνη των Ευρωπαϊκών χωρών, όπως είναι οι ΗΠΑ και η Ιαπωνία, δεν ήταν δεδομένος αλλά επιβλήθηκε κατά την πορεία της μελέτης διότι οι εν λόγω χώρες παρουσιάζουν πολύ διαφορετικά χαρακτηριστικά στην αγορά των μεταφορών γενικότερα αλλά και των σιδηροδρομικών μεταφορών ειδικότερα από ότι οι ευρωπαϊκές. Εξάλλου διαπιστώθηκε ότι η παρουσία τους διαφοροποιούσε σημαντικά τα πρωτογενή αποτελέσματα της μεθόδου και τα σχετικά εξαγόμενα συμπεράσματα.

Ομοίως, η επιλογή του χρονικού διαστήματος της μελέτης στηρίχθηκε σε συγκεκριμένα δεδομένα και υπαγορεύθηκε από ορισμένους περιορισμούς. Όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα 4.1, η προσαρμογή του θεσμικού πλαισίου των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο κοινοτικό δίκαιο των σιδηροδρομικών μεταφορών ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1990 από την Αυστρία και συνεχίζεται έως και σήμερα με πιο πρόσφατες περιπτώσεις εκείνες της Ελλάδας και της Ισπανίας (2005). Στο σημείο αυτό πρέπει να επισημανθούν τα εξής:

α. Σε πολλές περιπτώσεις, κάποιες χώρες προχώρησαν στην ψήφιση και εφαρμογή διατάξεων πριν από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι ο διαχωρισμός Εκμετάλλευσης – Υποδομής στη Γερμανία και τη Γαλλία (όπως και σε άλλες χώρες) πραγματοποιήθηκε το 1997 ενώ οι κοινοτικές οδηγίες του πρώτου σιδηροδρομικού πακέτου θεσπίστηκαν το 2001).

β. Στην Πολωνία και την Πορτογαλία, από τις σιδηροδρομικές επιχειρήσεις που λειτουργούν, άλλες έχουν διαχωρίσει την Υποδομή από την Εκμετάλλευση και άλλες όχι, αλλά σε κάθε περίπτωση, οι δυο αυτές χώρες δεν έχουν προχωρήσει στην προσαρμογή του εθνικού τους δικαίου στις κοινοτικές διατάξεις. Το τελευταίο γεγονός, είναι εκείνο που λαμβάνεται υπόψη κατά την επεξεργασία και ανάλυση των αποτελεσμάτων.

**Πίνακας 4.1:** Έτος διαχωρισμού Υποδομής - Εκμετάλλευσης<sup>111</sup>

<b>Χώρα</b>	<b>Έτος εφαρμογής</b>
Αυστρία	1992, 2004
Βέλγιο	2005
Γαλλία	1997
Γερμανία	1994
Δανία	1997
Ελβετία	-
Ελλάδα	2005
Ηνωμένο Βασίλειο	1994
Ιρλανδία	-
Ισπανία	2005
Ιταλία	2000
Νορβηγία	1996
Ολλανδία	1996, 2005
Ουγγαρία	2004
Πολωνία	-
Πορτογαλία	-
Σουηδία	1988
Τσεχία	2003
Φινλανδία	1995

Το εύρος του επιλεγέντος χρονικού διαστήματος:

α. Επιτρέπει τη διαχρονική παρατήρηση στη μεταβολή της αποδοτικότητας για τις σιδηροδρομικές εταιρείες των διαφόρων χωρών πριν και μετά την εφαρμογή των υπό αξιολόγηση πολιτικών.

β. Επιτρέπει τη διαχρονική παρατήρηση στη μεταβολή της αποδοτικότητας για τις σιδηροδρομικές εταιρείες των διαφόρων χωρών που δεν έχουν εφαρμόσει ανάλογες πολιτικές.

γ. Εξασφαλίζει υψηλή διαχωριστική ικανότητα στη μέθοδο καθώς ικανοποιεί τη σχέση  $n \geq \max\{m \times s, 3(m + s)\}$ , όπου  $n$  ο αριθμός των μονάδων παραγωγής,  $m$  το πλήθος των εισροών και  $s$  το πλήθος των εκροών (βλέπε παράγραφο 2.4.4).

Τέλος επισημαίνεται ότι το έτος 2006, που είναι το πλέον πρόσφατο έτος για το οποίο υπάρχουν στοιχεία, δε χρησιμοποιήθηκε επειδή οι σχετικοί πίνακες της UIC είναι ελλιπείς.

#### **4.3.2 Εισροές και εκροές**

Τα αποτελέσματα της ΠΑΔ εξαρτώνται, όπως αναφέρθηκε κατά την παρουσίαση και ανάπτυξη της μεθόδου και των μοντέλων της, από τις εισροές και εκροές που επιλέγονται αλλά και

<sup>111</sup> ECORYS, «Analysis of the financial situation of railway undertakings in the European Union», Rotterdam, February 2006

από την αξιοπιστία των πηγών. Είναι επομένως σημαντικό να ληφθεί ειδική προσοχή στην εκλογή των μεγεθών που προσαρμόζονται καλύτερα στους στόχους της ανάλυσης. Λόγω αυτού του γεγονότος, οι εισροές και οι εκροές που χρησιμοποιούνται μελετήθηκαν πολύ προσεκτικά, μετά από την πραγματοποίηση μιας σχετικής έρευνας αλλά και πιλοτικών εφαρμογών.

Η επιλογή των εισροών και των εκροών έχει πραγματοποιηθεί συνεκτιμώντας τους ακόλουθους δύο παράγοντες:

α. Την ευρύτατη χρησιμοποίηση τους στις διεθνείς και εθνικές μελέτες σχετικά με την αποδοτικότητα των μεταφορών και των επιμέρους μεταφορικών συστημάτων και τη συνεπακόλουθη γενικευμένη αποδοχή τους,

β. Τη διαθεσιμότητα και την αξιοπιστία των δεδομένων.

#### **4.3.2.1 Εισροές**

Οι εισροές είναι τα μεγέθη μέτρησης που αντιπροσωπεύουν τους παράγοντες που χρησιμοποιούνται για να πραγματοποιηθεί η παραγωγή των μεταφορικών υπηρεσιών και αποτελούν θεμελιώδη στοιχεία για να αξιολογηθεί η απόδοση, η αποτελεσματικότητα και η αποδοτικότητα προγραμμάτων, υπηρεσιών και πολιτικών. Για την εφαρμογή της μεθόδου θα μπορούσαν να ληφθούν υπόψη τα περισσότερα από τα στοιχεία των πινάκων της UIC. Ειδικότερα:

α. Για τον παράγοντα «κεφάλαιο» θα μπορούσε να έχει επιλεγεί είτε το συνολικό μήκος γραμμών στο τέλος κάθε έτους είτε ο αριθμός των έλκοντων οχημάτων και του ελκόμενου τροχαίου υλικού στο τέλος κάθε έτους. Με δεδομένο όμως ότι στο πλήθος των οχημάτων που αναγράφεται στους πίνακες της UIC συμπεριλαμβάνεται και το υλικό το οποίο βρίσκεται σε ακινησία και δε χρησιμοποιείται για την παραγωγή μεταφορικού έργου, οι πίνακες παρέχουν μια παραπλανητική εικόνα για το υλικό αυτό.

β. Τα διανυθέντα οχηματοχιλιόμετρα τροχαίου υλικού είναι τα συνολικά, δηλαδή συμπεριλαμβάνουν τόσο τους επιβατικούς συρμούς όσο και τις εμπορικές αμαξοστοιχίες και γι' αυτό δε συμπεριλαμβάνονται.

Τελικά, για την εφαρμογή του μοντέλου της Περιβάλλουσας Ανάλυσης επιλέχθηκαν οι εξής δύο εισροές:

(1) Το συνολικό μήκος των σιδηροδρομικών γραμμών στο τέλος του κάθε έτους,

(2) Το απασχολούμενο προσωπικό

##### **4.3.2.1.1 Συνολικό μήκος γραμμών**

Όπως φαίνεται και από τον τίτλο του, το εν λόγω μέγεθος εκφράζει το συνολικό μήκος όλων των γραμμών (μικρού, κανονικού και μεγάλου εύρους) που βρίσκονται σε λειτουργία στο τέλος κάθε έτους.

#### **4.3.2.1.2 Προσωπικό**

Το εν λόγω μέγεθος εκφράζει τον αριθμό των εργαζομένων (ανθρώπινο δυναμικό) που απασχολούνται σε κάθε γραμμή. Αυτοί μπορεί να είναι οδηγοί, ελεγκτές, σταθμάρχες (δηλαδή προσωπικό που σχετίζεται με την αποτελεσματική λειτουργία των δρομολογίων) καθώς και το (τεχνικό) προσωπικό που απασχολείται στη συντήρηση και επιθεώρηση της υποδομής και του τροχαίου υλικού. Ο συνολικός αριθμός του προσωπικού προσδιορίζεται από το μέσο όρο των μηνιαίων στοιχείων για το απασχολούμενο προσωπικό.

#### **4.3.2.2 Εκροές**

Οι εκροές μετρούν την παραγωγή ή το επίπεδο του έργου των προγραμμάτων και των υπηρεσιών. Για τις εκροές θα μπορούσαν να καθιερωθούν πολλές διαφορετικές ταξινομήσεις. Καθώς όμως οι εκροές πρέπει να επιλέγονται ανάλογα με τον αντικειμενικό σκοπό της έρευνας, που στην περίπτωση μας είναι η αύξηση του μεριδίου των σιδηροδρομικών μεταφορών, οι δείκτες εκροών που χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή του μοντέλου της ΠΑΔ είναι οι εξής δύο:

- α. Οι χιλιομετρικοί επιβάτες,
- β. Οι χιλιομετρικοί τόνοι

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονισθεί ότι υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν τις εκροές, και επομένως την αποδοτικότητα, όπως το επίπεδο των προσφερόμενων υπηρεσιών και ο βαθμός περιπορείας. Για παράδειγμα εάν το σιδηροδρομικό δίκτυο επεκταθεί προκειμένου να μειωθεί η περιπορεία ο αριθμός των χιλιομετρικών επιβατών και τόνων θα μειωθεί ενώ το παραγόμενο αποτέλεσμα θα παραμείνει αμετάβλητο. Η έλλειψη όμως σχετικών στοιχείων καθιστά αδύνατο το συνυπολογισμό τους στην παρούσα μελέτη.

##### **4.3.2.2.1 Χιλιομετρικοί επιβάτες**

Μια από τις δύο εκροές που χρησιμοποιούνται στην έρευνα είναι οι χιλιομετρικοί επιβάτες. Ως χιλιομετρικοί επιβάτες ορίζεται το άθροισμα των (χιλιομετρικών) αποστάσεων που διήνυσε ο καθένας επιβάτης κατά μήκος των γραμμών του δικτύου προκειμένου να φθάσει στον προορισμό του. Δεδομένου ότι όλοι οι επιβάτες κάθε δρομολογίου δεν αποβιβάζονται στον τερματικό σταθμό



αυτού, αλλά και σε ενδιάμεσους, το εν λόγω μέγεθος προσεγγίζει καλύτερα το παραγόμενο μεταφορικό έργο από εκείνο των μεταφερόμενων επιβατών και γι' αυτό προτιμήθηκε.

#### **4.3.2.2 Χιλιόμετρικοί τόνοι**

Η δεύτερη από τις εκροές που χρησιμοποιούνται στην έρευνα είναι οι χιλιόμετρικοί τόνοι. Ως χιλιόμετρικοί τόνοι ορίζεται το άθροισμα των (χιλιόμετρικών) αποστάσεων που διήνυσε το κάθε φορτίο κατά μήκος των γραμμών του δικτύου προκειμένου να φθάσει στον προορισμό του. Σε αντιστοιχία με τα παραπάνω, το εν λόγω μέγεθος προσεγγίζει καλύτερα το παραγόμενο μεταφορικό έργο από εκείνο του μεταφερόμενου φορτίου και γι' αυτό προτιμήθηκε.

### **4.4 Εφαρμογή της μεθόδου**

#### **4.4.1 Πίνακες εισροών - εκροών**

Από τον εξαιρετικά μεγάλο αριθμό στοιχείων που διαθέτουν οι πίνακες της UIC απομονώθηκαν και ταξινομήθηκαν τα αρχικά δεδομένα εισροών - εκροών για κάθε χώρα της μελέτης. Η διαμόρφωση των πινάκων με τα δεδομένα αυτά πραγματοποιήθηκε με τα εξής βήματα, για κάθε ένα από τα έτη 1994 έως και 2005:

α. Αφαίρεση όλων των στοιχείων των πινάκων της UIC που δε σχετίζονται με τις επιλεγείσες εισροές και εκροές.

β. Άθροιση, στους προ του έτους 2000 πίνακες της UIC, των επιμέρους μηκών γραμμής στενού, κανονικού ή μεγάλου εύρους για κάθε σιδηροδρομική επιχείρηση.

γ. Άθροιση των στοιχείων του δικτύου και του μεταφορικού έργου των επιμέρους σιδηροδρομικών επιχειρήσεων κάθε χώρας.

Στη συνέχεια συγκεντρώθηκαν και ταξινομήθηκαν τα στοιχεία για κάθε χώρα ξεχωριστά, οπότε και προέκυψαν οι πίνακες A1 έως A19 του παραρτήματος «Α». Στους τελευταίους, εκτός από τα δεδομένα, παρουσιάζονται και οι μέσοι όροι τους.

#### **4.4.2 Πίνακες Πρωτογενών αποτελεσμάτων**

Για τον προσδιορισμό της τιμής της σχετικής αποδοτικότητας χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα xIDEA 2.0. Η εφαρμογή έλαβε χώρα για κάθε ένα από τα δώδεκα έτη του χρονικού διαστήματος οπότε τελικά υπολογίσθηκαν δώδεκα τιμές για κάθε μια από τις δεκαεννέα χώρες του δείγματος. Τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες 4.2 έως 4.13.

**Πίνακας 4.2:** Τιμές σχετικής αποδοτικότητας για το έτος 1994

α.α.	Χώρα	TE <sub>VRS</sub>	SE	TE <sub>CRS</sub>
1	Αυστρία	0,8746	0,9980	0,8729
2	Βέλγιο	0,9053	0,9944	0,9002
3	Γαλλία	1,0000	0,8015	0,8015
4	Γερμανία	1,0000	0,7278	0,7278
5	Δανία	0,8777	0,6252	0,5488
6	Ελβετία	1,0000	1,0000	1,0000
7	Ελλάδα	0,6209	0,3494	0,2170
8	Ηνωμένο Βασίλειο	0,7439	0,7168	0,5332
9	Ιρλανδία	1,0000	0,2247	0,2247
10	Ισπανία	0,8609	0,8725	0,7511
11	Ιταλία	1,0000	0,7727	0,7727
12	Νορβηγία	1,0000	0,4782	0,4782
13	Ολλανδία	1,0000	1,0000	1,0000
14	Ουγγαρία	0,3753	0,9207	0,3455
15	Πολωνία	1,0000	1,0000	1,0000
16	Πορτογαλία	1,0000	0,6867	0,6867
17	Σουηδία	1,0000	1,0000	1,0000
18	Τσεχία	0,9121	0,9977	0,9100
19	Φινλανδία	1,0000	0,8510	0,8510
	Μέσοι Όροι:	0,9037	0,7904	0,7169

**Πίνακας 4.3:** Τιμές σχετικής αποδοτικότητας για το έτος 1995

α.α.	Χώρα	TE <sub>VRS</sub>	SE	TE <sub>CRS</sub>
1	Αυστρία	0,8403	0,9930	0,8344
2	Βέλγιο	0,8162	0,9729	0,7940
3	Γαλλία	1,0000	0,7701	0,7701
4	Γερμανία	1,0000	0,7021	0,7021
5	Δανία	0,9791	0,5865	0,5742
6	Ελβετία	1,0000	1,0000	1,0000
7	Ελλάδα	0,4410	0,4988	0,2199
8	Ηνωμένο Βασίλειο	0,7284	0,7435	0,5416
9	Ιρλανδία	1,0000	0,2215	0,2215
10	Ισπανία	0,9184	0,8667	0,7960
11	Ιταλία	1,0000	0,8150	0,8150
12	Νορβηγία	0,9756	0,4579	0,4468
13	Ολλανδία	1,0000	1,0000	1,0000
14	Ουγγαρία	0,3917	0,9442	0,3698
15	Πολωνία	1,0000	1,0000	1,0000
16	Πορτογαλία	1,0000	0,6919	0,6919
17	Σουηδία	1,0000	1,0000	1,0000
18	Τσεχία	0,8583	0,9865	0,8467
19	Φινλανδία	1,0000	0,8367	0,8367
	Μέσοι Όροι:	0,8921	0,7941	0,7085

**Πίνακας 4.4:** Τιμές σχετικής αποδοτικότητας για το έτος 1996

α.α.	Χώρα	TE <sub>VRS</sub>	SE	TE <sub>CRS</sub>
1	Αυστρία	0,8866	0,9774	0,8666
2	Βέλγιο	0,8842	0,9287	0,8212
3	Γαλλία	1,0000	0,8598	0,8598
4	Γερμανία	1,0000	0,8023	0,8023
5	Δανία	0,9251	0,5998	0,5548
6	Ελβετία	1,0000	1,0000	1,0000
7	Ελλάδα	0,6911	0,3683	0,2545
8	Ηνωμένο Βασίλειο	0,8194	0,7190	0,5891
9	Ιρλανδία	1,0000	0,2193	0,2193
10	Ισπανία	0,9113	0,8680	0,7910
11	Ιταλία	1,0000	0,8389	0,8389
12	Νορβηγία	1,0000	0,4951	0,4951
13	Ολλανδία	1,0000	1,0000	1,0000
14	Ουγγαρία	0,3798	0,9515	0,3614
15	Πολωνία	1,0000	1,0000	1,0000
16	Πορτογαλλία	1,0000	0,6336	0,6336
17	Σουηδία	1,0000	1,0000	1,0000
18	Τσεχία	0,8520	0,9717	0,8279
19	Φινλανδία	1,0000	0,8741	0,8741
	Μέσοι Όροι:	0,9131	0,7951	0,7258

**Πίνακας 4.5:** Τιμές σχετικής αποδοτικότητας για το έτος 1997

α.α.	Χώρα	TE <sub>VRS</sub>	SE	TE <sub>CRS</sub>
1	Αυστρία	0,8946	0,9734	0,8708
2	Βέλγιο	0,8060	0,9721	0,7835
3	Γαλλία	1,0000	0,8704	0,8704
4	Γερμανία	1,0000	0,8549	0,8549
5	Δανία	1,0000	0,8242	0,8242
6	Ελβετία	1,0000	1,0000	1,0000
7	Ελλάδα	0,3502	0,8226	0,2881
8	Ηνωμένο Βασίλειο	0,9051	0,7907	0,7157
9	Ιρλανδία	1,0000	0,2426	0,2426
10	Ισπανία	0,9862	0,8856	0,8733
11	Ιταλία	1,0000	0,8403	0,8403
12	Νορβηγία	1,0000	0,5138	0,5138
13	Ολλανδία	1,0000	1,0000	1,0000
14	Ουγγαρία	0,4007	0,9587	0,3842
15	Πολωνία	1,0000	1,0000	1,0000
16	Πορτογαλλία	0,7645	0,8655	0,6617
17	Σουηδία	1,0000	1,0000	1,0000
18	Τσεχία	0,7709	0,9880	0,7616
19	Φινλανδία	1,0000	0,9669	0,9669
	Μέσοι Όροι:	0,8883	0,8616	0,7606

Πίνακας 4.6: Τιμές σχετικής αποδοτικότητας για το έτος 1998

α.α.	Χώρα	TE <sub>VRS</sub>	SE	TE <sub>CRS</sub>
1	Αυστρία	0,9491	0,9780	0,9282
2	Βέλγιο	0,7764	0,9920	0,7702
3	Γαλλία	1,0000	0,8884	0,8884
4	Γερμανία	1,0000	0,8945	0,8945
5	Δανία	1,0000	0,8996	0,8996
6	Ελβετία	1,0000	1,0000	1,0000
7	Ελλάδα	0,3224	0,7821	0,2521
8	Ηνωμένο Βασίλειο	1,0000	0,7943	0,7943
9	Ιρλανδία	1,0000	0,2401	0,2401
10	Ισπανία	1,0000	0,9233	0,9233
11	Ιταλία	1,0000	0,7497	0,7497
12	Νορβηγία	1,0000	0,5208	0,5208
13	Ολλανδία	1,0000	1,0000	1,0000
14	Ουγγαρία	0,3983	0,9479	0,3776
15	Πολωνία	1,0000	0,9543	0,9543
16	Πορτογαλία	0,7031	0,9295	0,6536
17	Σουηδία	1,0000	1,0000	1,0000
18	Τσεχία	0,7216	0,9599	0,6927
19	Φινλανδία	1,0000	1,0000	1,0000
	Μέσοι Όροι:	0,8879	0,8660	0,7652

Πίνακας 4.7: Τιμές σχετικής αποδοτικότητας για το έτος 1999

α.α.	Χώρα	TE <sub>VRS</sub>	SE	TE <sub>CRS</sub>
1	Αυστρία	0,9393	0,9054	0,8505
2	Βέλγιο	0,6883	0,9733	0,6699
3	Γαλλία	1,0000	0,8495	0,8495
4	Γερμανία	1,0000	0,8875	0,8875
5	Δανία	1,0000	0,9234	0,9234
6	Ελβετία	1,0000	1,0000	1,0000
7	Ελλάδα	0,3122	0,8909	0,2781
8	Ηνωμένο Βασίλειο	1,0000	0,9419	0,9419
9	Ιρλανδία	1,0000	0,5126	0,5126
10	Ισπανία	1,0000	0,9810	0,9810
11	Ιταλία	1,0000	0,7354	0,7354
12	Νορβηγία	1,0000	0,8365	0,8365
13	Ολλανδία	1,0000	1,0000	1,0000
14	Ουγγαρία	0,3709	0,8996	0,3336
15	Πολωνία	1,0000	0,8026	0,8026
16	Πορτογαλία	0,7029	0,9279	0,6522
17	Σουηδία	1,0000	1,0000	1,0000
18	Τσεχία	0,6802	0,8276	0,5629
19	Φινλανδία	1,0000	1,0000	1,0000
	Μέσοι Όροι:	0,8786	0,8892	0,7799

Πίνακας 4.8: Τιμές σχετικής αποδοτικότητας για το έτος 2000

α.α.	Χώρα	TE <sub>VRS</sub>	SE	TE <sub>CRS</sub>
1	Αυστρία	0,9603	0,8581	0,8241
2	Βέλγιο	0,6455	0,9642	0,6224
3	Γαλλία	1,0000	0,7619	0,7619
4	Γερμανία	1,0000	0,7314	0,7314
5	Δανία	1,0000	0,8733	0,8733
6	Ελβετία	1,0000	1,0000	1,0000
7	Ελλάδα	0,2666	0,8848	0,2358
8	Ηνωμένο Βασίλειο	1,0000	1,0000	1,0000
9	Ιρλανδία	1,0000	0,3922	0,3922
10	Ισπανία	0,8021	0,9919	0,7956
11	Ιταλία	1,0000	0,6975	0,6975
12	Νορβηγία	0,9989	0,6159	0,6152
13	Ολλανδία	1,0000	1,0000	1,0000
14	Ουγγαρία	0,3608	0,8349	0,3012
15	Πολωνία	1,0000	0,7298	0,7298
16	Πορτογαλία	0,5267	0,9145	0,4816
17	Σουηδία	1,0000	1,0000	1,0000
18	Τσεχία	0,6917	0,7616	0,5268
19	Φινλανδία	0,8947	0,9000	0,8052
	Μέσοι Όροι:	0,8499	0,8375	0,7050

Πίνακας 4.9: Τιμές σχετικής αποδοτικότητας για το έτος 2001

α.α.	Χώρα	TE <sub>VRS</sub>	SE	TE <sub>CRS</sub>
1	Αυστρία	0,9999	0,8803	0,8802
2	Βέλγιο	0,6102	0,9755	0,5952
3	Γαλλία	1,0000	0,7838	0,7838
4	Γερμανία	1,0000	0,8522	0,8522
5	Δανία	1,0000	0,8347	0,8347
6	Ελβετία	1,0000	1,0000	1,0000
7	Ελλάδα	0,4175	0,7324	0,3057
8	Ηνωμένο Βασίλειο	1,0000	1,0000	1,0000
9	Ιρλανδία	1,0000	0,4428	0,4428
10	Ισπανία	0,9432	0,9846	0,9287
11	Ιταλία	1,0000	0,8368	0,8368
12	Νορβηγία	0,5898	0,7884	0,4650
13	Ολλανδία	1,0000	1,0000	1,0000
14	Ουγγαρία	0,3496	0,8649	0,3024
15	Πολωνία	1,0000	0,7522	0,7522
16	Πορτογαλία	0,6435	0,8393	0,5401
17	Σουηδία	1,0000	1,0000	1,0000
18	Τσεχία	0,6744	0,7723	0,5209
19	Φινλανδία	1,0000	0,8864	0,8864
	Μέσοι Όροι:	0,8541	0,8540	0,7330

**Πίνακας 4.10:** Τιμές σχετικής αποδοτικότητας για το έτος 2002

α.α.	Χώρα	TE <sub>VRS</sub>	SE	TE <sub>CRS</sub>
1	Αυστρία	1,0000	0,9910	0,9910
2	Βέλγιο	0,7284	0,9851	0,7175
3	Γαλλία	1,0000	0,7682	0,7682
4	Γερμανία	1,0000	0,9202	0,9202
5	Δανία	1,0000	0,7915	0,7915
6	Ελβετία	1,0000	1,0000	1,0000
7	Ελλάδα	0,4909	0,6693	0,3286
8	Ηνωμένο Βασίλειο	1,0000	1,0000	1,0000
9	Ιρλανδία	1,0000	0,4438	0,4438
10	Ισπανία	0,9476	0,9981	0,9458
11	Ιταλία	1,0000	0,8073	0,8073
12	Νορβηγία	0,6168	0,7648	0,4717
13	Ολλανδία	1,0000	1,0000	1,0000
14	Ουγγαρία	0,3494	0,8972	0,3135
15	Πολωνία	1,0000	0,8139	0,8139
16	Πορτογαλία	0,8228	0,7420	0,6105
17	Σουηδία	1,0000	1,0000	1,0000
18	Τσεχία	0,6779	0,8313	0,5636
19	Φινλανδία	1,0000	1,0000	1,0000
	Μέσοι Όροι:	0,8755	0,8644	0,7625

**Πίνακας 4.11:** Τιμές σχετικής αποδοτικότητας για το έτος 2003

α.α.	Χώρα	TE <sub>VRS</sub>	SE	TE <sub>CRS</sub>
1	Αυστρία	1,0000	0,9971	0,9971
2	Βέλγιο	0,7243	0,9882	0,7157
3	Γαλλία	1,0000	0,8223	0,8223
4	Γερμανία	1,0000	0,7196	0,7196
5	Δανία	1,0000	0,8406	0,8406
6	Ελβετία	1,0000	1,0000	1,0000
7	Ελλάδα	0,4325	0,7203	0,3115
8	Ηνωμένο Βασίλειο	1,0000	1,0000	1,0000
9	Ιρλανδία	1,0000	0,4768	0,4768
10	Ισπανία	1,0000	1,0000	1,0000
11	Ιταλία	1,0000	0,8369	0,8369
12	Νορβηγία	0,8329	0,6484	0,5400
13	Ολλανδία	1,0000	1,0000	1,0000
14	Ουγγαρία	0,4405	0,8424	0,3710
15	Πολωνία	1,0000	0,8331	0,8331
16	Πορτογαλία	0,8362	0,7653	0,6399
17	Σουηδία	1,0000	1,0000	1,0000
18	Τσεχία	0,6659	0,8539	0,5686
19	Φινλανδία	1,0000	1,0000	1,0000
	Μέσοι Όροι:	0,8912	0,8603	0,7723

Πίνακας 4.12: Τιμές σχετικής αποδοτικότητας για το έτος 2004

α.α.	Χώρα	TE <sub>VRS</sub>	SE	TE <sub>CRS</sub>
1	Αυστρία	1,0000	1,0000	1,0000
2	Βέλγιο	0,8771	0,9531	0,8360
3	Γαλλία	1,0000	0,7987	0,7987
4	Γερμανία	1,0000	0,8462	0,8462
5	Δανία	1,0000	0,7592	0,7592
6	Ελβετία	1,0000	1,0000	1,0000
7	Ελλάδα	0,4728	0,5944	0,2810
8	Ηνωμένο Βασίλειο	1,0000	1,0000	1,0000
9	Ιρλανδία	1,0000	0,3899	0,3899
10	Ισπανία	0,9098	0,9911	0,9017
11	Ιταλία	1,0000	0,7986	0,7986
12	Νορβηγία	1,0000	0,5528	0,5528
13	Ολλανδία	1,0000	1,0000	1,0000
14	Ουγγαρία	0,4433	0,9282	0,4114
15	Πολωνία	1,0000	0,8127	0,8127
16	Πορτογαλία	0,9539	0,6656	0,6349
17	Σουηδία	1,0000	1,0000	1,0000
18	Τσεχία	0,6049	0,8717	0,5273
19	Φινλανδία	1,0000	1,0000	1,0000
	Μέσοι Όροι:	0,9085	0,8401	0,7658

Πίνακας 4.13: Τιμές σχετικής αποδοτικότητας για το έτος 2005

α.α.	Χώρα	TE <sub>VRS</sub>	SE	TE <sub>CRS</sub>
1	Αυστρία	0,9666	0,9004	0,8703
2	Βέλγιο	0,6713	0,9759	0,6551
3	Γαλλία	1,0000	0,8113	0,8113
4	Γερμανία	1,0000	0,8765	0,8765
5	Δανία	1,0000	0,8177	0,8177
6	Ελβετία	1,0000	1,0000	1,0000
7	Ελλάδα	0,5189	0,7024	0,3645
8	Ηνωμένο Βασίλειο	1,0000	1,0000	1,0000
9	Ιρλανδία	1,0000	0,5215	0,5215
10	Ισπανία	1,0000	1,0000	1,0000
11	Ιταλία	0,9827	0,8159	0,8018
12	Νορβηγία	1,0000	0,6588	0,6588
13	Ολλανδία	1,0000	1,0000	1,0000
14	Ουγγαρία	0,4443	0,9297	0,4131
15	Πολωνία	0,9058	0,8879	0,8042
16	Πορτογαλία	0,9382	0,7109	0,6670
17	Σουηδία	1,0000	1,0000	1,0000
18	Τσεχία	0,5457	0,9152	0,4994
19	Φινλανδία	1,0000	1,0000	1,0000
	Μέσοι Όροι:	0,8933	0,8697	0,7769

Στους εν λόγω πίνακες με  $TE_{VRS}$  συμβολίζεται η τεχνική αποδοτικότητα του μοντέλου BCC (η καθαρή τεχνική αποδοτικότητα), με  $TE_{CRS}$  συμβολίζεται η τεχνική αποδοτικότητα του μοντέλου CCR (η ολική τεχνική αποδοτικότητα) και με SE η αποδοτικότητα κλίμακας (scale efficiency). Επίσης στους πίνακες υπολογίζονται και οι μέσοι όροι των τριών προαναφερθέντων μεγεθών.

#### 4.4.3 Επεξεργασία πινάκων - ανάλυση αποτελεσμάτων

##### 4.4.3.1 Διερεύνηση μεταβολής της μέσης σχετικής τεχνικής αποδοτικότητας

Από την επεξεργασία των ανωτέρω πινάκων προκύπτουν οι μέσες τιμές της αποδοτικότητας για όλες τις χώρες της μελέτης για το υπό εξέταση διάστημα, οι οποίες παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακας 4.14. Σε αυτόν, εκτός από τους μέσους όρους της αποδοτικότητας, παρατίθενται για κάθε κράτος:

α. Η μέση τιμή του ποσοστού συμμετοχής των σιδηροδρομικών μεταφορών στις επιβατικές μεταφορές κάθε χώρας (Π.ΕΠΙΒ.) κατά το χρονικό διάστημα 1995 - 2004<sup>112</sup>,

β. Η μέση τιμή του ποσοστού συμμετοχής των σιδηροδρομικών μεταφορών στις εμπορευματικές μεταφορές κάθε χώρας (Μ.ΕΜΠΟΡ.) κατά το χρονικό διάστημα 1995 - 2005,

γ. Η μέση τιμή του δείκτη που χρησιμοποιεί η UIC για να μετρήσει την παραγωγικότητα των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων, που ορίζεται από το λόγο (Χιλιόμετρικοί επιβάτες + Χιλιόμετρικοί τόνοι)/αριθμό απασχολούμενου προσωπικού<sup>113</sup>.

**Πίνακας 4.14:** Μέσοι όροι αποδοτικότητας

α.α.	Χώρα	$TE_{VRS}$	SE	$TE_{CRS}$	Π.ΕΠΙΒ.	Π.ΕΜΠΟΡ	Δείκτης UIC
1	Αυστρία	0,9426	0,9543	0,8988	0,0832	0,2667	543,40
2	Βέλγιο	0,7611	0,9729	0,7401	0,0591	0,1208	392,20
3	Γαλλία	1,0000	0,8155	0,8155	0,0747	0,1803	695,10
4	Γερμανία	1,0000	0,8179	0,8179	0,0732	0,1805	751,70
5	Δανία	0,9818	0,7813	0,7702	0,0844	0,0694	669,10
6	<b>Ελβετία</b>	1,0000	1,0000	1,0000	0,1340	0,0398	828,50
7	Ελλάδα	0,4447	0,6680	0,2781	0,0236	0,0217	249,20
8	Ην. Βασίλειο	0,9331	0,8922	0,8430	0,0506	0,0926	919,13
9	Ιρλανδία	1,0000	0,3606	0,3606	0,0530	0,0485	354,30
10	Ισπανία	0,9399	0,9469	0,8906	0,0509	0,0708	887,90
11	Ιταλία	0,9986	0,7954	0,7942	0,0530	0,1007	650,70

<sup>112</sup> Βλέπε παράγραφο 4.4.3.2.3 και πίνακα Γ1

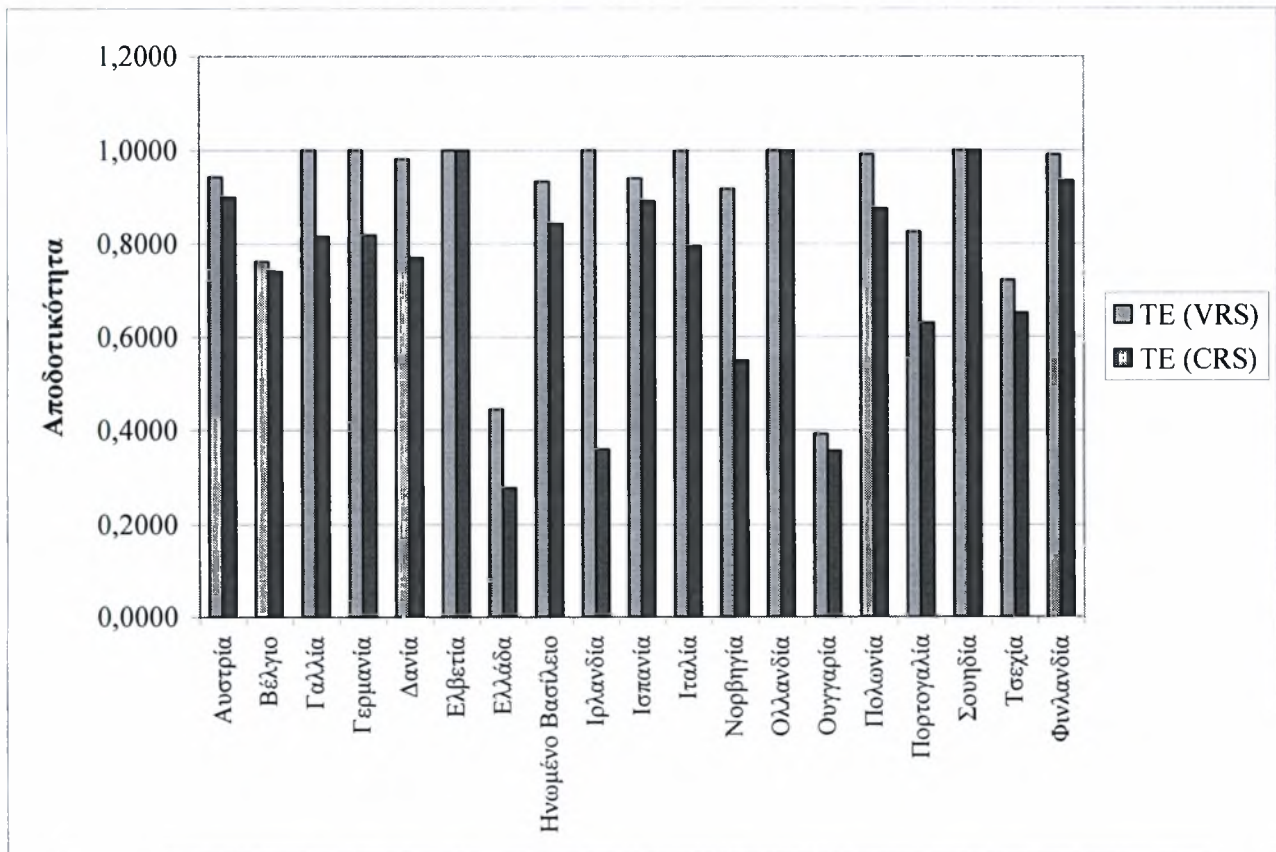
<sup>113</sup> Βλέπε Profillidis V, «Railways management and engineering», third edition, pp.14, Ashgate 2006



12	Νορβηγία	0,9178	0,6109	0,5496	0,0475	0,1308	671,50
13	<b>Ολλανδία</b>	1,0000	1,0000	1,0000	0,0863	0,0318	728,50
14	Ουγγαρία	0,3920	0,9100	0,3571	0,1245	0,2756	350,20
15	Πολωνία	0,9921	0,8822	0,8752	0,1051	0,3714	480,30
16	Πορτογαλία	0,8243	0,7811	0,6295	0,0597	0,0543	577,80
17	<b>Σουηδία</b>	1,0000	1,0000	1,0000	0,0720	0,3598	2472,10
18	Τσεχία	0,7213	0,8948	0,6507	0,0773	0,3121	293,90
19	Φινλανδία	0,9912	0,9429	0,9350	0,0501	0,2504	1152,10
	Μέσοι Όροι:	0,8864	0,8435	0,7477	0,0717	0,1567	719,35

Αν παραστήσουμε διαγραμματικά τις τιμές της σχετικής αποδοτικότητας του πίνακα 4.14, προκύπτει το επόμενο σχήμα 4.1, όπου οι στήλες με γκρι χρώμα αντιστοιχούν στις σχετικές αποδοτικότητες του BCC μοντέλου ενώ εκείνες με κόκκινο χρώμα αντιστοιχούν στις σχετικές αποδοτικότητες του CCR μοντέλου.

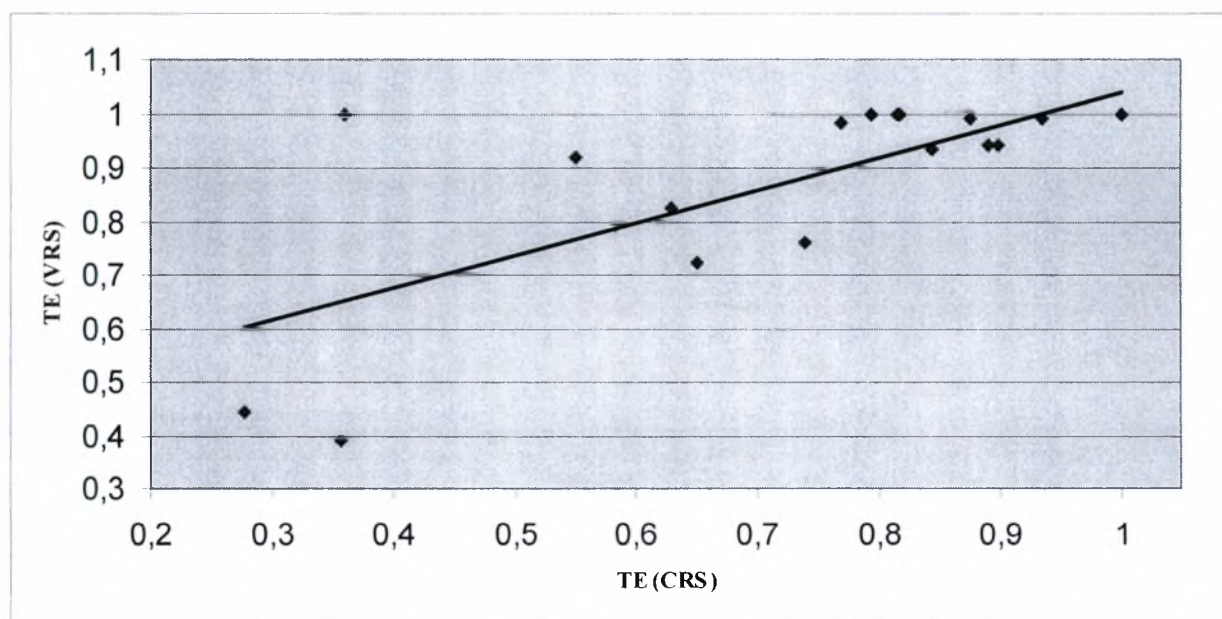
Σχήμα 4.1: Διάγραμμα μέσων όρων αποδοτικότητας



Παρατηρώντας τις τιμές της σχετικής αποδοτικότητας των δύο μοντέλων στον πίνακα 4.14 και στο σχήμα 4.1 προκύπτει ότι οι τιμές της αποδοτικότητας του BCC μοντέλου είναι μεγαλύτερες από εκείνες του μοντέλου CCR ενώ και ο αριθμός των αποδοτικών χωρών είναι μεγαλύτερος στο

πρώτο μοντέλο (συνολικά έξι) σε σχέση με το δεύτερο (συνολικά τρεις). Τα εξαγόμενα αυτά είναι αναμενόμενα και οφείλονται τόσο στις διαφορετικές υποθέσεις μεταξύ των μοντέλων (μεταβλητές – σταθερές αποδόσεις κλίμακας), όσο και στη διαφορετική μορφή του ορίου αποδοτικότητας τους (κυρτή τεθλασμένη γραμμή στο πρώτο – ευθεία διερχόμενη από την αρχή των αξόνων στο δεύτερο). Όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα 4.2, υπάρχει σχεδόν γραμμική συσχέτιση ανάμεσα στις τιμές της σχετικής αποδοτικότητας των δύο μοντέλων (με συντελεστή προσδιορισμού  $R^2=0,52$ ), με σημεία ανωμαλίας την Ιρλανδία, κατά κύριο λόγο, αλλά και τη Νορβηγία. Αν οι δύο τελευταίες χώρες αφαιρεθούν, τότε ο συντελεστής προσδιορισμού λαμβάνει τιμή  $R^2=0,85$ . Το γεγονός αυτό οφείλεται στο πολύ μικρό μεταφορικό έργο των σιδηροδρομικών μεταφορών (σε απόλυτους αριθμούς) σε αυτές τις δυο χώρες σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες του δείγματος. Ως προς τη διακύμανση των τιμών, στο μοντέλο BCC οι τιμές της σχετικής αποδοτικότητας κυμαίνονται μεταξύ του 0,392 και της μονάδας ενώ στο μοντέλο CCR κυμαίνονται μεταξύ του 0,278 και του 1.

Σχήμα 4.2: Συσχέτιση  $TE_{CRS} - TE_{VRS}$



Στη συνέχεια, προκειμένου να αξιολογήσουμε την επίδραση της ευρωπαϊκής πολιτικής στην εξυγίανση και ανάκαμψη των σιδηροδρόμων, θα χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση και συγκριτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων οι τιμές του μοντέλου CCR επειδή, όπως προαναφέρθηκε, το μοντέλο αυτό αντιπροσωπεύει μακροπρόθεσμες προβλέψεις και εκτιμήσεις.

Από τον πίνακα 4.14 και το σχήμα 4.1 φαίνεται ότι στην Ελβετία, την Ολλανδία και τη Σουηδία οι σιδηροδρομικές επιχειρήσεις λειτουργούν αποδοτικά. Επίσης δύο ακόμη χώρες, η Φινλανδία και η Αυστρία, παρουσιάζουν εξαιρετικές επιδόσεις αν και δε λειτουργούν αποδοτικά. Πιο κάτω, και συγκεκριμένα μεταξύ των τιμών 0,9 και 0,8 συναντάμε την Ισπανία, την Πολωνία,

το Ηνωμένο Βασίλειο, τη Γαλλία και τη Γερμανία που παρουσιάζουν αρκετά ικανοποιητικές επιδόσεις, ενώ μεταξύ του 0,8 και του 0,7 βρίσκονται η Ιταλία, η Δανία, το Βέλγιο και η Τσεχία, η αποδοτικότητα των οποίων μπορεί να χαρακτηριστεί ως ικανοποιητική. Αντίθετα, ως μέτρια χαρακτηρίζεται η αποδοτικότητα λειτουργίας στην Πορτογαλία και τη Νορβηγία ενώ απογοητευτική είναι η εικόνα για την Ελλάδα, την Ουγγαρία και την Ιρλανδία που βρίσκονται στις τελευταίες θέσεις. Παρατηρούμε λοιπόν ότι από τις δέκα χώρες που παρουσιάζουν μέση τιμή αποδοτικότητας μεγαλύτερη από 0,8, οι επτά έχουν εφαρμόσει τις ευρωπαϊκές πολιτικές από το 1997 και προθύτερα, δηλαδή πριν από τουλάχιστο δέκα χρόνια από σήμερα.

Από τις υπόλοιπες τρεις χώρες, η Ελβετία βρίσκεται στην πρώτη θέση μεταξύ των υπό εξέταση χωρών ως προς το ποσοστό συμμετοχής του σιδηροδρόμου στις εμπορευματικές μεταφορές, το οποίο μάλιστα είναι δυσανάλογα υψηλότερο έναντι του επιβατικού. Το γεγονός αυτό, που οφείλεται στο ότι όλα τα φορτία με αρχικό και τελικό προορισμό χώρα άλλη από την Ελβετία μεταφέρονται υποχρεωτικά σιδηροδρομικώς, σε συνδυασμό με τον πολύ υψηλό δείκτη μεταφορικού έργου προς απασχολούμενο προσωπικό (τρίτη μετά την επίσης αποδοτική Σουηδία και το Ηνωμένο Βασίλειο) επαρκούν για να εξηγήσουν την ανωτέρω επίδοση της χώρας. Η Πολωνία από την άλλη πλευρά βρίσκεται στην τρίτη θέση μεταξύ των υπό εξέταση χωρών ως προς το ποσοστό συμμετοχής του σιδηροδρόμου στις εμπορευματικές μεταφορές, το οποίο επίσης είναι δυσανάλογα υψηλότερο έναντι του επιβατικού. Όμως, όπως θα δειχθεί στη συνέχεια, η αποδοτικότητα της Πολωνίας φθίνει, καθώς μόνο στα πρώτα έτη του χρονικού διαστήματος της μελέτης λειτουργούσε αποδοτικά. Είναι λοιπόν το κομμουνιστικό παρελθόν αυτής της χώρας που ανεβάζουν κατά πολύ το μέσο όρο της αποδοτικότητας της. Σε πλήρη αντίθεση, βρίσκεται η λειτουργία των σιδηροδρόμων στην Ελλάδα και την Ουγγαρία, η οποίες ενσωμάτωσαν μόλις πολύ πρόσφατα, το 2005 και το 2004 αντίστοιχα, το πρώτο σιδηροδρομικό πακέτο, όπως και στην Ιρλανδία, όπου δεν έχει μεταβληθεί ακόμη το θεσμικό πλαίσιο λειτουργίας των σιδηροδρόμων.

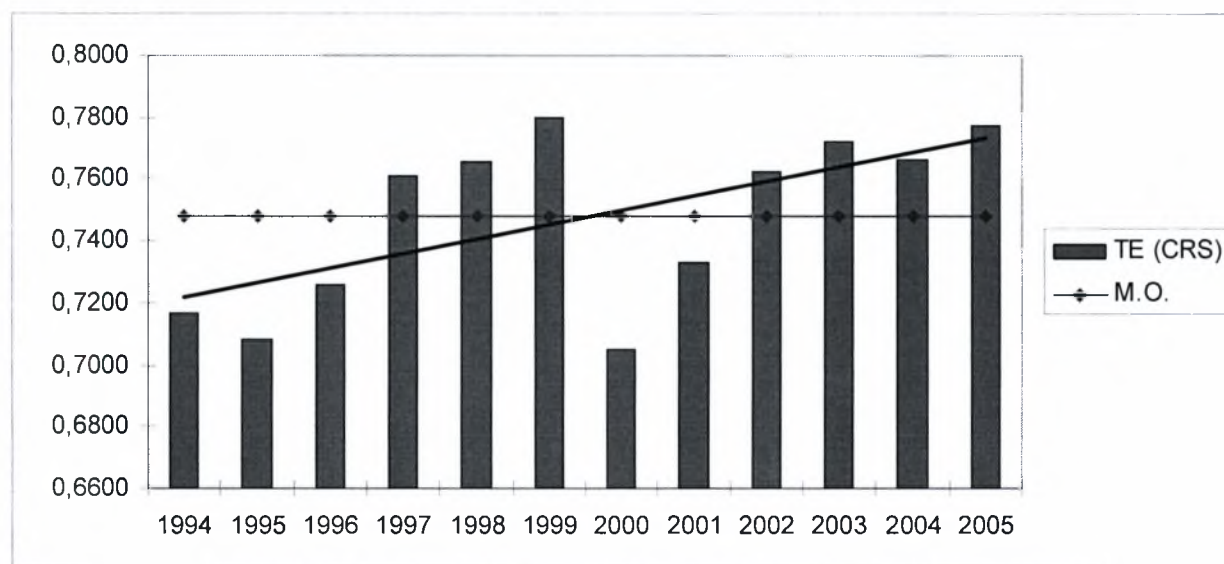
Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγει κανείς αν συγκρίνει τη μεταβολή της μέσης τιμής της σχετικής αποδοτικότητας κάθε έτους για όλες τις χώρες της μελέτης, που παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα 4.15 και διαγραμματικά στο σχήμα 4.3.

**Πίνακας 4.15:** Μεταβολή της μέσης τιμής της αποδοτικότητας κατά το διάστημα 1994-2005

α.α.	Χώρα	TE <sub>CRS</sub>
1	1994	0,7169
2	1995	0,7085
3	1996	0,7258
4	1997	0,7606
5	1998	0,7652

6	1999	0,7799
7	2000	0,7050
8	2001	0,7330
9	2002	0,7625
10	2003	0,7723
11	2004	0,7658
12	2005	0,7769
	Μέσος όρος	0,7477

**Σχήμα 4.3:** Διάγραμμα μεταβολής της μέσης τιμής αποδοτικότητας κατά το διάστημα 1994-2005



Από το διάγραμμα φαίνεται ότι η μέση σχετική τεχνική αποδοτικότητα αυξάνει από το 1994 έως το 1999, οπότε λαμβάνει και τη μέγιστη τιμή της ενώ παρουσιάζει μια σημαντική μείωση το έτος 2000. Στη συνέχεια αυξάνει πάλι σταθερά, με μια πολύ μικρή μείωση το 2004, για να λάβει την τιμή 0,7769 το τελευταίο έτος. Στο σύνολο του χρονικού διαστήματος της μελέτης η μέση σχετική τεχνική αποδοτικότητα παρουσιάζει αύξηση κατά 8,3%. Η τελευταία παρατήρηση αντικατοπτρίζεται και στη γραμμή τάσης του διαγράμματος που είναι αύξουσα, δηλαδή η λειτουργία της σιδηροδρομικής αγοράς δείχνει να έχει εισέλθει σε μια φάση σταθερής βελτίωσης της λειτουργίας της. Μάλιστα λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι από το 2002 και μετά, έτος από το οποίο έχει παρέλθει τουλάχιστο μια πενταετία από τη στιγμή που αναδιοργανώθηκαν οι σιδηρόδρομοι σε εννέα από τις χώρες της μελέτης και μπορεί να θεωρηθεί ότι οι θεσμικές αλλαγές έχουν αρχίσει να ωριμάζουν και να επηρεάζουν (και σε μακροπρόθεσμη κλίμακα) τη λειτουργία των σιδηροδρόμων, η μέση τιμή της σχετικής αποδοτικότητας βρίσκεται σταθερά πάνω από το μέσο όρο του διαστήματος της μελέτης.

Εκτός από την εξέταση της μεταβολής της μέσης απόδοσης, εξίσου χρήσιμη και αποκαλυπτική είναι η απεικόνιση της μεταβολής της τεχνικής αποδοτικότητας κάθε χώρας κατά τη

διάρκεια του χρόνου της μελέτης, για την παρατήρηση της οποίας έχουν σχεδιασθεί τα διαγράμματα του παραρτήματος «B». Επισημαίνεται ότι καθώς οι τιμές της αποδοτικότητας κάθε χώρας είναι σχετικές και υπολογίζονται σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές των υπολοίπων χωρών για κάθε έτος ξεχωριστά, δεν είναι άμεσα συγκρίσιμες μεταξύ τους και τα εν λόγω διαγράμματα μπορούν να καταδείξουν μόνο την τάση μεταβολής της αποδοτικότητας κατά τη διάρκεια των δώδεκα χρόνων. Καθοριστικό στοιχείο για την εξαγωγή του οποιουδήποτε συμπεράσματος αποτελεί το χρονικό σημείο έναρξης εφαρμογής των κοινοτικών διατάξεων στις εθνικές σιδηροδρομικές μεταφορές, όπως παριστάνεται στον πίνακα 4.1, καθώς, όπως προαναφέρθηκε, η πενταετία θεωρείται ως ικανό και αναγκαίο χρονικό διάστημα προκειμένου να αποδώσει η όποια μεταρρύθμιση. Από την εξέταση των διαγραμμάτων του παραρτήματος «B» προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

α. Στο χρονικό διάστημα της μελέτης μόνο τέσσερις από τις δεκαεννέα χώρες παρουσιάζουν πτωτική πορεία: το Βέλγιο, η Πορτογαλία, η Τσεχία και η Πολωνία. Από αυτές, το Βέλγιο η Πορτογαλία και η Τσεχία ενσωμάτωσαν στο πολύ πρόσφατο παρελθόν το πρώτο σιδηροδρομικό πακέτο (το 2005 οι δύο πρώτες και το 2003 η τρίτη), οπότε οι αλλαγές δεν έχουν προλάβει να επιδράσουν ουσιαστικά στη λειτουργία των σιδηροδρόμων, ενώ η Πολωνία δεν έχει νομοθετήσει ακόμη σχετική διάταξη.

β. Στις χώρες όπου η χρονική αφετηρία των μεταρρυθμίσεων βρίσκεται πριν το έτος 1995, παρουσιάζονται τα πιο εντυπωσιακά αποτελέσματα. Ειδικότερα, η Σουηδία είναι αποδοτική, ενώ στη Φινλανδία, την Αυστρία, το Ηνωμένο Βασίλειο και τη Γερμανία η αύξηση της αποδοτικότητας είναι τόσο έντονη, που στα τελευταία χρόνια της μελέτης η τιμή της (στις τρεις από τις τέσσερις χώρες) αγγίζει τη μονάδα. Ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να γίνει στο Ηνωμένο βασίλειο που παρουσιάζει και τα εντυπωσιακότερα αποτελέσματα. Στη χώρα αυτή η επίδραση της εισαγωγής του ανταγωνισμού ήταν τόσο ισχυρή, που από το έτος 2000 και έπειτα η αποδοτικότητα της σταθεροποιείται στο μέγιστο δυνατό.

γ. Στις χώρες όπου ορόσημο είναι το έτος 1996 η κατάσταση είναι ελαφρώς διαφορετική. Η μεν Ολλανδία είναι αποδοτική ενώ στη Νορβηγία η αποδοτικότητα, που παρουσιάζει αυξητική τάση, κυμαίνεται σε μέτρια επίπεδα.

δ. Οι χώρες όπου η αναδιοργάνωση των σιδηροδρόμων πραγματοποιήθηκε μεταξύ του 1997 και του 2000, παρουσιάζουν συγκεχυμένη εικόνα. Η Δανία παρουσιάζει αυξητική τάση ενώ στη Γαλλία και την Ιταλία η αποδοτικότητα παραμένει ουσιαστικά αμετάβλητη.

ε. Η αποδοτικότητα στην Ελλάδα και την Ουγγαρία, χώρες που επίσης πολύ πρόσφατα ενσωμάτωσαν τις κοινοτικές διατάξεις, παρουσιάζει μεν (μικρή) αυξητική τάση, αλλά τόσο η μέσες, όσο και οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές τους κυμαίνονται, σε πολύ χαμηλά, έως και απογοητευτικά, επίπεδα.

στ. Η αποδοτικότητα της Ιρλανδίας αυξάνει με ικανοποιητικούς ρυθμούς, βρίσκεται όμως και αυτή σε χαμηλά επίπεδα.

ζ. Στην Ισπανία η αποδοτικότητα βρίσκεται σε ικανοποιητικά επίπεδα και παρουσιάζει αυξητική τάση.

Το συμπέρασμα που προκύπτει από τις παραπάνω παρατηρήσεις είναι ότι στις χώρες που προχώρησαν νωρίς στην αναδιάρθρωση της αγοράς των σιδηροδρόμων σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ανεξάρτητα από τη μορφή της οργάνωσης που εφαρμόστηκε) παρουσίασαν σημαντική, ακόμη και εντυπωσιακή, βελτίωση στη λειτουργία τους.

Αντίθετα, στις χώρες που είτε δεν έχουν προχωρήσει στην αναδιάρθρωση, είτε έχουν υιοθετήσει με μεγάλη καθυστέρηση τις ευρωπαϊκές επιταγές, οι σιδηρόδρομοι φθίνουν ή, στην καλύτερη περίπτωση, παραμένουν ουσιαστικά στάσιμοι.

#### **4.4.3.2 Διερεύνηση συσχέτισης εισροών - εκροών με της μέση σχετική τεχνική αποδοτικότητα**

Έχοντας διαπιστώσει την αύξηση της μέσης σχετικής αποδοτικότητας των χωρών στα δώδεκα έτη της μελέτης, είναι σημαντικό να εξετασθεί αφενός ποία από τα δεδομένα (εισροές και εκροές) και σε ποιο βαθμό έχουν επηρεάσει τη μεταβολή της αποδοτικότητας κατά τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος 1994 – 2005 και αφετέρου τη συσχέτιση των δεδομένων αυτών με την ευρωπαϊκή σιδηροδρομική πολιτική. Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκε, με βάση τα δεδομένα των πινάκων του Παραρτήματος «Α», ο πίνακας 4.16. Ο πίνακας αυτός περιλαμβάνει τις συνολικές απόλυτες τιμές όλων των εισροών και εκροών για κάθε ένα από τα έτη της μελέτης, την ετήσια ποσοστιαία μεταβολή τους, τους γενικούς μέσους όρους για τα στοιχεία του δικτύου, το απασχολούμενο προσωπικό, το παραχθέν μεταφορικό έργο (επιβατικό, εμπορευματικό, συνολικό) καθώς και τη συνολική μεταβολή όλων των ανωτέρω στοιχείων (απόλυτη και ποσοστιαία), μεταξύ του πρώτου και του τελευταίου έτους της μελέτης.

##### **4.4.3.2.1 Μήκος γραμμών**

Αρχικά θα εξετασθεί η συσχέτιση μήκους γραμμής και τεχνικής αποδοτικότητας. Από τον πίνακα 4.16 φαίνεται ότι το συνολικό μήκος γραμμών μειώθηκε από τα 203.394,00 χιλιόμετρα στα 192.639 χιλιόμετρα, δηλαδή παρουσίασε μείωση κατά 10.755 χιλιόμετρα ή 5,29%. Η μείωση αυτή δεν ήταν σταθερή και δεν αφορά το σύνολο των χωρών της μελέτης. Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και από τους πίνακες του παραρτήματος «Α», μόνο σε επτά χώρες παρατηρήθηκε μείωση του μήκους γραμμής, ενώ στις περισσότερες παρατηρήθηκε αύξηση.

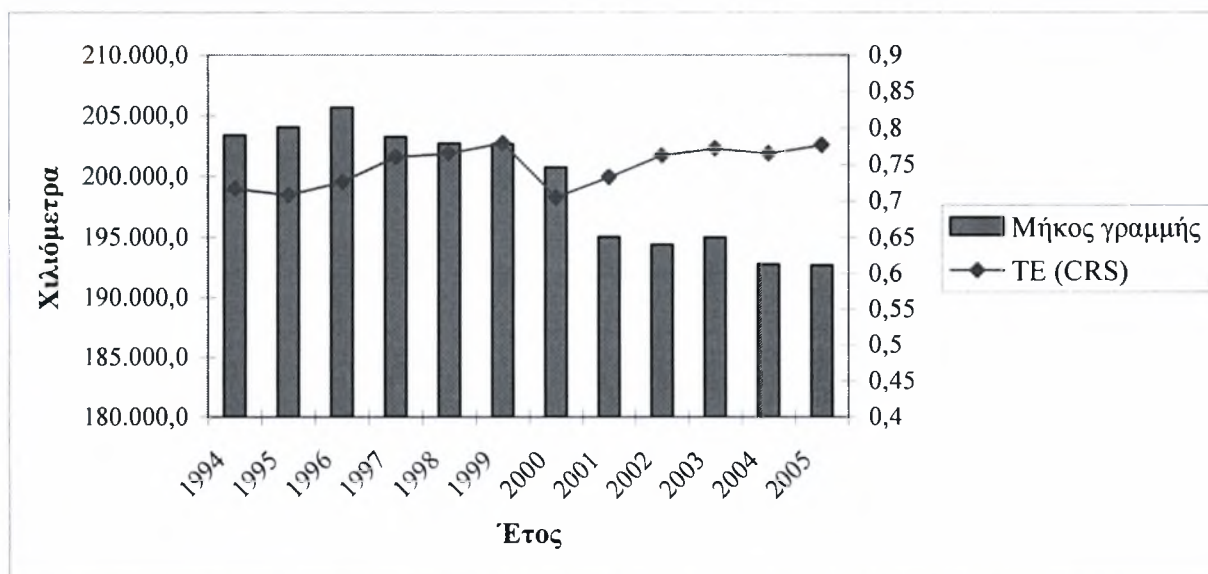
Πίνακας 4.16: Σύνολο εισροών - εκροών κατά το διάστημα 1994-2005

α.α.	Έτος	Στοιχεία δικτύου						Μεταφορικό έργο					
		Μήκος γραμμών		Προσωπικό		Χιλιμετρικοί επιβάτες		Χιλιμετρικοί τόνοι		Συνολικό			
		Χιλιόμετρα	Ετήσια μεταβολή	Χιλιάδες	Ετήσια μεταβολή	Εκατομμύρια	Ετήσια μεταβολή	Εκατομμύρια	Ετήσια μεταβολή	Εκατομμύρια	Εκατομμύρια		
1	1994	203.394,00	-	1.509,599	-	315.606,00	-	323.307,00	-	638.913,00			
2	1995	204.059,00	0,33%	1.426,879	-5,48%	311.891,00	-1,18%	327.513,00	1,30%	639.404,00			
3	1996	205.698,10	0,80%	1.349,610	-5,42%	321.539,00	3,09%	314.518,30	-3,97%	636.057,30			
4	1997	203.285,70	-1,17%	1.293,101	-4,19%	323.814,22	0,71%	341.494,70	8,58%	665.308,92			
5	1998	202.718,40	-0,28%	1.237,160	-4,33%	322.373,73	-0,44%	332.961,07	-2,50%	655.334,80			
6	1999	202.683,69	-0,02%	1.179,460	-4,66%	342.459,24	6,23%	322.902,71	-3,02%	665.361,95			
7	2000	200.778,59	-0,94%	1.147,228	-2,73%	351.407,94	2,61%	336.784,06	4,30%	688.192,00			
8	2001	195.009,26	-2,87%	1.082,115	-5,68%	353.847,29	0,69%	325.309,67	-3,41%	679.156,97			
9	2002	194.404,00	-0,31%	1.040,663	-3,83%	352.252,00	-0,45%	319.928,00	-1,65%	672.180,00			
10	2003	194.986,00	0,30%	1.114,445	7,09%	350.676,00	-0,45%	319.118,00	-0,25%	669.794,00			
11	2004	192.753,00	-1,15%	1.063,484	-4,57%	353.848,65	0,90%	325.499,10	2,00%	679.347,75			
12	2005	192.639,00	-0,06%	1.042,367	-1,99%	364.672,08	3,06%	325.950,80	0,14%	690.622,88			
13	Μέσος Όρος	199.367,39	-	1.207,176	-	338.698,93	-	326.273,87	-	664.972,80			
14	Συν. Μεταβολή	-10.755,00	-5,29%	-467,23	-30,95%	49.066,08	15,55%	2.643,80	0,82%	51.709,88			

Ειδικότερα, μειώσεις σημειώθηκαν κυρίως στις χώρες με μεγάλα μήκη γραμμής, με μεγαλύτερες εκείνες της Πολωνίας (19,4%), της Γερμανίας (15,2%) και της Γαλλίας (9,3%) ενώ στις υπόλοιπες κυμάνθηκαν σε επίπεδο μικρότερο ή ίσο του 5%. Αντίθετα, στις χώρες όπου παρατηρήθηκε αύξηση, αυτή δεν ξεπέρασε το 5% με εξαίρεση την περίπτωση της Ισπανίας που ξεπέρασε το 14%. Ως προς τις ετήσιες μεταβολές του συνολικού μήκους της γραμμής, δεν υπάρχει ενιαία συμπεριφορά αλλά παρουσιάζονται αυξομειώσεις.

Στο διάγραμμα του ακόλουθου σχήματος 4.4 παριστάνεται η μεταβολή της τεχνικής αποδοτικότητας και του συνολικού μήκους της γραμμής για όλα τα έτη της μελέτης.

**Σχήμα 4.4:** Διάγραμμα μεταβολής μέσης τιμής αποδοτικότητας – συνολικού μήκους γραμμής



Από το ανωτέρω διάγραμμα προκύπτουν τα εξής σημαντικά συμπεράσματα:

α. Η μεταβολή του μήκους της γραμμής και η αντίστοιχη μεταβολή της αποδοτικότητας, συσχετίζονται μεταξύ τους χωρίς όμως να είναι ευθέως αντίστροφα ανάλογες. Φαίνεται όμως σε βάθος χρόνου ότι η μείωση του μήκους της γραμμής έχει βελτιώσει την αποδοτικότητα. Πρακτικά αυτό μπορεί να οφείλεται είτε στη βελτίωση της χάραξης ορισμένων τμημάτων, προκειμένου να μικρύνουν οι χρόνοι σε ορισμένες διαδρομές ή να μειωθεί το φαινόμενο της περιπορείας είτε στην κατάργηση ορισμένων γραμμών επειδή αυτές κρίθηκαν αντιπαραγωγικές και ελλειμματικές.

β. Η εκμετάλλευση του μήκους της γραμμής έχει βελτιωθεί αισθητά. Αυτό πιθανότατα οφείλεται στην εισαγωγή καινοτόμων τεχνολογιών στη σηματοδότηση, την τηλεδιοίκηση και τις τηλεπικοινωνίες που αυξάνουν τη χωρητικότητα της γραμμής και την ασφάλεια της μεταφοράς και επομένως δε σχετίζεται με την αναδιοργάνωση των σιδηροδρόμων.



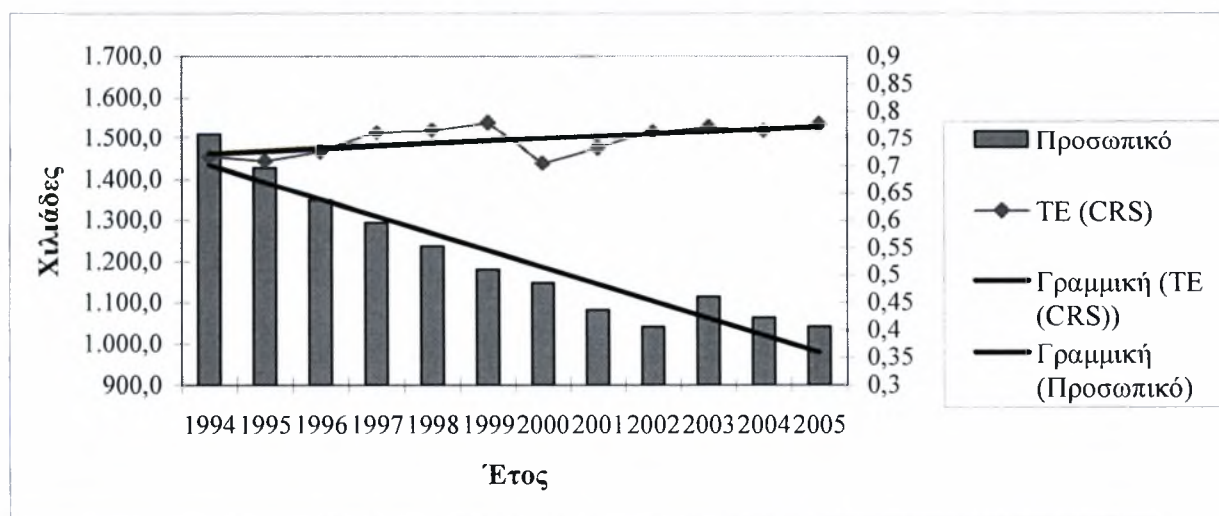
γ. Η μείωση του μήκους γραμμής δεν ήταν ούτε άμεση αλλά και ούτε σταθερή. Αντίθετα, φαίνεται ότι από το 2001 και μετά σταθεροποιείται περί τις 193.000 χιλιόμετρα. Το τελευταίο καταδεικνύει ότι η επίδραση της αναδιοργάνωσης των σιδηροδρόμων στο μήκος της γραμμής δεν έγινε άμεσα, για λόγους που σχετίζονται με το μεγάλο χρονικό διάστημα που απαιτείται για τη μελέτη και κατασκευή νέων γραμμών αλλά κυρίως γιατί η κατάργηση γραμμών σχετίζεται και με κοινωνικά κριτήρια.

#### 4.4.3.2.2 Προσωπικό

Η συσχέτιση μεταξύ προσωπικού και αποδοτικότητας παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον. Από τον πίνακα 4.16 φαίνεται ότι υπάρχει μια εντυπωσιακή μείωση του προσωπικού μεταξύ των ετών της μελέτης που αγγίζει το 31%! Μάλιστα, μόνο στην Ολλανδία υπήρξε αύξηση του προσωπικού κατά 2,6% περίπου ενώ στις υπόλοιπες δεκαοκτώ χώρες, υπήρξε μείωση του προσωπικού. Σε απόλυτους αριθμούς, μεγαλύτερη μείωση συναντάται στη Γερμανία (102.442), στην Ιταλία(38.122), στο Ηνωμένο Βασίλειο (36.306) και στις τρεις χώρες που πρώην ανατολικού μπλοκ (Ουγγαρία (27.901), Πολωνία (121.114), Τσεχία (41.567)), ενώ ποσοστιαία στην Ιρλανδία (51,3%), στην Πολωνία (48,6%) στη Νορβηγία (47,2%) και στη Δανία (42,5%). Η μείωση του προσωπικού χαρακτηρίζει ολόκληρη τη χρονική περίοδο της μελέτης, με εξαίρεση το έτος 2003, και εμφανίζεται από την πρώτη κιόλας χρονιά.

Για να εξεταστεί η συσχέτιση του απασχολούμενου προσωπικού και της τεχνικής αποδοτικότητας σχεδιάστηκε το διάγραμμα του σχήματος 4.5.

Σχήμα 4.5: Διάγραμμα μεταβολής μέσης τιμής αποδοτικότητας – προσωπικό



Η εξέταση του ανωτέρω σχήματος, σε συνδυασμό με τα μεγέθη του πίνακα 4.16 καταδεικνύει ότι η σχέση ανάμεσα στην αποδοτικότητα και το απασχολούμενο προσωπικό είναι αντιστρόφως

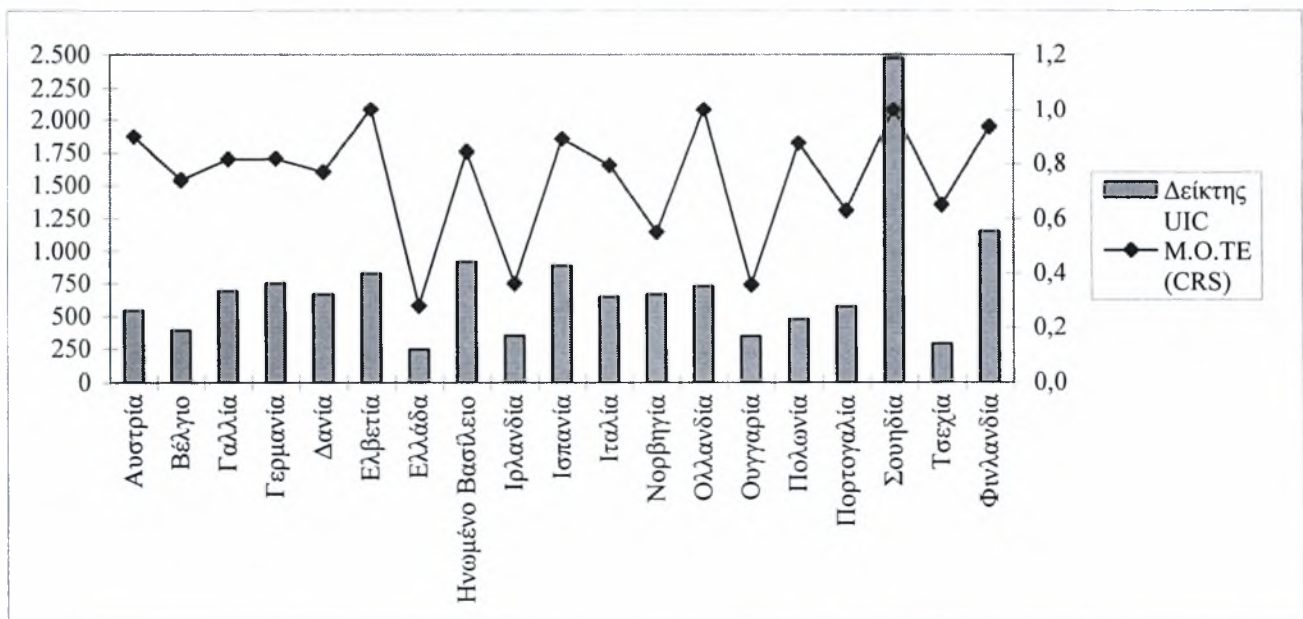
ανάλογη: Η μείωση του προσωπικού, προκαλεί, συνολικά, αύξηση της αποδοτικότητας. Οι βασικότεροι λόγοι στους οποίους οφείλεται η αυτή η μείωση είναι οι εξής:

α. Έχει αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια ότι μέχρι και τη δεκαετία του 1980 οι ευρωπαϊκοί σιδηρόδρομοι αποτελούσαν στη συντριπτική τους πλειοψηφία δημόσιες επιχειρήσεις, που εξυπηρετούσαν εξίσου κοινωνικούς και μεταφορικούς σκοπούς. Στις χώρες της ανατολικής Ευρώπης μάλιστα, αποτελούσαν κοινωνικοποιημένες επιχειρήσεις. Ως αποτέλεσμα, υπήρχε πλεονάζον προσωπικό στους σιδηροδρόμους, το οποίο στις περισσότερες χώρες μάλιστα απολάμβανε ιδιαίτερα εργασιακά προνόμια έναντι των υπολοίπων υπαλλήλων του δημοσίου τομέα. Με την αναδιάρθρωση της σιδηροδρομικής αγοράς ο αριθμός των απασχολούμενων εργαζομένων άρχισε να μειώνεται προκειμένου να προσαρμοσθεί στις πραγματικές ανάγκες των επιχειρήσεων, με ρυθμό που εξαρτάται από την ελαστικότητα της αγοράς εργασίας κάθε κράτους και τις αντιδράσεις των συνδικάτων σιδηροδρόμων στις απολύσεις προσωπικού και στη μεταβολή των όρων εργασίας. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο ο αριθμός του προσωπικού δεν έχει σταθεροποιηθεί αλλά συνεχίζει μειούμενος.

β. Η εισαγωγή νέων τεχνολογιών που αντικαθιστούν τον άνθρωπο στην εκτέλεση ορισμένων εργασιών.

Μια καλή ένδειξη για την παρουσία ή μη πλεονάζοντος προσωπικού σε μια σιδηροδρομική αγορά δίνει ο δείκτης παραγωγικότητας της UIC του πίνακα 4.14 που, όπως προαναφέρθηκε, εκφράζει το λόγο του μεταφορικού έργου προς το απασχολούμενο προσωπικό. Στο ακόλουθο σχήμα 4.6 αποτυπώνονται οι μέσες τιμές της αποδοτικότητας και του δείκτη παραγωγικότητας της UIC για τις χώρες της μελέτης.

**Σχήμα 4.6:** Διάγραμμα μέσων τιμών αποδοτικότητας – δείκτη UIC



Συγκρίνοντας το σχήμα 4.6 και τα στοιχεία του πίνακα 4.14 διαπιστώνεται τα δύο μεγέθη μεταβάλλονται ευθέως ανάλογα: Στις χώρες με πολύ υψηλή αποδοτικότητα ο δείκτης λαμβάνει πολύ υψηλές τιμές (όπως η Σουηδία και το Ηνωμένο Βασίλειο) ενώ στις χώρες με πολύ χαμηλή αποδοτικότητα πολύ μικρές (όπως η Ελλάδα και η Ιρλανδία). Το γεγονός αυτό αποτελεί άλλη μια απόδειξη του συμπεράσματος ότι η μεταβολή του προσωπικού είναι αντιστρόφως ανάλογη της αποδοτικότητας.

Αν αντιπαραβληθούν η μεταβολή της αποδοτικότητας στις διάφορες χώρες (διαγράμματα παραρτήματος «B») με τις τιμές του δείκτη παραγωγικότητας διαπιστώνονται τα εξής:

α. Στις χώρες όπου η τάση μεταβολής της αποδοτικότητας είναι αυξητική και η μέση αποδοτικότητα τους είναι μεγαλύτερη από 0,7 ο δείκτης λαμβάνει υψηλές ενώ στις χώρες που παρουσιάζουν φθίνουσα τάση στην αποδοτικότητα τους ο δείκτης λαμβάνει πολύ χαμηλές τιμές. Στην πρώτη περίπτωση, αυτό συνεπάγεται ότι το προσωπικό που απασχολείται είναι περίπου ίσο με το απαραίτητο για τη διεκπεραίωση του συγκεκριμένου μεταφορικού έργου ενώ στη δεύτερη είναι περισσότερο από το αναγκαίο.

β. Στη Γαλλία, όπου διατηρείται σταθερή η αποδοτικότητα, ο δείκτης λαμβάνει τιμές λίγο κάτω από το μέσο όρο. Συμπεραίνεται επομένως ότι η μείωση του προσωπικού ήταν μικρότερη από την απαιτούμενη, με αποτέλεσμα το απασχολούμενο προσωπικό να είναι πλεονάζον. Αυτό φαίνεται χαρακτηριστικά από τη σύγκριση της Γαλλίας με την, αντιστοίχων μεγεθών, Γερμανία. Πράγματι ενώ η αύξηση του συνολικού μεταφορικού έργου στη Γερμανία ήταν μεγαλύτερη από εκείνη της Γαλλίας, η μείωση του προσωπικού στη Γερμανία ξεπέρασε το 31% όταν το αντίστοιχο ποσοστό στη Γαλλία μόλις που άγγιξε το 10%. Μάλιστα το ποσοστό αυτό ήταν από τα μικρότερα μεταξύ των δεκαεννέα χωρών της μελέτης. Το γεγονός αυτό αποτελεί έναν από τους βασικούς λόγους στασιμότητας της απόδοσης στη Γαλλία

γ. Στην Ιταλία όπου επίσης διατηρείται σταθερή η αποδοτικότητα, ο δείκτης και εδώ λαμβάνει τιμές λίγο κάτω από το μέσο όρο. Δηλαδή έχουμε μια κατάσταση ταυτόσημη με εκείνη της Γαλλίας. Συγκρίνοντας την Ιταλία με το, αντιστοίχων μεγεθών, Ηνωμένο Βασίλειο βλέπουμε ότι για τη διεκπεραίωση μεταφορικού έργου περίπου 30% περισσότερο, η Ιταλία απασχολεί προσωπικό κατά 60% περισσότερο.

δ. Στην περίπτωση της Ισπανίας οι μέσες τιμές του δείκτη παραγωγικότητας και της αποδοτικότητας, παρουσιάζουν υψηλές τιμές. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι οι ισπανική σιδηρόδρομοι, και πριν την αναδιάρθρωση της αγοράς λειτουργούσαν με το απαιτούμενο προσωπικό. Επομένως, το μέγεθος του προσωπικού τους εξηγεί σε κάποιο βαθμό τις υψηλές τους επιδόσεις.

ε. Στην Τσεχία τόσο το μεταφορικό έργο όσο και το προσωπικό των σιδηροδρόμων παρουσιάζουν δραματική μείωση, ενώ ο δείκτης παραγωγικότητας εμφανίζεται ιδιαίτερα χαμηλός,

συνδυασμός που αναδεικνύει ότι το προσωπικό μειώθηκε με ρυθμούς ανάλογους με εκείνους του μεταφορικού έργου και παρέμεινε κατά συνέπεια πλεονάζον.

στ. Στην Πολωνία υπάρχει μεγάλη συρρίκνωση του μεταφορικού έργου του σιδηροδρόμου η οποία όμως, σε αντίθεση με την Τσεχία, συνοδεύεται από μια πολύ μεγαλύτερη μείωση προσωπικού, το οποίο σχεδόν υποδιπλασιάστηκε. Ως αποτέλεσμα, η τάση μείωσης της αποδοτικότητας στην Πολωνία είναι αρκετά μικρότερη έναντι της Τσεχίας, ενώ και η μέση τιμή του δείκτη παραγωγικότητας είναι μεν αρκετά χαμηλή αλλά ταυτόχρονα πολύ υψηλότερη σε σχέση με εκείνη της Τσεχίας.

ζ. Στην Ελλάδα σημειώθηκε σημαντική αύξηση του μεταφορικού έργου με ταυτόχρονη μείωση του προσωπικού, αλλά η (προοδευτικά αύξουσα) μέση τιμή του δείκτη αποδοτικότητας λαμβάνει τη μικρότερη τιμή έναντι των υπολοίπων χωρών. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν αβίαστα συνοψίζονται στα εξής:

(1) Οι σιδηρόδρομοι είχαν επιβαρυνθεί στο παρελθόν με δυσανάλογα μεγάλο αριθμό εργαζομένων σε σχέση με τους απαιτούμενους, ενώ η κατάσταση αυτή εξακολουθεί να ισχύει σε μεγάλο βαθμό και σήμερα.

(2) Η μείωση του προσωπικού οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στη συνταξιοδότηση εργαζομένων και όχι σε απολύσεις ή μετατάξεις εργαζομένων. Δηλαδή τα όποια βήματα εκσυγχρονισμού και εξυγίανσης των σιδηροδρόμων ουσιαστικά δε αντιμετώπισαν το θέμα του πλεονάζοντος προσωπικού λόγω των συνδικαλιστικών αντιδράσεων και του συνεπαγόμενου πολιτικού κόστους.

(3) Η ύπαρξη του πλεονάζοντος αποτελεί μια από τους βασικότερες αιτίες των χαμηλών επιδόσεων του οργανισμού.

η. Για την Ουγγαρία, που αποτελεί τη μόνη από τις τρεις χώρες της ανατολικής Ευρώπης που το μεταφορικό έργο παρουσιάζει αύξηση, η κατάσταση εμφανίζεται παρόμοια με της Ελλάδας, της Γαλλίας και της Ιταλίας σε ότι αφορά το πλεονάζον προσωπικό. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η Ολλανδία και η Φινλανδία και το Βέλγιο, οι σιδηρόδρομοι των οποίων παράγουν το ίδιο περίπου μεταφορικό έργο, απασχολούν από 35% έως και 75% λιγότερο προσωπικό.

#### **4.4.3.2.3 Μεταφορικό έργο**

Εξετάζοντας το διάγραμμα του σχήματος Γ1 του παραρτήματος «Γ», διαπιστώνεται ότι η δεκαετία 1995-2005 χαρακτηρίστηκε από σταθερή αύξηση τόσο του Ακαθαρίστου Εγχωρίου Προϊόντος (ΑΕΠ) όσο και των μετακινήσεων (επιβατικών και εμπορευματικών). Επομένως είναι απαραίτητο να εξετασθεί εκτός από τη συσχέτιση της μεταβολής του μεταφορικού έργου με την αποδοτικότητα (η οποία μπορεί να γίνει όπως είναι ευνόητο μόνο με τη χρήση των απόλυτων τιμών

του μεταφορικού έργου), και η σχετική μεταβολή του μεταφορικού έργου του σιδηροδρόμου, ως προς τα υπόλοιπα μέσα μεταφοράς, καθώς η αύξηση του μεταφορικού έργου αποτελεί μαζί με την οικονομική εξυγίανση των σιδηροδρομικών οργανισμών τις δύο βασικές επιδιώξεις της ευρωπαϊκής σιδηροδρομικής πολιτικής. Παρατηρώντας τα στοιχεία του πίνακα 4.16 και των πινάκων Α1 έως Α19 διαπιστώνονται τα εξής:

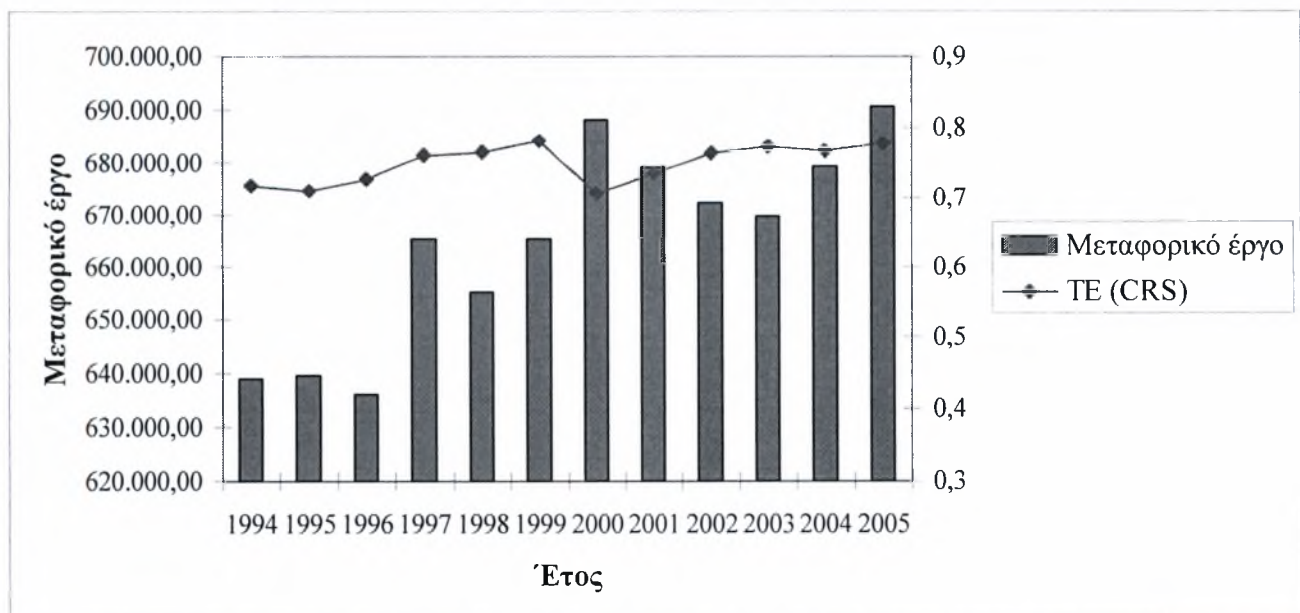
α. Το μεταφορικό έργο αυξήθηκε σε απόλυτους αριθμούς από τα 315,4 στα 364, 67 δισεκατομμύρια χιλιομετρικούς επιβάτες (δηλαδή αύξηση κατά 15,59% στο επιβατικό έργο) και από τα 323,3 στα 325,95 δισεκατομμύρια χιλιομετρικούς τόνους (δηλαδή αύξηση κατά 0,82% στο εμπορευματικό έργο). Παρατηρείται δηλαδή, πάντα σε απόλυτους αριθμούς, σημαντική αύξηση του επιβατικού έργου και στασιμότητα του εμπορευματικού έργου.

β. Οι χώρες της μελέτης παρουσιάζουν ανάμεικτη εικόνα, καθώς άλλες εμφανίζουν μείωση και άλλες αύξηση του σιδηροδρομικού τους έργου. Μάλιστα σε ορισμένες χώρες οι επιβατικές και οι εμπορευματικές μεταφορές παρουσιάζουν αντίστροφη πορεία.

γ. Τη μεγαλύτερη αύξηση στο επιβατικό έργο εμφανίζουν το Ηνωμένο Βασίλειο (53,6%), η Ισπανία (41,7%) και η Ιρλανδία (41,3%) ενώ στο εμπορευματικό η Ελλάδα (89,2%), το Ηνωμένο Βασίλειο (79,8%), και η Ολλανδία (76,6%). Αντίθετα, τη μεγαλύτερη μείωση στο επιβατικό έργο παρουσιάζουν η Πορτογαλία (33,3%), η Πολωνία (23%) και η Τσεχία (21,8%) ενώ στο εμπορευματικό η Ιρλανδία (46,7%), η Τσεχία (36,9%) και η Σουηδία (29,4%).

Στο διάγραμμα του ακόλουθου σχήματος 4.7 παριστάνεται η μεταβολή της τεχνικής αποδοτικότητας και του συνολικού μεταφορικού έργου για όλα τα έτη της μελέτης.

**Σχήμα 4.7:** Διάγραμμα μεταβολής μέσης τιμής αποδοτικότητας – συνολικού μεταφορικού έργου



Από το παραπάνω διάγραμμα και τον πίνακα 4.16 προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

α. Η μεταβολή του συνολικού μεταφορικού έργου δεν παρουσιάζει ιδιαίτερη συσχέτιση με τη μέση σχετική αποδοτικότητα.

β. Φαίνεται ότι υπάρχει θετική συσχέτιση του επιβατικού έργου με την αποδοτικότητα, γεγονός που είναι αναμενόμενο και οφείλεται από τη μία στην αύξηση των εσόδων και από την άλλη μεριά στην ελάχιστη επιβάρυνση στο κόστος λειτουργίας που προκαλεί η αύξηση της πληρότητας επιβατών των δρομολογίων. Η, σε απόλυτα πάντα μεγέθη, αύξηση του επιβατικού σιδηροδρομικού έργου πιθανότατα οφείλεται στη βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών από το σιδηρόδρομο αλλά και γενικότερα στη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας του σε σχέση με τα υπόλοιπα μέσα μεταφοράς, γεγονός που θα εξηγηθεί αναλυτικά παρακάτω.

γ. Τα υπάρχοντα και προκύπτοντα στοιχεία για το μεταφορικό έργο δεν επιτρέπουν την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για τη συσχέτιση φορτίου – τεχνικής αποδοτικότητας.

Για τη διερεύνηση της σχετικής μεταβολής του μεταφορικού έργου του σιδηροδρόμου, ως προς τα υπόλοιπα μέσα μεταφοράς κατασκευάστηκαν οι πίνακες και τα διαγράμματα του παραρτήματος «Γ».

Ειδικότερα, οι πίνακες Γ1 και Γ2 περιλαμβάνουν τα ετήσια ποσοστά συμμετοχής των σιδηροδρόμων στις χερσαίες επιβατικές και εμπορευματικές μεταφορές σε κάθε χώρα και τα ετήσια ποσοστά κάθε μέσου για το σύνολο των δεκαεννέα χωρών. Η κατασκευή των πινάκων, για την οποία χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα της πιο πρόσφατης έκθεσης της Ε.Ε. για τις μεταφορές<sup>114</sup>, έγινε ως εξής: Στο τρίτο μέρος της εν λόγω έκθεσης δημοσιεύονται στατιστικά στοιχεία για το έργο των χερσαίων μεταφορών στα διάφορα μέσα, τόσο του εμπορευματικού (αυτοκίνητο, σιδηρόδρομος, εσωτερική ναυσιπλοΐα, αγωγοί), όσο και του επιβατικού (αυτοκίνητα, λεωφορεία, σιδηρόδρομος, τραμ & μετρό) για τις 25 χώρες της Ε.Ε. Από την άθροιση των στοιχείων όλων των μέσων μεταφοράς υπολογίσθηκε το συνολικό επιβατικό και εμπορευματικό έργο για κάθε χώρα αλλά και συνολικά για τις δεκαεννέα χώρες της μελέτης. Έπειτα, υπολογίσθηκαν τα ποσοστά συμμετοχής κάθε μέσου σε καθεμία από τις δεκαεννέα χώρες της μελέτης (ξεχωριστά για το επιβατικό και το εμπορευματικό έργο) διαιρώντας τις αντίστοιχες επιδόσεις τους με το αντίστοιχο συνολικό έργο. Επίσης, προκειμένου να συγκριθεί η πορεία των σιδηροδρόμων διαχρονικά παρατίθεται και ο πίνακας Γ3, που περιλαμβάνει τα ποσοστά συμμετοχής κάθε μέσου στην αγορά των μεταφορών<sup>115</sup>. Επισημαίνεται ότι επειδή για την προ του 2000 περίοδο τα στατιστικά στοιχεία για τις χώρες της Ανατολικής Ευρώπης δεν είναι αξιόπιστα, ο πίνακας αναφέρεται στα προ της διεύρυνσης του 2004 μέλη της Ε.Ε.

Παρατηρώντας τους πίνακες Γ1, Γ2, Γ3 και 4.16 εξάγονται τα ακόλουθα συμπεράσματα:

<sup>114</sup> European Commission, Directorate general for energy and transport, «Energy and Transport in Figures», 2006

<sup>115</sup> Προφυλλίδης Β, «Οικονομική των μεταφορών», σελ. 16-18, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη 2004

α. Το μερίδιο στο επιβατικό σιδηροδρομικό έργο μεταξύ των ετών της μελέτης παρουσιάζει ανεπαισθητη μείωση από το 7,02% στο 6,72%, ενώ όπως ειπώθηκε παραπάνω παρουσίασε αύξηση κατά 15,6% σε απόλυτα μεγέθη. Η εικόνα αυτή έρχεται σε πλήρη αντίθεση με τη συρρίκνωση του μεριδίου των σιδηροδρόμων κατά 18% και κατά 20% περίπου μεταξύ των ετών 1970-1980 και 1980-1990 αντίστοιχα, για τις 15 χώρες της Ε.Ε (πίνακας Γ3). Παρατηρείται επομένως ανάσχεση της έντονα καθοδικής πορείας των επιβατικών σιδηροδρομικών μεταφορών. Οι βασικές αιτίες για τη σταθεροποίηση του μεριδίου των σιδηροδρόμων στις χερσαίες επιβατικές μεταφορές μπορούν να συνοψισθούν στα εξής:

(1) Στην απεξάρτηση της Σιδηροδρομικής Επιχείρησης από τις υποχρεώσεις συντήρησης και της σιδηροδρομικής υποδομής, και στην εισαγωγή του ανταγωνισμού στη σιδηροδρομική αγορά. Οι περισσότερες σιδηροδρομικές επιχειρήσεις λειτουργούν πλέον με ιδιωτικοοικονομικά κριτήρια, προσπαθούν να εξυγιάνουν τα οικονομικά τους και να αυξήσουν τα έσοδα τους βελτιώνοντας τις υπηρεσίες τους και ανταποκρινόμενες στις απαιτήσεις των επιβατών. Η σημασία της οικονομικής εξυγίανσης είναι καίρια καθώς επιτρέπει την απελευθέρωση πόρων για την πραγματοποίηση επενδύσεων στους σιδηροδρόμους που οδηγεί στη βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών, και τους καθιστά πιο ανταγωνιστικούς στην αγορά των μεταφορών. Είναι χαρακτηριστικό ότι από τις χώρες που προχώρησαν στην αναδιάρθρωση των σιδηροδρόμων πριν το 2000, σε τέσσερις το μερίδιο των σιδηροδρόμων στην αγορά των χερσαίων μεταφορών παρουσιάζει αύξηση (Σουηδία, Γαλλία, Δανία, Ηνωμένο Βασίλειο), σε τρεις παρουσιάζει μια ανεπαισθητη μείωση της τάξεως του 0,3% στο διάστημα της μελέτης (Γερμανία, Νορβηγία Φινλανδία) και σε τρεις παρουσιάζει μείωση (Αυστρία, Ιταλία, Ολλανδία). Αντίθετα, από τις χώρες που είτε προχώρησαν στην αναδιάρθρωση των σιδηροδρόμων μετά το 2000 είτε δεν έχουν προχωρήσει σε καμία σχετική νομοθετική ρύθμιση έως σήμερα, μόλις σε δύο οι σιδηρόδρομοι παρουσιάζουν αύξηση του μεριδίου τους στην αγορά των μεταφορών (Ελβετία, Ουγγαρία). Την ίδια στιγμή σε όλες τις υπόλοιπες χώρες το μερίδιο των σιδηροδρόμων συρρικνώθηκε περισσότερο από 0,5% στη δωδεκαετία, με τις μεγαλύτερες μειώσεις να αντιστοιχούν στην Πολωνία (7,24%), στην Πορτογαλία (3,85%) και στην Τσεχία (2,28%).

(2) Στην εντυπωσιακή ανταπόκριση που σημείωσαν οι νέες υπηρεσίες αμαξοστοιχιών μεγάλης ταχύτητας. Όπως φαίνεται χαρακτηριστικά στον πίνακα Γ4<sup>116</sup>, η επιβατική κίνηση στα τρένα υψηλής ταχύτητας παρουσίασε εντυπωσιακή αύξηση της τάξεως κατά 148% μεταξύ του 1994 και του 2004. Επισημαίνεται ότι οι επτά από τις εννιά χώρες στις οποίες έχουν δρομολογηθεί τρένα υψηλών ταχυτήτων έχουν αναδιαρθρώσει την σιδηροδρομική τους αγορά πριν το 2000, γεγονός ενδεικτικό των όσων αναφέρθηκαν προηγουμένως για την απελευθέρωση πόρων και την υλοποίηση επενδύσεων.

<sup>116</sup> European Commission, Directorate general for energy and transport, «Energy and Transport in Figures», 2006

(3) Στις πολιτικές περιφερειοποίησης<sup>117</sup> καθώς και στη βελτίωση της συγκοινωνιακής εξυπηρέτησης σε τοπικό επίπεδο, που εφαρμόστηκαν σε αρκετά κράτη μέλη την τελευταία δεκαετία, σε συνδυασμό με τον κορεσμό πολλών οδικών αξόνων στις μεγάλες πόλεις. Η βελτίωση της συγκοινωνιακής εξυπηρέτησης συνδέεται σε μεγάλο βαθμό, όπως προαναφέρθηκε, στην απελευθέρωση της αγοράς.

β. Το μερίδιο στο εμπορευματικό σιδηροδρομικό έργο μεταξύ των ετών της μελέτης παρουσιάζει σημαντική μείωση από το 18,54% στο 15,43%, ενώ, όπως ειπώθηκε παραπάνω, παρουσίασε ανεπαίσθητη αύξηση κατά 0,82% σε απόλυτα μεγέθη. Διερευνώντας τη μεταβολή μεταξύ των χωρών της μελέτης βλέπουμε ότι από τις χώρες που προχώρησαν στην αναδιάρθρωση των σιδηροδρόμων πριν το 2000, σε τέσσερις το μερίδιο των σιδηροδρόμων στην αγορά των χερσαίων εμπορευματικών μεταφορών παρουσιάζει αύξηση (Αυστρία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ολλανδία, Γερμανία), και στις υπόλοιπες έξι παρουσιάζει σημαντική συρρίκνωση (Γαλλία, Δανία, Σουηδία, Ιταλία, Νορβηγία, Φινλανδία). Αντίθετα, από τις χώρες που είτε προχώρησαν στην αναδιάρθρωση των σιδηροδρόμων μετά το 2000 είτε δεν έχουν προχωρήσει σε καμία σχετική νομοθετική ρύθμιση έως σήμερα, μόλις σε δύο οι σιδηρόδρομοι παρουσιάζουν αύξηση του μεριδίου τους στην αγορά των μεταφορών (Βέλγιο, Ελλάδα). Την ίδια στιγμή σε όλες σχεδόν τις υπόλοιπες χώρες το μερίδιο των σιδηροδρόμων συρρικνώθηκε περισσότερο από 1% στη δωδεκαετία, με τις μεγαλύτερες μειώσεις να αντιστοιχούν στην Πολωνία (21,96%), στην Τσεχία (16,17%), στην Ιρλανδία (8,37%) και στην Ουγγαρία (7%). Φαίνεται επομένως ότι και στις εμπορευματικές μεταφορές η αναδιάρθρωση των σιδηροδρόμων βελτίωσε αισθητά τις επιδόσεις τους, οι οποίες θα φαίνονταν εντυπωσιακότερες αν δεν υπήρχε η δραματική συρρίκνωση του εμπορευματικού έργου των τριών χωρών της ανατολικής Ευρώπης. Και στην περίπτωση αυτή, η απελευθέρωση της αγοράς δείχνει να βοήθησε τις σιδηροδρομικές επιχειρήσεις να προσαρμοσθούν περισσότερο στις απαιτήσεις της βιομηχανίας (που αποτελεί το βασικότερο πελάτη της συγκεκριμένης κατηγορίας μεταφορών) και να επιτύχουν έτσι αύξηση του εμπορευματικού τους έργου. Ενώ όμως οι σιδηροδρομικές μεταφορές εμπορευμάτων συνεχίζουν να συρρικνώνονται στην Ευρώπη, στην άλλη μεριά του ατλαντικού ευημερούν: Στις ΗΠΑ, όπου οι σιδηροδρομικές εταιρείες μπόρεσαν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της βιομηχανίας, το μερίδιο τους στις εμπορευματικές μεταφορές αντιστοιχεί στο 40% του συνόλου της αγοράς, φαινόμενο που αποδεικνύει ότι η παρακμή του σιδηροδρόμου δεν αποτελεί αναπόδραστη εξέλιξη. Οι βασικοί λόγοι για τους οποίους καθυστερεί η ανάκαμψη των σιδηροδρόμων στην αγορά των εμπορευματικών μεταφορών συνοψίζονται στα εξής:

---

<sup>117</sup> Λευκή Βίβλος 2001: «Η ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών με ορίζοντα το έτος 2010: η ώρα των επιλογών», Βρυξέλλες 2006



α. Τεχνικής φύσεως εμπόδια όπως τα χαμηλά επίπεδα διαλειτουργικότητας, η έλλειψη αμοιβαίας αναγνώρισης του τροχαίου υλικού, προβλήματα μοναδοποίησης του φορτίου, ο ελλιπής συντονισμός υποδομών και η ελλιπής διασύνδεση των συστημάτων των τεχνολογιών των πληροφοριών (ΤΠ) και το πρόβλημα των φορτίων μονών φορταμαξών που αίρουν στην πράξη την έννοια της ενιαίας σιδηροδρομικής αγοράς.

β. Ελλιπείς συνδέσεις των σιδηροδρόμων με λιμάνια, βιομηχανικές ζώνες και αεροδρόμια, που θα προωθούσαν τις συνδυασμένες μεταφορές.

γ. Χαμηλή αξιοπιστία εξυπηρέτησης.

#### **4.4.4 Χρήσιμες Επισημάνσεις**

Ανακεφαλαιώνοντας, οι οδηγίες του πακέτου μηδέν και του πρώτου σιδηροδρομικού πακέτου, επέδρασαν θετικά στην αποδοτικότητα των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων, κυρίως μέσα από την έντονη μείωση του αριθμού των εργαζομένων στον τομέα και τη βελτίωση των προσφερόμενων υπηρεσιών. Παράλληλα, τουλάχιστο στις επιβατικές μεταφορές, συνέβαλλαν αποφασιστικά στη σταθεροποίηση του μεριδίου του σιδηροδρόμου στο συνολικό μεταφορικό έργο όλων των μέσων μεταφοράς.

Η επίτευξη του στόχου αύξησης του μεριδίου της επιβατικής κυκλοφορίας από το 6% στο 10% για τις 25 χώρες της Ε.Ε, όπως αυτή καθορίζεται στη Λευκή Βίβλο του 2001<sup>118</sup>, κρίνεται φιλόδοξη αλλά εφικτή, ενώ εκείνη του μεριδίου της εμπορευματικής κυκλοφορίας από το 8% στο 15% έως το 2020 για τις 25 χώρες της Ε.Ε. είναι πολύ δύσκολο να επιτευχθεί και απαιτεί άμεσα, τη δρομολόγηση μέτρων για την εξάλειψη των προβλημάτων που έχουν διαπιστωθεί στον κλάδο.

Τέλος, θα πρέπει να τονισθεί ότι με την απελευθέρωση της αγοράς των σιδηροδρόμων και την εισαγωγή του ανταγωνισμού σε αυτήν, μπορεί να προκύψουν προβλήματα όπως η κατάργηση με κερδοφόρων δρομολογίων ή και γραμμών οι οποίες όμως μπορεί να οδηγήσουν στον κοινωνικό αποκλεισμό και στην υπανάπτυξη πολλών περιοχών. Για το λόγο αυτό, η κοινότητα θα πρέπει να λάβει ορισμένα μέτρα όπως την καθιέρωση σιδηροδρομικών γραμμών δημοσίας υπηρεσίας.

<sup>118</sup> Λευκή Βίβλος 2001: «Η ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών με ορίζοντα το έτος 2010: η ώρα των επιλογών», Βρυξέλλες 2006

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Από την τελευταία δεκαετία του εικοστού αιώνα, η Ευρωπαϊκή Ένωση, αντιλαμβανόμενη τα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και κυκλοφοριακά προβλήματα που δημιουργήσε η ανισόρροπη ανάπτυξη μεταξύ των διαφόρων μεταφορικών μέσων και ιδιαίτερα η εκρηκτική αύξηση των οδικών μεταφορών έναντι των υπολοίπων, προέβη στη λήψη δραστικών και ρηξικέλευθων μέτρων για την επανεξισορρόπηση των μεριδίων στις χερσαίες μεταφορές με σημείο αιχμής την ενίσχυση του ρόλου των σιδηροδρόμων τόσο στο εμπορευματικό όσο και στο επιβατικό μεταφορικό έργο. Η προώθηση των σιδηροδρομικών μεταφορών αποτελεί στρατηγική επιλογή για την Ευρωπαϊκή Ένωση και γίνεται για τους εξής, κυρίως λόγους<sup>119</sup>:

- α. Περιβαλλοντικούς, καθώς οι σιδηροδρομικές μεταφορές έχουν λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον και είναι και περισσότερο συμβατές προς τις αρχές της αειφορίας,
- β. Οικονομικούς, δεδομένου ότι η αύξηση της χρήσης αφορά βελτιστοποίηση της αξιοποίησης ήδη υφιστάμενης υποδομής,
- γ. Κοινωνικούς, επειδή η ενίσχυση των σιδηροδρομικών μεταφορών συνεπάγεται την κοινωνική ισότητα, καθώς αυξάνει, ποιοτικά και ποσοτικά, η προσφορά μεταφορικής ικανότητας σε κοινωνικά στρώματα που δεν έχουν την δυνατότητα χρήσης της οδικής και αεροπορικής υποδομής,
- δ. Κυκλοφοριακούς, επειδή θα μειωθεί η ζήτηση για οδικές μετακινήσεις και κατ' επέκταση η παρατηρούμενη συμφόρηση στους οδικούς άξονες. Ειδικά, η επιθυμητή κατεύθυνση είναι η ενίσχυση του μεριδίου της αγοράς των εμπορευματικών μεταφορών που χρησιμοποιούν σιδηροδρομικά μέσα (μεταβολή του μέσου μετακίνησης σε βάρος των οδικών μεταφορών) και η αύξηση της χρήσης του «συμβατικού», βαρύ σιδηροδρόμου από επιβάτες κυρίως για μετακινήσεις μεγάλων αποστάσεων (μεταβολή του μέσου μετακίνησης σε βάρος των αεροπορικών μεταφορών).

Στο παρελθόν οι σιδηρόδρομοι δεν έχουν να επιδείξουν παρόμοιες μεταβολές με αυτές που προσδοκούνται από το υπό διαμόρφωση πλαίσιο οργανωτικής λειτουργίας τους, όπως αυτό απορρέει από τα σιδηροδρομικά πακέτα (μηδέν, πρώτο, δεύτερο, τρίτο) και ιδιαίτερα από την εφαρμογή του διαχωρισμού Υποδομής και Εκμετάλλευσης. Ωστόσο, πρέπει να επισημανθεί για μια ακόμη φορά ότι σκοπός του διαχωρισμού Υποδομής - Εκμετάλλευσης δεν είναι μόνο η χρηματοοικονομική εξυγίανση των σιδηροδρόμων αλλά και η εισαγωγή του ανταγωνισμού μεταξύ διαφορετικών Επιχειρήσεων Εκμετάλλευσης που θα προκύψουν καθώς και η βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των Σιδηροδρομικών Επιχειρήσεων ως προς τα υπόλοιπα μέσα μεταφοράς. Όπως είδαμε στο

---

<sup>119</sup> Λευκή Βίβλος 2001: «Η ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών με ορίζοντα το έτος 2010: η ώρα των επιλογών», Βρυξέλλες 2006

κεφάλαιο 4 οι αλλαγές αυτές, όπου έχουν εφαρμοσθεί, έχουν συμβάλει ουσιαστικά στην αύξηση της αποδοτικότητας των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων, στη βελτίωση της λειτουργίας τους και σε ορισμένες περιπτώσεις έχουν οδηγήσει στην αύξηση του μεριδίου των σιδηροδρόμων έναντι των άλλων μέσων μεταφοράς. Τα μέτρα που περιλαμβάνονται στο δεύτερο και στο τρίτο σιδηροδρομικό πακέτο, κάποια από τα οποία έχουν αρχίσει να εφαρμόζονται ενώ κάποια άλλα αναμένεται να εφαρμοσθούν τα προσεχή χρόνια αποτελούν εξέλιξη και ενίσχυση ήδη θεσμοθετημένων μέτρων και αναμένεται να λειτουργήσουν προσθετικά στην αναζωογόνηση των σιδηροδρόμων.

Ωστόσο η απουσία οποιασδήποτε Κοινοτικής Νομοθεσίας που να λαμβάνει υπόψη το αδιαμφισβήτητο πλεονέκτημα των σιδηροδρόμων στο εξωτερικό κόστος και την ενεργειακή κατανάλωση μεταξύ των διαφόρων μέσων μεταφοράς περιορίζει τη δράση των Σιδηροδρομικών Επιχειρήσεων στον εξορθολογισμό των δαπανών λειτουργίας τους, στη βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών με μικρού κόστους προσαρμογές και δεν αφήνει σημαντικό περιθώριο για επιθετική τιμολογιακή και εμπορική πολιτική<sup>120</sup>. Η πρόωση και εφαρμογή ανάλογων νομοθετικών πρωτοβουλιών, που είναι κατά την άποψη του γράφοντος κοινωνικά δίκαιες και περιβαλλοντικά και οικονομικά επιβεβλημένες (λόγω της συνεχούς και εντεινόμενης υποβάθμισης του περιβάλλοντος), θα λειτουργήσει πολλαπλασιαστικά στη βελτίωση των σιδηροδρομικών υπηρεσιών, στην αύξηση του μεταφορικού τους έργου και τελικά στην εξισορρόπηση των μεριδίων στην αγορά των μεταφορών.

---

<sup>120</sup> Loizides, J., Tsionas, E., «Dynamic distributions of productivity growth in European Railways», *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 38, No 1, p. 45-75, 2004

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**

**ΕΙΣΡΟΕΣ – ΕΚΡΟΕΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ**

<b>A1: <u>Αυστρία</u></b>		<b>Στοιχεία δικτύου</b>		<b>Μεταφορικό έργο</b>	
<b>α.α.</b>	<b>Έτος</b>	<b>Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)</b>	<b>Προσωπικό (χιλιάδες)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί τόνοι (εκατομμ.)</b>
1	1994	5.636,0	63,867	9.202,0	13.049,0
2	1995	5672,0	61,274	9628,0	13084,0
3	1996	5.672,0	57,042	9.689,0	13.122,0
4	1997	5.672,0	55,092	8.140,0	13.922,0
5	1998	5.643,0	53,495	7.971,0	14.487,0
6	1999	5.740,5	51,791	8.109,0	14.743,2
7	2000	5.780,5	51,141	8.318,0	16.311,0
8	2001	5.780,5	48,509	8.355,0	16.566,0
9	2002	5.744,0	47,360	8.415,0	17.637,0
10	2003	5.787,0	46,232	8.265,0	17.863,0
11	2004	5.801,0	46,193	8.375,0	19.047,0
12	2005	5.781,0	48,027	8.586,0	17.059,9
	<b>Μέσοι Όροι:</b>	<b>5.725,8</b>	<b>52,502</b>	<b>8.587,8</b>	<b>15.574,3</b>

<b>A2: <u>Βέλγιο</u></b>		<b>Στοιχεία δικτύου</b>		<b>Μεταφορικό έργο</b>	
<b>α.α.</b>	<b>Έτος</b>	<b>Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)</b>	<b>Προσωπικό (χιλιάδες)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί τόνοι (εκατομμ.)</b>
1	1994	3.396,0	42,729	6.638,0	8.100,0
2	1995	5672,0	61,274	9628,0	13084,0
3	1996	3.380,0	41,142	6.788,0	7.265,0
4	1997	3.422,0	40,172	6.984,0	7.465,0
5	1998	3.410,0	40,019	7.097,0	7.600,0
6	1999	3.472,0	40,606	7.354,0	7.392,0
7	2000	3.471,0	41,384	7.755,0	7.674,0
8	2001	3.454,0	41,840	8.038,0	7.080,0
9	2002	3.518,0	42,518	8.260,0	8.363,0
10	2003	3.521,0	41,894	8.265,0	8.306,0
11	2004	3.536,0	39,432	8.676,0	8.725,0
12	2005	3.542,0	37,223	9.150,0	8.130,0
	<b>Μέσοι Όροι:</b>	<b>3.649,5</b>	<b>42,519</b>	<b>7.886,1</b>	<b>8.265,3</b>

<b>A3: Γαλλία</b>		<b>Στοιχεία δικτύου</b>		<b>Μεταφορικό έργο</b>	
<b>α.α.</b>	<b>Έτος</b>	<b>Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)</b>	<b>Προσωπικό (χιλιάδες)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί τόνοι (εκατομμ.)</b>
1	1994	32.275,0	185,690	58.674,0	48.750,0
2	1995	31939,0	181,110	55222,0	47924,0
3	1996	31.852,0	177,886	59.529,0	49.512,0
4	1997	31.821,0	175,068	61.573,0	53.855,0
5	1998	31.735,0	175,326	64.186,0	53.959,0
6	1999	31.589,0	174,447	66.495,0	53.438,0
7	2000	32.515,0	175,305	69.571,0	55.448,0
8	2001	29.445,0	177,685	71.209,0	50.396,0
9	2002	29.352,0	177,963	73.227,0	50.036,0
10	2003	29.269,0	175,235	71.937,0	46.835,0
11	2004	29.246,0	171,134	74.014,0	45.121,2
12	2005	29.286,0	167,278	78.305,7	41.898,0
<b>Μέσοι Όροι:</b>		<b>30.860,3</b>	<b>176,177</b>	<b>66.995,2</b>	<b>49.764,4</b>

<b>A4: Γερμανία</b>		<b>Στοιχεία δικτύου</b>		<b>Μεταφορικό έργο</b>	
<b>α.α.</b>	<b>Έτος</b>	<b>Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)</b>	<b>Προσωπικό (χιλιάδες)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί τόνοι (εκατομμ.)</b>
1	1994	40.355,0	327,076	61.140,0	70.554,0
2	1995	41719,0	294,911	60514,0	68742,0
3	1996	40.826,0	256,656	62.239,0	67.880,0
4	1997	38.450,0	233,266	59.432,1	72.389,0
5	1998	38.125,6	209,613	59.185,0	73.613,0
6	1999	37.535,1	194,888	73.053,0	71.494,7
7	2000	36.652,0	222,318	74.394,2	76.815,0
8	2001	36.040,0	181,410	73.926,4	74.554,7
9	2002	35.858,0	162,598	69.310,0	72.731,0
10	2003	36.054,0	249,267	69.549,0	73.973,0
11	2004	34.729,0	229,727	70.286,0	77.640,0
12	2005	34.228,0	224,634	72.567,7	88.022,0
<b>Μέσοι Όροι:</b>		<b>37.547,6</b>	<b>232,197</b>	<b>67.133,0</b>	<b>74.034,0</b>

<b>A5: Δανία</b>		<b>Στοιχεία δικτύου</b>		<b>Μεταφορικό έργο</b>	
<b>α.α.</b>	<b>Έτος</b>	<b>Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)</b>	<b>Προσωπικό (χιλιάδες)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί τόνοι (εκατομμ.)</b>
1	1994	2.306,0	19,178	4.880,0	2.008,0
2	1995	2349,0	15,744	4784,0	1926,0
3	1996	2.349,0	15,633	4.718,0	1.757,0
4	1997	2.232,0	11,145	4.988,0	1.619,0
5	1998	2.264,0	10,922	5.369,0	2.058,0
6	1999	2.323,6	10,470	5.113,0	1.938,0
7	2000	2.047,0	9,705	5.381,0	2.087,0
8	2001	2.047,0	11,582	5.548,0	2.068,0
9	2002	2.047,0	11,904	5.490,0	1.867,0
10	2003	2.273,0	11,556	5.397,0	1.888,0
11	2004	2.141,0	11,468	5.390,3	2.300,0
12	2005	2.212,0	11,027	5.458,6	2.000,0
<b>Μέσοι Όροι:</b>		<b>2.215,9</b>	<b>12,528</b>	<b>5.209,7</b>	<b>1.959,7</b>

<b>A6: Ελβετία</b>		<b>Στοιχεία δικτύου</b>		<b>Μεταφορικό έργο</b>	
<b>α.α.</b>	<b>Έτος</b>	<b>Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)</b>	<b>Προσωπικό (χιλιάδες)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί τόνοι (εκατομμ.)</b>
1	1994	3.228,0	37,104	12.476,0	8.499,0
2	1995	3232,0	35,353	12121,0	8558,0
3	1996	3.234,0	34,364	12.077,0	7.785,0
4	1997	3.184,0	33,289	12.813,0	8.563,0
5	1998	3.155,0	32,553	12.903,0	9.130,0
6	1999	3.143,0	30,827	13.136,0	9.989,0
7	2000	3.143,0	29,897	13.302,0	11.164,0
8	2001	3.227,0	29,890	13.842,3	11.113,0
9	2002	3.200,0	29,341	14.951,0	10.602,0
10	2003	3.231,0	28,664	12.785,0	10.650,0
11	2004	3.378,0	28,108	12.868,9	9.313,0
12	2005	3.252,0	28,417	14.277,0	11.394,0
<b>Μέσοι Όροι:</b>		<b>3.217,3</b>	<b>31,484</b>	<b>13.129,4</b>	<b>9.730,0</b>

<b>A7: Ελλάδα</b>		Στοιχεία δικτύου		Μεταφορικό έργο	
α.α.	Έτος	Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)	Προσωπικό (χιλιάδες)	Χιλιμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)	Χιλιμετρικοί τόνοι (εκατομμ.)
1	1994	2.497,0	12,006	1.399,0	324,0
2	1995	2474,0	12,510	1568,0	292,0
3	1996	2.474,0	11,721	1.751,0	337,0
4	1997	2.503,0	11,758	1.884,0	317,0
5	1998	2.299,0	10,874	1.552,0	326,0
6	1999	2.299,0	10,523	1.583,0	326,0
7	2000	2.299,0	10,523	1.583,0	326,0
8	2001	2.377,0	9,560	1.747,0	379,0
9	2002	2.383,0	9,102	1.836,0	327,0
10	2003	2.414,0	8,897	1.574,0	456,0
11	2004	2.449,0	8,532	1.668,0	588,0
12	2005	2.576,0	8,137	1.854,0	613,0
<b>Μέσοι Όροι:</b>		<b>2.420,3</b>	<b>10,345</b>	<b>1.666,6</b>	<b>384,3</b>

<b>A8: Ην. Βασίλειο</b>		Στοιχεία δικτύου		Μεταφορικό έργο	
α.α.	Έτος	Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)	Προσωπικό (χιλιάδες)	Χιλιμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)	Χιλιμετρικοί τόνοι (εκατομμ.)
1	1994	16.536,0	106,748	28.656,0	12.292,0
2	1995	16564,0	101,665	29216,0	12537,0
3	1996	17.186,0	92,582	32.012,0	4.200,0
4	1997	17.056,0	92,499	34.424,1	16.900,0
5	1998	17.176,4	86,416	36.127,6	18.174,8
6	1999	17.815,0	79,333	38.875,0	18.503,2
7	2000	17.067,0	61,446	40.611,0	19.400,0
8	2001	16.397,0	65,874	39.377,4	20.561,4
9	2002	17.052,0	65,395	40.146,0	19.561,0
10	2003	17.052,0	73,080	41.130,0	19.824,0
11	2004	16.514,0	61,278	42.626,4	20.700,0
12	2005	16.208,0	70,442	44.036,0	22.110,0
<b>Μέσοι Όροι:</b>		<b>16.885,3</b>	<b>79,730</b>	<b>37.269,8</b>	<b>17.063,6</b>

<b>A9: Ιρλανδία</b>		Στοιχεία δικτύου		Μεταφορικό έργο	
α.α.	Έτος	Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)	Προσωπικό (χιλιάδες)	Χιλιόμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)	Χιλιόμετρικοί τόνοι (εκατομμ.)
1	1994	1.944,0	11,219	1.260,0	569,0
2	1995	1947,0	11,121	1291,0	602,0
3	1996	1.945,0	10,951	1.295,0	570,0
4	1997	1.945,0	10,672	1.387,0	522,0
5	1998	1.908,9	10,672	1.421,0	466,0
6	1999	1.919,1	5,234	1.421,0	526,0
7	2000	1.915,0	5,358	1.389,0	490,8
8	2001	1.919,0	5,724	1.515,0	516,0
9	2002	1.919,0	5,976	1.628,0	426,0
10	2003	1.919,0	5,833	1.601,0	398,0
11	2004	1.919,0	5,833	1.582,0	399,0
12	2005	1.919,0	5,463	1.781,0	303,0
<b>Μέσοι Όροι:</b>		<b>1.926,6</b>	<b>7,838</b>	<b>1.464,3</b>	<b>482,3</b>

<b>A10: Ισπανία</b>		Στοιχεία δικτύου		Μεταφορικό έργο	
α.α.	Έτος	Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)	Προσωπικό (χιλιάδες)	Χιλιόμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)	Χιλιόμετρικοί τόνοι (εκατομμ.)
1	1994	12.646,0	41,137	14.853,0	8.582,0
2	1995	12280,0	38,958	15313,0	10011,0
3	1996	13.659,5	40,728	16.326,0	10.008,3
4	1997	13.670,5	39,679	17.326,0	11.228,3
5	1998	13.678,5	38,686	18.281,1	11.631,5
6	1999	14.059,5	38,604	19.245,0	11.896,9
7	2000	13.866,1	37,808	19.784,0	11.700,0
8	2001	13.869,1	36,951	20.431,1	12.184,2
9	2002	13.856,0	35,977	20.733,0	13.781,0
10	2003	14.387,0	35,137	20.608,0	14.156,0
11	2004	14.395,0	34,441	20.237,0	14.117,0
12	2005	14.484,0	33,819	21.047,0	11.586,0
<b>Μέσοι Όροι:</b>		<b>13.737,6</b>	<b>37,660</b>	<b>18.682,0</b>	<b>11.740,2</b>



<b>A11: Ιταλία</b>		<b>Στοιχεία δικτύου</b>		<b>Μεταφορικό έργο</b>	
<b>α.α.</b>	<b>Έτος</b>	<b>Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)</b>	<b>Προσωπικό (χιλιάδες)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί τόνοι (εκατομ.)</b>
1	1994	16.002,0	140,249	48.900,0	20.575,0
2	1995	15998,0	129,831	49700,0	22243,0
3	1996	16.013,6	123,416	50.300,0	21.212,0
4	1997	16.031,2	122,248	49.500,0	22.900,0
5	1998	16.080,0	117,687	41.475,2	22.454,0
6	1999	16.107,9	114,193	40.971,0	21.548,7
7	2000	16.499,0	109,506	44.858,8	18.580,2
8	2001	16.356,0	103,994	47.826,8	21.785,4
9	2002	16.307,0	104,938	47.177,0	23.420,0
10	2003	16.288,0	104,378	46.374,0	20.772,0
11	2004	16.235,0	101,545	46.768,0	21.580,9
12	2005	16.751,0	102,127	47.368,0	21.044,8
<b>Μέσοι Όροι:</b>		<b>16.222,4</b>	<b>114,509</b>	<b>46.768,2</b>	<b>21.509,7</b>

<b>A12: Νορβηγία</b>		<b>Στοιχεία δικτύου</b>		<b>Μεταφορικό έργο</b>	
<b>α.α.</b>	<b>Έτος</b>	<b>Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)</b>	<b>Προσωπικό (χιλιάδες)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί τόνοι (εκατομ.)</b>
1	1994	4.023,0	12,137	2.398,0	2.678,0
2	1995	4023,0	12,415	2381,0	2715,0
3	1996	4.021,0	11,332	2.447,0	2.636,0
4	1997	4.021,0	10,674	2.561,0	2.399,0
5	1998	4.006,0	10,444	2.590,0	2.421,0
6	1999	4.179,0	6,599	2.674,0	2.456,0
7	2000	4.179,0	6,652	2.634,0	2.900,0
8	2001	4.178,0	9,527	2.536,0	2.928,5
9	2002	4.077,0	9,299	2.477,0	2.669,0
10	2003	4.077,0	7,413	2.204,0	2.570,0
11	2004	4.077,0	6,987	2.390,0	2.092,0
12	2005	4.087,0	6,407	2.440,0	2.092,0
<b>Μέσοι Όροι:</b>		<b>4.079,0</b>	<b>9,157</b>	<b>2.477,7</b>	<b>2.546,4</b>

<b>A13: Ολλανδία</b>		<b>Στοιχεία δικτύου</b>		<b>Μεταφορικό έργο</b>	
<b>α.α.</b>	<b>Έτος</b>	<b>Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)</b>	<b>Προσωπικό (χιλιάδες)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί τόνοι (εκατομ.)</b>
1	1994	2.757,0	26,561	14.439,0	2.830,0
2	1995	2739,0	24,527	13977,0	3097,0
3	1996	2.739,0	24,010	14.092,0	3.123,0
4	1997	2.805,0	25,938	14.425,0	3.406,0
5	1998	2.808,0	26,286	14.879,0	3.778,0
6	1999	2.808,0	26,492	14.330,0	3.549,0
7	2000	2.802,0	24,729	14.760,0	3.819,0
8	2001	2.809,0	26,123	14.392,0	3.834,0
9	2002	2.806,0	25,471	14.288,0	3.685,0
10	2003	2.812,0	25,723	13.848,0	4.026,0
11	2004	2.811,0	25,752	14.097,0	5.200,0
12	2005	2.813,0	27,271	14.730,0	5.000,0
<b>Μέσοι Όροι:</b>		<b>2.792,4</b>	<b>25,740</b>	<b>14.354,8</b>	<b>3.778,9</b>

<b>A14: Ουγγαρία</b>		<b>Στοιχεία δικτύου</b>		<b>Μεταφορικό έργο</b>	
<b>α.α.</b>	<b>Έτος</b>	<b>Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)</b>	<b>Προσωπικό (χιλιάδες)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί τόνοι (εκατομ.)</b>
1	1994	7.827,0	74,248	6.395,0	6.810,0
2	1995	7827,0	71,661	6224,0	7519,0
3	1996	7.860,0	68,492	6.411,0	6.801,0
4	1997	7.826,0	61,117	6.514,0	7.368,4
5	1998	7.989,0	59,238	6.794,0	7.393,5
6	1999	7.989,0	58,048	6.835,0	7.107,0
7	2000	8.004,0	57,086	7.052,0	7.460,0
8	2001	7.949,0	56,274	7.387,4	7.146,5
9	2002	7.972,0	55,128	7.534,0	6.970,0
10	2003	7.950,0	49,969	7.469,0	7.990,0
11	2004	7.950,0	52,199	7.380,0	8.713,0
12	2005	7.950,0	46,347	7.135,0	9.005,0
<b>Μέσοι Όροι:</b>		<b>7.924,4</b>	<b>59,151</b>	<b>6.927,5</b>	<b>7.523,6</b>

<b>A15: Πολωνία</b>		<b>Στοιχεία δικτύου</b>		<b>Μεταφορικό έργο</b>	
<b>α.α.</b>	<b>Έτος</b>	<b>Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)</b>	<b>Προσωπικό (χιλιάδες)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί τόνοι (εκατομ.)</b>
1	1994	24.313,0	248,759	21.762,0	64.719,0
2	1995	23986,0	240,635	20960,0	68206,0
3	1996	23.420,0	233,025	19.807,0	67.413,0
4	1997	23.328,0	226,369	19.928,0	67.679,0
5	1998	23.210,0	217,797	20.553,0	60.937,0
6	1999	22.891,0	203,987	21.158,0	55.076,0
7	2000	22.560,0	182,784	19.706,0	54.015,0
8	2001	20.134,0	158,763	18.208,0	47.656,0
9	2002	20.223,0	143,292	17.310,0	46.560,0
10	2003	19.900,0	138,230	19.643,0	47.394,0
11	2004	19.576,0	134,364	18.626,0	47.847,0
12	2005	19.599,0	127,745	16.742,0	46.060,0
<b>Μέσοι Όροι:</b>		<b>21.928,3</b>	<b>187,979</b>	<b>19.533,6</b>	<b>56.130,2</b>

<b>A16: Πορτογαλία</b>		<b>Στοιχεία δικτύου</b>		<b>Μεταφορικό έργο</b>	
<b>α.α.</b>	<b>Έτος</b>	<b>Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)</b>	<b>Προσωπικό (χιλιάδες)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί τόνοι (εκατομ.)</b>
1	1994	2.699,0	14,270	5.110,0	1.635,0
2	1995	2850,0	13,059	4809,0	2019,0
3	1996	2.850,0	13,043	4.502,0	1.859,0
4	1997	2.856,0	13,267	4.563,0	2.247,0
5	1998	2.794,0	13,099	4.602,0	2.048,0
6	1999	2.813,0	12,816	4.329,0	2.179,0
7	2000	2.814,0	12,529	3.631,7	2.183,0
8	2001	2.813,7	11,814	3.692,0	2.138,0
9	2002	2.881,0	10,509	3.683,0	2.585,0
10	2003	2.818,0	9,957	3.585,0	2.072,0
11	2004	2.849,0	9,046	3.415,0	2.675,0
12	2005	2.839,0	8,596	3.412,0	2.422,1
<b>Μέσοι Όροι:</b>		<b>2.823,1</b>	<b>11,834</b>	<b>4.111,1</b>	<b>2.171,8</b>

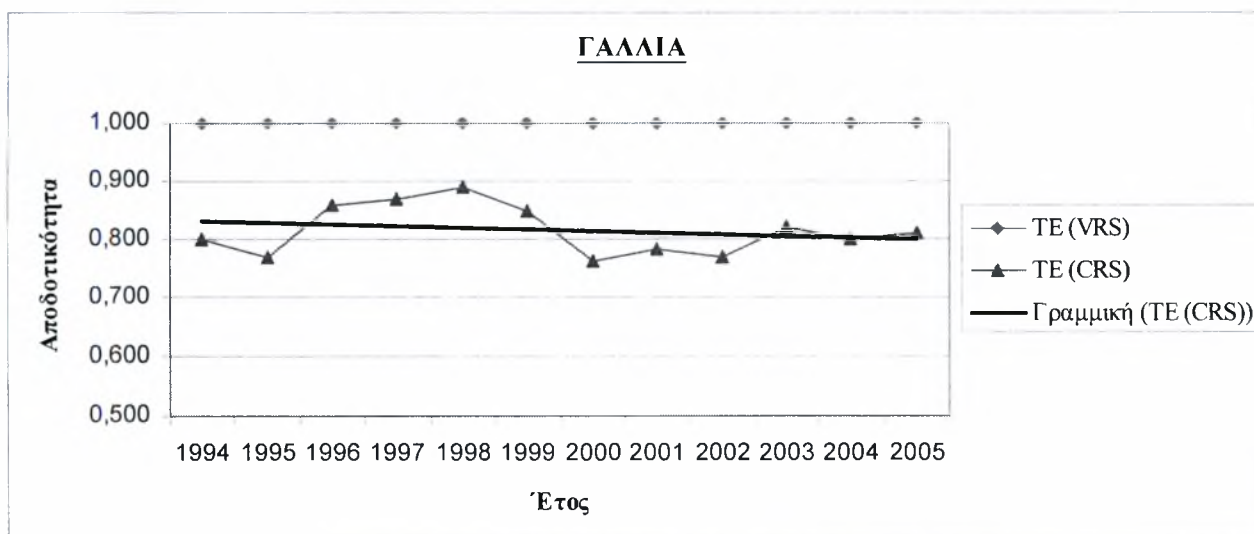
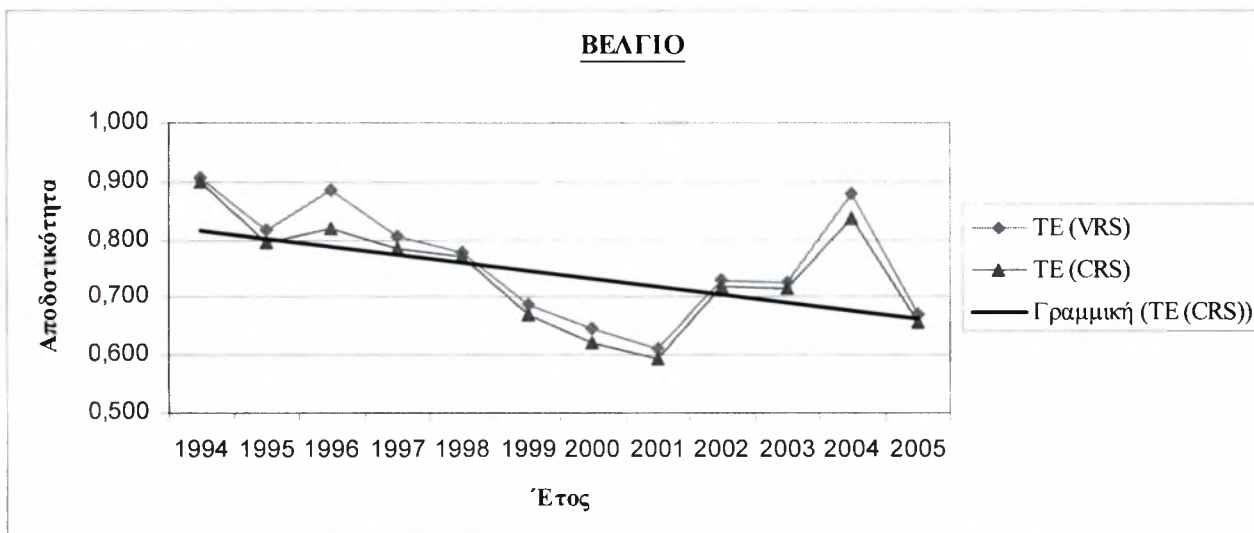
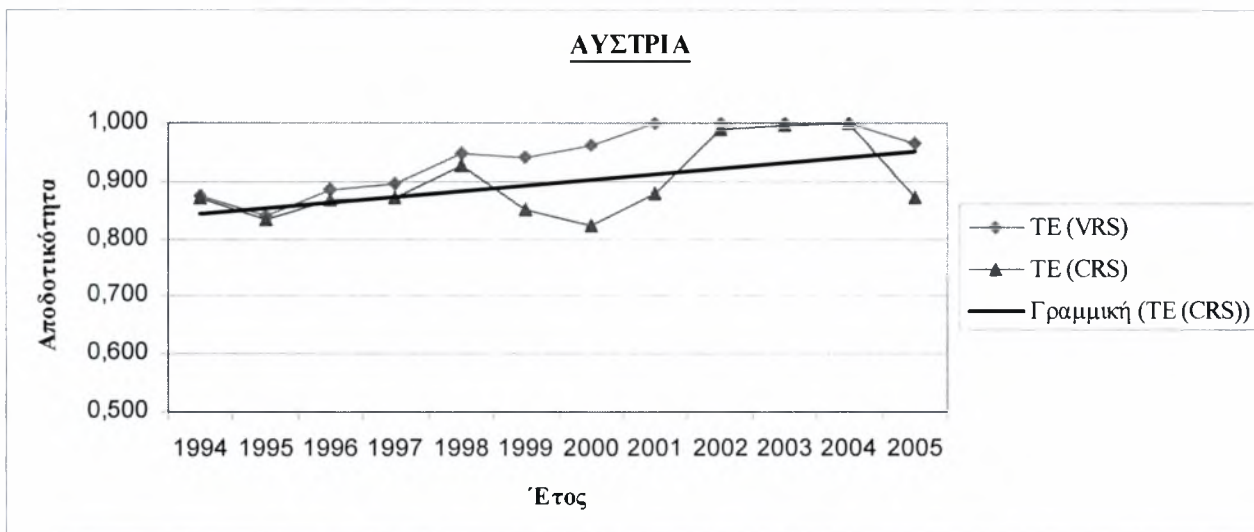
<b>A17: Σουηδία</b>		<b>Στοιχεία δικτύου</b>		<b>Μεταφορικό έργο</b>	
<b>α.α.</b>	<b>Έτος</b>	<b>Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)</b>	<b>Προσωπικό (χιλιάδες)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί τόνοι (εκατομ.)</b>
1	1994	9.661,0	21,856	5.906,0	18.591,0
2	1995	9782,0	21,649	6219,0	18541,0
3	1996	10.923,0	21,993	6.191,0	17.993,0
4	1997	11.168,0	19,462	6.286,0	18.127,0
5	1998	11.139,0	18,524	7.009,8	14.313,3
6	1999	10.799,0	17,824	7.434,2	14.531,0
7	2000	9.946,0	10,146	6.006,2	19.084,0
8	2001	10.920,0	10,191	5.272,0	17.989,0
9	2002	9.860,0	10,271	5.920,0	12.002,0
10	2003	9.882,0	13,165	6.621,0	12.829,0
11	2004	9.895,0	12,747	5.544,0	13.122,0
12	2005	9.867,0	13,125	5.673,0	13.120,0
	<b>Μέσοι Όροι:</b>	<b>10.320,2</b>	<b>15,913</b>	<b>6.173,5</b>	<b>15.853,5</b>

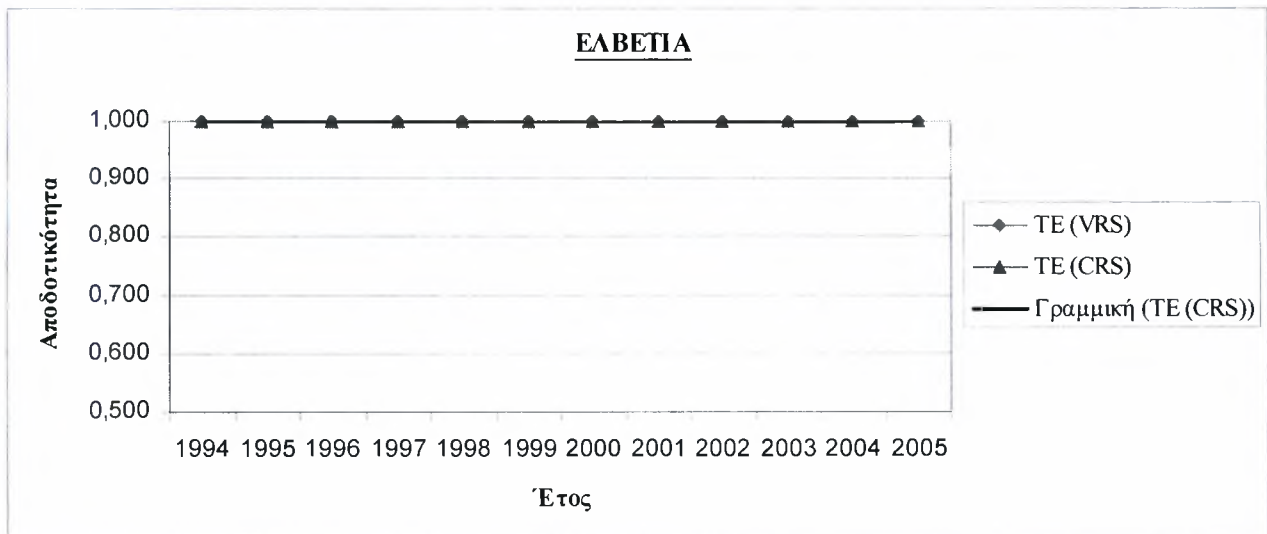
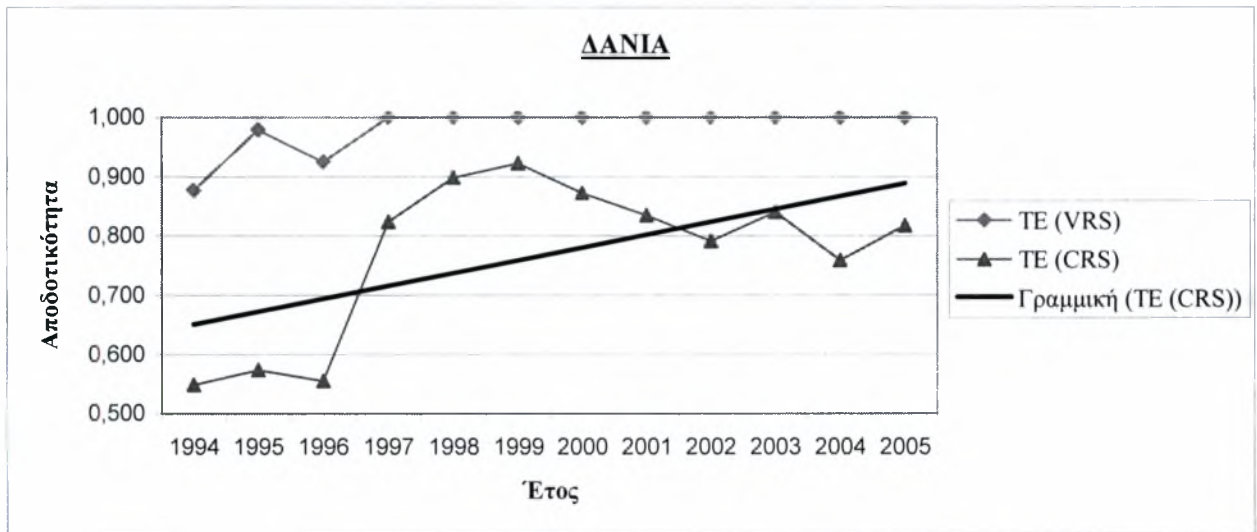
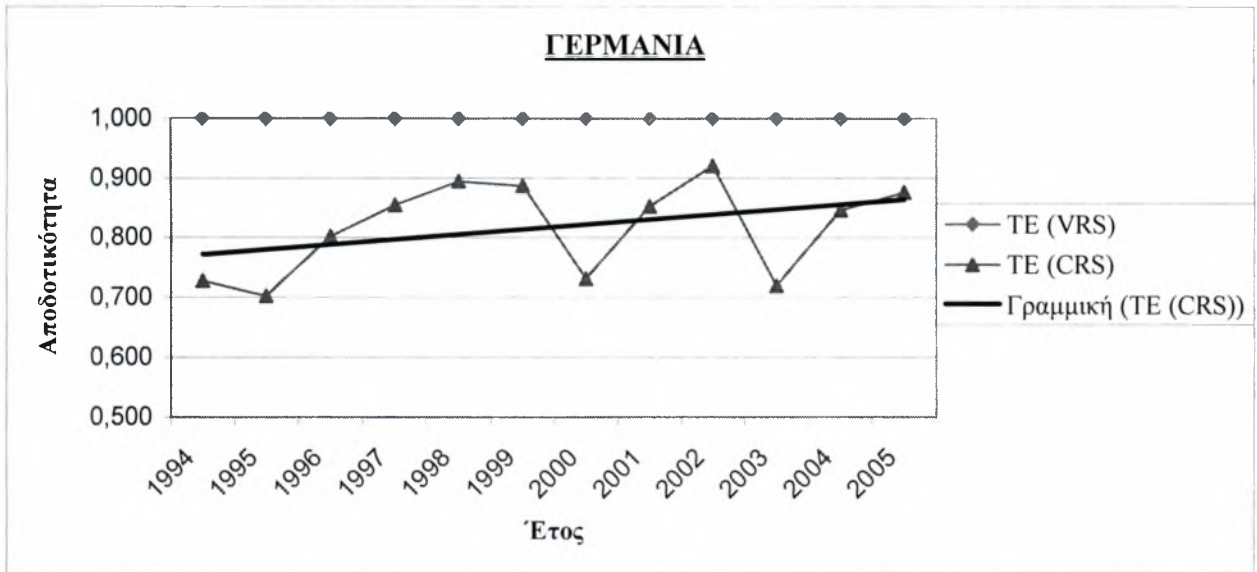
<b>A18: Τσεχία</b>		<b>Στοιχεία δικτύου</b>		<b>Μεταφορικό έργο</b>	
<b>α.α.</b>	<b>Έτος</b>	<b>Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)</b>	<b>Προσωπικό (χιλιάδες)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί τόνοι (εκατομ.)</b>
1	1994	9.413,0	107,397	8.481,0	22.793,0
2	1995	9430,0	103,249	8023,0	22634,0
3	1996	9.435,0	100,687	8.111,0	22.239,0
4	1997	9.430,0	96,945	7.710,0	20.732,0
5	1998	9.430,0	91,469	7.001,0	18.286,0
6	1999	9.365,0	89,220	6.929,0	16.456,0
7	2000	9.365,0	86,079	7.266,0	17.220,0
8	2001	9.444,0	84,069	7.262,0	16.557,0
9	2002	9.499,0	81,794	6.562,0	17.042,0
10	2003	9.501,0	78,575	6.483,0	17.069,0
11	2004	9.511,0	73,825	6.553,0	16.214,0
12	2005	9.513,0	65,830	6.631,0	14.385,0
	<b>Μέσοι Όροι:</b>	<b>9.444,7</b>	<b>88,262</b>	<b>7.251,0</b>	<b>18.468,9</b>

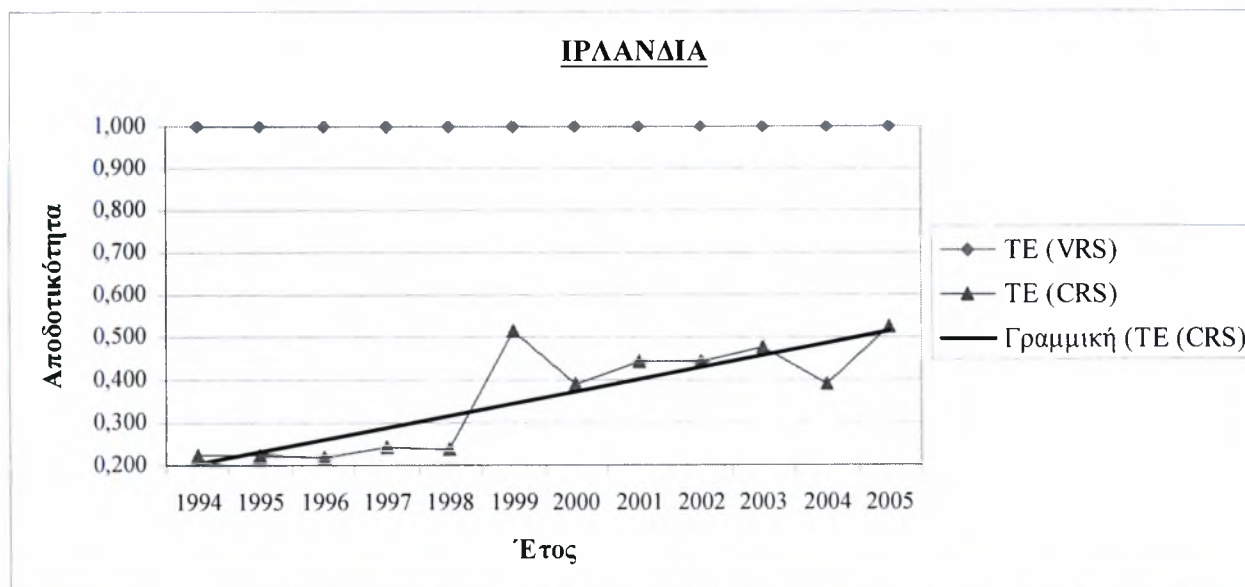
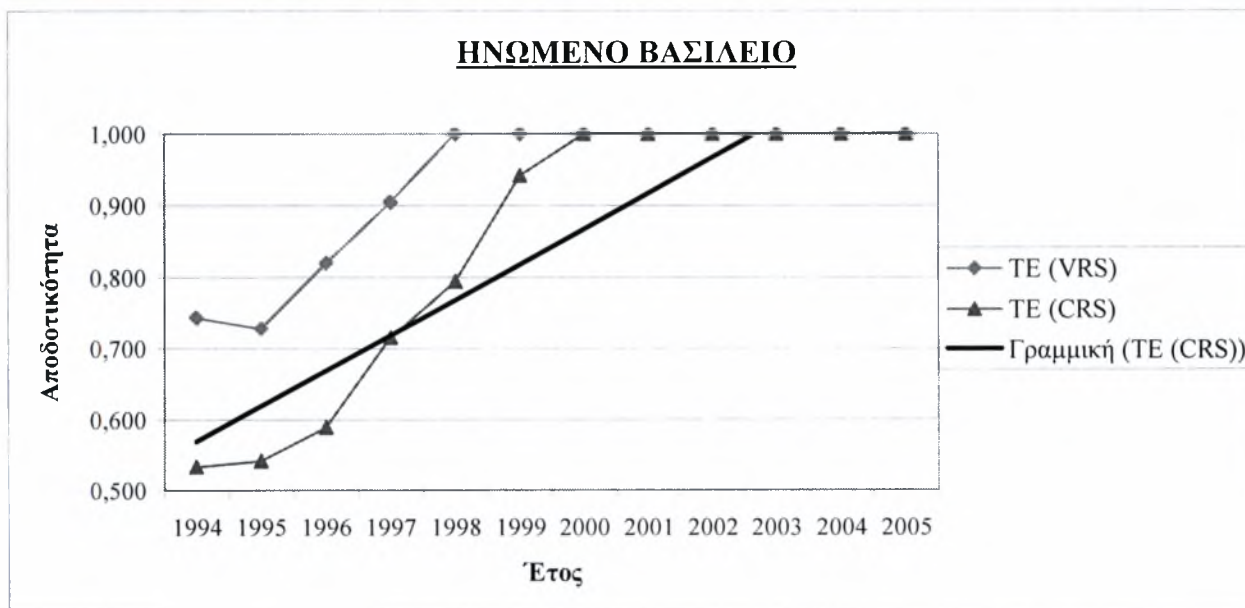
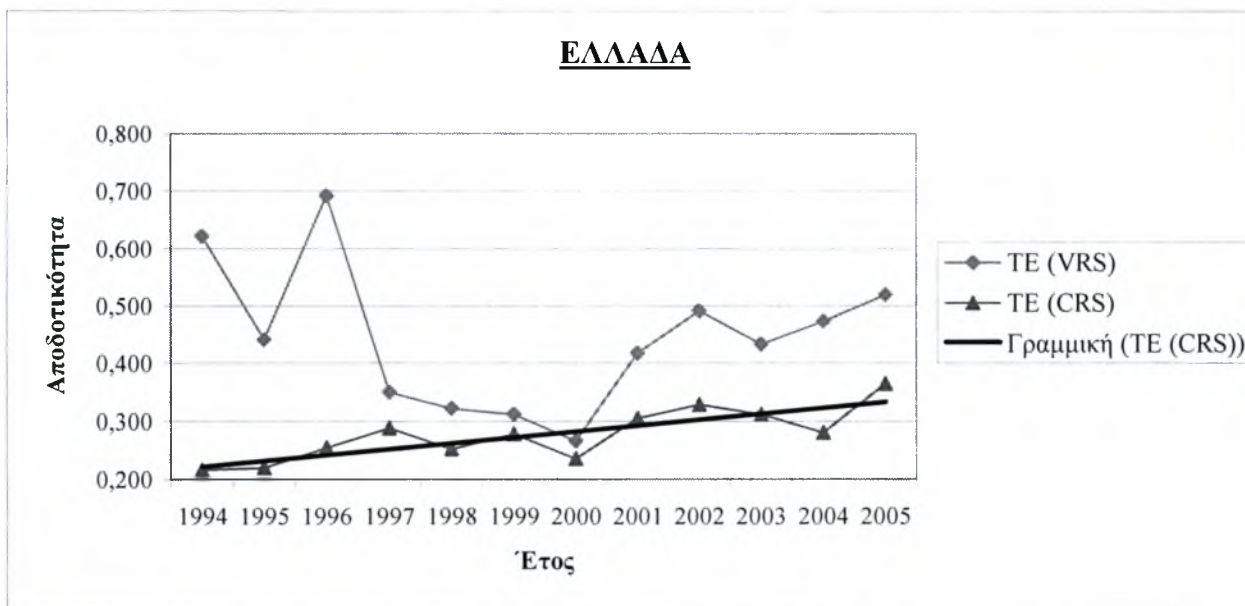
<b>A19: Φινλανδία</b>		<b>Στοιχεία δικτύου</b>		<b>Μεταφορικό έργο</b>	
<b>α.α.</b>	<b>Έτος</b>	<b>Μήκος γραμμών (χιλιόμετρα)</b>	<b>Προσωπικό (χιλιάδες)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί επιβάτες (εκατομ.)</b>	<b>Χιλιόμετρικοί τόνοι (εκατομ.)</b>
1	1994	5.880,0	17,368	3.037,0	9.949,0
2	1995	5880,0	15,316	3184,0	9559,0
3	1996	5.859,0	14,907	3.254,0	8.806,0
4	1997	5.865,0	14,441	3.376,0	9.856,0
5	1998	5.867,0	14,040	3.377,0	9.885,0
6	1999	5.836,0	13,558	3.415,0	9.753,0
7	2000	5.854,0	12,832	3.405,0	10.107,0
8	2001	5.850,0	12,335	3.282,0	9.857,0
9	2002	5.850,0	11,827	3.305,0	9.664,0
10	2003	5.851,0	11,240	3.338,0	10.047,0
11	2004	5.741,0	10,873	3.352,0	10.105,0
12	2005	5.732,0	10,452	3.478,0	9.706,0
	<b>Μέσοι Όροι:</b>	<b>5.838,8</b>	<b>13,266</b>	<b>3.316,9</b>	<b>9.774,5</b>

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β**

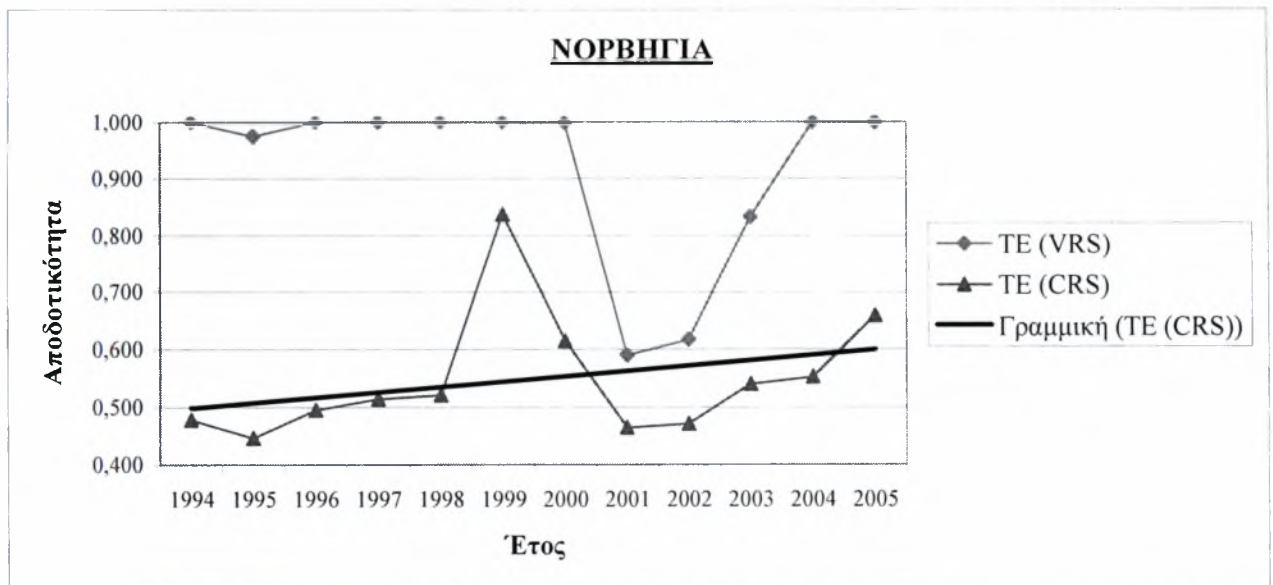
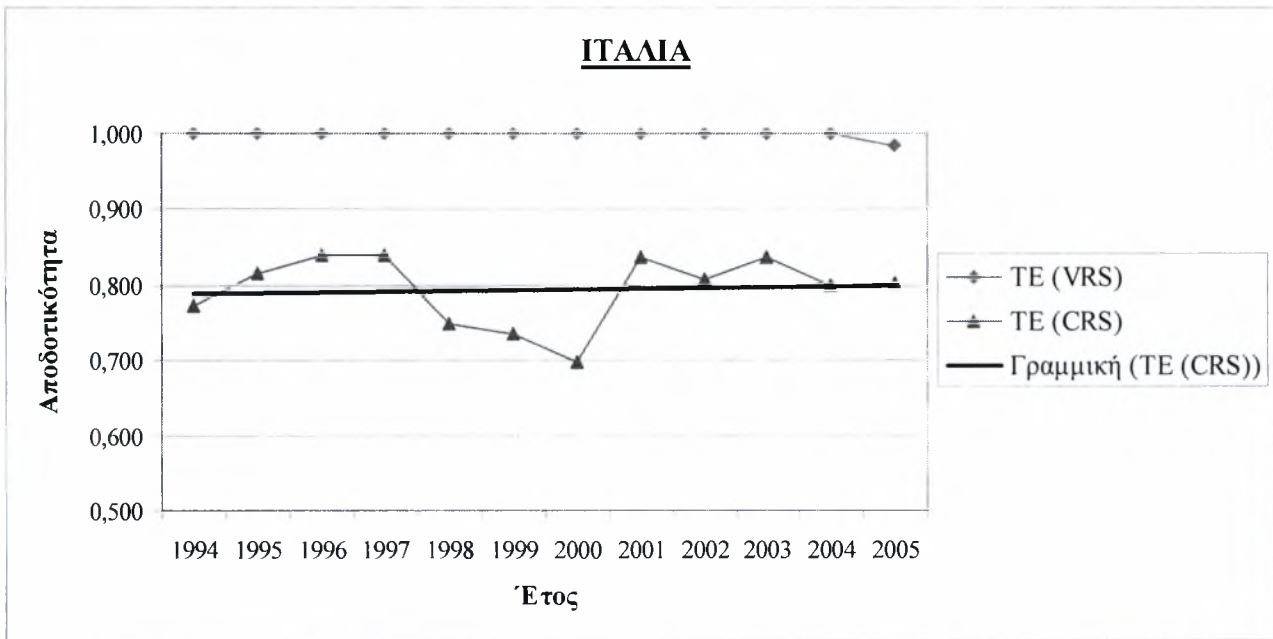
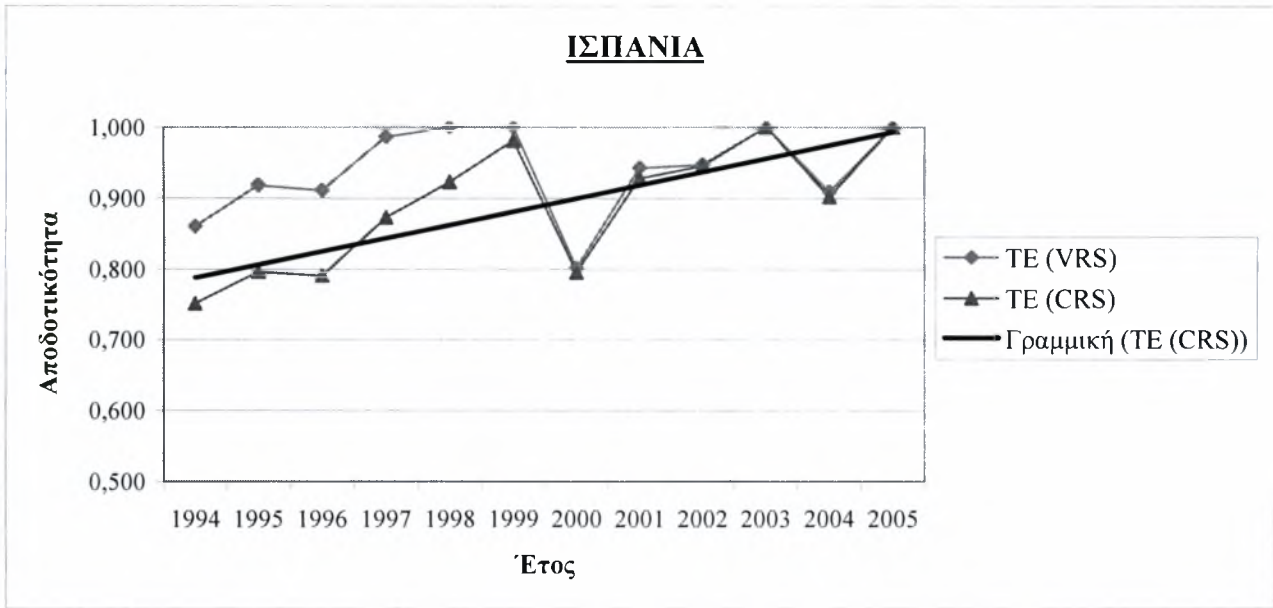
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ**

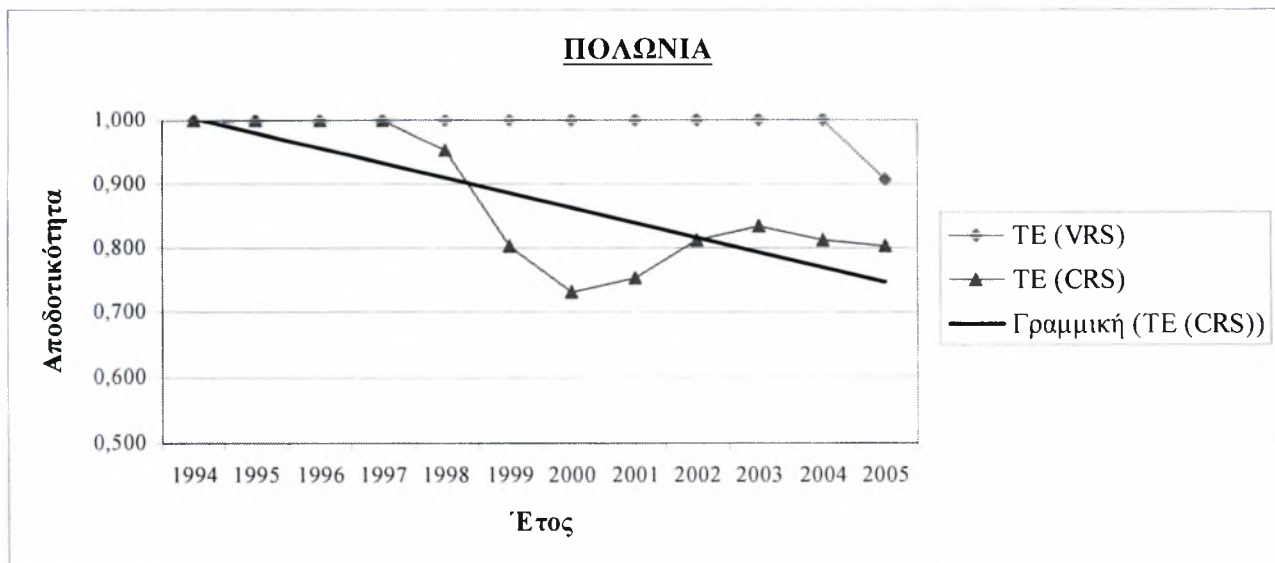
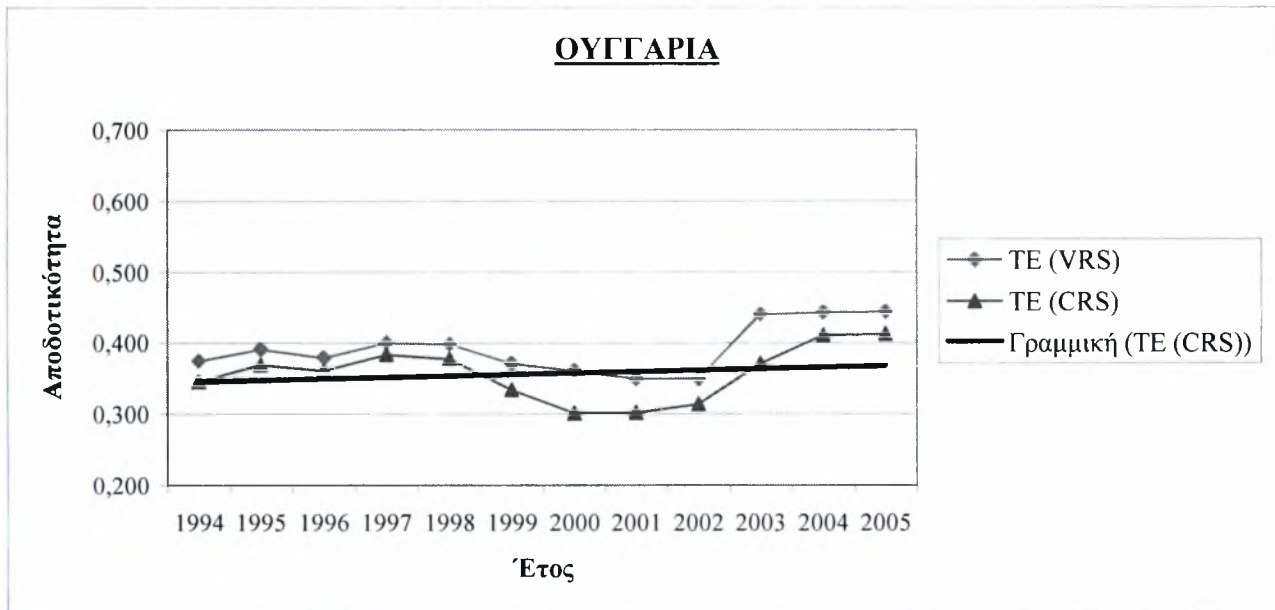
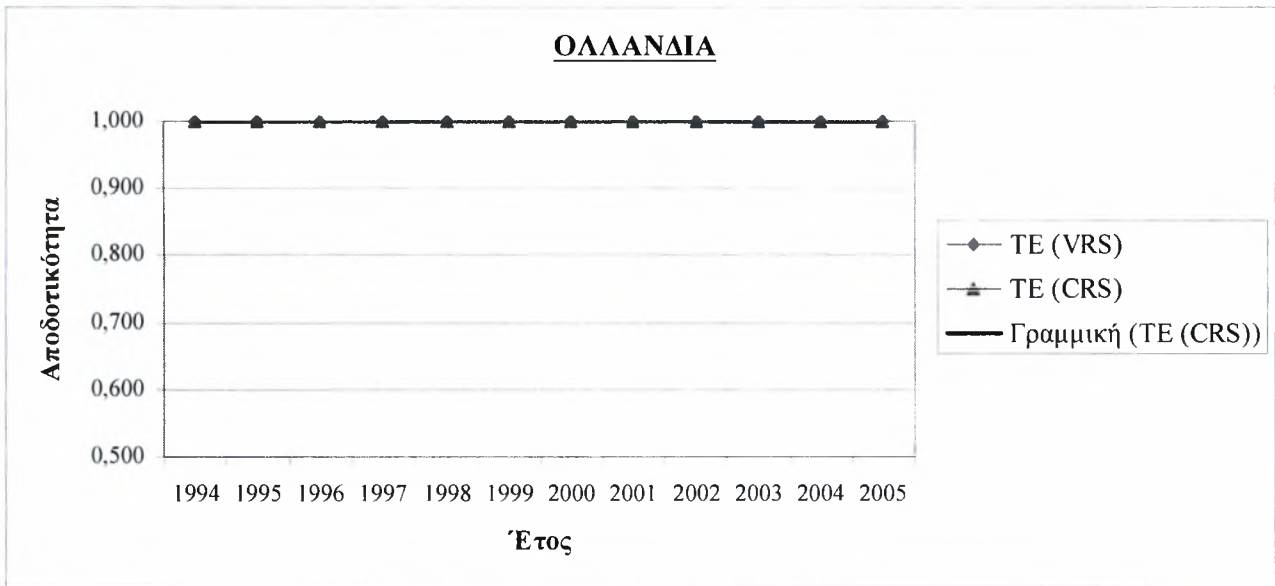


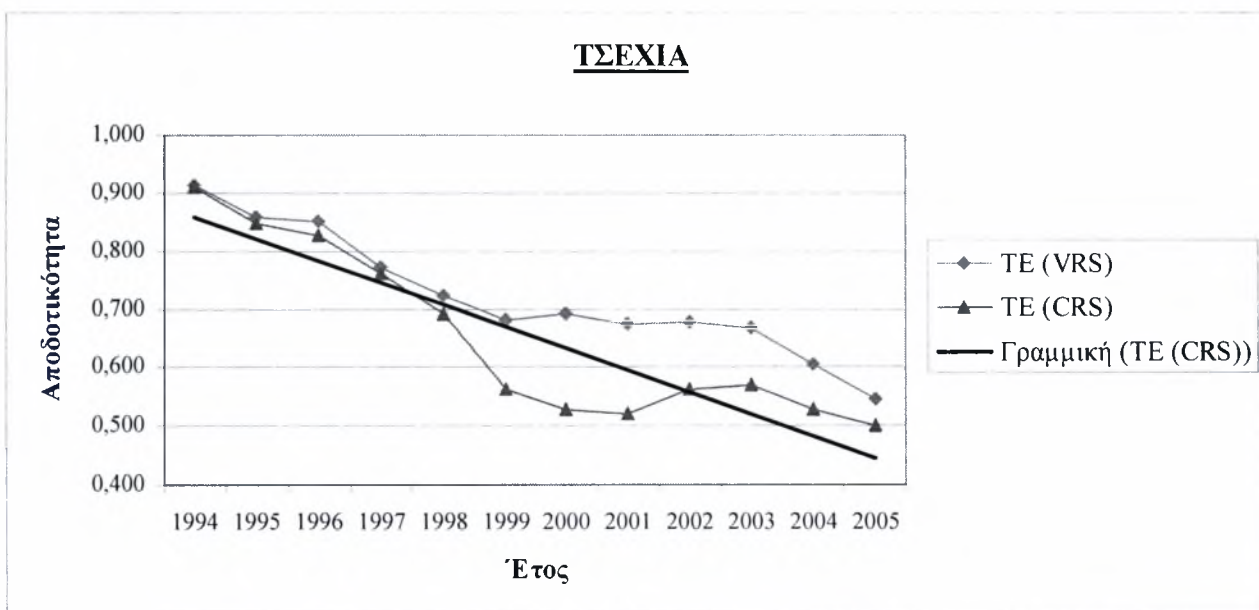
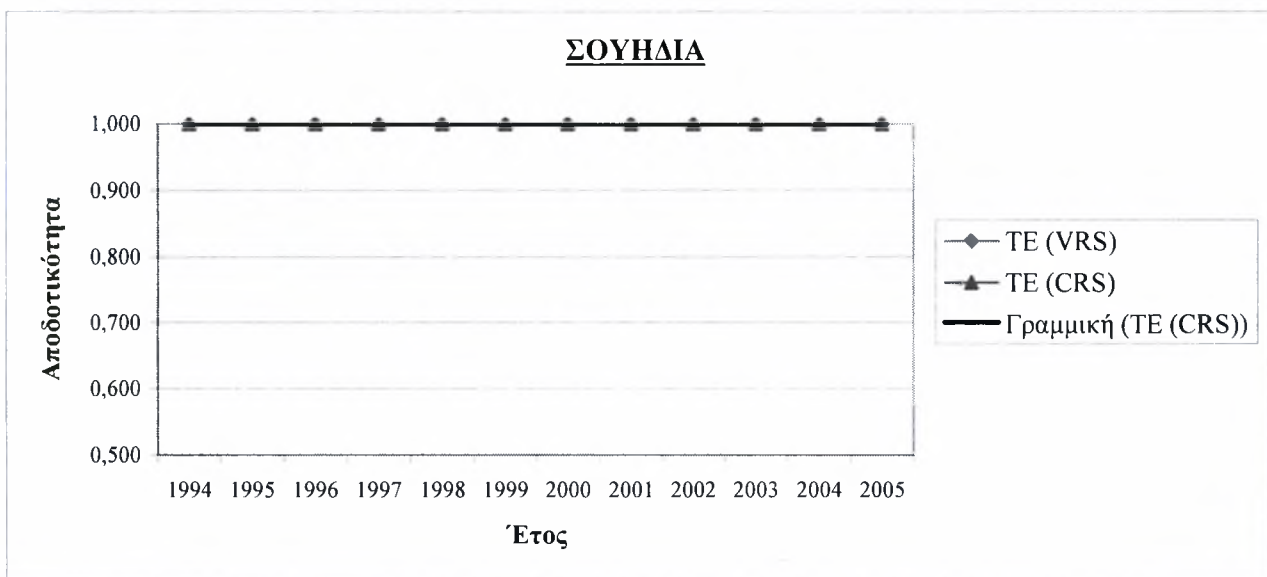
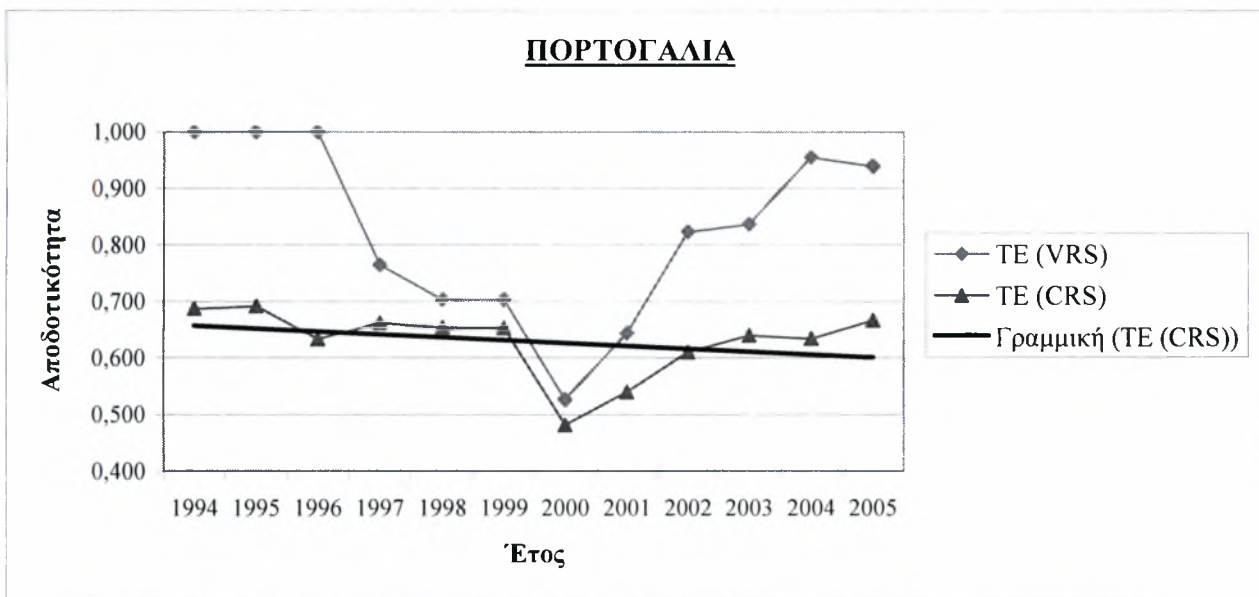


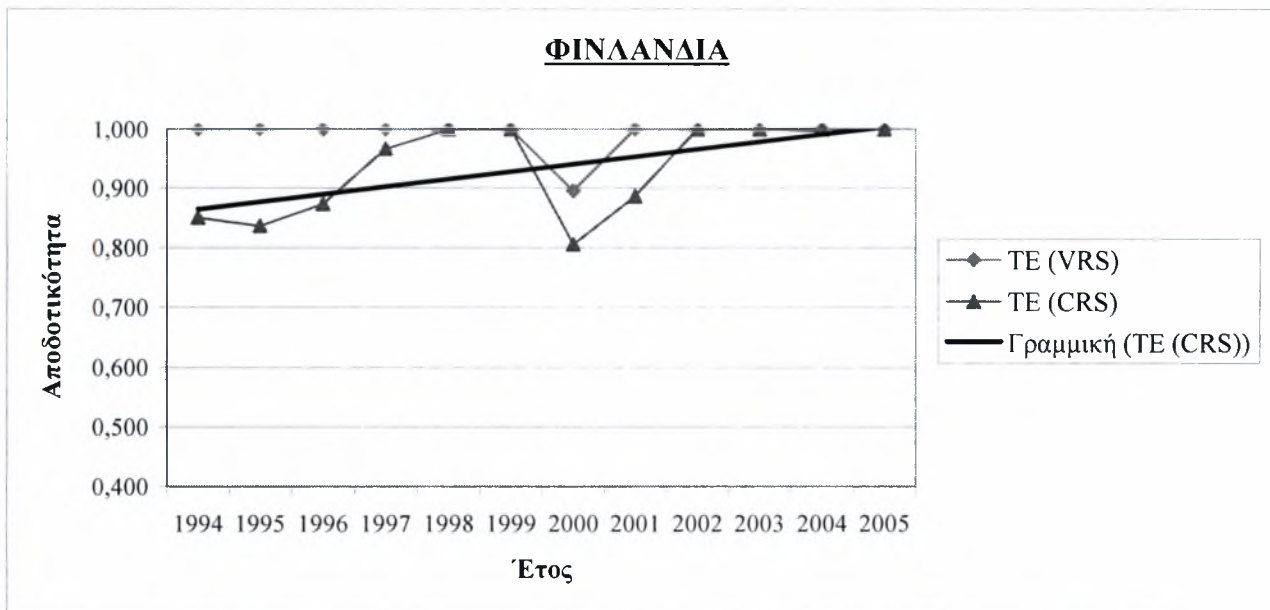






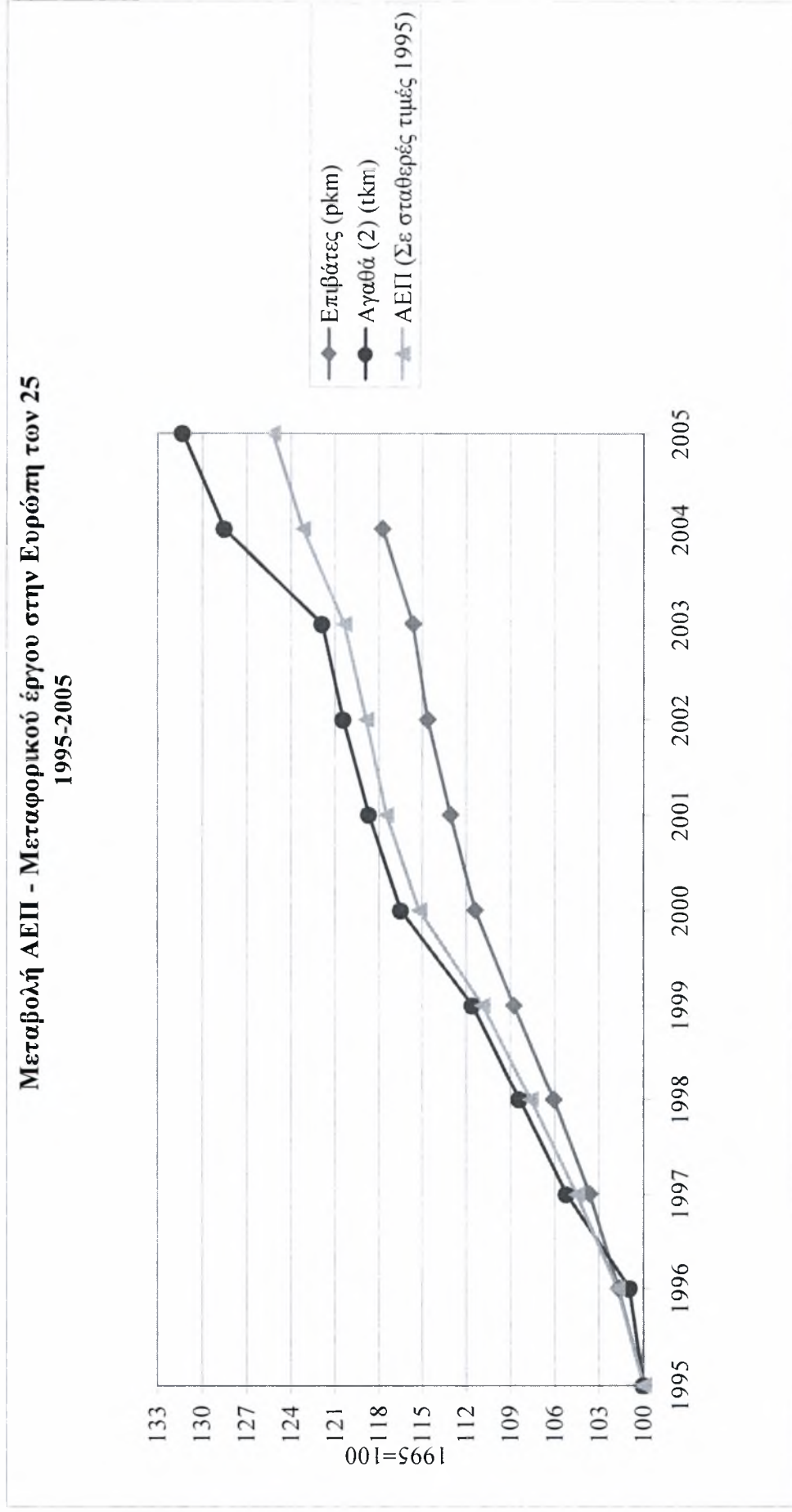






**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ**

**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ ΜΟΝΑΔΩΝ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ**



Γ1: Ποσοστά συμμετοχής σιδηροδρόμων στις χερσαίες επιβατικές και εμπορευματικές μεταφορές σε κάθε χώρα												
Χώρα	Είδος	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Αυστρία	Επιβατικές	9,96%	9,78%	8,47%	8,19%	7,94%	8,02%	7,76%	7,73%	7,60%	7,78%	-
	Εμπορευματικές	27,22%	26,44%	26,84%	26,49%	25,51%	26,90%	25,96%	25,75%	25,38%	27,93%	28,96%
Βέλγιο	Επιβατικές	5,75%	5,59%	5,64%	5,59%	5,71%	6,01%	6,13%	6,24%	6,13%	6,30%	-
	Εμπορευματικές	12,17%	12,81%	12,82%	13,50%	14,04%	11,41%	10,20%	10,43%	10,78%	11,70%	13,00%
Γαλλία	Επιβατικές	7,45%	7,86%	7,99%	8,11%	8,10%	8,50%	8,37%	8,53%	8,33%	8,58%	-
	Εμπορευματικές	18,86%	19,23%	20,38%	19,81%	18,55%	19,08%	17,52%	17,64%	16,69%	15,75%	14,79%
Γερμανία	Επιβατικές	7,33%	7,39%	7,45%	7,39%	7,35%	7,61%	7,49%	7,02%	7,05%	7,09%	-
	Εμπορευματικές	18,00%	18,31%	18,70%	18,07%	16,80%	17,63%	17,09%	17,31%	17,73%	19,32%	19,62%
Δανία	Επιβατικές	8,05%	7,75%	8,24%	8,48%	8,20%	8,58%	8,31%	8,78%	9,03%	9,01%	-
	Εμπορευματικές	7,27%	6,77%	7,33%	7,66%	6,46%	6,51%	7,24%	6,44%	6,62%	7,49%	6,58%
Ελβετία	Επιβατικές	12,94%	12,96%	13,11%	13,09%	13,21%	13,07%	13,49%	13,92%	14,05%	14,14%	-
	Εμπορευματικές	40,65%	36,18%	38,66%	38,00%	37,19%	44,64%	41,81%	41,38%	40,09%	39,85%	-
Ελλάδα	Επιβατικές	2,69%	3,01%	3,00%	2,40%	2,26%	2,44%	2,08%	2,09%	1,81%	1,83%	-
	Εμπορευματικές	2,28%	1,96%	1,90%	1,84%	1,78%	2,23%	2,17%	1,73%	2,45%	2,75%	2,77%
Ην. Βασίλειο	Επιβατικές	4,33%	4,58%	4,86%	5,04%	5,27%	5,23%	5,25%	5,18%	5,34%	5,48%	-
	Εμπορευματικές	7,15%	7,82%	8,56%	8,60%	9,27%	9,27%	9,98%	9,65%	9,52%	11,23%	11,11%
Ιρλανδία	Επιβατικές	5,91%	5,63%	5,62%	5,36%	5,47%	4,91%	5,03%	5,16%	5,01%	4,86%	-
	Εμπορευματικές	10,13%	8,70%	6,67%	5,75%	4,67%	3,91%	3,98%	2,79%	2,61%	2,37%	1,76%
Ισπανία	Επιβατικές	5,34%	5,21%	5,33%	5,36%	5,35%	5,31%	5,00%	4,74%	4,59%	4,67%	-
	Εμπορευματικές	9,28%	9,31%	9,73%	7,89%	7,53%	6,91%	6,48%	5,69%	5,53%	4,94%	4,58%
Ιταλία	Επιβατικές	5,85%	5,85%	5,61%	5,18%	5,40%	5,40%	5,41%	5,34%	5,25%	5,26%	-
	Εμπορευματικές	10,54%	10,16%	10,84%	10,53%	10,27%	10,46%	9,95%	9,23%	9,90%	9,65%	9,29%
<b>Χώρα</b>	<b>Είδος</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Νορβηγία	Επιβατικές	4,81%	4,64%	5,03%	4,94%	5,09%	4,86%	4,94%	4,46%	4,22%	4,50%	-
	Εμπορευματικές	15,25%	13,73%	14,08%	13,30%	13,30%	13,89%	13,30%	12,44%	11,45%	11,20%	11,97%

Παράρτημα Γ: Στοιχεία μεταφορικού έργου ΜΛΑ

Ολλανδία	Επιβατικές	10,17%	8,81%	8,49%	8,58%	8,50%	8,72%	8,53%	8,37%	7,99%	8,12%	-
	Εμπορευματικές	2,80%	2,72%	2,81%	2,95%	2,96%	3,43%	3,30%	3,12%	3,63%	3,61%	3,64%
Ουγγαρία	Επιβατικές	11,52%	11,67%	11,71%	11,82%	12,43%	12,56%	12,92%	13,43%	13,22%	13,20%	-
	Εμπορευματικές	32,81%	29,57%	30,92%	26,97%	27,96%	28,30%	25,67%	26,17%	25,59%	25,82%	23,33%
Πολωνία	Επιβατικές	15,09%	10,98%	10,48%	10,27%	10,61%	11,47%	10,42%	9,32%	8,65%	7,85%	-
	Εμπορευματικές	50,97%	48,11%	45,96%	40,63%	37,74%	35,86%	32,38%	31,30%	29,96%	29,01%	26,67%
Πορτογαλία	Επιβατικές	8,35%	7,49%	7,20%	6,86%	6,08%	5,41%	4,93%	4,79%	4,16%	4,50%	-
	Εμπορευματικές	6,83%	5,35%	5,76%	5,17%	5,50%	5,35%	4,93%	5,19%	5,01%	5,34%	5,33%
Σουηδία	Επιβατικές	6,54%	6,68%	6,67%	6,79%	7,06%	7,35%	7,72%	7,78%	7,81%	7,62%	-
	Εμπορευματικές	38,04%	36,08%	35,36%	36,57%	36,52%	35,39%	35,71%	34,35%	35,56%	36,16%	35,99%
Τσεχία	Επιβατικές	9,01%	8,96%	8,54%	7,78%	7,43%	7,64%	7,85%	6,83%	6,57%	6,73%	-
	Εμπορευματικές	40,14%	40,69%	39,03%	34,12%	30,04%	30,97%	29,24%	25,77%	24,77%	23,97%	24,55%
Φινλανδία	Επιβατικές	5,19%	5,31%	5,34%	5,24%	5,12%	5,05%	4,82%	4,73%	4,64%	4,70%	-
	Εμπορευματικές	28,07%	25,96%	27,73%	25,98%	24,75%	23,93%	24,44%	23,21%	24,39%	23,76%	23,26%

<b>Γ2: Ποσοστά συμμετοχής κάθε μέσου μεταφοράς στις χερσαίες επιβατικές και εμπορευματικές μεταφορές</b>												
<b>Είδος / μέσο μεταφοράς</b>	<b>Έτος</b>										<b>2005</b>	
	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>		
<b>Επιβατικές μεταφορές</b>												
I.X. αυτοκίνητα	81,88%	82,02%	82,19%	82,31%	82,41%	82,31%	82,50%	82,91%	82,96%	82,90%	-	
Λεωφορεία	9,74%	9,71%	9,57%	9,53%	9,36%	9,31%	9,18%	8,95%	8,98%	9,01%	-	
Τραμ & μετρό	1,36%	1,36%	1,35%	1,34%	1,34%	1,35%	1,34%	1,34%	1,35%	1,37%	-	
Σιδηρόδρομοι	7,02%	6,91%	6,90%	6,83%	6,89%	7,03%	6,98%	6,80%	6,71%	6,72%	-	
<b>Εμπορευματικές μεταφορές</b>												
Φορτηγά	69,09%	69,48%	69,40%	70,36%	71,49%	71,50%	72,36%	73,12%	73,40%	73,35%	73,51%	
Σιδηρόδρομοι	18,54%	18,26%	18,53%	17,46%	16,61%	16,67%	15,78%	15,32%	15,34%	15,56%	15,43%	
Εσωτ. ναυσιπλοΐα	6,52%	6,27%	6,45%	6,41%	6,24%	6,29%	6,20%	6,07%	5,63%	5,69%	5,66%	
Αγωγοί	5,85%	5,99%	5,62%	5,77%	5,67%	5,53%	5,67%	5,48%	5,63%	5,39%	5,40%	

<b>Γ3: Ποσοστά συμμετοχής κάθε μέσου μεταφοράς στις 15 χώρες μέλη της Ε. Έ. το διάστημα 1970 - 2000</b>											
<b>Είδος / μέσο μεταφοράς</b>	<b>Έτος</b>										<b>2000</b>
	<b>1970</b>	<b>1980</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>						
<b>Επιβατικές μεταφορές</b>											
I.X. αυτοκίνητα	73,90%	76,30%	79,20%	79,50%	78,30%						
Σιδηρόδρομοι	10,20%	8,30%	6,60%	6,20%	6,30%						
Λεωφορεία	12,60%	11,60%	9,10%	8,70%	8,50%						
Αεροπλάνα	1,50%	2,50%	3,90%	4,50%	5,80%						
Τραμ, μετρό	1,80%	1,30%	1,20%	1,10%	1,10%						
<b>Εμπορευματικές μεταφορές</b>											
Φορτηγά	34,60%	36,20%	41,80%	43,40%	43,80%						
Φορτηγά πλοία	33,50%	39,40%	39,50%	40,80%	41,30%						
Σιδηρόδρομοι	20,00%	14,70%	11,10%	8,40%	8,10%						
Εσωτ. ναυσιπλοΐα	7,20%	5,40%	4,60%	4,30%	4,30%						
Αγωγοί	4,50%	4,30%	3,00%	3,10%	2,50%						



<b>Γ4: Επιβατικές Μεταφορές με τραίνα υψηλών ταχυτήτων (δύο χιλιόμετρικοί επιβάτες)</b>										
	<i>Βέλγιο</i>	<i>Γερμανία</i>	<i>Ισπανία</i>	<i>Γαλλία</i>	<i>Ιταλία</i>	<i>Ολλανδία</i>	<i>Φινλανδία</i>	<i>Σουηδία</i>	<i>Ην. Βασιλείο</i>	<i>Άθροισμα</i>
2004	0,94	19,60	2,75	41,44	7,93	0,66	0,16	2,42	0,44	76,34
2003	0,88	17,46	2,53	39,60	7,43	0,20	0,20	2,40	-	70,70
2002	0,91	15,26	2,51	39,86	7,08	0,20	0,14	2,30	-	68,24
2001	0,89	15,52	2,41	37,40	6,76	0,19	0,06	2,23	-	65,46
2000	0,87	13,93	2,21	34,75	5,09	0,11	0,07	2,05	-	59,06
1999	0,80	11,59	1,67	32,19	4,46	0,10	0,05	1,81	-	52,69
1998	0,79	10,16	1,52	30,62	3,64	0,09	0,06	1,61	-	48,47
1997	0,56	10,07	1,30	27,60	2,40	0,07	0,05	1,33	-	43,38
1996	0,32	8,85	1,10	24,79	1,30	0,03	0,02	1,10	-	37,51
1995	-	8,70	1,20	21,43	1,10	-	-	0,42	-	32,85
1994	-	8,20	0,90	20,50	0,80	-	-	0,31	-	30,71
1993	-	7,00	0,90	18,90	0,50	-	-	0,27	-	27,57
1992	-	5,20	0,40	19,00	0,40	-	-	0,15	-	25,15
1991	-	2,00	-	17,90	0,40	-	-	0,09	-	20,39
1990	-	-	-	14,90	0,30	-	-	0,01	-	15,21

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>1</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b> .....	<b>4</b>
<b>ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ</b> .....	<b>4</b>
1.1 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΤΙΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ .....	4
1.2 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ .....	4
1.2.1 <i>Αποδοτικότητα</i> .....	5
1.2.2 <i>Αποτελεσματικότητα</i> .....	7
1.2.3 <i>Διάκριση εννοιών αποδοτικότητας - αποτελεσματικότητας</i> .....	7
1.3 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ .....	7
1.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .....	9
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b> .....	<b>12</b>
<b>ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (ΠΑΔ)</b> .....	<b>12</b>
2.1 ΟΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ.....	12
2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ - ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΔ.....	13
2.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΑΔ ΜΕ ΤΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ.....	15
2.4 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΤΗΣ ΠΑΔ.....	17
2.4.1 <i>Βασικές έννοιες της ΠΑΔ</i> .....	17
2.4.2 <i>ΠΑΔ και Γραμμικός Προγραμματισμός</i> .....	20
2.4.2.1 <i>Η χρήση του γραμμικού προγραμματισμού</i> .....	20
2.4.2.2 <i>Γραμμικός Προγραμματισμός – Δυσκό πρόβλημα</i> .....	21
2.4.2.3 <i>Σύνδεση μεταξύ ΠΑΔ και γραμμικού προγραμματισμού</i> .....	21
2.4.3 <i>Θεωρητική θεμελίωση της Περιβάλλουσας Ανάλυσης</i> .....	22
2.4.4 <i>Ανάλυση αποτελεσμάτων</i> .....	25
2.5 ΒΑΣΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	25
2.5.1 <i>Το Αθροιστικό μοντέλο (Additive model)</i> .....	27
2.5.2 <i>Το Πολλαπλασιαστικό μοντέλο (Multiplicative model)</i> .....	29
2.5.3 <i>Το μοντέλο BCC (Banker, Charnes and Cooper)</i> .....	31
2.5.3.1 <i>Το μοντέλο BCC με έμφαση στη μείωση των εισροών</i> .....	31
2.5.3.2 <i>Το μοντέλο BCC με έμφαση στη αύξηση των εκροών</i> .....	34
2.5.3.3 <i>Σχολιασμός του μοντέλου BCC</i> .....	36
2.5.4 <i>Το μοντέλο CCR (Charnes, Cooper, Rhodes)</i> .....	37
2.5.4.1 <i>Το μοντέλο CCR με έμφαση στη μείωση των εισροών</i> .....	37
2.5.4.2 <i>Το μοντέλο CCR με έμφαση στην αύξηση των εκροών</i> .....	39
2.5.4.3 <i>Σχολιασμός του μοντέλου CCR</i> .....	41
2.5.5 <i>Σύνοψη - Σύγκριση των μοντέλων της ΠΑΔ</i> .....	41
2.5.6 <i>Επιλογή μοντέλου μελέτης</i> .....	42
2.6 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΠΑΔ.....	44
2.6.1 <i>Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (γενικά)</i> .....	44
2.6.2 <i>Σιδηροδρομικές μεταφορές</i> .....	45
2.6.3 <i>Αστικές και Υπεραστικές μεταφορές με λεωφορείο</i> .....	48
2.6.4 <i>Αεροπορικές μεταφορές</i> .....	52
2.6.5 <i>Θαλάσσιες μεταφορές</i> .....	53
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b> .....	<b>55</b>
<b>Η ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΙΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΕΕ</b> .....	<b>55</b>
3.1 Η ΦΘΙΝΟΥΣΑ ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ .....	55
3.2 ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ .....	56
3.2.1 <i>Βασικές Αρχές της Κοινοτικής πολιτικής μεταφορών</i> .....	56
3.2.2 <i>Ιστορική αναδρομή</i> .....	56
3.3 Η ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΙΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ .....	58
3.4 ΒΑΣΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΗΣ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΣΤΙΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ.....	67
3.5 Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΥΣ ΚΑΙ Η ΝΕΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥΣ .....	72
3.6 ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ-ΤΡΟΧΑΙΟ ΥΛΙΚΟ.....	75

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b> .....	<b>77</b>
<b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ, ΔΕΔΟΜΕΝΑ, ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>77</b>
4.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	77
4.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ: ΜΕΘΟΔΟΣ, ΜΟΝΤΕΛΟ, ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ.....	78
4.3 ΠΗΓΕΣ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	80
4.3.1 <i>Εκλογή πηγών και δεδομένων: Μεθοδολογία και κριτήρια επιλογής</i> .....	80
4.3.2 <i>Εισροές και εκροές</i> .....	83
4.3.2.1 Εισροές.....	84
4.3.2.2 Εκροές.....	85
4.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ.....	86
4.4.1 <i>Πίνακες εισροών - εκροών</i> .....	86
4.4.2 <i>Πίνακες Πρωτογενών αποτελεσμάτων</i> .....	86
4.4.3 <i>Επεξεργασία πινάκων - ανάλυση αποτελεσμάτων</i> .....	93
4.4.3.1 Διερεύνηση μεταβολής της μέσης σχετικής τεχνικής αποδοτικότητας.....	93
4.4.3.2 Διερεύνηση συσχέτισης εισροών - εκροών με της μέση σχετική τεχνική αποδοτικότητα.....	99
4.4.4 <i>Χρήσιμες Επισημάνσεις</i> .....	110
<b>ΕΠΙΛΟΓΟΣ</b> .....	<b>111</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α</b> .....	<b>113</b>
<b>ΕΙΣΡΟΕΣ – ΕΚΡΟΕΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ</b> .....	<b>113</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β</b> .....	<b>123</b>
<b>ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ</b> .....	<b>123</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ</b> .....	<b>130</b>
<b>ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ ΜΟΝΑΔΩΝ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ</b> .....	<b>130</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	<b>I</b>

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **1. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

#### **α. Συγγράμματα**

- (1) Πολύζος Σεραφείμ, «Διοίκηση και διαχείριση των έργων: Μέθοδοι και τεχνικές», τόμος ΙΙ, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος 2004
- (2) Προφυλλίδης Β, «Οικονομική των μεταφορών», εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη 2004

#### **β. Μελέτες – Εκθέσεις – Περιοδικά**

- (1) Αθανασόπουλος Α, «Τεχνική αποδοτικότητα ως κριτήριο αξιολόγησης του ιδιωτικού και δημοσίου τομέα ως εναλλακτικών φορέων παροχής υπηρεσιών», Όρια και σχέσεις Δημοσίου και Ιδιωτικού, Ίδρυμα Σάκη Καραγεωργα, σελ. 281-291, Αθήνα 1996
- (2) Δεσπότης Δ.Κ, «Αποτίμηση αποδοτικότητας συστημάτων: Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων», βλέπε <http://www.dsslab.cs.unipi.gr>
- (3) Ενδιάμεση εξέταση της Λευκής Βίβλου του 2001 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τις μεταφορές, Βρυξέλλες 2006
- (4) Ε.Υ.Σ.Α.Α.Π., ΥΠ.ΟΙ.Ο. «Γενική Μελέτη Ανάπτυξης Μεταφορών», Σεπτέμβριος 2005, TRADEMCO-Μελέτες-Έρευνα –Ανάπτυξη Α.Ε. και PLANNING Σύμβουλοι Οργάνωσης Επιχειρήσεων Α.Ε.
- (5) Καρατζιά, Ελένη, «Σχολική αποτελεσματικότητα: Μια συγκριτική οικονομική ανάλυση», Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα 1999
- (6) Λευκή Βίβλος 2001: «Η ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών με ορίζοντα το έτος 2010: η ώρα των επιλογών», Βρυξέλλες 2006
- (7) Σμυρλής Ι, «Η Περιβάλλουσα Ανάλυση με μη ακριβή δεδομένα: νέα μεθοδολογική προσέγγιση και νέα πεδία εφαρμογών», Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πειραιά, Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης, 2003
- (8) Η. Κ. Μαραγκός, «Η ΠΑΔ ως μέσο πραγματοποίησης της εξωτερικής αξιολόγησης των σχολικών μονάδων: μεθοδολογική προσέγγιση», Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πειραιά, Τμήμα Πληροφορικής, Πειραιάς 2006
- (9) Προφυλλίδης Β, Μποτζώρης Γ, «Βιωσιμότητα σιδηροδρομικών επιχειρήσεων», 2<sup>ο</sup> Διεθνές Συνέδριο: Ανάπτυξη σιδηροδρομικών μεταφορών, Αθήνα 2005
- (10) Προφυλλίδης Β, Πολιτικές και θεσμικό πλαίσιο για τις Σιδηροδρομικές Μεταφορές, 2<sup>ο</sup> Διεθνές Συνέδριο: Ανάπτυξη σιδηροδρομικών μεταφορών, Αθήνα 2005

### **2. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

#### **α. Συγγράμματα**

- (1) Ahn T, Charnes A, Cooper WW, «Efficiency characterisations in different DEA models», Socio-Economic Planning Sciences. 1988
- (2) Banker R., Charnes A., Cooper W., Swarts J. and Thomas D., «An introduction to data envelopment analysis with some of its models and their uses», Research in Governmental and Nonprofit Accounting 5, pp. 125–163, 1989
- (3) Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A., Seifod, L, «Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application», Kluwer Academic Publishers, 1994

- (4) Cooper W.W., L.M. Seiford, K. Tone, «Data Envelopment Analysis, a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software», Kluwer Academic Publishers, 1999
- (5) Fielding, G.J., «Managing Public transit Strategically», Eds Jossey- Bass Publishers, California USA, 1987
- (6) Profillidis V, «Railways management and engineering», third edition, pp.14, Ashgate 2006
- (7) Thanassoulis Emmanuel, «Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software», Kluwer Academic Publishers, 2001

β. Μελέτες – Εκθέσεις - Περιοδικά

- (1) Adler N. and Berechman J, «Measuring airport quality from the airlines viewpoint: An application of data envelopment analysis», *Transport Policy* Vol 8, pp. 171-181, 2001
- (2) Bailey E. E. and Williams J. R., «Sources of Economic Rent in the Deregulated Airline Industry», *Journal of Law and Economics* Vol 31, pp 173-202, 1988
- (3) Banker R., Charnes A., Cooper W., Swarts J. and Thomas D., «An introduction to data envelopment analysis with some of its models and their uses», *Research in Governmental and Nonprofit Accounting*, Vol 5, pp. 125–163, 1989
- (4) Barros C.P., «The measurement of efficiency of Portuguese sea port authorities with DEA», *International Journal of Transport Economics*, 2003
- (5) Bazargan M. and Vasigh B., «Size versus efficiency: A case study of US commercial airports», *Journal of Air Transport Management.*, 2003
- (6) Benjamin J, Obeng K., «The effect of policy and background variables on total factor productivity for public transit», *Transportation research*, Vol 24 B(1), 1-14, 1990
- (7) Boile M.P., «Estimating technical and scale inefficiencies of public transit systems», *Journal of Transportation Engineering*, 2001
- (8) Bonilla M., Medal A., Casaus T. and Sala R., (06/00/2002), “The traffic in Spanish ports: An efficiency analysis”, *International Journal of Transport Economics*, 2002
- (9) Cantos Pedro, Pastor M. Jose, Serrano Lorenzo, «Efficiency Measures and Output Specification: The Case of European Railways», University of Valencia, 2002
- (10) Carotenutos P., Coffari A., Gastaldi M. and Levaldi N., «Analysing transportation public agencies performance using DEA», *Transportation Systems 1997*, Chania, Greece, 06/16/1997 - 06/18/1997, 1997
- (11) Chapin A. and Schmidt S., «Do mergers improve efficiency? Evidence from deregulated rail freight», *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol 33(2), pp. 147-162, 1999
- (12) Chu X., Fielding G.J. and Lamar B.W., *Measuring transit performance using data envelopment analysis. Transportation Research* 26A(3), pp. 223–230, 1992
- (13) Cobb C.W, P.H. Douglas, «A theory of production», *American economic review*, Vol 18, pp 139-165
- (14) Coelli T, Perelman S. «A comparison of parametric and non-parametric distance functions: With application to European railways», *European Journal of Operational Research*, Vol 117, pp 326-339, 1999
- (15) Cowie J, «The technical efficiency of public private ownership in the rail industry: The case of Swiss private railways», *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol 33, pp 241-251, 2003
- (16) Cowie J. and Asenova D., (08/00/1999), “Organisation form, scale effects and efficiency in the british bus industry”, *Transportation*.
- (17) Cowie, J. and Riddington G, «Measuring the Efficiency of European Railways», *Applied Economics [APE]* Vol 28, pp 1027-1035, 1996
- (18) Cullinane K., Ping Ji and Teng-fei Wang, «The relationship between privatization and DEA estimates of efficiency in the container port industry», *Journal of Economics and Business*, Vol. 57, pp 433-462, 2005

- (19) Drucker P. F., «Managing the Public Service Institution», *The Public Interest*, pp. 67 – 74
- (20) ECORYS, «Analysis of the financial situation of railway undertakings in the European Union», Rotterdam, February 2006
- (21) European Commission, «Liberalization of Networks Industries», Reports and studies, pp. 114, 1999
- (22) European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, report 2000-2004, Belgium 2004
- (23) European Commission, Directorate general for energy and transport , «Energy and Transport in Figures», 2006
- (24) European Conference of Ministers of Transport (ECMT), Railway reform, Paris 2001
- (25) European Union, «Managing and Assessing Regulatory Evolution in local public Transport Operations in Europe», (MARETOPE) Handbook, Brussels, October 2003
- (26) Farrell M., «The measurement of productive efficiency», *Journal of Royal Statistics Society*, Vol 120, pp.253-284
- (27) Fielding, G.J., Glauthier, C. and Lave, C.A., «Performance indicators for transit management», *Transportation Research*, Vol 7, 365-379, 1978
- (28) Fielding G.J., «Transit performance in the USA», *Transportation Research*, Vol 26A, pp.483-491, 1992
- (29) Gillen D. and Lall A. «Non parametric measures of efficiency of us airports», *International Journal of Transport Economics*, 10/00/2001
- (30) Karlaftis M.G., «Investigating Transit Production and Performance: A programming approach», *Transportation Research*, Vol 37A: Policy and Practice, pp 225-240, 2003
- (31) Kuo-Liang Liu, «Application of the Data Envelopment Analysis to Evaluate the Operation Performances of the Railway Transportation Industries», Feng Chia University - Graduate Institute of Traffic and Transportation Engineering and Management, 2006
- (32) Levaggi R., «Parametric and Nonparametric Approach to Efficiency: The Case of Urban Transport in Italy», *Studi-Economici*, Vol 49 53, pp. 67–88, 1994
- (33) Loizides, J., Tsionas, E., (2004), Dynamic distributions of productivity growth in European Railways, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 38, No 1, p. 45-75
- (34) Martinez-Budria E., Diaz-Armas R., Navarro-Ibanez M. and Ravelo-Mesa T., (06/00/1999), «A study of the efficiency of Spanish port authorities using DEA», *International Journal of Transport Economics*, 1999
- (35) Martinez M.J, «Transit Productivity Analysis In Heterogeneous Conditions Using Data Envelopment Analysis With an Application to Rail Transit», ETD number: njit-phd 2001-036, 2001
- (36) Nolan J.F., «Determinants of productive efficiency in urban transit», *Logistics and Transportation Review* Vol 32, pp. 319–342, 1996
- (37) Nolan J.F., Ritchie P.C., Rowcroft J.E., «Identifying and measuring public policy goals: ISTEA and the US bus transit industry», *Journal of Economic Behaviour & Organization* Vol. 48, pp 291–304, 2002
- (38) Odeck J., «Ownership scale effects and efficiency of Norwegian bus operators: Empirical evidence», *International Journal of Transport Economics*, 2003
- (39) Olli-Pekka Hilmola, «European railway freight transportation and adaptation to demand decline: Efficiency and partial productivity analysis from period of 1980-2003», *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol 56, pp 205 – 225, 2007
- (40) Oum T.H. and Yu C., «Economic efficiency of railways and implications for public policy», *Journal of transport Economics and Policy*, Vol 28, pp 121-138, 1994
- (41) Parker D., «The performance of BAA before and after privatization», *Journal of Transport Economics and Policy* Vol 5, 1999
- (42) Pels E., Nijkamp P. and Rietveld P., «Inefficiencies and scale economies of European airport operations», *Transportation Research. Part E: Logistics & Transport Review*, 2003

- (43) Pina V. and Torres L, «Analysis of the efficiency of local government services delivery. An application to urban public transport», Transportation Research Vol 35A, pp 929-944, 2001
- (44) Profillidis V., «Separation of Infrastructure from Operation and the New Organization of the Railways», Japan Railway and Transport Review, Vol 29, pp 19-23, 2001
- (45) Seiford L., «Data Envelopment Analysis: The Evolution of the State of the Art (1978–1995) », the Journal of the Productivity Analysis, Vol 7, pp. 99–137, 1995
- (46) Seiford L.M., Thrall R.M., «Recent Developments in DEA: the mathematical Programming Approach to Frontier Analysis», Journal of Econometrics, Vol 46, 7-38, 1990
- (47) Sjogren, S. «Effektiva kombiterminaler - en tillämpning av DEA», School of Economics and Commercial Law, GU. Sweden, 1996
- (48) Tongzon J., «Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using DEA» , Transportation Research. Part A: Policy and Practice, 2001
- (49) Turner H., Windle R. and Dresner, «North American container port productivity: 1984-1997» Transportation Research. Part E: Logistics & Transport Review, 2004
- (50) Viton P.A., «Technical efficiency in multi-mode bus transit: A production frontier analysis», Transportation Research Vol 31B, pp. 23–39, 1997
- (51) Welsby J., Nichols A., «The Privatization of British Railways», Journal of Transport Economics and Policy, No 1, Vol. 33, 1999

### **3. ΠΗΓΕΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ**

- [www.deazone.com](http://www.deazone.com)
- [www.europa.eu](http://www.europa.eu)
- [www.ose.ge](http://www.ose.ge)
- [www.ergose.gr](http://www.ergose.gr)

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>1</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b> .....	<b>4</b>
<b>ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ</b> .....	<b>4</b>
1.1 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΤΙΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ .....	4
1.2 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ .....	4
1.2.1 Αποδοτικότητα .....	5
1.2.2 Αποτελεσματικότητα.....	7
1.2.3 Διάκριση εννοιών αποδοτικότητας - αποτελεσματικότητας .....	7
1.3 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ.....	7
1.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	9
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b> .....	<b>12</b>
<b>ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (ΠΑΔ)</b> .....	<b>12</b>
2.1 ΟΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ .....	12
2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ - ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΔ .....	13
2.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΑΔ ΜΕ ΤΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ .....	15
2.4 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΤΗΣ ΠΑΔ .....	17
2.4.1 Βασικές έννοιες της ΠΑΔ .....	17
2.4.2 ΠΑΔ και Γραμμικός Προγραμματισμός.....	20
2.4.2.1 Η χρήση του γραμμικού προγραμματισμού.....	20
2.4.2.2 Γραμμικός Προγραμματισμός – Δυϊκό πρόβλημα .....	21
2.4.2.3 Σύνδεση μεταξύ ΠΑΔ και γραμμικού προγραμματισμού.....	21
2.4.3 Θεωρητική θεμελίωση της Περιβάλλουσας Ανάλυσης.....	22
2.4.4 Ανάλυση αποτελεσμάτων.....	25
2.5 ΒΑΣΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ .....	25
2.5.1 Το Αθροιστικό μοντέλο (Additive model) .....	27
2.5.2 Το Πολλαπλασιαστικό μοντέλο (Multiplicative model) .....	29
2.5.3 Το μοντέλο BCC (Banker, Charnes and Cooper).....	31
2.5.3.1 Το μοντέλο BCC με έμφαση στη μείωση των εισροών.....	31
2.5.3.2 Το μοντέλο BCC με έμφαση στη αύξηση των εκροών.....	34
2.5.3.3 Σχολιασμός του μοντέλου BCC .....	36
2.5.4 Το μοντέλο CCR (Charnes, Cooper, Rhodes).....	37
2.5.4.1 Το μοντέλο CCR με έμφαση στη μείωση των εισροών .....	37
2.5.4.2 Το μοντέλο CCR με έμφαση στην αύξηση των εκροών .....	39
2.5.4.3 Σχολιασμός του μοντέλου CCR .....	41
2.5.5 Σύνοψη - Σύγκριση των μοντέλων της ΠΑΔ.....	41
2.5.6 Επιλογή μοντέλου μελέτης.....	42
2.6 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΠΑΔ.....	44
2.6.1 Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (γενικά).....	44
2.6.2 Σιδηροδρομικές μεταφορές .....	45
2.6.3 Αστικές και Υπεραστικές μεταφορές με λεωφορείο .....	48
2.6.4 Αεροπορικές μεταφορές.....	52
2.6.5 Θαλάσσιες μεταφορές .....	53
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b> .....	<b>55</b>
<b>Η ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΙΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΕΕ</b> .....	<b>55</b>
3.1 Η ΦΘΙΝΟΥΣΑ ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ .....	55
3.2 ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ .....	56
3.2.1 Βασικές Αρχές της Κοινοτικής πολιτικής μεταφορών .....	56
3.2.2 Ιστορική αναδρομή.....	56
3.3 Η ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΙΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ.....	58
3.4 ΒΑΣΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΗΣ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΣΤΙΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ .....	67
3.5 Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΥΣ ΚΑΙ Η ΝΕΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥΣ .....	72
3.6 ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ-ΤΡΟΧΑΙΟ ΥΛΙΚΟ .....	75



<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b> .....	<b>77</b>
<b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ, ΔΕΔΟΜΕΝΑ, ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>77</b>
4.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	77
4.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ: ΜΕΘΟΔΟΣ, ΜΟΝΤΕΛΟ, ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ .....	78
4.3 ΠΗΓΕΣ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ .....	80
4.3.1 Εκλογή πηγών και δεδομένων: Μεθοδολογία και κριτήρια επιλογής.....	80
4.3.2 Εισροές και εκροές.....	83
4.3.2.1 Εισροές.....	84
4.3.2.2 Εκροές .....	85
4.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ .....	86
4.4.1 Πίνακες εισροών - εκροών.....	86
4.4.2 Πίνακες Πρωτογενών αποτελεσμάτων.....	86
4.4.3 Επεξεργασία πινάκων - ανάλυση αποτελεσμάτων .....	93
4.4.3.1 Διερεύνηση μεταβολής της μέσης σχετικής τεχνικής αποδοτικότητας.....	93
4.4.3.2 Διερεύνηση συσχέτισης εισροών - εκροών με της μέση σχετική τεχνική αποδοτικότητα.....	99
4.4.4 Χρήσιμες Επισημάνσεις.....	110
<b>ΕΠΙΛΟΓΟΣ</b> .....	<b>111</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α</b> .....	<b>113</b>
<b>ΕΙΣΡΟΕΣ – ΕΚΡΟΕΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ</b> .....	<b>113</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β</b> .....	<b>123</b>
<b>ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ</b> .....	<b>123</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ</b> .....	<b>130</b>
<b>ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ ΜΟΝΑΔΩΝ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ</b> .....	<b>130</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>I</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	<b>V</b>



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097066