

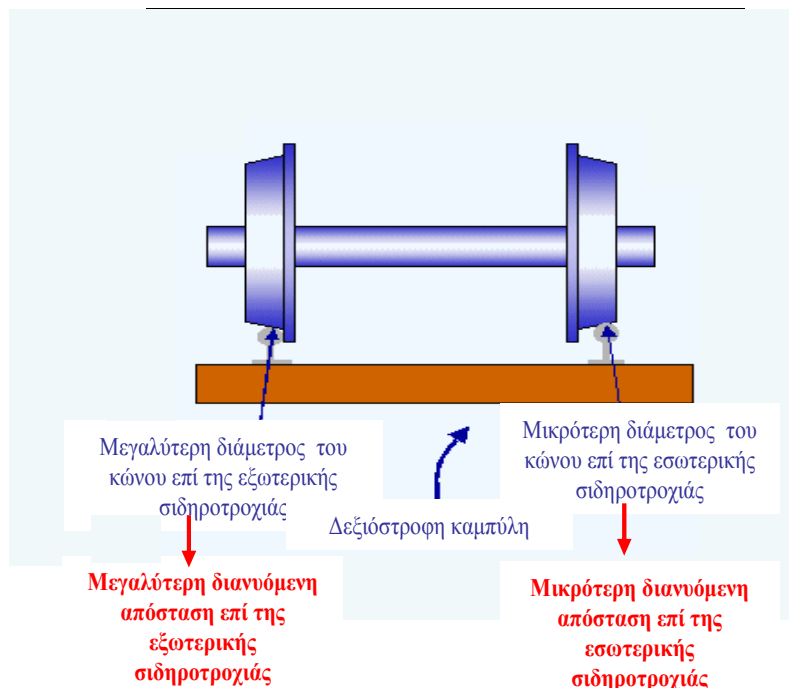
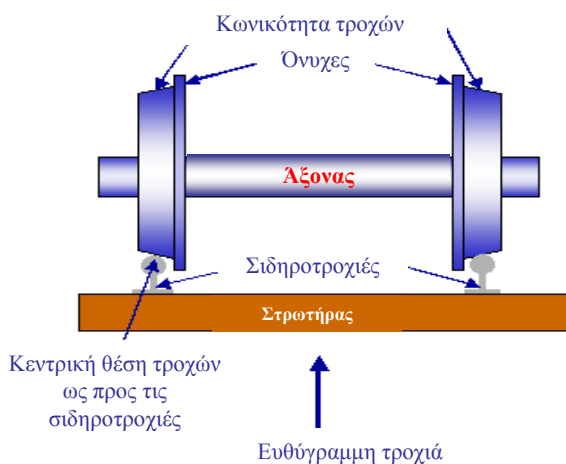
# 1

## Σιδηρόδρομοι

### 1.1. Εισαγωγή

Ο Σιδηρόδρομος αποτελεί μέσο χερσαίων μεταφορών, στο οποίο οχήματα με τροχούς φέροντες όνυχες κινούνται πάνω σε δύο παράλληλες χαλύβδινες σιδηροτροχιές ή γραμμές, είτε αυτοκινούμενα είτε ελκόμενα από κινητήρια μονάδα

Η λειτουργία του σιδηροδρόμου βασίζεται στην αρχή ότι οι χαλύβδινοι τροχοί, κυλιόμενοι επί χαλύβδινων σιδηροτροχιών, έχουν πολύ μικρή τριβή κύλισης και απαιτούν σχετικά μικρή κινητήρια δύναμη για να μετακινήσουν ένα βαρύ φορτίο. Το χαρακτηριστικό αυτό της ελεύθερης κύλισης παρέχει στους σιδηροδρόμους σχέση ισχύος περίπου ενός ίππου ανά μικότο ελκόμενο τόνο. Τα αντίστοιχα οδικά μέσα μεταφοράς φορτίων (φορτηγά μετά ρυμουλκούμενου) απαιτούν ισχύ περίπου δέκα ίππων ανά μικότο ελκόμενο τόνο. Οι σιδηρόδρομοι παρέχουν επίσης, σε σχέση με τα αντίστοιχα οδικά μέσα, πλεονέκτημα 10 προς 1 όσον αφορά την οικονομία καυσίμων και την παραγωγικότητα της εργασίας.



### 1.2. Πρώτοι Σιδηρόδρομοι

Σιδηρόδρομοι κατασκευάστηκαν για πρώτη φορά σε Ευρωπαϊκά ορυχεία τον 16ο αιώνα. Ένα εκ των πρώτων ήταν αυτό του Leberthal στην Αλσατία, περί το 1550. Οι σιδηρόδρομοι ορυχείων στη Βρετανία χρονολογούνται από το 1604.

Από την πρώτη στιγμή της χρησιμοποίησης σιδηροδρόμων, υιοθετήθηκαν οχήματα με τροχούς φέροντες όνυχες, οι οποίοι κρατούν τα οχήματα επί της γραμμής και τα καθιστούν αυτοκαθοδηγούμενα. Τα πρώτα σιδηροδρομικά οχήματα είχαν όνυχες είτε στο εσωτερικό είτε

στο εξωτερικό των τροχών. Στα σύγχρονα οχήματα οι όνυχες βρίσκονται στο εσωτερικό των τροχών.

Τα πρώιμα σιδηροδρομικά οχήματα ορυχείων έλκονταν από ανθρώπους ή άλογα. Ο σύγχρονος σιδηρόδρομος προέκυψε μετά την εμφάνιση της ατμοκινούμενης κινητήριας μονάδας (steam locomotive) το 1804 στην Ουαλία. Οι πρώτες ατμάμαξες υπέφεραν από την αδυναμία των σιδηρών τροχών και την ανεπάρκεια ή αναξιοπιστία των μηχανικών τους μερών. Βελτιώσεις στα υλικά και των σχεδιασμό των γραμμών καθώς και τεχνολογικοί νεωτερισμοί που εισήχθησαν από μηχανικούς όπως ο Στέφενσον κατέστησαν ταχέως τους σιδηροδρόμους απολύτως πρακτικούς.



Ο σιδηρόδρομος Στόκτον και Ντάρλινγκτον (Stockton and Darlington Railway), η λειτουργία του οποίου ξεκίνησε τον Σεπτέμβριο του 1825, ήταν ο πρώτος που μετέφερε τόσο εμπορεύματα όσο και επιβάτες. Ακολούθησε ο σιδηρόδρομος του Λίβερπουλ και Μάντσεστερ (Liverpool and Manchester Railway) το 1830, ο οποίος, με την εισαγωγή της ατμομηχανής "Rocket" (βλέπε σχήμα), που κατασκευάστηκε από τον Stephenson και τον γιο του Robert, μπορεί να θεωρηθεί αφετηρία της εποχής των σιδηροδρόμων. Περί το 1841 στη Βρετανία υπήρχαν ήδη σε λειτουργία περισσότερα από 1.300 μίλια σιδηροδρομικής γραμμής.

### 1.3. Η Εποχή των Σιδηροδρόμων

Οι σιδηρόδρομοι αναπτύχθηκαν γρήγορα στη διάρκεια του 19ου αιώνα και κατέστησαν παγκοσμίως μείζον δύναμη της οικονομικής και κοινωνικής ζωής των εθνών. Οι σιδηρόδρομοι επέβαλαν επίσης πολλούς τεχνολογικούς νεωτερισμούς. Οι περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες ακολούθησαν το Βρετανικό παράδειγμα του πλάτους (ή εύρους) των 8 ποδών και 8.5 ιντσών (1.435 μέτρα) μεταξύ των εσωτερικών παρειών των σιδηροτροχιών. Όμως, στη Ρωσία και τη Φιλανδία υιοθετήθηκε εύρος 5 ποδών, ενώ στην Ισπανία και την Πορτογαλία εύρος 5 ποδών και 6 ιντσών. Στις ΗΠΑ, που υιοθέτησαν το Βρετανικό «κανονικό εύρος», ο John Stephens κατασκεύασε την πρώτη ατμομηχανή και την επέδειξε στο κήπο της κατοικίας του στο Hoboken του New Jersey το 1825. Ο Σιδηρόδρομος Βαλτιμόρης και Οχάιο (Baltimore and Ohio Railroad – B&O), η πρώτη σιδηροδρομική επιχείρηση στις ΗΠΑ, έλαβε άδεια λειτουργίας δύο χρόνια αργότερα.

Αρχικά όλες οι κινητήριες μονάδες εκινούντο με τη χρήση ατμού. Όμως, περί το 1900 ηλεκτροκίνητες κινητήριες μονάδες χρησιμοποιήθηκαν σε ειδικές υπηρεσίες. Περί τα μέσα του 20ου αιώνα οι δηζελο-ηλεκτρικές κινητήριες μονάδες (diesel-electric locomotives) είχαν αντικαταστήσει τις ατμοκίνητες στα περισσότερα σιδηροδρομικά δίκτυα. Μια ποικιλία σιδηροδρομικών οχημάτων κατασκευάστηκε για τη μεταφορά επιβατών και εμπορευμάτων. Τα οχήματα εμπορευματικών μεταφορών περιελάμβαναν κλειστές φορτάμαξες, φορτάμαξες ανοικτής οροφής και επίπεδες φορτάμαξες. Τα βαγόνια που προορίζονταν για τη μεταφορά ειδικών φορτίων περιελάμβαναν βαγόνια-βυτία, βαγόνια μεταφοράς ζώντων ζώων και βαγόνια-ψυγεία. Τα επιβατικά οχήματα περιελάμβαναν βαγόνια με καθίσματα, βαγόνια-εστιατόρια για την παροχή γευμάτων σε μεγάλου μήκους διαδρομές και κλινάμαξες ή κλινοθέσια για νυχτερινές διαδρομές.

Ο George Pullman, το όνομα του οποίου κατέστη συνώνυμο των κλιναμαξών (ιδιαίτερα στις ΗΠΑ), νοίκιασε το πρώτο όχημά του στους σιδηροδρόμους το 1859.

Οι σιδηρόδρομοι έφτασαν στην ωριμότητά τους στις αρχές του 20ού αιώνα, οπότε σιδηροδρομικοί συρμοί μετέφεραν το μεγαλύτερο μέρος των φορτίων και των επιβατών στις βιομηχανικά ανεπτυγμένες χώρες παγκοσμίως.

#### 1.4. Η Παρακμή των Σιδηροδρόμων

Περί τα μέσα του 20ού αιώνα οι σιδηρόδρομοι έχασαν την κυρίαρχη θέση τους. Το ιδιωτικό αυτοκίνητο τους υπεκατέστησε σε μικρού μήκους επιβατικές διαδρομές και το αεροπλάνο σε ταξίδια μεγάλων αποστάσεων, ιδιαίτερα στις ΗΠΑ. Οι σιδηρόδρομοι παρέμειναν αποτελεσματικοί στη μαζική μεταφορά επιβατών μεταξύ των κέντρων μεγάλων πόλεων και των προαστίων τους (προαστιακός σιδηρόδρομος), καθώς και σε μεσαίου μήκους μετακινήσεις για αποστάσεις της τάξης των 500 χιλιομέτρων μεταξύ αστικών κέντρων.

Μετά τα μέσα του 20ού αιώνα, η κατασκευή σιδηροδρομικών γραμμών μεγάλου μήκους και δαπάνης συνεχίστηκε σε μερικές χώρες παγκοσμίως, ιδιαίτερα στον Καναδά, την Κίνα, την τέως Σοβιετική Ένωση και την Αφρική. Αντιθέτως, στις περισσότερες βιομηχανικά ανεπτυγμένες χώρες η κατασκευή νέων γραμμών πρακτικώς μηδενίστηκε μέχρι περίπου τη δεκαετία του 1970.

Παρότι οι σιδηρόδρομοι έχαναν το μεγαλύτερο μέρος της μεταφοράς γενικών φορτίων από τα φορτηγά αυτοκίνητα μετά ρυμουλκούμενων, παρέμεναν το καλύτερο μέσο μεταφοράς μεγάλων ποσοτήτων χύδην φορτίων σε μεγάλες αποστάσεις, όπως κάρβουνο, δημητριακά, χημικά προϊόντα και μεταλλεύματα.

#### 1.5. Η Νέα Εποχή των Σιδηροδρόμων

Αρχικά η ζήτηση για νέα αστικά σιδηροδρομικά συστήματα και στη συνέχεια η δημιουργία στην Ευρώπη και την Ιαπωνία νέων γραμμών υψηλών ταχυτήτων για intercity επιβατικές μεταφορές οδήγησαν στη νέα εποχή των σιδηροδρόμων. Η τεχνολογική έμφαση μετακινήθηκε στην περιοχή των ταχύτερων λειτουργιών, των περισσότερων ανέσεων για τους επιβάτες, των μεγαλύτερων και ειδικού φορτίου φορταμαξών, των περισσότερο σύνθετων συστημάτων σηματοδότησης και ελέγχου κυκλοφορίας και των νέων τύπων κινητήριας δύναμης.

Επίσης, η ανάπτυξη της μοναδοποίησης των φορτίων και της χρήσης εμπορευματοκιβωτίων (containers) κατέστησε τους σιδηροδρόμους περισσότερο αποτελεσματικούς στην παραλαβή και διακίνηση επεξεργασμένων εμπορευμάτων με μεγάλες σχετικά ταχύτητες.

Επιπροσθέτως, η χρησιμοποίηση piggyback flatcars, με την οποία ρυμουλκούμενα φορτηγών αυτοκινήτων μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις πάνω σε ειδικά σχεδιασμένες φορτάμαξες, επέτρεψε στους σιδηροδρόμους να επανακτήσουν μέρος του εμπορευματικού έργου, που είχε διαρρεύσει προς τα φορτηγά αυτοκίνητα.



Ταυτόχρονα όμως σε πολλές από τις ανεπτυγμένες χώρες οι σιδηρόδρομοι λειτουργούσαν πλέον σε ένα νέο κλίμα έντονου ανταγωνισμού με τα άλλα μέσα μεταφοράς.

## **1.6. Η Τεχνολογική Εξέλιξη στους Σιδηροδρόμους**

Στο πρώτο μισό του 20ού αιώνα οι εξελίξεις στη σιδηροδρομική τεχνολογία και πρακτική λειτουργίας ήταν περιορισμένες. Μια από αυτές ήταν η τελειοποίηση της ντιζελοκίνητης έλξης ως πλέον αποδοτικής εναλλακτικής λύσης έναντι της ατμοκίνησης και ως οικονομικώς αποδοτικότερης έναντι της ηλεκτροκίνησης σε γραμμές χαμηλής πυκνότητας κυκλοφορίας. Μια άλλη ήταν η μετάβαση από τη μηχανική σηματοδότηση και τον τηλεφωνικό έλεγχο της κυκλοφορίας σε ηλεκτρικά συστήματα, που επέτρεπαν τον κεντρικό έλεγχο της σιδηροδρομικής κυκλοφορίας σε μεγάλες περιοχές. Επίσης, αξιοσημείωτη ήταν η υιοθέτηση της συνεχώς συγκολλημένης σιδηροτροχιάς, που συνέβαλε στη βελτίωση της ποιότητας κύλισης, στην αύξηση της ωφέλιμης ζωής της γραμμής και στη μείωση των δαπανών συντήρησης.

Έκτοτε, από το 1960 περίπου, τα ανεπτυγμένα σιδηροδρομικά δίκτυα παγκοσμίως, υπό την πίεση του έντονου ανταγωνισμού των αυτοκινητοδρόμων και των αεροπορικών μεταφορών, προχώρησαν γρήγορα σε νέα τεχνολογική εποχή. Η ατμοκίνητη έλξη είχε καταργηθεί στη Βόρεια Αμερική και εξαφανιστεί από τα εθνικά δίκτυα της Δυτικής Ευρώπης όταν οι Βρετανικοί Σιδηρόδρομοι την εγκατέλειψαν τελευταίοι το 1968. Από το 1990 η ατμοκίνηση εφαρμοζόταν σε αξιόλογη, αν και συνεχώς μειούμενη, κλίμακα μόνο στην Κίνα, σε τμήματα της Αφρικής και στην Ινδία. Στην Κίνα όμως, το τελευταίο παγκοσμίως εργοστάσιο κατασκευής ατμαμαξών μετατράπηκε το 1991 σε εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτραμαξών. Η ντιζελο-ηλεκτρική έλξη είχε πλέον καταστεί πολύ πιο αξιόπιστη και οικονομική, αν και τα χαρακτηριστικά επιδόσεων και λειτουργικών δαπανών της ηλεκτροκίνητης έλξης ήταν ανώτερα. Όμως, μέχρι τα μέσα του 20ού αιώνα, μόνο οι βασικοί σιδηροδρομικοί άξονες μεγάλου μεταφορικού έργου μπορούσαν να αξιοποιήσουν τις οικονομίες της ηλεκτροκίνησης, κυρίως λόγω των μεγάλων επενδυτικών δαπανών που απαιτούντο για την κατασκευή και εγκατάσταση των συστημάτων παροχής ηλεκτρικής ενέργειας στο σιδηροδρομικό δίκτυο.

Στο δεύτερο ήμισυ του 20ού αιώνα, η νέα τεχνολογία κατάφερε να μειώνει σταθερά το αρχικό κόστος της ηλεκτροκίνησης και να εισάγει ραγδαίως μεγάλες βελτιώσεις στην ισχύ και την απόδοση της ηλεκτρικής έλξης σε σχέση με το μέγεθος και το βάρος των ηλεκτραμαξών. Ιδιαίτερη επίδραση στα ανωτέρω είχε η πρωτοποριακή Γαλλική τεχνολογία ηλεκτροκίνησης απευθείας τροφοδοσίας εναλλασσόμενου ρεύματος υψηλής τάσης σε βιομηχανική συχνότητα. Η νέα αυτή τεχνολογία απετέλεσε την αφετηρία μεγάλων προγραμμάτων ηλεκτροκίνησης στην Κίνα, την Ιαπωνία, τη Νότια Κορέα, μερικές ανατολικοευρωπαϊκές χώρες, τη Σοβιετική Ένωση και την Ινδία.

Αντιθέτως, τα σιδηροδρομικά δίκτυα που είχαν ήδη ηλεκτροκινηθεί πριν την εισαγωγή της νέας τεχνολογίας, είτε διατήρησαν τα υφιστάμενα συστήματα ηλεκτροκίνησης, είτε, με την τελειοποίηση ηλεκτραμαξών που είχαν τη δυνατότητα να λειτουργούν μέχρι και με τέσσερις διαφορετικούς τύπους ηλεκτρικής τάσης για σιδηροδρομική έλξη, συνεχούς ή εναλλασσόμενης, υιοθέτησαν τη νέα τεχνολογία υψηλής τάσης για την ηλεκτροκίνηση νέων γραμμών. Άλλη αιτία προώθησης της ηλεκτροκίνησης ήταν η ραγδαία αύξηση των τιμών των καυσίμων και η κατανόηση των κινδύνων από την εξάρτηση από εισαγόμενο πετρέλαιο ως καύσιμο, που ακολούθησαν την κρίση της Μέσης Ανατολής του 1973. Έτσι, μετά το 1990, ελάχιστοι βασικοί δυτικοευρωπαϊκοί σιδηροδρομικοί άξονες λειτουργούσαν ακόμη με ντιζελοκίνητη έλξη.

Όσον αφορά τις ραγδαίες εξελίξεις στον τομέα της ηλεκτρονικής, ελάχιστοι βιομηχανικοί τομείς ωφελήθηκαν περισσότερο από ότι οι σιδηρόδρομοι, στους οποίους αναπτύχθηκε μια τεράστια

ποικιλία εφαρμογών, από την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο των λειτουργιών, μέχρι τον βασισμένο σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές έλεγχο της κυκλοφορίας. Οι δυνατότητες των συσκευών στερεάς κατάστασης για την σμίκρυνση και βελτίωση επιμέρους στοιχείων επί της κινητήριας μονάδας απετέλεσαν ένα ακόμη βασικό παράγοντα των τεχνολογικών εξελίξεων της ηλεκτροκίνητης έλξης.

Οι σύγχρονες σιδηροδρομικές τεχνολογίες αναπτύχθηκαν στη βάση ενός ολοκληρωμένου σχεδιασμού σιδηροδρομικής γραμμής και σιδηροδρομικών οχημάτων (επιβατικών και εμπορευματικών) υψηλής απόδοσης. Οι τεχνολογίες αυτές είχαν επίσης στόχο την ανάπτυξη υψηλής ταχύτητας συστημάτων μεταφοράς επιβατών, ικανών να ανταγωνιστούν τις αεροπορικές μεταφορές και την τεράστια αύξηση των μετακινήσεων με ιδιωτικά αυτοκίνητα επί των βελτιωμένων εθνικών δικτύων αυτοκινητοδρόμων.

Αναπτύχθηκαν επίσης τεχνικές συνδυασμένων (Intermodal) μεταφορών, ώστε να εξασφαλίζουν μια σιδηροδρομική συνιστώσα στη μεταφορά υψηλής αξίας εμπορευματικού φορτίου, η προέλευση ή ο προορισμός της οποίας μεταφοράς δεν συνέφερε πλέον οικονομικώς να εξυπηρετηθεί απευθείας σιδηροδρομικώς.



Τέλος, το κόστος της συντήρησης σιδηροδρομικής γραμμής υψηλής ποιότητας μειώθηκε με την εμφάνιση ενός ευρέως φάσματος μηχανημάτων συντήρησης γραμμής, με δυνατότητα να διεξάγουν κάθε είδους εργασία, όπως πλήρη ανακαίνιση γραμμής, καθαρισμό και συμπίεση έρματος, εντοπισμό σφαλμάτων ή φθορών στις σιδηροτροχιές με υπερήχους και ηλεκτρονικό έλεγχο της οριζοντιογραφικής και υψομετρικής κατάστασης της γραμμής.



Την ίδια εποχή οι αναπτυσσόμενες χώρες προχωρούσαν στην κατασκευή νέων μεγάλων σιδηροδρομικών αξόνων, ιδιαίτερα στην Κίνα, την Ινδία και την τέως Σοβιετική Ένωση, όπου ο σιδηρόδρομος παρέμενε το κύριο μέσο μεταφοράς επιβατών και εμπορευμάτων. Η αύξηση της χωρητικότητας υφισταμένων σιδηροδρομικών αξόνων με διπλασιασμό ή τετραπλασιασμό των γραμμών καθώς και η κατασκευή νέων αξόνων ήταν πρωταρχικής σημασίας για τη διευκόλυνση της μαζικής μεταφοράς πρώτων υλών στις αναπτυσσόμενες βιομηχανίες και για την υποστήριξη της περιφερειακής κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης.

- Στην Κίνα, μεταξύ των ετών 1950 και 1990, το συνολικό μήκος του εθνικού σιδηροδρομικού δικτύου διπλασιάστηκε και έφτασε τα 54.000 χιλιόμετρα. Η κατασκευή 1.500 επιπλέον χιλιομέτρων νέων γραμμών περιλήφθηκε στο 5ετές σιδηροδρομικό αναπτυξιακό πρόγραμμα της περιόδου 1990-95. Πολλές από τις νέες γραμμές κατασκευάστηκαν κυρίως για να διευκολύνουν τη μεταφορά κάρβουνου από τα ανθρακοφόρα πεδία στα δυτικά της χώρας προς τη βιομηχανία και τα λιμάνια της ανατολικής περιοχής.
- Στους Σιδηρόδρομους της Σοβιετικής Ένωσης, την μέχρι το 1990 μεγαλύτερη παγκοσμίως ενιαία σιδηροδρομική επιχείρηση, η οποία έκτοτε διασπάστηκε σε ανεξάρτητες κρατικές επιχειρήσεις, αντίστοιχες με τον πολιτικό διαμελισμό της χώρας, στην περίοδο 1950 -1990 το συνολικό μήκος του δικτύου αυξήθηκε από 110.000 σε 140.000 χιλιόμετρα. Στις επεκτάσεις περιλαμβάνονταν και η δεύτερη υπερσιβηρική γραμμή, η μήκους 3.100

χιλιομέτρων γραμμή Baikal-Amur Magistral (BAM). Η γραμμή αυτή, η κατασκευή της οποίας ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του 1970, διασχίζει, στο ήμισυ περίπου του συνολικού μήκους της, μονίμως παγωμένες περιοχές, όπου οι θερμοκρασίες τον χειμώνα κατεβαίνουν στους  $-60^{\circ}\text{C}$ . Τα πρώτα τρένα διέσχισαν το συνολικό μήκος της γραμμής, BAM τον Οκτώβριο του 1989.

- Τέλος στην Ινδία η κατασκευή νέων μεγάλων σιδηροδρομικών αξόνων συνεχίστηκε στη διάρκεια της δεκαετίας του 1990.

## 1.7. Το Μέλλον των Σιδηροδρόμων

Για περισσότερα από 100 χρόνια ο σιδηρόδρομος απετέλεσε τον κυρίαρχο τρόπο χερσαίας μεταφοράς στο μεγαλύτερο μέρος του πλανήτη. Ήταν, και παραμένει, το χερσαίο μέσο, για τη μεταφορά επιβατών και εμπορευμάτων οπουδήποτε οδηγούν οι γραμμές, με πραγματικό κόστος μικρότερο από το αντίστοιχο των άλλων χερσαίων μεταφορικών μέσων ή του αεροπλάνου.

Παρ' όλ' αυτά, στην εποχή μας τα άλλα μέσα μεταφοράς έχουν επίσης αναπτυχθεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε να μπορούν να διεξάγουν συγκεκριμένες δραστηριότητες μεταφοράς αποτελεσματικότερα απ' ότι ο σιδηρόδρομος.

- Τα δίκτυα σωληνωτών αγωγών (pipelines) μπορούν να μεταφέρουν υγρά, καθώς και ορισμένα στερεά προϊόντα, με μεγάλη οικονομία και σε μεγάλες αποστάσεις.
- Τα αεροπλάνα, με την μεγάλη ταχύτητα, μπορούν να μεταφέρουν κάποια είδη ελαφρών και μεγάλης αξίας εμπορευμάτων με οικονομικότερο τρόπο.
- Τα φορτηγά αυτοκίνητα παρέχουν ταχύτητα και ευελιξία, ιδιαίτερα σε σχετικά μικρού μήκους μεταφορές.
- Το ιδιωτικό επιβατικό αυτοκίνητο, κυκλοφορώντας σε σύγχρονους αυτοκινητοδρόμους, καθώς και το αεροπλάνο, έχουν ήδη αποσπάσει πολύ μεγάλο μερίδιο από το επιβατικό έργο, το οποίο κατά το παρελθόν διαχειριζόταν ο σιδηρόδρομος.
- Το λεωφορείο αποτελεί σοβαρό ανταγωνιστή για μικρού και μεσαίου μήκους επιβατικές μεταφορές.
- Οι σύγχρονες φορτηγίδες, κυκλοφορώντας σε βελτιωμένα συστήματα εσωτερικών υδατινών οδών (ποτάμια, κανάλια), μπορούν να μεταφέρουν κάποια είδη αγαθών σε συγκεκριμένες διαδρομές με πολύ χαμηλό κόστος.

Αναμφίβολα, οι παραπάνω ανταγωνιστές του σιδηροδρόμου μπορούν να εξυπηρετήσουν με καλύτερο τρόπο κάποιες από τις ανάγκες του τομέα των μεταφορών. Συνεπώς, η ανάπτυξη αυτών των ανταγωνιστικών προς τον σιδηρόδρομο μεταφορικών μέσων μεταβάλλει αναγκαστικά τον ρόλο του σιδηροδρόμου, από **γενικής φύσης** σε περισσότερο **εξειδικευμένης φύσης** μεταφορέα, με τον ίδιο ακριβώς τρόπο με τον οποίο εξειδικεύονται σε συγκεκριμένους τομείς και οι ανταγωνιστές του.

Ο μελλοντικός ρόλος του σιδηροδρόμου ως εξειδικευμένου μεταφορέα θα διαφέρει ασφαλώς από χώρα σε χώρα, ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της. Παρ' όλ' αυτά, σε γενικές γραμμές, ο σιδηρόδρομος θα συνεχίσει να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός στους παρακάτω τομείς:

1. Στη μεταφορά **μεγάλων ποσοτήτων χύδην φορτίων**, όπως το κάρβουνο, τα μεταλλεύματα, τα χημικά προϊόντα (π.χ. πετρέλαιο) και τα δημητριακά. Όταν η ύπαρξη κυκλικών διατάξεων γραμμών στην αφετηρία και τον προορισμό επιτρέπουν σε εμπορευματικούς συρμούς σταθερής σύνθεσης να κυκλοφορούν κατά μήκος συνεχούς κυκλώματος και υφίσταται επίσης εξοπλισμός για την ταχύτατη φόρτωση και εκφόρτωση, ο σιδηρόδρομος μπορεί να καταστεί ανταγωνιστικός ακόμη και σε μικρού μήκους διαδρομές. Σε μια τέτοια διαδρομή στη Βρετανία, μήκους μόλις 50 χλμ., μεταφέρεται με αποτελεσματικό τρόπο κάρβουνο, από ανθρακωρυχείο σε θερμοηλεκτρικό σταθμό παραγωγής ενέργειας.

Ο σιδηρόδρομος μπορεί επίσης να μεταφέρει **μεγάλες ποσότητες επεξεργασμένων εμπορευμάτων**, με οικονομικό τρόπο και σχετικά υψηλές ταχύτητες, επί μεσαίων ή μεγάλων αποστάσεων.

2. Στην μεταφορά **μεγάλων ποσοτήτων εμπορευματοκιβωτίων** (containers) μεταξύ μεγάλων κέντρων, καθώς επίσης, σε ορισμένες χώρες, στη μεταφορά πλήρων οδικών φορτηγών οχημάτων επί συρμών (piggyback). Η ικανότητα αυτή του σιδηροδρόμου έχει σε πολλές περιπτώσεις συνδυαστεί με τη δημιουργία, σε στρατηγικές τοποθεσίες, τερματικών εγκαταστάσεων μεταφόρτωσης, εφοδιασμένων με εξοπλισμό για την γρήγορη και εύκολη διακίνηση συγκεκριμένων ειδών φορτίων μεταξύ φορταμαζών και φορτηγών αυτοκινήτων ή για την προσωρινή αποθήκευση. Αυτού του είδους τα βασισμένα στον σιδηρόδρομο κέντρα διανομής έχουν αναπτυχθεί για φορτία, που περιλαμβάνουν προϊόντα χαλυβουργίας, δασικής εκμετάλλευσης και χαρτιού. Ο σημαντικός ρόλος του σιδηροδρόμου στη διανομή νέων αυτοκινήτων από τη βιομηχανία στους τόπους πωλήσεων έχει επίσης οδηγήσει στην κατασκευή ειδικών τερματικών εγκαταστάσεων στις περιοχές διανομής.

Η αναγκαιότητα της ανάπτυξης εξειδικευμένων κέντρων συνεργασίας του σιδηροδρόμου με τις οδικές μεταφορές για μεγάλο φάσμα ειδών φορτίων, καθώς και για την ανάπτυξη των συνδυασμένων μεταφορών, οδηγεί διεθνώς τους σιδηροδρόμους στη αναζήτηση στενότερης συνεργασίας με την βιομηχανία των οδικών εμπορευματικών μεταφορών. Στην εποχή του ενδιαφέροντος της βιομηχανίας για την ελαχιστοποίηση, στην αλυσίδα τροφοδοσίας, των αποθεμάτων και αποθηκευμένων υλικών, αποκτά ιδιαίτερη σημασία η παράδοση «στην ώρα». Οι σιδηρόδρομοι στις αναπτυγμένες βιομηχανικές κοινωνίες έχουν αντιληφθεί, ότι για να ανταγωνιστούν τα οδικά μέσα στη μεταφορά υψηλής αξίας φορτίων, όπως τμήματα προς συναρμολόγηση για την αυτοκινητοβιομηχανία ή συσκευασμένα τρόφιμα για το χονδρεμπόριο, πρέπει όχι μόνο να υπόσχονται μειωμένους χρόνους μεταφοράς, αλλά να εξασφαλίζουν τους δρομολογιακούς χρόνους των εμπορευματικών τρένων με την ίδια ακρίβεια, με την οποία ενδιαφέρονται να εξασφαλίζουν τους δρομολογιακούς χρόνους των επιβατικών τρένων.

3. Στη μεταφορά **μεγάλων αριθμών επιβατών** μεταξύ μεγάλων μητροπολιτικών κέντρων και των προαστίων τους (**προαστιακός σιδηρόδρομος**). Επίσης, με τη μορφή του μητροπολιτικού σιδηροδρόμου (**μετρό**), στη μετακίνηση επιβατών στο εσωτερικό μεγάλων πόλεων.
4. Στις **μεγάλης ταχύτητας intercity επιβατικές** σιδηροδρομικές υπηρεσίες. Αυτές μπορούν να αποδειχθούν επιτυχείς, όταν λειτουργούν με σύγχρονο εξοπλισμό σε μεσαίες έως μεγάλες αποστάσεις. Ιδιαίτερος στη Δυτική Ευρώπη, την Ιαπωνία και τον διάδρομο Νέας Υόρκης – Ουάσιγκτον των ΗΠΑ, η εμπορική δραστηριότητα των intercity επιβατικών σιδηροδρομικών υπηρεσιών έχει επιτυχώς εξασφαλιστεί ή ακόμη και αυξηθεί

με τον συνδυασμό μεγάλης ταχύτητας, μεγαλύτερης άνεσης ταξιδιού και μεγαλύτερης συχνότητας δρομολογίων.

Οι Γαλλικοί Σιδηρόδρομοι (Societe Nationale de Chemins de Fer – SNCF) απέδειξαν με τη λειτουργία των συρμών TGV, ότι ο σιδηρόδρομος μπορεί να ανακτήσει από το αεροπλάνο μεγάλο μέρος του μεριδίου του σε διαδρομές μήκους μέχρι 500-600 χιλιομέτρων. Στη διάρκεια της τρέχουσας δεκαετίας, οι Γαλλικοί Σιδηρόδρομοι, σε συνεργασία με τη Γαλλική βιομηχανία, ερευνούν τη δυνατότητα αύξησης των σιδηροδρομικών ταχυτήτων σε 350 χλμ/ώρα για τους μελλοντικούς συρμούς TGV, ώστε να αυξήσουν στα 1.000 χιλιόμετρα τις αποστάσεις, στις οποίες θα ανταγωνίζονται επιτυχώς το αεροπλάνο.

Συνοψίζοντας, στις σύγχρονες συνθήκες ο σιδηρόδρομος είναι σε γενικές γραμμές **περισσότερο αποτελεσματικός** στη μεταφορά μεγάλου αριθμού επιβατών και μεγάλων ποσοτήτων φορτίου. Ασφαλώς υπάρχουν πολλές εξαιρέσεις από τον γενικό αυτόν κανόνα.

Κατά τη διερεύνηση του μελλοντικού ρόλου των σιδηροδρόμων, οι παρακάτω παράγοντες θα πρέπει επίσης να συνεκτιμηθούν:

1. Οι αρνητικές επιπτώσεις της κατασκευής και λειτουργίας σιδηροδρόμων επί του **φυσικού περιβάλλοντος** είναι ιδιαίτερα περιορισμένες σε σχέση με τις αντίστοιχες ενός αυτοκινητοδρόμου ή ενός συστήματος αερομεταφορών.

Επίσης, ο σιδηρόδρομος παράγει **λιγότερους ρύπους** ανά μονάδα μεταφοράς απ' ότι οι αυτοκινητόδρομοι ή το αεροπλάνο.

Οι παράγοντες αυτοί αποκτούν όλο και μεγαλύτερη σημασία, καθώς η κοινωνία αντιλαμβάνεται όλο και περισσότερο την ανάγκη **προστασίας του περιβάλλοντος**, με τη μείωση της ρύπανσης του αέρα και των υδάτων, καθώς και της ηχητικής ρύπανσης.

2. Ο σιδηρόδρομος παρουσιάζει αντιστοίχως μικρότερη **κατανάλωση ενέργειας**, σε σχέση με τις οδικές ή αεροπορικές μεταφορές.

Το ενδιαφέρον για λελογισμένη χρήση των **ενεργειακών αποθεμάτων** και για μειωμένη κατανάλωση καυσίμων οδηγεί πολλές χώρες να δίνουν έμφαση στην ανάπτυξη των σιδηροδρομικών μεταφορών.

3. Τέλος, ενώ μεγάλο μέρος των **δημοσίων επενδύσεων** έχει κατευθυνθεί στην τεχνολογική έρευνα για νέα μέσα μεταφορών και στην κατασκευή εγκαταστάσεων γι' αυτά, στις περισσότερες χώρες ελάχιστοι πόροι έχουν διατεθεί για τη βελτίωση της σιδηροδρομικής τεχνολογίας.

Ούτε έχουν διατεθεί στη **σιδηροδρομική υποδομή** επενδυτικοί πόροι αντίστοιχοι με αυτούς που διατίθενται στους αυτοκινητοδρόμους, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Συνεπώς, με ελάχιστες εξαιρέσεις, ακόμη και οι πιο σύγχρονες εγκαταστάσεις και υπηρεσίες των σημερινών σιδηροδρόμων **δεν αντιπροσωπεύουν τη βέλτιστη** δυνατή αποδοτικότητα του τομέα αυτού.