

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή στα Προβλήματα Δρομολόγησης

1.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με τα προβλήματα δρομολόγησης οχημάτων. Πιο συγκεκριμένα, θα δοθεί μία αναλυτική παρουσίαση της μαθηματικής μοντελοποίησης των πιο απλών προβλημάτων δρομολόγησης οχημάτων. Πριν προχωρήσουμε σε αυτή την παρουσίαση θα δούμε ορισμένα εισαγωγικά σημεία για την διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, μέρος της οποίας αποτελεί και η δρομολόγηση οχημάτων. Η εφοδιαστική αλυσίδα είναι η διαδικασία του σχεδιασμού, της εφαρμογής και του ελέγχου της αποτελεσματικής ροής και αποθήκευσης πρώτων υλών, ημικατεργασμένων προϊόντων, τελικών προϊόντων και της σχετιζόμενης πληροφορίας από το σημείο προέλευσης στο σημείο κατανάλωσης με σκοπό τη συμμόρφωση στις απαιτήσεις των πελατών. Η αποστολή της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι να μεταφερθούν τα κατάλληλα προϊόντα ή οι κατάλληλες υπηρεσίες στο κατάλληλο μέρος, την κατάλληλη ώρα και στην επιθυμητή κατάσταση και συγχρόνως να πραγματοποιείται μέγιστη απόδοση για την εταιρεία. Οι δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας λειτουργούν ως σύνδεσμος μεταξύ της παραγωγής και της κατανάλωσης και ουσιαστικά παρέχουν μια γέφυρα μεταξύ των τοποθεσιών παραγωγής και των τοποθεσιών που βρίσκονται οι αγοραστές ή οι προμηθευτές που χωρίζονται τοπικά και χρονικά.

Μερικές από τις πιο βασικές λειτουργίες της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι :

- η επιλογή των προμηθευτών,
- ο έλεγχος των αποθεμάτων,
- η διαχείριση των αποθηκών,
- η διαχείριση των υλικών ανάμεσα σε όλες τις λειτουργίες,
- η επιλογή της κατάλληλης αποθήκης,
- η διάταξη των αποθηκών, και, φυσικά,
- η μεταφορά των πρώτων υλών και των προϊόντων ανάμεσα στους προμηθευτές, τις αποθήκες, τα καταστήματα και φυσικά προς τους τελικούς καταναλωτές.

Οι δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας επαναλαμβάνονται πολλές φορές πριν ένα προϊόν φτάσει στην αγορά, καθώς οι πηγές των πρώτων υλών, τα εργοστάσια και τα σημεία πώλησης δεν βρίσκονται συνήθως στα ίδια σημεία. Ακόμα και τότε, οι δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας επαναλαμβάνονται ξανά καθώς τα χρησιμοποιημένα προϊόντα ανακυκλώνονται στο δίκτυο της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Γενικά, μία μόνο εταιρεία δεν έχει τη δυνατότητα να ελέγξει μόνη της όλο το κανάλι ροών προϊόντων από τις πηγές των πρώτων υλών στα σημεία της τελικής κατανάλωσης. Η εφοδιαστική αλυσίδα μιας εταιρείας περιορίζεται στη διαχείριση των άμεσων καναλιών εφοδιασμού και διανομής. Το φυσικό κανάλι εφοδιασμού αναφέρεται στο χρονικό και χωρικό χάσμα μεταξύ των άμεσων πηγών των υλικών της εταιρείας και των σημείων επεξεργασίας τους. Ομοίως, το φυσικό κανάλι διανομής αναφέρεται στο χρονικό και χωρικό χάσμα μεταξύ των σημείων επεξεργασίας της εταιρείας και στους πελάτες της. Λόγω των ομοιοτήτων στις δραστηριότητες μεταξύ των δύο καναλιών, η διαχείριση των υλικών και η φυσική διανομή αποτελούν τις δραστηριότητες που ενοποιούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Αν και είναι εύκολο να θεωρήσουμε την εφοδιαστική αλυσίδα ως διαχείριση της ροής των προϊόντων από τα σημεία απόκτησης στους πελάτες, για πολλές εταιρείες υπάρχει ένα αντίστροφο κανάλι της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η ζωή ενός προϊόντος, από την οπτική γωνία της εφοδιαστικής αλυσίδας, δεν τελειώνει με την παράδοση του προϊόντος στον πελάτη. Τα προϊόντα παλαιώνουν, παθαίνουν βλάβες, ή δεν λειτουργούν και επιστρέφονται στα σημεία προέλευσης τους για επιδιόρθωση ή για διάθεση. Το αντίστροφο κανάλι

της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να χρησιμοποιήσει όλο ή ένα μέρος από το κανάλι της εφοδιαστικής αλυσίδας, ή μπορεί να χρειάζεται και χωριστό σχεδιασμό. Η εφοδιαστική αλυσίδα ολοκληρώνεται με την τελική διάθεση του προϊόντος, και το αντίστροφο κανάλι πρέπει να θεωρηθεί ως μέρος του στόχου του σχεδιασμού και του ελέγχου της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Οι **μεταφορές** και τα **αποθέματα** είναι οι πρωταρχικές δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας που απορροφούν το μεγαλύτερο κόστος στην επιχείρηση. Οι μεταφορές παρέχουν το σύνδεσμο μεταξύ της παραγωγής, της αποθήκευσης και της κατανάλωσης. Η μεταφορά φορτίου έχει παρατηρηθεί ότι απορροφά μεταξύ του ενός τρίτου και των δύο τρίτων του συνολικού κόστους της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η διαθεσιμότητα αποτελεσματικών μεθόδων μεταφοράς είναι το κύριο στοιχείο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι εγκαταστάσεις, ο εξοπλισμός και οι άνθρωποι είναι τα πρωταρχικά στοιχεία οποιουδήποτε συστήματος μεταφορών. Έτσι κάποιος που ασχολείται με την εφοδιαστική αλυσίδα πρέπει να έχει μια πολύ καλή κατανόηση όλων των θεμάτων που συνδέονται με τη διαχείριση των μεταφορών.

Οι μεταφορές χωρίζονται σε δύο μέρη:

- σε **εσωτερικές** που περιλαμβάνουν τόσο μεταφορά πρώτων υλών από τις πηγές προς τα εργοστάσια όσο και μερών των τελικών προϊόντων ανάμεσα σε διάφορα εργοστάσια της εταιρείας ή ακόμα και τελικών προϊόντων από τα εργοστάσια στις αποθήκες ή στα σημεία πωλήσεων, και,
- σε **εξωτερικές** μεταφορές που περιλαμβάνουν μεταφορά των τελικών προϊόντων από τις αποθήκες στους πελάτες άμεσα ή διαμέσου κέντρων διανομής.

Μερικά από τα σημαντικότερα προβλήματα σχεδιασμού των μεταφορών περιλαμβάνουν:

- την επιλογή του στόλου μεταφοράς (μέγεθος του στόλου καθώς και χρήση διαφορετικού τύπου οχημάτων),
- τη δρομολόγηση των οχημάτων (επιλογή των βέλτιστων διαδρομών λαμβάνοντας υπόψη τη δομή του δικτύου, τις αποστάσεις και τη χωρητικότητα των διαδρομών),

- το σχεδιασμό του δικτύου διανομής (βελτίωση των δρομολογίων, του χρονοπρογραμματισμού των δρομολογίων και επιλογή διαφόρων ενδιάμεσων αποθηκών), και,
- την επιλογή του προσωπικού που θα πραγματοποιήσει τις διανομές (καθορισμός απαιτήσεων προσωπικού).

Μερικά από τα λειτουργικά προβλήματα που περιλαμβάνονται στον όρο μεταφορά είναι το πρόβλημα του καθορισμού και του ελέγχου της διαδικασίας αποστολής των προϊόντων, όπως επίσης και ο χρονοπρογραμματισμός των πληρωμάτων και των οχημάτων που θα πραγματοποιήσουν τις μεταφορές.

Ένα σύστημα μεταφοράς μπορεί να αναπαρασταθεί με τη μορφή δικτύου κόμβων και τόξων, όπου οι κόμβοι τυπικά αντιπροσωπεύουν πόλεις, αεροδρόμια, στάσεις και αποθήκες και τα τόξα αντιπροσωπεύουν τους συνδέσμους ή τις διαδρομές μεταξύ των κόμβων. Οι κόμβοι και τα τόξα μπορεί να έχουν περιορισμούς χωρητικότητας.

Διαφορετικοί τρόποι είναι συνήθως διαθέσιμοι για τη μεταφορά των φορτίων μεταξύ δύο σημείων. Ο χρήστης των μεταφορικών μέσων έχει ένα ευρύ πεδίο από υπηρεσίες στην διάθεση του οι οποίες περιστρέφονται γύρω από τους πέντε βασικούς τρόπους μεταφοράς. Οι πέντε αυτοί τρόποι μεταφοράς είναι:

1. σιδηροδρομικοί μεταφορείς,
2. οδικοί μεταφορείς,
3. θαλάσσιοι μεταφορείς,
4. αεροπορικοί μεταφορείς, και,
5. αγωγοί μεταφορών.

Μια υπηρεσία μεταφοράς είναι ένα σύνολο από χαρακτηριστικά απόδοσης που αγοράζονται μια δεδομένη χρονική στιγμή. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια αυξανόμενη χρήση περισσότερων από ένα τρόπων μεταφοράς, πράγμα που έχει πλεονεκτήματα όπως ευρύτερη επιλογή δρομολογίων, βελτιωμένες υπηρεσίες, καλύτερη τιμολόγηση και χειρισμό μεγαλύτερων ποσοτήτων.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται πιο αναλυτικά οι πέντε τρόποι μεταφοράς που αναφέρθηκαν προηγούμενα.

1. Οι **σιδηροδρομικοί μεταφορείς** έχουν τη δυνατότητα μεταφοράς μεγάλων ποσοτήτων σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις με μικρό κόστος και μπορούν να μεταφέρουν υλικά σε οποιαδήποτε μορφή. Για το σκοπό αυτό παρέχουν τις κατάλληλες εγκαταστάσεις, αλλά και τον κατάλληλο εξοπλισμό χειρισμού υλικών.
2. Υπάρχουν σήμερα πάρα πολλές παραλλαγές **οδικών μεταφορικών μέσων** τα οποία καλύπτουν οποιαδήποτε μεταφορική ανάγκη. Οι οδικοί μεταφορείς έχουν τη δυνατότητα μεταφοράς από πόρτα σε πόρτα χωρίς να απαιτείται κάποια μετατροπή καθώς και η πάρα πολύ μεγάλη ευελιξία επιλογής δρομολογίων και αλλαγής κατευθύνσεων.
3. Οι **θαλάσσιοι μεταφορείς** χωρίζονται σε εγχώριους και σε υπερπόντιους και έχουν τη δυνατότητα μεταφοράς πολύ μεγάλων και παντός είδους φορτίων με χαμηλό κόστος ανά μίλι, πράγματα που αντισταθμίζουν το γεγονός ότι απαιτείται αρκετά μεγάλος χρόνος για την ολοκλήρωση της μεταφοράς. Ο τύπος του θαλάσσιου μεταφορέα εξαρτάται από το είδος του μεταφερόμενου φορτίου και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μεταφορά ορισμένων επικίνδυνων και εξειδικευμένων φορτίων καθώς αυτό μπορεί να επιβάλλεται είτε για λόγους ασφαλείας είτε γιατί κάποιες χώρες ίσως να μην επιτρέπουν τη μεταφορά ορισμένων φορτίων από την επικράτειά τους.
4. Με τους **αεροπορικούς μεταφορείς** μεταφέρονται στην πλειονότητα επιβάτες και μόνο σε ποσοστό περίπου 10% μεταφέρονται φορτία. Τα φορτία που μεταφέρονται αεροπορικώς είναι γενικά μεγάλης αξίας ή υλικά που έχουν μικρή διάρκεια ζωής ή έχουν το χαρακτήρα του επειγόντος.
5. Οι **αγωγοί μεταφορών** μεταφέρουν υγρά φορτία και αέρια. Η μεταφορά μέσω αγωγών παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι μπορεί να γίνει μόνο όπου υπάρχει εγκαταστημένο δίκτυο και κυρίως προς μια μόνο κατεύθυνση αν και η αλλαγή κατεύθυνσης παρόλο που είναι εφικτή σε θεωρητικό επίπεδο, στην πράξη απαιτεί την τροποποίηση του δικτύου αντλιών γεγονός που την καθιστά δύσκολη. Η μεταφορά με αγωγούς έχει το χαμηλότερο κόστος μεταφοράς και δεν απαιτεί συσκευασία των προϊόντων, ούτε υπάρχει ανεκμετάλλευτος ή υποαπασχολούμενος εξοπλισμός.

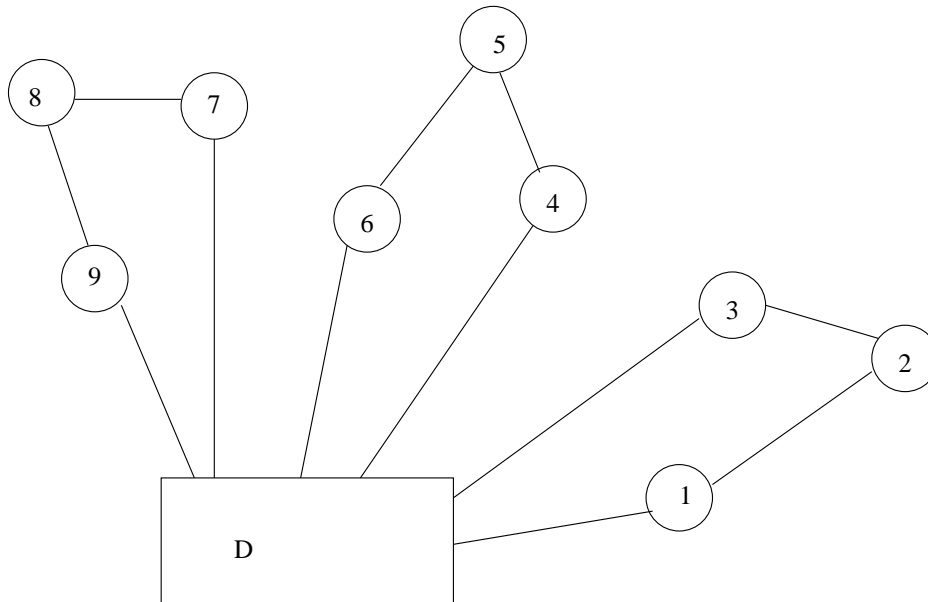
Τρεις βασικές κατηγορίες αποφάσεων εμφανίζονται στη διαχείριση μεταφορών, οι φυσικές, οι οικονομικές και οι πληροφοριακές. Πιο συγκεκριμένα :

- **Φυσικές.** Τα κλασικά μοντέλα μεταφορών, όταν πραγματοποιούνται από την πλευρά του μεταφορέα, απλά έχουν ένα κόστος για τη μεταφορά από τη μια τοποθεσία στην άλλη. Από την πλευρά της εταιρείας μεταφορών, αυτή η δραστηριότητα γίνεται με τη χρήση επαναχρησιμοποιούμενων πόρων: για παράδειγμα οδηγούς, τρακτέρ και ρυμουλκούμενα. Η εξυπηρέτηση της ζήτησης ενός πελάτη μπορεί να απαιτεί τη χρήση διαφορετικών πόρων μιας εταιρείας που συνδυάζονται μεταξύ τους με στόχο την ολοκλήρωση της δουλειάς.
- **Οικονομικές.** Υπάρχουν δύο ειδών τιμολογήσεις, η τιμολόγηση συμβολαίων και η σταθερή τιμολόγηση. Είναι πολύ σημαντικό να τιμολογηθεί σωστά μια υπηρεσία μεταφοράς. Η τιμολόγηση των υπηρεσιών μεταφοράς περιπλέκεται από τις επιδράσεις του δικτύου μεταφοράς και από την πρακτική ότι ο πελάτης πληρώνει μόνο όταν θα παραλάβει το προϊόν αλλά απαιτεί να είναι έτοιμο όταν το παραγγείλει. Η σταθερή τιμολόγηση είναι το σταθερό κόστος που απαιτείται για τη μεταφορά κάποιου προϊόντος από την πηγή στον προορισμό.
- **Πληροφοριακές.** Στις πληροφοριακές αποφάσεις περιλαμβάνονται η ζήτηση των πελατών, όπου οι πελάτες εισάγουν τις παραγγελίες τους στο σύστημα τυχαία με διαφορετική πληροφόρηση, η διαθεσιμότητα των πόρων η οποία, συνήθως, επηρεάζεται από εξωγενείς παράγοντες και η χωρικός κατανομημένη πληροφορία. Συνήθως (αν και αυτό φαίνεται να βελτιώνεται, στις μεγάλες κυρίως επιχειρήσεις, στην εποχή της πληροφορίας που ζούμε) πολλές πληροφορίες βρίσκονται σε διάφορα μέρη του συστήματος και δεν είναι διαθέσιμες κεντρικά. Ως αποτέλεσμα, πολλές αποφάσεις λαμβάνονται τοπικά.

1.2 Προβλήματα Καθορισμού Διαδρομών

Στην ενότητα αυτή εξετάζουμε προβλήματα δρομολόγησης οχημάτων για την παράδοση ή και παραλαβή προϊόντων στους/από τους πελάτες τα οποία προκύπτουν στα πλαίσια των επιχειρησιακών δραστηριοτήτων μεταφοράς. Τα προβλήματα αυτά εντάσσονται στα πλαίσια της ιεραρχικής διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Αυτά τα προβλήματα είναι γνωστά με τον όρο **Προβλήματα Δρομολόγησης Οχημάτων (Vehicle Routing Problems - (VRPs))**. Η διανομή προϊόντων αφορά την εξυπηρέτηση, σε μια δεδομένη χρονική περίοδο ένα σύνολο από



Σχήμα 1.1: Απλό παράδειγμα δρομολόγησης οχημάτων.

πελάτες από ένα σύνολο από οχήματα, που έχουν σαν αφετηρία τους μία συγκεκριμένη αποθήκη, χρησιμοποιούνται από ένα συγκεκριμένο αριθμό από οδηγούς, και πραγματοποιούν τις κινήσεις τους χρησιμοποιώντας ένα συγκεκριμένο οδικό δίκτυο. Γενικά, η σωστή επίλυση του προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων έχει σαν αποτέλεσμα τον καθορισμό ενός συνόλου από διαδρομές, κάθε μία από αυτές ξεκινά και καταλήγει σε μια αποθήκη, ικανοποιώντας τις απαιτήσεις των πελατών, μη παραβιάζοντας κάποιον από τους περιορισμούς και έχοντας ελαχιστοποιήσει το κόστος διανομής. Στο (Σχήμα 1.1) βλέπουμε ένα απλό παράδειγμα με μια αποθήκη και τρεις διαδρομές.

Για τον ορισμό του προς επίλυση προβλήματος ο ειδικός πρέπει να λάβει υπόψη τόσο τη φύση του προβλήματος διανομής, όσο και το μέγεθος της προς εξέταση εταιρείας. Ενδεικτικές πληροφορίες σχετικές με τις δραστηριότητες διανομής είναι το μέγεθος του στόλου των οχημάτων που χρησιμοποιείται από την εταιρεία, ο αριθμός των οδηγών, ο αριθμός των διαδρομών που πραγματοποιούνται καθημερινά και ο μέσος αριθμός στάσεων ανά διαδρομή, οι διαδρομές εντός και εκτός πόλεως, το συνολικό ετήσιο κόστος των δραστηριοτήτων διανομής, το κόστος των πληρωμάτων, οι μελλοντικές απαιτήσεις και προβλέψεις στον τομέα ενδεχόμενων βλαβών, η τρέχουσα υπολογιστική

δύναμη της εταιρείας για τη δυνατότητα υποστήριξης του δικτύου διανομής και ο συνδυασμός δρομολογίων με άλλες δραστηριότητες. Βάσει αυτών των πληροφοριών επιτυγχάνεται μια πρώτη εκτίμηση του ποσοστού από τα έσοδα της εταιρείας που θα χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη και λειτουργία του συστήματος διανομής. Έτσι, επιτρέπεται στον ειδικό να υπολογίσει το κόστος του συστήματος διανομής. Συγκρίνοντας την πρακτική της εταιρείας σε ότι αφορά στη διανομή των προϊόντων της με ένα πιο προηγμένο σύστημα διανομής προκύπτουν τα οφέλη από την εφαρμογή αυτού του συστήματος.

Το οδικό δίκτυο, που χρησιμοποιείται για την μεταφορά των αγαθών, περιγράφεται γενικά από ένα γράφημα, του οποίου τα τόξα αντιπροσωπεύουν τους δρόμους του δικτύου και οι κόμβοι αντιπροσωπεύουν τις αποθήκες και τις θέσεις των πελατών. Τα τόξα μπορεί να είναι προσανατολισμένα ή όχι ανάλογα αν ο δρόμος είναι διπλής κατεύθυνσης ή όχι. Κάθε τόξο γενικά συσχετίζεται με ένα κόστος, που αντιστοιχεί συνήθως στο μήκος του, και ένα χρόνο ταξιδιού.

Εκτός των πληροφοριών που προαναφέρθηκαν σχετικά με τα γενικά χαρακτηριστικά του συστήματος διανομής της εταιρείας, ο ειδικός πρέπει να λαμβάνει υπόψη του τα ακόλουθα χαρακτηριστικά των πελατών και των οχημάτων. Συγκεκριμένα, σχετικά με τα χαρακτηριστικά των πελατών πρέπει να ληφθούν υπόψη: το σημείο του γραφήματος διανομής (road graph) στο οποίο βρίσκεται ο πελάτης; η ποσότητα των αγαθών (demand), ενδεχομένως διαφορετικού είδους, τα οποία πρέπει είτε να παραδοθούν είτε να συλλεχθούν από τον πελάτη; τα χρονικά διαστήματα (time windows) κατά τη διάρκεια της ημέρας στις οποίες ο πελάτης μπορεί να εξυπηρετηθεί (όπως για παράδειγμα εξαιτίας συγκεκριμένων περιόδων κατά τις οποίες η εταιρεία του πελάτη λειτουργεί ή η τοποθεσία του είναι προσπελάσιμη βάσει κοινωνιακών περιορισμών); ο χρόνος που απαιτείται για την παράδοση ή τη συλλογή των προϊόντων από τον πελάτη (unloading or loading times), πιθανότατα εξαρτώμενος από το είδος του οχήματος; το είδος του οχήματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το στόλο της εταιρείας για την εξυπηρέτηση κάποιου πελάτη (όπως για παράδειγμα εξαιτίας περιορισμών πρόσβασης ή ειδικών απαιτήσεων στη φόρτωση και εκφόρτωση των προϊόντων).

Μερικές φορές δεν είναι δυνατή η πλήρης ικανοποίηση των απαιτήσεων του κάθε πελάτη. Σε αυτές τις περιπτώσεις η ποσότητα των αγαθών που διανέμονται ή συλλέγονται μπορεί να μειωθεί ή ένα σύνολο πελατών να μην εξυπηρετηθεί. Για την αντιμετώπιση αυτών των καταστάσεων διάφορες προτεραιότητες που σχετίζονται με τη μερική ή την πλήρη έλλειψη εξυπηρέτησης μπορούν να ανατεθούν στους πελάτες.

Οι διαδρομές που εφαρμόζονται για να εξυπηρετήσουν κάποιους πελάτες ξεκινούν και καταλήγουν σε μια ή περισσότερες αποθήκες, οι οποίες αντιστοιχούν σε συγκεκριμένους κόμβους του δικτύου. Κάθε αποθήκη χαρακτηρίζεται από τον αριθμό και από το πλήθος των οχημάτων που βρίσκονται σε αυτή και από την συνολική ποσότητα προϊόντων που μπορούν να χειριστούν. Τυπικά χαρακτηριστικά των οχημάτων είναι τα ακόλουθα: από ποια αποθήκη προέρχονται και αν υπάρχει πιθανότητα να τερματίσουν την διαδρομή τους σε άλλη αποθήκη από εκείνη από την οποία ξεκίνησαν; η χωρητικότητα του οχήματος εκφρασμένη στο μέγιστο βάρος ή όγκο ή αριθμό παλετών που μπορεί να φορτωθεί στο όχημα; αν τα οχήματα έχουν ένα τμήμα ή όχι και αν όχι πως θα φορτωθεί το κάθε τμήμα του οχήματος; η πιθανή υποδιαίρεση των οχημάτων σε ομάδες, κάθε μια από τις οποίες χαρακτηρίζεται από τη χωρητικότητα και από το είδος των προϊόντων που μπορεί να μεταφέρει; αν υπάρχουν διαθέσιμα μηχανήματα για την φόρτωση και την εκφόρτωση των οχημάτων; το σύνολο των δρόμων που είναι προσπελάσιμοι από το όχημα; το κόστος που συσχετίζεται με την λειτουργία του κάθε οχήματος.

Οι οδηγοί που χρησιμοποιούνται στα οχήματα πρέπει να ικανοποιούν και αυτοί ένα πλήθος από περιορισμούς, όπως κανόνες που έχει θεσπίσει το συνδικάτο (ώρες που πρέπει να δουλεύουν κάθε μέρα, χρονικές περιόδους της ημέρας που θα πρέπει να κάνουν διάλειμμα, αν δικαιούνται και πως θα πληρώνονται τις υπερωρίες). Ενδεικτικά αναφέρονται τα εξής: οκτώ ώρες ύπνου την ημέρα υποχρεωτικά; όχι περισσότερες από δέκα ώρες συνεχόμενης οδήγησης; όχι περισσότερες από έξι ημέρες οδήγησης εβδομαδιαίως; όχι περισσότερες από δεκαπέντε ώρες οδήγησης ημερησίως.

Οι διαδρομές θα πρέπει να ικανοποιούν ένα αριθμό από περιορισμούς, που εξαρτώνται από την φύση των μεταφερόμενων αγαθών, από την ποιότητα του επίπεδου εξυπηρέτησης, και από διάφορα χαρακτηριστικά των οχημάτων και των πελατών. Μερικοί από τους βασικούς περιορισμούς που χρησιμοποιούνται είναι:

- Σε κάθε ξεχωριστή διαδρομή η ποσότητα που μεταφέρει το όχημα δεν μπορεί να ξεπερνάει την συνολική χωρητικότητα του.
- Μπορεί να υπάρχουν πελάτες που να ζητούν μόνο διανομή προϊόντων, άλλοι που να ζητάνε μόνο παραλαβή από αυτούς διαφόρων προϊόντων, ενώ άλλοι θα μπορούν να ζητάνε και από τα δύο.
- Μία παραλλαγή του παραπάνω προβλήματος, είναι οι οι πελάτες που

θέλουν να προμηθευθούν προϊόντα να εξυπηρετηθούν πρώτα, ενώ οι υπόλοιποι να εξυπηρετηθούν στη συνέχεια.

- Πελάτες μπορεί να θέλουν να εξυπηρετηθούν μόνο σε κάποια συγκεκριμένη χρονική περίοδο.
- Οι οδηγοί μπορεί να δουλεύουν μόνο κάποια συγκεκριμένη χρονική περίοδο.
- Φυσικά, τα οχήματα μπορεί να μεταφέρουν παραπάνω από ένα προϊόντα.

Επιπλέον περιορισμοί τίθενται σχετικά με τη σειρά εξυπηρέτησης του κάθε πελάτη. Ένα είδος τέτοιων περιορισμών απαιτεί ο εν λόγω πελάτης να εξυπηρετείται ταυτόχρονα με μια ομάδα πελατών στην ίδια διαδρομή είτε πριν είτε μετά από τους υπόλοιπους πελάτες. Αυτή είναι η περίπτωση, για παράδειγμα, των προβλημάτων που αναφέρονται στην βιβλιογραφία ως προβλήματα δρομολόγησης οχημάτων με παράδοση και παραλαβή (pick-up and delivery problems), κατά τα οποία στη διάρκεια μιας διαδρομής μπορούν να πραγματοποιηθούν παραλαβές και διανομές αγαθών, και τα αγαθά που συλλέγονται πρέπει να παραδοθούν σε επόμενους πελάτες της ίδιας διαδρομής. Ένα άλλο είδος τέτοιου περιορισμού επιβάλλει ότι αν πελάτες διαφορετικού είδους εξυπηρετούνται στην ίδια διαδρομή, η σειρά με την οποία πραγματοποιείται η επίσκεψη των πελατών είναι προκαθορισμένη. Αυτή η περίπτωση παρουσιάζεται για παράδειγμα, στο γνωστό ως πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων με δύο είδη πελατών, όπου και πάλι οι διαδρομές ενδέχεται να περιλαμβάνουν τόσο συλλογή όσο και παράδοση αγαθών, αλλά περιορισμοί σχετικοί με τη φόρτωση και εκφόρτωση και δυσκολίες στην αναδιοργάνωση του φορτίου του οχήματος κατά μήκος της διαδρομής, επιτάσσει ότι όλες οι παραδόσεις πρέπει να πραγματοποιηθούν πριν τις επί μέρους συλλογές.

Σε μερικές εφαρμογές το κάθε όχημα μπορεί να πραγματοποιεί πάνω από μια διαδρομή κατά τη διάρκεια της μέρας ή οι διαδρομές μπορούν να διαρκέσουν πάνω από μια εργάσιμη μέρα. Επιπροσθέτως, μερικές φορές είναι απαραίτητη η χρήση στοχαστικών μεταβλητών σε περιπτώσεις όπου οι απαιτήσεις των πελατών δεν είναι δυνατό να είναι εκ των προτέρων γνωστές.

Το δίκτυο των διαδρομών που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά των αγαθών περιγράφεται γενικά μέσω ενός γραφήματος του οποίου τα τόξα (arcs) αντιστοιχούν σε τμήματα δρόμου και οι κόμβοι (vertices) στις τοποθεσίες των

πελατών. Τα τόξα, κατ' επέκταση και τα γραφήματα, μπορεί να είναι μονής ή διπλής κατεύθυνσης (directed or undirected), αναλόγως του αν μπορούν να διασχισθούν μόνο προς μια κατεύθυνση (που μπορεί να οφείλεται στους ισχύοντες κυκλοφοριακούς περιορισμούς) ή όχι. Κάθε τόξο σχετίζεται με ένα κόστος το οποίο αντιστοιχεί στο μήκος του και το χρόνο που απαιτείται για να το διασχίσει κάποιο όχημα. Ο χρόνος βέβαια, εξαρτάται από το είδος του οχήματος ή την χρονική περίοδο κατά την οποία πραγματοποιείται η διέλευση.

Η εκτίμηση του συνολικού κόστους των διαδρομών και ο έλεγχος των περιορισμών που προκύπτουν σε αυτές απαιτεί τη γνώση του κόστους (travel cost) και του χρόνου (travel time) που απαιτείται για να διανυθεί η απόσταση μεταξύ ενός ζεύγους πελατών ή μεταξύ πελάτη και αποθήκης. Το τελικό γράφημα των διαδρομών είναι συνήθως πολύ αραιό αλλά γενικά μετασχηματίζεται σε ένα πλήρες γράφημα (complete graph) του οποίου οι κόμβοι είναι οι τοποθεσίες που αντιστοιχούν στους πελάτες και στις αποθήκες. Για κάθε ζεύγος κόμβων i και j του πλήρους γραφήματος σχηματίζεται ένα τόξο (i, j) του οποίου το κόστος c_{ij} αντιστοιχεί στο κόστος της συντομότερης διαδρομής που ξεκινά από τον κόμβο i και καταλήγει στον κόμβο j του γραφήματος του οδικού δικτύου. Αντίστοιχα, ο χρόνος t_{ij} που σχετίζεται με το τόξο (i, j) του πλήρους γραφήματος υπολογίζεται από το άθροισμα των χρόνων των τόξων που ανήκουν στη συντομότερη διαδρομή από τον κόμβο i στον j στο γράφημα του οδικού δικτύου.

Οι στόχοι που τίθενται στην περίπτωση επίλυσης των προβλημάτων δρομολόγησης οχημάτων είναι οι ακόλουθοι :

- Η ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους μεταφοράς των προϊόντων, το οποίο εξαρτάται από τη συνολική διανυθείσα απόσταση ή από το συνολικό χρόνο που απαιτείται για τη μεταφορά των προϊόντων, και του πάγιου κόστους το οποίο σχετίζεται με τον αριθμό των οχημάτων και των οδηγών που θα χρησιμοποιηθούν για τη μοντελοποίηση του προβλήματος.
- Η ελαχιστοποίηση του αριθμού των οχημάτων ή των οδηγών που απαιτούνται για την εξυπηρέτηση όλων των πελατών.
- Η ισορροπία μεταξύ των διαδρομών που θα προκύψουν στο τελικό μοντέλο σχετικά με τις ώρες που απαιτούνται για να διανυθούν αυτές ή μεταξύ των φορτίων που αντιστοιχούν σε κάθε διαδρομή.