



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Αξιολόγηση παρεμβάσεων στη συγκοινωνιακή
εξυπηρέτηση, βάσει παραπόνων επιβατών**

της

ΚΑΡΑΠΑΝΟΥ ΣΟΦΙΑΣ

Επιβλέπων : Τσαμπούλας Α. Δημήτριος
Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Μάρτιος, 2009

ΣΥΝΟΨΗ

Η έρευνα αυτή ασχολείται με την αξιολόγηση παρεμβάσεων σε μια λεωφορειακή γραμμή, με στόχο τη βελτίωση της αποδοτικότητας της. Μέσα από την έρευνα παραπόνων των επιβατών, που πραγματοποιήθηκε βασιζόμενη σε στοιχεία του ΟΑΣΑ, προέκυψαν οι κατηγορίες οι οποίες, χρήζουν βελτίωσης. Οι κατηγορίες αυτές αποτελούν συνεπώς τους παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοτικότητα μιας λεωφορειακής γραμμής και προέκυψε ότι αυτοί είναι: το δρομολόγιο (συχνότητα και αξιοπιστία), η συμπεριφορά προσωπικού, οι προτάσεις για νέες γραμμές και αλλαγές στο δίκτυο, η κατάσταση στάσεων, η κατάσταση οχημάτων και τα κόμιστρα – έλεγχος. Η ανάγκη για αξιολόγηση ενός συστήματος μεταφορών, είναι συνεχής και πολύπλοκη. Η πολυπλοκότητα αυτή, προκύπτει απ' το γεγονός ότι πολλαπλοί παράγοντες και στόχοι πρέπει να συνεκτιμούνται ταυτόχρονα. Σύμφωνα με τις ανάγκες των επιβατών, προτείνονται συγκεκριμένα μέτρα έτσι ώστε τα χαρακτηριστικά της γραμμής να πληρούν τις απαιτήσεις των επιβατών. Κάθε παρέμβαση, έχει επιπτώσεις στα χαρακτηριστικά της γραμμής, όπως τον χρόνο ταξιδιού, την άνεση, την αξιοπιστία, τον χρόνο αναμονής μεταβάλλοντας έτσι το κόστος μετακίνησης τόσο για τον οργανισμό, όσο και για τους επιβάτες. Η διαδικασία της αξιολόγησης των παρεμβάσεων μιας λεωφορειακής γραμμής πραγματοποιείται μέσα από την δόμηση και εφαρμογή του δείκτη ικανοποίησης των επιβατών, PSI. Στόχος είναι η επίτευξη μιας ικανοποιητικής τιμής του δείκτη, με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση του κόστους επενδύσεων του οργανισμού για παρεμβάσεις στο μεταφορικό έργο. Η ελαχιστοποίηση του κόστους επενδύσεων επιτυγχάνεται χάρη στη βέλτιστη κατανομή των διαθέσιμων πόρων στις διάφορες παρεμβάσεις, μέσω της επίτευξης της επιθυμητής τιμής του δείκτη ικανοποίησης – PSI. Η διαδικασία της αξιολόγησης των παρεμβάσεων έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία μιας λεωφορειακής γραμμής που ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις και τις προτιμήσεις των επιβατών, καθιστώντας την έτσι πιο ελκυστική και ανταγωνιστική. Συνεπώς, η αύξηση του δείκτη ικανοποίησης των επιβατών, συνεπάγεται και ταυτόχρονη αύξηση της επιβατικής κίνησης της γραμμής, που αποτελεί στόχο του οργανισμού και έχει σημαντικές κοινωνικές επιπτώσεις.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα, κύριο Δημήτριο Α. Τσαμπούλα, για την αμέριστη συμπαράσταση και την πολύτιμη βοήθεια, κατά τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της διπλωματικής εργασίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΣΥΝΟΨΗ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	1
----------------------	---

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
-------------	---

1.1. Γενικά	3
-------------	---

1.2. Σκοπός και αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας	6
---	---

1.3. Δομή της Εργασίας	6
------------------------	---

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	8
-----------------------------	---

2.1. Εισαγωγή	8
---------------	---

2.2. Έρευνες σχετικές με την αξιολόγηση μέσων μαζικής μεταφοράς	8
---	---

2.3. Χρήσιμα συμπεράσματα	16
---------------------------	----

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	17
----------------	----

3.1. Γενικά	17
-------------	----

3.2. Πρότυπο EN 13816	20
-----------------------	----

3.3. Μεθοδολογία	24
------------------	----

3.3.1. Παράμετροι που επηρεάζουν το κόστος επενδύσεων και λειτουργίας	24
---	----

3.3.2. Κόστος μετακίνησης με MMM για τους χρήστες	26
---	----

3.3.3. Κόστος μετακίνησης για τον οργανισμό	38
---	----

3.3.4. Κοινωνικές Επιπτώσεις	40
------------------------------	----

3.4. Αξιολόγηση	43
-----------------	----

3.4.1. Απαιτήσεις επιβατικού κοινού	43
-------------------------------------	----

3.4.2. Μέτρα βελτίωσης του επιπέδου ικανοποίησης των επιβατών και επιπτώσεις των παρεμβάσεων στις παραμέτρους που επηρεάζουν το κόστος μετακίνησης	44
--	----

4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ	61
---------------------------------------	----

4.1. Περιγραφή της διαδικασίας συλλογής των δεδομένων	61
---	----

4.2. Στατιστική Επεξεργασία των Δεδομένων	61
---	----

5. ΙΕΡΑΡΧΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ	70
5.1. Εισαγωγή	70
5.2. Γραμμικός Προγραμματισμός	70
5.3. Εφαρμογή του Γραμμικού προγραμματισμού στην απόδοση μεταφορικού συστήματος	74
5.4. Μεγιστοποίηση του δείκτη ικανοποίησης των επιβατών (passenger satisfaction index)	76
5.5. Εφαρμογή στον ΟΑΣΑ	77
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	85
6.1. Συμπεράσματα	85
6.2. Προτάσεις για περαιτέρω Έρευνα	89
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	90
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	94
Κατάλογος Πινάκων	
Πινάκες καταγραφής παραπόνων του ΟΑΣΑ	

1. Εισαγωγή

1.1 Γενικά

Οι αστικές συγκοινωνίες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη στρατηγική για την επίτευξη επαρκούς κινητικότητας στις αστικές και προαστιακές περιοχές. Επαρκής κινητικότητα σημαίνει συμβολή και συνεργασία όλων των μέσων για την δημιουργία καλύτερων συνθηκών διαβίωσης, για την μείωση της μόλυνσης του αέρα και της ηχορύπανσης, της εκμετάλλευσης χώρου και ενέργειας, και γενικότερα για την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής.

Τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (MMM) εξυπηρετούν μεγάλο αριθμό επιβατών ανά όχημα, παρέχοντας την δυνατότητα μετακίνησης στο σύνολο της κοινωνίας, συμβάλλοντας έτσι στην ισότητα μεταξύ των πολιτών. Τα σημαντικότερα συστήματα μαζικής μεταφοράς είναι: αστικά λεωφορεία, μητροπολιτικός σιδηρόδρομος, επίγεια μέσα σταθερής τροχιάς όπως τρόλλεϋ και τραμ.

Αν και οι αστικές συγκοινωνίες αποτελούν μικρό ποσοστό των συνολικών μετακινήσεων, εξυπηρετούν σε μεγάλο βαθμό συγκεκριμένες ανάγκες και καθιστούν λύση σε προβλήματα μεταφορών. Είναι κατάλληλα για μετακινήσεις μεσαίων αποστάσεων σε αστικές περιοχές με σημαντική ζήτηση αλλά αποτελούν και εναλλακτική για όσους δεν έχουν τη δυνατότητα μετακίνησης με Ι.Χ.

Σήμερα τα τρία τέταρτα του πληθυσμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατοικούν σε αστικές περιοχές. Παράλληλα, η άνοδος του βιοτικού επιπέδου και η οικονομική ανάπτυξη οδηγούν στη διεύρυνση του αστικού ιστού, στην αύξηση της κινητικότητας και στην αύξηση των μετακινήσεων με το Ι.Χ. αυτοκίνητο. Οι στρατηγικές διαχείρισης του κυκλοφοριακού συστήματος σ' ένα αστικό περιβάλλον, αναπτύχθηκαν λόγω της σημαντικής αύξησης της ζήτησης για μετακινήσεις, την έλλειψη χώρων για την επέκταση του κυκλοφοριακού συστήματος αλλά και το υψηλό κόστος της κατασκευής συγκοινωνιακών έργων. Η συνεχής αυτή αύξηση της ζήτησης των μετακινήσεων που οφείλεται κυρίως σε δυο ομάδες αιτιών:

- Την αύξηση του πληθυσμού και της κινητικότητας - περισσότερες και μεγαλύτερες μετακινήσεις
- Τη μεγαλύτερη χρήση του επιβατικού αυτοκινήτου, το οποίο απαιτεί μεγαλύτερο χώρο ανά μεταφερόμενο επιβάτη από ότι τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, τόσο για την κίνηση όσο και για τη στάθμευση.

Η πολιτική της αντιμετώπισης της αύξησης της ζήτησης και των παραπάνω

προβλημάτων με την κατασκευή νέων οδών και άλλων συγκοινωνιακών έργων, πέρα από την απαιτούμενη σημαντική χρηματοδότηση, δημιουργεί ανεπιθύμητες επιπτώσεις στο περιβάλλον και συμβάλλει στην ταχύτερη αύξηση της κυκλοφορίας. Σήμερα γίνεται διεθνώς μια έντονη προσπάθεια Διαχείρισης της Κυκλοφορίας με τον σκοπό – ιδιαίτερα στις αστικές περιοχές – να μειωθεί η κατασκευή νέων οδών και άλλων συγκοινωνιακών έργων :

- με την πιο αποτελεσματική χρησιμοποίηση της υπάρχουσας συγκοινωνιακής υποδομής βραχυχρόνια και με περιορισμένου μεγέθους επενδύσεις
- με τη μείωση της ζήτησης για μεταφορές και ειδικότερα της χρησιμοποίησης του επιβατικού αυτοκινήτου, ιδιαίτερα στις συμφορημένες περιοχές και κατά τις περιόδους αιχμής της κυκλοφορίας.

Ο συνδυασμός αυτών των παραγόντων δημιούργησε ασφυκτικές κυκλοφοριακές συνθήκες, ιδιαίτερα στα μεγάλα αστικά κέντρα και οδήγησε στην ανάγκη εφαρμογής μιας πολιτικής στις μεταφορές, που επιδιώκει τη βελτίωση της κυκλοφοριακής κατάστασης μέσω στρατηγικών διαχείρισης μάλλον, παρά επέκτασης του συστήματος. Η αναβάθμιση των δημόσιων συγκοινωνιών είναι μια στρατηγική διαχείρισης που προωθεί αυτήν την πολιτική, καθώς στοχεύει στην αύξηση της χρήσης τους, με παράλληλη μείωση της χρήσης του Ι.Χ. στις αστικές περιοχές, αφού τα δύο μέσα θα έπρεπε να λειτουργούν συμπληρωματικά και όχι, ανταγωνιστικά όπως σήμερα.

Για την επίτευξη του στόχου αυτού, πρέπει οι αστικές συγκοινωνίες να γίνουν πιο ελκυστικές έναντι των μετακινήσεων με Ι.Χ. Ταυτόχρονα, θα πρέπει να είναι ανταγωνιστικές στην αγορά και να προλαμβάνουν μελλοντικές τάσεις αλλαγής συμπεριφοράς των καταναλωτών. Είναι λοιπόν αντιληπτό, ότι οι οργανισμοί είναι υποχρεωμένοι να επαναπροσδιορίσουν τον προσανατολισμό τους, έτσι ώστε να είναι οικονομικά βιώσιμοι, αλλά και να ακολουθούν τη δυναμική της αγοράς. Η θέση αυτή αποτελεί θεμέλιο για την μεταστροφή από μια απλή διαχείριση σε μια διαχείριση προσανατολισμένη στους χρήστες. Παράλληλα, αυξάνονται οι απαιτήσεις για μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και αυξημένες δυνατότητες μετακίνησης. Είναι λοιπόν σαφές ότι σήμερα, οι επιβάτες απαιτούν ιδανικές συνθήκες μεταφοράς στους τομείς της αξιοπιστίας, της καθαριότητας και της ασφάλειας και αναζητούν νέες εξειδικευμένες υπηρεσίες.

Η αξιολόγηση είναι η απάντηση στο πρόβλημα, αφού μέσα από την διαδικασία αυτή αποκαλύπτονται σημαντικά οφέλη, που έως τότε αγνοούνταν και το σύστημα γίνεται πιο αποτελεσματικό. Σε αντίθεση με τις επενδύσεις που έχουν ως στόχο την

επέκταση του δικτύου, οι επενδύσεις για την βελτιστοποίηση του υπάρχοντος δικτύου μπορεί να παράγουν μακροπρόθεσμα πολύ μεγαλύτερα οφέλη. Στόχος των οργανισμών είναι να παρέχουν υπηρεσίες στους επιβάτες με τον πιο αποτελεσματικό και αποδοτικό τρόπο. Έτσι επενδύουν συνήθως στις υποδομές, τις εγκαταστάσεις, και στην επέκταση των υπηρεσιών. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, μεγαλώνει η ανάγκη για στροφή προς τη διαχείριση της ζήτησης (Demand management).

Η ποιότητα εξυπηρέτησης ενός συστήματος αστικών συγκοινωνιών ορίζεται ως η αντιληπτή απόδοση των παρερχόμενων υπηρεσιών από την πλευρά του επιβάτη (TRB 2003). Σύμφωνα με το TRB (2000), η ποιότητα εξυπηρέτησης μπορεί να απεικονιστεί με βάση πέντε κατηγορίες:

- Τη διαθεσιμότητα: Πόσο εύκολα μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι επιβάτες αστικές συγκοινωνίες.
- Την παρακολούθηση των παρερχόμενων υπηρεσιών: Μέτρηση των καθημερινών εμπειριών των χρηστών από τις αστικές συγκοινωνίες.
- Το χρόνο διαδρομής
- Την ασφάλεια στις μετακινήσεις
- Τη συντήρηση και τις κατασκευές: Επιδράσεις των διαφόρων έργων αναβάθμισης του συστήματος.

Από τις παραπάνω κατηγορίες η διαθεσιμότητα, είναι η σημαντικότερη αφού προσφέρει τη δυνατότητα μετακίνησης, ανεξάρτητα της ουσιαστικής ποιότητας. Οι λοιπές κατηγορίες αφορούν την άνεση των επιβατών ενός μέσου. Ωστόσο, το κοινωνικό όφελος από την λειτουργία των αστικών συγκοινωνιών και μόνο, είναι πολύ μικρό, σε σχέση με αυτό που προκύπτει από τον βαθμό χρήσης των ΜΜΜ, την παροχή υπηρεσιών που ανταποκρίνονται στις ανάγκες και τις προσδοκίες των επιβατών, το πλήθος των νέων επιβατών (πρώην οδηγών), κ.ά.

Η ποιότητα εξυπηρέτησης μπορεί να απεικονιστεί σε έξι επίπεδα, από “Α”- καλύτερο έως “F”-χειρότερο (Levels Of Service – LOS). Αυτά τα έξι επίπεδα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον χαρακτηρισμό του συνόλου του συστήματος αστικών συγκοινωνιών, ενός υποσυνόλου ή τμήματος αυτού.

Σήμερα, στο λεκανοπέδιο Αττικής τα ΜΜΜ εξυπηρετούν πάνω από 2,650,000 επιβάτες την μέρα, και για το 2007 συνολικά 792.603.676 επιβάτες. Ταυτόχρονα, ο αριθμός των πολιτών που χρησιμοποιούν ΜΜΜ το 2005 αυξάνεται κατά 20% σε σχέση με το προηγούμενο έτος (ΥΜΕ, 2005). Ωστόσο, υπάρχει ένα σημαντικό μέρος του πληθυσμού που δεν χρησιμοποιεί ποτέ τα ΜΜΜ, καθώς ο αριθμός των μόνιμων

κατοίκων των Αθηνών όπως καταγράφηκε το 2001 στην τελευταία απογραφή, είναι 3,894,573 μόνιμοι κάτοικοι. (STAT, 2005)

Είναι λοιπόν σαφές ότι είναι απαραίτητη η διαμόρφωση μιας πολιτικής διαχείρισης των παραπόνων και των υποδείξεων των επιβατών.

1.2 Σκοπός και αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας

Στόχος της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι η αξιολόγηση των παρεμβάσεων στη συγκοινωνιακή εξυπηρέτηση των λεωφορειακών γραμμών του Οργανισμού Αστικών Συγκοινωνιών Αθηνών (ΟΑΣΑ), μέσω της κατάρτισης ενός δείκτη ικανοποίησης των επιβατών (passenger satisfaction index - PSI) στον οποίο θα συνεκτιμώνται όλοι οι παράγοντες που το επιβατικό κοινό αποφάσισε μέσω της διαδικασίας υποβολής παραπόνων και υποδείξεων στον οργανισμό, αλλά και των διαθέσιμων πόρων για την εφαρμογή των παρεμβάσεων. Η εργασία εκτιμά τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για τη βελτίωση της απόδοσης της γραμμής και καταγράφει τις επιπτώσεις τους σε παραμέτρους που αφορούν τον επιβάτη όπως ο χρόνος ταξιδιού, η αξιοπιστία, ο χρόνος αναμονής, η αξιοπιστία η άνεση, αλλά και τον πάροχο, όπως το λειτουργικό κόστος, το κόστος επενδύσεων, ο χρόνος ταξιδιού, και η επιβατική κίνηση, και επηρεάζουν το κόστος των παρεμβάσεων. Μέσω της διαδικασίας της αξιολόγησης θα προκύψει μια λεωφορειακή γραμμή με υψηλή αποδοτικότητα, που ανταποκρίνεται στις ανάγκες και τις προσδοκίες των επιβατών, με αποτέλεσμα την αύξηση της επιβατικής κίνησης που αποτελεί στόχο του οργανισμού.

1.3 Δομή της Εργασίας

Η εργασία αυτή είναι οργανωμένη ως εξής: Στο πρώτο κεφάλαιο αναπτύσσονται εισαγωγικές έννοιες όπως τα MMM και ο ρόλος τους, η ποιότητα εξυπηρέτησης, η διαχείριση της ζήτησης, η αξιολόγηση και τα κριτήρια που περιλαμβάνονται σε αυτήν. Στο δεύτερο κεφάλαιο, αυτό της βιβλιογραφικής ανασκόπησης καταγράφονται οι σημαντικότερες βιβλιογραφικές αναφορές που αφορούν την αξιολόγηση μεταφορικών συστημάτων και ειδικότερα λεωφορειακών γραμμών, και των μοντέλων που εφαρμόστηκαν κατά την αξιολόγηση τους. Ακόμα περιλαμβάνονται άρθρα σχετικά με την ποιότητα εξυπηρέτησης αλλά και τις βελτιώσεις που εφαρμόζονται σε αυτήν. Το τρίτο κεφάλαιο αφορά την μεθοδολογία που εφαρμόστηκε. Εδώ περιγράφεται το θεωρητικό υπόβαθρο της εργασίας, αναλύονται δηλαδή η έννοια της αξιολόγησης και τα κριτήρια που υπεισέρχονται σε αυτήν, η έννοια του κόστους, τόσο για τους

επιβάτες όσο και για τον οργανισμό και ποιοι παράμετροι το επηρεάζουν. Στο τέταρτο κεφάλαιο, αυτό της στατιστικής επεξεργασίας και ανάλυσης παρουσιάζεται η βάση δεδομένων των παραπόνων που καταγράφηκαν από τον ΟΑΣΑ, και πραγματοποιείται η στατιστική επεξεργασία της με στόχο την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σχετικά με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις του επιβατικού κοινού. Στο πέμπτο κεφάλαιο, αναλύεται η έννοια του δείκτη ικανοποίησης των επιβατών (Passenger Satisfaction Index), και περιγράφεται η διαδικασία με την οποία ιεραρχούνται οι παρεμβάσεις στο μεταφορικό έργο που προέκυψαν από την επεξεργασία της βάσης παραπόνων του ΟΑΣΑ, βάση της αποδοτικότητας μιας λεωφορειακής γραμμής. Ακόμα παρουσιάζεται ένα παράδειγμα εφαρμογής του δείκτη ικανοποίησης στη λεωφορειακή γραμμή. Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο εξάγονται τα συμπεράσματα από την εργασία αυτή της αξιολόγησης και γίνονται προτάσεις για περισσότερη έρευνα, αναφορικά με την απόδοση των μεταφορικών συστημάτων.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1. Γενικά

Τα τελευταία χρόνια, γίνεται όλο και πιο επιβεβλημένη η ανάγκη αξιολόγησης των υπηρεσιών που παρέχονται, από τους οργανισμούς αστικών συγκοινωνιών. Μέσω της διαδικασίας της αξιολόγησης οι οργανισμοί καταφέρνουν να επιτύχουν αλλά και να αναπροσδιορίσουν τους στόχους τους, καθώς και τη βελτίωση της ποιότητας των παρερχομένων υπηρεσιών. Η διαδικασία της αξιολόγησης είναι συχνά πολύπλοκη και απαιτητική. Η αξιολόγηση μπορεί αν εφαρμοσθεί με διαφορετικούς τρόπους, ανάλογα με τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη αλλά και τις προσδοκίες δηλαδή τους στόχους που αναμένεται να εκπληρωθούν μέσω αυτής της διαδικασίας.

Προκειμένου να αξιολογηθούν οικονομικά ενέργειες και μέτρα που αφορούν τη Διαχείριση των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς χρησιμοποιούνται δυο υπο-κριτήρια: το κριτήριο της Αποδοτικότητας (Efficiency) που εξετάζει τη σχέση μεταξύ των χρησιμοποιούμενων πόρων και του έργου που παράγεται, δηλαδή, “αν τα πράγματα γίνονται σωστά”, και το κριτήριο της Αποτελεσματικότητας (Effectiveness) που εξετάζει την ποιότητα των παρερχομένων υπηρεσιών σε σχέση με την εφαρμογή μιας συγκοινωνιακής πολιτικής και των αναγκών των πολιτών, δηλαδή, “αν υπάρχει¹ αποτέλεσμα”. [1] Οι δύο αυτές έννοιες σχετίζονται στενά μεταξύ τους.

2.2. Έρευνες σχετικές με την αξιολόγηση μέσων μαζικής μεταφοράς

Ο Μ. Γ. Καρλαύτης (2002), χρησιμοποιώντας ένα ευρύ φάσμα δεδομένων προχώρησε σε προς δύο κατευθύνσεις. Πρώτον, υπολόγισε τα μέτρα αποδοτικότητας μέσω του Data Envelopment Analysis (DEA), μιας μη-παραμετρικής γραμμικής μεθοδολογίας. Και δεύτερον, βασιζόμενος στα στοιχεία από την ανάλυση αυτή, έφτιαξε οριακές συναρτήσεις παραγωγικότητας που περιγράφουν γενικά την αποδοτικότητα. Η μελέτη έδειξε, ότι όταν μελετώνται από κοινού, τόσο η αποδοτικότητα όσο και η παραγωγικότητα του συστήματος βελτιώνονται.

Οι C. Sheth, K. Triantis, D. Teodorovic (2005), κατασκεύασαν ένα μοντέλο για την αξιολόγηση της απόδοσης διαφόρων λεωφορειακών γραμμών ενός δικτύου μεταφορών, λαμβάνοντας υπόψη τις πλευρές του διαχειριστή του συστήματος, των επιβατών και του κοινωνικού συνόλου. Το μοντέλο αυτό βασίστηκε στο Data

¹ Ι.Μ. ΦΡΑΝΤΖΕΣΚΑΚΗΣ, Μ.Χ. ΠΙΤΣΙΑΒΑ-ΛΑΤΙΝΟΠΟΥΛΟΥ, Δ.Α. ΤΣΑΜΠΟΥΛΑΣ. 1997. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ. ΠΑΠΑΣΩΤΗΡΙΟΥ, ΑΘΗΝΑ.

Envelopment analysis (DEA) και στον προγραμματισμό στόχων (Goal Programming) μέσω DEA. Μέσω αυτής της μεθοδολογίας η διαδικασία λήψης αποφάσεων γίνεται από δεδομένα από όλο το δίκτυο αλλά και επιτυγχάνονται οι κοινωνικοί στόχοι.

Οι K. F. Abdelghany, Mahmassani & A. F. Abdelghany (2007), δημιούργησαν ένα μοντέλο προσομοίωσης (DYNASmart-P) για την αξιολόγηση λεωφορειακών γραμμών ταχείας μεταφοράς (Bus Rapid Transit - BRT) και σχεδιασμού του συστήματος. Το μοντέλο αναπαριστά τα διαφορετικά χαρακτηριστικά που συνδέονται με τις BRT, όπως: αποκλειστικές λεωφορειολωρίδες, περιορισμένες στάσεις, και παραχώρηση προτεραιότητας σε κόμβους με συμφόρηση. Διενέργησαν μια σειρά πειραμάτων προσομοίωσης με τη χρήση του μοντέλου αυτού, για τη μελέτη της επίδρασης της εισαγωγής μιας υποθετικής γραμμής BRT στην περιοχή του Νόξβιλ (Knoxville) στο Τενεσσί (Tennessee), στα οποία, τα διάφορα λειτουργικά χαρακτηριστικά των γραμμών, αξιολογούνται ως προς τις αλλαγές στην επιβατική κίνηση και τη χρήση Ι.Χ. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν αύξηση της επιβατικής κίνησης των Μ.Μ.Μ και βελτίωση της συνολικής απόδοσης του συστήματος.

Οι P. Koonce, P. Ryus, D. Zagel, Y. Park & J. Parks (2006) μελέτησαν την επίδραση παραγόντων του αστικού περιβάλλοντος στην απόδοση των Δημόσιων Συγκοινωνιών. Βασικός στόχος ήταν ο Μητροπολιτικός Οργανισμός αστικών Συγκοινωνιών του Όρεγκον (TriMet) να εξελίξει το δίκτυο των λεωφορείων, κάνοντας τα πιο ανταγωνιστικά σε σχέση με τα Ι.Χ. Προς επίτευξη των στόχων αυτών, εφαρμόστηκε το πρόγραμμα εξορθολογισμού στο Πόρτλαντ. Το πρόγραμμα είχε ως αποτέλεσμα την μείωση των λειτουργικών εξόδων και εξόδων κεφαλαίου για τον TriMet, καθυστερώντας έτσι την ανάγκη προσθήκης περισσότερων λεωφορείων στον υπάρχοντα στόλο καθώς και τη περικοπή του λειτουργικού κόστους λόγω της μείωσης της μεταβλητότητας του χρόνου ταξιδιού. Επιπροσθέτως, ο τρόπος με τον οποίο, εφαρμόστηκε το πρόγραμμα, είχε ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη αύξηση της επιβατικής κίνησης των Μ.Μ.Μ από ότι θα είχε επιτευχθεί, αν η αύξηση των υπηρεσιών είχε εφαρμοστεί ομοιόμορφα στο σύστημα, επιβεβαιώνοντας ότι η προσέγγιση των γραμμών ταχείας μετακίνησης (BRT), εξυπηρετεί αποτελεσματικά τους οργανισμούς αστικών Συγκοινωνιών, επικεντρώνοντας τις βελτιώσεις στις λωρίδες.

Οι Y. Zhou, H. S. Kim, P. Sconfeld & E. Kim (2007), μελέτησαν κατά πόσο, μια γραμμή λεωφορείου με σταθερό δρομολόγιο και μια με ευέλικτο δρομολόγιο, επηρεάζονται κάτω από διάφορα οικονομικά όρια, με στόχο τη μέγιστη ευημερία του συστήματος. Για καθένα λεωφορειακό σύστημα, υπολογίστηκαν οι βέλτιστες τιμές των μεταβλητών που επηρεάζουν την απόφαση για επιλογή μέσου (κόμιστρα,

χρονοαπόσταση, εύρος λεωφορειακής γραμμής, περιοχή κάλυψης του συστήματος), έτσι ώστε να μελετηθούν χωρίς περιορισμούς, περιπτώσεις οικονομικής κατάρρευσης και ανάγκης χρηματοδότησης του συστήματος. Η αριθμητική εφαρμογή έδειξε ότι οι επιπτώσεις της χρηματοδότησης στην ευημερία του συστήματος είναι αρκετά διαφορετικές στις δύο περιπτώσεις. Για το σύστημα με σταθερό δρομολόγιο, η βέλτιστη ευημερία παρουσιάζεται ως μια πολύ επίπεδη καμπύλη για ένα ευρύ φάσμα χρηματοδότησης. Ωστόσο, για το σύστημα με ευέλικτο δρομολόγιο, το οριακό σημείο οικονομικής κατάρρευσης προκαλεί μεγάλες απώλειες στην κοινωνική ευημερία. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτή τη μελέτη μπορεί να υποστηρίξουν την αποτελεσματική λήψη αποφάσεων σε περιοχές που μπορεί να εμφανισθούν σημαντικές μεταβολές στην πυκνότητα των κατοίκων, καθώς και γεωγραφικές ή λειτουργικές αλλαγές στο οδικό δίκτυο.

Ως κριτήριο αξιολόγησης νέων εξελιγμένων και εναλλακτικών τρόπων μαζικής μετακίνησης (APTS), ανάμεσα στους οποίους: συστήματα πληροφόρησης, συστήματα εξαρτώμενα από την ζήτηση και συστήματα εξατομικευμένης μετακίνησης, χρησιμοποίησαν οι C. Rodier, R. A. Johnston & D. R. Shabazian (1998), την ευημερία των καταναλωτών καθώς και τις εκπομπές ρύπων και το αίσθημα δικαίου της κοινωνίας. Χρησιμοποίησαν ένα μοντέλο τοπικής ζήτησης για μετακίνηση, για να εξομοιώσουν την επίδραση των νέων τεχνολογιών (APTS) - που χρησιμοποιήθηκαν ως τροφοδοτικές για τα MMM - στη περιοχή του Σακραμέντο, για το έτος 2015. Προέκυψε ότι, δεν μειώθηκαν επαρκώς οι εκπομπές ρύπων και η κυκλοφοριακή συμφόρηση, λόγω της μικρής έκτασης του δικτύου των MMM. Ωστόσο, η αξιολόγηση της ευημερίας των καταναλωτών, έδειξε ότι όλα τα νέα συστήματα (APTS) προσφέρουν οικονομικό όφελος ακόμα και όταν συμπεριληφθούν, οι δαπάνες κεφαλαίου, οι λειτουργικές δαπάνες και το κόστος συντήρησης, κατά την ανάλυση. Ακόμα έδειξαν, ότι οι μεταφορές με βελτιωμένη παροχή πληροφοριών παράγουν το μεγαλύτερο μέρος της ευημερίας των καταναλωτών.

Οι συμβατικές μέθοδοι σχεδιασμού και αξιολόγησης των MMM συχνά, δεν εξετάζουν σημαντικές παραμέτρους, παραβλέποντας έτσι τα οφέλη που προκύπτουν και άρα υποτιμούν την αξία του υπό εξέταση δικτύου μεταφορών. Γι' αυτό αναπτύχθηκε η "ολοκληρωμένη" ανάλυση (Comprehensive Analysis). Η ολοκληρωμένη ανάλυση, συμπεριλαμβάνει παραμέτρους που παραδοσιακά αγνοούνταν (κόστος στάθμευσης, μακροπρόθεσμο κόστος οχήματος, καθυστερήσεις λόγω κατασκευής) ή ήταν δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν όπως: κίνδυνος ατυχημάτων, έμμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αίσθημα δικαίου. Την μέθοδο αυτή χρησιμοποίησε και ο T. Litman (2006), για την αξιολόγηση της χρήσης του μετρό και τα οφέλη που

προκύπτουν από αυτή. Κατέληξε ότι υπάρχουν επαρκείς αποδείξεις ότι ένα διαβαθμισμένο, υψηλής ποιότητας δίκτυο μεταφορών, μειώνει τη κυκλοφοριακή συμφόρηση και ότι οι επενδύσεις για βελτιώσεις στο αστικό σύστημα μεταφορών, επιφέρουν μείωση του κόστους, όταν συνυπολογίζονται όλες οι παράμετροι. Ακόμα ο T. Litman και το Ινστιτούτο Μεταφορών της Βικτώρια (Victoria Transport Policy Institute) (2008) ερεύνησαν την αξία των Μεταφορών για τους επιβάτες, με βάση παράγοντες που αφορούν την ποιότητα, όπως η άνεση και ευκολία, καθώς και πρακτικούς τρόπους για την ενσωμάτωση αυτών των παραγόντων στον σχεδιασμό και την αξιολόγηση των μεταφορών. Με τις συμβατικές μεθόδους αξιολόγησης η τιμή του χρόνου, προσδιορίζεται ανεξαρτήτως των συνθηκών του ταξιδιού, και έτσι υποτιμούνται οι επιπτώσεις της άνεσης και της ευκολίας. Η ολοκληρωμένη ανάλυση της ποιότητας των Μεταφορών διευρύνει τους πιθανούς τρόπους βελτίωσης τους, και δικαιολογεί την αύξηση των επενδύσεων για τη βελτίωση της ποιότητας εξυπηρέτησης, που παρέχουν. Στο άρθρο αυτό συνοψίζεται η έρευνα για την αξιολόγηση του χρόνου ταξιδιού, διερευνάται ο τρόπος που διάφοροι παράγοντες, που αφορούν την ποιότητα των υπηρεσιών, επηρεάζουν την αξία του καθώς και την επιβατική κίνηση των M.M.M (Ridership), και καταγράφονται οι επιπτώσεις της ανάλυσης αυτής.

Το Ινστιτούτο Μεταφορών της Βικτώρια (Victoria Transport Policy Institute) στο άρθρο “Transit Evaluation – Determining the Value of Public Transit Service” (1/08/2008) περιγράφει μεθόδους αξιολόγησης του οφέλους & του κόστους των αστικών συγκοινωνιών και την συνεισφορά στη κοινωνική δικαιοσύνη. Αυτά περιλαμβάνουν οικονομικά μεγέθη, βελτιωμένη αστική κινητικότητα, μειωμένη κυκλοφοριακή συμφόρηση, μείωση του κόστους για οδικό δίκτυο και χώρους στάθμευσης, μείωση κόστους των επιβατών, μειωμένες εκπομπές ρύπων, σχεδιασμός χρήσεων γης, οικονομική ανάπτυξη και κοινωνική δικαιοσύνη (ισοκατανομή). Στο άρθρο αυτό περιγράφεται το πλαίσιο της ολοκληρωμένης αξιολόγησης για ένα σύστημα αστικών συγκοινωνιών, ποσοτικοποιώντας όλες τις εμπλεκόμενες παραμέτρους. Πιο συγκεκριμένα, οι παράγοντες που επηρεάζουν την αξιολόγηση των αστικών συγκοινωνιών είναι: δαπάνες μετακίνησης, επίδραση στους νυν επιβάτες, πρόσθετα οφέλη αστικής κινητικότητας (οφέλη επιβατών, οφέλη διαχειριστή δικτύου, κοινωνική δικαιοσύνη, αξία επιλογής), οφέλη αποδοτικότητάς, δηλαδή οφέλη που προκύπτουν από την αντικατάσταση του Ι.Χ με Μ.Μ.Μ (μείωση κόστους Ι.Χ, αποφυγή μεταφοράς τρίτων με Ι.Χ, μείωση κυκλοφοριακής συμφόρησης, μείωση κόστους στάθμευσης, μείωση κόστους ατυχήματος, επίδραση στην ασφάλεια και την υγεία, κόστος οδικού δικτύου, διατήρηση της ενέργειας και μείωση των εκπομπών ρύπων), αλλαγή του

χρόνου ταξιδιού, αλλαγή στις χρήσεις γης και τέλος επίδραση στην οικονομική ανάπτυξη. Η στάθμη εξυπηρέτησης (Level-Of-Service – LOS) που κυμαίνεται από A (καλύτερο) έως F (χειρότερο) χρησιμοποιείται για την αναγνώριση προβλημάτων και πιθανών λύσεων καθώς και για να ορίσει τα όρια της απόδοσης του συστήματος και τους στόχους.

Ακόμα, το Ινστιτούτο Μεταφορών της Βικτώρια (Victoria Transport Policy Institute) στο άρθρο “Public Transit Improvements” (18/08/2008) περιγράφει τους τρόπους με τους οποίους μπορεί να βελτιωθεί η ποιότητα εξυπηρέτησης. Ως ποιότητα εξυπηρέτησης ενός συστήματος αστικών συγκοινωνιών, ορίζεται η αντιληπτή απόδοση των παρεχόμενων υπηρεσιών από την πλευρά του επιβάτη (TRB, 2003). Εφόσον τόσο οι δημόσιες συγκοινωνίες, όσο και η χρήση Ι.Χ προϋποθέτουν σημαντικές δαπάνες, (περιλαμβάνοντας έμμεσα κόστη όπως η συμφόρηση, συντήρηση οδοστρώματος και εκπομπές ρύπων), οι βελτιώσεις και τα κίνητρα, που οδηγούν στην αύξηση του βαθμού πλήρωσης των οχημάτων και προσελκύουν επιβάτες που πριν επέλεγαν για τις μετακινήσεις τους το Ι.Χ, επιφέρουν μεγάλα οφέλη. Το μεγαλύτερο μέρος του οφέλους για την κοινωνία προκύπτει από το βαθμό χρήσης των αστικών συγκοινωνιών, το βαθμό κάλυψης των αναγκών και προτιμήσεων των επιβατών και το βαθμό αντικατάστασης της χρήσης του Ι.Χ από τα Μ.Μ.Μ. Διάφοροι τρόποι για τη βελτίωση των αστικών συγκοινωνιών και αύξηση της χρήσης τους είναι: η αύξηση των παρεχόμενων υπηρεσιών (περισσότερες γραμμές έτσι ώστε να καλύπτεται μεγαλύτερη περιοχή, μεγαλύτερη λειτουργική συχνότητα, διευρυμένο ωράριο λειτουργίας), συντονισμός με άλλα μεταφορικά συστήματα (λιμάνια, αεροδρόμια, σιδηροδρομικούς σταθμούς, υπεραστικά λεωφορεία), ευνόηση των αστικών συγκοινωνιών και οχημάτων με υψηλή πλήρωση (HOV)(μέ λεωφορειόδρομους, λεωφορειολωρίδες αποκλειστικής ή μη χρήσης, λωρίδες παράκαμψης ουράς, ευνοϊκή σηματοδότηση και άλλους τρόπους για την αποφυγή καθυστερήσεων λόγω συμφόρησης), βελτιωμένες συνθήκες ταξιδιού τόσο για τα οχήματα (υπερπλήρωση οχήματος, καλύτερα καθίσματα, καθαριότητα), όσο και για τις στάσεις και τους σταθμούς (προστατευμένες από τις καιρικές συνθήκες κ.ά), ύψος κομίστρων και τρόπος καταβολής τους, καλύτερη πληροφόρηση των επιβατών τόσο εντός οχήματος (ανακοίνωση επόμενης στάσης), όσο και εκτός (χάρτες, ανακοίνωση επόμενου δρομολογίου) αλλά και μάρκετινγκ των υπηρεσιών, χώροι στάθμευσης, βελτιωμένη ασφάλεια, συνολικός σχεδιασμός προσανατολισμένος στις αστικές συγκοινωνίες, τους πεζούς και τους ποδηλάτες και στοχευμένες ειδικές υπηρεσίες (γραμμές ταχείας μετακίνησης).

Οι J. E. Fernandez L., J. de Cea Ch, R. H. Malbran (2007) παρουσίασαν τη

μεθοδολογία για τη λύση του προβλήματος του Σχεδιασμού των Αστικών Συγκοινωνιών (Public Transport Network Design Problem-PTNDP) και περιγράφουν την εφαρμογή της έρευνας για το νέο σύστημα, στην πόλη του Σαντιάγκο στη Χιλή. Αρχικά, ορίζεται ο PTNDP σαν ένα πολυεπίπεδο πρόγραμμα και πραγματεύονται οι λύσεις που εφαρμόστηκαν. Εν συνεχεία, παρουσιάζεται η εφαρμογή της μεθοδολογίας αυτής στο σύστημα αστικών συγκοινωνιών του Σαντιάγκο και αναλύονται τα αποτελέσματα που προκύπτουν εξ αυτής. Το νέο σύστημα - που βασίζεται στην ιεραρχία συγκεκριμένων υπηρεσιών, συντονίζει τις λειτουργίες και χρησιμοποιεί ενιαίο σύστημα κομίστρων – συγκρίνεται με την ιδανική περίπτωση (ιδανικές συχνότητες) του υπάρχοντος συστήματος - που αποτελείται από απλές γραμμές και βασίζεται στη λειτουργία ανεξάρτητων γραμμών με ένα μη-ενοποιημένο σύστημα κομίστρων. Τα κυριότερα συμπεράσματα είναι :α) τόσο οι λειτουργικές δαπάνες όσο και το κοινωνικό κόστος – χρησιμοποιώντας λεωφορεία καλύτερων προδιαγραφών - είναι σημαντικά χαμηλότερο από το κόστος στην παρούσα κατάσταση. β) Η μείωση του κόστους επιτρέπει στο κράτος να εφαρμόσει έναν σημαντικό αριθμό νέων μέτρων, χωρίς αύξηση της χρηματοδότησης ή των κομίστρων. Ο PTNDP μπορεί να αναπαρασταθεί ως ένα πρόβλημα προγραμματισμού σε δύο επίπεδα: 1) Ο τοπογραφικός σχεδιασμός των γραμμών του συστήματος 2) Ο λειτουργικός σχεδιασμός, κατά τον οποίο καθορίζονται η ιδανική συχνότητα και η μεταφορική ικανότητα κάθε γραμμής. Η λύση που προτάθηκε προτείνει ένα συνδυασμένο σύστημα που αποτελείται από τρία μέρη: 1) το μετρό, σαν πυρήνα του συστήματος 2) γραμμές κορμού, δηλαδή, λεωφορειακές γραμμές υψηλής μεταφορικής ικανότητας που κινούνται σε λεωφορειολωρίδες και τροφοδοτούν το μετρό 3) απλές λεωφορειακές γραμμές. Από θεωρητικής άποψης, σημειώθηκε πρόοδος στο μαθηματικό μοντέλο που εφαρμόστηκε. Τα αποτελέσματα είναι αρκετά ενθαρρυντικά. Το νέο σύστημα παρέχει καλύτερη ποιότητα εξυπηρέτησης, είναι πιο αποτελεσματικό –αφού έχει χαμηλότερο κοινωνικό λειτουργικό κόστος και λιγότερη ρύπανση, είναι βιώσιμο με ιδιωτικά κεφάλαια, χωρίς την χρηματοδότηση του κράτους και διατηρεί το ίδιο ύψος κομίστρων. Τα οφέλη από την μείωση του λειτουργικού κόστους των λεωφορείων, χρησιμοποιήθηκαν για την χρηματοδότηση των λειτουργικών δαπανών του μετρό (μαζί με τις νέες γραμμές κορμού), των βελτιώσεων του συστήματος και άλλων απαιτήσεων του νέου συνδυασμένου συστήματος(για παράδειγμα, κεντρικό σύστημα συλλογής κομίστρων, εξοπλισμός ελέγχου και διαχείρισης των λεωφορείων, νέες στάσεις, λεωφορειολωρίδες, ενδιάμεσοι σταθμοί κ.ά) .

Ο όμιλος IBI (IBI group), ο οργανισμός TransLink και ο Transport Canada,

συνεργάστηκαν στα πλαίσια του προγράμματος ανάπτυξης και ενοποίησης (Transport Canada's ITS Deployment and Integration Program) (2003), μελέτησαν και εφάρμοσαν από κοινού, την ταχεία λεωφορειακή γραμμή 98 B, μήκους 16 km, που εγκαταστάθηκε την περίοδο 2000 - 2001, και συνδέει το κέντρο του Βανκούβερ και το κέντρο του Ρίτςμοντ, με το διεθνές αεροδρόμιο του Βανκούβερ. Η γραμμή 98 B είναι μια από τις πιο ολοκληρωμένες και επιτυχημένες γραμμές στη Βόρεια Αμερική, περιλαμβάνοντας ένα ευρύ φάσμα των χαρακτηριστικών της ταχείας γραμμής (BRT). Αυτή η μελέτη, περιγράφει την υπηρεσία, αξιολογεί την αποδοτικότητά της, και δίνει τις κατευθυντήριες γραμμές για την εφαρμογή της υπηρεσίας και αλλού. Σκοπός της αξιολόγησης της αποδοτικότητας της γραμμής 98 B είναι να βοηθήσει την TransLink στην αξιολόγηση των γραμμών BRT σε άλλες περιπτώσεις, καθώς και να δοθούν κατευθυντήριες γραμμές, για την εφαρμογή των BRT. Η αξιολόγηση λαμβάνει υπόψη τους χρήστες, τον ιδιοκτήτη / διαχειριστή και την κοινότητα γενικότερα. Τα δεδομένα της αξιολόγησης που περιλαμβάνονται στην μελέτη προέρχονται από: έρευνες χρόνου μετακίνησης, το αυτόματο σύστημα εντοπισμού οχήματος της TransLink και από το σύστημα σηματοδότησης, τα αρχεία κόστους, τις έρευνες επιβατικής κίνησης και τις έρευνες πελατών. Οι επιβάτες της γραμμής ωφελούνται από την μείωση του χρόνου ταξιδιού (περίπου 20%), την αξιοπιστία των δρομολογίων (που προσέλκυσε πολλούς πρώην οδηγούς – 23% των νυν επιβατών) και την βελτιωμένη ποιότητα εξυπηρέτησης. Ένα ακόμη όφελος είναι η μείωση των εκπομπών ρύπων λόγω της αλλαγής χρήσης από I.X στη γραμμή 98-B. Η μείωση του χρόνου ταξιδιού και η βελτίωση της αξιοπιστίας των δρομολογίων οδήγησε σε μείωση του αριθμού των λεωφορείων, μείωση του ωραρίου λειτουργίας και μείωση του κόστους κεφαλαίων και των λειτουργικών δαπανών, που αποτελούν οφέλη για τον διαχειριστή/ ιδιοκτήτη του δικτύου. Από τη συνολική αξιολόγηση του οφέλους και του κόστους εκτιμήθηκε, ότι το όφελος θα είναι 30% υψηλότερο από το κόστος, εκφρασμένο σε ετήσια βάση. Ακόμα δίνονται οι κατευθυντήριες γραμμές για την εφαρμογή της γραμμής αυτής σε άλλες περιπτώσεις, που είναι : η επιβατική κίνηση θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 500 - 1500 ατόμων ανά ώρα εντός αιχμής, η συχνότητα θα πρέπει να είναι μεταξύ 6 και 20 οχημάτων την ώρα, οι στάσεις θα πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 400 μέτρα σε πυκνοκατοικημένες περιοχές και μέχρι και 1500 μέτρα σε αραιοκατοικημένες, η μέση ταχύτητα να είναι περίπου 25 χιλιόμετρα ανά ώρα, ή τέτοια ώστε να προκύπτει 20-25% μείωση του χρόνου ταξιδιού σε σχέση με τις απλές γραμμές, η παραχώρηση προτεραιότητας θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιούνται οι επιπτώσεις σε κόμβους μικτής κυκλοφορίας, και τέλος ο σχεδιασμός της γραμμής θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να διασφαλίζεται συγκεκριμένο επίπεδο ποιότητας εξυπηρέτησης (δίνοντας συγκεκριμένα χαρακτηριστικά στα οχήματα, τις

στάσεις και λειτουργικά χαρακτηριστικά).

Ο Δ. Τσαμπούλας (2006) παρουσίασε την αξιολόγηση, πριν την εφαρμογή τους, με ολοκληρωμένη ανάλυση, λεωφορειολωρίδων αποκλειστικής χρήσης (Exclusive Bus Lanes - EBL) και κατέγραψε την επίδραση αυτής κατά την εφαρμογή τους. Προτείνει δείκτες μέτρησης της επιρροής για όλους τους εμπλεκόμενους: τον διαχειριστή των αστικών συγκοινωνιών, τα ταξί, τους οδηγούς Ι.Χ, τους επιβάτες καθώς και την κοινωνία, όσον αφορά την ενέργεια και το περιβάλλον. Οι τιμές των δεικτών προκύπτουν μετά την εφαρμογή σχετικών μοντέλων. Η αξιολόγηση βασίζεται στην εκτίμηση του οφέλους και του κόστους (cost benefit analysis-CBA) και βοηθά στη διαδικασία λήψης απόφασης, για την κατασκευή ή όχι μιας λεωφορειολωρίδας EBL, ανάλογα με το αν παρέχει όφελος ή όχι. Ακόμα πραγματοποιείται μια αριθμητική εφαρμογή για την περιοχή της Αθήνας το 2004, όπου εφαρμόστηκαν οι λεωφορειολωρίδες EBL λόγω της αυξημένης κίνησης από τους Ολυμπιακούς Αγώνες.

Οι M. Eichler & C. F. Daganzo (2005) αξιολόγησαν την λειτουργία λεωφορειακών γραμμών σε αρτηρίες με λεωφορειολωρίδα διαλείπουσας λειτουργίας. Το πλεονέκτημα των λεωφορειολωρίδων, είτε συνεχούς είτε διακεκομμένης λειτουργίας, είναι η απελευθέρωση των λεωφορείων από την υπόλοιπη κίνηση, ενώ το μειονέκτημα είναι η όχληση της υπόλοιπης κυκλοφορίας. Στο άρθρο αυτό, υποστηρίζεται ότι οι λεωφορειολωρίδες με διακεκομμένη λειτουργία (Bus Lane with Intermittent Priority- BLIP), σε αντίθεση με αυτές της αποκλειστικής χρήσης, δεν μειώνουν σημαντικά τη μεταφορική ικανότητα της οδού. Όμως η διακεκομμένη λειτουργία αυξάνει τον μέσο κυκλοφοριακό φόρτο, με αποτέλεσμα την αύξηση των καθυστερήσεων. Οι καθυστερήσεις αυτές εξισορροπούνται από τα οφέλη που παρέχονται στους επιβάτες των λεωφορείων, αρκεί ο φόρτος να μην υπερβαίνει κατά πολύ, τη κυκλοφοριακή ικανότητα – όσο πιο μικρή η υπέρβαση, τόσο καλύτερα. Οι λεωφορειολωρίδες BLIP δεν είναι κατάλληλες για οδούς με κυκλοφοριακό φόρτο κοντά στην κυκλοφοριακή ικανότητα. Οι κυριότεροι παράγοντες που καθορίζουν αν εξοικονομείται χρόνος μέσω των BLIP είναι: η κυκλοφοριακή ικανότητα της οδού, η συχνότητα των λεωφορείων, η μείωση του χρόνου ταξιδιού λόγω της ειδικής λωρίδας, και ο βαθμός πλήρωσης των οχημάτων και των λεωφορείων. Σε κάποιες περιπτώσεις, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, η χρήση λεωφορειολωρίδων BLIP μπορεί να μειώσει αρκετά τον χρόνο ταξιδιού, τόσο για τους οδηγούς, όσο και για τους επιβάτες.

Ο L. Fu (2000) παρουσίασε ένα μοντέλο προσομοίωσης, που αναπαριστά πλήθος από νέες τεχνολογίες σε συστήματα εξυπηρέτησης από πόρτα σε πόρτα με οχήματα

αυξημένης πλήρωσης (dial-a-ride paratransit systems). Με την ενσωμάτωση νέων συστημάτων πληροφόρησης όπως ο αυτόματος εντοπισμός οχήματος (Automatic Vehicle Location - AVL), τα συστήματα αυτά κατάφεραν να αυξήσουν την παραγωγικότητα και την αξιοπιστία τους. Αυτό αποτέλεσε και την αφορμή για καταγραφή και ποσοτικοποίηση του πραγματικού οφέλους που προκύπτει από την εισαγωγή νέων τεχνολογιών. Στόχος του μοντέλου προσομοίωσης ήταν να διευκολύνει την αξιολόγηση αυτών των τεχνολογιών στα συστήματα αυτά. Αναπτύσσονται οι γενικές αρχές, τα μοντέλα και υπολογιστικές μέθοδοι για το μοντέλο προσομοίωσης, δίνοντας έμφαση στην αλληλεπίδραση που έχουν. Με το μοντέλο αυτό αξιολογείται η πιθανή βελτίωση λόγω της λειτουργίας του AVL.

2.3. Χρήσιμα συμπεράσματα

Από την βιβλιογραφική ανασκόπηση που έγινε, εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα για την εκπόνηση αυτής της εργασίας, τα κυριότερα από τα οποία είναι:

- Η αξιολόγηση του μεταφορικού έργου είναι μια διαδικασία η οποία μπορεί να αποδειχτεί πολύ σημαντική για την αποδοτικότητα ενός συστήματος.
- Σημαντικό κριτήριο για την αξιολόγηση αποτελούν η ποιότητα εξυπηρέτησης, αφού επηρεάζει σημαντικά το επίπεδο ικανοποίησης των επιβατών.
- Οι πιο σημαντικοί παράμετροι που επηρεάζουν το κόστος μετακίνησης είναι ο συνολικός χρόνος μετακίνησης, ο χρόνος αναμονής και βαδίσματος, η αξιοπιστία και η άνεση.
- Είναι σημαντικό η κατανομή του μεταφορικού έργου να γίνεται ανάλογα με τη ζήτηση και τις απαιτήσεις των επιβατών γιατί έτσι αυξάνεται η αποδοτικότητα του συστήματος.
- Όσο αυξάνεται το επίπεδο ικανοποίησης των επιβατών , τόσο αυξάνεται η επιβατική κίνηση και άρα αυξάνεται και η αποδοτικότητα του συστήματος

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Γενικά

Η αξιολόγηση είναι η διαδικασία προσδιορισμού της σκοπιμότητας των διαφόρων ενεργειών και παρουσίασης των εν λόγω πληροφοριών σε μια ολοκληρωμένη και χρήσιμη μορφή για την λήψη αποφάσεων. Η διαδικασία αυτή προϋποθέτει τις παρακάτω ενέργειες: α) προσδιορισμός του τρόπου μέτρησης της αξίας, β) εκτίμηση της προέλευσης και του χρονοδιαγράμματος του οφέλους και του κόστους των προτεινόμενων ενεργειών, γ) σύγκριση του οφέλους και του κόστους και καθορισμός του βαθμού αποδοτικότητας για κάθε εναλλακτική. Μέσω της αξιολόγησης προκύπτουν πληροφορίες για τις επιδράσεις και τις αλληλεπιδράσεις όλων των παραμέτρων, αλλά και ποιες από αυτές επιδρούν θετικά και ποιες αρνητικά, κατά την ανάλυση των εναλλακτικών.

Αρχικά, σκοπός της αξιολόγησης ήταν η ποσοτικοποίηση των επιδράσεων και η απόδοση χρηματικής αξίας στο κόστος και το όφελος κάθε εναλλακτικής. Πλέον, το κύριο ζητούμενο για την διαδικασία της αξιολόγησης είναι ποιο από τα πιθανά σενάρια μεγιστοποιεί τα χρηματικά οφέλη σε σχέση με τις δαπάνες που έχουν πραγματοποιηθεί. Τα βασικά ερωτήματα που αποτελούν την βάση της αξιολόγησης είναι:

- η καταλληλότητα, δηλαδή ποιες πληροφορίες απαιτούνται για την λήψη μιας απόφασης και αν οι στόχοι του σχεδίου συμβαδίζουν με τις ανάγκες της κοινωνίας
- η ισότητα, αφορά τον τρόπο κατανομής του οφέλους και του κόστους στις διάφορες κοινωνικές ομάδες
- η αποτελεσματικότητα, αναφέρεται στο βαθμό που θα επιτευχθούν τα επιθυμητά αποτελέσματα και οι στόχοι από την εφαρμογή της εναλλακτικής που επιλέχθηκε μέσω της αξιολόγησης
- η επάρκεια, δηλαδή αν η εναλλακτική ανταποκρίνεται στην έκταση της επιθυμητής λύσης και αν υπάρχουν άλλες εναλλακτικές που θα πρέπει να μελετηθούν
- η αποδοτικότητα, αφορά το αν το κόστος που απαιτείται για τη εφαρμογή της εναλλακτικής αντισταθμίζεται από τα οφέλη που παρέχει
- η δυνατότητας εφαρμογής, αφορά την ύπαρξη ή όχι οικονομικών, νομικών ή

διοικητικών εμποδίων καθώς πιθανές κοινωνικές αντιδράσεις

- η ανάλυση ευαισθησίας, δηλαδή κατά πόσο τροποποιούνται οι προβλεπόμενες επιπτώσεις αν οι αρχικές υποθέσεις της ανάλυσης διαφοροποιηθούν και ποια είναι η πιθανότητα να συμβούν αυτές οι αλλαγές.

Η ομοσπονδιακή υπηρεσία μεταφορών (Federal Transit Administration – FTA) προτείνει έξι βασικές αρχές για την ανάπτυξη των διαφορετικών εναλλακτικών λύσεων:

α) Οι εναλλακτικές λύσεις θα πρέπει να καθορίζονται με βάση το σχεδιασμό έννοια και το πεδίο εφαρμογής τους.

β) Οι εναλλακτικές λύσεις θα πρέπει να ανταποκρίνονται άμεσα σε μια σαφή ανάγκη για βελτίωση των υπηρεσιών και σε μια ευρύτερη σειρά σκέψεων που περιγράφονται στην επίτευξη των στόχων.

γ) Οι εναλλακτικές λύσεις θα πρέπει να αναπτυχθούν μέσα από μια διαδικασία που λαμβάνει υπόψη της όλες τις εύλογες εναλλακτικές λύσεις και, στη συνέχεια, χρησιμοποιεί κατάλληλες αναλύσεις για να περιοριστεί στις πλέον ανταγωνιστικές εναλλακτικές.

δ) Το σύνολο των εναλλακτικών προτάσεων θα πρέπει να διαμορφωθεί έτσι ώστε να προσφέρει μια σειρά από επιλογές για τη λήψη αποφάσεων που θα απεικονίζει την ισορροπία μεταξύ του κόστους, του οφέλους, καθώς και άλλων επιπτώσεων.

ε) Κάθε εναλλακτική πρόταση θα πρέπει να δομηθεί έτσι ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο ανταγωνιστική και στη συνέχεια ελκυστική, λόγω των πληροφοριών που θα παρέχονται σχετικά με την απόδοσή της.

στ) Οι εναλλακτικές προτάσεις θα πρέπει να παρουσιάζονται μέσω μιας ανοικτής και καλά τεκμηριωμένης διαδικασίας στην οποία θα δίνονται όλα τα κατάλληλα στοιχεία.

Η διαδικασία της αξιολόγησης θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη της όλα τα εμπλεκόμενα μέρη, να συνοψίζει με κατανοητό τρόπο τα σημεία κλειδιά για την λήψη των αποφάσεων και να καθοδηγεί σε μεγάλο βαθμό την εφαρμογή της πρότασης. Ακόμα, η αξιολόγηση δεν προσδιορίζει μόνο το είδος πληροφοριών που παρέχονται, αλλά καθορίζει τις ενέργειες που θα ακολουθηθούν και το χρονοδιάγραμμα που θα πρέπει να τηρηθεί. Ως εκ τούτου, η αξιολόγηση θα πρέπει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά.

Η αξιολόγηση θα πρέπει να είναι επικεντρωμένη στα θέματα που είναι σημαντικά κατά την διαδικασία λήψης αποφάσεων, δηλαδή τα κριτήρια αξιολόγησης, ο χρονικός ορίζοντας, το πεδίο εφαρμογής και το εύρος της ανάλυσης. Η επιλογή τους εξαρτάται

από τη φύση των αποφάσεων που πρέπει να ληφθούν. Μέσω της αξιολόγησης θα πρέπει να συσχετίζεται η κάθε εναλλακτική λύση με τους στόχους. Η πολυπλοκότητα των στόχων προϋποθέτει ότι η διαδικασία που ακολουθείται συμπεριλαμβάνει τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά στοιχεία που αφορούν κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Επιπροσθέτως, μέσω της αξιολόγησης θα καθορίζεται ο τρόπος που επηρεάζονται οι διαφορετικές ομάδες από τις αλλαγές που θα πραγματοποιηθούν στο σύστημα. Συχνά μια αλλαγή επιφέρει επιπτώσεις σε περισσότερες από μια ομάδες, για παράδειγμα, στους χρήστες, στον οργανισμό και στο περιβάλλον, και μάλιστα σε άλλες θετικές και σε άλλες αρνητικές. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης θα πρέπει να είναι συγκρίσιμα με εκείνα άλλων ερευνών σε αντίστοιχη περίπτωση και έτσι θα πρέπει να αναφέρονται συνολικά στην περιοχή εφαρμογής των βελτιώσεων. Κατά την διαδικασία της αξιολόγησης, θα πρέπει να αναλύονται οι απαιτήσεις εφαρμογής της κάθε εναλλακτικής, γιατί μόνο έτσι θα προκύψει αν τελικά αυτή η λύση είναι πραγματοποιήσιμη. Οι παράγοντες που θα πρέπει να μελετηθούν είναι η χρηματοδότηση, οι συμβάσεις εργασίας, η δυνατότητα κατασκευής, ο σχεδιασμός και η μελέτη εμπειρογνώμονα, καθώς και η δημόσια αποδοχή. Ακόμα, με την διαδικασία της αξιολόγησης, αξιολογείται η οικονομική βιωσιμότητα της κάθε πρότασης και η καταγραφή των πόρων. Τέλος, σημαντικό ρόλο παίζει και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων με έναν εύληπτο τρόπο, έτσι ώστε να είναι κατανοητές οι ομοιότητες και οι διαφορές μεταξύ των διαφορετικών εναλλακτικών λύσεων.

3.2. Το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 13816 «Μεταφορές - Εφοδιαστική και υπηρεσίες - Μαζική μεταφορά κοινού - Ορισμός της ποιότητας των υπηρεσιών, αντικειμενικοί σκοποί και μέτρηση»

Το πρότυπο EN 13816 «Μεταφορές - Εφοδιαστική και υπηρεσίες - Μαζική μεταφορά κοινού - Ορισμός της ποιότητας των υπηρεσιών, αντικειμενικοί σκοποί και μέτρηση», εκδόθηκε τον Δεκέμβριο του 2001 και είναι σε ισχύ σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης από το 2002. Το πρότυπο αυτό έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε αρκετές περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα για την αξιολόγηση της ποιότητας μεταφοράς επιβατών με σιδηρόδρομο από την DB Regio. Ακόμα, το πρότυπο εφαρμόστηκε από τις σιδηροδρομικές εταιρίες υποδομής EIU και μεταφοράς EVU.

Ο Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών Αθήνας (ΟΑΣΑ) αναπτύσσει και διατυπώνει ένα στρατηγικό σχέδιο ανάπτυξης του Συστήματος Μαζικών Μεταφορών της Αττικής για την επόμενη δεκαετία, με βασική παράμετρο τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας και απόδοσης του Συστήματος Μαζικών Μεταφορών της Αττικής. Έτσι η εφαρμογή του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 13816 «Μεταφορές - Εφοδιαστική και υπηρεσίες - Μαζική μεταφορά κοινού – Ορισμός της ποιότητας των υπηρεσιών, αντικειμενικοί σκοποί και μέτρηση» θα μπορούσε να αποτελέσει βασικό και αναπόσπαστο τμήμα του στρατηγικού αυτού σχεδίου.

Η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα συστήματα μαζικών μεταφορών στρέφεται προς την ανοιχτή αγορά και τον ελεγχόμενο ανταγωνισμό. Πιο συγκεκριμένα, δημόσιες συμβάσεις υπηρεσιών, διαφάνεια της δημόσιας χρηματοδότησης και αποκλειστικά δικαιώματα μόνο για περιορισμένες χρονικές περιόδους. (οδηγία ΕΚ 1191, ΚΟΜ (2000) 7 - 2000/0212 (COD)). Αυτό σημαίνει για τις εταιρείες Μέσων Μαζικής Μεταφοράς, ότι θα πρέπει να διασφαλίσουν ότι το κόστος θα κυμαίνεται σε ανταγωνιστικό επίπεδο και το πρότυπο της ποιότητας θα είναι καθορισμένο.

Το πρότυπο και το σύστημα υλοποίησης του θα βοηθήσουν τον ΟΑΣΑ να αποκτήσει την μορφή και το χαρακτήρα ενός ομίλου, σύγχρονων, ευέλικτων επιχειρήσεων, με αποτελεσματική λειτουργία, χρηματοοικονομική διαχείριση, προγραμματισμό και εμπορικό τρόπο λειτουργίας. Τα οφέλη από την διαχείριση της Ποιότητας σύμφωνα με το πρότυπο EN 13816 είναι:

- Τα δεδομένα και τα στοιχεία για την ποιότητα των υπηρεσιών προκαλούν την ανάλυση και τις μόνιμες βελτιώσεις

- Μικρότερο κόστος από την αποφυγή αστοχιών (π.χ. περισσότερη ακρίβεια, υψηλότερη αξιοπιστία κ.λπ.)
- Αύξηση εσόδων λόγω της αυξημένης ικανοποίησης των πελατών
- Ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα στα πλαίσια διαγωνισμών
- Διαφανή κριτήρια ποιότητας και αξιόπιστο επίπεδο ποιότητας
- Καλύτερη εικόνα της εταιρείας

Το πρότυπο EN 13816 δημοσιεύθηκε τον Δεκέμβριο του 2001 και είναι σε ισχύ σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης από το 2002. Οι κύριοι στόχοι του προτύπου είναι:

- Η προώθηση της φιλοσοφίας της ποιότητας στις δημόσιες μεταφορές
- Η στροφή στις ανάγκες και τις απαιτήσεις των επιβατών
- Η προσοχή των δημόσιων αρχών σε αυτά τα θέματα
- Η κατανομή των αρμοδιοτήτων
- Η σύγκριση του επιπέδου ποιότητας μεταξύ διαφορετικών παρόχων
- Η συνεχής βελτίωση της ποιότητας

Το περιεχόμενο του προτύπου EN 13816 συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα

Πίνακας 3.1: Περιεχόμενο Προτύπου EN 13816

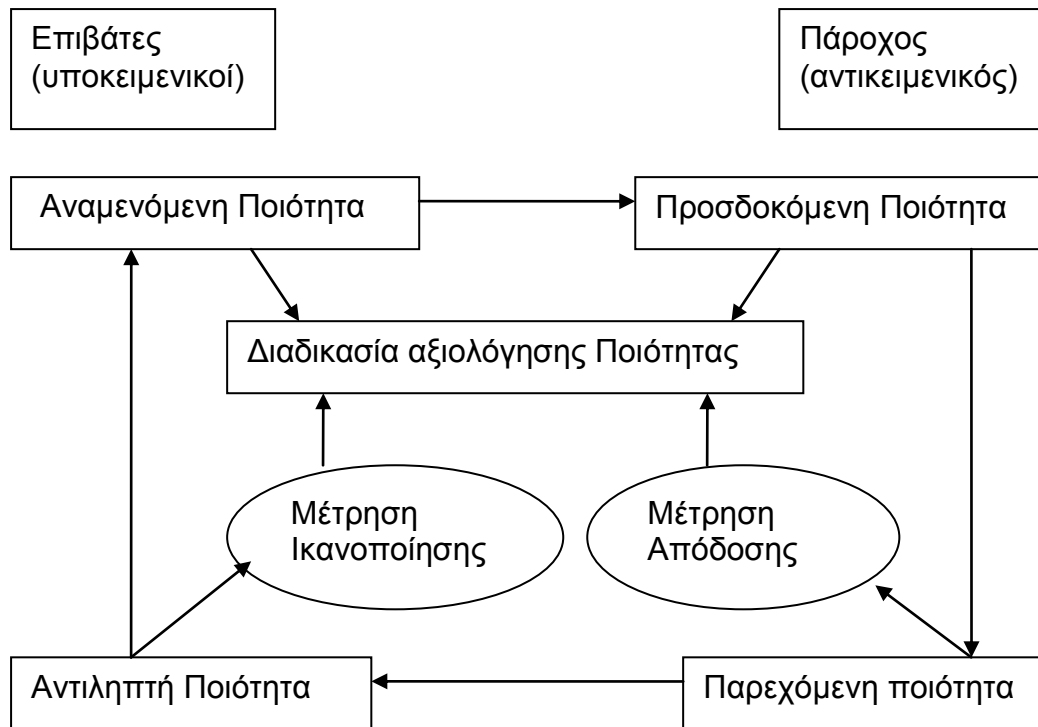
Κεφάλαιο	Περιεχόμενο
I. Σκοπός	Ορισμός και προσδιορισμός των στόχων και της μέτρησης της ποιότητας των υπηρεσιών μαζικής μεταφοράς
II. Ορισμοί	Οι δημόσιες συγκοινωνίες, ο φορέας παροχής υπηρεσιών, η ποιότητα των υπηρεσιών
III. Προσέγγιση	Ο κύκλος ποιότητας Η ανάπτυξη των αρχών του κύκλου ποιότητας σε κάθε διαχείριση ποιότητας Τα κριτήρια ποιότητας (8 κύριες κατηγορίες)
IV. Απαιτήσεις	Η διαχείριση της ποιότητας θα πρέπει να εφαρμόζεται από τον πάροχο, συμπεριλαμβανομένου του προσδιορισμού των απαιτήσεων των πελατών, την ταυτοποίηση των περιοχών που επιδέχονται

	βελτιώσεις, τα μετρήσιμα κριτήρια ποιότητας, την αποζημίωση, τα επίπεδα μη αποδοχής, τη μέτρηση της απόδοσης, την αξιολόγηση των πελατών, τα διορθωτικά μέτρα, την επικοινωνία) Ο ορισμός και η μέτρηση της ποιότητας των υπηρεσιών
ν. Συστάσεις	Κατανομή αρμοδιοτήτων μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών Κοινά ή χωριστά συστήματα διαχείρισης ποιότητας περισσότερων παρόχων Άλλες ενέργειες διαχείρισης ποιότητας (π.χ. αυτοαξιολόγηση)
Παράρτημα Α	Κριτήρια Ποιότητας
Παράρτημα Β	Γλωσσάρι σημαντικών ορισμών
Παράρτημα Γ	Οδηγίες μέτρησης της απόδοσης και της ικανοποίησης

Πηγή: Dr. N. Wagener, "Service Quality in Public passenger Transport – EN 13816"

Ως ποιότητα ορίζεται το σύνολο των χαρακτηριστικών και των χαρακτηριστικών τιμών μιας μονάδας όσον αφορά την καταλληλότητά τους για την κάλυψη καθορισμένων και αναμενόμενων απαιτήσεων. Η ποιότητα των υπηρεσιών είναι μια σειρά από κριτήρια ποιότητας και κατάλληλα μέτρα που θέτει ο πάροχος.

Ο Κύκλος Ποιότητας των υπηρεσιών



Τα οχτώ κριτήρια ποιότητας είναι:

- Διαθεσιμότητα: δίκτυο, ωράριο λειτουργίας αξιοπιστία
- Πρόσβαση: συνδέσεις γραμμών , εισιτήρια
- Πληροφόρηση: πληροφορίες ταξιδιού, τακτικές και έκτακτες
- Χρόνος: χρόνος ταξιδιού, ακρίβεια, τακτικότητα
- Εξυπηρέτηση πελατών: διαθεσιμότητα προσωπικού, αρμοδιότητες, παροχή βοήθειας
- Άνεση: χώρος, οδήγηση, περιβάλλον
- Ασφάλεια: αποφυγή εγκληματικών ενεργειών, ατυχημάτων και εκτάκτων αναγκών
- Περιβάλλον: μόλυνση, φυσικοί πόροι

Ακόμα, θα πρέπει να πραγματοποιούνται οι κατάλληλες ενέργειες οι οποίες θα δίνουν πληροφορίες για την γνώμη του επιβατικού κοινού. Τέτοιες ενέργειες είναι: η έρευνα αγοράς, ο σχεδιασμός προϊόντος, ο σχεδιασμός λειτουργίας, η πληροφόρηση και εξυπηρέτηση πελατών, η διαχείριση παραπόνων, η μέτρηση, ανάλυση και αναφορά και οι ενέργειες βελτίωσης. Τέλος, συστήνεται η κατανομή ευθυνών και αρμοδιοτήτων μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων και η από κοινού η όχι διαχείριση της ποιότητας,

καθώς και πρόσθετες δράσεις για τη διαχείριση της ποιότητας όπως: η αυτοαξιολόγηση, η διαρκής διαδικασία βελτίωσης, η συγκριτική αξιολόγηση, η τυποποίηση και πιστοποίηση, οι εταιρικές σχέσεις σχετικά με την ποιότητα και η εγγύηση των υπηρεσιών. Το πρότυπο αυτό θα μπορούσε να συγκριθεί με το διεθνές πρότυπο ISO 9001.

Η μελέτη του προτύπου αυτού, θα μπορούσε να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη στην περίπτωση της αξιολόγησης μιας λεωφορειακής γραμμής, καθώς δίνει τις κατευθυντήριες γραμμές για τη μέτρηση και την αξιολόγηση της ποιότητας εξυπηρέτησης των υπηρεσιών μεταφοράς. Τα οχτώ βασικά κριτήρια για τον προσδιορισμό και τη μέτρηση της ποιότητας των υπηρεσιών που αναφέρθηκαν παραπάνω, χρησιμοποιούνται στη παρούσα διπλωματική ως παράμετροι για την εκτίμηση της ποιότητας αλλά και του κόστους μετακίνησης.

3.3 Μεθοδολογία

Η διπλωματική αυτή εργασία έχει ως στόχο την αξιολόγηση λεωφορειακής γραμμής, έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες και τις απαιτήσεις του επιβατικού κοινού, όπως αυτές παρουσιάζονται από την επεξεργασία της βάσης δεδομένων παραπόνων του ΟΑΣΑ. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η βελτίωση της απόδοσης της λεωφορειακής γραμμής. Η απόδοση των Δημόσιων Συγκοινωνιών επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες του αστικού περιβάλλοντος. Βασικός στόχος για τον ΟΑΣΑ είναι η εξέλιξη των ΜΜΜ, κάνοντας τα πιο βολικά και ανταγωνιστικά σε σχέση με τα Ι.Χ. Η επίτευξη του στόχου αυτού επιδιώκεται να πραγματοποιηθεί με τον αποδοτικότερο οικονομικά τρόπο και αν είναι δυνατό με την αναδιοργάνωση του δικτύου, παρά με την επέκτασή του. Είναι λοιπόν προφανής η σπουδαιότητα της ύπαρξης ελκυστικών στους επιβάτες, αλλά και οικονομικά αποδοτικών λεωφορειακών γραμμών, αφού αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του δικτύου. Οι βασικές απαιτήσεις του επιβατικού κοινού όπως αυτές διαφαίνονται από την σχετική έρευνα είναι η βελτίωση της λειτουργικής αποδοτικότητας και η αξιοπιστίας των δρομολογίων καθώς και η βελτίωση της ποιότητας εξυπηρέτησης.

Η αξιολόγηση του μεταφορικού έργου ενός συστήματος μεταφορών καθώς και των παρεμβάσεων που πραγματοποιούνται σ' αυτό, με στόχο την βελτίωση του επιπέδου ικανοποίησης των επιβατών αλλά και την ευημερία του οργανισμού, είναι μιας συνήθους τακτική από τους οργανισμούς τα τελευταία χρόνια.

3.3.1. Παράμετροι που επηρεάζουν το κόστος επενδύσεων και λειτουργίας

Η εκτίμηση του κόστους των υπηρεσιών των ΜΜΜ, τόσο του οικονομικού, όσο και του μη – οικονομικού είναι μια δύσκολη διαδικασία, γιατί συχνά είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν αλλά και να εκφραστούν χρηματικά πολλές από τις επιπτώσεις μιας βελτίωσης στο σύστημα, όπως για παράδειγμα η αξία του χρόνου των επιβατών. Ο ορθός υπολογισμός του κόστους κεφαλαίου και του λειτουργικού κόστους καθώς και το κοινωνικού κόστους είναι ιδιαίτερα σημαντικός για την διαδικασία της αξιολόγησης.

Το κόστος γενικά μπορεί να διαιρεθεί σε σταθερό και μεταβλητό κόστος. Το κόστος κεφαλαίου θεωρείται ως σταθερό και σχετίζεται με δαπάνες για κατασκευή εγκαταστάσεων και προμήθεια εξοπλισμού (π.χ. αγορά λεωφορείων). Το λειτουργικό κόστος είναι μεταβλητό κόστος και αφορά τις δαπάνες που απαιτούνται για την λειτουργία της λεωφορειακής γραμμής. Ακόμα, το μεταβλητό κόστος μπορεί να κατηγοριοποιηθεί περαιτέρω σε άμεσο, έμμεσο και κοινό κόστος. Άμεσο κόστος είναι

εκείνο που αφορά συγκεκριμένες λειτουργίες όπως τα καύσιμα, η μισθοδοσία, τα ελαστικά, η συντήρηση και άλλα όπως η στάθμευση των οχημάτων. Το έμμεσο κόστος είναι δύσκολο να εντοπιστεί και να εκτιμηθεί, για παράδειγμα τα έξοδα φωτισμού των εγκαταστάσεων συντήρησης των οχημάτων. Το κοινό κόστος αφορά δαπάνες που αντιστοιχούν σε παραπάνω από μια υπηρεσίες. Για παράδειγμα, το κόστος συντήρησης μιας λεωφορειολωρίδας αντιστοιχεί από κοινού σε παραπάνω από μια λεωφορειακές γραμμές.

Το σταθερό κόστος δεν διαφοροποιείται σε ημερήσιο επίπεδο σε αντίθεση με το μεταβλητό κόστος. Το Μέσο ή Μοναδιαίο κόστος προκύπτει διαιρώντας το κόστος με το πλήθος των αποτελεσμάτων. Το ολικό κόστος είναι το άθροισμα του σταθερού και του μεταβλητού κόστους. Μια άλλη μορφή του μοναδιαίου κόστους αποτελεί το οριακό κόστος. Το οριακό κόστος παραγωγής είναι το κόστος που συνδέεται με την παραγωγή της τελευταίας μονάδας προϊόντος, ή μαθηματικά, το οριακό κόστος σε κάθε επίπεδο παραγωγής δίνεται από την κλίση της καμπύλης του συνολικού κόστους παραγωγής στο εν λόγω σημείο. Ισχύει ότι το οριακό κόστος ελαχιστοποιείται για μικρότερο αριθμό αποτελεσμάτων από ότι το μέσο κόστος.

Γενικά, για τους χρήστες Ι.Χ. το σταθερό κόστος αφορά την ασφάλιση, την απόσβεση και τις δαπάνες στάθμευσης στην περιοχή διαμονής ενώ το μεταβλητό κόστος αφορά λειτουργικές δαπάνες όπως τα καύσιμα, τα λιπαντικά, τα ελαστικά, η συντήρηση και η στάθμευση κατά τις μετακινήσεις.

Μια καλή εκτίμηση του κόστους κεφαλαίου είναι πολύ σημαντική για των σχεδιασμό των μεταφορών για δυο κύριους λόγους. Πρώτον, το κόστος κεφαλαίου αποτελεί ένα από τα σημαντικά κριτήρια αξιολόγησης των διαφορετικών σεναρίων. Δεύτερον, κάθε έργο έχει κάποιους οικονομικούς περιορισμούς, ανάλογα με τους πόρους και την χρηματοδότηση. Στις περισσότερες περιπτώσεις, γίνεται μια αρχική εκτίμηση του κόστους και στη συνέχεια αναπροσαρμόζεται ανάλογα με τις συνθήκες, τις απαιτήσεις του έργου και τους πόρους.

Λειτουργικό κόστος, κόστος συντήρησης και διαχείρισης

Ένα μεγάλο μέρος του κόστους για τους οργανισμούς μεταφορών αποτελούν το κόστος λειτουργίας καθώς και το κόστος συντήρησης και διαχείρισης. Ο υπολογισμός των δαπανών αυτών βασίζεται στην ακριβή και λεπτομερειακή καταγραφή των λειτουργικών χαρακτηριστικών. Το μοναδιαίο κόστος, ανάλογα με το κόστος κεφαλαίου, αφορά το σύνολο του παραγόμενου έργου. Υπάρχουν δύο συνήθεις τρόποι εκτίμησης του κόστους λειτουργίας, συντήρησης και διαχείρισης, τα μοντέλα

κατανομής του κόστους και τα μοντέλα γέννησης πόρων. Στα μοντέλα κατανομής του κόστους υπολογίζεται το κόστος κάθε παραμέτρου ξεχωριστά και μετά προστίθενται και διαιρούνται με το σύνολο, έτσι ώστε να προκύπτει το μοναδιαίο κόστος. Μια τυπική μορφή αυτού του μοντέλου είναι η ακόλουθη:

Σε περίπτωση που η παροχή υπηρεσιών επεκταθεί, τότε αν τα πρόσθετα οχηματοχιλιόμετρα, οι οχηματοώρες λειτουργίας, τα επιπλέον οχήματα σε ώρα αιχμής και οι πρόσθετοι επιβάτες είναι γνωστοί, μπορεί να υπολογιστεί μέσω της εξίσωσης το πρόσθετο κόστος λειτουργίας.

Το προηγούμενο μοντέλο βασίζεται σε δεδομένα προηγούμενων ετών και άρα παρουσιάζει μειονεκτήματα όσον αφορά την εκτίμηση κόστους σε ανόμοιες συνθήκες από αυτές των προηγούμενων ετών. Επιπλέον, δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα όταν συμβούν απροσδόκητα γεγονότα, όπως για παράδειγμα μια απεργία.

Τα μοντέλα γέννησης πόρων παρέχουν μια πιο ακριβή εκτίμηση του κόστους λειτουργίας υπολογίζοντας το κόστος των εργατικών και των υλικών που απαιτούνται για ένα δεδομένο επίπεδο παροχής υπηρεσιών. Το μοντέλο έχει την παρακάτω μορφή:

Οι δείκτες παραγωγικότητας αποτελούν το κλειδί για την δημιουργία του μοντέλου. Οι δείκτες αυτοί μπορούν να έχουν αρκετές μορφές:

- Συνεχώς μεταβαλλόμενοι στους οποίους ο λόγος παραμένει ίδιος με την πάροδο του χρόνου καθώς αυξάνεται η παροχή υπηρεσιών (π.χ. η συντήρηση οχημάτων ανά τα έσοδα ανά οχηματοχιλιόμετρο).
- Σταδιακά μεταβαλλόμενοι δείκτες, οι οποίοι μεταβάλλονται όταν μεταβάλλονται συγκεκριμένες συνθήκες (π.χ. η προσθήκη ενός νέου χώρου συντήρησης).
- Σταθεροί δείκτες είναι εκείνοι των οποίων το οριακό κόστος είναι μηδενικό για όλες τις μεταβλητές του συστήματος.(π.χ. νομική και διοικητική υποστήριξη).

3.3.2 Κόστος μετακίνησης με MMM για τους χρήστες

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την γνώμη των χρηστών σε σχέση με τις υπηρεσίες που παρέχονται. Η θετική ή αρνητική επίδραση που έχουν τα μέτρα βελτίωσης σε μια λεωφορειακή γραμμή, στους παράγοντες αυτούς καθορίζουν και το όφελος ή το κόστος αντίστοιχα για τους χρήστες, δηλαδή το επιβατικό κοινό της

λεωφορειακής γραμμής.

A) Ο χρόνος ταξιδιού

Ένας βασικός παράγοντας για το επιβατικό κοινό, ίσως και ο σημαντικότερος είναι ο χρόνος ταξιδιού. Στον χρόνο ταξιδιού περιλαμβάνονται τόσο ο χρόνος εντός οχήματος όσο και ο χρόνος εκτός οχήματος. Ο χρόνος εντός οχήματος είναι ο χρόνος που ένας επιβάτης δαπανά για να διανύσει την διαδρομή που επιθυμεί μέσα στο λεωφορείο. Στον χρόνο εκτός οχήματος περιλαμβάνεται ο χρόνος παραμονής στη στάση, δηλαδή ο χρόνος που περνάει ένας επιβάτης αναμένοντας το λεωφορείο καθώς και ο χρόνος βαδίσματος, δηλαδή ο χρόνος που περνάει ένας επιβάτης διανύοντας τη διαδρομή από τον αρχικό του προορισμό μέχρι τη στάση του λεωφορείου.

Ο χρόνος εντός οχήματος επηρεάζεται τόσο από λειτουργικά χαρακτηριστικά όπως ο αριθμός των στάσεων, η διαδρομή που πραγματοποιείται, τη ταχύτητα του οχήματος, αλλά και άλλα χαρακτηριστικά όπως η κυκλοφορική συμφόρηση, και ο αριθμός των επιβιβαζόμενων και αποβιβαζόμενων επιβατών σε κάθε στάση.

Ο χρόνος εκτός οχήματος επηρεάζεται από την συχνότητα της γραμμής, την αξιοπιστία της γραμμής, την απόσταση των στάσεων καθώς και τις συνθήκες αναμονής. Έρευνες έχουν δείξει ότι ο χρόνος εκτός οχήματος έχει μεγαλύτερο κόστος από τον χρόνο εντός οχήματος.

Πολυάριθμες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί με στόχο την ποσοτικοποίηση και την εκτίμηση της χρηματικής αξίας του χρόνου μετακίνησης, δηλαδή το κόστος του χρόνου μετακίνησης (Mackie et al. 2003, Wardman 2004). Το κόστος ανά μονάδα χρόνου μετακίνησης γενικά υπολογίζεται σε σχέση με τους μέσους μισθούς, και διακυμαίνεται ανάλογα με τους διαφορετικούς παράγοντες που αναλύονται κατωτέρω (Waters 1992, Litman 2006).

- Το οικονομικό (χρηματικό) κόστος του χρόνου μετακίνησης περιλαμβάνει το εισόδημα του οδηγού και τα οφέλη που απολαμβάνει, και την αξία του χρόνου των οχημάτων και επιβατών, που αντικατοπτρίζει την αποτελεσματική χρήση των δυνατοτήτων τους και της ικανότητά τους, να τηρεί τις προθεσμίες παράδοσης.
- Το μη-οικονομικό κόστος του χρόνου μετακίνησης ανά μονάδα συνήθως υπολογίζεται ως το 25 έως 50 τοις εκατό των μισθών που επικρατούν.
- Το κόστος του χρόνου μετακίνησης τείνει να είναι υψηλότερο για δυσάρεστες, ανασφαλείς και γεμάτες άγχος συνθήκες (Brundell-Freij 2006).

- Το κόστος του χρόνου μετακίνησης τείνει να αυξάνεται ανάλογα με το εισόδημα, και τείνει να είναι χαμηλότερο για παιδιά και άνεργους ή συνταξιούχους (δηλαδή, τα άτομα με θέσεις πλήρους απασχόλησης έχουν συνήθως περισσότερες απαιτήσεις για το χρόνο τους και έτσι τείνουν να είναι πρόθυμοι να πληρώσουν περισσότερα για μείωση του χρόνου ταξιδιού).
- Μια μικρή ημερήσια μετακίνηση συχνά έχει μικρό ή κανένα κόστος, δεδομένου ότι οι άνθρωποι γενικά φαίνεται να απολαμβάνουν σ' έναν ορισμένο βαθμό την καθημερινή μετακίνηση (Mokhtarian 2005). Ταξίδια αναψυχής και μετακινήσεις με σκοπό κοινωνική δραστηριότητα συχνά έχουν ελάχιστο κόστος ή θετική επίδραση.
- Το μοναδιαίο κόστος του χρόνου μετακίνησης τείνει να αυξηθεί, αν το ταξίδι υπερβαίνει περίπου τα 20 λεπτά σε διάρκεια ή η ατομική ημερήσια μετακίνηση των επιβατών ξεπερνά συνολικά τα 90 λεπτά περίπου.
- Το κόστος του χρόνου μετακίνησης αυξάνεται με τη μεταβλητότητα και την αβεβαιότητα των αφίξεων (COHAN και Southworth 1999), και τείνει να είναι ιδιαίτερα υψηλό για τις απρόσμενες καθυστερήσεις (Small et al. 1999).
- Το μοναδιαίο κόστος του χρόνου βαδίσματος και αναμονής είναι δύο με πέντε φορές υψηλότερο από το χρόνο μετακίνησης εντός του οχήματος. (Pratt 1999, πίνακας 10-12). Οι μετεπιβίβασεις τείνουν να επιφέρουν επιπλέον κόστος (που ονομάζεται ποινή μετεπιβίβασης) που οφείλεται στην πρόσθετη προσπάθεια που απαιτείται, συνήθως ίση με 5 -15 λεπτά του χρόνου μετακίνησης εντός του οχήματος. (HOROWITZ και Zloset 1981, Evans 2004).
- Υπό ευχάριστες προϋποθέσεις η πεζοπορία, η ποδηλασία και η αναμονή μπορεί να έχουν χαμηλό κόστος ή και θετική επίδραση, αλλά υπό δύσκολες συνθήκες (περπάτημα κατά μήκος μιας πολυσύχναστης οδού ή αναμονή ενός λεωφορείου σε μια περιοχή που φαίνεται βρώμικη και επικίνδυνη) το κόστος τους είναι σημαντικά υψηλότερο από το χρόνο εντός του οχήματος.
- Οι άνθρωποι έχουν διαφορετικές ανάγκες και προτιμήσεις για μετακίνησης, έτσι είναι σημαντική η παροχή εναλλακτικών έτσι ώστε τα άτομα να κάνουν την ιδανική επιλογή για κάθε μετακίνηση. Για παράδειγμα, μερικοί άνθρωποι προτιμούν την οδήγηση, ενώ άλλοι προτιμούν τις Δημόσιες Συγκοινωνίες. Έχοντας και τις δύο

επιλογές τους επιτρέπει να επιλέξουν τη λύση που ελαχιστοποιεί το κόστος, συμπεριλαμβανομένου του κόστους του χρόνου μετακίνησης, και μεγιστοποιεί τα οφέλη (Novaco και Collier 1994).

Μια τακτική μετακίνηση με το αυτοκίνητο είναι πιο ελκυστική σε σχέση με τον αντιληπτό χρόνο μετακίνησης, σε σύγκριση με τα δημόσια μέσα μεταφοράς. Είναι πιο πιθανή η μετακίνηση από πόρτα σε πόρτα, ελαχιστοποιώντας έτσι τον αριθμό των μετεπιβιβάσεων. Ο συνολικός χρόνος κατανέμεται κυρίως για τον χρόνο εντός οχήματος, συνήθως με εξασφαλισμένα καθίσματα ακόμα και με ψυχαγωγία (π.χ., μουσική) του επιβάτη. Απαιτεί την συνεχή προσοχή του μετακινούμενου (δηλαδή, του οδηγού) στις οδικές συνθήκες και την οδήγηση, χωρίς περιστασιακά σχόλια ή άλλες πληροφορίες. Όλα αυτά μπορεί να οδηγήσουν μια συγκεκριμένη διαδρομή να θεωρείται ως συντομότερη όταν διεξάγεται με Ι.Χ., και ως εκ τούτου η εμπειρία μετακίνησης με Ι.Χ. να αξιολογείται πιο θετικά από ότι με τα δημόσια μέσα μεταφοράς.

Ωστόσο, κάτω από ιδανικές συνθήκες οι μετακινήσεις με ΜΜΜ μπορούν να έχουν χαμηλότερο μοναδιαίο κόστος χρόνου από τις μετακινήσεις με Ι.Χ., ιδιαίτερα αν οι επιβάτες μπορούν να επιλέξουν τον τρόπο που ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες και προτιμήσεις τους. Μια έρευνα του «New Jersey commuters» διαπίστωσε ότι χρήστες του τρένου βιώνουν λιγότερο στρες και αρνητική διάθεση από τους οδηγούς που κάνουν παρόμοια ταξίδια, αναφέροντας την μειωμένη προσπάθεια που απαιτείται και τη μεγαλύτερη προβλεψιμότητα των σιδηροδρομικών ταξιδιών (Wener, Evans, και Lutin 2006). Οι χρήστες του τρένου έχουν σημαντικά μειωμένα επίπεδα άγχους μετά από τις βελτιώσεις της υπηρεσίας και μειώθηκε η δυσφορία τους για μετακινήσεις.

Μια έρευνα της βρετανικών σιδηρόδρομων διαπίστωσε ότι πολλοί επιβάτες χρησιμοποιούν τον χρόνο τους για παραγωγικές δραστηριότητες, όπως η εργασία ή τις σπουδές τους (30% περίπου του χρόνου και 13% τις περισσότερες φορές), την ανάγνωση (54% περίπου του χρόνου και 34% τον περισσότερο καιρό), την ανάπαυση (16% περίπου του χρόνου και του 4% τις περισσότερες φορές), και αναφερόμαστε στους άλλους επιβάτες (15% περίπου του χρόνου και του 5% τις περισσότερες φορές), δίνοντας έτσι στον χρόνο χρησιμότητα και άρα θετική επίδραση στο κόστος (Λυών, Jain, και Holley 2007). Όταν τους ζητήθηκε να αξιολογήσουν την χρησιμότητα του χρόνου του ταξιδιού, 23 τοις εκατό ανέφερε ότι "έκανα πολύ ενδιαφέρουσα, χρήση του χρόνου μου σε αυτό το τρένο σήμερα," το 55 τοις εκατό ανέφερε ότι "έκανα κάποια χρήση του χρόνου μου σε αυτό το τρένο σήμερα», ανέφερε και 18 τοις εκατό ότι "ο χρόνος που δαπανάται σε αυτό το τρένο

σήμερα είναι χάσιμο χρόνου." Το μέρος του χρόνου που αφιερώνεται σε παραγωγική δραστηριότητα είναι υψηλότερο για τα επαγγελματικά ταξίδια από ότι για ταξίδια αναψυχής, και αυξάνεται με την διάρκεια του ταξιδιού.

Ακολουθεί ένας πίνακας που περιέχει τους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος του χρόνου ταξιδιού.

Πίνακας 3.2: Παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος του χρόνου ταξιδιού

Παράγοντας	Περιγραφή	Αξιολόγηση επιπτώσεων
Αναμονή	Ο χρόνος αναμονής έχει υψηλότερο κόστος έναντι του χρόνου εντός οχήματος	Η αναμονή είναι μεγαλύτερη κατά την χρήση λεωφορείων έναντι Ι.Χ.
Απόσταση βαδίσματος	Ο χρόνος βαδίσματος έχει υψηλότερο κόστος έναντι του χρόνου εντός οχήματος	Ο χρόνος βαδίσματος είναι μεγαλύτερος για την χρήση λεωφορείων έναντι Ι.Χ.
Μετεπιβιβάσεις	Οι μετεπιβιβάσεις επιφέρουν αύξηση του κόστους	Είναι πιο συχνές για τις λεωφορειακές γραμμές
Χρόνος εντός οχήματος	Το μοναδιαίο κόστος τείνει να αυξάνεται για διαδρομές διάρκειας μεγαλύτερης των 40 λεπτών	Η διάρκεια του ταξιδιού είναι συνήθως μεγαλύτερη για τα λεωφορεία
Αξιοπιστία	Η έλλειψη αξιοπιστίας και οι καθυστερήσεις αυξάνουν το κόστος του χρόνου ταξιδιού	Εξαρτάται, αν και συνήθως είναι μεγαλύτερη για τα Ι.Χ.
Συνθήκες οχήματος και αναμονής	Οι δυσχερείς συνθήκες (συνωστισμός, βρωμιά, κρύο, ανασφάλεια) αυξάνουν το κόστος	Οι συνθήκες είναι συνήθως καλύτερες για τα Ι.Χ.
Αίσθηση ελέγχου	Η αίσθηση της έλλειψης ελέγχου του περιβάλλοντος από τον επιβάτη τείνει να αυξάνει το κόστος	Στα λεωφορεία είναι συνήθως μικρή η δυνατότητα ελέγχου για τους επιβάτες

Ανάγκη προσοχής	Η ανάγκη για προσοχή στη διαδρομή αυξάνει το κόστος του χρόνου ταξιδιού	Εξαρτάται, αλλά συνήθως είναι μεγαλύτερη για τα Ι.Χ. και ειδικά σε συνθήκες συμφόρησης
Μεταβλητότητα	Οι συνθήκες της μετακίνησης είναι εξαιρετικά μεταβλητές ανάλογα με την ποιότητα των συνθηκών αναμονής, βαδίσματος, και οχήματος	Η αξιολόγηση των MMM είναι πολύ ευαίσθητη σε ποιοτικούς παράγοντες που συνήθως τείνουν να παραβλέπονται
Τακτικοί και μη τακτικοί επιβάτες	Οι τακτικοί επιβάτες είναι ανελαστικοί σε αυτούς τους παράγοντες σε αντίθεση με τους επιβάτες που δεν έχουν ως αποκλειστική εναλλακτική τη μετακίνηση με λεωφορείο	Για την επίτευξη της αύξησης της επιβατικής κίνησης θα πρέπει να μελετώνται οι παράγοντες που επηρεάζουν θετικά τους μη-τακτικούς επιβάτες

Πηγή: Pratt 1999, Li 2003, Litman 2006.

Β) Ποιότητα εξυπηρέτησης

Η ποιότητα εξυπηρέτησης ενός συστήματος αστικών συγκοινωνιών ορίζεται ως η αντιληπτή απόδοση των παρερχόμενων υπηρεσιών από την πλευρά του επιβάτη (TRB 2003). Σύμφωνα με το TRB (2000), η ποιότητα εξυπηρέτησης μπορεί να απεικονιστεί με βάση πέντε κατηγορίες:

- Τη διαθεσιμότητα: Πόσο εύκολα μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι επιβάτες αστικές συγκοινωνίες.
- Την παρακολούθηση των παρερχομένων υπηρεσιών: Μέτρηση των καθημερινών εμπειριών των χρηστών από τις αστικές συγκοινωνίες.
- Το χρόνο διαδρομής
- Την ασφάλεια στις μετακινήσεις
- Τη συντήρηση και τις κατασκευές: Επιδράσεις των διαφόρων έργων αναβάθμισης του συστήματος.

Από τις παραπάνω κατηγορίες η διαθεσιμότητα, είναι η σημαντικότερη αφού προσφέρει τη δυνατότητα μετακίνησης, ανεξάρτητα της ουσιαστικής ποιότητας. Οι

λοιπές κατηγορίες αφορούν την άνεση των επιβατών ενός μέσου. Ωστόσο, το κοινωνικό όφελος από την λειτουργία των αστικών συγκοινωνιών και μόνο, είναι πολύ μικρό, σε σχέση με αυτό που προκύπτει από τον βαθμό χρήσης των ΜΜΜ, την παροχή υπηρεσιών που ανταποκρίνονται στις ανάγκες και τις προσδοκίες των επιβατών, το πλήθος των νέων επιβατών (πρώην οδηγών), κ.ά.

Η ποιότητα εξυπηρέτησης μπορεί να απεικονιστεί σε έξι επίπεδα, από “Α”- καλύτερο έως “F”-χειρότερο (Levels Of Service – LOS). Αυτά τα έξι επίπεδα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον χαρακτηρισμό του συνόλου του συστήματος αστικών συγκοινωνιών, ενός υποσυνόλου ή τμήματος αυτού. Το επίπεδο εξυπηρέτησης αναφέρεται στην ευκολία, την άνεση, και την ασφάλεια του ταξιδιού όπως αυτή γίνεται αντιληπτή από τους επιβάτες. (Phillips, Karachepone and Landis, 2001; Kittelson & Associates, 2003a and 2003b; Litman, 2007). Η κατάταξη του επιπέδου συμπεριφοράς από Α έως F, χρησιμοποιείται ευρέως για τη αξιολόγηση προβλημάτων στις μεταφορές και των πιθανών σεναρίων επίλυσης. Τέτοια συστήματα διαβάθμισης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό προβλημάτων, την εδραίωση ενός επιπέδου εξυπηρέτησης και στόχων, την αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων, τη σύγκριση καταστάσεων, και την καταγραφή τάσεων. Μπορούν ακόμα να χρησιμοποιηθούν στη δημιουργία μοντέλων ζήτησης, έτσι ώστε να εντοπιστούν οι βελτιώσεις εκείνες που θα επιφέρουν αύξηση της επιβατικής κίνησης. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τους παράγοντες που επηρεάζουν το επίπεδο εξυπηρέτησης.

Πίνακας 3.3: Παράγοντες διαβάθμισης επιπέδου εξυπηρέτησης

Παράγοντας	Περιγραφή	Δείκτες
Διαθεσιμότητα	Που και πότε είναι διαθέσιμες οι υπηρεσίες	-Ετήσιος αριθμός οχηματοχιλιομέτρων ανά κάτοικο -Ημερήσιο ωράριο λειτουργίας -Σύνολο ωρών λειτουργίας -Ποσοστό των προορισμών που βρίσκονται σε ακτίνα 500 μέτρων από τις υπηρεσίες
Συχνότητα	Η συχνότητα των γραμμών και ο μέσος χρόνος	-Δρομολόγια ανά ημέρα -Χρονοαπόσταση

	αναμονής	-Μέσος χρόνος αναμονής
Ταχύτητα ταξιδιού	Η μέση ταχύτητα του οχήματος	-Μέση ταχύτητα οχήματος -Σύγκριση ταχύτητας Ι.Χ. αυτήν των ΜΜΜ -Χρόνος ταξιδιού από πόρτα σε πόρτα
Αξιοπιστία	Κατά πόσο τηρείται το χρονοδιάγραμμα και το πρόγραμμα	-Τήρηση της ώρας αφίξεων -Συχνότητα μηχανικών βλαβών
Ταχύτητα επιβίβασης	Η ταχύτητα επιβίβασης και αποβίβασης των επιβατών	-Ταχύτητα επιβίβασης και αποβίβασης
Ασφάλεια & Σιγουριά	Η αίσθηση ασφάλειας και σιγουριάς των επιβατών	-Αντιληπτή ασφάλεια των επιβατών -Ατυχήματα και τραυματισμοί -Ορατότητα και φωτισμός -Απουσία βανδαλισμών
Κόμιστρα	Οι τιμές των εισιτηρίων, η δομή του και ο τρόπος πληρωμής, η ευκολία εφοδιασμού	-Σύγκριση τιμής εισιτηρίων με το εισόδημα -Σύγκριση τιμής εισιτηρίων με το συνολικό κόστος -Εκπτώσεις εισιτηρίων όπου απαιτείται -Τρόποι πληρωμής -Διαθεσιμότητα εισιτηρίων
Συνδεσιμότητα	Η ευκολία μετεπιβιβάσεων σε άλλα συστήματα μεταφορών	-Ευκολία πληροφόρησης επιβατών στους σταθμούς μετεπιβιβάσεων
Άνεση	Η άνεση των επιβατών	-Διαθεσιμότητα και ποιότητα καθισμάτων -Χώρος (απουσία συνωστισμού) -Ησυχία (απουσία θορύβου)

		-Καθαρή ατμόσφαιρα (έλλειψη οσμών) -Θερμοκρασία -Καθαριότητα
Προσβασιμότητα	Η ευκολία πρόσβασης στις στάσεις και τους σταθμούς	-Ανάπτυξη προσανατολισμένη στις μεταφορές -Απόσταση στάσεων από τον προορισμό -Συνθήκες βαδίσματος
Χώρος αποσκευών	Η πρόβλεψη για χώρο αποσκευών	-Δυνατότητα και ευκολία μεταφοράς αποσκευών
Καθολικός σχεδιασμός	Η άνεση επιβατών με διαφορετικές ανάγκες, όπως τα ΑΜΕΑ	-Σχεδιασμός των προσβάσιμων οχημάτων και στάσεων -Δυνατότητα μετακίνησης αλλοδαπών και ατόμων με προβλήματα όρασης
Πληροφόρηση επιβατών	Η ευκολία πληροφόρησης των επιβατών σχετικά με τις υπηρεσίες	-Διαθεσιμότητα και ακρίβεια των δρομολογίων και πληροφοριών των κομίστρων -Πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τις αφίξεις στις στάσεις
Ευγένεια και υπευθυνότητα	Ο τρόπος αντιμετώπισης των επιβατών	-Ο τρόπος συμπεριφοράς των επιβατών -Ευκολία κατάθεσης παραπόνου -Χειρισμός των παραπόνων
Ελκυστικότητα	Κατά πόσο η παρερχομένη υπηρεσία είναι ελκυστική και ανταγωνιστική	-Ελκυστικότητα οχημάτων και εγκαταστάσεων -Ελκυστικότητα πληροφοριών -Ελκυστικότητα περιοχής
Πρώθηση και Διαφήμιση	Η αποδοτικότητα των προσπαθειών για ενίσχυση της	-Δημοτικότητα των προγραμμάτων -Αύξηση της επιβατικής κίνησης σαν αποτέλεσμα της πρώθησης των

	χρήσης των MMM	υπηρεσιών
--	----------------	-----------

Πηγή: <http://www.vtpi.org/tdm/tdm62.htm>

Η αξία που δίνουν οι χρήστες (και οι εν δυνάμει χρήστες) στην ποιότητα των υπηρεσιών μπορεί να μετρηθεί χρησιμοποιώντας έρευνες δήλωσης προτίμησης (με τις οποίες ζητείται από τους επιβάτες να πουν πόσο αξίζει ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό) και μελέτες δήλωσης προτίμησης (που αξιολογούν τις επιλογές των επιβατών όταν καλούνται να αποφασίσουν μεταξύ διάφορων χαρακτηριστικών). Ένας σημαντικός παράγοντας είναι ο παράγοντας της άνεσης, που συνδέεται ουσιαστικά με τον επιβατικό φόρτο του οχήματος και τη διαθεσιμότητα καθισμάτων. Άρα είναι σημαντική η εκτίμηση του κόστους συνωστισμού.

Η μεταφορική ικανότητα σε επιβάτες μιας δεδομένης λεωφορειακής γραμμής είναι ο μέγιστος αριθμός ατόμων που μπορούν να μεταφερθούν από τη γραμμή σε συγκεκριμένο τμήμα της γραμμής και χρονικό διάστημα και με συγκεκριμένα λειτουργικά χαρακτηριστικά της γραμμής, χωρίς αδικαιολόγητες καθυστερήσεις ή περιορισμούς και με σχετική βεβαιότητα (TRB 2003).

Ο όρος τμήμα της γραμμής υπονοεί ότι η μεταφορική ικανότητα αντιστοιχεί σε κάποιο τμήμα της γραμμής όπου μεταφέρονται οι περισσότεροι επιβάτες. Οι συνολικές επιβιβάσεις κατά μήκος μιας γραμμής είναι περισσότερες από τη μεταφορική ικανότητα της γραμμής και εξαρτώνται από το πόσο συχνά πραγματοποιούνται επιβιβάσεις και αποβιβάσεις. Το σημαντικό είναι να μην υπερβεί ο αριθμός των μεταφερόμενων επιβατών στο τμήμα μιας γραμμής τη μεταφορική ικανότητα της γραμμής. Το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα αφορά το διάστημα στο οποίο αντιστοιχεί η μεταφορική ικανότητα της γραμμής (συνήθως ωριαίο). Τα συγκεκριμένα λειτουργικά χαρακτηριστικά αφορούν στον αριθμό των οχημάτων και τις διαστάσεις τους, τα δρομολόγια της γραμμής και τη χωρητικότητα του κάθε οχήματος. Οι αδικαιολόγητες καθυστερήσεις αφορούν στη δυνατότητα του κάθε επιβάτη να μπορεί να αποβιβαστεί στο πρώτο λεωφορείο που φτάνει στη στάση αλλά και την υποχρέωση των λεωφορείων να μην καθυστερούν αδικαιολόγητα λόγω του κακού χειρισμού από τους οδηγούς κτλ. Όσο για τους περιορισμούς, αυτοί σχετίζονται με τη λειτουργία του συστήματος και την ανοχή των επιβατών ως προς τα λειτουργικά χαρακτηριστικά αυτού. Τέλος η σχετική βεβαιότητα υποδηλώνει το γεγονός ότι η μεταφορική ικανότητα πρέπει να μπορεί να διατηρείται σε ημερήσια βάση, λαμβάνοντας υπόψη τη ζήτηση, την κυκλοφορία και άλλους παράγοντες που δεν εξαρτώνται από τον διαχειριστή του συστήματος.

Έρευνα που διεξάχθηκε για την RailCorp (μια αυστραλιανή σιδηροδρομική εταιρεία)

στην οποία ζητήθηκε από επιβάτες τρένων να εκτιμήσουν την αξία που δίνουν στις διάφορες ιδιότητες των Μεταφορών έδειξε ότι τα κατειλημμένα καθίσματα αυξάνουν το κόστος του χρόνου μετακίνησης κατά 17 τοις εκατό Έτσι, 20 λεπτά από κατειλημμένα καθίσματα θα αυξήσει την γενικευμένο χρόνο του ταξιδιού κατά 3,4 λεπτά ($20 \times 0,17$). Σε δολάρια, κατειλημμένα καθίσματα προσθέτει 2 ¢ ανά λεπτό, εάν ληφθεί υπ' όψιν το χρονικό διάστημα, αποτιμάται σε \$ 9.46/hr.

Οι συντελεστές συνωστισμού εκφράζονται ως συνάρτηση των συντελεστών φόρτων των οχημάτων (επιβάτες δια καθίσματα). Συντελεστής φόρτου κάτω από το 80 τοις εκατό (80 επιβάτες ανά 100 καθισμάτων) δεν επιφέρει κόστος συνωστισμού. Όταν είναι 80 τοις εκατό, αρχίζει να επιφέρει κόστος συνωστισμού. Στο 100 τοις εκατό, ο συντελεστής φόρτου είναι 0.1, αυξάνοντας το μοναδιαίο κόστος του χρόνου μετακίνησης 10 εκατοστιαίες μονάδες. Φόρτος 160 τοις εκατό προσθέτει ένα επιπλέον συντελεστή φόρτου 0,6 ανά λεπτό. Όταν ο συντελεστής γίνει 200% (ο μέγιστος δυνατός), ο επιπλέον συντελεστής φόρτου γίνεται 0,74 ανά λεπτό. Για συντελεστή πάνω από 200 τοις εκατό, οι επιβάτες πρέπει να περιμένουν το επόμενο όχημα. Ο συνωστισμός σε σημεία πρόσβασης, σταθμούς και πλατφόρμες κάνει το περπάτημα και την ώρα αναμονής λιγότερο ευχάριστη, εκφράζοντας την πρόσθετη δυσκολία και προσπάθεια που απαιτείται, αλλά όχι την μειωμένη ταχύτητα που προκαλείται απ' τον συνωστισμό).

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας για τους χρήστες είναι η αξιοπιστία της λεωφορειακής γραμμής. Η αξιοπιστία συνήθως υπολογίζεται ως το ποσοστό των αφίξεων σε κάθε στάση με καθυστέρηση που κυμαίνεται μεταξύ 0 και 4 δευτερολέπτων και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν κατά μήκος της διαδρομής. Από τη στιγμή όμως που αυτές οι συνθήκες είναι εξαιρετικά μεταβλητές, η αξιοπιστία μιας λεωφορειακής γραμμής σπάνια μετρίεται με την ακρίβεια των σιδηροδρομικών συστημάτων.

Οι λεωφορειακές γραμμές μπορούν να έχουν υψηλή αξιοπιστία κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, καθώς και σε έκτακτες περιπτώσεις. Για παράδειγμα, σε περίπτωση που κάποια αρτηρία πρέπει να κλείσει, μια διαδρομή μπορεί να μεταφερθεί εύκολα και γρήγορα ή αν πρόκειται για μια αποκλειστική λεωφορειλωρίδα δεν επηρεάζεται από την πιθανή κυκλοφοριακή συμφόρηση. Συνήθως όμως οι λεωφορειακές γραμμές είναι πολύ ευαίσθητες στις κυκλοφοριακές συνθήκες με αποτέλεσμα την μειωμένη αξιοπιστία. Ακόμα η αξιοπιστία των λεωφορειακών γραμμών επηρεάζεται και από τις καιρικές συνθήκες. Έτσι λοιπόν δεν είναι σπάνιες οι περιπτώσεις που σε δρόμους με κυκλοφοριακή συμφόρηση και ειδικά σε ώρες

αιχμής η αξιοπιστία κυμαίνεται μεταξύ 50% και 70%. Αντίθετα σε προαστιακές περιοχές η αξιοπιστία επηρεάζεται λιγότερο από τις ώρες αιχμής και παρουσιάζεται υψηλή αξιοπιστία, αλλά σπάνια πάνω από 95%. Η πιο αξιόπιστη εξυπηρέτηση επιβατών μειώνει τον χρόνο παραμονής στη στάση και βοηθά ακόμα να ισομοιράζονται οι επιβάτες σε όλα τα λεωφορεία, καθώς τα αργοπορημένα λεωφορεία έχουν την τάση να έχουν περισσότερους επιβάτες από το συνηθισμένο και κατά συνέπεια να παρεκκλίνουν του χρονοδιαγράμματος.

Η ασφάλεια είναι ένας άλλος σημαντικός παράγοντας. Η ασφάλεια γενικά επηρεάζεται από τις κυκλοφοριακές και τις καιρικές συνθήκες αλλά και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά, όπως η ταχύτητα. Γενικά η ασφάλεια των επιβατών στα λεωφορειακά συστήματα είναι ουσιαστικά πιο μεγάλη, καθώς είναι μειωμένος ο κίνδυνος ατυχημάτων και τραυματισμού σε σχέση με τις μετακινήσεις με Ι.Χ.

Σημαντικό ρόλο στην ποιότητα εξυπηρέτησης παίζει και η ποιότητα της πληροφόρησης των επιβατών, σχετικά με τα δρομολόγια και τις συχνότητες των λεωφορειακών γραμμών αλλά και ακόμα πιο πέρα σχετικά με τις αφίξεις του επόμενου λεωφορείου (πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο). Η πληροφόρηση μπορεί να παρέχεται μέσω ιστοσελίδων, τηλεφωνικού κέντρου αλλά και με πίνακες σε κάθε στάση. Όσον αφορά την πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο, αυτή προϋποθέτει την ύπαρξη συστήματος αυτόματου εντοπισμού οχημάτων και ηλεκτρονικών πινακίδων στις στάσεις των λεωφορείων που θα παρέχουν τις πληροφορίες αυτές.

Τέλος, μεγάλη σημασία έχουν και οι συνθήκες που επικρατούν τόσο στις στάσεις όσο και στα οχήματα. Στις στάσεις οι αποβάθρες επιβίβασης / αποβίβασης μειώνουν την απόσταση που οι πεζοί είναι εκτεθειμένοι στην κυκλοφορία καθώς διασχίζουν το δρόμο στην πορεία τους προς και από τη στάση του λεωφορείου. Επίσης οι επιβάτες γίνονται πιο ορατοί στους οδηγούς των λεωφορείων, και παρέχουν επιπλέον χώρο για την τοποθέτηση περισσότερων ανέσεων στη στάση λεωφορείου. Όσον αφορά το όχημα σημαντική είναι η καθαριότητα, η οδηγική συμπεριφορά και η καλή μηχανική λειτουργία του οχήματος.

Γ) Συγκριτικό κόστος μετακίνησης MMM με το Ι.Χ. για τους χρήστες

Σημαντική είναι η εξοικονόμηση χρημάτων για τους χρήστες από την χρήση λεωφορειακών γραμμών και γενικά από την χρήση των MMM, σε σχέση με τα Ι.Χ. Το μέγεθος αυτής της εξοικονόμησης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένου του τύπου των μετακινήσεων που μειώνονται καθώς και το αν

μειώνεται η ιδιοκτησία Ι.Χ. (Litman, 2003) .

Κατ' ελάχιστο, η αλλαγή χρήσης από Ι.Χ. σε ΜΜΜ, οδηγεί σε μείωση των δαπανών για καύσιμα και λιπαντικά. Επιπροσθέτως, η απαξίωση των οχημάτων, τα έξοδα ασφάλισης και οι δαπάνες για στάθμευση είναι εν μέρει μεταβλητά, καθώς με την αύξηση της χρήσης των Ι.Χ., επισπεύδεται η ανάγκη για επισκευή και αντικατάσταση των οχημάτων, αυξάνεται ο κίνδυνος ατυχημάτων και χειροτερεύουν οι συνθήκες κυκλοφορίας και στάθμευσης. Η εξοικονόμηση χρημάτων μπορεί να είναι ακόμη μεγαλύτερη για δυσχερείς κυκλοφοριακές συνθήκες, η αν εμπλέκονται διόδια. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει πιθανή εξοικονόμηση του κόστους των οχημάτων.

Πίνακας 3.4: Εξοικονόμηση του κόστους Ι.Χ.

Κατηγορία	Περιγραφή	Τρόπος μέτρησης
Λειτουργικά έξοδα οχημάτων	Καύσιμα, λιπαντικά, ελαστικά	Ανά χιλιόμετρο, φορές μειωμένο κόστος
Μακροπρόθεσμο κόστος	Μείωση αξίας Ι.Χ., έξοδα από ατυχήματα ή εισιτήρια	Ανά χιλιόμετρο, φορές μειωμένο κόστος
Ειδικά έξοδα	Διόδια , ασφάλιση	Συγκεκριμένες συνθήκες της αγοράς
Ιδιοκτησία Ι.Χ.	Μείωση των πάγιων δαπανών Ι.Χ.	Κόστος μειωμένης ιδιοκτησίας
Κόστος στάθμευσης	Μείωση του κόστους στάθμευσης	Εξοικονόμηση από μειωμένη ιδιοκτησία, ανά μειωμένο χώρο στάθμευσης

Πηγή: <http://www.vtpi.org/tdm/tdm62.htm>

3.3.3. Κόστος μετακίνησης για τον οργανισμό

Σε αντίθεση με τους παράγοντες που αφορούν τους χρήστες, τα κριτήρια που επηρεάζουν τον πάροχο των υπηρεσιών αφορούν κυρίως οικονομικά μεγέθη και είναι πιο εύκολο να υπολογιστούν.

Ο οργανισμός που παρέχει την υπηρεσία πρέπει να καταβάλει ένα κόστος επενδύσεων έτσι ώστε να κατασκευαστούν οι απαραίτητες υποδομές και να προμηθευτεί με τον κατάλληλο εξοπλισμό. Οι δαπάνες αυτές αφορούν την κατασκευή, τη συντήρηση των δρόμων, καθώς και την αλλοτρίωση γης. Οι δαπάνες αυτές επηρεάζονται από το βάρος των οχημάτων, το μέγεθος τους και την ταχύτητα τους. Τα βαρέα οχήματα όπως τα λεωφορεία επιφέρουν μεγαλύτερη φθορά του

οδοστρώματος και τα μεγάλα και γρήγορα οχήματα απαιτούν περισσότερο χώρο. Το κόστος αυτό δεν είναι συνήθως οριακό. Για παράδειγμα, μια μείωση της τάξεως του 10% της κίνησης δεν επιφέρει απαραίτητα μείωση 10% στις δαπάνες των δρόμων. Στις αστικές περιοχές με σοβαρά προβλήματα συμφόρησης και υψηλές αξίες γης, ακόμα και μια μικρή μείωση του όγκου της κίνησης έχουν ως αποτέλεσμα μεγάλη εξοικονόμηση. Τα έσοδα από την αποφυγή επέκτασης του οδικού δικτύου, πρέπει να θεωρούνται όφελος για τον οργανισμό. Η επέκταση του αστικού οδικού δικτύου εκτιμάται μεταξύ 4-10 εκατομμυρίων δολαρίων ανά μίλι λωρίδας δρόμου (Cambridge Systematics, 1992). Αυτό αντιστοιχεί σε ετήσιο κόστος από 200.000-500.000 δολάρια ανά μίλι λωρίδας (υπολογίζοντας 7% επιτόκιο άνω των 20 ετών). Υπολογίζεται ότι η αντικατάσταση Ι.Χ. με μικρά ή μεγάλα λεωφορεία παρέχει εξοικονόμηση δαπανών της τάξεως των 1-3 σέντ ανά μίλι με Ι.Χ. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει την επίδραση της αύξησης της χρήσης των λεωφορείων στο κόστος αυτό.

Πίνακας 3.5: Επίδραση αύξησης χρήσης των λεωφορείων στο κόστος των οδών

Κατηγορία	Περιγραφή	Επίδραση στο κόστος
Οδόστρωμα	Δαπάνες για την καταστροφή του δρόμου λόγω της κίνησης των οχημάτων, δαπάνες επισκευής, και δαπάνες ενίσχυσης οδοστρώματος λόγω των αυξημένων απαιτήσεων	Τα λεωφορεία τείνουν να αυξάνουν αυτό το κόστος λόγω του μεγάλου αυξημένου βάρους ανά άξονα
Πλάτος λωρίδας	Αυξημένο κόστος λόγω της ανάγκης κατασκευής μεγαλύτερων λωρίδων εξαιτίας των μεγαλύτερων οχημάτων	Τα λεωφορεία μπορεί να αυξήσουν την ανάγκη για λωρίδες σε κάποια σημεία
Εξοπλισμός κυκλοφορίας	Σχεδιασμός οδών, έλεγχος κυκλοφορίας, αστυνόμευση, σηματοδότηση, κτλ.	Το κόστος αυτό τείνει να μειώνεται εφόσον εξαρτάται κυρίως από τον όγκο της κίνησης
Μεταφορική Ικανότητα δρόμου	Δαπάνες λόγω προσθήκης λωρίδων, προσαρμογή κόμβων και άλλα μέτρα για την διαχείριση της αυξημένης κίνησης	Μπορεί να μειωθεί σημαντικά το κόστος αυτό αλλά αντικατοπτρίζεται στην αξία του κόστους συμφόρησης

Πηγή: <http://www.vtpi.org/tdm/tdm62.htm>

Ακόμα, στο κόστος επενδύσεων περιλαμβάνονται και τα έξοδα για προμήθεια λεωφορείων. Τέλος, εδώ περιλαμβάνονται και οι δαπάνες για την προμήθεια εξοπλισμού όπως είναι τα ελεγκτικά μηχανήματα, ο εξοπλισμός και η επάνδρωση των στάσεων και των σταθμών, οι εγκαταστάσεις του οργανισμού καθώς και συστήματα εντοπισμού οχημάτων, ή η δημιουργία κέντρου ελέγχου της κυκλοφορίας των οχημάτων.

Το λειτουργικό κόστος του οργανισμού αφορά τα καύσιμα, τα λιπαντικά, τα ελαστικά και τα έξοδα συντήρησης. Ακόμα, σημαντικό κομμάτι του λειτουργικού κόστους είναι και η μισθοδοσία του προσωπικού, δηλαδή των οδηγών, των ελεγκτών, των σταθμαρχών αλλά και των ατόμων της διοίκησης. Έτσι το λειτουργικό κόστος συνδέεται άμεσα με τις ώρες λειτουργίας της υπηρεσίας. Προκύπτει λοιπόν ότι μια μείωση του χρόνου ταξιδιού με αύξηση της ταχύτητας, ερμηνεύεται ως μια δυνητική μείωση του στόλου των οχημάτων και των ετήσιων ωρών λειτουργίας. Άρα η μείωση του χρόνου ταξιδιού αποκομίζουν οφέλη τόσο οι χρήστες, όσο και ο πάροχος.

Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει το κόστος του οργανισμού είναι η επιβατική κίνηση και οι αλλαγές σε αυτήν. Η αύξηση της επιβατικής κίνησης προσφέρει ένα άμεσο όφελος για τον ιδιοκτήτη – διαχειριστή, δεδομένων των πρόσθετων εσόδων που προκύπτουν από τους επιπλέον επιβάτες. Για αυτό στόχος όλων των οργανισμών είναι η αύξηση της επιβατικής κίνησης. Τέλος η επιβατική κίνηση συνδέεται άμεσα με την κυκλοφοριακή συμφόρηση και το κόστος αυτής. Το κόστος συμφόρησης αφορά τόσο το κοινωνικό σύνολο, όσο τον οργανισμό και τους χρήστες. Παρόλα αυτά το κόστος αυτό είναι πολύ δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί και να συμπεριληφθεί σε ένα μοντέλο αξιολόγησης.

3.3.4. Κοινωνικές Επιπτώσεις

Το κόστος που αφορά την κοινωνία γενικά είναι μη – οικονομικό και αφορά κυρίως περιβαλλοντικές επιδράσεις, όπως η μόλυνση του αέρα και η ηχορύπανση, αλλά και ενεργειακά θέματα.

A) Διατήρηση ενέργειας και Εκπομπές αερίων

Η χρήση των MMM μπορεί να αποφέρει οφέλη, όπως η διατήρηση της ενέργειας και οι μειώσεις των εκπομπών αερίων. Υπολογίζεται ότι οι δημόσιες μεταφορές ενώ καταναλώνουν την μισή ενέργεια και παράγει εκπομπές μόνο 5%CO, 8% VOCs και 50% CO₂ και NO_x ανά μίλι επιβατών σε σύγκριση με τη μέση εκπομπή των Ι.Χ.(Shapiro, Hassett, Arnold, 2 και η μείωση των εκπομπών002). Η αυξημένη χρήση

MMM σχετίζεται με χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας κατά κεφαλή (Newman , Kenworthy, 1999; ICF, 2008). Το οριακό όφελος από τη διατήρηση της ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών, εξαρτάται από τις συνθήκες του ταξιδιού, τις επιροές των μετακινήσεων και ο τύπος των οχημάτων που χρησιμοποιούνται.

- Πολιτικές που αυξάνουν την χρήση των λεωφορείων ντίζελ σε δρομολόγια με χαμηλό φόρτο (προαστιακές περιοχές και εκτός αιχμής διαδρομές) τείνουν να αυξάνουν την κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές.
- Πολιτικές που ενισχύουν την αλλαγή χρήσης από Ι.Χ. σε λεωφορεία, με την ήδη υπάρχουσα μεταφορική ικανότητα οχημάτων, μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές αερίων.
- Πολιτικές που βελτιώνουν την κατανάλωση καυσίμων ή μειώνουν τις εκπομπές αερίων των οχημάτων (για παράδειγμα αντικατάσταση των παλιών ντίζελ οχημάτων με νέες σύγχρονες «καθαρές» μηχανές ή εναλλακτικά καύσιμα) παρέχουν όφελος.
- Πολιτικές που μειώνουν την συνολική ποσότητα της οδήγησης σε συνθήκες συμφόρησης, τείνουν να ενισχύουν τη διατήρηση της ενέργειας και τις εκπομπές αερίων.
- Πολιτικές που δημιουργούν σχεδιασμό για πιο προσβάσιμη χρήση γης, και έτσι μειώνουν το κατά κεφαλή αριθμό χιλιομέτρων που διανύονται, μπορούν να αποδώσουν μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας και περιορισμό των εκπομπών αερίων.

Κάτω από ορισμένες συνθήκες, τα λεωφορεία καταναλώνουν την ίδια περίπου ενέργεια ανά επιβάτη ανά χιλιόμετρο. Αυτό αντικατοπτρίζει ότι παίζει σημαντικό ρόλο ο βαθμός πληρότητας των οχημάτων. Έτσι η αύξηση της επιβατικής κίνησης βοηθάει στην εξοικονόμηση ενέργειας. Μια διεθνής μελέτη υπολόγισε το κόστος αυτό σε περίπου 30 λεπτά ανά γαλόνι κατά μέσο όρο. Η εκτίμηση της επίδρασης στο κόστος των εκπομπών αερίων είναι δύσκολη γιατί υπάρχουν αρκετοί διαφορετικοί τύποι αερίων και πολλές διαφορετικές συνθήκες οδήγησης και κατηγορίες μηχανών. Και εδώ η αύξηση της επιβατικής κίνησης, οδηγεί στην μείωση των κατά κεφαλή εκπομπών. Οι παλαιότερες ντίζελ μηχανές είχαν σχετικά υψηλές εκπομπές αερίων, σε αντίθεση με τις νέες που έχουν μειωμένες εξαιτίας των ελέγχων στις εκπομπές αερίων. Μεταξύ 1987 και 2004 οι εκπομπές μειώθηκαν περίπου κατά 80%. Πολλά λεωφορεία χρησιμοποιούν φιλικά καύσιμα, όπως το φυσικό αέριο, μειώνοντας σε πολύ μεγάλο βαθμό τις εκπομπές ρυπαντών.

Η ηχορύπανση είναι από μέτρια έως μεγάλη στα αστικά κέντρα. Το κόστος της ηχορύπανσης είναι μεγαλύτερο σε περιοχές αμιγώς κατοικημένες περιοχές από ότι στο αστικό κέντρο. Το επίπεδο του θορύβου ποσοτικοποιούνται λαμβάνοντας υπόψη τον όγκο και τη σύνθεση της κυκλοφορίας, τη ταχύτητα, τον τύπο του οδοστρώματος καθώς και γεωγραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Για όλα τα οδικά τμήματα, το επίπεδο του θορύβου κατά την συλλογή θα μπορούσε να εκτιμηθεί εφαρμόζοντας το ισοδύναμο επίπεδο θορύβου σε εικοσιτετράωρη βάση, με βάση τον όγκο της κίνησης. Τα κοινά ντιζελοκίνητα οχήματα παραγάγανε πολύ θόρυβο εξαιτίας των μεγάλων μηχανών και της χαμηλής ισχύος αναλογικά με το βάρος. Ο θόρυβος που παράγει ένα τυπικό ντιζελοκίνητο όχημα είναι ίσος με τον θόρυβο που παράγεται από 5 έως 15 μέσα Ι.Χ. (Delucchi and Hsu, 1998). Τα υβριδικά οχήματα παράγουν πολύ λιγότερο θόρυβο. Επιπροσθέτως, ακόμα και αν ένα Ι.Χ. ή μια μηχανή αντικατασταθεί από ένα λεωφορείο, αυτό μειώνει το θόρυβο εν γένει. Κατά την εκτίμηση του κόστους εισάγεται ένα όριο, η παραβίαση του οποίου επιφέρει κόστος.

Γενικά, τα οχήματα συνεισφέρουν στη μόλυνση του υδροφόρου ορίζοντα εξαιτίας των διαρροών λαδιών, των υγρών φρένων και των υπολοίπων από τα ελαστικά. Η χρήση των MMM γενικά παράγει μικρότερη μόλυνση των υδάτων καθώς, απαιτούνται λιγότερα οχήματα.

B) Άλλα οφέλη

Η χρήση των MMM επιφέρει και κάποια άλλα οφέλη στο κοινωνικό σύνολο. Κάποια από αυτά είναι: η παροχή ίσων ευκαιριών στους πολίτες, η ύπαρξη εναλλακτικών για μετακίνηση, και η οικονομική ανάπτυξη των περιοχών. Η ύπαρξη των MMM δίνει τη δυνατότητα μετακίνησης σε όλους τους πολίτες, ακόμα και σε αυτούς που δεν έχουν καλή οικονομική κατάσταση ή αντιμετωπίζουν σωματικά και κοινωνικά προβλήματα. Η αξία της ύπαρξης εναλλακτικών λύσεων για μετακίνηση οφείλεται στο γεγονός ότι οι πολίτες έχουν την επιλογή χρήσης των MMM ακόμα και αν δεν τα χρησιμοποιούν, αλλά μπορεί να φανεί χρήσιμη σε έκτακτες συνθήκες όπως για παράδειγμα κάποια βλάβη. Η ύπαρξη MMM μπορεί επηρεάζει την οικονομική ανάπτυξη καθώς επηρεάζονται οι τιμές των ακινήτων αλλά αυξάνεται και η κινητικότητα με αποτέλεσμα την πιθανή τόνωση της αγοράς.

3.4 Αξιολόγηση

3.4.1. Απαιτήσεις επιβατικού κοινού

Η αξιολόγηση μιας λεωφορειακής γραμμής πραγματοποιείται, έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες και τις απαιτήσεις του επιβατικού κοινού, όπως αυτές παρουσιάζονται από την επεξεργασία της βάσης δεδομένων παραπόνων του ΟΑΣΑ. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η βελτίωση της απόδοσης της λεωφορειακής γραμμής. Η απόδοση των Δημόσιων Συγκοινωνιών επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες του αστικού περιβάλλοντος. Βασικός στόχος για τον ΟΑΣΑ είναι η εξέλιξη των ΜΜΜ, κάνοντας τα πιο βολικά και ανταγωνιστικά σε σχέση με τα Ι.Χ. Η επίτευξη του στόχου αυτού επιδιώκεται να πραγματοποιηθεί με τον αποδοτικότερο οικονομικά τρόπο και αν είναι δυνατό με την αναδιοργάνωση του δικτύου, παρά με την επέκτασή του. Είναι λοιπόν προφανής η σπουδαιότητα της ύπαρξης ελκυστικών στους επιβάτες, αλλά και οικονομικά αποδοτικών λεωφορειακών γραμμών, αφού αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του δικτύου. Οι βασικές απαιτήσεις του επιβατικού κοινού όπως αυτές διαφαίνονται από την σχετική έρευνα είναι η βελτίωση της λειτουργικής αποδοτικότητας και η αξιοπιστίας των δρομολογίων καθώς και η βελτίωση της ποιότητας εξυπηρέτησης.

Από τη στατιστική επεξεργασία και ανάλυση των στοιχείων της βάσης δεδομένων του ΟΑΣΑ, προέκυψε ο παρακάτω πίνακας, που παρουσιάζει τις ανάγκες των επιβατών

Πίνακα 3.6: Παράπονα για τον ΕΘΕΛ ανά κατηγορία

Κατηγορία Παραπόνου	Ποσοστό
ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	61%
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	23%
ΠΡΟΤΑΣΗ ΝΕΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ& ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ	7%
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	3%
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΑΣΕΩΝ - ΣΤΑΘΜΩΝ	2%
ΚΟΜΙΣΤΡΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ	2%

Το 61% των επιβατών εκφράζει παράπονα που αφορούν το δρομολόγιο, δηλαδή τα χαρακτηριστικά της λεωφορειακής γραμμής όπως το ωράριο λειτουργίας, η

συχνότητα της γραμμής αλλά και την τήρηση του χρονοδιαγράμματος, δηλαδή την αξιοπιστία της κάθε γραμμής. Η κύρια απαίτηση που περιγράφεται είναι η ανάγκη του επιβατικού κοινού για αύξηση της συχνότητας λειτουργίας μιας λεωφορειακής γραμμής, καθώς ο χρόνος αναμονής είναι μεγάλος. Ακόμα, περιγράφεται η ανάγκη για μεγαλύτερη αξιοπιστία των λεωφορειακών γραμμών καθώς καταγράφονται μεγάλες αποκλίσεις από το χρονοδιάγραμμα.

Το 23% του επιβατικού κοινού αναφέρει παράπονα που αφορούν την συμπεριφορά του προσωπικού, δηλαδή των οδηγών, των σταθμαρχών, και των εκδοτών εισιτηρίων. Στην κατηγορία αυτή περιέχεται η οδηγική συμπεριφορά αλλά και ο τρόπος με τον οποίο συμπεριφέρεται το προσωπικό προς τους επιβάτες.

Το 7% των παραπόνων αφορά προτάσεις για αλλαγές στο δίκτυο, όπως η διαδρομή που ακολουθεί η λεωφορειακή γραμμή, η προσθήκη ή απαλοιφή στάσεων σε αυτήν, η επέκταση του ωραρίου λειτουργίας, αλλά και η δημιουργία εξ ολοκλήρου νέων γραμμών για την εξυπηρέτηση συγκεκριμένων περιοχών.

Το 3% αφορά την κατάσταση των οχημάτων, δηλαδή, την παλαιότητα τους, τα διαθέσιμα καθίσματα, την καθαριότητα, τον κλιματισμό, το επίπεδο θορύβου κτλ.

Το 2% των παραπόνων σχετίζεται με την κατάσταση των στάσεων και των σταθμών, δηλαδή την ύπαρξη καθισμάτων, στεγάστρου, την παροχή πληροφοριών σχετικά με τις γραμμές που διέρχονται από την κάθε στάση αλλά και το ωράριο λειτουργίας και τη διαδρομή της κάθε γραμμής.

Τέλος, το 2% των παραπόνων αφορούν τα κόμιστρα και τον έλεγχο τους. Τα παράπονα αυτά σχετίζονται με τις τιμές των εισιτηρίων, τον τρόπο και τόπο πώλησης τους καθώς και την ελεγκτική διαδικασία.

3.4.2 Μέτρα βελτίωσης του επιπέδου ικανοποίησης των επιβατών και επιπτώσεις των παρεμβάσεων στις παραμέτρους που επηρεάζουν το κόστος μετακίνησης

ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ

Το πρόβλημα της δρομολόγησης αποτελείται επί της ουσίας από τη δομή και το σχεδιασμό των διαδρομών των λεωφορειακών γραμμών, τη συχνότητα λειτουργίας τους καθώς και την αξιοπιστία τους. Ο σχεδιασμός των γραμμών μπορεί να αναπαρασταθεί ως ένα πρόβλημα προγραμματισμού σε δύο επίπεδα: 1) Ο τοπογραφικός σχεδιασμός των γραμμών του συστήματος 2) Ο λειτουργικός σχεδιασμός, κατά τον οποίο καθορίζονται η ιδανική συχνότητα και η μεταφορική

ικανότητα κάθε γραμμής.

Όσο αφορά τον τοπογραφικό σχεδιασμό, οι διαδρομές των λεωφορειακών γραμμών θα πρέπει να σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στη ζήτηση. Βασικό στοιχείο αποτελούν οι οδικές αρτηρίες από τις οποίες θα διέρχεται μια λεωφορειακή γραμμή. Οι οδοί αυτοί θα πρέπει να επιλέγονται με διαφορά κριτήρια. Πρωταρχικό είναι οι οδικές αυτές αρτηρίες να αποτελούν προέλευση ή προορισμό μεγάλου μέρους του επιβατικού κοινού και έτσι η γραμμή να καλύπτει την ανάγκη του για μετακίνηση. Ένα άλλο κριτήριο αποτελούν τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά της εκάστοτε οδού, δηλαδή το πλάτος της, ο αριθμός των λωρίδων, η δυνατότητα κατασκευής λεωφορειολωρίδας ή εσοχών, η δυνατότητα εγκατάστασης αποβάθρας επιβίβασης – αποβίβασης ή ακόμα και στεγάστρου. Ακόμα σημαντικό ρόλο για τη χάραξη της γραμμής θα πρέπει να αποτελεί και ο κυκλοφοριακός φόρτος μιας αρτηρίας καθώς επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό λειτουργικά χαρακτηριστικά, όπως ο χρόνος κύκλου της γραμμής, η αξιοπιστία της, αλλά και το κόστος μετακίνησης. Εκτός της χάραξης της γραμμής, σημαντικός είναι και ο προσδιορισμός των στάσεων κατά μήκος της αυτής. Ο προσδιορισμός των στάσεων αφορά τόσο την επιλογή της ακριβούς θέσης τους, όσο και την μεταξύ τους απόσταση με στόχο την βέλτιστη απόδοση της γραμμής και εξυπηρέτησης του κοινού. Θα πρέπει να επιλεγεί ο αριθμός των στάσεων κάθε γραμμής έτσι ώστε, να μην υπάρχει αύξηση του χρόνου μετακίνησης λόγω των συχνών στάσεων, αλλά και έτσι ώστε να είναι προσβάσιμες και να μην αυξάνεται σημαντικά ο χρόνος βαδίσματος.

Όσον αφορά το λειτουργικό σχεδιασμό μιας γραμμής, το σημαντικότερο στοιχείο είναι ο καθορισμός της λειτουργικής συχνότητας της γραμμής. Η συχνότητα χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της χρονοαπόστασης μιας λεωφορειακής γραμμής και συνήθως πρόκειται για συχνότητα ζήτησης. Οι συχνότητα ζήτησης σχετίζεται με τη χρονική και χωρική κατανομή της ζήτησης και επιλέγεται σύμφωνα με τον αριθμό των μεταφερόμενων επιβατών και τη χωρητικότητα των λεωφορείων. (Λειτουργία Δικτύων Μέσων Μαζικής Μεταφοράς – Κ. Λυμπέρης, Μ. Καρλαύτης, 2004). Απαιτείται ο καθορισμός των επιβατικών φόρτων, ο οποίος λαμβάνεται με τη βοήθεια μετρήσεων. Γενικά για τον προσδιορισμό της χρονοαπόστασης λαμβάνονται υπόψη:

- Ο αριθμός των επιβαινόντων σε λεωφορεία σε διάφορες θέσεις κατά μήκος της γραμμής και ο αριθμός αυτών που αναμένουν στις στάσεις της γραμμής.
- Η χωρητικότητα των λεωφορείων
- Η πολιτική του διαχειριστή των γραμμών ως προς το ποσοστό της

χωρητικότητας των λεωφορείων που είναι επιθυμητό να χρησιμοποιείται. Το ποσοστό αυτό μπορεί να εκφραστεί ως ο αριθμός των επιβατών ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας οχήματος ή το ποσοστό των συνολικά μεταφερομένων επιβατών έναντι των καθημένων επιβατών ή ακόμη απευθείας ως ποσοστό της χωρητικότητας του οχήματος.

Ακόμα σημαντικό είναι και το ωράριο λειτουργίας. Ανάλογα λοιπόν με την χρονοαπόσταση που επιλέγεται καθώς και το ωράριο λειτουργίας προκύπτει και ο αριθμός των οχημάτων που απαιτούνται για την λειτουργία της γραμμής. Η αύξηση της συχνότητας λειτουργίας οδηγεί σε αύξηση των απαιτούμενων οχημάτων. Ο μεγαλύτερος αριθμός οχημάτων οδηγεί αφενός μεν σε μείωση του χρόνου αναμονής των επιβατών στη στάση και άρα του συνολικού χρόνου ταξιδιού, αφετέρου δε για τον οργανισμό μεγαλύτερο λειτουργικό κόστος και πιθανόν κόστος επενδύσεων για την αγορά νέων οχημάτων.

Τέλος, τα δρομολόγια των λεωφορειακών γραμμών είναι δύσκολο να τηρηθούν καθώς λόγω των καθυστερήσεων που εμφανίζονται στις αφετηρίες, των τυχαίων αποκλίσεων των χρόνων διαδρομής ανάμεσα στις στάσεις καθώς και των απωλειών χρόνων στις στάσεις. Προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή αξιοπιστία των λεωφορείων, θα πρέπει: Α) να εξασφαλίζεται η ακριβής προγραμματισμένη ώρα αναχώρησης από τις αφετηρίες και Β) να επιλέγονται ενδιάμεσα σημεία - στάσεις ως σημεία ελέγχου της διαδρομής. Τα σημεία ελέγχου επιλέγονται σύμφωνα με τα παρακάτω στοιχεία:

- Η απόκλιση του ομοιόμορφου χρονικού διαχωρισμού στο σημείο ελέγχου είναι μεγαλύτερη του διπλάσιου της μέσης απόκλισης που παρατηρείται σε όλες τις στάσεις.
- Το γινόμενο της τυπικής απόκλισης του χρόνου διαδρομής μέχρι το σημείο ελέγχου και του λόγου των επιβατών που επιβιβάζονται στις επόμενες στάσεις της διαδρομής προς τους υπάρχοντες επιβάτες εντός του οχήματος μεγιστοποιείται.

Σημειώνεται ότι υπάρχει ένας βέλτιστος αριθμός σημείων ελέγχου, πάνω από τον οποίο παρατηρείται αρνητική επίπτωση στην απόδοση του συστήματος

Όσον αφορά τον τομέα της αξιοπιστίας αναλύονται παρακάτω πιθανά μέτρα για την βελτίωση της αξιοπιστίας. Ένα αποτελεσματικό μέτρο για την αύξηση της αξιοπιστίας μιας λεωφορειακής γραμμής είναι η δημιουργία ενός κέντρου διαχείρισης κυκλοφορίας των λεωφορείων. Το μέτρο αυτό δεν μπορεί να εφαρμοσθεί μόνο για μια λεωφορειακή γραμμή. Είναι ένα μέτρο ιδιαίτερα δαπανηρό και θα μπορούσε να

εφαρμοσθεί μόνο για το σύνολο των λεωφορειακών γραμμών έτσι ώστε να είναι αποδοτικό για τον οργανισμό αλλά και να μεγιστοποιηθεί το όφελος του επιβατικού κοινού από την λειτουργία του. Η δημιουργία ενός κέντρου διαχείρισης κυκλοφορίας απαιτεί ένα κόστος επενδύσεων της τάξης των σαράντα εκατομμυρίων ευρώ και λειτουργικό κόστος πέντε εκατομμυρίων ευρώ. Τα οχήματα εντοπίζονται στο δίκτυο με την εγκατάσταση ενός συστήματος γεωγραφικού εντοπισμού. Ωστόσο, η διαχείριση τους είναι μια πολύπλοκη διαδικασία και τεχνικά απαιτητική λόγω του μεγάλου αριθμού λεωφορειακών γραμμών, αλλά και των πεπλεγμένων διαδρομών. Η λειτουργία του κέντρου διαχείρισης της κυκλοφορίας μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη καθώς οι καθυστερήσεις οφείλονται συχνά στην κυκλοφοριακή συμφόρηση και τον όγκο των επιβατών. Με τη λειτουργία του κέντρου μπορούν να αποσβηστούν οι καθυστερήσεις αυτές με ενέργειες όπως η αγνόηση στάσεων, η προσθήκη δρομολογίων ή ακόμα και ο προσωρινός επανασχεδιασμός του δρομολογίου της γραμμής για αποφυγή συμφορημένων οδών. Αρκετές πόλεις διαθέτουν ήδη ένα κέντρο ελέγχου της κίνησης των λεωφορείων. Για παράδειγμα το Λονδίνο ήταν πρωτοπόρο στον τομέα αυτό με τη λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος από τα τέλη της δεκαετίας του πενήντα. Το σύστημα αποτελούταν από σαρωτές που είχαν τοποθετηθεί σε συγκεκριμένα σημεία και ανίχνευαν τους κωδικούς από τα λεωφορεία που διερχόταν από τα συγκεκριμένα σημεία. Εν συνεχεία ο ελεγκτής έδινε τις οδηγίες στους οδηγούς μέσα από σύστημα ενδοεπικοινωνίας. Άλλο παράδειγμα είναι εκείνο του Αμβούργου, που ανέπτυξε ένα άλλο σύστημα στα τέλη της δεκαετίας του εξήντα. Το σύστημα αποτελούταν από πομπούς τοποθετημένους σε κρίσιμα σημεία κατά μήκος των διαδρομών καθώς και στις αφετηρίες και τα τέρματα. Κάθε λεωφορείο ήταν εξοπλισμένο με ένα δέκτη ο οποίος δεχόταν ένα σήμα που καταγραφόταν κάθε φορά που διερχόταν από έναν πομπό. Οι πληροφορίες συλλεγόταν κάθε δύομισι λεπτά και κατασκευαζόταν αυτόματα ένα διάγραμμα χρόνου – απόστασης της κάθε λεωφορειακής γραμμής. Με οπτική παρατήρηση ήταν εύκολη η εποπτεία της γραμμής και ο εντοπισμός αποκλίσεων που απαιτούσαν παρεμβάσεις. Άλλα παρόμοια συστήματα έχουν εφαρμοσθεί σε αρκετές χώρες όπως η Ιταλία, η Γαλλία, η Ολλανδία και οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής.

Οι βασικοί στόχοι ενός κέντρου διαχείρισης κυκλοφορίας θα πρέπει να είναι:

- Η ελαχιστοποίηση των καθυστερήσεων των λεωφορειακών γραμμών των κυκλοφοριακών
- Η γρήγορη απόκριση στα συμβάντα

Η λήψη, επεξεργασία, μελέτη και αξιοποίηση των κυκλοφοριακών στοιχείων

Οι παρεμβάσεις στην φωτεινή σηματοδότηση

Η παροχή κυκλοφοριακών στοιχείων «σε πραγματικό χρόνο» προς τρίτους για στήριξη εφαρμογών τηλεματικής

Η συνεργασία με άλλα κέντρα ελέγχου (Τροχαία, ΚΔΚ Αττικής Οδού, Πυροσβεστική, ΕΚΑΒ, κ.λπ.

Ένα άλλο μέτρο για την αύξηση της αξιοπιστίας μιας λεωφορειακής γραμμής θα ήταν η τοποθέτηση σταθμαρχών που θα έχουν τη δυνατότητα ανασχεδιασμού του δρομολογίου ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν και τις ανάγκες που παρουσιάζονται. Οι σταθμάρχες θα βρίσκονται στην αφετηρία και το τέλος μιας λεωφορειακής γραμμής και θα βρίσκονται σε επικοινωνία ανά τακτά χρονικά διαστήματα με τους οδηγούς των οχημάτων έτσι ώστε να έχουν την εποπτεία για τη τήρηση ή όχι του χρονοδιαγράμματος. Η επικοινωνία μπορεί να πραγματοποιείται είτε μέσω ενός συστήματος ενδοεπικοινωνίας, όπως τα ραδιοταξί ή ακόμα και με τη χρήση κινητών τηλεφώνων αν πρόκειται για μια αποκλειστικά γραμμή. Ο σταθμάρχης έχοντας υπόψη το αρχικά προγραμματισμένο χρονοδιάγραμμα θα μπορεί να επεμβαίνει είτε με την προσθήκη ενός ακόμα δρομολογίου όταν αυτό απαιτείται, είτε με την εντολή αγνόησης στάσεων. Η ένταξη ενός επιπλέον οχήματος μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με την μείωση του χρόνου επαναφοράς μιας γραμμής ή ακόμα και την κατάργηση του σε ορισμένες περιπτώσεις. Συχνά βέβαια ο χρόνος επαναφοράς δεν αρκεί για να καλύψει τις αποκλίσεις και τότε απαιτείται η προσθήκης επιπλέον οχημάτων στη λεωφορειακή γραμμή, που μεταφράζεται ως αύξηση του λειτουργικού κόστους για τον οργανισμό. Ακόμα αύξηση του λειτουργικού κόστους αποτελεί και το κόστος μισθοδοσίας των σταθμαρχών αν αυτοί δεν υπάρχουν, η αυξηθεί το ωράριο λειτουργίας τους.

Όπως προκύπτει, οι βασικές ανάγκες που θα πρέπει να ικανοποιηθούν είναι η ανάγκη για βελτιωμένη συχνότητα λειτουργίας των λεωφορειακών γραμμών, η ανάγκη αύξησης της αξιοπιστίας των γραμμών, η ανάγκη βελτίωση της συμπεριφοράς του προσωπικού και η ανάγκη για επανασχεδιασμό ορισμένων λεωφορειακών γραμμών. Η αναγνώριση και κατανόηση των αναγκών αυτών αποτελεί εργαλείο για την εκτίμηση των ποσοτικών επιπτώσεων που έχουν στις παραμέτρους που επηρεάζονται με τα οφέλη. Ο ΟΑΣΑ πρέπει να προβεί στις ανάλογες ενέργειες – βελτιώσεις με στόχο την ικανοποίηση των αναγκών των

επιβατών.

Εδώ παρουσιάζονται οι βελτιώσεις που μπορούν να εφαρμοσθούν έτσι ώστε να αξιολογηθεί κατά πόσο καλύπτουν τις ανάγκες των επιβατών. Τα μέτρα αυτά είναι:

- Η αύξηση της συχνότητας λειτουργίας μιας λεωφορειακής γραμμής
- Η κατασκευή λεωφορειολωρίδας σε τμήμα η κατά μήκος όλης της διαδρομής μιας λεωφορειακής γραμμής
- Η δημιουργία και εγκατάσταση συστήματος πληροφόρησης των επιβατών σε πραγματικό χρόνο (πληροφορίες για την άφιξη του επόμενου λεωφορείου)

Η εφαρμογή της κάθε από τις παραπάνω ενέργειες, θα έχει επιπτώσεις στις παραμέτρους που επηρεάζουν το κόστος του οργανισμού και το όφελος των χρηστών.

Πίνακας 3.7: Παράμετροι που επηρεάζουν το κόστος των χρηστών και του ΟΑΣΑ

ΧΡΗΣΤΕΣ	ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ
- Χρόνος ταξιδιού	- Χρόνος ταξιδιού
- Χρόνος αναμονής	- Επιβατική κίνηση
- Αξιοπιστία	- Λειτουργικό κόστος
- Άνεση	- Κόστος επενδύσεων

Αύξηση λειτουργικής συχνότητας λεωφορειακής γραμμής

Η αύξηση της συχνότητας λειτουργίας μιας λεωφορειακής γραμμής, επηρεάζει τόσο τους χρήστες όσο και τον ΟΑΣΑ. Η αυξημένη συχνότητα διέλευσης κατανέμει τους επιβάτες σε περισσότερα λεωφορεία, μειώνοντας το χρόνο αναμονής στη στάση τόσο για τους επιβάτες όσο και για τα οχήματα. Η ομοιόμορφη κατανομή των επιβατών στα οχήματα εξασφαλίζει σε μεγάλο βαθμό άνετες συνθήκες μετακίνησης, καθώς αποφεύγονται φαινόμενα συνωστισμού. Όσο υψηλότερη είναι η συχνότητα διέλευσης, τόσο μειώνεται ο χρόνος παραμονής στη στάση αλλά και ο συνολικός χρόνος μετακίνησης. Όμως σε πολύ υψηλές συχνότητες, ενδεχομένως, να υπάρχουν κυκλοφοριακά προβλήματα στην κίνηση των οχημάτων. Θα πρέπει να αποφεύγεται το ενδεχόμενο δύο λεωφορεία να περνούν μαζί από κάποιες στάσεις. Όταν μια λεωφορειακή γραμμή λειτουργεί με υψηλή συχνότητα αυξάνεται η αξιοπιστία της καθώς οι αποκλίσεις των αφίξεων από το προγραμματισμένο χρονοδιάγραμμα είναι

μικρότερες.

Η αύξηση της συχνότητας διέλευσης οδηγεί σε μείωση του χρόνου ταξιδιού, κυρίως λόγω της μείωσης του χρόνου αναμονής στη στάση και όχι του χρόνου κύκλου γραμμής. Ο χρόνος κύκλου της γραμμής είναι το άθροισμα του χρόνου μετακίνησης από την αφετηρία στο τέρμα και του χρόνου επαναφοράς, που είναι ο χρόνος διαλλείματος του οδηγού και του οχήματος πριν την έναρξη κάποιας διαδρομής και αποτελεί διασφάλιση της ώρας αναχώρησης. Μείωση του χρόνου κύκλου της γραμμής οδηγεί σε μείωση του κόστους για τον οργανισμό. Επί της ουσίας η επίδραση των αλλαγών στη συχνότητα διελεύσεις επηρεάζει ελάχιστα το χρόνο κύκλου της γραμμής που αφορά τον οργανισμό.

Ακόμα, η αύξηση της λειτουργικής συχνότητας προϋποθέτει την ύπαρξη περισσότερων οχημάτων για τη λειτουργία μιας λεωφορειακής γραμμής και άρα πιθανή αύξηση του κόστους επενδύσεων του οργανισμού λόγω της πιθανής ανάγκης αγοράς νέων οχημάτων. Το λειτουργικό κόστος της λειτουργίας μιας διαδρομής είναι άμεσα συνδεδεμένο με τον αριθμό των λεωφορείων που απαιτούνται. Η απαίτηση για περισσότερα οχήματα μεταφράζεται και ως αυξημένο λειτουργικό κόστος, αφού απαιτούνται περισσότερα καύσιμα, λιπαντικά, ελαστικά κτλ. Αύξηση του λειτουργικού κόστους προκύπτει και από την ανάγκη για περισσότερο προσωπικό και άρα μεγαλύτερη μισθοδοσία.

Οι αλλαγές στις συχνότητες διέλευσης επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τη ζήτηση. Η υψηλή συχνότητα διέλευσης αποτελεί ένα πολύ ισχυρό κίνητρο για την αύξηση της επιβατικής κίνησης, καθώς παρέχει το αίσθημα σιγουριάς στους εν δυνάμει επιβάτες ότι η μετακίνησή τους θα πραγματοποιηθεί και μάλιστα σύντομα. Οι αλλαγές στη ζήτηση είναι περισσότερο εμφανείς σε γραμμές με χαμηλές συχνότητες και σε περιοχές με υψηλό εισόδημα όπου το Ι.Χ. αποτελεί σίγουρη εναλλακτική λύση. Παρακάτω ακολουθεί ένας πίνακας στον οποίο παρουσιάζεται η θετική ή αρνητική επίπτωση στις παραμέτρους που αφορούν τόσο το κόστος των χρηστών όσο και του ΟΑΣΑ.

Πίνακας 3.8: Επιπτώσεις αύξησης λειτουργικής συχνότητας

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
ΧΡΗΣΤΕΣ	
- Χρόνος ταξιδιού	ΘΕΤΙΚΗ
- Χρόνος αναμονής	ΘΕΤΙΚΗ

- Αξιοπιστία	ΘΕΤΙΚΗ
- Άνεση	ΘΕΤΙΚΗ
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ	
- Χρόνος ταξιδιού	ΘΕΤΙΚΗ
- Επιβατική κίνηση	ΘΕΤΙΚΗ
- Λειτουργικό κόστος	ΑΡΝΗΤΙΚΗ
- Κόστος επενδύσεων	ΑΡΝΗΤΙΚΗ

Κατασκευή λεωφορειολωρίδας σε τμήμα ή κατά μήκος της διαδρομής λεωφορειακής γραμμής

Όπως και οι περισσότερες τεχνικές παραχώρησης προτεραιότητας στις κεντρικές αρτηρίες και στις οδούς του αστικού κέντρου, εφαρμόζονται σε περιοχές με μεγάλη συμφόρηση, έτσι ώστε να επιλυθούν τοπικά προβλήματα κυκλοφορίας και συνήθως εφαρμόζονται σε περιορισμένο μήκος. Η πιο συνήθης τεχνική για την κατασκευή λεωφορειολωρίδας, είναι η παραχώρηση της δεξιάς λωρίδας του οδοστρώματος. Η λεωφορειολωρίδα μπορεί να ισχύει και μόνο κατά τις ώρες αιχμής. Παρόλα αυτά η εφαρμογή του μέτρου πρέπει να περιορίζεται σε περιοχές όπου υπάρχει πραγματική αναγκαιότητα. Εξάλλου, η αύξηση της μέσης ταχύτητας κίνησης των λεωφορείων είναι ουσιαστική μόνο όπου υπάρχει πραγματική ανάγκη.

Όσον αφορά το χρόνο ταξιδιού των επιβατών, η κατασκευή λεωφορειολωρίδων τείνει να αυξάνει τη μέση ταχύτητα ταξιδιού και άρα να μειώνει το χρόνο ταξιδιού εντός οχήματος. Επιπλέον, εκτός από την μείωση του εντός οχήματος χρόνου, η κατασκευή λεωφορειολωρίδας θα επιφέρει μειώσεις και στον χρόνο αναμονής των επιβατών, καθώς αυξάνεται η συχνότητα της γραμμής. Άρα μειώνεται συνολικά ο χρόνος ταξιδιού των επιβατών.

Η εφαρμογή του μέτρου των λεωφορειολωρίδων αυξάνει κατά πολύ την αξιοπιστία της λεωφορειακής γραμμής. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι ο κύριος λόγος αποκλίσεων από το χρονοδιάγραμμα είναι οι κυκλοφοριακές συνθήκες. Με την εφαρμογή του μέτρου, τα λεωφορεία διαχωρίζονται από την υπόλοιπη κυκλοφορία και άρα απαλλάσσονται από την πιθανή κυκλοφοριακή συμφόρηση, που επιφέρει καθυστερήσεις και εν γένει αναξιπιστία.

Η άνεση αφορά τις συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια της μετακίνησης,

όπως ο συνωστισμός και η ύπαρξη διαθέσιμων καθισμάτων. Η παράμετρος αυτή επηρεάζεται έμμεσα από την εφαρμογή των λεωφορειολωρίδων. Αυτό συμβαίνει γιατί όπως ήδη αναφέρθηκε, η υψηλή αξιοπιστία βοηθάει στην ομοιόμορφη κατανομή των επιβατών στα οχήματα και έτσι συμβάλλει στην αποφυγή του συνωστισμού.

Ο οργανισμός επιβαρύνεται με το κόστος κατασκευής, και διατήρησης της λεωφορειολωρίδας. Το κόστος κατασκευής αφορά το κόστος των μελετών που απαιτούνται και τις ενέργειες που απαιτούνται για την πραγματοποίηση του μέτρου, όπως η οριζόντια και κάθετη σήμανση, οι ρυθμίσεις των φωτεινών σηματοδοτών, ο χρωματισμός της λωρίδας έτσι ώστε να είναι διακριτή, κτλ. Συνήθως το κόστος καθώς και ο χρόνος κατασκευής των λεωφορειολωρίδων είναι μικρό.

Όπως ήδη αναφέρθηκε η λειτουργία των λεωφορειολωρίδων, έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του χρόνου ταξιδιού. Η εξοικονόμηση χρόνου ταξιδιού μπορεί να οδηγήσει με καλή διαχείριση και σωστή δρομολόγηση στην μείωση του αριθμού των απαιτούμενων οχημάτων για την παροχή των ίδιων υπηρεσιών.

Το λειτουργικό κόστος που αφορά τον ΟΑΣΑ έχει την τάση να μειώνεται, καθώς υπάρχει μείωση του χρόνου ταξιδιού. Αυτό οφείλεται κυρίως στον μειωμένο αριθμό οχημάτων που απαιτείται. Ακόμα η έλλειψη κυκλοφοριακής συμφόρησης κατά τη διάρκεια της κίνησης στη λεωφορειολωρίδα μπορεί να οδηγήσει στην μικρότερη κατανάλωση καυσίμων, καθώς είναι πιο ομαλή η οδήγηση.

Οι βελτιωμένες συνθήκες μετακίνησης και η αυξημένη αξιοπιστία οδηγούν στην αύξηση της επιβατικής κίνησης. Η αύξηση της επιβατικής κίνησης οφείλεται σε νέους χρήστες που εγκαταλείπουν την μετακίνηση με Ι.Χ. καθώς οι βελτιώσεις στη λεωφορειακή γραμμή καλύπτουν πλέον τις ανάγκες τους.

Πίνακας 3.9: Επιπτώσεις κατασκευής λεωφορειολωρίδας

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
ΧΡΗΣΤΕΣ	
- Χρόνος ταξιδιού	ΘΕΤΙΚΗ
- Χρόνος αναμονής	ΘΕΤΙΚΗ
- Αξιοπιστία	ΘΕΤΙΚΗ
- Άνεση	ΘΕΤΙΚΗ
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ	

- Χρόνος ταξιδιού	ΘΕΤΙΚΗ
- Επιβατική κίνηση	ΘΕΤΙΚΗ
- Λειτουργικό κόστος	ΘΕΤΙΚΗ
- Κόστος επενδύσεων	ΑΡΝΗΤΙΚΗ

Εγκατάσταση συστήματος πληροφόρησης επιβατών σε πραγματικό χρόνο

Η ύπαρξη συστήματος αυτόματου εντοπισμού του οχήματος (AVL) αποτελεί τη καρδιά της πληροφόρησης σε πραγματικό χρόνο των επιβατών, που παρέχει πληροφορίες για τις αφίξεις των λεωφορείων μέσω Διαδικτύου, τηλεφωνικού κέντρου και ηλεκτρονικών πινακίδων στις στάσεις λεωφορείων. Η ενημέρωση των χρηστών περιλαμβάνει για τις πινακίδες των στάσεων λεωφορείων, τους πίνακες δρομολογίων, συμβατικές και αυτόματες τηλεφωνικές υπηρεσίες, ιστοσελίδα του οργανισμού, οθόνες προβολής στοιχείων σε σταθμούς και στάσεις, και ανακοινώσεις. Μερικά νεότερα συστήματα χρησιμοποιώντας πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για λεωφορεία μπορούν να προβλέψουν την άφιξη του επόμενου οχήματος σε ένα συγκεκριμένο σταθμό ή στάση, μέσω ηλεκτρονικών πινακίδων.

Η βελτίωση της αξιοπιστίας είναι το κύριο αποτέλεσμα της εφαρμογής του νέου συστήματος πληροφόρησης, εφόσον οι πληροφορίες που παρέχονται δεν αφορούν προβλέψεις αλλά πραγματικά δεδομένα. Ως αποτέλεσμα της βελτίωσης της αξιοπιστίας μειώνεται και ο πραγματικός χρόνος ταξιδιού των επιβατών. Επιπλέον, λόγω της αξιοπιστίας ισομοιράζεται ο φόρτος των επιβατών στα λεωφορεία με αποτέλεσμα τη βελτίωση των συνθηκών μετακίνησης.

Η πληροφορία αυτή μειώνει το άγχος αναμονής και επιτρέπει στους επιβάτες καλύτερη χρήση του χρόνου τους και το συντονισμό των δραστηριοτήτων τους (Turnbull και Pratt 2003). Από έρευνες διαπιστώθηκε ότι ο αντιληπτός χρόνος αναμονής των επιβατών μειώθηκε κατά 20 τοις εκατό με την χρήση συστήματος πληροφόρησης σε πραγματικό χρόνο, χωρίς να σημειωθούν επιπτώσεις στην αντιληπτή ασφάλεια και ευκολία χρήσης (Dziekan και Vermeulen, 2006). Άρα μειώνεται και ο συνολικός αντιληπτός χρόνος ταξιδιού.

Άλλη έρευνα (Turnbull και Pratt, 2003) έδειξε ότι οι επιβάτες αξιολογούν αυτά τα συστήματα αυτά ως εξής: 95% των ερωτηθέντων ανέφεραν ότι ήταν χρήσιμο και 65% ανέφεραν ότι συνέβαλε στη μείωση της αβεβαιότητας αναμονής. Οι πληροφορίες χρησιμοποιήθηκε από το 12% για να επιλέξει ποιο τρένο θα πάρει. Ακόμα οι επιβάτες

ανέφεραν ότι χρησιμοποιούν τον χρόνο μέχρι την άφιξη για την επιλογή των προορισμών μετακίνησης ή επιλέγουν να περιμένουν επόμενο όχημα που θα έχει λιγότερο κόσμο. Άρα έχει θετική επίδραση στην παράμετρο της άνεσης.

Όσον αφορά τις επιπτώσεις στον ΟΑΣΑ, αυξάνεται το κόστος επενδύσεων αφού η εγκατάσταση και συντήρηση του συστήματος αποτελεί μια δαπάνη. Το λειτουργικό κόστος αυξάνεται λόγω της λειτουργίας του συστήματος και της μισθοδοσίας του προσωπικού που το χειρίζεται. Ταυτόχρονα όμως μειώνεται λόγω της αυξημένης αξιοπιστίας. Η επιβατική κίνηση τείνει να αυξάνεται λόγω της υψηλής αξιοπιστίας του συστήματος και των νέων πιο άνετων συνθηκών μετακίνησης.

Πίνακας 3.10: Επιπτώσεις εγκατάστασης συστήματος μεταβλητής πληροφόρησης

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
ΧΡΗΣΤΕΣ	
- Χρόνος ταξιδιού	ΘΕΤΙΚΗ
- Χρόνος αναμονής	ΘΕΤΙΚΗ
- Αξιοπιστία	ΘΕΤΙΚΗ
- Άνεση	ΘΕΤΙΚΗ
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ	
- Χρόνος ταξιδιού	ΘΕΤΙΚΗ
- Επιβατική κίνηση	ΘΕΤΙΚΗ
- Λειτουργικό κόστος	ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ
- Κόστος επενδύσεων	ΑΡΝΗΤΙΚΗ

Ο ΟΑΣΑ κινείται προς την κατεύθυνση της υλοποίησης του μέτρου αυτού. Έχει προκηρύξει διεθνή διαγωνισμό για την προμήθεια, εγκατάσταση και συντήρηση Συστήματος Τηλεματικής Εποπτείας του ΟΑΣΑ και υλοποιείται για λογαριασμό των ΟΑΣΑ, ΕΘΕΛ και ΗΛΠΑΠ. Στόχος είναι η δόμηση ενός ολοκληρωμένου συστήματος εποπτείας των 2.200 λεωφορείων της ΕΘΕΛ και 366 τρόλεϊ των ΗΛΠΑΠ καθώς και η δυναμική πληροφόρηση των επιβατών σε 150 έξυπνες στάσεις. Ακόμα, προωθείται η επαναλειτουργία του συστήματος τηλεματικής των λεωφορείων CNG, που περιλαμβάνει την αποκατάσταση της λειτουργίας των κεντρικών συστημάτων (Κέντρο

Διαχείρισης Οχημάτων – ΚΔΟ του Α/Σ Π. Ράλλη, Σταθμός Βάσης του Υμηττού και Σταθμός Ανταλλαγής Δεδομένων-DATIR του Α/Σ Άνω Λιοσίων), την επισκευή του τηλεματικού εξοπλισμού των 295 λεωφορείων CNG και του παρόδιου εξοπλισμού, καθώς και τον πρόσθετο εξοπλισμό και συντήρηση του συνολικού τηλεματικού εξοπλισμού. Μόνο η πρώτη φάση του εγχειρήματος κοστολογείται περίπου 130.000,00 ευρώ (πλέον ΦΠΑ)

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ

Ένα μεγάλο ποσοστό του επιβατικού κοινού (23%) δήλωσε ότι αντιμετώπισε πρόβλημα με τη συμπεριφορά του προσωπικού. Η βελτίωση της συμπεριφοράς του προσωπικού είναι ένα μη συγκοινωνιακό πρόβλημα. Παρόλα αυτά, προτείνονται κάποιες λύσεις για τη βελτίωση του τομέα αυτού, εφόσον μια υπηρεσία οφείλει να είναι φιλική προς τον επιβάτη. Ο κύριος όγκος του προσωπικού είναι οι οδηγοί. Ωστόσο, εδώ περιλαμβάνονται και οι σταθμάρχες. Η συμπεριφορά λοιπόν μπορεί να διαχωριστεί σε δυο κατηγορίες:

- Οδηγική Συμπεριφορά: αφορά τον τρόπο οδήγησης, δηλαδή την ταχύτητα που αναπτύσσει ο οδηγός, τον τρόπο φρεναρίσματος, τον τρόπο που στρίβει ένα όχημα, την προσήλωση του στην οδήγηση, καθώς και την τήρηση του χρονοδιαγράμματος. Η κατηγορία αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς εμπλέκεται η έννοια της ασφάλειας.
- Αντιμετώπιση των επιβατών: αφορά τον τρόπο με τον οποίο το προσωπικό αντιμετωπίζει το επιβατικό κοινό. Είναι σημαντικό ο επιβάτης να αντιμετωπίζεται με ευγένεια καθώς. Σημαντική ακόμα είναι και η άμεση και έγκυρη εξυπηρέτηση, όπως για παράδειγμα, η παροχή πληροφοριών ή η επίλυση αποριών των επιβατών, καθώς συμβάλει στο αίσθημα σιγουριάς ενός επιβάτη.

Ένα πιθανό μέτρο είναι η θέσπιση αιφνίδιου ελέγχου των οδηγών κατά τη διάρκεια της εργασίας τους (mystery shopper). Η μέθοδος αυτή είναι πολύ αποτελεσματική καθώς φανερώνει τις πραγματικές συνθήκες που επικρατούν αναφορικά με την ποιότητα εξυπηρέτησης των επιβατών. Οι μυστικοί χρήστες (mystery shoppers) εμφανίζονται και ελέγχουν τη συμπεριφορά του προσωπικού χωρίς προηγούμενη προειδοποίηση. Το μέτρο αυτό είναι πιθανό να οδηγήσει και στον εντοπισμό και άλλων αδυναμιών της υπηρεσίας. Το μέτρο αυτό προϋποθέτει την πρόσληψη

προσωπικού που θα πραγματοποιεί τους ελέγχους αυτούς, γεγονός που οδηγεί στην αύξηση του λειτουργικού κόστους για τον οργανισμό. Τα άτομα που θα βοηθήσουν στην εφαρμογή του μέτρου αυτού θα πρέπει να μην γνωρίζονται με το υπόλοιπο προσωπικό, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η επιτυχία της μεθόδου.

Ένα άλλο μέτρο που θα μπορούσε να παρθεί είναι η δια βίου μάθηση των εργαζομένων. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη δημιουργία σεμιναρίων των οδηγών. Ο ΟΑΣΑ έχει στο δυναμικό του, περίπου 5000 οδηγούς. Το μέτρο αυτό είναι ιδιαίτερα δαπανηρό καθώς η εκπαίδευση κατά άτομο υπολογίζεται ότι αντιστοιχεί σε 1000 ευρώ. Το γεγονός αυτό μεταφράζεται ως ένα πρόσθετο κόστος της τάξης των 5.000.000 ευρώ. Ωστόσο, η βελτίωση της συμπεριφοράς του προσωπικού, βελτιώνει τη γενικότερη εικόνα του οργανισμού και καθιστά το μέσο πιο ελκυστικό σε άτομα που δεν είναι ήδη χρήστες. Αναμένεται λοιπόν η βελτίωσης της συμπεριφοράς του προσωπικού να έχει ως αποτέλεσμα να επιφέρει και αύξηση της επιβατικής κίνησης.

ΠΡΟΤΑΣΗ ΝΕΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ & ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

Είναι σημαντικό ένας οργανισμός να κατανέμει τις προσφερόμενες υπηρεσίες ανάλογα με τη ζήτηση. Είναι άρα σημαντική η διερεύνηση της απαίτησης των επιβατών για τη λειτουργία μιας νέας γραμμής. Για τη δημιουργία μιας γραμμής απαιτείται να γίνουν μελέτες προέλευσης – προορισμού, αλλά και για τη σύνδεση της νέας γραμμής με το υπόλοιπο δίκτυο. Από την έρευνα μπορεί να προκύψει ότι η ζήτηση για μετακίνηση δεν δικαιολογεί τη δημιουργία μιας νέας γραμμής. Σε αυτήν την περίπτωση, θα πρέπει να αναζητηθούν οι εναλλακτικοί τρόποι εξυπηρέτησης των συγκεκριμένων επιβατών και να γίνει η απαραίτητη προώθηση και διαφήμιση τους. Για τη διαδικασία σχεδιασμού μιας νέας γραμμής, απαιτούνται τέσσερα διαδοχικά βήματα:

- Σχεδιασμός διαδρομής (γραμμών)
- Καθορισμός δρομολογίων
- Κατανομή οχημάτων σε διαδρομή και δρομολόγιο
- Κατανομή οδηγών σε διαδρομές και δρομολόγια

Ακόμα, οι απαιτήσεις για αλλαγές στο δίκτυο, αναφορικά με την δημιουργία ή την αγνόηση στάσεων, την αλλαγή συγκεκριμένου τμήματος της διαδρομής, την επέκταση ωραρίου, τη χωρητικότητα των οχημάτων κ.ά., θα πρέπει να μελετώνται διεξοδικά, καθώς επιφέρουν άμεσα επιπτώσεις τόσο στην επιβατική κίνηση όσο και στο κόστος μετακίνησης.

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Γενικά, η ποιότητα που αφορά το όχημα αποτελεί σημαντικό παράγοντα αναφορικά με την ποιότητα εξυπηρέτησης και κατά συνέπεια το βαθμό ικανοποίησης των χρηστών. Έτσι είναι σημαντική η διασφάλιση ευχάριστων συνθηκών για την εντός οχήματος μετακίνηση. Καθοριστικοί παράγοντες είναι η μηχανική απόδοση, η εμφάνιση και η καθαριότητα ενός οχήματος. Η κατάσταση του οχήματος επηρεάζει σημαντικά την παράμετρο της άνεσης. Η μεταβολή των χαρακτηριστικών ενός οχήματος και έχει σημαντικές επιπτώσεις στο επίπεδο εξυπηρέτησης, καθώς και στην αξία του χρόνου μετακίνησης. Η μετακίνηση κάτω από δυσμενείς συνθήκες έχει συχνά ως αποτέλεσμα το διπλασιασμό της αξίας του χρόνου μετακίνησης. Θα πρέπει τα οχήματα να έχουν ομαλή μηχανική λειτουργία, έτσι ώστε το ταξίδι να είναι όσο το δυνατό πιο αθόρυβο και άνετο. Ακόμα ένα όχημα θα πρέπει να είναι καλά συντηρημένο, έτσι ώστε να μην υπάρχουν εμφανείς φθορές που επηρεάζουν το αίσθημα ασφάλειας του επιβατικού κοινού, θα πρέπει να διατηρείται καθαρό, να μην έχει άσχημες οσμές και να είναι λειτουργικό (για παράδειγμα , θέση για αποσκευές στα λεωφορεία που εξυπηρετούν σταθμούς υπεραστικών λεωφορείων, αεροδρόμια και λιμάνια). Είναι λοιπόν απαραίτητη η τακτική και πυκνή συντήρηση των οχημάτων καθώς και η προμήθεια νέων. Οι ενέργειες αυτές έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση του λειτουργικού κόστους για τον ΟΑΣΑ. Ταυτόχρονα όμως, διαμορφώνουν ένα πιο φιλικό στο χρήστη περιβάλλον, αυξάνοντας το αίσθημα ασφάλειας, και της άνεσης βελτιώνοντας έτσι το βαθμό ικανοποίησης του και κατά συνέπεια την αύξηση της επιβατικής κίνησης.

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΑΣΕΩΝ – ΣΤΑΘΜΩΝ

Η παρούσα κατάσταση των στάσεων και των σταθμών φαίνεται να είναι ένας παράγοντας από τον οποίο η πλειοψηφία του επιβατικού κοινού δηλώνει ικανοποιημένη. Ωστόσο, υπάρχουν παρεμβάσεις, η εφαρμογή των οποίων μπορεί να επιφέρει σημαντικά οφέλη τόσο για τον χρήστη, όσο και για τον οργανισμό. Η κατάσταση των στάσεων συνδέεται άμεσα με τον παράγοντα του χρόνου αναμονής. Οι συνθήκες αναμονής επηρεάζουν την αξία του χρόνου αναμονής και άρα του χρόνου μετακίνησης και κατά συνέπεια του κόστους μετακίνησης του επιβάτη.

Κάθε στάση, θα πρέπει να είναι εξοπλισμένη με πίνακα στον οποίο θα καταγράφονται οι γραμμές οι οποίες διέρχονται από τη συγκεκριμένη στάση, η διαδρομή που ακολουθούν, το ωράριο λειτουργίας τους, καθώς και η συχνότητα διέλευσης από την

στάση. Οι πίνακες αυτοί οφείλουν να είναι ευανάγνωστοι, να ενημερώνονται άμεσα σχετικά με τα νέα δεδομένα, και να επιδιορθώνονται τακτικά οι πιθανές φθορές λόγω των καιρικών συνθηκών ή βανδαλισμών. Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό με το οποίο θα πρέπει να είναι εξοπλισμένη μια στάση είναι το στέγαστρο. Η ύπαρξη του στεγάστρου εκτός από ότι προσφέρει προστασία από τις καιρικές συνθήκες, κάνει την στάση ευκρινή και αναγνωρίσιμη από μεγάλη απόσταση. Ακόμα μια στάση, θα πρέπει να είναι εξοπλισμένη με παγκάκι καθώς έτσι γίνεται πιο ευχάριστη η αναμονή και άρα μεταβάλλεται θετικά η αξία του χρόνου μετακίνησης. Είναι προφανές ότι ο αντιληπτός χρόνος αναμονής αυξάνεται σημαντικά κάτω από δυσμενείς συνθήκες. Ωστόσο, σε πολλές στάσεις δεν υπάρχει στέγαστρο ή παγκάκι εξαιτίας της έλλειψης χώρου.

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό είναι οι αποβάθρες επιβίβασης / αποβίβασης. Οι εξέδρες μειώνουν την απόσταση που οι πεζοί είναι εκτεθειμένοι στην κυκλοφορία καθώς διασχίζουν το δρόμο στην πορεία τους προς και από τη στάση του λεωφορείου. Συνεπώς οι επιβάτες είναι πιο ασφαλείς. Ακόμα οι αποβάθρες εξασφαλίζουν την άνετη επιβίβαση και αποβίβαση των επιβατών καθώς η εγκατάσταση τους αποτρέπει την παρόδια στάθμευση οχημάτων. . Επίσης οι επιβάτες γίνονται πιο ορατοί στους οδηγούς των λεωφορείων, και παρέχουν επιπλέον χώρο για την τοποθέτηση στέγαστρο ή άλλων εγκαταστάσεων σε μια στάση μιας λεωφορειακής γραμμής. Τέλος, η ύπαρξη αποβάθρας ή όχι επηρεάζει σημαντικά τον χρόνο αποβίβασης και αποβίβασης των επιβατών. Συνεπώς μειώνεται τόσο ο συνολικός χρόνος μετακίνησης για τους επιβάτες, όσο και ο χρόνος κύκλου της γραμμής. Μείωση του χρόνου κύκλου της γραμμής μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του απαιτούμενου αριθμού οχημάτων για τη λειτουργία μιας λεωφορειακής γραμμής και άρα μείωση του λειτουργικού κόστους ή ακόμα και του κόστους επενδύσεων καθώς η εξοικονόμηση οχημάτων μπορεί να οδηγήσει στην αναβολή της ανάγκης αγοράς νέων οχημάτων.

ΚΟΜΙΣΤΡΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ

Ο τρόπος καταβολής του κομίστρου επηρεάζει σημαντικά τον χρόνο παραμονής στη στάση και άρα τον χρόνο κύκλου της γραμμής αλλά και τον συνολικό χρόνο ταξιδιού του επιβάτη. Ο χρόνος παραμονής στη στάση μπορεί να υπολογιστεί προσεγγιστικά αν είναι γνωστοί οι ωριαίοι φόρτοι επιβιβαζόμενων και αποβιβαζόμενων, οι οποίοι προσαρμόζονται για τη αιχμή εντός ώρας, χρησιμοποιώντας τον συντελεστή ωριαίας αιχμής ΣΩΑ και ο χρόνος εξυπηρέτησης των επιβατών. Ενδεικτικά δίνονται κάποιες

τιμές του χρόνου εξυπηρέτησης για να τονισθεί η μεταβολή αυτή.

Πίνακας 3.11: Χρόνος εξυπηρέτησης για είσοδο από διαφορετικές θύρες

Κάρτα απεριορίστων διαδρομών	2,5 sec
Εισιτήριο	3,5 sec
Έξυπνη κάρτα	3,5 sec

Πηγή : *Λειτουργία Δικτύων Μαζικής Μεταφοράς, 2004- Κ.Λυμπέρης, Μ. Καρλαύτης*

Ο χρόνος αυτός ελαχιστοποιείται για τη χρήση κάρτας απεριορίστων διαδρομών αλλά και με τη χρήση Αυτόματου Συστήματος Συλλογής Κομίστρου (ΑΣΣΚ). Ακόμα το αυτόματο σύστημα επιφέρει ένα ακόμα σημαντικό όφελος για τον οργανισμό. Η χρήση του αυτόματου συστήματος, αποτρέπει την μη επικύρωση εισιτηρίου και άρα οδηγεί στην αύξηση των εσόδων του οργανισμού. Ο ΟΑΣΑ έχει διεξάγει ανοιχτό διαγωνισμό τον Οκτώβριο του 2006 που αφορά όλους τους εκτελεστικούς φορείς (ΕΘΕΛ, ΗΣΑΠ, ΗΛΠΑΠ, ΑΜΕΛ, ΤΡΑΜ, ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ).

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό είναι η εύκολη προμήθεια εισιτηρίων. Ο τόπος και ο τρόπος προμήθειας τους επηρεάζει άμεσα και σημαντικά την επιβατική κίνηση. Η δυσκολία στην προμήθεια εισιτηρίων δρα αποτρεπτικά για τον χρήστη αναφορικά με την χρήση ΜΜΜ και οδηγεί στη μη – επικύρωση εισιτηρίων που συνεπάγεται μείωση της επιβατικής κίνησης και των εσόδων του οργανισμού αντίστοιχα. Αυτήν την στιγμή η παροχή εισιτηρίων γίνεται μέσω εκδοτηρίων σε διάφορα κομβικά σημεία της πόλης και στους σταθμούς του μετρό του ησαπ και του τραμ. Ακόμα εισιτήρια διατίθενται σε πολλά περίπτερα και άλλα καταστήματα. Ωστόσο η εγκατάσταση μηχανημάτων αυτόματης έκδοσης εισιτηρίων στις στάσεις θα διευκόλυνε την προμήθεια τους για τον χρήστη.

ΣΥΝΟΨΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΤΟ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΟ ΕΡΓΟ ΛΕΩΦΟΡΕΙΑΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ

Πίνακας 3.12: Συνοπτική παρουσίαση παρεμβάσεων στο μεταφορικό έργο

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΜΕΤΡΑ
ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	- Επέκταση ωραρίου λειτουργίας - Ιδανικός αριθμός στάσεων

	• Διαδρομή • Αύξηση λειτουργικής συχνότητας ανάλογα με τη ζήτηση • Κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας οχημάτων • Τοπική και έκτακτη δρομολόγηση οχημάτων από σταθμάρχες σε κομβικά σημεία • Κατασκευή λεωφορειολωρίδας • Σύστημα παροχής μεταβλητών πληροφοριών αφίξεων
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	• Mystery shopper • Σεμινάρια εκπαίδευσης
ΠΡΟΤΑΣΗ ΝΕΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ & ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ	• Δημιουργία νέων γραμμών • Επανασχεδιασμός υπαρχουσών λεωφορειακών γραμμών
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	• Συντήρηση οχημάτων • Καθαριότητα • Νέα οχήματα
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΑΣΕΩΝ - ΣΤΑΘΜΩΝ	• Κατασκευή στεγάστρου • Τοποθέτηση πάγκων • Τοποθέτηση πινάκων δρομολογίων • Εγκατάσταση ράμπας επιβίβασης – αποβίβασης • Επαρκής φωτισμός
ΚΟΜΙΣΤΡΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ	• Εγκατάσταση αυτόματου συστήματος επικύρωσης εισιτηρίου κατά την είσοδο • Εγκατάσταση μηχανημάτων έκδοσης εισιτηρίων

4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

4.1. Περιγραφή της διαδικασίας συλλογής των δεδομένων

Ο οργανισμός αστικών Συγκοινωνιών Αθήνας (ΟΑΣΑ) ασχολείται με την συλλογή και καταγραφή των παραπόνων και των υποδείξεων του επιβατικού κοινού. Από την 1^η Ιανουαρίου 2008 τα στοιχεία καταγράφονται σε μια ενοποιημένη βάση δεδομένων. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιείται για την οργάνωση των στοιχείων είναι το Microsoft Access.

Τα στοιχεία αυτά καταλήγουν στον ΟΑΣΑ με έναν από τους ακόλουθους τρόπους:

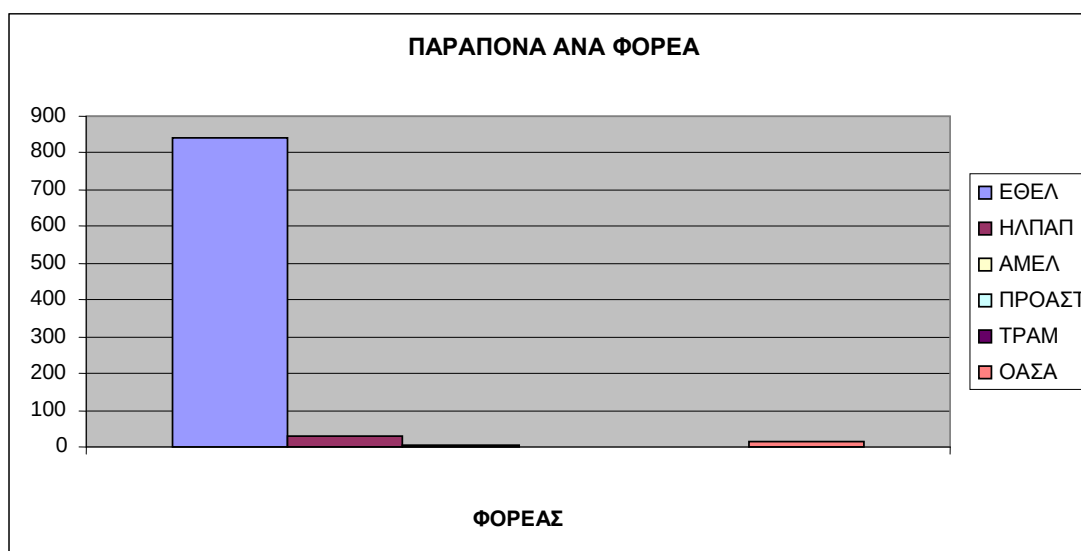
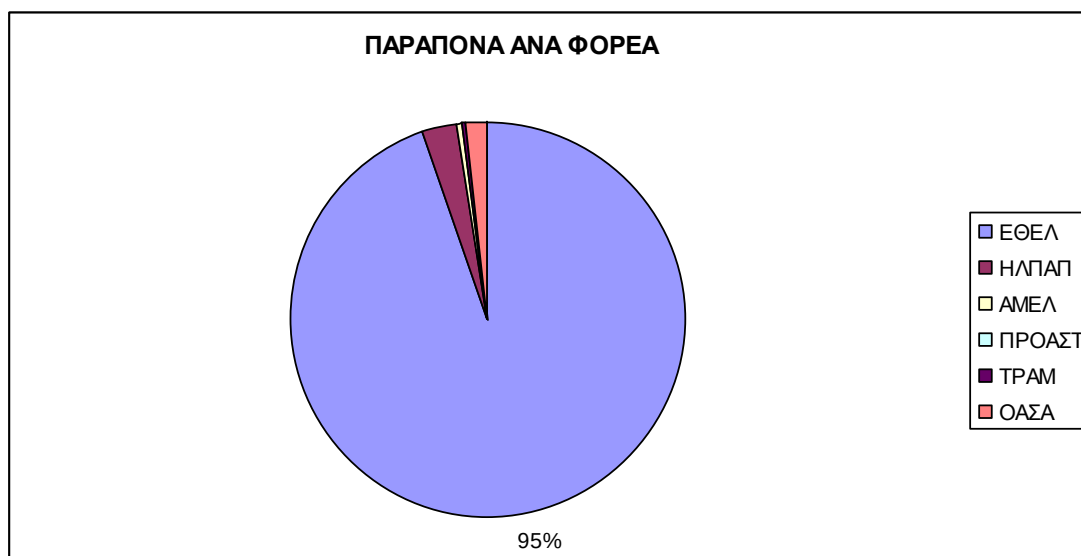
- Μέσω του τηλεφωνικού κέντρου του ΟΑΣΑ, ΤΟ 185
- Μέσω του δικτυακού τόπου του Οργανισμού
- Μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου
- Προφορικά
- Μέσω ταχυδρομείου
- Μέσω φαξ

Οι εγγραφές που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία αυτή καλύπτουν την χρονική περίοδο μεταξύ 2/1/2008 και 14/10/2008. Η κάθε εγγραφή υπόδειξης ή παραπόνου περιέχει τις εξής πληροφορίες: ώρα και ημερομηνία, ονοματεπώνυμο, τηλέφωνο, φαξ, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, τρόπος επικοινωνίας, παράπονο, κατηγορία παραπόνου, τύπος παραπόνου, φορέας, γραμμή, ονομασία, Δήμος, Στάση, Παραλήπτης. Ωστόσο, πολλά από αυτά τα στοιχεία δεν είναι διαθέσιμα για κάθε εγγραφή. Η εργασία αυτή, επικεντρώνεται στα στοιχεία που αφορούν την κατηγορία του παραπόνου καθώς και ο φορέας στον οποίο αναφέρονται.

4.2. Στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των παραπόνων και των υποδείξεων

Από την επεξεργασία των στοιχείων αυτών προέκυψε ότι η πλειονότητα των παραπόνων αναφέρονται σε λεωφορειακές γραμμές του Λεκανοπεδίου, δηλαδή αφορούν τον ΕΘΕΛ (Εταιρεία Θερμικών Λεωφορείων). Πιο συγκεκριμένα από τις 888 εγγραφές οι 840 , δηλαδή το 95% αφορούν τον ΕΘΕΛ, 27 τον ΗΛΠΑΠ (3%), 16

γενικά τον ΟΑΣΑ (2%), 3 τον ΑΜΕΛ, 1 τον Προαστιακό και 1 το ΤΡΑΜ. Η κατανομή των παραπόνων ανάλογα με τον φορέα παρουσιάζεται στο γράφημα. Το γεγονός αυτό αποτέλεσε και την αφορμή για την διεξαγωγή αυτής της έρευνας για την αξιολόγηση λεωφορειακών γραμμών και με στόχο τη βελτίωση της παροχής υπηρεσιών.



Ο ΟΑΣΑ είχε κατηγοριοποιήσει τα παράπονα ως εξής: Μη εκτέλεση δρομολογίου, προσπέραση της στάσης, συμπεριφορά προσωπικού, κατάσταση οχήματος, μη εξυπηρέτηση της περιοχής, πρόταση νέας γραμμής, έλεγχος κομίστρων – συμπεριφορά ελεγκτών, Συμπεριφορά οδηγών, σταθμαρχών, εκδοτών, αλλαγές δικτύου, λεωφορειολωρίδες – σήμανση, θετική κριτική, αρνητική κριτική, διάφορα – λοιπές παρατηρήσεις, και κατάσταση σταθμού. Κρίθηκε σκόπιμη η εκ νέου κατηγοριοποίηση των στοιχείων έτσι ώστε να είναι πιο εύκολη η επεξεργασία τους. Έτσι ο αριθμός των κατηγοριών από δεκατέσσερις μειώθηκε σε έξι, οι οποίες είναι:

α. Δρομολόγιο: περιέχονται παράπονα που αναφέρονται τόσο στα χαρακτηριστικά μιας γραμμής όπως το ωράριο λειτουργίας, η συχνότητα της γραμμής αλλά και στη τήρηση του χρονοδιαγράμματος δηλαδή την αξιοπιστία της κάθε γραμμής

β. Συμπεριφορά προσωπικού: περιέχονται παράπονα που αφορούν την συμπεριφορά του προσωπικού του ΟΑΣΑ, δηλαδή των οδηγών, των σταθμαρχών, και των εκδοτών εισιτηρίων, προς το επιβατικό κοινό.

γ. Κατάσταση οχημάτων: περιλαμβάνει παράπονα σχετικά με τα χαρακτηριστικά των οχημάτων, όπως η καθαριότητα, οι θέσεις καθήμενων, ο κλιματισμός και άλλα χαρακτηριστικά, κ.λ.π.

δ. Πρόταση Νέων γραμμών και αλλαγών στο δίκτυο: περιέχονται υποδείξεις του επιβατικού κοινού για τη δημιουργία νέων γραμμών, την αλλαγή δρομολογίων, ωραρίου λειτουργίας, στάσεων, κ.ά.

ε. Κατάσταση Στάσεων – Σταθμών: περιλαμβάνονται παράπονα που αφορούν την κατάσταση των στάσεων και των σταθμών, π.χ την ύπαρξη στεγάστρου, πίνακα δρομολογίων, παγκάκι.

στ. Κόμιστρα και Έλεγχος: περιέχονται παράπονα που αναφέρονται στη διαδικασία συλλογής, ελέγχου και καταβολής των κομίστρων

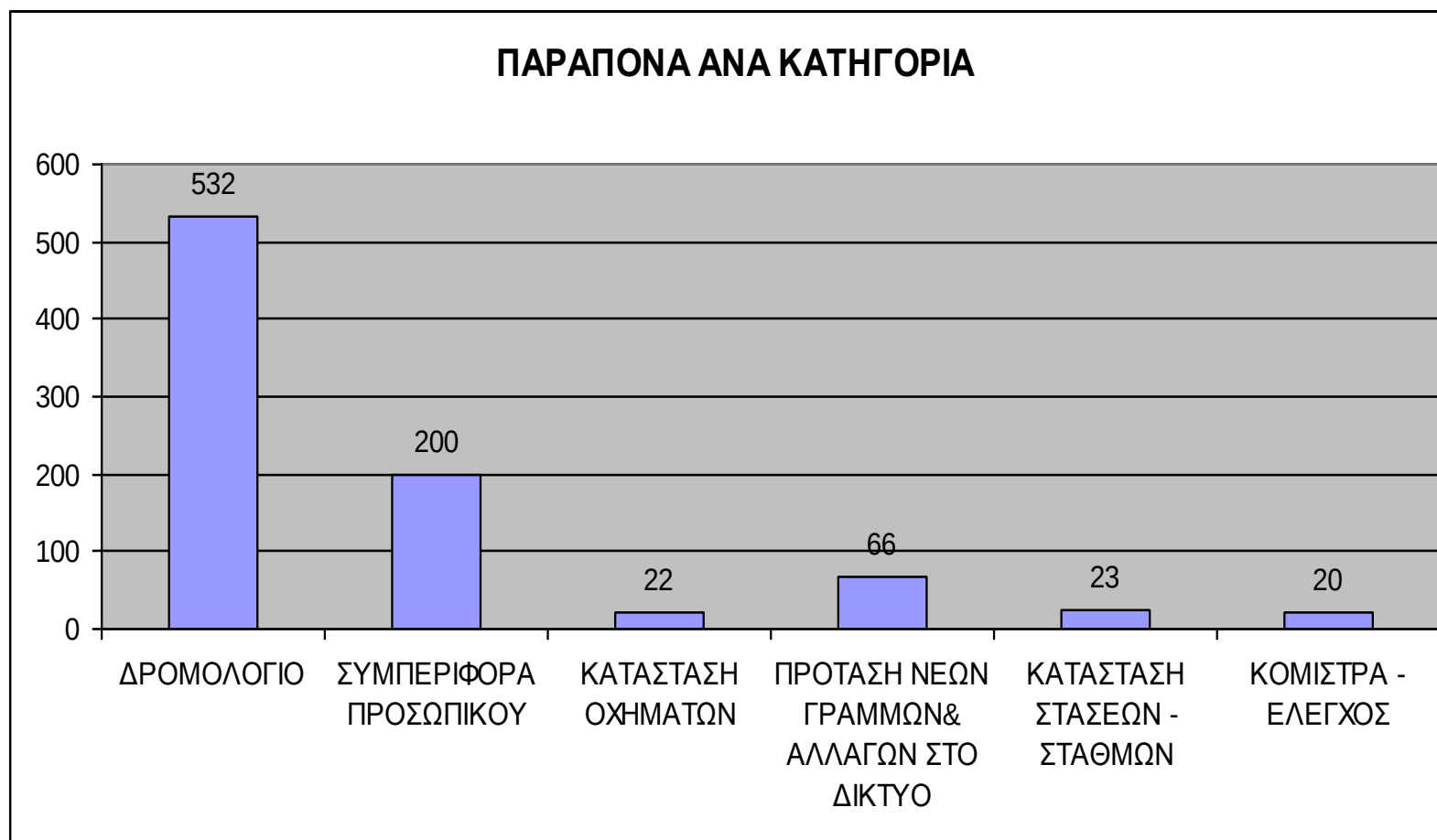
Τέλος, μεταξύ των 888 εγγραφών υπάρχουν 25 που δεν δίνουν επαρκείς πληροφορίες για την φύση του παράπονου και έτσι δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν. Από την επεξεργασία των στοιχείων αυτών συντάχθηκε ο παρακάτω πίνακας:

Πίνακας 4.1: Παράπονα ανά Κατηγορία

ΠΑΡΑΠΟΝΑ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ		
		%
ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	532	60
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	200	23
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	22	2
ΠΡΟΤΑΣΗ ΝΕΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ& ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ	66	7

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΑΣΕΩΝ - ΣΤΑΘΜΩΝ	23	3
ΚΟΜΙΣΤΡΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ	20	2
ΧΩΡΙΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ	25	3
ΣΥΝΟΛΟ	888	100

Παρατηρούμε ότι, το μεγαλύτερο μέρος των παραπόνων, το 60% αφορά την κατηγορία δρομολόγιο, το 23% αφορά την συμπεριφορά του προσωπικού, το 2% την κατάσταση των οχημάτων, το 7% τις προτάσεις για νέες γραμμές και αλλαγές στο δίκτυο, και το 3% τα κόμιστρα και τον έλεγχο. Είναι προφανές λοιπόν ότι η βασική ανάγκη και απαίτηση των επιβατών είναι η υψηλή αξιοπιστία των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς.



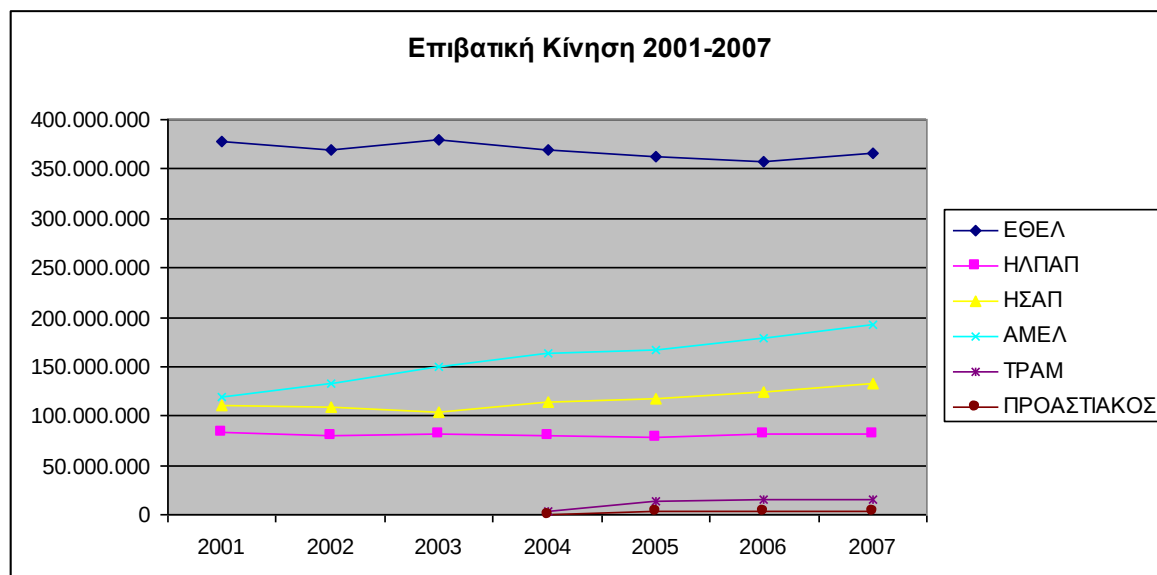
Ιδιαίτερη σημασία για την εργασία μας έχει η κατανομή των παραπόνων συγκεκριμένα για τον ΕΘΕΛ. Όπως φαίνεται και στους παρακάτω πίνακες, τόσο το εκτελεσθέν έργο, όσο η επιβατική κίνηση που αντιστοιχεί στον ΕΘΕΛ είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτήν στους άλλους φορείς.

Πίνακας 4.2: Εκτελεσθέν Έργο (Οχηματοχιλιόμετρα)

Φορέας	2007	2006
ΕΘΕΛ	111.209.623	117.992.233
ΗΣΑΠ	22.994.144	23.726.466
ΗΛΠΑΠ	10.692.257	10.904.218
ΑΜΕΛ	27.006.855	23.831.825
ΤΡΑΜ	2.347.567	2.385.401
ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ	2.417.318	1.887.156

Πηγή: http://www.oasa.gr/pdf/pep_2007_gr.pdf (Έκθεση πεπραγμένων ΟΑΣΑ από 1/12/2007-31/12/2007)

Διάγραμμα επιβατική κίνηση φορέων 2001-2007



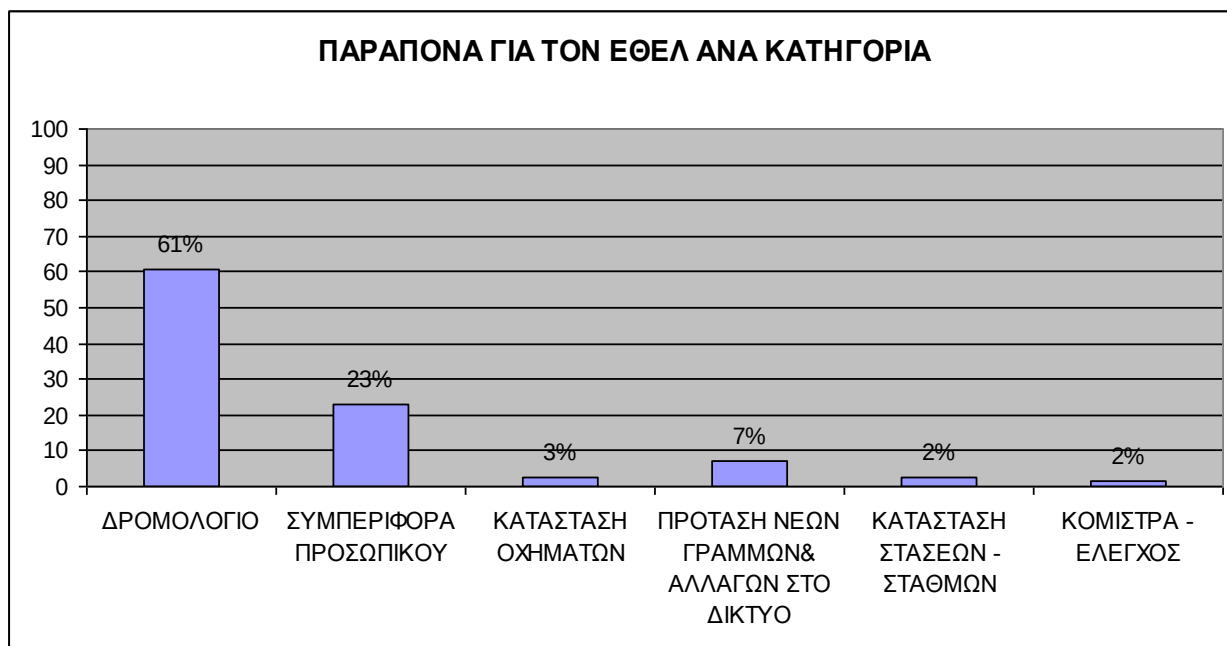
Πηγή: http://www.oasa.gr/pdf/pep_2007_gr.pdf (Έκθεση πεπραγμένων ΟΑΣΑ από 1/12/2007-31/12/2007)

Τα αποτελέσματα από την επεξεργασία των παραπόνων για τον ΕΘΕΛ

παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Είναι φανερό, ότι τα αποτελέσματα είναι περίπου ίδια όπως και για το σύνολο των φορέων, γεγονός που είναι λογικό καθώς τα περισσότερα αναφέρονται στον ΕΘΕΛ.

Πίνακας 4.3: Παραπόνια ανά κατηγορία για τον ΕΘΕΛ

ΠΑΡΑΠΟΝΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΘΕΛ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ			%
ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	509		61
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ			
ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	191		23
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	21		3
ΠΡΟΤΑΣΗ ΝΕΩΝ			
ΓΡΑΜΜΩΝ& ΑΛΛΑΓΩΝ			
ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ	61		7
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΑΣΕΩΝ -			
ΣΤΑΘΜΩΝ	20		2
ΚΟΜΙΣΤΡΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ	13		2
ΧΩΡΙΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ	25		3
ΣΥΝΟΛΟ	840		100



Ακόμα κρίθηκε σκόπιμο, να διερευνηθεί η κατανομή των παραπόνων στους υπόλοιπους φορείς. Στατιστική επεξεργασία έχει γίνει μόνο για τον ΗΛΠΑΠ και για τον ΟΑΣΑ γενικά, καθώς οι υπόλοιποι φορείς δεν έχουν επαρκή αριθμό δεδομένων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 4.4: Παραπόνια ανά κατηγορία για τον ΗΛΠΑΠ

ΠΑΡΑΠΟΝΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΗΛΠΑΠ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ		
	%	
ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	15	56
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	8	30
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	0	0
ΠΡΟΤΑΣΗ ΝΕΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ & ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ	2	7
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΑΣΕΩΝ - ΣΤΑΘΜΩΝ	1	4
ΚΟΜΙΣΤΡΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ	1	4

ΣΥΝΟΛΟ	27	100
--------	----	-----

Πίνακας 4.5: Παράπονα ανά κατηγορία για τον ΟΑΣΑ

ΠΑΡΑΠΟΝΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΟΑΣΑ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ			%
ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	4		25
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ			
ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	1		6
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	1		6
ΠΡΟΤΑΣΗ ΝΕΩΝ			
ΓΡΑΜΜΩΝ& ΑΛΛΑΓΩΝ			
ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ	1		6
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΑΣΕΩΝ -			
ΣΤΑΘΜΩΝ	2		13
ΚΟΜΙΣΤΡΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ	6		38
ΧΩΡΙΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ	1		6
ΣΥΝΟΛΟ	16		100

Παρατηρούμε ότι και στον ΗΛΠΑΠ επικρατούν τα παράπονα που αφορούν την αξιοπιστία των δρομολογίων. Αντιθέτως, στα παράπονα που αφορούν γενικά τον οργανισμό, επικρατούν παράπονα σχετικά με τα κόμιστρα και τον έλεγχο.

5. ΙΕΡΑΡΧΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ

5.1. Εισαγωγή

Στο τρίτο κεφάλαιο καταγράφηκαν οι επιπτώσεις των μέτρων στο μεταφορικό έργο μιας γραμμής. Οι επιπτώσεις των αυτές συνεκτιμώνται βγάζοντας ένα συνολικό δείκτη, ο οποίος χαρακτηρίζει την απόδοση του κάθε μέτρου. Για να επιλεγεί το αποδοτικότερο μέτρο πρέπει ορίσουμε κάποια κριτήρια σύμφωνα με τα οποία θα κρίνουμε την αποδοτικότητα τους. Υπάρχουν δύο εναλλακτικά κριτήρια για την επιλογή του αποδοτικότερου μέτρου. Ο καθορισμός των κριτηρίων είναι πολύ σημαντικός καθώς καθορίζει την λήψη αποφάσεων σχετικά με τις παρεμβάσεις που θα πραγματοποιηθούν. Τα κριτήρια συνδέονται άμεσα με τις προσδοκίες και τους στόχους του οργανισμού. Διάφορα κριτήρια θα μπορούσαν να είναι η μείωση των εκπομπών αερίων, η αύξηση της χρήσης MMM αντί για Ι.Χ., η μεγιστοποίηση της ικανοποίησης των επιβατών κ.ά. Τα δύο πρωταρχικά κριτήρια είναι: α) Η μεγιστοποίηση της ικανοποίησης των επιβατών, που θα προκαλέσει αύξηση της επιβατικής κίνησης και β) Η ελαχιστοποίηση του κόστους του ΟΑΣΑ. Έτσι παρουσιάζονται τα δύο εναλλακτικά σενάρια και καλείται ο οργανισμός ο ίδιος να επιλέξει το σενάριο που θεωρεί ιδανικότερο σε σχέση με τους στόχους του και τον κοινωνικό του ρόλο.

5.2. Γραμμικός Προγραμματισμός

Συχνά, στην πραγματικότητα απαιτείται η εκπλήρωση πολλαπλών στόχων. Στην περίπτωση μας, επί της ουσίας, είναι επιθυμητή τόσο η μεγιστοποίηση της επιβατικής κίνησης, όσο και η ελαχιστοποίηση του κόστους του οργανισμού. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί ως ένα πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού., εφόσον πρόκειται για ένα πρόβλημα κατανομής πεπερασμένων πόρων κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο (allocation problem). Ο γραμμικός προγραμματισμός επιχειρεί να πετύχει έναν σαφώς διατυπωμένο στόχο, ο οποίος εκφράζεται με τη βελτιστοποίηση της λεγόμενης «αντικειμενικής συνάρτησης». Για να επιτύχει τη βελτιστοποίηση του αποτελέσματος, επιλέγει την στάθμη κάθε δραστηριότητας. Σε ένα πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού σημαντικό ρόλο παίζουν οι περιορισμοί. Οι περιορισμοί δεν προκαθορίζουν πλήρως μια ενέργεια, αλλά αφήνουν περιθώρια για περισσότερες από μία εναλλακτικές δυνατότητες δράσης (λύσεις). Οι περιορισμοί υφίστανται τόσο

στους διατιθέμενους πόρους, όσο και στις απαιτούμενες στάθμες των δραστηριοτήτων. Σε Ένα Πρόβλημα Γραμμικού Προγραμματισμού όλες οι μεταβλητές είναι συνεχείς (επομένως, μπορούν να λάβουν κλασματικές τιμές). Ακόμα, η αντικειμενική συνάρτηση είναι μοναδική (εκφράζοντας προβλήματα μεγιστοποίησης ή ελαχιστοποίησης) και μεταβάλλεται γραμμικά όπως και οι περιορισμοί. Ο Γραμμικός Προγραμματισμός μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμος καθώς αφού το πρόβλημα μορφοποιηθεί σε πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού, είναι εν συνεχεία αρκετά εύκολο να επιλυθεί με τη χρήση ενός αλγόριθμου.

Ο Γραμμικός προγραμματισμός επιλύει προβλήματα που περιγράφονται ή προσεγγίζονται από γραμμικές, προσθετικές, συνεχείς συναρτήσεις. Τα προβλήματα που αντιμετωπίζονται με γραμμικό προγραμματισμό είναι προβλήματα μεγιστοποίησης ή ελαχιστοποίησης. Για παράδειγμα, ζητούμενη είναι η μεγιστοποίηση της απόδοσης με περιορισμούς προϋπολογισμού. Σε αυτήν την περίπτωση, εξετάζεται ποια μπορεί να είναι η μέγιστη απόδοση μιας παραγωγικής διαδικασίας με βάση τις διαθέσιμες πιστώσεις και δυνατότητες που παρέχονται μέσα στα πλαίσια τεχνικών, νομικών ποιοτικών δυνατοτήτων και υποχρεώσεων. Ένας εναλλακτικός στόχος θα ήταν η ελαχιστοποίηση του κόστους με περιορισμούς από τις δεδομένες απαιτήσεις απόδοσης. Το ερώτημα που τίθεται σε αυτή τη διατύπωση είναι πόσο φθηνά μπορούμε να επιτύχουμε μια απόδοση μέσα στα πλαίσια τεχνικών, νομικών και ποιοτικών δυνατοτήτων και υποχρεώσεων. Λόγω του μεγάλου αριθμού μεταβλητών και συντελεστών χρησιμοποιούμε συνήθως συμβολισμούς πινάκων.

Το μαθηματικό μοντέλο ενός γενικού γραμμικού προγραμματισμού, εκφράζεται ως εξής:

$$\text{Μεγιστοποίηση του } z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_r x_r$$

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1r} x_r (<=, =, >=) b_1$$

$$a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2r} x_r (<=, =, >=) b_2$$

...

$$\text{Μεγιστοποίηση του } z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_r x_r$$

$$a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mr} x_r (<=, =, >=) b_m$$

$$a_{ij}, b_i, c_j \text{ (δοσμένες σταθερές με } i = 1, 2, \dots, m \text{ και } j = 1, 2, \dots, r)$$

Μια πιο συνοπτική παρουσίαση του μοντέλου του Γραμμικού Προγραμματισμού είναι :

$$\begin{aligned} \max \text{ ή } \min z &= c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_r x_r \quad \text{ή} \quad \max \text{ ή } \min z = \sum c_j x_j \\ a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 + \dots + a_{ir} x_r &(<=, =, >=) b_i \quad (i=1, 2, \dots, m) \\ x_j &\geq 0 \quad (j=1, 2, \dots, r) \end{aligned}$$

Παρακάτω δίνεται η σχετική ορολογία και η φυσική ερμηνεία των μεγεθών καθώς και οι διευκρινήσεις των συμβόλων.

- Όταν μία μεταβλητής αποφάσεως επιτρέπεται να λάβει αρνητικές τιμές, τότε εκφράζεται ως διαφορά δύο θετικών μεταβλητών
- Η γραμμική συνάρτηση z που θέλουμε να μεγιστοποιήσουμε ονομάζεται αντικειμενική συνάρτηση
- Οι γραμμικές σχέσεις ονομάζονται συνθήκες ή περιορισμοί
- Οι μεταβλητές x_j ονομάζονται μεταβλητές αποφάσεως
- x_j είναι η ποσότητα προϊόντος που πρέπει να παραχθεί στη μονάδα του χρόνου
- c_j είναι η αύξηση του εκλεγμένου μέτρου αποδοτικότητας και ονομάζεται μοναδιαίο κόστος ή μοναδιαία αξία της δραστηριότητας j
- a_{ij} είναι η ποσότητα του μέσου i που καταναλώνεται για κάθε μονάδα της δραστηριότητας j και ονομάζεται τεχνολογικός συντελεστής
- b_j είναι η ποσότητα του μέσου i που μπορεί να διατεθεί για τις r δραστηριότητες
- m είναι ο αριθμός των διαθέσιμων μέσων

Η ισχύς του γραμμικού προγραμματισμού εξαρτάται από τις υποθέσεις που γίνονται (προϋποθέσεις που τίθενται). Αν δεν ισχύουν μερικές ή όλες οι προϋποθέσεις, τότε δεν προκύπτουν χρήσιμα αποτελέσματα. Η βασική προϋπόθεση είναι ότι τόσο η αντικειμενική συνάρτηση όσο και οι περιορισμοί πρέπει να είναι γραμμικές συναρτήσεις. Επιπλέον, οι μεταβλητές πρέπει να είναι συνεχείς και μη αρνητικές. Έτσι, προκύπτουν οι παρακάτω συνθήκες.

Η συνθήκη της Γραμμικότητας εξειδικεύεται και περιορίζει τη γενική εντύπωση ότι μια γραμμική εξίσωση αποτελείται από ένα άθροισμα μεταβλητών πρώτου βαθμού. Μια συνάρτηση της μορφής $f(X) = f(X_1, \dots, X_n)$ είναι γραμμική όταν, για όλες τις μεταβλητές X_i , και σταθερές S_i ισχύει ότι:

$$f(S_1X_1, \dots, S_nX_n) = S_1f(X_1) + \dots + S_nf(X_n)$$

Ο ορισμός ισοδυναμεί με την «σταθερή απόδοση» : Μια γραμμική συνάρτηση πρέπει να έχει την ιδιότητα της σταθερής απόδοσης ή οικονομίας κλίμακας.

$$f(SX) = Sf(X)$$

Ο ορισμός συνεπάγεται ότι αν κάθε μεταβλητή πολλαπλασιαστεί με μια σταθερά S , αυτό οδηγεί σε μεταβολή κατά S της αντικειμενικής συνάρτησης ή του περιορισμού. Σημειώνεται ότι συναρτήσεις της μορφής $f(X) = a_0 + \sum a_i X_i$ a_i δεν είναι γραμμικές εξαιτίας του όρου a_0 .

Ακόμα, μια γραμμική συνάρτηση θα πρέπει να είναι προσθετική. Η τιμή που περιέχει όλες τις X_i πρέπει να είναι ίση με το άθροισμα των τιμών της συνάρτησης για κάθε μια μεταβλητή X_i ξεχωριστά. Δηλαδή, η συμμετοχή κάθε μεταβλητής X_i στη $f(X)$ δεν εξαρτάται από την παρουσία ή απουσία κάποιας άλλης μεταβλητής.

$$f(X_1, \dots, X_n) = f(X_1) + \dots + f(X_n)$$

Η συνθήκη της συνέχειας έχει ως πρακτική συνέπεια ότι τα προβλήματα που αντιμετωπίζονται δεν περιορίζονται σε διακριτές ή ακέραιες ποσότητες. Στην πράξη πολλά προβλήματα αναφέρονται σε αποφάσεις που αφορούν ακέραιες και διακριτές περιπτώσεις (π.χ. στόλοι οχημάτων, σημεία ανεφοδιασμού, κ.ά). Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με την παραδοχή ότι οι ακέραιες μεταβλητές είναι συνεχείς, στρογγυλεύοντας (στο πλησιέστερο άκρο) τα αποτελέσματα. Υπάρχουν ακόμα και δυνατότητες για να διατυπωθεί ένα ισοδύναμο πρόγραμμα που μπορεί να χειριστεί ακέραιες τιμές (αέριος προγραμματισμός).

Τέλος η συνθήκη της μη – αρνητικότητας $X_i \geq 0$, για κάθε i , επιβάλλεται από τη προσέγγιση που ακολουθεί η επίλυση εύρεσης του βέλτιστου (αποτελεί δηλαδή τεχνικό περιορισμό). Ωστόσο δεν αποτελεί σημαντικό περιορισμό καθώς είναι πάντα εφικτό να οριστεί μια συνθήκη αντίθετου πρόσημου.

Η δυνατή λύση είναι κυρτή, αν υπάρχει. Σημειώνεται ότι η περιοχή λύσης είναι κυρτή, λόγω γραμμικότητας των περιορισμών. Το βέλτιστο βρίσκεται στις ακμές της

περιοχής που ορίζεται, και συγκεκριμένα στις κορυφές. Στο πρόβλημα των μεταφορών, οι μεταβλητές X_{ij} για τις οποίες αναζητείται το βέλτιστο εκφράζουν τις μονάδες που διακινούνται ανάμεσα στο σημείο i και j . Τα a αντίστοιχα κόστη εκφράζονται ως C_{ij} . Οι περιορισμοί μπορεί να είναι τεχνικοί ή διοικητικοί. Οι τεχνικοί περιορισμοί είναι σαφέστεροι στη διατύπωση τους:

$$\sum_j X_{ij} \leq \text{Διαθέσιμα στη πηγή (προορισμό) } i$$

$$\sum_i X_{ij} = \text{Ανάγκες στο προορισμό } j$$

$$X_{ij} \geq 0 \text{ για όλα τα } i \text{ και } j$$

Τα πλέον βασικά προγράμματα επίλυσης βασίζονται στη μέθοδο Simplex (κινείται από ακμή σε ακμή κατά μήκος των άκρων της εφικτής περιοχής με στόχο τη βελτιστοποίηση της αντικειμενικής συνάρτησης). Η μέθοδος αυτή δεν ενδείκνυται για σύνθετα προβλήματα. Ο χρόνος επίλυσης είναι συνάρτηση του αριθμού των περιορισμών λόγω της επίλυσης στις ακμές που συνεπάγεται την επίλυση συστήματος εξισώσεων και δικαιολογείται από το γεγονός ότι η επίλυση των συστημάτων απαιτεί την αντιστροφή των πινάκων περιορισμών.

5.3. Εφαρμογή γραμμικού προγραμματισμού στην απόδοση μεταφορικού συστήματος

Ο Γραμμικός προγραμματισμός έχει εφαρμοσθεί για την αξιολόγηση της απόδοσης παρεμβάσεων στο μεταφορικό έργο. Στην περίπτωση ενός μεταφορικού συστήματος, όπως αυτό ενός δικτύου λεωφορειακών γραμμών, μια έκφραση ενός προβλήματος βελτιστοποίησης θα μπορούσε να είναι η μεγιστοποίηση της επιβατικής κίνησης. Στην περίπτωση αυτή το πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού θα μπορούσε να διατυπωθεί ως εξής:

$$\max z = \sum x_j$$

$$\sum a_{ir} x_r \leq b_i \quad (i=1, 2, \dots, m)$$

$$\sum b_i \cdot C_i \leq OC$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, r)$$

Όπου:

- x_j είναι ο αριθμός επιβατών που μπορεί να μετακινηθεί με μια λεωφορειακή γραμμή στη μονάδα του χρόνου

- c_j είναι το μοναδιαίο κόστος ή μοναδιαία αξία (για τον οργανισμό) αναφορικά με την μετακίνηση ενός επιβάτη με την λεωφορειακή γραμμή j
- a_{ij} είναι ο τεχνολογικός συντελεστής, δηλαδή ο αριθμός μεταφερόμενων επιβατών i που διανύεται για κάθε μονάδα της δραστηριότητας j
- b_j είναι ο μέγιστος αριθμός επιβατών που μπορεί να μεταφερθεί από τη γραμμή στη μονάδα του χρόνου, δηλαδή η μεταφορική ικανότητα της λεωφορειακής γραμμής
- OC: Σύνολο διατιθέμενου προϋπολογισμού από τον οργανισμό
- m είναι ο αριθμός των διαθέσιμων μέσων

Πιθανόν, η επιβατικός φόρτος να μπορεί να εκφραστεί σε οχηματοχιλιόμετρα ανά επιβάτη αντί για επιβάτες

Το πρόβλημα της ελαχιστοποίησης του κόστους μετακίνησης για τον επιβάτη, μπορεί να εκφραστεί ως πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού ως εξής:

$$\begin{aligned} \min z &= \sum c_j x_j \\ \sum a_{ij} x_j &\geq b_i \quad (i=1, 2, \dots, m) \\ x_j &\geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, r) \end{aligned}$$

- x_j είναι ο αριθμός οχηματοχιλιομέτρων που μπορεί να διανυθεί από μια λεωφορειακή γραμμή στη μονάδα του χρόνου
- c_j είναι το μοναδιαίο κόστος ή μοναδιαία αξία της μετακίνησης του χρήστη με την λεωφορειακή γραμμή j
- a_{ij} είναι ο τεχνολογικός συντελεστής, δηλαδή ο αριθμός οχηματοχιλιομέτρων i που διανύεται για κάθε μονάδα της δραστηριότητας j
- b_j είναι η ποσότητα του μέσου i , δηλαδή οι ανάγκες για μετακίνηση σε ένα σημείο ή αλλιώς η ζήτηση για μετακίνηση
- m είναι ο αριθμός των διαθέσιμων μέσων

Ο Γραμμικός προγραμματισμός έχει εφαρμοσθεί στο παρελθόν για την αξιολόγηση της απόδοσης παρεμβάσεων στο μεταφορικό έργο. Για παράδειγμα, ο Μ. Γ. Καρλαύτης (2000) χρησιμοποίησε τη μέθοδο «ανάλυσης της ανάπτυξης δεδομένων (Data Envelopment Analysis – DEA)» μια μη παραμετρική μέθοδο γραμμικού προγραμματισμού για να εκτιμήσει τους δείκτες αποδοτικότητας και να κατασκευάσει

την οριακή συνάρτηση αποδοτικότητας για διάφορα μεταφορικά συστήματα στις Ηνωμένες Πολιτείες.

5.4. Μεγιστοποίηση του δείκτη ικανοποίησης των επιβατών (satisfaction index)

Εναλλακτικά, θα μπορούσαμε αντί για τη μεγιστοποίηση της επιβατικής κίνησης – για την επίτευξη της οποίας πρέπει να ληφθούν και άλλοι παράγοντες - να επιδιώξουμε μεγιστοποίηση του δείκτη ικανοποίησης των επιβατών (passenger satisfaction index). Η ικανοποίηση των επιβατών ορίζεται ως το αποτέλεσμα που προκύπτει όταν τα χαρακτηριστικά της παρεχόμενης υπηρεσίας ανταποκρίνονται στις ανάγκες των επιβατών και όταν η υπηρεσία υπερβαίνει τις προσδοκίες των επιβατών για το χρονικό διάστημα που παρέχεται (Juran, 1991). Η ικανοποίηση των επιβατών θα πρέπει να διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στο σχεδιασμό των μεταφορών από τον εκάστοτε οργανισμό, καθώς η βελτίωση του επιπέδου ικανοποίησης των επιβατών οδηγεί σε αύξηση της επιβατικής κίνησης και βελτίωση της συνολικής απόδοσης του συστήματος (Khaled F. Abdelghany et al 2007).

Ο δείκτης ικανοποίησης των επιβατών (passenger satisfaction index - PSI) εξαρτάται από $P_1, P_2, \dots, P_n$, παράγοντες, όπως αυτοί έχουν καταγραφεί από τα παράπονα των επιβατών ή προκύπτουν από την εφαρμογή του σχετικού προτύπου. Για τη περίπτωση του ΟΑΣΑ, αποτυπώθηκαν οι παρακάτω παράγοντες/παράπονα:

1^{ος} παράγοντας: δρομολόγιο (συχνότητα – αξιοπιστία)

2^{ος} παράγοντας: συμπεριφορά προσωπικού

3^{ος} παράγοντας: πρόταση νέων γραμμών & αλλαγών στο δίκτυο

4^{ος} παράγοντας: κατάσταση οχήματος

5^{ος} παράγοντας: κατάσταση στάσεων – σταθμών

6^{ος} παράγοντας: κόμιστρα – έλεγχος.

Η ικανοποίηση ενός επιβάτη επηρεάζεται από το βαθμό χρήσης της λεωφορειακής γραμμής. Όσο πιο πολύ χρησιμοποιεί ένα μεταφορικό σύστημα, τόσο πιο ικανοποιημένος δηλώνει.

Βάσει λοιπόν αυτών των ευρημάτων θα πρέπει να ιεραρχηθούν οι παρεμβάσεις που θα γίνουν στο δίκτυο με στόχο την μεγιστοποίηση του δείκτη ικανοποίησης των

επιβατών - PSI. Η βελτίωση ενός χαρακτηριστικού κατά ένα ποσοστό (b_n) έχει διαφορετική επίπτωση στον δείκτη ικανοποίησης των επιβατών.

Ο δείκτης αυτός, Y , θα είναι της μορφής:

$$PSI(\%) \ Y = X_1b_1 + X_2b_2 + \dots + X_nb_n$$

Όπου:

X_n : Το ποσοστό βαρύτητας στον δείκτη ικανοποίησης του παράγοντα/παραπρόνου P_n ,

b_n : Το ποσοστό υλοποίησης του παράγοντα/παραπρόνου P_n ,

Εξάλλου η προκύπτουσα δαπάνη CP_n για τα έργα/ενέργειες που απαιτούνται για κάθε παράγοντα/παραπάνα είναι:

$$CP_n = C_n \cdot b_n,$$

Όπου:

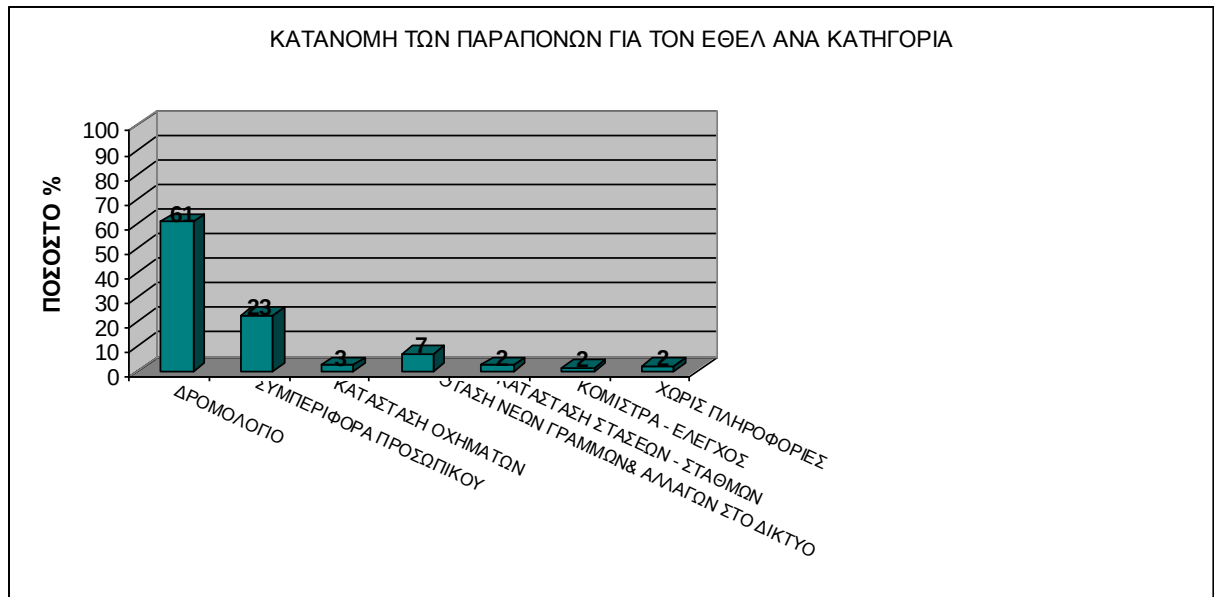
C_n Η δαπάνη για τη πλήρη ικανοποίηση του παραπρόνου P_n ,

Κατά συνέπεια οι σχέσεις του γραμμικού προγραμματισμού διαμορφώνονται ως εξής:

$$\begin{array}{l} \text{Max } Y \\ Y = X_1b_1 + X_2b_2 + \dots + X_nb_n \\ \text{s.t.} \\ b_n \leq 100\% \\ \sum CP_n \leq \text{Διατιθέμενος προϋπολογισμός} \end{array}$$

5.5. Εφαρμογή στον ΟΑΣΑ

Από την επεξεργασία της βάσης δεδομένων των παραπρόνων του ΟΑΣΑ για την ΕΘΕΛ προκύπτουν τα ποσοστά που παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα.



Τα ποσοστά αυτά επί της ουσίας δείχνουν τη βαρύτητα που έχει στο βαθμό ικανοποίησης των επιβατών, η κάθε κατηγορία παραπόνου. Περιγράφουν δηλαδή κατά πόσο επηρεάζεται ο δείκτης ικανοποίησης των επιβατών με τη μεταβολή της ποιότητας κάποιας από τις παραπάνω κατηγορίες. Άρα αποτελούν μια ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων των παρεμβάσεων που πραγματοποιούνται για τη βελτίωση των υπηρεσιών και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των μέτρων.

Οι παράμετροι C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , C_5 , C_6 αντιπροσωπεύουν τις δαπάνες που απαιτούνται από τον οργανισμό για την πλήρη ικανοποίηση αυτής της επιθυμίας/παραπόνου του επιβάτη. Φυσικά, επειδή ο προϋπολογισμός του ΟΑΣΑ είναι περιορισμένος, για αυτό το σύνολο των δαπανών δεν θα πρέπει να ξεπερνά τον συνολικό διατιθέμενο προϋπολογισμό και άρα είναι δύσκολο να διατεθεί αυτό το ποσό εξ ολόκληρου.

Όπως παρατηρούμε το 2% των παραπόνων δεν αφορά καμιά συγκεκριμένη κατηγορία, καθώς δεν παρέχονται συγκεκριμένες πληροφορίες. Αυτό συνεπάγεται ότι ακόμα και αν πραγματοποιηθούν όλες οι παρεμβάσεις επιτυχώς, ο δείκτης ικανοποίησης θα είναι ίσος με 98% και όχι 100%. Στην πραγματικότητα, ποτέ δεν επιτυγχάνεται αυτό το ποσοστό. Ο οργανισμός αποφασίζει μια τιμή γ για τον δείκτη ικανοποίησης που θεωρεί εφικτή και ικανοποιητική, για παράδειγμα δείκτης ικανοποίησης $PSI = 70\%$. Εν συνεχεία, αναζητείται η βέλτιστη κατανομή των πόρων, με στόχο ο δείκτης ικανοποίησης να είναι ίσος με 70% και ταυτόχρονα να ελαχιστοποιείται το κόστος.

Πίνακας 5.1: Ελαχιστοποίηση του κόστους επενδύσεων για δεδομένη τιμή του PSI

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΑΡΑΠΟΝΟΥ – ΔΕΙΚΤΗΣ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΒΑΡΥΤΗΤΑ ΠΑΡΑΠΟΝΟΥ /ΔΕΙΚΤΗ (X_i)	ΔΑΠΑΝΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ C_i (100% του παραπόνου/ Δείκτη)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΠΟΡΩΝ- ΒΑΘΜΟΣ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΔΕΙΚΤΗ b_i
ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	61	C1	$b1 \leq 61$
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	23	C2	$b2 \leq 23$
ΠΡΟΤΑΣΗ ΝΕΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ &ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ	7	C3	$b3 \leq 7$
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	3	C4	$b4 \leq 7$
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΑΣΕΩΝ - ΣΤΑΘΜΩΝ	2	C5	$b5 \leq 3$
ΚΟΜΙΣΤΡΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ	2	C6	$b6 \leq 2$
ΔΕΙΚΤΗΣ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ PSI %	98	Συνολικό κόστος $\sum C_i$	y

Παράδειγμα

Παρακάτω δίνεται ένα αριθμητικό παράδειγμα. Έστω ότι η επιδιωκόμενη τιμή του δείκτη ικανοποίησης PSI είναι 70%. Ακόμα γίνεται μια εκτίμηση του κόστους για την εφαρμογή κάθε μέτρου, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 5.2 : Παρεμβάσεις και εκτίμηση κόστους επενδύσεων κάθε κατηγορίας

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΑΡΑΠΟΝΟΥ – ΔΕΙΚΤΗΣ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΜΕΤΡΑ	ΒΑΡΥΤΗΤΑ ΠΑΡΑΠΟΝΟ Υ /ΔΕΙΚΤΗ (X_i)	ΔΑΠΑΝΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ Σ C_i (100% του παραπόνου/ Δείκτη)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΠΟΡΩΝ- ΒΑΘΜΟΣ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΔΕΙΚΤΗ b_i
ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	- Επέκταση ωραρίου λειτουργίας - Ιδανικός αριθμός στάσεων - Διαδρομή - Αύξηση λειτουργικής συχνότητας ανάλογα με τη ζήτηση - Κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας οχημάτων - Τοπική και έκτακτη δρομολόγηση οχημάτων από σταθμάρχες σε κομβικά σημεία - Κατασκευή λεωφορειολωρίδας - Σύστημα παροχής μεταβλητών πληροφοριών αφίξεων	61	100	$b1 \leq 61$

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	• Mystery shopper • Σεμινάρια εκπαίδευσης	23	200	$b2 \leq 23$
ΠΡΟΤΑΣΗ ΝΕΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ & ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ	• Δημιουργία νέων γραμμών • Επανασχεδιασμός υπάρχουσών λεωφορειακών γραμμών	7	50	$b 3 \leq 7$
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	• Συντήρηση οχημάτων • Καθαριότητα • Νέα οχήματα	3	5	$b 4 \leq 7$
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΑΣΕΩΝ - ΣΤΑΘΜΩΝ	• Κατασκευή στεγάστρου • Τοποθέτηση πάγκων • Τοποθέτηση πινάκων δρομολογίων • Εγκατάσταση ράμπας επιβίβασης – αποβίβασης • Επαρκής φωτισμός	2	5	$b 5 \leq 3$
ΚΟΜΙΣΤΡΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ	• Εγκατάσταση αυτόματου συστήματος επικύρωσης εισιτηρίου κατά την είσοδο	2	10	$b 6 \leq 2$

	Εγκατάσταση μηχανημάτων έκδοσης εισιτηρίων			
ΔΕΙΚΤΗΣ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ PSI %		98	Συνολικό κόστος = 370	70

Το τελικό κόστος επενδύσεων για την βελτίωση της ποιότητας εξυπηρέτησης των επιβατών διαφοροποιείται σημαντικά, ανάλογα με την κατηγορία τον βαθμό και τον τρόπο που επιλέγεται να βελτιωθεί. Κάθε παρέμβαση επιφέρει διαφορετικό κόστος εφαρμογής.

Στη συγκεκριμένο αριθμητικό παράδειγμα παρατηρούμε μεγαλύτερο είναι το κόστος για την βελτίωση της συμπεριφοράς του προσωπικού, μετά εκείνο για τη βελτίωση του δρομολογίου, το κόστος για την δημιουργία νέων γραμμών και επανασχεδιασμού, το κόστος βελτίωσης του συστήματος προμήθειας και καταβολής του κομίστρου, το κόστος βελτίωσης των οχημάτων, και τέλος, το κόστος βελτίωσης των στάσεων. Είναι λοιπόν λογικό, ότι το μικρότερο κόστος θα προκύπτει όταν το βάρος του κόστους βελτίωσης της συμπεριφοράς του προσωπικού, είναι μικρό στο δείκτη ικανοποίησης των επιβατών PSI .

Το κόστος προκύπτει ως εξής:

$$TC = \sum (b_i * C_i)$$

, όπου

- C_i η Δαπάνη υλοποίησης του 100% του παραπόνου/ Δείκτη
- b_i Το ποσοστό υλοποίησης του παράγοντα/παραπόνου P_n , θα πρέπει να είναι πάντα μικρότερα ίσα από τα αντίστοιχα ποσοστά που προέκυψαν από την έρευνα.

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, υπολογίζεται εύκολα ότι το κόστος ελαχιστοποιείται όταν το βάρος του μεγαλύτερου κόστους μηδενίζεται, τα βάρη των μικρότερων κοστών μεγιστοποιούνται, και το βάρος της κατηγορίας που απομένει, είναι το υπόλοιπο του αθροίσματος των υπολοίπων από το ζητούμενο 70% του δείκτη ικανοποίησης. Έτσι προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 5.3: Υπολογισμός ελάχιστου κόστους επενδύσεων για PSI = 70%

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΑΡΑΠΟΝΟΥ – ΔΕΙΚΤΗΣ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΔΑΠΑΝΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ C_i (100% του παραπόνου/ Δείκτη)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΠΟΡΩΝ- ΒΑΘΜΟΣ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣ ΗΣ ΔΕΙΚΤΗ b_i	ΔΑΠΑΝΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣC_i $b_i\%$ του παραπόνου/ Δείκτη)
ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	100	56	56
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	200	0	0
ΠΡΟΤΑΣΗ ΝΕΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ & ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ	50	7	3,5
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	5	3	0,15
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΑΣΕΩΝ - ΣΤΑΘΜΩΝ	5	2	0,1
ΚΟΜΙΣΤΡΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ	10	2	0,2
Συνολικό κόστος TC	370	PSI =70%	59.95

Το πρόβλημα της ελαχιστοποίησης του κόστους μπορεί να διατυπωθεί και ως πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού και εν συνεχεία, να επιλυθεί με τη μέθοδο Simplex ή ακόμα και με δοκιμές. Το πρόβλημα τότε θα είχε την εξής μορφή:

$$\text{MIN TC} = \sum (b_i \cdot C_i)$$

$$\text{s.t } b_1 \leq 61\%$$

$$b_2 \leq 23\%$$

$$b_3 \leq 7\%$$

$$b_4 \leq 3\%$$

$$b_5 \leq 2\%$$

$$b_6 \leq 2\%$$

$$b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + b_5 + b_6 \leq 100\%$$

$$b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6 \geq 0$$

Και η τυπική μορφή θα είναι :

$$TC - \sum (b_i \cdot C_i) = 0$$

$$\text{s.t } b_1 + S_1 = 61\%$$

$$b_2 + S_2 = 23\%$$

$$b_3 + S_3 = 7\%$$

$$b_4 + S_4 = 3\%$$

$$b_5 + S_5 = 2\%$$

$$b_6 + S_6 = 2\%$$

$$b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + b_5 + b_6 \leq 100\%$$

$$b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6 \geq 0$$

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Συμπεράσματα

Η αξιολόγηση της αποδοτικότητας και η εκτίμηση των χαρακτηριστικών των μεταφορικών συστημάτων έχει απασχολήσει σε μεγάλο βαθμό τη βιβλιογραφία λόγω των σημαντικών αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την εφαρμογής της. Αν και η διεθνής βιβλιογραφία έχει εκτεταμένα ασχοληθεί με την ανάλυση διαφορετικών εναλλακτικών λύσεων, αναφορικά με τα μεταφορικά συστήματα, καθώς και τη μέτρηση της απόδοσης τους, στην πράξη οι μέθοδοι για βελτίωση της απόδοσης ενός μεταφορικού συστήματος έχει εφαρμοστεί σε μικρή κλίμακα. Η αναγκαιότητα της παράλληλης ανάλυσης των επιπτώσεων των βελτιώσεων, τόσο για τον πάροχο των υπηρεσιών, όσο και για τους επιβάτες, συνεκτιμώντας και τις πιθανές κοινωνικές επιπτώσεις, καθιστά την αξιολόγηση ενός μεταφορικού συστήματος πολύπλοκη.

Στις περισσότερες πόλεις ο χώρος που διατίθεται για τις μετακινήσεις είναι περιορισμένος και άρα είναι σημαντική η κάλυψη των αναγκών κινητικότητας μέσω της αύξησης της επιβατικής κίνησης των λεωφορειακών γραμμών, εφόσον έτσι δεν επιβαρύνεται η κυκλοφοριακή συμφόρηση. Γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στις λεωφορειακές γραμμές, καθώς όπως προέκυψε και από τα στοιχεία, υπάρχουν προβληματικοί τομείς που επιδέχονται βελτιώσεις. Για κάθε πολιτική διαχείρισης των μεταφορών, χρειάζεται να αξιολογούνται οι επιπτώσεις της και η απόδοση της, έτσι ώστε να δικαιολογείται το κόστος επενδύσεων που καταβάλλει ο οργανισμός.

Η έρευνα αυτή προσπάθησε να προσεγγίσει τη σχέση μεταξύ του οργανισμού και των επιβατών, αναφορικά με τις επενδύσεις για την βελτίωση της παροχής των υπηρεσιών. Για παράδειγμα, στόχος των επιβατών είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους μετακίνησης ενώ για τον οργανισμό είναι η μεγιστοποίηση της επιβατικής κίνησης. Ένας κοινός στόχος είναι η μεγιστοποίηση του δείκτη ικανοποίησης των επιβατών. Η αύξηση του δείκτη ικανοποίησης έχει ως αποτέλεσμα την ταυτόχρονη μείωση του κόστους μετακίνησης και την αύξηση της επιβατικής κίνησης. Αυτό συμβαίνει γιατί όταν αυξάνεται ο δείκτης ικανοποίησης των επιβατών, οι ανάγκες τους καλύπτονται σε ικανοποιητικό βαθμό και άρα αυξάνεται η αντιληπτή ποιότητας εξυπηρέτησης, καθιστώντας συνεπώς το μέσο πιο ελκυστικό και προσελκύοντας έτσι μεγαλύτερη επιβατική κίνηση.

Η έρευνα αυτή βασίστηκε στη βάση παραπόνων του ΟΑΣΑ, που κάλυπτε την χρονική περίοδο από Ιανουάριο έως Οκτώβριο του 2008. Μέσω της επεξεργασίας

των δεδομένων αυτών προέκυψαν οι ανάγκες του επιβατικού κοινού. Στην πραγματικότητα η κατανομή των παραπόνων αποτελεί και ιεράρχηση των προτεραιοτήτων των επιβατών. Πρόκειται δηλαδή για την εκτίμηση της βαρύτητας που έχει κάθε κατηγορία παραπόνων στους χρήστες των ΜΜΜ, αλλά και συγκεκριμένα των λεωφορειακών γραμμών.

Η έρευνα αποκάλυψε ότι την μεγαλύτερη βαρύτητα για τους επιβάτες έχει η συχνότητα και η αξιοπιστία των δρομολογίων μιας λεωφορειακής γραμμής (61%). Μετά ακολουθούν η συμπεριφορά του προσωπικού (23%), η ανάγκη για νέες λεωφορειακές γραμμές και για αλλαγές στις υπάρχουσες (7%), η κατάσταση των οχημάτων (3%), η κατάσταση των στάσεων (2%) και τέλος ο τρόπος προμήθειας και καταβολής του κομίστρου καθώς και ο έλεγχος των επιβατών (2%).

Η συγκεκριμένη κατανομή των παραπόνων, δείχνει πως οι κατηγορίες όπως η κατάσταση των στάσεων, του οχήματος και τα κόμιστρα, των οποίων η ποιότητα καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό αποκλειστικά από τον οργανισμό, το ποσοστό των παραπόνων είναι μικρό. Αντίθετα αποκαλύπτεται ότι η συμπεριφορά του προσωπικού είναι ένας πολύ προβληματικός τομέας και θα πρέπει άμεσα να ληφθούν μέτρα. Αυτός είναι και ο μόνος τομέας για τον οποίο οι βελτιώσεις δεν αποτελούν αντικείμενο συγκοινωνιολόγου αλλά οι επιπτώσεις τους επηρεάζουν σημαντικά την απόδοση μιας λεωφορειακής γραμμής. Σημαντικό είναι και το ποσοστό και εκείνων που δηλώνουν ανεπάρκεια του παρόντος δικτύου να καλύψει την κινητικότητα τους. Συνεπώς θα πρέπει άμεσα να διερευνηθεί η ζήτηση στα συγκεκριμένα σημεία του δικτύου και να προσαρμοστεί η παροχή των υπηρεσιών. Προκύπτει λοιπόν ένα σημαντικό θέμα διαχείρισης της ζήτησης από τον οργανισμό. Η διαχείριση του έργου μιας λεωφορειακής γραμμής ανάλογα με τη ζήτηση που υπάρχει, οδηγεί σε υψηλή αποδοτικότητα του μεταφορικού συστήματος.

Ο καθοριστικότερος παράγοντας δυσaráσκειας των επιβατών αφορά τη συχνότητα διέλευσης των λεωφορειακών γραμμών και την αξιοπιστία τους. Ο παράγοντας αυτός επηρεάζεται σημαντικά από εξωγενείς παράγοντες ο κυριότερος των οποίων είναι οι κυκλοφοριακές συνθήκες. Συνεπώς, αποτελεί μεγάλη πρόκληση η εξυγίανση του συγκεκριμένου τομέα.

Ένα άλλο στοιχείο που προκύπτει από τη βάση παραπόνων είναι ότι ο κύριος όγκος αφορά το δίκτυο λεωφορειακών γραμμών. Το γεγονός αυτό δικαιολογείται εφόσον τα λεωφορεία είναι τα μέσα που επηρεάζονται περισσότερο από εξωγενείς παράγοντες.

Η ανάγκη για βελτίωση της ποιότητας εξυπηρέτησης των επιβατών των λεωφορείων επιφέρει ένα σημαντικό κόστος για τον οργανισμό. Ωστόσο η βελτίωση της ποιότητας

μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στον οργανισμό αν οι παρεμβάσεις που θα γίνουν βελτιώσουν την απόδοση του συστήματος, κυρίως μέσω της αύξησης της επιβατικής κίνησης. Η επιβατική κίνηση αυξάνεται όσο αυξάνεται ο δείκτης ικανοποίησης των επιβατών. Στόχος λοιπόν των παρεμβάσεων που διενεργούνται θα πρέπει να είναι η βελτίωση της αποδοτικότητας μιας λεωφορειακής γραμμής, δεδομένου του κόστους που επενδύεται από τον οργανισμό. Ο δείκτης ικανοποίησης των επιβατών υποδεικνύει τον τρόπο που κατανέμονται οι διαθέσιμοι πόροι από τον οργανισμό έτσι ώστε να επιτευχθεί η προαπαιτούμενη αποδοτικότητα αλλά και να ελαχιστοποιηθεί το κόστος επενδύσεων του οργανισμού. Μέσω της διαδικασίας της αξιολόγησης των παρεμβάσεων προσδιορίζονται οι επιπτώσεις των παρεμβάσεων και γίνεται μια εκτίμηση της μελλοντικής αποδοτικότητας του συστήματος.

Οι επιπτώσεις των παρεμβάσεων εκτιμώνται βάση κάποιων παραμέτρων. Οι παράμετροι αυτοί επιλέγονται λόγω της μεγάλης επίδρασης που έχουν στην αποδοτικότητα του συστήματος. Οι παράμετροι που επιλέχθηκαν σε αυτήν την εργασία είναι: ο συνολικός χρόνος μετακίνησης επιβάτη, ο χρόνος αναμονής στη στάση, η αξιοπιστία και η άνεση που αφορούν τον επιβάτη και αντίστοιχα για τον ΟΑΣΑ, ο χρόνος ταξιδιού, το λειτουργικό κόστος, το κόστος επενδύσεων και η επιβατική κίνηση. Κάθε παρέμβαση στο δίκτυο επηρεάζει τους παράγοντες αυτούς που καθορίζουν την αποδοτικότητα του συστήματος. Τα μέτρα που λαμβάνονται αποτελούν την απάντηση σε μια κατηγορία παραπόνου. Πιο συγκεκριμένα, οι παρεμβάσεις που προτείνονται έχουν ως στόχο τη βελτίωση των χαρακτηριστικών εκείνων που οι επιβάτες βρίσκουν ανεπαρκή. Τα μέτρα για τη βελτίωση της ικανοποίησης των επιβατών αναφορικά με την διαδρομή, την συχνότητα και την αξιοπιστία του δρομολογίου είναι τα εξής:

- Επέκταση ωραρίου λειτουργίας
- Διαδρομή
- Προσαρμογή λειτουργικής συχνότητας ανάλογα με τη ζήτηση
- Ιδανικός αριθμός στάσεων
- Κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας οχημάτων
- Τοπική και έκτακτη δρομολόγηση οχημάτων από σταθμάρχες σε κομβικά σημεία
- Κατασκευή λεωφορειολωρίδας
- Σύστημα παροχής μεταβλητών πληροφοριών αφίξεων

Η εφαρμογή των περισσότερων μέτρων οδηγούν στην ανάγκη προμήθειας νέων οχημάτων. Ο στόλος των οχημάτων όμως δεν μπορεί να αυξάνεται απεριόριστα και άρα είναι σημαντική η κατανομή των οχημάτων στις λεωφορειακές γραμμές αλλά και κατά τη διάρκεια της μέρας, ανάλογα με τις ώρες αιχμής και μη αιχμής και την αντίστοιχη ζήτηση. Τα μέτρα που λαμβάνονται για τη βελτίωση της συμπεριφοράς του προσωπικού είναι: η θέσπιση σεμιναρίων εκπαίδευσης των οδηγών και η τοποθέτηση μυστικών επιβατών (mystery shoppers). Αναφορικά με τις προτάσεις για νέες γραμμές και αλλαγές στο δίκτυο, τα μέτρα που προβλέπονται είναι η μελέτη σχεδιασμού νέων γραμμών και ο επανασχεδιασμός όσων παρουσιάζουν προβλήματα. Για τη βελτίωση της κατάστασης του οχήματος θα πρέπει να γίνεται συχνή συντήρηση τους αλλά και να ανανεώνεται τακτικά ο στόλος. Τέλος, η καθαριότητα ενός οχήματος είναι σημαντική και δεν θα πρέπει να αγνοείται. Οι στάσεις μπορούν να βελτιωθούν με πολλές ενέργειες όπως η τοποθέτηση στεγάστρου, πάγκου, αποβάθρα επιβίβασης - αποβίβασης αλλά και με την παροχή των απαραίτητων πληροφοριών στους επιβάτες. Τέλος, τα παράπονα που αφορούν τα κόμιστρα και τη διαδικασία ελέγχου της μπορεί να αλλάξουν δραματικά με την εγκατάσταση ενός συστήματος αυτόματης καταβολής κομίστρου ή με την αύξηση των σημείων πώλησης εισιτηρίων.

Η βελτίωση της ποιότητας εξυπηρέτησης, που επιδιώκεται μέσα από τις παρεμβάσεις αυτές,:

- ωφελεί τους υπάρχοντες επιβάτες (που θα χρησιμοποιούν τη λεωφορειακή γραμμή έστω και αν δεν υπάρξουν βελτιώσεις)
- ωφελεί τους νέους επιβάτες (που θα χρησιμοποιήσουν λεωφορειακή γραμμή αν και μόνον αν υπάρξει βελτίωση των υπηρεσιών)
- έχει θετικές κοινωνικές επιπτώσεις, λόγω της μείωσης του κυκλοφοριακού προβλήματος, όπως η μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, του κόστους στάθμευσης, των ατυχημάτων, της ενεργειακής κατανάλωσης, και των εκπομπών ρύπων
- επιφέρει αύξηση της επιβατικής κίνησης που μεταφράζεται ως αύξηση των εσόδων του οργανισμού.

Σε μια σύγχρονη, εύπορη κοινωνία οι καταναλωτές είναι συνηθισμένοι σε υψηλής ποιότητας προϊόντα και υπηρεσίες. Ο δείκτης ικανοποίησης των επιβατών (passenger satisfaction index) αποτυπώνει τον βαθμό στον οποίο ικανοποιούνται οι

ανάγκες τους και οι προσδοκίες τους. Συνεπώς, η μεγιστοποίηση του δείκτη είναι ιδιαίτερα σημαντική, γιατί όσο πιο υψηλός είναι ο δείκτης, τόσο πιο καλά προσαρμοσμένες είναι οι παρεχόμενες υπηρεσίες στις υπάρχουσες ανάγκες. Πρόκειται δηλαδή για ένα μέτρο αποδοτικότητας των παρεμβάσεων που διενεργούνται στο δίκτυο.

6.2. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Στην έρευνα αυτή αποτυπώθηκε η αναγκαιότητα της γνώσης των αναγκών και των προσδοκιών του επιβατικού κοινού έτσι ώστε να δομηθεί μια αποδοτική λεωφορειακή γραμμή. Είναι λοιπόν επιβεβλημένη η συνέχιση αλλά και η εντατικοποίηση της καταγραφής των παραπόνων για τον ΟΑΣΑ. Για να χρησιμοποιηθεί σε ευρεία κλίμακα η βάση δεδομένων, θα πρέπει να διασφαλιστεί η εγκυρότητα της. Συνεπώς, κρίνεται σκόπιμη η προώθηση και διαφήμιση της διαδικασίας αυτής στο επιβατικό κοινό, με στόχο την συνεχή ροή πληροφοριών και αύξηση του όγκου των δεδομένων της βάσης.

Ακόμα, από την επεξεργασία των δεδομένων μπορεί να ανακύψει μια καινούργια ανάγκη του επιβατικού κοινού. Θα πρέπει λοιπόν να υπάρχει η δυνατότητα της ευελιξίας και αλλαγής των κατηγοριών των παραπόνων. Ο δείκτης ικανοποίησης, που βασίζεται στις κατηγορίες των παραπόνων, μπορεί εύκολα να εφαρμοσθεί και για σε άλλα μεταφορικά συστήματα, γνωρίζοντας όμως τις ανάγκες του επιβατικού κοινού.

Στην παρούσα έρευνα έγινε μια προσπάθεια εκτίμησης των επιπτώσεων στον δείκτη ικανοποίησης συνολικά των μέτρων που εφαρμόζονται ανά κατηγορία. Θα ήταν χρήσιμο να διερευνηθεί, η δυνατότητα εκτίμησης των επιπτώσεων κάθε μέτρου ξεχωριστά στο δείκτη ικανοποίησης των επιβατών.

Τέλος, στο δείκτη ικανοποίησης συμπεριλαμβάνονται τα κόστη των παρεμβάσεων. Είναι λοιπόν προφανές ότι η διαφοροποίηση των τιμών για τα κόστη αυτά, θα έχει ως συνέπεια την εξαγωγή διαφορετικών αποτελεσμάτων. Κρίνεται άρα σκόπιμη η μελέτη και διερεύνηση του τρόπου υπολογισμού του κόστους εφαρμογής κάθε μέτρου στην παρεχόμενη υπηρεσία.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- K. F. Abdelghany, Mahmassani & A. F. Abdelghany, (2007), **“A Modelling Framework for Bus Rapid Transit Operations Evaluation and Service Planning”**, *Transportation Planning and Technology*, December 2007, Vol. 30, No. 6, pp. 571_591
- H. Brummer, **“DIN EN 13816 and its implementation by DB Regio – Instruments to measure and appraise quality of services in rail-bound passenger transport”**, *ETC Transport Consultants GmbH*, http://www.ebn.din.de/sixcms_upload/media/1356/bruemmer.pdf
- K. Brundell-Freij, (2006), **“User benefits and time in road investment and maintenance: The role of speed choice and driving comfort.”**, *Transportation Research Board Annual Meeting*, www.mdt.mt.gov/research/docs/trb_cd/Files/06-0158.pdf
- H. Cohan, F. Southworth, (1999), **“On the measurement and valuation of travel time variability due to incidents on freeways”**, *Journal of Transportation and Statistics* (December): 123–131.
- S. Cook, S. Macaulay, (1997), **“Elaborate Practical steps to empowered complaint management”**, *Managing Service Quality Volume 7 · Number 1 · 1997 · 39–42*
- Department of planning and infrastructure, (2008), **“Public complaints Handling Policy For Transit Officers”**, www.nt.gov.au/dpi/transport
- M. Eichler & C. F. Daganzo, (2005), **“Bus lanes with intermittent priority: Strategy formulae and an evaluation”**, *Transportation Research Part B* 40, 731-744
- J. Evans, (2004), **“Transit scheduling and frequency”**, *TCRP Report 95, Transportation Research Board*, http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp_rpt_95c9.pdf

- J. E. Fernandez L., J. de Cea Ch, R. H. Malbran, (2007), “**Demand responsive urban public transport system design: Methology and application**”, *Transportation Research Part A* 42, 951-972
- FTA, (2007), “**Contractor Performance Assessment Report**”, www.fta.dot.gov/documents/CPAR_Final_Report_-_2007.pdf
- L. Fu, (2000), “**A simulation model for evaluation advanced dial-a-ride paratransit system**”, *Transportation Research Part A* 36, 291-307
- S. Grava, (2003), “**Urban Transportation Systems – Choices for communities**”, McGraw-Hill
- Horowitz, D. J. Zlosel, (1981), “**Transfer penalties: Another look at transit riders’ reluctance to transfer**”, *Transportation* 10 (3): 279–282
- IBI group, TransLink, Transport Canada’s, (2003), “**98 B-Line Bus Rapid Transit Evaluation Study**”, http://www.translink.bc.ca/files/polls_surveys/b_line/98B-lineBRT_EvalStudy.pdf
- M. G. Karlaftis, (2002), “**Investigating transit production and performance: a programming analysis**”, *Transportation Research Part A* 37,225-240
- P. Koonce, P. Ryus, D. Zagel, Y. Park & J. Parks, (2006), “**An Evaluation of Comprehensive Transit Improvements - TriMet’s Streamline Program**”, *Journal of Public Transportation*, 2006 BRT Special Edition 104
- Y. Li, (2003), “**Evaluating the urban commute experience: A time perception Approach**”, *Journal of Public Transportation* 6 (4): 41–67
- T. Litman, (2006), “**Travel time. Transportation Cost and Benefit Analysis**”, www.vtpi.org/tca/tca0502.pdf.
- T. Litman, Victoria Transport Policy Institute, (2006), “**Valuing Transit Service Quality Improvements**”, *Journal of Public Transportation*, Vol. 11, No. 2, 2008

- P. Mackie et al, (2003), “**Values of travel time savings in the UK**”, *Institute for Transport Studies, University of Leeds* (www.its.leeds.ac.uk), U.K. Department for Transport
www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_econappr/documents/page/dft_econappr_610340.hcsP
- MD Meyer, EJ Miller, (2001), “**Urban Transportation Planning- a decision orientated approach**”, McGraw-Hill
- P. Mokhtarian, (2005), “**Transportation research—special issue: The positive utility of travel**”, 39A (2–3
- R. Novaco, C. Collier, (1994), “**Commuting stress, ridesharing, and gender: Analysis from the 1993 state of the commute study in Southern California**”, UCTC 208.
- R. Phillips, J. Karachepone, B. Landis, (2001), “**Multi-modal quality of service project**”, *Florida Department of Transportation*.
- M. E. Posner, C. T. Wu, (1980), “**Linear Max Min Programming**”, *Mathematical Programming* 20, 166-172, North Holland Publishing Company
- R. Pratt, (1999), “**Traveler response to transportation system changes**”,
www.trb.org/TRBNet/ProjectDisplay.asp?ProjectID=1034
- C. Rodier, R. A. Johnston & D. R. Shabazian, (1998), “**Evaluation of advanced transit alternatives using consumer welfare**”, *Transportation Research Part C*, 141-156
- C. Sheth, K. Triantis, D. Teodorovic, (2005), “**Performance evaluation of bus routes: A provider and passenger perspective**”, *Transportation Research Part E* 43, 473-478
- K. Small, et al. (1999), “**Valuation of travel-time savings and predictability in congested conditions for highway user-cost estimation**”, NCHRP 431, *Transportation Research Board*

- D. Tsamboulas, (2006), "**Ex-Ante Evaluation of Exclusive Bus Lanes Implementation**", *Journal of public Transportation*, 2006 BRT special Edition
- Turnbull, K. F., and R. H. Pratt, (2003), "**Transit information and promotion: Traveller response to transport system changes**", http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp_rpt_95c11.pdf
- Union Internationale des Transports Public, (2002), "**Marketing as an investment in greater client satisfaction and better benefits**"
- Victoria Transport Policy Institute, (2008), "**Public Transit Improvements**" , <http://www.vtpi.org/tdm/tdm47.html>
- Victoria Transport Policy Institute, (2008), "**Transit Evaluation – Determining the Value of Public Transit Service**", <http://www.vtpi.org/tdm/tdm62.html>
- VR Vuchic, (1981), "**Urban public transportation: Systems and technology**", Prentice Hall
- Dr. N. Wagener, "**Service Quality in Public passenger Transport – EN 13816**", Wagener & Herbst, Management consultants GmbH, www.wagener-herbst.com/eng/content/leistung/ub/Service%20Quality%20in%20PPT%20EN%2013816.pdf
- M. Wardman, (2004), "**Public transport values of time**", *Transport Policy* 11 (4):363–377.
- W. Waters, (1992), "**Value of time savings for the economic evaluation of highway investments in British Columbia**", BC Ministry of Transportation, www.th.gov.bc.ca/publications/repopubs.htm
- R. Wener, G. Evans, J. Lutin, (2006), "**Leave the driving to them: Comparing stress of car and train commuters**", American Public Transportation Association, www.apta.com/passenger_transport/thisweek/documents/driving_stress.pdf

- West Lothian Council, **“Transportation Customer care strategy”**,
www.westlothian.gov.uk
- Y. Zhou, H. S. Kim, P. Sconfeld & E. Kim, (2007), **“Subsidies and welfare maximization tradeoffs in bus transit systems”**, *Published online: 23 November 2007* © Springer-Verlag 2007
- http://www.oasa.gr/pdf/pep_2007_gr.pdf
- www.ptovic.com.au/content/complaintpto_making.html#how
- <http://www.crosscountrytrainsco.uk/yourjoyrney/complaintsprocedure>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

- Πίνακας 3.1: Περιεχόμενο Προτύπου EN 13816
- Πίνακας 3.2: Παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος του χρόνου ταξιδιού
- Πίνακας 3.3: Παράγοντες διαβάθμισης επιπέδου εξυπηρέτησης
- Πίνακας 3.4: Εξοικονόμηση του κόστους Ι.Χ.
- Πίνακας 3.5: Επίδραση αύξησης χρήσης των λεωφορείων στο κόστος των οδών
- Πίνακας 3.6: Παράπονα για τον ΕΘΕΛ ανά κατηγορία
- Πίνακας 3.7: Παράμετροι που επηρεάζουν το κόστος των χρηστών και του ΟΑΣΑ
- Πίνακας 3.8: Επιπτώσεις αύξησης λειτουργικής συχνότητας
- Πίνακας 3.9: Επιπτώσεις κατασκευής λεωφορειολωρίδας
- Πίνακας 3.10: Επιπτώσεις εγκατάστασης συστήματος μεταβλητής πληροφόρησης
- Πίνακας 3.11: Χρόνος εξυπηρέτησης για είσοδο από διαφορετικές θύρες
- Πίνακας 3.12: Συνοπτική παρουσίαση παρεμβάσεων στο μεταφορικό έργο
- Πίνακας 4.1: Παράπονα ανά Κατηγορία
- Πίνακας 4.2: Εκτελεσθέν Έργο (Οχηματοχιλιόμετρα)
- Πίνακας 4.3: Παραπόνια ανά κατηγορία για τον ΕΘΕΛ
- Πίνακας 4.4: Παραπόνια ανά κατηγορία για τον ΗΛΠΑΠ
- Πίνακας 4.5: Παραπόνια ανά κατηγορία για τον ΟΑΣΑ
- Πίνακας 5.1: Ελαχιστοποίηση του κόστους επενδύσεων για δεδομένη τιμή του PSI
- Πίνακας 5.2 : Παρεμβάσεις και εκτίμηση κόστους επενδύσεων κάθε κατηγορίας
- Πίνακας 5.3: Υπολογισμός ελάχιστου κόστους επενδύσεων για $PSI = 70\%$