

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Λέκτορας Μ. ΚΑΡΛΑΥΤΗΣ

**ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ
ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ ΣΕ ΑΣΤΙΚΕΣ
ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΟΡΕΣΜΟΥ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΨΥΧΟΓΥΙΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2005

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Λέκτορας Μ. ΚΑΡΛΑΥΤΗΣ

**ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ
ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ ΣΕ ΑΣΤΙΚΕΣ
ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΟΡΕΣΜΟΥ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΨΥΧΟΓΥΙΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2005

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας δε θα ήταν εφικτή χωρίς την επιστημονική καθοδήγηση του επιβλέποντος καθηγητή κ. Ματθαίου Καρλαύτη. Τον ευχαριστώ θερμά για τις πολύτιμες συμβουλές και τη συμπαράσταση που μου παρείχε. Νιώθω, επίσης, την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά το συνεργάτη – ερευνητή κ. Κωνσταντίνο Κεπαπτσόγλου για τις χρήσιμες παρατηρήσεις και τη βοήθειά του κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας.

ΣΥΝΟΨΗ

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας προσέγγισης για τον υπολογισμό της οικονομικής επιβάρυνσης των μετακινουμένων σε αστικές περιοχές όταν στα οδικά δίκτυα εμφανίζεται κορεσμός. Στα πλαίσια της εργασίας επιχειρείται μια θεωρητική προσέγγιση του κορεσμού και των επιπτώσεών του στις μετακινήσεις στον αστικό χώρο. Κατόπιν, αναπτύσσεται μια μεθοδολογία στόχος της οποίας είναι η ποσοτική έκφραση της επιβάρυνσης λόγω κορεσμού και τελικά ο υπολογισμός του κόστους των συνεπειών του κορεσμού στα αστικά οδικά δίκτυα. Η μεθοδολογία που αναπτύσσεται εφαρμόζεται στο αστικό οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι η οικονομική επιβάρυνση για το σύνολο της κυκλοφορίας στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών λόγω ύπαρξης συνθηκών κορεσμού ανέρχεται σε περίπου 1.100 ευρώ/ώρα, 26.000 ευρώ/ημέρα, 6,5 εκατομμύρια ευρώ/έτος και 100 ευρώ/km

ABSTRACT

The purpose of the present thesis is to develop an approach on estimating external costs of road traffic congestion. The thesis examines the problem of congestion in urban road networks. Presented is a newly developed method of quantifying and evaluating externalities of congestion, including increased travel times and increased variation in travel times, as well as wasted fuel and increased urban truck travel time. It is demonstrated how the method and its results can be used to evaluate congestion costs by presenting an example of applying the method to the road network of the city of Patras, Greece. The results show that traffic congestion costs in the city of Patras, Greece, amount to 1,100 euro/h, 26,000 euro/day, 6.5 million euro/year and 100 euro/km.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία επιδιώκεται ο υπολογισμός του κόστους του κορεσμού σε αστικά οδικά δίκτυα. Συγκεκριμένα, στόχος της είναι η ανάπτυξη προσέγγισης για τον υπολογισμό της οικονομικής επιβάρυνσης των μετακινήσεων σε μια αστική περιοχή σε συνθήκες κορεσμού. Αρχικά, επιχειρείται μια θεωρητική προσέγγιση του κορεσμού στις αστικές μετακινήσεις και σχετικών εννοιών. Κατόπιν, αναπτύσσεται μια μεθοδολογία με στόχο την ποσοτική έκφραση της επιβάρυνσης λόγω κορεσμού και τελικά υπολογίζεται το κόστος των συνεπειών του κορεσμού στα αστικά οδικά δίκτυα. Η μεθοδολογία που αναπτύσσεται εφαρμόζεται στο αστικό οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών.

Η εργασία εξετάζει την επιβάρυνση του κορεσμού για τους χρήστες του οδικού δικτύου. Εστιάζεται στις άμεσες, βραχυπρόθεσμες και σημαντικότερες συνέπειες του κορεσμού και μάλιστα σε αυτές που είναι δυνατόν να ποσοτικοποιηθούν και να εκφραστούν με τη μορφή κόστους χρησιμοποιώντας κάποιες παραδοχές. Συγκεκριμένα και με βάση αυτή τη λογική, υπολογίζεται το κόστος λόγω αυξημένου χρόνου διαδρομής και διασποράς χρόνων διαδρομής για τους χρήστες Ι.Χ. επιβατηγών οχημάτων, το κόστος αυξημένης χρήσης για τα φορτηγά οχήματα, καθώς και το κόστος λόγω αυξημένης κατανάλωσης καυσίμου.

Ο υπολογισμός αυτός πραγματοποιείται σε δύο βασικά στάδια. Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει την ποσοτικοποίηση και το δεύτερο την αξιολόγηση των συνεπειών του κορεσμού. Η διαδικασία υπολογισμού της επιβάρυνσης των αστικών μετακινήσεων λόγω κορεσμού θεωρείται ως μια διαδικασία σύγκρισης μεταξύ δύο καταστάσεων, της κατάστασης των μετακινήσεων σε κορεσμένες συνθήκες και της κατάστασης των μετακινήσεων σε μη κορεσμένες συνθήκες. Για το λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητος ο καθορισμός ενός σημείου αναφοράς που θα καθορίζει τα όρια μεταξύ κορεσμένων και μη κορεσμένων συνθηκών. Για τον υπολογισμό, λοιπόν, του ποσοστού των ημερήσιων μετακινήσεων που πραγματοποιείται σε συνθήκες κορεσμού χρησιμοποιείται ο δείκτης κορεσμού (ΔK). Για τις ανάγκες της μεθοδολογίας εντοπίζονται τα τμήματα του οδικού δικτύου που πρόκειται να μελετηθούν και προσδιορίζονται τα κυκλοφοριακά τους χαρακτηριστικά, όπως η μέση ημερήσια κυκλοφορία ($EMHK$), η κυκλοφοριακή

ικανότητα, η μέση ταχύτητα ώρας αιχμής, η μέση ταχύτητα ελεύθερης ροής, η σύνθεση της κυκλοφορίας (ποσοστό Ι.Χ. και φορτηγών), το μήκος και ο αριθμός των λωρίδων κυκλοφορίας και επομένως τα αντίστοιχα οχηματοχιλιόμετρα. Με γνωστή την τιμή του δείκτη κορεσμού που αντιστοιχεί στο δεδομένο οδικό δίκτυο, υπολογίζεται το ποσοστό των συνολικών οχηματοχιλιομέτρων που διανύονται σε συνθήκες κορεσμού. Στη συνέχεια, υπολογίζονται με κατάλληλες σχέσεις η μέση ταχύτητα κορεσμού και ελεύθερης ροής του δικτύου και η χρονική καθυστέρηση λόγω κορεσμού. Μέσα από τα βήματα της μεθοδολογίας προσδιορίζονται η κατανάλωση και η σπατάλη καυσίμου, καθώς και η κατανομή των χρόνων διαδρομής επιβατηγών οχημάτων σε συνθήκες κορεσμού. Τελικά, παρατίθενται οι εκφράσεις του κόστους κορεσμού των αστικών οδικών δικτύων.

Η μεθοδολογία εφαρμόζεται στην περίπτωση του οδικού δικτύου της πόλης των Πατρών. Τα κυκλοφοριακά δεδομένα που απαιτούνται για την αριθμητική εφαρμογή αντλούνται από μετρήσεις οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί στην πόλη κατά το πρόσφατο παρελθόν στα πλαίσια παλαιότερων ερευνών. Πριν από την ανάπτυξη της αριθμητικής εφαρμογής, παρουσιάζεται το κυκλοφοριακό πρόβλημα στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών και αναλύεται το οδικό δίκτυο της πόλης, στο οποίο θα εφαρμοστεί η μεθοδολογία.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά	1
1.2 Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας	4
1.3 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας	5

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Γενικά	6
2.2 Η θεωρητική προσέγγιση των συνθηκών κορεσμού	7
2.3 Η ανάλυση των κορεσμένων συνθηκών και οι συνέπειές τους	10
2.4 Πρακτικές Διερευνήσεις	15
2.5 Συμπεράσματα	18

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Γενικά	20
3.2 Θεωρητική προσέγγιση του κορεσμού στις αστικές μετακινήσεις	20
3.2.1 Εισαγωγή	20
3.2.2 Ο κορεσμός σε συνεχή και μη συνεχή ροή	21
3.2.3 Η αξιολόγηση της ποιότητας της κυκλοφοριακής ροής και ο κορεσμός	24
3.2.4 Αιτίες εμφάνισης του κορεσμού - συνήθης και τυχηματικός κορεσμός	26
3.2.5 Συνέπειες του κορεσμού	27
3.3 Προσέγγιση για τον υπολογισμό των οικονομικών συνεπειών του κορεσμού	28
3.3.1 Εισαγωγή	28
3.3.2 Κόστος αυξημένης κατανάλωσης καυσίμου και αυξημένης χρήσης φορτηγών οχημάτων	30

3.3.3 Κόστος χρονικής καθυστέρησης και χρονικής διασποράς για τους χρήστες Ι.Χ.	38
3.3.3.1 Θεωρητική προσέγγιση	38
3.3.3.2 Εκφράσεις χρόνου διαδρομής και κόστους κορεσμού	41
3.4 Συμπεράσματα	44
 4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ	
4.1 Γενικά	46
4.2 Γεωπολιτικά στοιχεία	46
4.3 Ο κορεσμός στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών – συσχέτιση με τοπικά χαρακτηριστικά	47
4.4 Το οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών – κύριες οδοί	49
4.5 Υπολογισμός των οικονομικών συνεπειών του κορεσμού στην πόλη των Πατρών	67
4.5.1 Κόστος αυξημένης κατανάλωσης καυσίμου και αυξημένης χρήσης φορτηγών οχημάτων	67
4.5.2 Κόστος χρονικής καθυστέρησης και χρονικής διασποράς για τους χρήστες Ι.Χ.	72
4.6 Συμπεράσματα	74
 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	
5.1 Γενικά	79
5.2 Γενικά συμπεράσματα	79
5.3 Βιβλιογραφική ανασκόπηση	80
5.4 Θεωρητική προσέγγιση και μεθοδολογία	80
5.5 Εφαρμογή	81
 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	84

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Αποτελεί καθημερινό βίωμα των κατοίκων των αστικών κέντρων σε όλο τον κόσμο το γεγονός ότι οι κυκλοφοριακές συνθήκες στις πόλεις επιδεινώνονται με ολοένα αυξανόμενο ρυθμό, παρά τις προσπάθειες που καταβάλλονται για την αναστροφή της κατάστασης. Η διαρκώς αυξανόμενη κινητικότητα προσώπων και διακίνηση αγαθών και επομένως οι αντίστοιχες μετακινήσεις οχημάτων καθορίζουν την υφιστάμενη ζήτηση. Την ίδια στιγμή, η προσφορά, δηλαδή η υφιστάμενη συγκοινωνιακή υποδομή, περιορίζεται σε οδικούς άξονες κορεσμένους στις ώρες αιχμής και δίκτυα Μέσων Μαζικών Μεταφορών με μικρή συμβολή στην ανακούφιση του προβλήματος. Οι φιλόδοξες προσπάθειες βελτίωσης των συνθηκών με νέα έργα συγκοινωνιακής υποδομής, αλλά και με την αποτελεσματικότερη διαχείριση του υπάρχοντος συστήματος μεταφορών και της ζήτησης μετακινήσεων (Transportation System and Demand Management) ανακόπτουν σε ένα βαθμό τους ρυθμούς επιδείνωσης του φαινομένου, αλλά δεν αποτελούν ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του προβλήματος.

Τα διαθέσιμα στοιχεία σχετικά με τον κορεσμό των αστικών οδικών δικτύων επιβεβαιώνουν και καταδεικνύουν τις ανησυχητικές και διαρκώς αυξανόμενες διαστάσεις του προβλήματος. Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι για τις ΗΠΑ (Cambridge Systematics Inc. and TTI, 2004) το 67% του χρόνου μιας διαδρομής σε αστικές περιοχές κατά την περίοδο αιχμής πραγματοποιούνταν σε συνθήκες κορεσμού το 2001, σε σύγκριση με το 33% αντίστοιχα το 1982. Σε ετήσια βάση, κάθε οδηγός δαπανούσε αναίτια 51 ώρες λόγω της υπερβολικής κίνησης το 2001, σε σχέση με τις 17 ώρες το 1982. Ο αριθμός των ωρών κατά τις οποίες ένας οδηγός θα μπορούσε να συναντήσει κυκλοφοριακές συνθήκες κορεσμού αυξήθηκε από 4,5 σε 7 κατά την παραπάνω περίοδο. Αν για μια διαδρομή απαιτείτο χρόνος 20 λεπτών σε συνθήκες ελεύθερης ροής, υπολογίστηκε ότι για συνθήκες κορεσμού το 1982 χρειαζόνταν κατά μέσο όρο 23 λεπτά και το 2001 28 λεπτά, ενώ αν ένας χρήστης της συγκεκριμένης διαδρομής επιθυμούσε να είναι συνεπής στην ώρα κατάληξης μιας μετακίνησής του το 2001, θα έπρεπε να ξεκινήσει 40 λεπτά

νωρίτερα, λόγω της αναξιοπιστίας που χαρακτηρίζει το χρόνο διαδρομής σε συνθήκες κορεσμού.

Αν αυτή η δαπάνη επιπλέον χρόνου σε σχέση με τον φυσιολογικό για μια διαδρομή είναι η άμεση προφανής συνέπεια του κορεσμού των αστικών οδικών δικτύων, η αντίστοιχη επιβάρυνση δεν περιορίζεται εκεί. Υπάρχουν πολλές άλλες συνέπειες που εμφανίζονται ως παρεπόμενα, μεταξύ των οποίων το αυξημένο αίσθημα δυσφορίας των οδηγών σε συνθήκες κορεσμού, η μεγάλη διαφοροποίηση στους χρόνους ταξιδιού για την ίδια διαδρομή και η διάχυση των ταξιδιών, η οποία συνήθως σημαίνει αναζήτηση εναλλακτικών διαδρομών και αύξηση του αριθμού διαμπερών κινήσεων μέσα από κατοικημένες περιοχές (Brems et al., 2002). Άλλες συνέπειες είναι οι περιβαλλοντικές, με σημαντικότερη την αύξηση των εκπομπών ρύπων, αλλά και τη μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου λόγω αυξημένου χρόνου διαδρομής και έντονων αυξομειώσεων της ταχύτητας και της επιτάχυνσης των οχημάτων, καθώς και την εντονότερη ηχορρύπανση (Munich University of Technology and Ruhr-University Bochum, 2004).

Τα παραπάνω έχουν, σχεδόν στο σύνολό τους, καταστεί συνείδηση των περισσότερων. Το πρόβλημα έχει απασχολήσει όλους τους πολίτες, αλλά και τους αρμόδιους φορείς. Είναι χαρακτηριστικό ότι επίσημο έγγραφο της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με την πολιτική που εφαρμόζεται στις μεταφορές (E.E. White Paper, 2001) αναφέρει πως το τίμημα για τη χρήση της συγκοινωνιακής υποδομής θα πρέπει να περιλαμβάνει τόσο το κόστος κατασκευής της υποδομής, όσο και το έμμεσο κόστος, δηλαδή το κόστος από ατυχήματα, εκπομπές ρύπων, ηχορρύπανση και δημιουργία συνθηκών κορεσμού.

Η ενασχόληση με την ανάγκη ποσοτικής προσέγγισης του κορεσμού, όπως αυτή καθορίζεται από την προαναφερθείσα επιταγή της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είναι σχετικά πρόσφατη. Δεν έχει, δηλαδή, διερευνηθεί ακόμα επαρκώς και σε βάθος το πρόβλημα του κυκλοφοριακού κορεσμού των αστικών περιοχών στην πράξη με σκοπό την ανάπτυξη γενικώς αποδεκτής μεθόδου, με την οποία η επιβάρυνση λόγω κορεσμού προσεγγίζεται ποσοτικά και κυρίως με την μετατροπή της σε οικονομικό μέγεθος. Στη σχετική βιβλιογραφία παρατηρούνται αρκετές προσπάθειες θεωρητικής προσέγγισης των συνθηκών κορεσμού με τη βοήθεια προτύπων, καθώς και προσπάθειες θεωρητικής θεμελίωσης σχετικών εννοιών, όπως είναι η διαφοροποίηση των χρόνων ταξιδιού για δεδομένη διαδρομή σε συνάρτηση με το επίπεδο κορεσμού (Ben - Akiva et al., 1986 –

Newell, 1988 – Verhoef, 1999). Επίσης, διερευνώνται τα αίτια της εμφάνισης κορεσμού και προτείνονται τρόποι αντιμετώπισής του (Munich University of Technology and Ruhr-University Bochum, 2004 – E.E. White Paper, 2001 – Cambridge Systematics Inc. and TTI, 2004). Οι προσπάθειες, όμως, ποσοτικής έκφρασης παραμέτρων των συνθηκών κορεσμού με βάση κάποια προτεινόμενη μέθοδο είναι λίγες και προέρχονται κυρίως από τις ΗΠΑ (Lindley, 1986 – Small et al., 1999 – Schrank and Lomax, 2003). Στην Ελλάδα, κάποιες αντίστοιχες, γενικές πάντως, εκτιμήσεις πραγματοποιήθηκαν μόλις πρόσφατα, με αφορμή τη μελέτη κατασκευής του Αττικού Μετρό, οι οποίες υπολογίζουν το κόστος λόγω συνθηκών κορεσμού στην πόλη της Αθήνας σε 400.000.000 ευρώ περίπου ετησίως (Deloukas and Karlaftis, 2000). Συνδέονται όμως περισσότερο με οικονομική θεώρηση των μεταφορών και εντάσσονται στην προσπάθεια εκτίμησης του κόστους χρήσης των Ι.Χ.Ε.

Από τις προηγούμενες διαπιστώσεις προκύπτουν αξιοσημείωτα συμπεράσματα σχετικά με τον κυκλοφοριακό κορεσμό των αστικών οδικών δικτύων. Ενώ το πρόβλημα παρουσιάστηκε αρκετά παλαιότερα, η ενασχόληση με την προσπάθεια ποσοτικής προσέγγισης του κορεσμού των αστικών περιοχών φαίνεται να είναι πρόσφατη. Επιπλέον, ενώ το πρόβλημα είναι εξαιρετικά σημαντικό και προσελκύει το ενδιαφέρον των ερευνητών, η αντιμετώπισή του με τη βοήθεια ποσοτικής προσέγγισης είναι αναλογικά περιορισμένη. Τα παραπάνω εξηγούνται από τη διαπίστωση ότι η ανάπτυξη μεθόδου για την ποσοτική έκφραση και κυρίως τον προσδιορισμό του κόστους του κορεσμού παρουσιάζει πολλές εγγενείς δυσκολίες (Munich University of Technology and Ruhr-University Bochum, 2004). Μεταξύ αυτών είναι η απαίτηση μεγάλης βάσης κυκλοφοριακών δεδομένων από εκτεταμένες μετρήσεις, οι διαφορετικές απόψεις στην προσέγγιση των παραμέτρων του κορεσμού που θα χρειαστεί να ληφθούν υπόψη στη μεθοδολογία, η αδυναμία ποσοτικοποίησης ορισμένων παραμέτρων, καθώς και οι παραδοχές στις οποίες πρέπει να προχωρήσει ο ερευνητής σε πολλές περιπτώσεις. Ιδιαίτερες δυσκολίες ανακύπτουν και κατά το στάδιο της μετάβασης από την ποσοτική έκφραση των μεγεθών σε έκφραση κόστους.

Ανεξάρτητα πάντως από τις δεδομένες αυτές δυσκολίες, υπάρχει η ανάγκη να διερευνηθεί το θέμα του κυκλοφοριακού κορεσμού, με ιδιαίτερη έμφαση στην ανάπτυξη μεθόδου για τον ποσοτικό προσδιορισμό του. Βασικό ζητούμενο αποτελεί η διατήρηση της λεπτής ισορροπίας μεταξύ των δυσκολιών οι οποίες με βεβαιότητα ανακύπτουν και

της πορείας ανάπτυξης της μεθόδου. Άλλωστε, αν το πρώτο βήμα είναι η παραδοχή ότι ο κορεσμός των αστικών οδικών δικτύων επηρεάζει σημαντικά όλες τις εκφάνσεις της καθημερινής ζωής, το επόμενο αποτελεί η ποσοτικοποίηση της επίδρασης αυτής.

1.2 Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας

Αναγνωρίζοντας την ανάγκη να αναλυθεί το πρόβλημα του κορεσμού με απτό και κατανοητό τρόπο και κυρίως με ποσοτικούς όρους, **στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη προσέγγισης για τον υπολογισμό της οικονομικής επιβάρυνσης των μετακινουμένων σε αστικές περιοχές σε συνθήκες κορεσμού.**

Σκοπός της εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας επιστημονικά θεμελιωμένης προσέγγισης στο αντικείμενο της ποσοτικοποίησης του κυκλοφοριακού κορεσμού. Επιχειρείται μια ευρεία θεώρηση των απόψεων στην προσέγγιση παραμέτρων του κορεσμού που θα αναλυθούν στη μεθοδολογία, ώστε να ληφθούν υπόψη οι περισσότερες δυνατές συνέπειες του κορεσμού που μπορούν να εκφραστούν με ποσοτικό τρόπο. Η αδυναμία προσδιορισμού όλων των συνεπειών του κορεσμού και ποσοτικοποίησης ορισμένων από τις συνέπειες, εξηγεί ως ένα βαθμό την επιλογή του χαρακτηρισμού της προσέγγισης αντί αυτού της μεθόδου.

Μετά την ποσοτική έκφραση όλων των δυνατών παραμέτρων του κορεσμού, επιδίωξη αποτελεί η έκφραση της επιβάρυνσης σε μορφή κόστους. Για το λόγο αυτό πραγματοποιούνται παραδοχές σχετικά με την αξία του χρόνου διαδρομής και τον τρόπο θεώρησής της, κατά το δυνατόν επιστημονικά θεμελιωμένες, ενώ προσεγγίζονται και άλλα μεγέθη, όπως το κόστος ταξιδιού. Η έκφραση του κορεσμού σε μονάδες κόστους επιχειρείται στα πλαίσια της ανάγκης για ανάλυση του προβλήματος με απλό και κατανοητό τρόπο στο ευρύ κοινό, όπως αυτή τονίστηκε αρχικά. Επίσης, η έκφραση αυτή εντάσσεται στα πλαίσια της προσπάθειας να μετρηθεί κάθε παράμετρος του κορεσμού με την ίδια μονάδα μέτρησης στο τελικό στάδιο της προσέγγισης, για να εξεταστεί στη συνέχεια συγκριτικά με τις υπόλοιπες και τελικά αθροιστικά, ώστε να προκύψει μία και μόνο ποσοτική έκφραση της επιβάρυνσης του κορεσμού.

Σημειώνεται ότι η προσέγγιση εστιάζεται στις μετακινήσεις σε αστική περιοχή σε συνθήκες κορεσμού. Με τον όρο «μετακινήσεις» θεωρούνται οι συνολικές διαδρομές σε

οχηματοχλιδόμετρα, οι οποίες διακρίνονται σε αυτές των Ι.Χ.Ε και αυτές των βαρέων φορτηγών οχημάτων μεταφοράς αγαθών. Είναι προφανές ότι αγνοούνται οι διαδρομές των μέσων μαζικής μεταφοράς, οι οποίες έχουν σημαντικό μερίδιο στο σύνολο των αστικών μετακινήσεων. Ο προσδιορισμός, όμως, των συνεπειών του κορεσμού στα μέσα μαζικής μεταφοράς είναι πολυσύνθετος, ενώ αποτελεί ξεχωριστό κεφάλαιο το οποίο ξεφεύγει από το σκοπό της παρούσας εργασίας. Η προσέγγιση που αναπτύσσεται στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας εφαρμόζεται στο αστικό οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών.

1.3 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

Η διάταξη των κεφαλαίων της παρούσας διπλωματικής εργασίας έχει την ακόλουθη μορφή.

Το **2° Κεφάλαιο** περιλαμβάνει τη βιβλιογραφική ανασκόπηση. Γίνεται αναφορά σε επιστημονικές έρευνες οι οποίες πραγματοποιούν θεωρητική ανάλυση των συνθηκών κορεσμού, έρευνες που αναπτύσσουν μεθόδους με στόχο την ποσοτικοποίηση των παραμέτρων του κορεσμού και άλλες με αριθμητικά δεδομένα χρήσιμα στην παρούσα εργασία.

Στο **3° Κεφάλαιο** αναπτύσσεται το θεωρητικό υπόβαθρο και κυρίως η προσέγγιση για τον υπολογισμό της οικονομικής επιβάρυνσης των μετακινήσεων σε μια αστική περιοχή σε συνθήκες κορεσμού. Επιχειρείται επιστημονική θεμελίωση των βημάτων και πραγματοποιούνται οι απαραίτητες παραδοχές για την ολοκλήρωση της προσέγγισης.

Το **4° Κεφάλαιο** περιέχει αριθμητική εφαρμογή της προσέγγισης στην περίπτωση της πόλης των Πατρών. Τα κυκλοφοριακά δεδομένα που απαιτούνται, αντλούνται από μετρήσεις οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί στην πόλη κατά το πρόσφατο παρελθόν στα πλαίσια παλαιότερων ερευνών.

Το **5° Κεφάλαιο** περιλαμβάνει τη διατύπωση των σημαντικότερων συμπερασμάτων, όπως αυτά προκύπτουν από την ανάπτυξη της προσέγγισης και κατόπιν από την αριθμητική εφαρμογή της στην Πάτρα.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Γενικά

Πριν από τη θεωρητική θεμελίωση της έννοιας των συνθηκών κορεσμού, τη θεώρηση της επιβάρυνσης που επιφέρουν στις μετακινήσεις σε μια αστική περιοχή και την ανάπτυξη της μεθόδου με την οποία η επιβάρυνση αυτή θα προσεγγιστεί ποσοτικά ως οικονομικό μέγεθος, είναι απαραίτητη μια συνοπτική αναφορά στη διεθνή βιβλιογραφία που αναφέρεται σε αστικές μετακινήσεις σε συνθήκες κορεσμού. Αξίζει να σημειωθεί ότι η βιβλιογραφία στο συγκεκριμένο αντικείμενο και ειδικότερα σε ό,τι αφορά το κόστος των συνθηκών κορεσμού παρουσιάζει μια ενδιαφέρουσα ιδιομορφία. Συγκεκριμένα, μεγάλο μέρος της σχετίζεται με εκτενή έρευνα στον τομέα της εφαρμογής τιμολογιακής πολιτικής σε αστικές περιοχές (congestion pricing), με σκοπό να αντιμετωπιστούν οι συνέπειες των συνθηκών κορεσμού.

Η διεθνής βιβλιογραφία κατηγοριοποιείται σε τρεις κεντρικές θεματικές ενότητες. Η πρώτη ενότητα αφορά επιστημονικές έρευνες οι οποίες, επιχειρώντας να προσεγγίσουν την έννοια των συνθηκών κορεσμού σε θεωρητικό επίπεδο, πραγματοποιούν ανάλυση βασισμένη σε στατικά ή δυναμικά πρότυπα. Η δεύτερη ενότητα περιλαμβάνει αναφορές που περιέχουν μεθόδους με στόχο την ποσοτική έκφραση εκείνων των μεγεθών ή των χαρακτηριστικών των μετακινήσεων τα οποία επηρεάζονται από την ύπαρξη συνθηκών κορεσμού. Στις περισσότερες περιπτώσεις αναλύονται τα τελικά αποτελέσματα ή προτείνονται λύσεις με γνώμονα τη θεραπεία του προβλήματος. Τέλος, η τρίτη ενότητα περιλαμβάνει έρευνες με χρήσιμα αριθμητικά δεδομένα ή θεωρητικό υπόβαθρο βοηθητικό στον υπολογισμό επιμέρους στοιχείων τα οποία χρησιμοποιούνται στη μεθοδολογία της παρούσας εργασίας που θα ακολουθήσει σε επόμενο κεφάλαιο. Με βάση αυτή την κατηγοριοποίηση παρατίθενται όλες οι παραπάνω έρευνες στη βιβλιογραφική ανασκόπηση που ακολουθεί.

2.2 Η θεωρητική προσέγγιση των συνθηκών κορεσμού

Η ανασκόπηση που πραγματοποιείται στην παρούσα ενότητα σχετίζεται με έρευνες οι οποίες προσεγγίζουν την έννοια των συνθηκών κορεσμού στις μετακινήσεις σε αστική περιοχή, σε καθαρά θεωρητικό, όμως, επίπεδο. Στην προσπάθεια περιγραφής των συνθηκών κορεσμού γίνονται παραδοχές κατά περίπτωση και χρησιμοποιούνται στατικά ή δυναμικά πρότυπα για την προσομοίωση της χρονικής κατανομής των χαρακτηριστικών της κυκλοφορίας στις κορεσμένες συνθήκες, όπως ο φόρτος, οι καθυστερήσεις, ή οι ρυθμοί αφίξεων και αναχωρήσεων. Επίσης, επιχειρείται ο προσδιορισμός του κορεσμού ως φαινόμενο και ο καθορισμός ενός πλαισίου σχετικά με τα αίτια και τις συνέπειές του.

Οι Ben – Akiva et al. (1986) αναπτύσσουν ένα δυναμικό πρότυπο που αναλύει τον κυκλοφοριακό κορεσμό σε περίοδο αιχμής με ελαστικό ρυθμό αφίξεων, το οποίο θεωρεί περιορισμένο αριθμό στενώσεων στο οδικό δίκτυο (bottlenecks). Η χρονική κατανομή των κυκλοφοριακών φόρτων παράγεται με τη βοήθεια ενός προτύπου ελαστικής ζήτησης. Συγκεκριμένα, θεωρείται ότι οι οδηγοί έχουν τη δυνατότητα να ανταποκριθούν στις αλλαγές των κυκλοφοριακών συνθηκών επιλέγοντας μια εναλλακτική διαδρομή και μετατοπίζοντας το ταξίδι τους χρονικά, ώστε να αποφύγουν μακρά καθυστέρηση. Ένα απλό παράδειγμα που παρατίθεται είναι η επιλογή διαδρομής και χρόνου αναχώρησης μεταξύ δύο εναλλακτικών διαδρομών. Η επιλογή της διαδρομής εξαρτάται από το χρόνο και το κόστος της εκάστοτε διαδρομής, ενώ αυτή του χρόνου αναχώρησης βασίζεται στη στάθμιση μεταξύ του χρόνου διαδρομής και την προγραμματισμένη καθυστέρηση, η οποία ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ των πραγματικών και των επιθυμητών χρόνων άφιξης. Οι καθυστερήσεις στις στενώσεις προσομοιώνονται με ένα ντετερμινιστικό πρότυπο ουρών, το οποίο προσδιορίζει το χρόνο αναμονής ως συνάρτηση του μήκους της ουράς τη χρονική στιγμή της άφιξης στη στένωση. Με τη βοήθεια ενός δυναμικού Μαρκοβιανού προτύπου (Dynamic Markovian Model) καθορίζεται η χρονική μεταβολή από μέρα σε μέρα της κατανομής του κυκλοφοριακού φόρτου μετά από σειρά πειραμάτων προσομοίωσης. Τελικά, από τα αποτελέσματα προκύπτει ο τρόπος με τον οποίο επιδρά στις κυκλοφοριακές συνθήκες των στενώσεων του οδικού δικτύου μια μεταβολή στο σύστημα. Λόγω των δυνατοτήτων του, το πρότυπο προσομοίωσης χρησιμοποιείται για την ανάλυση της επίδρασης

εναλλακτικών τιμολογιακών πολιτικών και της προνομιακής μεταχείρισης οχημάτων υψηλής πληρότητας.

Ο Newell (1988) εξετάζει την κυκλοφοριακή ροή κατά τις πρωινές μετακινήσεις, θεωρώντας ότι αυτή πραγματοποιείται σε συνθήκες κορεσμού. Εστιάζει στην περίπτωση κατά την οποία τα οχήματα διέρχονται από τμήμα οδού ορισμένου μήκους σε κορεσμό, επανεξετάζοντας τη παλαιότερη θεώρηση του προβλήματος από τους Mahmassani and Herman (1984). Οι παραδοχές των τελευταίων ήθελαν τα οχήματα που εισέρχονται στο τμήμα της οδού να επηρεάζουν τη μέση πυκνότητα του συνόλου της οδού τη δεδομένη στιγμή, ενώ διατυπώθηκε ο ισχυρισμός ότι η ροή εξόδου από το ορισμένο τμήμα οδού είναι συνάρτηση αυτής της μέσης πυκνότητας. Ο Newell κάνει την παραδοχή ότι η οδός είναι ομογενής και ότι η ροή σε δεδομένο σημείο και για δεδομένη χρονική στιγμή εξαρτάται από την πυκνότητα στο ίδιο σημείο, την ίδια στιγμή, υιοθετώντας τη θεώρηση πως τα οχήματα κατά την κίνησή τους συμπεριφέρονται σαν συνεχές υγρό σύμφωνα με τη θεωρία των Lighthill et al. (1955). Στόχο αποτελεί η ανάλυση των συνεπειών που προκύπτουν από τη θεωρία αυτή. Με βάση τη νέα θεώρηση προκύπτουν διαφορετικά συμπεράσματα, θέτοντας υπό αμφισβήτηση αυτά των Mahmassani and Herman (1984). Υποστηρίζεται ότι τα αποτελέσματα μιας θεώρησης στενώσεως μη μηδενικού μήκους χαρακτηρίζονται από αβεβαιότητα λόγω αδυναμιών στις παραδοχές και στην ανάπτυξη της συγκεκριμένης θεωρίας.

Στο Round Table 110 on Transport Economics (1998) συνοψίζονται τα συμπεράσματα της Ευρωπαϊκής Συνόδου των Υπουργών Μεταφορών σχετικά με τις μετακινήσεις στις ευρωπαϊκές πόλεις. Γίνεται προσπάθεια να οριστεί ο κορεσμός στις αστικές μετακινήσεις με έναν ευρέως αποδεκτό ορισμό, ενώ πραγματοποιούνται γενικές διαπιστώσεις σχετικά με την εξελικτική πορεία του φαινομένου και τις συνέπειές του. Μερικές από αυτές τις μελλοντικές συνέπειες είναι η μεταβολή της χρονικής περιόδου πραγματοποίησης μιας διαδρομής, η επιλογή εναλλακτικής πορείας, αλλά και συνέπειες στο κοινωνικό σύνολο, όπως η τάση για θέσεις μερικής απασχόλησης και τηλεεργασία. Τέλος προτείνεται ένα γενικό πλαίσιο λύσεων, με απώτερο στόχο να δοθούν κατευθύνσεις για την αντιμετώπιση του προβλήματος, μεταξύ των οποίων είναι η επιβολή διοδίων στο κέντρο των πόλεων, η αποθάρρυνση της χρήσης επιβατηγών οχημάτων και η χρήση της τεχνολογίας με σκοπό την αποτελεσματικότερη διαχείριση της κυκλοφοριακής ροής.

Ο Verhoef (1999) ερευνά ορισμένα χαρακτηριστικά των στατικών προτύπων του κυκλοφοριακού κορεσμού. Στο πρώτο μέρος εστιάζεται στις δυσκολίες που ανακύπτουν από την καμπύλη κόστους (cost curve), όπως αυτή ορίζεται για την κυκλοφοριακή ροή στα πλαίσια του «συνεχούς κορεσμού». Το σχήμα της καμπύλης τίθεται υπό αμφισβήτηση, δείχνοντας ότι η δυναμική ισορροπία σε ορισμένα τμήματα της καμπύλης είναι ανέφικτη. Στην εργασία διερευνώνται επίσης παράμετροι των στατικών προτύπων του κορεσμού σε ώρες αιχμής. Δίνεται βάρος στις παραδοχές – κυρίως στη φύση του κόστους σχεδιασμού – οι οποίες είναι απαραίτητες για τη διαμόρφωση εσωτερικά συνεκτικών στατικών προτύπων κορεσμού αιχμής. Η έρευνα ολοκληρώνεται με σύντομη διερεύνηση παραμέτρων των δυναμικών προτύπων του κορεσμού σε ώρες αιχμής.

Στο White Paper της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την κοινή πολιτική στις μεταφορές (Ε.Ε. White Paper, 2001) σχολιάζεται η επικρατούσα κατάσταση στον τομέα των μεταφορών στην Ευρώπη και προτείνεται δέσμη μέτρων για διάφορους τομείς σχετικούς με τις μεταφορές με σκοπό ένα μεσοπρόθεσμο σχεδιασμό, με ορίζοντα το 2010. Αξιοποιώντας υπάρχοντα στατιστικά στοιχεία, προτείνονται μέτρα για την αναδιοργάνωση και τη βελτίωση της εξυπηρέτησης των συγκοινωνιακών δικτύων. Διερευνώνται τρόποι για την αναζωογόνηση των σιδηροδρόμων, αλλά και για τον αποτελεσματικό έλεγχο του αυξανόμενου όγκου των αερομεταφορών. Στη συνέχεια τονίζεται η σημασία των συνδυασμένων μεταφορών και εξετάζονται τρόποι ώστε να ευνοηθεί η ευρύτερη αποδοχή και η καθιέρωσή τους. Σχετικά με τις μετακινήσεις σε οδικά δίκτυα, στόχο αποτελεί η βελτίωση των κυκλοφοριακών συνθηκών όπως αυτές εμφανίζονται μέσα από υπάρχουσες μετρήσεις, η αντιμετώπιση του κορεσμού στις αστικές περιοχές, ειδικά σε σημεία στενώσεων του οδικού δικτύου (bottlenecks) και η ολοκλήρωση οδικών συνδέσεων στρατηγικής σημασίας. Αντικείμενο της έρευνας αποτελεί και το χαμηλό επίπεδο ασφάλειας στο ευρωπαϊκό οδικό δίκτυο, όπως προκύπτει από τον υψηλό αριθμό θανατηφόρων ατυχημάτων. Επίσης, αναλύεται το κόστος χρήσης της συγκοινωνιακής υποδομής και οι μετακινήσεις, με επίπεδο αναφοράς τα δικαιώματα, τις υποχρεώσεις και τις υπηρεσίες που απολαμβάνει ο χρήστης του εκάστοτε μεταφορικού μέσου. Τέλος, η έρευνα τονίζει τη σημασία του προγραμματισμού στη διαχείριση των μεταφορών στα πλαίσια της παγκοσμιοποίησης.

2.3 Η ανάλυση των κορεσμένων συνθηκών και οι συνέπειές τους

Στην ενότητα αυτή επιχειρείται μια ανασκόπηση ερευνών που περιέχουν μεθόδους με στόχο την ποσοτική έκφραση εκείνων των μεγεθών ή των χαρακτηριστικών των μετακινήσεων, τα οποία επηρεάζονται από την ύπαρξη κορεσμένων συνθηκών, ή ακόμα με σκοπό την επεξεργασία στατιστικών στοιχείων σχετικών με τις αστικές μετακινήσεις. Στις περισσότερες περιπτώσεις αναλύονται τα τελικά αποτελέσματα ή προτείνονται λύσεις με γνώμονα τη θεραπεία του προβλήματος. Σε κάθε περίπτωση, οι μέθοδοι είτε χρησιμοποιούν αριθμητικά δεδομένα τα οποία προκύπτουν από ποικίλες πηγές, όπως επί τόπου μετρήσεις διαφόρων χαρακτηριστικών της κυκλοφορίας ή στοιχεία από ερωτηματολόγια, είτε προβλέπεται από τη μεθοδολογία να χρησιμοποιηθούν συγκεκριμένα αριθμητικά δεδομένα. Πάντως, στόχος όλων των ερευνών είναι η πρακτική και όχι η μαθηματική αντιμετώπιση του θέματος.

Ο Lindley (1986), στα πλαίσια σχετικής έρευνας της Federal Highway Administration των ΗΠΑ (FHWA/RD-87/052), προτείνει μια μέθοδο για ποσοτική έκφραση του κορεσμού στο επίπεδο των αστικών ελεύθερων λεωφόρων, ενώ στη συνέχεια αναλύει προτεινόμενα μέτρα θεραπείας. Στόχος του είναι η μετατροπή των γεωμετρικών και κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών από τη βάση δεδομένων του συστήματος HPMS (Highway Performance Monitoring System) της FHWA, σε ακριβή και κατανοητά μέτρα του εθνικού επιπέδου κορεσμού. Για τον σκοπό αυτό καταστρώθηκε πρόγραμμα H/Y σε γλώσσα προγραμματισμού FORTRAN IV, το οποίο υπολογίζει κατ' εκτίμηση το συνολικό μήκος των διαδρομών σε κορεσμένες συνθήκες, τη χρονική καθυστέρηση λόγω συνήθους κορεσμού (recurring congestion delay) και λόγω τυχατικού κορεσμού (non-recurring congestion delay) και το σύνολο της σπατάλης καυσίμου λόγω αυτού. Ο υπολογισμός πραγματοποιείται σε μια σειρά από απλά βήματα τα οποία επαναλαμβάνονται για κάθε οδικό τμήμα ώστε να προκύψουν συνολικοί υπολογισμοί και να εξαχθούν τα τελικά συμπεράσματα. Η διαδικασία εφαρμόζεται αφενός για τα κυκλοφοριακά δεδομένα του 1984 και αφετέρου ως πρόβλεψη για αυτά του 2005, χρησιμοποιώντας εκτιμήσεις φόρτων για το 2005. Τέλος, επιχειρείται μια ανάλυση προτεινόμενων μέτρων θεραπείας, εστιάζοντας κυρίως στη διαπλάτυνση, την ευρύτερη χρήση συστημάτων παρακολούθησης και ελέγχου κυκλοφορίας καθώς και σε παρεμβάσεις χαμηλού κόστους, όπως η χρήση των

βοηθητικών λωρίδων ως λωρίδων κυκλοφορίας και η μείωση του πλάτους των υπαρχόντων λωρίδων με σκοπό την εξοικονόμηση χώρου για τη δημιουργία επιπλέον λωρίδων κυκλοφορίας. Πραγματοποιείται ανάλυση των πλεονεκτημάτων των παραπάνω μέτρων και σύγκριση του κόστους εφαρμογής με την εξοικονόμηση από την εφαρμογή των μέτρων για να αποδειχθεί η αναγκαιότητα της εφαρμογής τους, ενώ τελικά ο Lindley δεν παραλείπει να τονίσει τη σημασία των μέτρων διαχείρισης κυκλοφορίας με σκοπό τη μείωση της ζήτησης.

Οι Ricci and Friedrich (1999) αναπτύσσουν μια μεθοδολογία για τη μέτρηση της επιβάρυνσης λόγω κυκλοφοριακού κορεσμού, εστιάζοντας στις περιβαλλοντικές συνέπειες των αυξημένων μετακινήσεων. Συγκεκριμένα, εξετάζουν τις βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες επιδράσεις των εκπομπών ρύπων και της ηχορρύπανσης στην ανθρώπινη υγεία, το φυσικό πλούτο και το οικοσύστημα, μέσα από μια μέθοδο για την ποσοτικοποίησή τους και την εκτίμηση του κόστους τους. Διαχωρίζουν τις επιδράσεις αυτές, ανάλογα με την τεχνολογία κατασκευής του εκάστοτε μέσου μεταφοράς και τα χαρακτηριστικά της διαδρομής που εκτελεί το μέσο μεταφοράς. Για τους σκοπούς της μεθόδου αναπτύσσονται σχέσεις οι οποίες απλοποιούν την πραγματικότητα με τη βοήθεια παραδοχών και προσδιορίζουν το οριακό κόστος των επιβαρύνσεων με διάφορες παραμέτρους των επιβαρύνσεων που καθορίζουν την τιμή του. Η βάση δεδομένων προέρχεται από εκτεταμένες μετρήσεις κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών, εκπομπών ρύπων και μετεωρολογικών χαρακτηριστικών, ενώ συμπληρώνεται από υπάρχοντα στατιστικά στοιχεία.

Σε έρευνά τους, οι Small et al. (1999) μετρούν την επιβάρυνση λόγω κυκλοφοριακού κορεσμού, διερευνώντας την αξία που αποδίδουν οι ίδιοι οι χρήστες του οδικού δικτύου στην εξοικονόμηση και την προβλεψιμότητα του χρόνου διαδρομής κάτω από συνθήκες κορεσμού. Με βάση τη μεθοδολογία τους αξιολογούνται ποικίλες παράμετροι σε διαφορετικά επίπεδα κορεσμού. Στη συνέχεια, αναπτύσσεται μια προσέγγιση για την εισαγωγή αυτών των παραμέτρων σε μια διαδικασία εκτίμησης του κόστους χρήσης οδικού δικτύου. Για τους σκοπούς της έρευνας ακολουθείται συγκεκριμένη διαδικασία αποστολής κατάλληλα συνταγμένων ερωτηματολογίων σε επιλεγμένους παραλήπτες στα οποία, σε γενικές γραμμές, έπρεπε να επιλέξουν παραχώρηση κόστους διαδρομής σε σχέση με το χρόνο διαδρομής ή το αντίστροφο, για διάφορα υποθετικά σενάρια. Στα πλαίσια της έρευνας, τα ερωτηματολόγια που

επεστράφησαν αναλύονται από μοντέλα υπολογισμού της επίδρασης του κορεσμού στην αξία και την προβλεψιμότητα του χρόνου διαδρομής, τα οποία αναπτύσσονται για το σκοπό αυτό χρησιμοποιώντας τεχνικές εκτίμησης επιλογής με το μαθηματικό πρότυπο *logit*. Οι μεταβλητές που συνοπολογίζονται είναι ο συνολικός χρόνος διαδρομής, το ποσοστό του χρόνου διαδρομής που αντιστοιχεί σε συνθήκες κορεσμού, το εισόδημα του εκάστοτε συμμετέχοντα στην έρευνα και το κόστος της διαδρομής, όπως αυτό αποδίδεται από τον εκάστοτε συμμετέχοντα. Τελικά, υπολογίζεται η αξία της διαδρομής για τρία επίπεδα εισοδήματος, ενώ συσχετίζεται ο χρόνος διαδρομής σε κορεσμένες συνθήκες με το χρόνο διαδρομής σε μη κορεσμένες συνθήκες με την ανάλογη επιβάρυνση κόστους. Επίσης, αξιολογείται η αξιοπιστία του χρόνου διαδρομής, αποδίδοντας συγκεκριμένη αξία σε κάθε λεπτό χρονικής απόκλισης από τον αρχικά υπολογισμένο χρόνο διαδρομής. Η έρευνα για την αξιολόγηση του χρόνου διαδρομής επεκτείνεται στην περίπτωση των μεταφορέων αγαθών, για την οποία προκύπτουν κάποια συμπεράσματα σχετικά με την αξία των καθυστερήσεων ή αντίθετα της εξοικονόμησης χρόνου διαδρομής.

Η έρευνα των Brems et al. (2002) έχει ως στόχο την εκτίμηση του κόστους της ύπαρξης κορεσμένων συνθηκών στις μετακινήσεις, λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο τους αυξημένους χρόνους διαδρομής, αλλά και την αυξημένη διαφοροποίηση αυτών των χρόνων εξαιτίας της ύπαρξης κορεσμού. Η σχετική μεθοδολογία αξιοποιεί τα δεδομένα από εκτεταμένες μετρήσεις σε τρεις διαφορετικές περιπτώσεις οδών της πόλης της Κοπεγχάγης, οι οποίες αντιμετωπίζουν πρόβλημα κορεσμού. Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων καταγράφονταν από αυτόματα συστήματα επί πέντε συνεχόμενες ημέρες στοιχεία για τη μέση ταχύτητα, το φόρτο και τη σύνθεση της κυκλοφορίας, τα οποία ομαδοποιήθηκαν σε τιμές δεκαπενταλέπτου. Η ακρίβεια των στοιχείων επιβεβαιώθηκε με τυχαίες μετρήσεις φόρτου και χρόνου διαδρομής από παρατηρητή. Συνδυάζοντας τα στοιχεία αυτά, προκύπτουν οι κατανομές του χρόνου διαδρομής για διαφορετικά επίπεδα κυκλοφοριακού φόρτου. Από τη μεθοδολογία ορίζεται η έννοια του χρόνου διαδρομής και ο τρόπος με τον οποίο αυτός μεταβάλλεται στην περίπτωση καθορισμένου επιθυμητού χρόνου άφιξης και μη καθορισμένου επιθυμητού χρόνου άφιξης. Επιπλέον, εξηγούνται οι έννοιες του κόστους χρόνου διαδρομής, του βέλτιστου χρόνου διαδρομής (*optimal planned travel time*), του επιπλέον κόστους χρόνου διαδρομής λόγω κορεσμού και του οριακού κόστους (*marginal cost*) με τη χρήση σαφών μαθηματικών εκφράσεων. Τέλος, με τη βοήθεια των κατανομών του χρόνου διαδρομής, όπως αυτές αξιοποιούνται μέσα από την προτεινόμενη μεθοδολογία, υπολογίζεται η επιβάρυνση λόγω ύπαρξης

κορεσμένων συνθηκών, εκφρασμένη σε αύξηση του χρόνου διαδρομής και οικονομική επιβάρυνση σε σχέση με τις συνθήκες ελεύθερης ροής.

Οι Schrank and Lomax (2003) συντάσσουν την ετήσια αναφορά κυκλοφορίας (2003 Urban Mobility Report) για λογαριασμό της Federal Highway Administration (FHWA) των ΗΠΑ. Για τη σύνταξη της αναφοράς χρησιμοποιούν μια εκτεταμένη βάση δεδομένων με στοιχεία κυκλοφορίας εβδομήντα πέντε αστικών περιοχών των ΗΠΑ για τα τελευταία είκοσι χρόνια. Στόχος είναι να αξιοποιηθούν τα παραπάνω στοιχεία ώστε να προκύψουν σαφείς πληροφορίες για την επικρατούσα κατάσταση και την εξέλιξη των συνθηκών της κυκλοφορίας στις αστικές περιοχές. Έτσι, δεδομένα όπως ο ημερήσιος φόρτος, το συνολικό μήκος διαδρομών, ο πληθυσμός και το κόστος καυσίμου, μαζί με ορισμένες παραδοχές αποτελούν το αντικείμενο επεξεργασίας της αναφοράς. Η επεξεργασία αυτή πραγματοποιείται μέσα από τα βήματα της μεθοδολογίας που αναπτύσσεται. Αρχικά, υπολογίζεται το ποσοστό των συνολικών οχηματοχιλιομέτρων που πραγματοποιούνται σε κορεσμένες συνθήκες από το διάγραμμα του δείκτη κορεσμού (RCI – Roadway Congestion Index). Στη συνέχεια και με βάση τους φόρτους, σε κάθε τμήμα του οδικού δικτύου αντιστοιχίζεται ένα επίπεδο κορεσμού και τελικά μία μέση ταχύτητα, η οποία προκύπτει από τις καμπύλες ταχύτητας – φόρτου, όπως αυτές έχουν διαμορφωθεί από εκτεταμένες παλιότερες μετρήσεις. Θεωρώντας ότι η συνήθης καθυστέρηση (recurring delay) εξαρτάται μόνο από τη μέση ταχύτητα για μια δεδομένη διαδρομή, υπολογίζεται ο χρόνος διάνυσης αυτής της διαδρομής κάτω από κορεσμένες συνθήκες και κατόπιν κάτω από συνθήκες ελεύθερης ροής, χρησιμοποιώντας την αντίστοιχη μέση ταχύτητα σε κάθε περίπτωση. Τελικά, η συνήθης καθυστέρηση προσδιορίζεται ως η διαφορά των δύο χρόνων που προέκυψαν από τον παραπάνω υπολογισμό. Για την εκτίμηση της τυχασιακής καθυστέρησης (non-recurring/incident delay) πολλαπλασιάζεται η τιμή της συνήθους καθυστέρησης με ένα συντελεστή, ο οποίος προκύπτει με βάση τα χαρακτηριστικά της οδού και τους φόρτους κυκλοφορίας. Λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία από τους υπολογισμούς που προηγήθηκαν, εκτιμάται η ετήσια καθυστέρηση κατ'άτομο, υπολογίζονται δείκτες όπως ο δείκτης ρυθμού ταξιδιού (travel rate index) και ο δείκτης χρόνου ταξιδιού (travel time index), ενώ προσεγγίζεται και η επιπλέον κατανάλωση καυσίμου. Επίσης, καθορίζεται η ετήσια οικονομική επιβάρυνση λόγω καθυστέρησης για βαρέα οχήματα. Η έρευνα ολοκληρώνεται προτείνοντας και αξιολογώντας διάφορες λύσεις για το πρόβλημα του κυκλοφοριακού κορεσμού, μερικές από τις οποίες είναι οι πρόσθετες λωρίδες κυκλοφορίας, τα μέτρα

διαχείρισης της ζήτησης, η άμεση διαχείριση εκτάκτων περιστατικών όπως τα ατυχήματα, η συντονισμένη σηματοδότηση και η ευρύτερη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Με σκοπό να εμπλουτιστούν τα συμπεράσματα της προηγούμενης έρευνας σε ό,τι αφορά την αξιοπιστία του χρόνου που απαιτείται για μία διαδρομή, η Cambridge Systematics Inc. ετοίμασε σε συνεργασία με το Texas Transportation Institute (TTI) και για λογαριασμό της Federal Highway Administration (FHWA) των ΗΠΑ το 2004 μία αναφορά προσανατολισμένη σε αυτή την κατεύθυνση. Αρχικά, η έρευνα ασχολείται με τους παράγοντες που συντελούν στη δημιουργία συνθηκών κορεσμού και παρουσιάζει την επικρατούσα κατάσταση σχετικά με τον κυκλοφοριακό κορεσμό στις ΗΠΑ. Ο τρόπος με τον οποίο ο κορεσμός επηρεάζει τους χρήστες του οδικού δικτύου μελετάται με κριτήριο το χρόνο διαδρομής, αφού αυτός θεωρείται από τους συγγραφείς ως η περισσότερη εύληπτη έννοια για το ευρύ κοινό. Εξετάζοντας τις ποικίλες παραμέτρους του κορεσμού, οι συγγραφείς εστιάζουν κυρίως στην επίδραση που αυτός έχει στην αξιοπιστία του χρόνου διαδρομής. Θεωρούν τη συγκεκριμένη παράμετρο ιδιαίτερα σημαντική, αφού διαδραματίζει το σημαντικότερο ρόλο στον προγραμματισμό του χρόνου μιας διαδρομής, με δεδομένο ότι ο χρήστης έχει αποδεχτεί την πραγματοποίηση του ταξιδιού υπό συνθήκες κορεσμού. Έτσι, αξιολογούν την αξιοπιστία του χρόνου διαδρομής και αναζητούν τρόπους να την μετρήσουν ως μέγεθος. Επιπλέον, εξετάζουν τη σχέση μεταξύ επιπέδου κορεσμού και αξιοπιστίας χρόνου διαδρομής, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο εμφανίζεται η διαφοροποίηση στους χρόνους διαδρομής σε συνθήκες κορεσμού, χρησιμοποιώντας δεδομένα από εκτεταμένες μετρήσεις. Εξετάζεται επίσης η επίδραση του κορεσμού στις μεταφορές αγαθών και στην οικονομία, ενώ προβάλλεται η σημασία της μέτρησης της απόδοσης του δικτύου μεταφορών ως μέσου για τον προσδιορισμό τρόπων βελτίωσης της παρούσας κατάστασης. Τέλος, παρουσιάζονται οι βελτιώσεις τις οποίες έχουν επιφέρει συνδυασμένα μέτρα αντιμετώπισης σε συγκεκριμένες περιπτώσεις δικτύων που παρουσιάζουν κορεσμό, χρησιμοποιώντας μελέτες «πριν και μετά» την επιβολή των μέτρων σε κάθε περίπτωση.

Το Munich University of Technology και το Ruhr-University Bochum (2004) διεξήγαγαν μια έρευνα σχετικά με τον κορεσμό των αστικών μετακινήσεων στην Ευρώπη, με ιδιαίτερη έμφαση στις μετακινήσεις των επιβατηγών οχημάτων. Στα πλαίσια της έρευνας ο κορεσμός προσεγγίζεται αρχικά σε θεωρητικό επίπεδο. Χρησιμοποιούνται

διάφοροι δείκτες ως μέτρο της ποιότητας των μετακινήσεων και επομένως για τον προσδιορισμό της έννοιας των κορεσμένων συνθηκών. Επίσης, τονίζεται η ο μεταβλητός χαρακτήρας του μεγέθους της κυκλοφοριακής ικανότητας, ενώ αναπτύσσονται μεθοδολογίες για την κατανόηση των μεταβολών της κυκλοφοριακής ροής και για την ακριβέστερη εκτίμηση της αξιοπιστίας του χρόνου μιας διαδρομής. Στη συνέχεια, αξιοποιούνται στατιστικά στοιχεία και μετρήσεις από διάφορες χώρες για να διερευνηθούν τα αίτια του κορεσμού, τα οποία σε πρώτη φάση συνοψίζονται στη μεγαλύτερη ζήτηση σε σχέση με την κυκλοφοριακή ικανότητα. Επόμενο βήμα είναι η διερεύνηση των συνεπειών του κορεσμού, οι οποίες μπορεί να είναι οικονομικές, περιβαλλοντικές και να σχετίζονται με την οδική ασφάλεια ή να έχουν κοινωνικές προεκτάσεις. Τέλος, προτείνονται μέτρα για τον περιορισμό του κορεσμού, ενώ τονίζονται κάποιες απαραίτητες κινήσεις, οι οποίες τίθενται ως προϋπόθεση για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Μεταξύ αυτών είναι ο καθορισμός συγκεκριμένων, κοινά αποδεκτών δεικτών κορεσμού, η διεύρυνση της μικρής βάσης δεδομένων του παρόντος, καθώς και η εναρμόνιση της στρατηγικής για την αντιμετώπιση του κορεσμού, αφού προηγουμένως τα μέτρα που συνθέτουν τη στρατηγική δοκιμαστούν με προγράμματα προσομοίωσης.

2.4 Πρακτικές Διερευνήσεις

Στην τρίτη ενότητα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης παρουσιάζονται έρευνες με χρήσιμα αριθμητικά δεδομένα και παραδοχές σχετικά με την επικρατούσα κατάσταση σε οδικά δίκτυα ή θεωρητικό υπόβαθρο βοηθητικό στον υπολογισμό επιμέρους στοιχείων, τα οποία χρησιμοποιούνται στη μεθοδολογία της παρούσας εργασίας που θα ακολουθήσει σε επόμενο κεφάλαιο. Κοινό χαρακτηριστικό όλων είναι η ενασχόληση με κορεσμένα αστικά δίκτυα. Περιλαμβάνεται μια μέθοδος για την εκτίμηση της κατανάλωσης καυσίμου και των εκπομπών καυσαερίων σε αστικά δίκτυα των ΗΠΑ, μια προσπάθεια διερεύνησης των δυνατοτήτων πληροφόρησης εξελιγμένων συστημάτων ATIS για διαδρομές σε αστικά οδικά δίκτυα, μια κυκλοφοριακή μελέτη για την πόλη της Πάτρας, μια προσέγγιση του συνολικού κοινωνικού κόστους των μετακινήσεων Ι.Χ. και μεταφορικών οχημάτων στην Αθήνα και μια έρευνα των χαρακτηριστικών και του λειτουργικού κόστους των μετακινήσεων φορτηγών οχημάτων στην Αττική.

Ο Raus (1981) παρουσίασε μια μέθοδο με την οποία εκτιμάται η κατανάλωση καυσίμου και οι εκπομπές καυσαερίων σε αστικά οδικά δίκτυα. Στόχος ήταν να πραγματοποιηθεί η εκτίμηση αυτή χρησιμοποιώντας το ελάχιστο δυνατό όγκο στοιχείων από μετρήσεις πεδίου και αναλώνοντας τον ελάχιστο χρόνο για επεξεργασία. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε ως δεδομένο η μέση ταχύτητα κίνησης για την εκάστοτε διαδρομή. Αυτή συνδέθηκε με την κατανάλωση μέσω αντίστοιχης σχέσης όπως προτάθηκε από τα ερευνητικά εργαστήρια της GENERAL MOTORS. Κάποιες παράμετροι στην παραπάνω σχέση μεταβάλλονται ανάλογα με το αν πρόκειται για επιβατηγά Ι.Χ., μικρού ή μεγάλου βάρους φορτηγά οχήματα ή λεωφορεία. Τελικά, η μέθοδος εφαρμόζεται για υπολογισμούς με βάση την επικρατούσα κατάσταση και για μια μελλοντική πρόβλεψη. Στη συνέχεια, παρατίθεται η μέθοδος για την εκτίμηση των εκπομπών καυσαερίων, βασισμένη σε ήδη υπάρχοντα στοιχεία από την Environmental Protection Agency (EPA) των ΗΠΑ. Για την κατανόηση των δύο μεθόδων ακολουθεί αριθμητική εφαρμογή σε συγκεκριμένο παράδειγμα, με τις απαιτούμενες επεξηγήσεις.

Το μελετητικό γραφείο Δοξιάδη (1994) καταγράφει και αναλύει κυκλοφοριακά δεδομένα για την πόλη των Πατρών, στα πλαίσια της Γενικής Μελέτης Μεταφορών και Κυκλοφορίας για την Πόλη της Πάτρας. Στο πρώτο μέρος της προαναφερθείσας μελέτης πραγματοποιείται απογραφή της υπάρχουσας κατάστασης με τη βοήθεια μετρήσεων, ενώ καταγράφεται η υφιστάμενη κυκλοφοριακή υποδομή και οι συνθήκες σχετικά με τη στάθμευση. Επίσης, αναλύονται τα χαρακτηριστικά των μετακινήσεων και διερευνώνται χαρακτηριστικά όπως ο αριθμός τροχαίων ατυχημάτων και το επίπεδο ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Η διαδικασία των μετρήσεων περιλαμβάνει κοινωνικοοικονομική έρευνα για τα νοικοκυριά, έρευνα παρά την οδό για τα οχήματα, απογραφή του οδικού δικτύου και μετρήσεις των λειτουργικών του χαρακτηριστικών, έρευνα της κυκλοφορίας των πεζών και έρευνα για τα οχήματα Δ.Χ.. Κατά την ανάλυση της υφιστάμενης υποδομής πραγματοποιείται ιεράρχηση των τμημάτων του δικτύου, εξετάζονται τα λειτουργικά του χαρακτηριστικά και διερευνώνται οι συνθήκες στις υπεραστικές μεταφορές. Σε επόμενα μέρη της μελέτης αναλύεται η παρούσα κατάσταση με βάση τον τρόπο που περιγράφηκε, ενώ προτείνονται και λύσεις ή τρόποι αντιμετώπισης σε διάφορα προβλήματα κυκλοφοριακής φύσης που διαπιστωμένα ανακύπτουν στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών. Συγκεκριμένα, προτείνονται κυκλοφοριακές ρυθμίσεις όπως διευθετήσεις ροής, μονοδρομήσεις και αντιδρομήσεις, αναφέρονται πιθανοί τρόποι αντιμετώπισης στο

πρόβλημα της έλλειψης χώρων στάθμευσης και της παράνομης στάθμευσης, ενώ οι προτάσεις εστιάζονται και στο θέμα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Οι Emmerink et al. (1995) διερευνούν τις δυνατότητες πληροφόρησης εξελιγμένων συστημάτων (Advanced Traveller Information Systems-ATIS) για διαδρομές σε αστικά οδικά δίκτυα σε συνθήκες τυχαματικού κορεσμού (non-recurrent congestion). Αφού διακρίνουν τις έννοιες του συνήθους (recurrent) και του τυχαματικού κορεσμού (non-recurrent congestion), εστιάζουν την έρευνά τους στην ανάπτυξη ενός προτύπου προσομοίωσης, σύμφωνα με το οποίο η κυκλοφοριακή ροή σε κάθε σημείο του δικτύου καθορίζεται αποκλειστικά από τις αποφάσεις των οδηγών σχετικά με τις διαδρομές που θα ακολουθήσουν, ενώ οι αποφάσεις των οδηγών προτυποποιούνται με βάση λογικές παραδοχές. Επίσης, σύμφωνα με αυτό το πρότυπο, τα περιστατικά συμβαίνουν στο οδικό δίκτυο κατά τυχαίο τρόπο. Το πρότυπο χρησιμοποιείται για να εξεταστεί η σχέση μεταξύ της απόδοσης του δικτύου, της εμπορικής επιτυχίας του συστήματος ATIS, της ποιότητας των πληροφοριών που δέχονται οι χρήστες και της τάσης των οδηγών για επιλογή εναλλακτικής πορείας κατά τη διάρκεια μιας διαδρομής. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι αν δεν παρέχονται κατάλληλες πληροφορίες στους χρήστες ενός οδικού δικτύου σε συνθήκες τυχαματικού κορεσμού σχετικά με τα τυχαία περιστατικά που συμβαίνουν σε διάφορα σημεία του δικτύου, το δίκτυο δε θα χρησιμοποιείται αποτελεσματικά, με συνέπεια την αύξηση του χρόνου διαδρομής. Με βάση αυτή τη διαπίστωση το σύστημα ATIS θεωρείται χρήσιμο. Παρόλαυτά, αποδεικνύεται ότι τα πλεονεκτήματα του συστήματος ATIS μειώνονται όταν το σύστημα παρουσιάζει εμπορική επιτυχία αφού αυξάνονται οι εξοπλισμένοι χρήστες του δικτύου. Γενικότερα, διαπιστώνεται ότι οι συνέπειες της χρήσης του συστήματος είναι εξαιρετικά σύνθετες λόγω της πολύπλοκης σχέσης αλληλεπίδρασης μεταξύ της εμπορικής επιτυχίας του ATIS, της ποιότητας των πληροφοριών και της τάσης των χρηστών για αλλαγή πορείας από τη μια πλευρά και της απόδοσης του δικτύου από την άλλη.

Οι Deloukas and Karlaftis (2000), αντλώντας στοιχεία από τη Μελέτη Ανάπτυξης του μετρό της Αθήνας, κινούνται προς δύο κύριες κατευθύνσεις. Αφενός, εκτιμούν το συνολικό κόστος των μετακινήσεων με δημόσια και ιδιωτικά μέσα μεταφοράς. Αφετέρου, χρησιμοποιούν στοιχεία οικονομικής θεωρίας και προηγούμενες μελέτες σχετικά με το συνολικό κόστος των μετακινήσεων, για να υπολογίσουν τη βέλτιστη

επιδότηση για το σύστημα των μέσων μαζικής μεταφοράς της Αθήνας. Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν, οι συγγραφείς συγκρίνουν το συνολικό κοινωνικό κόστος των μετακινήσεων με ιδιωτικά μέσα μεταφοράς σε σχέση με αυτό των μετακινήσεων με μέσα μαζικής μεταφοράς, καθώς και την έμμεση επιδότηση των επιβατηγών Ι.Χ. σε σχέση με το κόστος των αντίστοιχων μετακινήσεων.

Ο Deloukas (2002) ασχολείται με τα χαρακτηριστικά και το λειτουργικό κόστος των μετακινήσεων φορτηγών οχημάτων στην Αττική. Η έρευνα, η οποία πραγματοποιήθηκε για τις ανάγκες της Μελέτης Ανάπτυξης του Αττικού Μετρό, χρησιμοποιεί βάση δεδομένων με ερωτηματολόγια που απευθύνονταν στους οδηγούς των φορτηγών. Για τις ανάγκες της διαχωρίζει τα φορτηγά σε δύο κατηγορίες ανάλογα με το βάρος τους (ελαφρά/βαρέα) και σε δύο μεταφορικούς τύπους ανάλογα με τη χρήση τους (Ι.Χ./Δ.Χ.), αντιστοιχίζοντας σε κάθε περίπτωση διαφορετικά χαρακτηριστικά στις μετακινήσεις τους. Τα συμπεράσματα παρατίθενται με την επεξεργασία των ερωτηματολογίων και εκτιμώνται δείκτες παραγωγικότητας. Κατόπιν, περιγράφει ένα πρότυπο για τις μετακινήσεις των φορτηγών, βασισμένο στη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης και τελικά με τη βοήθεια της μεθόδου του παράγοντα κόστους (factor cost method) υπολογίζει το κόστος λειτουργίας των φορτηγών, ενώ παράλληλα αξιολογεί την εξοικονόμηση του χρόνου μετακίνησής τους.

2.5 Συμπεράσματα

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που προηγήθηκε προκύπτουν ορισμένα χρήσιμα συμπεράσματα. Παρατηρούνται αρκετές προσπάθειες που εστιάζονται κυρίως στη θεωρητική προσέγγιση των συνθηκών κορεσμού με τη βοήθεια μαθηματικών προτύπων. Επίσης, διερευνώνται σε αρκετές έρευνες τα αίτια της εμφάνισης κορεσμού και προτείνονται τρόποι αντιμετώπισής του. Οι προσπάθειες ποσοτικής έκφρασης παραμέτρων των συνθηκών κορεσμού με βάση κάποια προτεινόμενη μέθοδο είναι σχετικά λίγες και προέρχονται κυρίως από τις ΗΠΑ, ενώ για τη χώρα μας δεν υπάρχουν ουσιαστικές αντίστοιχες εκτιμήσεις. Διαπιστώνονται επίσης πολλοί διαφορετικοί τρόποι προσέγγισης στο θέμα και κυρίως διαφορετικές απόψεις στον τρόπο προσέγγισης των διαφόρων παραμέτρων του κορεσμού. Τέλος, προκύπτει το συμπέρασμα πως η ανάπτυξη

μεθόδου για την ποσοτική έκφραση και κυρίως τον προσδιορισμό του κόστους του κορεσμού παρουσιάζει πολλές εγγενείς δυσκολίες. Μεταξύ αυτών είναι η συχνή απαίτηση μεγάλης βάσης κυκλοφοριακών δεδομένων από εκτεταμένες μετρήσεις, η αδυναμία ποσοτικοποίησης ορισμένων συνεπειών του κορεσμού, καθώς και οι παραδοχές, στις οποίες πρέπει να προχωρήσει ο ερευνητής σε πολλές περιπτώσεις.

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Γενικά

Ο κυκλοφοριακός κορεσμός αποτελεί κυρίαρχο χαρακτηριστικό των αστικών δικτύων λόγω της ραγδαίας αύξησης του αριθμού των μετακινήσεων αυτών κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Ενώ όμως η ύπαρξη του προβλήματος είναι κοινή διαπίστωση, ο κορεσμός αποτελεί ένα σύνθετο και πολύπλοκο φαινόμενο (Munich University of Technology and Ruhr-University Bochum, 2004). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την απουσία ενός κοινά αποδεκτού ορισμού από την διεθνή βιβλιογραφία και την αδυναμία να εκφραστούν ποσοτικά πολλές από τις συνέπειες του κορεσμού και επομένως να υπάρξει ένας κοινά αποδεκτός δείκτης μέτρησης του προβλήματος.

Στο παρόν κεφάλαιο επιχειρείται μια θεωρητική προσέγγιση του κορεσμού στις αστικές μετακινήσεις και σχετικών εννοιών. Κατόπιν, αναπτύσσεται μια προσέγγιση με στόχο την ποσοτική έκφραση της επιβάρυνσης λόγω κορεσμού και τελικά τον υπολογισμό της οικονομικής επιβάρυνσης των αστικών μετακινήσεων σε συνθήκες κορεσμού.

3.2 Θεωρητική προσέγγιση του κορεσμού στις αστικές μετακινήσεις

3.2.1 Εισαγωγή

Η αδυναμία προσέγγισης της έννοιας του κορεσμού από τη διεθνή βιβλιογραφία με τη βοήθεια ενός κοινά αποδεκτού ορισμού έχει οδηγήσει στην ύπαρξη πολλών σχετικών προσπαθειών, ανάλογα με τον τρόπο θεώρησης του φαινομένου και την έμφαση που δίνεται σε διάφορες παραμέτρους του. Έτσι, σύμφωνα με το πόρισμα του Round Table 110 on Transport Economics (1998), κορεσμός είναι «...η δυσχέρεια που προκαλούν τα οχήματα στην κίνησή τους, λόγω της σχέσης ταχύτητας και ροής, σε

συνθήκες κατά τις οποίες η χρήση ενός μεταφορικού συστήματος πλησιάζει τα όρια της κυκλοφοριακής του ικανότητας...». Σύμφωνα με τον ορισμό των Munich University of Technology και Ruhr-University Bochum (2004), κορεσμός είναι « ...μια κατάσταση στην οποία η ζήτηση ξεπερνά την κυκλοφοριακή ικανότητα ενός συγκεκριμένου μεταφορικού συστήματος...».

Ανεξάρτητα από τον τρόπο ορισμού του, ο κορεσμός των αστικών μετακινήσεων ως ένα σύνθετο και ποιοτικό φαινόμενο προσεγγίζεται επιτυχέστερα θεωρώντας τα επιμέρους χαρακτηριστικά του (Round Table 110 on Transport Economics, 1998 – Brems et al., 2002 – Munich University of Technology and Ruhr-University Bochum, 2004). Έτσι, ο όρος του κορεσμού συσχετίζεται άμεσα με δυσχέρεια στην κίνηση των οχημάτων. Μπορεί να συνδέεται είτε με προσέγγιση των ορίων της κυκλοφοριακής ικανότητας του οδικού δικτύου από την αντίστοιχη ζήτηση των μετακινήσεων, είτε με υπέρβαση της κυκλοφοριακής ικανότητας από τη ζήτηση. Σε κάθε περίπτωση, είναι ένα προσωρινό κυκλοφοριακό φαινόμενο που μπορεί να οφείλεται σε υπερβολική ζήτηση κατά τις ώρες αιχμής ή σε απότομη περιστασιακή μείωση της κυκλοφοριακής ικανότητας από αστάθμητους παράγοντες (Newell, 1988 – Emmerink et al., 1995 – White Paper, 2001 – Schrank and Lomax, 2003). Έχει ως αποτέλεσμα, μεταξύ άλλων άμεσων συνεπειών, τη μείωση της στάθμης εξυπηρέτησης, την πτώση της μέσης ταχύτητας κίνησης κάτω από ένα επίπεδο αναφοράς, την αύξηση του χρόνου διαδρομής και τη μείωση της αξιοπιστίας στην πρόβλεψη του χρόνου διαδρομής (Lindley, 1986 – Schrank and Lomax, 2003 – Cambridge Systematics Inc. and TTI, 2004).

3.2.2 Ο κορεσμός σε συνεχή και μη συνεχή ροή

Ένας αριθμός οχημάτων τα οποία κινούνται στην ίδια οδό και προς την ίδια κατεύθυνση συνιστά κυκλοφοριακή ροή (Munich University of Technology and Ruhr-University Bochum, 2004). Η κυκλοφοριακή ροή μπορεί να περιγραφεί μέσω μακροσκοπικών προτύπων με τη βοήθεια χαρακτηριστικών μεγεθών, τα οποία έχουν χωρικό ή χρονικό χαρακτήρα, ανάλογα με την επιθυμητή θεώρηση. Τέτοια μεγέθη είναι ο ρυθμός ροής Q και η μέση ταχύτητα χρόνου V_t , που προκύπτουν με παρατήρηση σε συγκεκριμένο σημείο του δικτύου, αλλά και η πυκνότητα D και η μέση ταχύτητα χώρου

V_m , που προκύπτουν με παρατήρηση σε δεδομένη χρονική στιγμή. Για σταθερή κυκλοφοριακή ροή, ο ρυθμός ροής Q , η πυκνότητα D και η μέση ταχύτητα χώρου V_m , συνδέονται με την ακόλουθη σχέση (Munich University of Technology and Ruhr-University Bochum, 2004):

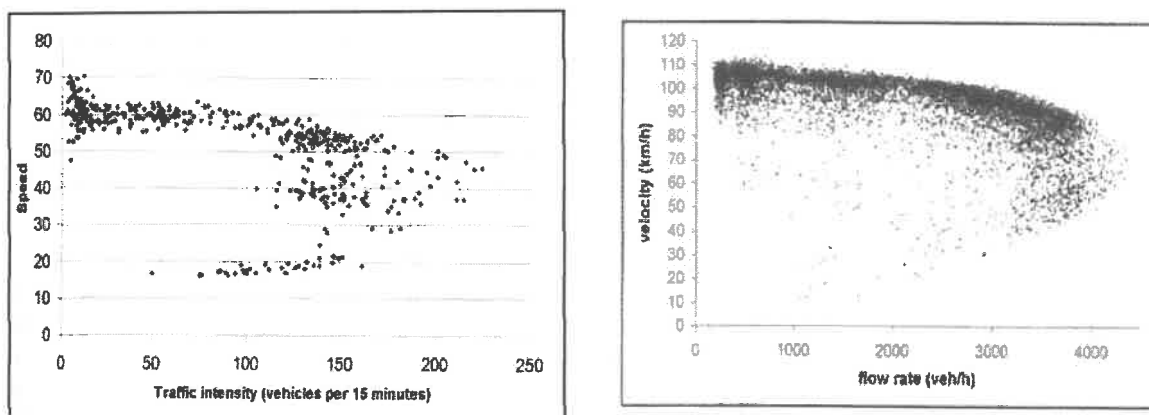
$$Q = D \cdot V_m \quad (3-1)$$

Οι σχέσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών μεγεθών της κυκλοφορίας φαίνονται και από τις αντίστοιχες απεικονίσεις, όπως αυτές προέκυψαν από σχετικές μετρήσεις. Χαρακτηριστικές είναι οι απεικονίσεις του Σχήματος 3-1, στο οποίο φαίνεται η σχέση ταχύτητας και κυκλοφοριακής ροής, όπως προέκυψε από μετρήσεις στον Autobahn A 40, στο Μπόχουμ (Γερμανία) (Munich University of Technology and Ruhr-University Bochum, 2004) και σε οδική αρτηρία της Κοπεγχάγης (Δανία) (Brems et al., 2002). Και στις δύο περιπτώσεις το διάγραμμα παρουσιάζει το τυπικό παραβολικό σχήμα που έχουν όλα τα διαγράμματα με απεικόνιση σχέσης ταχύτητας και κυκλοφοριακής ροής, σε δίκτυα με συνεχή ροή. Ο άνω κλάδος της απεικόνισης αντιστοιχεί σε συνθήκες ελεύθερης ροής και μερικώς περιορισμένων κυκλοφοριακών συνθηκών, ενώ ο κάτω κλάδος αντιστοιχεί σε συνθήκες κορεσμού.

Με βάση τα παραπάνω, μια προσέγγιση της έννοιας του κορεσμού στην περίπτωση δικτύων με συνεχή ροή μπορεί να γίνει με τη βοήθεια της καμπύλης ταχύτητας και κυκλοφοριακής ροής. Η καμπύλη απεικονίζει τον τρόπο με τον οποίο μειώνεται η ταχύτητα με την αύξηση της ροής (άνω τμήμα της καμπύλης). Επίσης, φαίνεται πώς η ταχύτητα και η ροή μειώνονται ταυτόχρονα όταν ο φόρτος της οδού ξεπερνά τα όρια της κυκλοφοριακής ικανότητας (κάτω τμήμα της καμπύλης). Η μετάβαση από το άνω τμήμα της καμπύλης στο κάτω τμήμα της παρατηρείται κατά τις οριακές συνθήκες της κυκλοφοριακής ροής, στις οποίες η ζήτηση πλησιάζει και τείνει να ξεπεράσει την κυκλοφοριακή ικανότητα. Κύριος δείκτης αυτής της μετάβασης από συνθήκες ελεύθερης ροής σε συνθήκες κορεσμού είναι η μέση ταχύτητα. Αντίθετα με την ταχύτητα, ο ρυθμός ροής δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης των συνθηκών κορεσμού, αφού, όπως φαίνεται από την καμπύλη ταχύτητας και κυκλοφοριακής ροής, ο ρυθμός ροής σε συνθήκες κορεσμού δεν είναι απαραίτητα μικρότερος από τον αντίστοιχο ρυθμό σε συνθήκες ελεύθερης ροής.

Αντίθετα με την περίπτωση δικτύων με συνεχή ροή, όπως είναι οι ελεύθερες λεωφόροι, η ροή σε μεγάλα τμήματα των αστικών οδικών δικτύων διακόπτεται στις διασταυρώσεις. Στα σημεία διασταυρώσεων, διαφορετικές διευθύνσεις κυκλοφορίας χρησιμοποιούν τον ίδιο χώρο. Συνεπώς, η κυκλοφοριακή ικανότητα της διασταύρωσης, η οποία είναι μικρότερη από την αντίστοιχη ικανότητα των οδικών τμημάτων μεταξύ δύο διαδοχικών διασταυρώσεων, περιορίζει την κυκλοφοριακή ικανότητα του κόμβου και των οδών.

Σε σύγκριση με την περίπτωση συνεχούς ροής, η ανάλυση των συνθηκών ροής στις διασταυρώσεις απαιτεί διαφορετική θεώρηση. Η ρύθμιση της κυκλοφορίας στις διασταυρώσεις γίνεται με σηματοδότηση (σηματοδοτούμενοι κόμβοι), με σήμανση, ή σύμφωνα με τους κανόνες του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας. Αυτό σημαίνει ότι η δημιουργία ουρών και καθυστερήσεων είναι συνήθης, αλλά δε γίνεται με απότομη μετάβαση από συνθήκες ελεύθερης ροής σε συνθήκες κορεσμού. Για το λόγο αυτό, είναι δύσκολη η διάκριση των ορίων μεταξύ κορεσμένων και μη κορεσμένων συνθηκών. Το συνηθέστερο κριτήριο για αυτή τη διάκριση είναι η καθυστέρηση. Κορεσμός παρατηρείται όταν η μέση καθυστέρηση υπερβαίνει μια τιμή αναφοράς (Munich University of Technology and Ruhr-University Bochum, 2004).



Σχήμα 3-1. Η σχέση ταχύτητας και κυκλοφοριακής ροής, όπως προέκυψε από μετρήσεις στον *Autobahn A 40*, στο Μπόχομ (Γερμανία)[δεξιά] (Munich University of Technology and Ruhr-University Bochum, 2004) και σε οδική αρτηρία της Κοπεγχάγης (Δανία)[αριστερά] (Brems et al., 2002)

3.2.3 Η αξιολόγηση της ποιότητας της κυκλοφοριακής ροής και ο κορεσμός

Η απλή σύγκριση μεταξύ ζήτησης και κυκλοφοριακής ικανότητας δεν επιτρέπει επαρκή αξιολόγηση της ποιότητας της κυκλοφοριακής ροής στα οδικά δίκτυα. Επιπλέον, δεν καθορίζει τα όρια μεταξύ κορεσμένων και μη κορεσμένων συνθηκών (Emmerink et al., 1995). Για τους δύο παραπάνω σκοπούς, δηλαδή για την αξιολόγηση της ποιότητας της κυκλοφοριακής ροής στα οδικά δίκτυα και για τη διάκριση των ορίων μεταξύ κορεσμένων και μη κορεσμένων συνθηκών, έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι στη διεθνή βιβλιογραφία.

Ο Lindley (1986), στα πλαίσια μιας μεθόδου με στόχο την ποσοτική έκφραση του κορεσμού στο επίπεδο των αστικών ελεύθερων λεωφόρων, χρησιμοποιεί το κριτήριο του λόγου του φόρτου V προς την κυκλοφοριακή ικανότητα C του οδικού τμήματος. Κριτήριο, μάλιστα, για τη διάκριση μεταξύ κορεσμένων και μη κορεσμένων συνθηκών αποτελεί η σύγκριση του εκάστοτε λόγου V/C με την τιμή 0,77. Τιμές του V/C ίσες ή μεγαλύτερες του 0,77 αντιστοιχούν σε συνθήκες κορεσμού, ενώ τιμές μικρότερες του 0,77 αντιστοιχούν σε μη κορεσμένες συνθήκες. Η τιμή 0,77 του λόγου V/C θεωρείται ότι αντιπροσωπεύει ταχύτητα περίπου 54 mph.

Η σημαντικότερη και διεθνώς αποδεκτή προσπάθεια για την αξιολόγηση της ποιότητας της κυκλοφοριακής ροής στα οδικά δίκτυα παρουσιάζεται στο U.S. Highway Capacity Manual (TRB, 2000). Το HCM υιοθετεί τη θεώρηση της Στάθμης Εξυπηρέτησης, κάτι που σημαίνει ότι η ποιότητα της κυκλοφοριακής ροής εκφράζεται με τη χρήση μιας κλίμακας αξιολόγησης. Η κλίμακα αξιολόγησης αποτελείται από έξι Στάθμες Εξυπηρέτησης από Α ως F, όπως περιγράφονται στον Πίνακα 3-1, οι οποίες αξιολογούν τις συνθήκες λειτουργίας μέσα σε ένα ρεύμα κυκλοφορίας, όπως τις αντιλαμβάνονται οι οδηγοί και οι επιβάτες. Με τις στάθμες εξυπηρέτησης πραγματοποιείται μια ποιοτική έκφραση του αποτελέσματος διαφόρων παραμέτρων, όπως η ταχύτητα και ο χρόνος μετακίνησης, οι διακοπές της πορείας, η δυνατότητα πραγματοποίησης ελιγμών, η οδική ασφάλεια, η άνεση οδήγησης και το κόστος λειτουργίας. Ο καθορισμός της εκάστοτε στάθμης εξυπηρέτησης γίνεται με βάση τις οριακές τιμές ορισμένων από τις προαναφερθείσες παραμέτρους, οι οποίες ονομάζονται δείκτες αποτελεσματικότητας (measures of effectiveness).

Ο τρόπος με τον οποίο επιδρά ο κορεσμός στην ποιότητα εξυπηρέτησης των χρηστών ενός αστικού οδικού δικτύου μπορεί να θεωρηθεί ως η σημαντικότερη παράμετρος της ποιότητας της κυκλοφοριακής ροής. Παρόλα αυτά, το προηγούμενο κριτήριο της Στάθμης Εξυπηρέτησης δεν επιτρέπει λεπτομερή θεώρηση της έκτασης του προβλήματος του κορεσμού. Ιδιαίτερα η κατάταξη στη στάθμη F απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση.

Με σκοπό να προτείνουν περισσότερα και λεπτομερέστερα κριτήρια του κορεσμού μέσω κατάλληλων δεικτών, αναπτύχθηκαν σχετικά πρόσφατα κάποιες προσεγγίσεις, με σημαντικότερη αυτή των Schrank και Lomax (2003). Στα πλαίσια της προσέγγισης των Schrank και Lomax (2003) υιοθετήθηκαν δείκτες για να καλύψουν διαφορετικές παραμέτρους του κορεσμού. Τέτοιοι δείκτες είναι ο δείκτης ρυθμού μετακίνησης (travel rate index, TRI), ο οποίος δείχνει τον επιπλέον χρόνο που απαιτείται για την πραγματοποίηση μιας μετακίνησης σε συνθήκες κορεσμού και ο δείκτης χρόνου μετακίνησης (travel time index, TTI), ο οποίος αποτελεί όμοια έκφραση με τον TRI, αλλά περιλαμβάνει την επίδραση συνήθους και τυχαμτικού κορεσμού. Ιδιαίτερη σημασία έχει ο δείκτης κορεσμού δικτύου (roadway congestion index, RCI), ο οποίος είναι ο λόγος των οχηματοχλιομέτρων που διανύονται στο δίκτυο προς μία τιμή αναφοράς.

Πίνακας 3-1. Στάθμες Εξυπηρέτησης σύμφωνα με το HCM (TRB, 2000)

Στάθμες Εξυπηρέτησης	A	B	C	D	E	F
ποιότητα κυκλοφοριακής ροής	εξαιρετική	καλή	μέση	επαρκής	ανεπαρκής	υπερφόρτωση δικτύου

3.2.4 Αιτίες εμφάνισης του κορεσμού - συνήθης και τυχηματικός κορεσμός

Ένας κοινός στη διεθνή βιβλιογραφία, αλλά εξαιρετικά σημαντικός διαχωρισμός που αφορά τον κορεσμό είναι αυτός που τον διακρίνει σε συνήθη (recurring congestion) και μη συνήθη ή τυχηματικό κορεσμό (non-recurring/incident congestion) (Lindley, 1986 – Emmerink et al., 1995 – Schrank and Lomax, 2003).

Έστω ένα οδικό δίκτυο στο οποίο δε συμβαίνουν τυχαία περιστατικά. Προφανώς σε αυτό το δίκτυο είναι δυνατόν να εμφανιστεί μόνο συνήθης κορεσμός. Αυτός ο τύπος κορεσμού εμφανίζεται σε επαναλαμβανόμενες και γιαυτό προβλέψιμες χρονικές περιόδους. Η εμφάνισή του οφείλεται σε χαμηλότερη κυκλοφοριακή ικανότητα σε σχέση με τη ζήτηση, σε πολύ υψηλή ζήτηση που πλησιάζει την κυκλοφοριακή ικανότητα και σε ανεπαρκή διαχείριση της κυκλοφοριακής ικανότητας (για παράδειγμα μικρότερη από την απαιτούμενη χρονική διάρκεια πράσινης ένδειξης σε σηματοδοτούμενο κόμβο). Ο συνήθης κορεσμός συνδέεται με περιορισμούς στην υπάρχουσα συγκοινωνιακή υποδομή και εμφανίζεται επαναλαμβανόμενα στα ίδια σημεία του δικτύου. Τέτοια σημεία μπορεί να είναι διασταυρώσεις, σημεία μείωσης λωρίδων κυκλοφορίας, σηματοδοτούμενοι κόμβοι, περιοχές πλέξης και περιοχές με μεγάλη κλίση (Munich University of Technology and Ruhr-University Bochum, 2004).

Στην πραγματικότητα όμως, τα αστικά οδικά δίκτυα επηρεάζονται και από τυχαία περιστατικά, λόγω ενδογενών ή εξογενών παραγόντων (Emmerink et al., 1995 – Munich University of Technology and Ruhr-University Bochum, 2004). Αυτοί οι παράγοντες επιδρούν με χρονικά απρόβλεπτο τρόπο στο σύστημα και προκαλούν την εμφάνιση τυχηματικού κορεσμού. Μεταξύ των τυχαίων περιστατικών συγκαταλέγονται ατυχήματα, διεξαγωγή εργασιών στην οδό, διεξαγωγή εκδηλώσεων, περιστατικά έκτακτης ανάγκης και δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Σε μερικές περιπτώσεις, όπως σε αυτή των ατυχημάτων, η εμφάνιση των περιστατικών δεν είναι απολύτως τυχηματική, αλλά και συνάρτηση της προσφοράς της συγκοινωνιακής υποδομής και της ζήτησης για μετακινήσεις. Τα παραπάνω περιστατικά μεταβάλλουν το χαρακτήρα της κυκλοφοριακής ικανότητας από στατικό σε δυναμικό, αφού η εμφάνισή τους κατά τυχαίο χωρικό και χρονικό τρόπο συνεπάγεται μείωση της κυκλοφοριακής ικανότητας.

3.2.5 Συνέπειες του κορεσμού

Ο κορεσμός επιδρά κατά πολλούς διαφορετικούς τρόπους τόσο στους χρήστες των αστικών οδικών δικτύων, όσο και στους κατοίκων των αστικών περιοχών γενικότερα (Raus, 1981 – Lindley, 1986 – Schrank and Lomax, 2003). Σε μια προσπάθεια κατηγοριοποίησης των συνεπειών του κορεσμού, αυτές μπορούν να διακριθούν σε οικονομικές συνέπειες, περιβαλλοντικές συνέπειες, συνέπειες σχετικά με την ασφάλεια στο οδικό δίκτυο και, τέλος, κοινωνικές συνέπειες (Ricci and Friedrich, 1999 – Brems et al., 2002 – Cambridge Systematics Inc. and TTI, 2004). Οι οικονομικές συνέπειες του κορεσμού συνδέονται κατά κύριο λόγο με την αύξηση του χρόνου διαδρομής, τη μείωση της αξιοπιστίας του προγραμματισμού σχετικά με το χρόνο διαδρομής και την αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου. Με μια μακροπρόθεσμη θεώρηση όμως, σε αυτές μπορούν να προστεθούν και πολλές άλλες, όπως η μείωση της παραγωγικότητας επιχειρήσεων λόγω καθυστερημένων αφίξεων κατά την έναρξη του πρωινού ωραρίου ή η αναγκαστική μετακίνηση επιχειρήσεων και εταιρειών από το κέντρο των πόλεων προς περιοχές ευκολότερα προσβάσιμες (Munich University of Technology and Ruhr-University Bochum, 2004). Σε οικονομικές συνέπειες μπορούν ως ένα βαθμό να μεταφραστούν και οι περιβαλλοντικές συνέπειες του κορεσμού, δηλαδή οι αυξημένες εκπομπές ρύπων ως αποτέλεσμα της μεγαλύτερης κατανάλωσης καυσίμου και η αυξημένη ηχορρύπανση. Αυτό όμως αποφεύγεται γενικά στη διεθνή βιβλιογραφία λόγω των ιδιαίτερων δυσκολιών που ανακύπτουν σε πιθανή τέτοια προσπάθεια οικονομικής θεώρησης. Ο αυξημένος φόρτος, η περιορισμένη δυνατότητα ελιγμών και το αυξημένο αίσθημα δυσφορίας των οδηγών, όπως παρατηρούνται σε συνθήκες κορεσμού, επιδρούν αρνητικά στον τομέα της οδικής ασφάλειας, με αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των ατυχημάτων. Τέλος, μια ευρύτερη προσέγγιση των συνεπειών του κορεσμού οδηγεί στη διαπίστωση κοινωνικών επιδράσεων ως αποτέλεσμα του περιορισμού της προσβασιμότητας, όπως είναι η αλλαγή στον προγραμματισμό κοινωνικών δραστηριοτήτων και η εμφάνιση τάσης για πληθυσμιακή μετατόπιση προς τα προάστια, με παράλληλη επίπτωση το μαρασμό των κέντρων των πόλεων (Munich University of Technology and Ruhr-University Bochum, 2004).

3.3 Προσέγγιση για τον υπολογισμό των οικονομικών συνεπειών του κορεσμού

3.3.1 Εισαγωγή

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζεται στις συνέπειες του κορεσμού, όπως αναφέρθηκαν παραπάνω. Συγκεκριμένα, στόχος της είναι η ανάπτυξη προσέγγισης για τον υπολογισμό της οικονομικής επιβάρυνσης των μετακινήσεων σε μια αστική περιοχή σε συνθήκες κορεσμού.

Η προσέγγιση αυτή πραγματοποιείται σε δύο βασικά στάδια. Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει την ποσοτικοποίηση και το δεύτερο την αξιολόγηση των συνεπειών του κορεσμού. Με τον όρο «ποσοτικοποίηση» προσδιορίζεται η εκτίμηση της έκτασης συγκεκριμένων συνεπειών του κορεσμού στις αστικές μετακινήσεις με τη βοήθεια κατάλληλης υπολογιστικής μεθόδου. Με τον όρο «αξιολόγηση» εννοείται η διαδικασία, σύμφωνα με την οποία οι ποσοτικές εκφράσεις των δεδομένων συνεπειών του κορεσμού συνδέονται με εκφράσεις κόστους και θεωρούνται αθροιστικά.

Η διαδικασία υπολογισμού της επιβάρυνσης των αστικών μετακινήσεων λόγω κορεσμού θεωρείται ως μια διαδικασία σύγκρισης μεταξύ δύο καταστάσεων, της κατάστασης των μετακινήσεων σε κορεσμένες συνθήκες και της κατάστασης των μετακινήσεων σε μη κορεσμένες συνθήκες. Για το λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητος ο καθορισμός ενός σημείου αναφοράς που θα καθορίζει τα όρια μεταξύ κορεσμένων και μη κορεσμένων συνθηκών. Ο καθορισμός ενός τέτοιου σημείου είναι ιδιαίτερα δύσκολος, αφού, όπως έχει προαναφερθεί, ο κορεσμός είναι ένα σύνθετο ποιοτικό φαινόμενο που δεν έχει θεμελιωθεί θεωρητικά με επάρκεια και γενικώς αποδεκτό τρόπο και επομένως οι έννοιες των κορεσμένων και μη κορεσμένων συνθηκών, καθώς και τα όρια μεταξύ τους, περιβάλλονται από ασάφεια (βλέπε Ενότητα 3.2). Εκ των πραγμάτων λοιπόν, η επιλογή του είδους και της τιμής του κριτηρίου των κορεσμένων συνθηκών είναι αποτέλεσμα παραδοχής, κατά το δυνατό θεμελιωμένης θεωρητικά. Ως μη κορεσμένες συνθήκες θεωρούνται οι συνθήκες ελεύθερης ροής, κατά τις οποίες η κίνηση ενός οδηγού δεν επηρεάζεται από τις κινήσεις των άλλων οδηγών. Στην πράξη, αυτό σημαίνει ότι η δεδομένη κυκλοφορία σε συνθήκες κορεσμού, με υψηλό ρυθμό κυκλοφοριακής ροής και χαμηλές ταχύτητες, συγκρίνεται με μια υποθετική κυκλοφορία,

η οποία έχει τον ίδιο ρυθμό ροής αλλά ταχύτητες ελεύθερης ροής. Βεβαίως, δεν αποτελεί σκοπό της παρούσας προσέγγισης να καταδείξει μέσω αυτής της σύγκρισης ότι μια τέτοια υποθετική κατάσταση είναι επιθυμητή και πρέπει να επιδιωχθεί, αφού αυτή η κατάσταση είναι ανέφικτη στην πραγματικότητα. Η υποθετική κατάσταση χρησιμεύει μόνο για τους σκοπούς της προαναφερθείσας σύγκρισης.

Σημειώνεται ότι η προσέγγιση εστιάζεται στις μετακινήσεις σε αστική περιοχή σε συνθήκες κορεσμού. Με τον όρο «μετακινήσεις» προσδιορίζονται οι συνολικές διαδρομές σε οχηματοχιλιόμετρα, οι οποίες διακρίνονται σε αυτές των Ι.Χ.Ε. και αυτές των βαρέων φορτηγών οχημάτων μεταφοράς αγαθών. Είναι προφανές ότι αγνοούνται οι διαδρομές των μέσων μαζικής μεταφοράς, οι οποίες έχουν σημαντικό μερίδιο στο σύνολο των αστικών μετακινήσεων. Ο προσδιορισμός, όμως, των συνεπειών του κορεσμού στα μέσα μαζικής μεταφοράς είναι πολυσύνθετος, ενώ αποτελεί ξεχωριστό κεφάλαιο το οποίο ξεφεύγει από το σκοπό της παρούσας εργασίας.

Η εμφάνιση συνθηκών κορεσμού έχει πολλαπλές συνέπειες, οι οποίες είναι εξαιρετικά δύσκολο να προσδιοριστούν στο σύνολό τους. Επίσης, η προσπάθεια να δοθούν ποσοτικές εκφράσεις και, στη συνέχεια, εκφράσεις κόστους όλων των συνεπειών που μπορούν να προσδιοριστούν είναι αναπόφευκτα ανεπιτυχής (Munich University of Technology and Ruhr-University Bochum, 2004). Οι δύο παραπάνω διαπιστώσεις σχετίζονται με την πολυπλοκότητα του φαινομένου του κορεσμού, αλλά και με τον εκάστοτε τρόπο θεώρησης του προβλήματος. Η παρούσα εργασία εξετάζει την επιβάρυνση του κορεσμού για τους χρήστες του οδικού δικτύου. Επίσης, εστιάζεται στις άμεσες, βραχυπρόθεσμες και σημαντικότερες συνέπειες του κορεσμού και μάλιστα σε αυτές που είναι δυνατόν να ποσοτικοποιηθούν και να εκφραστούν στη μορφή κόστους με τη βοήθεια κάποιων παραδοχών. Συγκεκριμένα και με βάση αυτή τη λογική, υπολογίζεται το κόστος λόγω αυξημένου χρόνου διαδρομής και διασποράς χρόνων διαδρομής για τους χρήστες Ι.Χ. επιβατηγών οχημάτων, το κόστος αυξημένης χρήσης για τα φορτηγά οχήματα, καθώς και το κόστος λόγω αυξημένης κατανάλωσης καυσίμου. Αγνοείται, με τον τρόπο αυτό, η περιβαλλοντική επιβάρυνση, δηλαδή οι αυξημένες εκπομπές ρύπων και η αυξημένη ηχορρύπανση, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι είναι ήσσονος σημασίας. Αυτό γίνεται επειδή ο υπολογισμός τους απαιτεί πολλές παραδοχές και απλοποιήσεις, όπως φαίνεται και από αντίστοιχες προσπάθειες στη διεθνή βιβλιογραφία (Ricci and Friedrich, 1999), με αποτέλεσμα η αξιολόγηση να είναι μάλλον

ανακριβής και αδόκιμη. Δε λαμβάνονται, επίσης, υπόψη οι έμμεσες κοινωνικές συνέπειες του κορεσμού, αφού αυτές δεν είναι δυνατό να προσεγγιστούν ποσοτικά με κάποια επιστημονικά θεμελιωμένη μέθοδο. Για τους σκοπούς της παρούσας προσέγγισης χρησιμοποιείται ο διαχωρισμός της έννοιας του κορεσμού σε συνήθη (recuring) και τυχαματικό (non-recuring), αφού η ποσοτική έκφραση των συνεπειών του καθενός απαιτεί διαφορετική θεώρηση, λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών κάθε είδους κορεσμού (βλέπε Ενότητα 3.2.4).

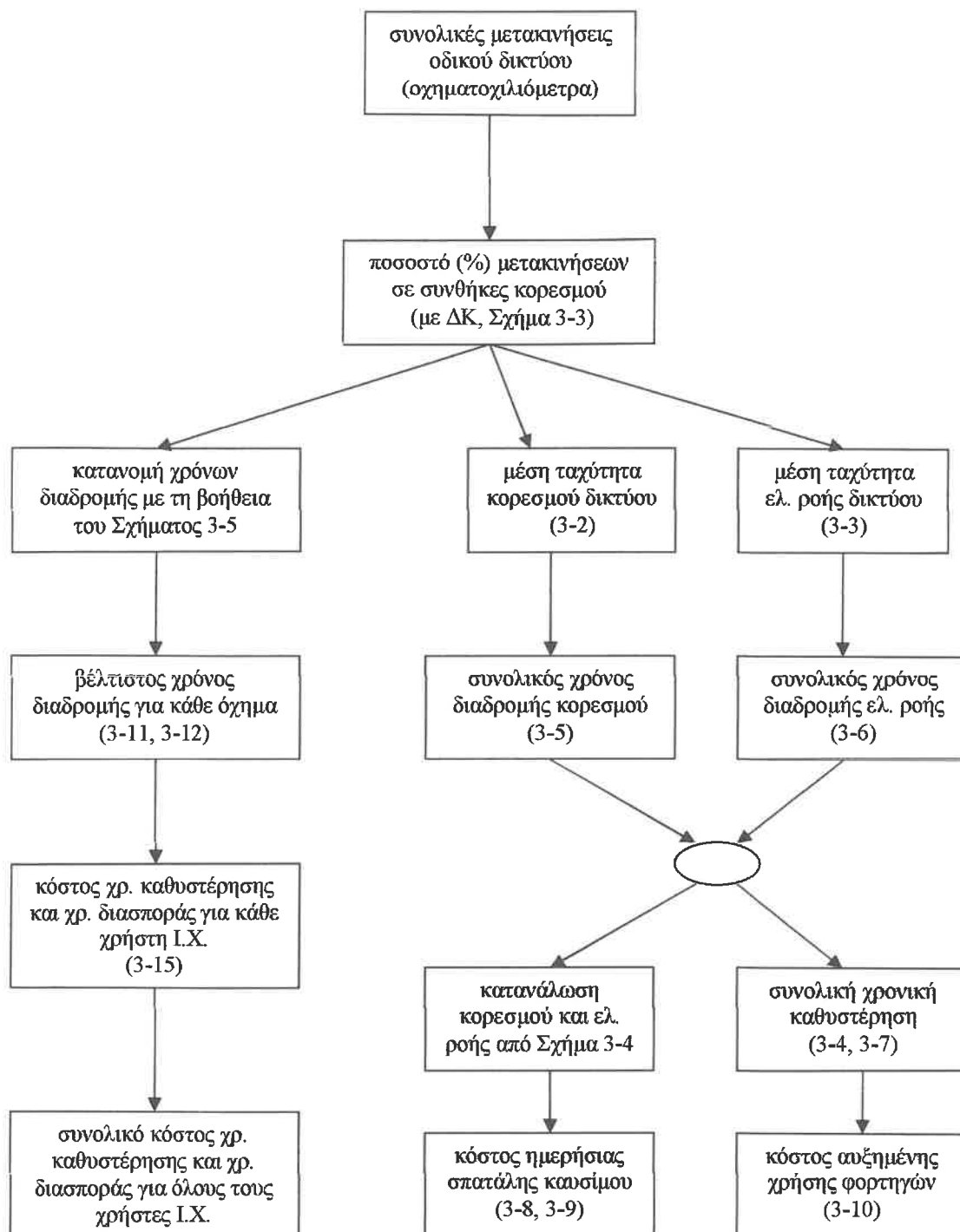
Ακολουθεί η ανάπτυξη της προσέγγισης για τον υπολογισμό της οικονομικής επιβάρυνσης του κορεσμού στις αστικές μετακινήσεις. Μια σύντομη διαγραμματική παρουσίαση της προσέγγισης γίνεται στο Σχήμα 3-2.

3.3.2 Κόστος αυξημένης κατανάλωσης καυσίμου και αυξημένης χρήσης φορτηγών οχημάτων

Με τα βήματα που ακολουθούν προσδιορίζεται το κόστος λόγω αυξημένης κατανάλωσης καυσίμου για τους χρήστες Ι.Χ. επιβατηγών οχημάτων και το κόστος λόγω αυξημένης χρήσης φορτηγών οχημάτων, ως συνέπεια του κορεσμού. Ο υπολογισμός πραγματοποιείται σε δύο φάσεις, πρώτα για το συνήθη κορεσμό (recuring congestion) και στη συνέχεια για τον τυχαματικό κορεσμό (non-recuring congestion), κατά τους Lindley (1986) και Schrank and Lomax (2003).

- *Προσδιορισμός κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών*

Εντοπίζονται τα τμήματα του οδικού δικτύου που πρόκειται να μελετηθούν. Προσδιορίζονται με κατάλληλες μετρήσεις για κάθε τμήμα του οδικού δικτύου η ετήσια μέση ημερήσια κυκλοφορία (ΕΜΗΚ), η κυκλοφοριακή ικανότητα, η μέση ταχύτητα ώρας αιχμής, η μέση ταχύτητα ελεύθερης ροής, η σύνθεση της κυκλοφορίας (ποσοστό Ι.Χ. και φορτηγών), το μήκος και ο αριθμός των λωρίδων κυκλοφορίας και επομένως τα αντίστοιχα οχηματοχιλιόμετρα.



Σχήμα 3-2. Βήματα για τον υπολογισμό της οικονομικής επιβάρυνσης του κορεσμού στις αστικές μετακινήσεις (υπολογισμός του κόστους λόγω αυξημένου χρόνου διαδρομής και διασποράς χρόνων διαδρομής για τους χρήστες Ι.Χ. επιβατηγών οχημάτων, του κόστους αυξημένης χρήσης για τα φορτηγά οχήματα, καθώς και του κόστους λόγω αυξημένης κατανάλωσης καυσίμου)

- Προσδιορισμός του ποσοστού των μετακινήσεων σε συνθήκες κορεσμού

Οι ώρες αιχμής σε αστικές περιοχές είναι αυτές των πρωινών και των απογευματινών μετακινήσεων. Ένα μεγάλο μέρος αυτών των μετακινήσεων πραγματοποιείται σε συνθήκες κορεσμού. Για τον υπολογισμό του ποσοστού των ημερήσιων μετακινήσεων που πραγματοποιείται σε συνθήκες κορεσμού χρησιμοποιείται ο δείκτης κορεσμού (ΔK), ο οποίος προκύπτει από την προσαρμογή του road congestion index (RCI) των Schrank και Lomax (2003). Ο ΔK εκφράζει τη σχέση των μετακινήσεων του δεδομένου οδικού δικτύου, με τις μετακινήσεις ενός υποθετικού οδικού δικτύου το οποίο έχει ίδια ποσοστιαία σύνθεση κυκλοφορίας, μήκος και αριθμό λωρίδων, αλλά χαρακτηρίζεται από μέσο επίπεδο κορεσμού. Ως κριτήριο του μέσου επιπέδου κορεσμού χρησιμοποιείται η τιμή 0,9 του λόγου του κυκλοφοριακού φόρτου V προς την κυκλοφοριακή ικανότητα C ($V/C=0,9$), η οποία εξέφραζε τα όρια μεταξύ στάθμης εξυπηρέτησης D και στάθμης εξυπηρέτησης E σε παλαιότερη έκδοση (εγκύκλιος [6]) του Πίνακα Στάθμης Εξυπηρέτησης του HCM (Πίνακας 3-1). Με βάση αυτή τη θεώρηση, το τμήμα i του υποθετικού οδικού δικτύου του ΔK έχει κυκλοφοριακό φόρτο V_i ίσο με $0,9 \times C_i$. Ο τύπος που δίνει τον ΔK διαμορφώνεται ως εξής:

$$\Delta K = \frac{\sum (EMHK_i \times l_i \times n_i)}{\sum (0,9 \times C_i \times l_i \times n_i)} \quad (3-1)$$

όπου:

$EMHK_i$: ετήσια μέση ημερήσια κυκλοφορία του τμήματος i του οδικού δικτύου
(οχήματα/ώρα/λωρίδα)

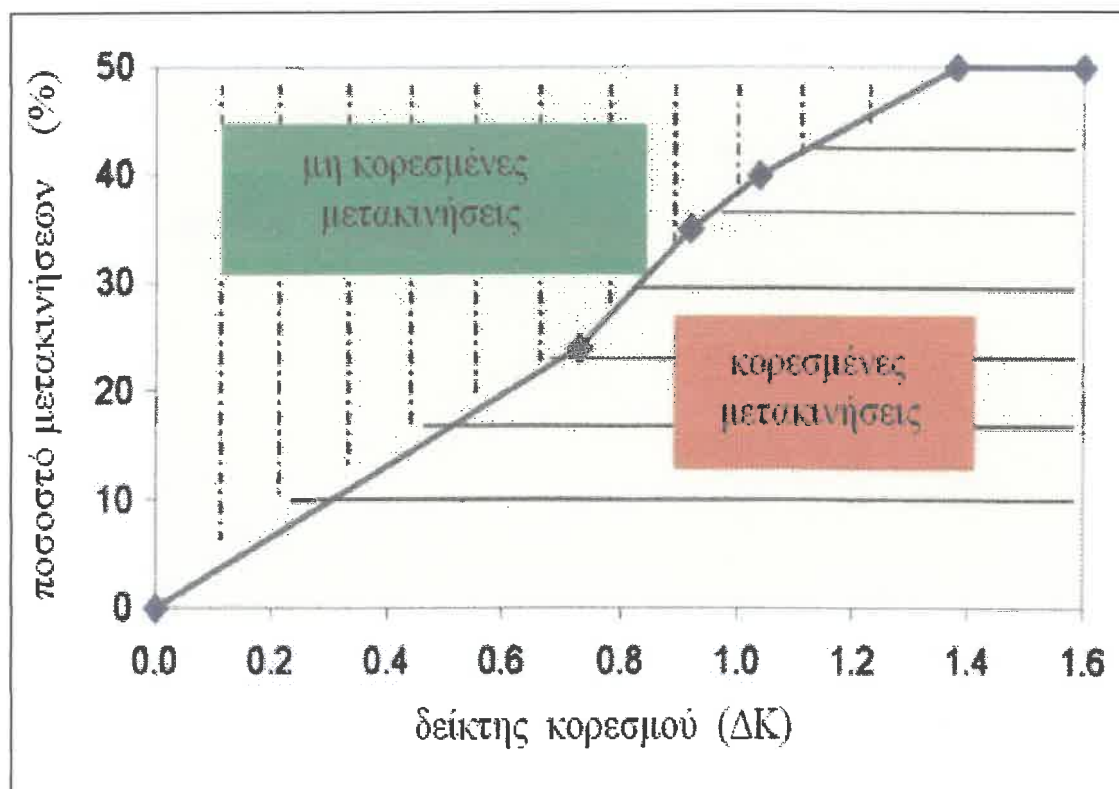
l_i : μήκος του τμήματος i του οδικού δικτύου (χιλιόμετρα)

n_i : αριθμός λωρίδων του τμήματος i του οδικού δικτύου

C_i : κυκλοφοριακή ικανότητα του τμήματος i του οδικού δικτύου
(οχήματα/ώρα/λωρίδα)

Όταν ο δείκτης κορεσμού είναι ίσος με τη μονάδα, περιγράφει ένα οδικό δίκτυο με επίπεδο κορεσμού, στο οποίο ο χρόνος διαδρομής δεν είναι περισσότερο από 25% μεγαλύτερος σε σχέση με το χρόνο διαδρομής σε συνθήκες ελεύθερης ροής. Επίσης, ο κορεσμός του δικτύου δεν διαρκεί περισσότερο από 1,5 με 2 ώρες για κάθε περίοδο πρωινής ή απογευματινής αιχμής (Schrank and Lomax, 2003).

Με γνωστή την τιμή του δείκτη κορεσμού που αντιστοιχεί στο δεδομένο οδικό δίκτυο, υπολογίζεται το ποσοστό των συνολικών οχηματοχιλιομέτρων που διανύονται σε συνθήκες κορεσμού από το διάγραμμα του Σχήματος 3-3. Το διάγραμμα δίνει τη σχέση του δείκτη κορεσμού με το ποσοστό των συνολικών οχηματοχιλιομέτρων του οδικού δικτύου που διανύονται σε συνθήκες κορεσμού, όπως αυτή έχει προκύψει από εκτεταμένες μετρήσεις στο αστικό οδικό δίκτυο των ΗΠΑ.



Σχήμα 3-3. Η σχέση του δείκτη κορεσμού με το ποσοστό των οχηματοχιλιομέτρων του οδικού δικτύου που διανύονται σε συνθήκες κορεσμού (Schrank and Lomax, 2003)

- Υπολογισμός μέσης ταχύτητας οδικού δικτύου

Σε προηγούμενο βήμα έχει προσδιοριστεί η μέση ταχύτητα ώρας αιχμής, η οποία αντιστοιχεί στην ταχύτητα συνθηκών κορεσμού και η μέση ταχύτητα ελεύθερης ροής, για κάθε τμήμα του οδικού δικτύου. Η μέση ταχύτητα κορεσμού και η μέση ταχύτητα ελεύθερης ροής για το σύνολο του οδικού δικτύου υπολογίζονται ως σταθμισμένος μέσος όρος των ταχυτήτων όλων των τμημάτων του οδικού δικτύου, λαμβάνοντας δηλαδή υπόψη για την εξαγωγή του μέσου όρου τα οχηματοχιλιόμετρα που αντιστοιχούν σε κάθε τμήμα του οδικού δικτύου (Schrank and Lomax, 2003). Έτσι, οι προαναφερθείσες ταχύτητες δίνονται σε χιλιόμετρα ανά ώρα από τις ακόλουθες σχέσεις:

$$\text{μέση ταχύτητα κορεσμού δικτύου} = \frac{\sum \left(\text{μέση ταχύτητα κορεσμού τμήματος } i \times \text{οχηματοχιλιόμετρα τμήματος } i \text{ σε κορεσμό} \right)}{\sum \text{οχηματοχιλιόμετρα τμήματος } i \text{ σε κορεσμό}} \quad (3-2)$$

$$\text{μέση ταχύτητα ελ.ροής δικτύου} = \frac{\sum \left(\text{μέση ταχύτητα ελ.ροής τμήματος } i \times \text{οχηματοχιλιόμετρα τμήματος } i \text{ σε κορεσμό} \right)}{\sum \text{οχηματοχιλιόμετρα τμήματος } i \text{ σε κορεσμό}} \quad (3-3)$$

- Υπολογισμός χρονικής καθυστέρησης λόγω συνήθους κορεσμού

Ως χρονική καθυστέρηση ορίζεται η διαφορά του χρόνου που απαιτείται για τη διάνυση του δεδομένου οδικού δικτύου σε συνθήκες ελεύθερης ροής, από το χρόνο που απαιτείται για την κάλυψη του ίδιου οδικού δικτύου σε συνθήκες κορεσμού. Με βάση αυτή τη θεώρηση, η ημερήσια χρονική καθυστέρηση συνήθους κορεσμού σε οχηματοώρες και για το σύνολο της κυκλοφορίας είναι:

$$\text{ημερήσια χρονική καθυστέρηση συνήθους κορεσμού} = \frac{\text{χρόνος διαδρομής κορεσμού}}{\text{χρόνος διαδρομής ελεύθερης ροής}} \quad (3-4)$$

όπου:

$$\frac{\text{χρόνος διαδρομής}}{\text{κορεσμού}} = \frac{\sum \frac{\text{οχηματοχιλιόμετρα}}{\text{τμήματος } i \text{ σε κορεσμό}}}{\text{μέση ταχύτητα κορεσμού}} \quad (3-5)$$

$$\frac{\text{χρόνος διαδρομής}}{\text{ελ. ροής}} = \frac{\sum \frac{\text{οχηματοχιλιόμετρα}}{\text{τμήματος } i \text{ σε κορεσμό}}}{\text{μέση ταχύτητα ελ. ροής}} \quad (3-6)$$

- Υπολογισμός χρονικής καθυστέρησης λόγω τυχηματικού κορεσμού

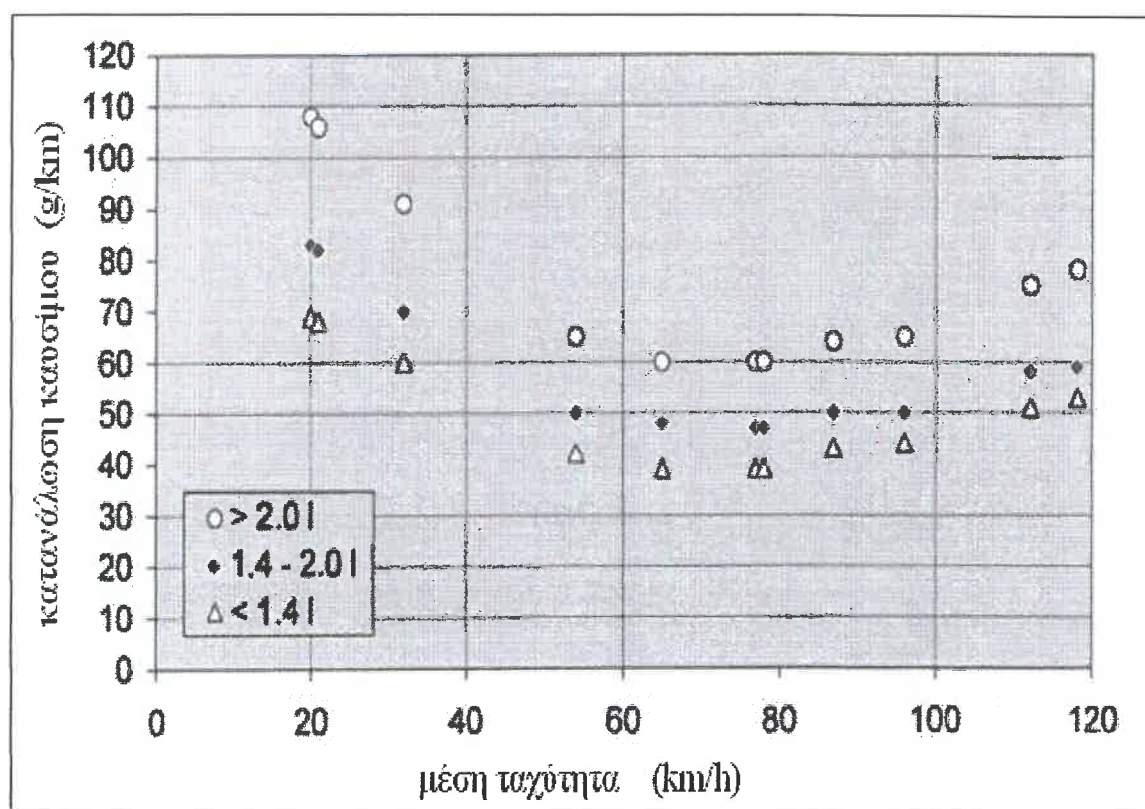
Η χρονική καθυστέρηση σε μια διαδρομή του δεδομένου οδικού δικτύου μπορεί να είναι συνέπεια των παραγόντων που προκαλούν τυχηματικό κορεσμό (πρβλ. Κεφ. 3.2.4). Ο τυχηματικός χαρακτήρας της συγκεκριμένης καθυστέρησης δεν επιτρέπει τον προσδιορισμό της μέσα από μια υπολογιστική διαδικασία. Για την εκτίμησή της χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι στη διεθνή βιβλιογραφία (Lindley, 1986 – Schrank and Lomax, 2003 – Munich University of Technology and Ruhr-University Bochum, 2004). Στην παρούσα προσέγγιση χρησιμοποιείται η μέθοδος των Schrank και Lomax (2003), κατά την οποία η χρονική καθυστέρηση λόγω τυχηματικού κορεσμού υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας τη χρονική καθυστέρηση λόγω συνήθους κορεσμού με ένα συντελεστή. Ο συντελεστής, για αστικά οδικά δίκτυα, έχει σταθερή τιμή σε κάθε περίπτωση και ίση με 1,1.

$$\frac{\text{ημερήσια χρονική καθυστέρηση}}{\text{τυχηματικού κορεσμού}} = \frac{\text{ημερήσια χρονική καθυστέρηση}}{\text{συνήθους κορεσμού}} \times 1,1 \quad (3-7)$$

- κατανάλωση καυσίμου

Για να προσδιοριστεί η κατανάλωση καυσίμου ενός τυπικού επιβατηγού οχήματος σε συνθήκες κορεσμού και σε συνθήκες ελεύθερης ροής, χρησιμοποιείται η σχέση μεταξύ κατανάλωσης καυσίμου και μέσης ταχύτητας για αστικό οδικό δίκτυο του σχήματος 3-4, όπως προτείνεται από την Bundesamt fuer Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL, 2000). Η σχέση αυτή επιλέγεται γιατί προκύπτει από εκτεταμένες μετρήσεις

σε αστικά οδικά δίκτυα της Γερμανίας και επομένως προσεγγίζει καλύτερα τα ευρωπαϊκά κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ευρωπαϊκών οχημάτων σε σχέση με άλλες αντίστοιχες προσεγγίσεις της διεθνούς βιβλιογραφίας, όπως για παράδειγμα αυτές των ΗΠΑ (Raus, 1981 – Lindley, 1986).



Σχήμα 3-4. Η σχέση κατανάλωσης καυσίμου και μέσης ταχύτητας για διαφορετικούς κυβισμούς επιβατηγών οχημάτων (BUWAL, 2000)

- σπατάλη καυσίμου

Από τη σχέση 3-8 υπολογίζεται η ημερήσια σπατάλη λόγω αυξημένης κατανάλωσης καυσίμου σε λίτρα, αφού έχει βρεθεί η τιμή κατανάλωσης που αντιστοιχεί στη μέση ταχύτητα ελεύθερης ροής και τη μέση ταχύτητα κορεσμού με βάση το διάγραμμα της BUWAL (2000). Με τον τρόπο αυτό αντιστοιχίζεται τιμή κατανάλωσης στο χρόνο διαδρομής κορεσμού και στο χρόνο διαδρομής ελεύθερης ροής. Ο συντελεστής 2,1 εμφανίζεται στη σχέση 3-8 για να συνυπολογιστεί η αύξηση του χρόνου διαδρομής λόγω τυχατικού κορεσμού, σύμφωνα με τη σχέση χρονικής

καθυστέρησης συνήθους και τυχηματικού κορεσμού, η οποία περιγράφηκε προηγουμένως.

$$\begin{aligned} \text{ημερήσια} \\ \text{σπατάλη} \\ \text{καυσίμου} \end{aligned} = 2,1 \times \left(\begin{array}{ccc} \text{χρόνος} & \text{μέση} & \text{κατανάλωση} \\ \text{διαδρομής} \times \text{ταχύτητα} \times & & \text{κορεσμού} \\ \text{κορεσμού} & \text{κορεσμού} & \end{array} \right) - \quad (3-8) \\ 2,1 \times \left(\begin{array}{ccc} \text{χρόνος} & \text{μέση} & \text{κατανάλωση} \\ \text{διαδρομής} \times \text{ταχύτητα} \times & & \text{ελ. ροής} \\ \text{ελ. ροής} & \text{ελ. ροής} & \end{array} \right)$$

Για το κόστος της ημερήσιας σπατάλης καυσίμου σε ευρώ, η παραπάνω τιμή πολλαπλασιάζεται με μια μέση τιμή λίτρου καυσίμου 0,77 ευρώ. Η τιμή προκύπτει με την παραδοχή ότι η μέση κατανάλωση καυσίμου με βάση τη σύνθεση της κυκλοφορίας στην Ελλάδα οφείλεται κατά 60% σε κατανάλωση αμόλυβδης βενζίνης και κατά 40% σε κατανάλωση πετρελαίου DIESEL (Deloukas, 2002). Η τιμή λίτρου αμόλυβδης βενζίνης και πετρελαίου DIESEL λαμβάνεται 0,767 ευρώ και 0,774 ευρώ αντίστοιχα (οι τιμές αντλήθηκαν από την ιστοσελίδα του Υπουργείου Ανάπτυξης, την Παρασκευή 14/1/2005).

$$\begin{aligned} \text{κόστος ημερήσιας} \\ \text{σπατάλης καυσίμου} \end{aligned} = \begin{aligned} \text{ημερήσια} \\ \text{σπατάλη καυσίμου} \end{aligned} \times \begin{aligned} \text{τιμή} \\ \text{λίτρου} \end{aligned} (0,77 \text{ ευρώ}) \quad (3-9)$$

- *κόστος αυξημένης χρήσης φορτηγών οχημάτων*

Για τον υπολογισμό του κόστους αυξημένης χρήσης φορτηγών οχημάτων χρησιμοποιείται το κόστος χρήσης φορτηγού οχήματος στην Αττική, το οποίο υπολογίστηκε σε 18,7 ευρώ ανά ώρα χρήσης (Deloukas, 2002) . Το κόστος αυξημένης χρήσης φορτηγών οχημάτων σε ευρώ ανά ημέρα υπολογίζεται στη σχέση 3-10.

$$\begin{aligned} \text{κόστος αυξημένης} \\ \text{χρήσης φορτηγών} \end{aligned} = \begin{aligned} \text{ποσοστό} \\ \text{φορτηγών} \end{aligned} \times \begin{aligned} \text{συνολική} \\ \text{ημερήσια} \\ \text{καθυστέρηση} \end{aligned} \times \begin{aligned} \text{ωριαίο κόστος} \\ \text{χρήσης φορτηγού} \end{aligned} \quad (3-10)$$

3.3.3 Κόστος χρονικής καθυστέρησης και χρονικής διασποράς για τους χρήστες I.X.

3.3.3.1 *Θεωρητική προσέγγιση*

Οι συνέπειες του κορεσμού για τους χρήστες επιβατηγών οχημάτων παρουσιάζουν μια ιδιομορφία σχετικά με το χρόνο διαδρομής. Συγκεκριμένα, δεν περιορίζονται μόνο στην αύξηση του χρόνου διαδρομής, αλλά περιλαμβάνουν και μεγάλη διασπορά των χρόνων διαδρομής για το ίδιο τμήμα του οδικού δικτύου. Η χρονική διάρκεια διαδρομής και η διασπορά των χρόνων διαδρομής έχουν ιδιαίτερη σημασία για εκείνους τους χρήστες του δικτύου, οι οποίοι έχουν προκαθορισμένη επιθυμητή ώρα άφιξης. Σε περίπτωση κορεσμού, οι συγκεκριμένοι χρήστες είναι απαραίτητο να αναχωρήσουν για τον προορισμό τους νωρίτερα από το κανονικό, ώστε να είναι συνεπείς με την προκαθορισμένη επιθυμητή ώρα άφιξης. Όταν τίθεται το θέμα του προγραμματισμού της ώρας αναχώρησης για ένα χρήστη I.X. με προκαθορισμένη επιθυμητή ώρα άφιξης, ως φυσική συνέπεια τίθεται και το ζήτημα της αξιολόγησης του χρόνου διαδρομής.

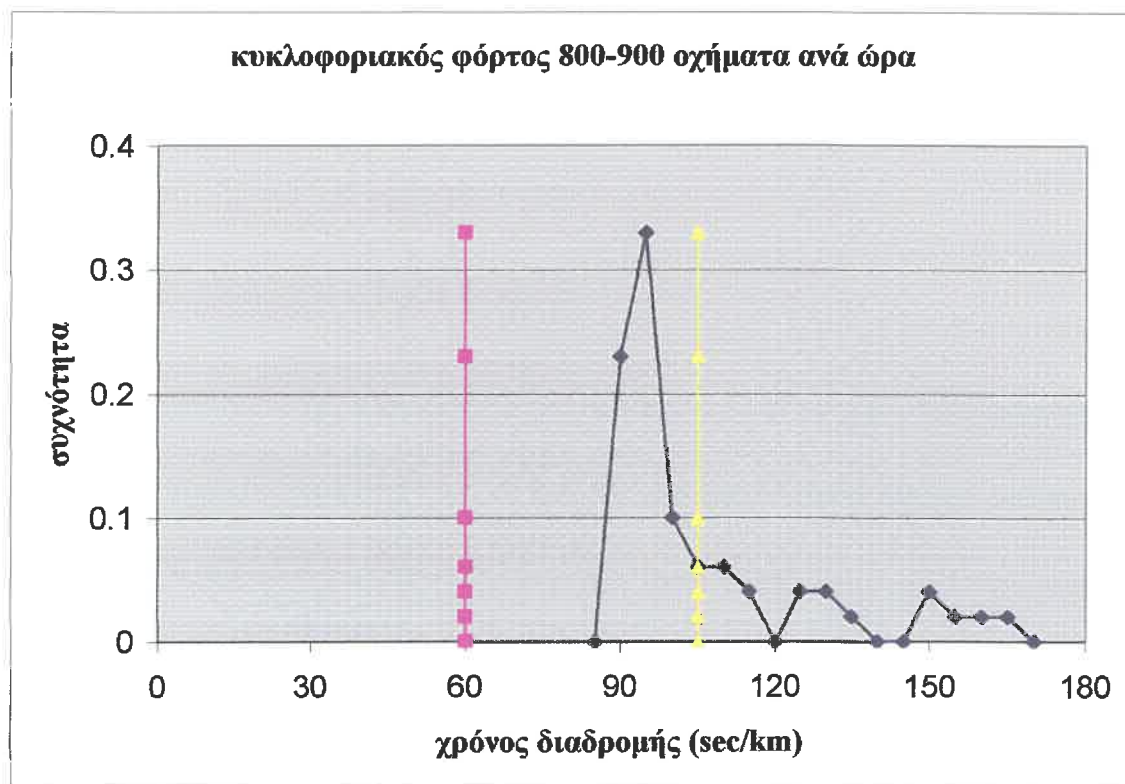
Κατά τον προγραμματισμό της ώρας αναχώρησης, ο χρήστης I.X. με προκαθορισμένη επιθυμητή ώρα άφιξης κάνει υποσυνείδητα μια αξιολόγηση της έκτασης του φαινομένου της διασποράς των χρόνων διαδρομής, καθώς και του κόστους που συνεπάγεται πιθανή άφιξη του νωρίτερα ή αργότερα σε σχέση με την προκαθορισμένη επιθυμητή ώρα άφιξης (Brems et al., 2002). Συνήθως, η περίπτωση της αργότερης άφιξης είναι δυσμενέστερη από αυτή της νωρίτερης άφιξης. Στη συνέχεια, η προαναφερθείσα διαπίστωση συνδέεται με την αξία του χρόνου των χρηστών I.X. και το κόστος στην περίπτωση νωρίτερης και αργότερης άφιξης από την προκαθορισμένη, αναπτύσσοντας την ακόλουθη θεώρηση. Οι χρήστες των I.X. που δεν έχουν προκαθορισμένη επιθυμητή ώρα άφιξης δεν επιβαρύνονται σε περίπτωση νωρίτερης ή αργότερης άφιξης (Brems et al., 2002). Αντίθετα, εκείνοι οι χρήστες που έχουν προκαθορισμένη επιθυμητή ώρα άφιξης επιβαρύνονται σε περίπτωση κορεσμού, τόσο λόγω της αύξησης του χρόνου διαδρομής σε σχέση με το χρόνο διαδρομής που θα απαιτούνταν σε συνθήκες ελεύθερης ροής, όσο και λόγω αργότερης ή νωρίτερης άφιξης σε σχέση με την προγραμματισμένη. Στην παρούσα εργασία γίνεται η παραδοχή ότι όλοι

οι χρήστες έχουν προκαθορισμένη επιθυμητή ώρα άφιξης, αφού εξετάζονται οι συνέπειες του κορεσμού σε ώρες αιχμής, δηλαδή εργάσιμες ώρες υψηλής δραστηριότητας. Το κόστος του χαμένου χρόνου λόγω νωρίτερης άφιξης θεωρείται ίδιο με το κόστος του χρόνου διαδρομής, ενώ το κόστος του χαμένου χρόνου λόγω αργότερης άφιξης θεωρείται τριπλάσιο του κόστους του χρόνου διαδρομής. Με μια απλούστερη προσέγγιση, αυτό σημαίνει ότι ένας χρήστης θα προτιμούσε, για παράδειγμα, να αναχωρήσει 15 λεπτά νωρίτερα από το κανονικό, παρά να φτάσει 6 λεπτά αργότερα από την προγραμματισμένη ώρα. Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, χρησιμοποιείται κόστος χρόνου διαδρομής ίσο με 3,1 ευρώ ανά όχημα, ανά ώρα και ανά χιλιόμετρο, όπως υπολογίστηκε για το αστικό οδικό δίκτυο της Αττικής (Deloukas, 2002).

Στο Σχήμα 3-5 φαίνεται η κατανομή των χρόνων διαδρομής επιβατηγών οχημάτων σε συνθήκες κορεσμού, όπως προέκυψε από μετρήσεις σε οδική αρτηρία της Δανίας (Brems et al., 2002). Η κατανομή αυτή είναι όμοια και σε άλλες αντίστοιχες περιπτώσεις στη διεθνή βιβλιογραφία (Cambridge Systematics Inc. and TTI, 2004), διαπίστωση που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το αντίστοιχο διάγραμμα είναι χαρακτηριστικό σε κάθε περίπτωση κορεσμένου αστικού οδικού δικτύου. Αυτό σημαίνει ότι σε κάθε περίπτωση οι χρόνοι διαδρομής και η διασπορά τους μπορεί να μεταβάλλονται, αλλά η κατανομή είναι όμοια με αυτή του Σχήματος 3-5.

Η πρώτη κατακόρυφη γραμμή του Σχήματος 3-5 υποδεικνύει το χρόνο διαδρομής σε συνθήκες ελεύθερης ροής, ενώ η δεύτερη κατακόρυφη γραμμή υποδεικνύει το βέλτιστο χρόνο διαδρομής όταν το κόστος του χαμένου χρόνου λόγω νωρίτερης άφιξης θεωρείται ίδιο με το κόστος του χρόνου διαδρομής και το κόστος του χαμένου χρόνου λόγω αργότερης άφιξης τριπλάσιο του κόστους του χρόνου διαδρομής. Ο βέλτιστος χρόνος διαδρομής είναι ο χρόνος διαδρομής για τον οποίο ελαχιστοποιείται το κόστος της διαδρομής, σε ό,τι αφορά το κόστος του χρόνου διαδρομής και το κόστος νωρίτερης ή αργότερης άφιξης σε σχέση με την προγραμματισμένη. Έτσι, αν για παράδειγμα ο βέλτιστος χρόνος μιας διαδρομής είναι 30 λεπτά, τότε ο χρήστης πρέπει να αναχωρήσει 30 λεπτά πριν την επιθυμητή ώρα άφιξης για να ελαχιστοποιήσει το κόστος της διαδρομής. Στο διάγραμμα, για κυκλοφοριακό φόρτο μεταξύ 800 και 900 οχημάτων ανά ώρα και ανά λωρίδα κυκλοφορίας, ο παρατηρημένος χρόνος διαδρομής ποικίλει από 90 μέχρι 170 sec/km. Ο βέλτιστος χρόνος διαδρομής είναι 105 sec/km. Αν και οι χρήστες Ι.Χ. έχουν προγραμματίσει υποσυνείδητα το χρόνο αναχώρησής τους, κάποιοι φτάνουν

νωρίτερα κατά 15 sec/km, ενώ άλλοι φτάνουν αργότερα κατά 65 sec/km. Η διαφορά μεταξύ του χρόνου διαδρομής ελεύθερης ροής (60 sec/km) και του βέλτιστου χρόνου διαδρομής (105 sec/km) ορίζεται ως αναμενόμενη καθυστέρηση, ενώ η διαφορά μεταξύ των χρόνων διαδρομής που υπερβαίνουν τα 105 sec/km και του βέλτιστου χρόνου διαδρομής (105 sec/km) ορίζεται ως μη αναμενόμενη καθυστέρηση.



Σχήμα 3-5. Η κατανομή των χρόνων διαδρομής επιβατηγών οχημάτων σε συνθήκες κορεσμού, όπως προέκυψε από μετρήσεις σε οδική αρτηρία της Δανίας (Brems et al., 2002)

Ο Πίνακας 3-2 δείχνει τη σχέση μεταξύ της συμβατικής διάκρισης χρόνου διαδρομής ελεύθερης ροής και καθυστέρησης, και του βέλτιστου χρόνου διαδρομής με αναμενόμενη και μη αναμενόμενη καθυστέρηση.

Σκοπός της διάκρισης του Πίνακα 3-2 είναι να καταδείξει ότι οι χρήστες Ι.Χ. δεν προσδοκούν πρακτικά χρόνους διαδρομής ελεύθερης ροής όταν ταξιδεύουν σε ώρες αιχμής με μεγάλη πιθανότητα κορεσμού. Αντίθετα, λαμβάνουν υπόψη τις δεδομένες συνθήκες συμπεριλαμβάνοντας συγκεκριμένη καθυστέρηση στον προγραμματισμένο

αναμενόμενο χρόνο διαδρομής τους. Αυτή η καθυστέρηση είναι αναμενόμενη και, όταν παρατηρείται, δεν έχει ως συνέπεια άφιξη αργότερη από την προγραμματισμένη. Όταν ο παραπάνω προγραμματισμός είναι ανεπιτυχής, παρατηρείται μη αναμενόμενη καθυστέρηση η οποία συνεπάγεται άφιξη αργότερη από την προγραμματισμένη.

Πίνακας 3-2. Διάκριση του συνολικού χρόνου διαδρομής σε χρόνο διαδρομής ελεύθερης ροής, αναμενόμενη και μη αναμενόμενη καθυστέρηση.

χρόνος διαδρομής		
χρόνος διαδρομής ελεύθερης ροής	καθυστέρηση	
βέλτιστος χρόνος διαδρομής		μη αναμενόμενη καθυστέρηση
χρόνος διαδρομής ελεύθερης ροής	αναμενόμενη καθυστέρηση	μη αναμενόμενη καθυστέρηση

3.3.3.2 Εκφράσεις χρόνου διαδρομής και κόστους κορεσμού

Με βάση την παραπάνω θεωρητική προσέγγιση μπορεί να υπολογιστεί το κόστος του κορεσμού, σε ό,τι αφορά τις συνέπειες στην αύξηση και τη διασπορά του χρόνου διαδρομής. Οι σχέσεις που ακολουθούν βασίζονται στην κατανομή και στην αξιολόγηση του χρόνου διαδρομής, καθώς και στην αξιολόγηση του κόστους νωρίτερης και αργότερης άφιξης.

Η κατανομή του χρόνου διαδρομής περιγράφεται από μια συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας $f(\tau, \nu)$, η οποία απεικονίζει την πιθανότητα για ένα χρήστη να πραγματοποιήσει τη δεδομένη διαδρομή σε χρόνο τ , με κυκλοφοριακό φόρτο ν . Σε συνθήκες κορεσμού με κυκλοφοριακό φόρτο ν , η κατανομή του χρόνου διαδρομής περιγράφεται από μια συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας $f_{\nu}(\tau)$, η οποία απεικονίζει την πιθανότητα για ένα χρήστη να πραγματοποιήσει τη δεδομένη διαδρομή σε χρόνο τ . Η κατανομή του Σχήματος 3-5 είναι, όπως προαναφέρθηκε, χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας.

Έστω β η αξία του χρόνου διαδρομής, α το κόστος νωρίτερης άφιξης και γ το κόστος αργότερης άφιξης ανά όχημα, ανά ώρα και ανά χιλιόμετρο. Τότε με βάση προηγούμενη θεώρηση $\alpha = \beta = \gamma/3 = 3,1$ ευρώ.

- βέλτιστος χρόνος διαδρομής

Λαμβάνοντας υπόψη την παραπάνω παραδοχή, το κόστος μιας διαδρομής με προκαθορισμένη επιθυμητή ώρα άφιξης είναι:

$$C(t) = \int_{t_f}^{\infty} \beta \tau f_v(\tau) d\tau + \int_{t_f}^t \alpha(t-\tau) f_v(\tau) d\tau + \int_t^{\infty} \gamma(\tau-t) f_v(\tau) d\tau \quad (3-11)$$

Ο πρώτος όρος είναι το κόστος που σχετίζεται με το χρόνο διαδρομής, όπου t_f είναι ο χρόνος διαδρομής ελεύθερης ροής. Ο δεύτερος και ο τρίτος όρος είναι το κόστος νωρίτερης και αργότερης άφιξης αντίστοιχα. Επιπλέον, τ είναι ο πραγματοποιημένος χρόνος διαδρομής από την κατανομή των χρόνων διαδρομής $f_v(\tau)$ που αντιστοιχεί σε κυκλοφοριακό φόρτο v . Για να ελαχιστοποιηθεί το κόστος της σχέσης 3-11, εξισώνεται με το μηδέν η παράγωγος του δεύτερου μέλους ως προς t , οπότε προκύπτει ο βέλτιστος χρόνος διαδρομής t^* , ο οποίος αποδεικνύεται ότι προσδιορίζεται από:

$$F_v(t^*) = \gamma / (\alpha + \gamma) \quad (3-12)$$

Στη σχέση 3-12, F_v είναι η αθροιστική κατανομή των χρόνων διαδρομής που αφορά τη συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας $f_v(\tau)$.

- χρόνος διαδρομής και κόστος λόγω κορεσμού

Από τα παραπάνω καθορίστηκε το κόστος του χρόνου διαδρομής για κάθε χρήστη I.X. με προκαθορισμένη επιθυμητή ώρα άφιξης. Έχοντας αποδεχτεί ότι η νωρίτερη ή αργότερη άφιξη μεταβάλλει με συγκεκριμένο τρόπο το κόστος του χρόνου διαδρομής, ο χρόνος της νωρίτερης ή αργότερης άφιξης θα πρέπει να συνυπολογιστεί στο χρόνο διαδρομής κατά σύμβαση, για τους σκοπούς της οικονομικής θεώρησης που

πραγματοποιείται. Έτσι, ο χρόνος διαδρομής ενός οχήματος, στα πλαίσια αυτής της οικονομικής θεώρησης, δίνεται από τη σχέση 3-13.

$$\text{χρόνος διαδρομής} = t^* + \int_{t^*}^{\infty} (\tau - t^*) f_v(\tau) d\tau \quad (3-13)$$

όπου:

t^* : ο βέλτιστος χρόνος διαδρομής

τ : ο πραγματοποιημένος χρόνος διαδρομής

$f_v(\tau)$: η κατανομή των χρόνων διαδρομής

Με δεδομένη την ύπαρξη προκαθορισμένης επιθυμητής ώρας άφιξης, σε αυτή την οικονομική θεώρηση του χρόνου διαδρομής δεν μπορεί να παρατηρηθεί για κανένα χρήστη I.X. χρόνος διαδρομής μικρότερος από t^* .

Για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους χρόνου διαδρομής λαμβάνεται υπόψη η αξία του χρόνου διαδρομής β , το κόστος νωρίτερης άφιξης α και το κόστος αργότερης άφιξης γ ανά όχημα, ανά ώρα και ανά χιλιόμετρο. Έχει γίνει η παραδοχή ότι $\alpha = \beta = \gamma/3$. Το συνολικό κόστος διαδρομής για κάθε όχημα είναι:

$$TC = \beta [t^* + \int_{t^*}^{\infty} 4(\tau - t^*) f_v(\tau) d\tau] \quad (3-14)$$

όπου:

t^* : ο βέλτιστος χρόνος διαδρομής

τ : ο πραγματοποιημένος χρόνος διαδρομής

$f_v(\tau)$: η κατανομή των χρόνων διαδρομής

Τελικά, η αύξηση του κόστους λόγω κορεσμού υπολογίζεται αφαιρώντας το κόστος του χρόνου διαδρομής ελεύθερης ροής από τη σχέση 3-15.

$$CC = \beta [(t^* - t_f) + \int_{t_f}^{\infty} 4(\tau - t^*) f_v(\tau) d\tau] \quad (3-15)$$

όπου:

t^* : ο βέλτιστος χρόνος διαδρομής

t_f : ο χρόνος διαδρομής ελεύθερης ροής

τ : ο πραγματοποιημένος χρόνος διαδρομής

$f_v(\tau)$: η κατανομή των χρόνων διαδρομής

Για να αναχθεί το κόστος αυτό στο σύνολο της κυκλοφορίας που πραγματοποιείται σε συνθήκες κορεσμού, πολλαπλασιάζεται με τα συνολικά οχηματοχιλιόμετρα που διανύονται σε συνθήκες κορεσμού σε όλα τα τμήματα του δικτύου, όπως αυτά έχουν υπολογιστεί σε προηγούμενο βήμα (βλέπε Ενότητα.3.3.2).

3.4 Συμπεράσματα

Στο παρόν κεφάλαιο επιχειρήθηκε αρχικά μια θεωρητική προσέγγιση του κορεσμού στις αστικές μετακινήσεις και σχετικών εννοιών. Κατόπιν, αναπτύχθηκε μια προσέγγιση με στόχο την ποσοτική έκφραση της επιβάρυνσης λόγω κορεσμού και τελικά τον υπολογισμό της οικονομικής επιβάρυνσης των αστικών μετακινήσεων σε συνθήκες κορεσμού. Από την παραπάνω διαδικασία προέκυψαν ορισμένα χρήσιμα συμπεράσματα.

Κατά τη θεωρητική προσέγγιση του φαινομένου, διαπιστώθηκε ότι η αδυναμία προσέγγισης της έννοιας του κορεσμού από τη διεθνή βιβλιογραφία με τη βοήθεια ενός κοινά αποδεκτού ορισμού έχει οδηγήσει στην ύπαρξη πολλών σχετικών προσπαθειών, ανάλογα με τον τρόπο θεώρησης του φαινομένου και την έμφαση που δίνεται σε διάφορες παραμέτρους του. Ανεξάρτητα πάντως από τον τρόπο ορισμού του, ο κορεσμός των αστικών δικτύων ως ένα σύνθετο και ποιοτικό φαινόμενο προσεγγίζεται επιτυχέστερα θεωρώντας τα επιμέρους χαρακτηριστικά του (Round Table 110 on Transport Economics, 1998 – Brems et al., 2002 – Munich University of Technology and Ruhr-University Bochum, 2004). Με βάση αυτά τα χαρακτηριστικά, ο κορεσμός είναι ένα προσωρινό κυκλοφοριακό φαινόμενο που μπορεί να οφείλεται σε υπερβολική ζήτηση κατά τις ώρες αιχμής ή σε απότομη περιστασιακή μείωση της κυκλοφοριακής ικανότητας από αστάθμητους παράγοντες (Newell, 1988 – Emmerink et al., 1995 – White Paper, 2001 – Schrank and Lomax, 2003). Για τον προσδιορισμό του βαθμού κορεσμού ενός αστικού δικτύου και για τη διάκριση των ορίων μεταξύ κορεσμένων και μη κορεσμένων συνθηκών, έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι στη διεθνή βιβλιογραφία (Lindley, 1986 – TRB, 2000 – Schrank και Lomax 2003), χωρίς ωστόσο να υπάρχει γενικά αποδεκτή μέθοδος, κάτι που σχετίζεται με το σύνθετο και ποιοτικό χαρακτήρα

του κορεσμού. Σημαντικότερη από αυτές μπορεί να θεωρηθεί η μέθοδος των Schrank και Lomax (2003), αφού σε αυτή προτείνονται περισσότερα και λεπτομερέστερα κριτήρια του κορεσμού μέσω κατάλληλων δεικτών.

Η διαδικασία υπολογισμού της επιβάρυνσης των αστικών μετακινήσεων λόγω κορεσμού θεωρήθηκε ως μια διαδικασία σύγκρισης μεταξύ δύο καταστάσεων, της κατάστασης των μετακινήσεων σε κορεσμένες συνθήκες και της κατάστασης των μετακινήσεων σε μη κορεσμένες συνθήκες. Για το λόγο αυτό ήταν απαραίτητος ο καθορισμός ενός σημείου αναφοράς για τον προσδιορισμό των ορίων μεταξύ κορεσμένων και μη κορεσμένων συνθηκών. Ο καθορισμός ενός τέτοιου σημείου ήταν ιδιαίτερα δύσκολος, αφού ο κορεσμός είναι ένα σύνθετο ποιοτικό φαινόμενο που δεν έχει θεμελιωθεί θεωρητικά με επάρκεια και γενικώς αποδεκτό τρόπο και επομένως οι έννοιες των κορεσμένων και μη κορεσμένων συνθηκών, καθώς και τα όρια μεταξύ τους, περιβάλλονται από ασάφεια (βλέπε Ενότητα 3.2). Εκ των πραγμάτων λοιπόν, η επιλογή του είδους και της τιμής του κριτηρίου των κορεσμένων συνθηκών ήταν αποτέλεσμα παραδοχής, κατά το δυνατό θεμελιωμένης θεωρητικά. Ακολουθώντας για το σκοπό αυτό τις προτάσεις της μεθόδου των Schrank και Lomax (2003), αλλά και των Brems et al. (2002) με κατάλληλες προσαρμογές, παρουσιάστηκε μια προσέγγιση για τον υπολογισμό του κόστους λόγω αυξημένου χρόνου διαδρομής και διασποράς χρόνων διαδρομής για τους χρήστες Ι.Χ. επιβατηγών οχημάτων, του κόστους αυξημένης χρήσης για τα φορτηγά οχήματα και του κόστους λόγω αυξημένης κατανάλωσης καυσίμου. Εστιάστηκε, δηλαδή, η παρούσα προσέγγιση σε εκείνες τις συνέπειες του κορεσμού, οι οποίες μπορούν να ποσοτικοποιηθούν με τη βοήθεια συγκεκριμένων βημάτων και στη συνέχεια να συνδεθούν με εκφράσεις κόστους κατά τρόπο επιστημονικά τεκμηριωμένο.

4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ

4.1 Γενικά

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναπτύχθηκε μια προσέγγιση με στόχο την ποσοτική έκφραση των επιπτώσεων του κορεσμού και τελικά τον υπολογισμό της οικονομικής επιβάρυνσης των αστικών μετακινήσεων σε συνθήκες κορεσμού. Η προσέγγιση εστιάστηκε σε συγκεκριμένες συνέπειες του κορεσμού, οι οποίες ποσοτικοποιήθηκαν με τη βοήθεια καθορισμένων βημάτων και στη συνέχεια συνδέθηκαν με εκφράσεις κόστους. Στόχος του παρόντος κεφαλαίου είναι η αριθμητική εφαρμογή αυτής της προσέγγισης στην περίπτωση του οδικού δικτύου της πόλης των Πατρών. Τα κυκλοφοριακά δεδομένα που απαιτούνται για την αριθμητική εφαρμογή αντλούνται από μετρήσεις οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί στην πόλη κατά το πρόσφατο παρελθόν στα πλαίσια παλαιότερων ερευνών (Γραφείο Δοξιάδη, 1994 – Μετρήσεις Δ.Ε.Σ.Ε. Πατρών, 2003). Πριν από την ανάπτυξη της αριθμητικής εφαρμογής, παρουσιάζονται τα κυκλοφοριακά προβλήματα στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών και αναλύεται το οδικό δίκτυο της πόλης, στο οποίο θα εφαρμοστεί η μεθοδολογία.

4.2 Γεωπολιτικά στοιχεία

Η πόλη των Πατρών βρίσκεται γεωγραφικά στο βορειοδυτικό άκρο της Πελοποννήσου. Παρουσιάζει γραμμική ανάπτυξη κατά μήκος της θάλασσας με κατεύθυνση Βορρά - Νότο με εξαίρεση την περιοχή «Ζαρουχλίκια», η οποία βρίσκεται στην ανατολική πεδινή έκταση, εσώτερα της παραλιακής γραμμής. Ο πληθυσμός αυξάνεται με μέσο ετήσιο ρυθμό 1,7 % και σήμερα ξεπερνά τους 200.000 κατοίκους. Το σύνολο των οχημάτων στο Νομό Αχαΐας αυξήθηκε κατά 250 % κατά την περίοδο από 1980 ως 1992 και κατά 37 % κατά την περίοδο από 1992 ως 2002 φτάνοντας τα 350 οχ/1000 κατοίκους. Σημαντικές χρήσεις γης στην πόλη των Πατρών είναι το λιμάνι, το πανεπιστήμιο, το πανεπιστημιακό και το γενικό νοσοκομείο, καθώς και η βιομηχανική περιοχή στον Αγ. Στέφανο (Γραφείο Δοξιάδη, 1994).

4.3 Ο κορεσμός στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών – συσχέτιση με τοπικά χαρακτηριστικά

Η εμφάνιση συνθηκών κορεσμού στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών παρατηρείται τα τελευταία, κυρίως, χρόνια κατά τις πρωινές και απογευματινές ώρες αιχμής. Σχετίζεται άμεσα με τοπικά γεωπολιτικά χαρακτηριστικά, όπως η πληθυσμιακή αύξηση και η αύξηση του δείκτη ιδιοκτησίας Ι.Χ.. Επίσης, έχει σχέση με πολλά άλλα τοπικά χαρακτηριστικά, μεταξύ των οποίων είναι οι βασικοί τοπικοί παράγοντες δημιουργίας και έλξης μετακινήσεων και τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου της πόλης. Στη συνέχεια περιγράφονται συνοπτικά αυτοί οι παράγοντες και τα χαρακτηριστικά, ενώ αναλύεται και η συσχέτισή τους με την εμφάνιση κορεσμού (Γραφείο Δοξιάδη, 1994).

- Ο λιμένας Πατρών αποτελεί την κύρια πύλη της χώρας με τη Δυτική Ευρώπη. Καλύπτει ένα μεγάλο μέρος της παραλιακής ζώνης και διακινεί επιβάτες και οχήματα από και προς την Ιταλία. Η κρίση στην πρώην Γιουγκοσλαβία και ο τελικός διαμελισμός της ουσιαστικά κατάργησε την σύνδεση της Ελλάδος μέσω των Βαλκανίων και οδήγησε σε αύξηση της κίνησης οχημάτων στο λιμάνι της Πάτρας και επομένως σε τμήμα του οδικού δικτύου της πόλης. Ο ανταγωνισμός των ναυτιλιακών εταιριών με στόχο την ελαχιστοποίηση του χρόνου του διάπλου απέτρεψε την στάση αρκετών πλοίων στο λιμάνι της Ηγουμενίτσας με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η μείωση των διακινούμενων από το λιμάνι της Πάτρας. Η κυκλοφορία παρουσιάζει εποχιακή αυξομείωση με εξαίρεση τα φορτηγά που ο αριθμός τους είναι πρακτικά σταθερός στην διάρκεια του έτους.
- Έως τα τέλη του 2002 οι διακινούμενοι από και προς την Κυπαρισσία και τον Πύργο ήταν υποχρεωμένοι να διασχίσουν την πόλη λόγω της έλλειψης παράκαμψης. Μετά την απόδοση στην κυκλοφορία της ευρείας παράκαμψης της πόλης, η διαμπερής κίνηση ελαττώθηκε σημαντικά, χωρίς όμως να μηδενιστεί. Οι λόγοι που οδηγούν σε αυτό δεν έχουν διευκρινισθεί πλήρως, όμως ως πιθανές αιτίες μπορούν να θεωρηθούν:
 - Η ασαφής σήμανση στην είσοδο της περιμετρικής οδού κατά την κίνηση Αθήνα – Πύργος.
 - Η έλλειψη σταθμών ανεφοδιασμού καυσίμων.
 - Η συνήθεια των οδηγών.

- Η ανάγκη για αγορά προϊόντων κυρίως για όσους δεν έχουν προορισμό περιοχές μετά τον Πύργο και πρόκειται να κατευθυνθούν στα χωριά της Δυτικής Αχαΐας.
- Το Γενικό Νοσοκομείο «Αγ. Ανδρέας» στην περιοχή «Ταμπάχανα» δέχεται ασθενείς από όλη την Δυτική Ελλάδα. Ταυτόχρονα όμως, λειτουργεί και ως χώρος εργασίας για μεγάλο αριθμό εργατικού και επιστημονικού δυναμικού της πόλης. Η κεντρική θέση στον ιστό της πόλης, αν και αρχικά μπορεί να θεωρηθεί πλεονέκτημα, στην πράξη δημιουργεί συνθήκες υψηλού κυκλοφοριακού φόρτου στις περιοχές γύρω από αυτό καθώς και στις οδούς πρόσβασης.
- Το Περιφερειακό Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Πατρών στο Ρίο δέχεται επίσης ασθενείς από όλη την Δυτική Ελλάδα. Αν και βρίσκεται εκτός του πυκνού πολεοδομικού ιστού παρουσιάζει προβλήματα πρόσβασης για ασθενείς που προέρχονται από την Δυτική Αχαΐα. Η λειτουργία της Παράκαμψης Πατρών έχει λύσει πολλά από τα αναφερόμενα προβλήματα εξακολουθεί όμως να υφίσταται το πρόβλημα σύνδεσής του με την Εθνική Οδό καθώς ο κόμβος που το συνδέει με αυτή (μικρή έξοδος στον κόμβο του Ρίου) είναι τις περισσότερες φορές κυκλοφοριακά κορεσμένος.
- Το εμπορικό κέντρο της πόλης περιβάλλεται από τις οδούς Γούναρη - Όθωνος Αμαλίας - Καρόλου (νυν 28^{ης} Οκτωβρίου) – Κορίνθου – Ζαΐμη – Καραϊσκάκη - Γούναρη. Αποτελεί συμπαγές κέντρο, ενώ εκτός αυτού τα καταστήματα είναι κυρίως συνοικιακού χαρακτήρα ή «Εμπορικά Κέντρα» που όμως δεν προσελκύουν μεγάλο μερίδιο του αγοραστικού κοινού. Το Εμπορικό κέντρο όπως και σε όλες σχεδόν τις πόλεις της Ελλάδας ταυτίζεται χωρικά με το Ιστορικό Κέντρο. Ως αποτέλεσμα, οι οδοί που το περιβάλλουν και το διασχίζουν είναι, κατά κύριο λόγο, μικρού πλάτους που γίνεται ακόμα μικρότερο από τα σταθμευμένα οχήματα. Στο εμπορικό κέντρο υπάρχουν και οδοί ικανοποιητικού πλάτους (2-3 λωρίδες), το οποίο όμως μειώνεται σημαντικά από την παράνομη στάθμευση.
- Η Ευρεία Παράκαμψη Πατρών δόθηκε ουσιαστικά σε κυκλοφορία στα τέλη του 2002. Αρχικός στόχος ήταν η αποφυγή της διαμπερούς κίνησης οχημάτων από την Κυπαρισσία, την Ηλεία και τα χωριά της Δυτικής Αχαΐας. Στην πράξη όμως, η έλλειψη περιμετρικής οδού της Πάτρας έδωσε στην παράκαμψη τον χαρακτήρα περιμετρικής οδού. Χαρακτηριστικό αυτού είναι ότι στη ευρύτερη περιοχή η

παράκαμψη αποκαλείται «Μεγάλη Περιμετρική». Η Παράκαμψη Πατρών δεν είχε τα θεαματικά αποτελέσματα που αναμένονταν κατά το σχεδιασμό του έργου. Στις πρώτες εβδομάδες λειτουργίας της, χαρακτηριστικό είναι ότι δεχόταν σχεδόν αποκλειστικά οχήματα από την πόλη της Πάτρας με μοναδικό σκοπό την διάσχισή της για τουριστικούς λόγους.

- Η Ευρεία Παράκαμψη Πατρών, εκτός των αναφερόμενων αιτιών για τις οποίες δεν είχε τα αναμενόμενα αποτελέσματα, παρουσιάζει και το πρόβλημα της έλλειψης αποτελεσματικής σύνδεσης με την πόλη, ώστε να λειτουργεί ανακουφιστικά στην κίνηση οχημάτων από το κέντρο προς περιοχές εκτός κέντρου πόλεως. Στους περισσότερους από τους υπάρχοντες κόμβους σύνδεσης υφίστανται κυκλοφοριακά προβλήματα, κυρίως επειδή αρκετά οδικά έργα που συνδέονται με αυτούς είναι ακόμα ανολοκλήρωτα.

4.4 Το οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών – κύριες οδοί

Με σκοπό τον εντοπισμό του κύριου οδικού δικτύου της πόλης των Πατρών ώστε να χρησιμοποιηθεί στην παρούσα εφαρμογή για τον υπολογισμό της οικονομικής επιβάρυνσης λόγω κορεσμού, παρουσιάζονται αναλυτικά οι κυριότερες οδοί καθώς και οι οδοί με ιδιαίτερα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά. Η επιλογή των οδών ως τμημάτων του κύριου οδικού δικτύου της πόλης των Πατρών έγινε με βάση τους φόρτους, το επίπεδο εξυπηρέτησης, τη θέση τους εντός του πολεοδομικού ιστού και του γενικού συστήματος κυκλοφορίας οχημάτων.

Οι οδοί που επιλέχθηκαν με βάση τα παραπάνω κριτήρια είναι:

Κορίνθου, Μαιζώνος, Κανακάρη, Ρήγα Φεραίου, Καραϊσκάκη, Αγ. Ανδρέου, Όθωνος-Αμαλίας, Ακτή Δυμαίων, Ελ. Στρατιώτου, Ηρώων Πολυτεχνείου, Πανεπιστημίου, Νέα Εθνική Οδός Πατρών-Αθηνών, Ακρωτηρίου, Αγ. Ιωάννου Πράτσικα, Πατρών-Κλάους, Διγενή Ακρίτα, Κανελλοπούλου, Αρέθα, Αγ. Σοφίας, Καρόλου (νυν 28^{ης} Οκτωβρίου), Αλσυλλίου, Αράτου, Κολοκοτρώνη, Αγ. Νικολάου, Αγ. Γεωργίου (νυν 25^{ης} Μαρτίου), Π.Π. Γερμανού, Ερμού, Πατρέως, Δ.Γούναρη, Παπαφλέσσα, Ελ. Βενιζέλου, Ανθείας, Παραγλάνκιες Οδοί, ΙΙΙ Ορειβατικού.

Αναλυτικότερα:

- ΚΟΡΙΝΘΟΥ

Θέση: Κέντρο πόλης

Πλάτος: 11.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ωρες Αιχμής: Κορεσμένη Οδός

Ωρες μη Αιχμής: Υψηλός

Ωρες κυκλοφοριακής αιχμής: Ωρες λειτουργίας καταστημάτων - υπηρεσιών

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός Κορίνθου αποτελεί την κεντρική οδό της πόλης. Τη διασχίζει κατά μήκος και στη διεύθυνση Βορράς - Νότος. Είναι, στο σύνολό, της μονοδρομημένη, με εξαίρεση μικρό τμήμα της στην συμβολή της με την οδό Ελευθερίου Βενιζέλου. Αποτελεί κύρια έξοδο της πόλης προς Αθήνα. Δεν δέχεται διαμπερή κίνηση. Η οδός πρόσφατα αναβαθμίστηκε σε ταχείας κυκλοφορίας με απαγόρευση στάσης και στάθμευσης και στις δύο πλευρές της.

- ΜΑΙΖΩΝΟΣ

Θέση: Κέντρο πόλης

Πλάτος: 11.50 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ωρες Αιχμής: Κορεσμένη Οδός

Ωρες μη Αιχμής: Υψηλός

Ωρες κυκλοφοριακής αιχμής: Ωρες λειτουργίας καταστημάτων - υπηρεσιών

Ειδικές παρατηρήσεις: Αποτελεί κεντρική οδό της Πόλης. Τη διασχίζει κατά μήκος και στη διεύθυνση βορράς - νότος. Είναι στο σύνολό της μονοδρομημένη με εξαίρεση μικρό τμήμα της στην συμβολή της με την οδό Ελευθερίου Βενιζέλου. Αποτελεί κύρια είσοδο της πόλης προς Αθήνα. Δεν δέχεται διαμπερή κίνηση. Έχει απαγόρευση στάσης και στάθμευσης και στις δύο πλευρές της. Τμήμα από την οδό Αγ.Σοφίας έως την οδό Καρόλου έχει ονομασθεί «Κωνσταντινουπόλεως». Στο τμήμα αυτό η απαγόρευση στάθμευσης ισχύει μόνο για τη μία πλευρά της οδού.

- ΚΑΝΑΚΑΡΗ

Θέση: Κέντρο πόλης

Πλάτος: 8.50 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ώρες Αιχμής: Υψηλός

Ώρες μη Αιχμής: Μέσος

Ώρες κυκλοφοριακής αιχμής: Ώρες λειτουργίας καταστημάτων - υπηρεσιών

Ειδικές παρατηρήσεις: Παράλληλη της οδού Κορίνθου προς την πλευρά του Δασυλλίου. Διασχίζει κατά μήκος την πόλη και στη διεύθυνση Βορράς-Νότος. Είναι στο σύνολό της μονοδρομημένη. Έχει κατεύθυνση κίνησης οχημάτων ίδια με την οδό Μαιζώνος. Αποτελεί εναλλακτική οδό κίνησης οχημάτων κατά τις ώρες μέγιστου κυκλοφοριακού φόρτου, όταν η οδός Μαιζώνος είναι κορεσμένη. Επιτρέπεται η στάθμευση στη μία πλευρά της οδού.

- ΡΗΓΑ ΦΕΡΑΙΟΥ

Θέση: Κέντρο πόλης

Πλάτος: 10.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ώρες Αιχμής: Υψηλός

Ώρες μη Αιχμής: Μέσος

Ώρες κυκλοφοριακής αιχμής: Ώρες λειτουργίας Καταστημάτων-Υπηρεσιών

Ειδικές παρατηρήσεις: Παράλληλη της οδού Κορίνθου προς την πλευρά της θάλασσας. Διασχίζει κατά μήκος την πόλη και στη διεύθυνση Βορράς-Νότος. Είναι, στο σύνολό της, μονοδρομημένη. Έχει κατεύθυνση κίνησης οχημάτων ίδια με την οδό Μαιζώνος. Αποτελεί εναλλακτική οδό κίνησης οχημάτων κατά τις ώρες αιχμής όταν η οδός Μαιζώνος είναι κορεσμένη. Επιτρέπεται η στάθμευση στην μία πλευρά της οδού. Η οδός στο κεντρικό τμήμα της έχει διαμορφωθεί με οδόστρωμα όψης πλακοστρωμένου, ενώ διακόπτεται οπτικά από τον πεζόδρομο της οδού Αγ. Νικολάου. Η παραπάνω διαμόρφωση έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου, καθώς αποφεύγεται η χρήση της από τους οδηγούς.

- ΚΑΡΑΪΣΚΑΚΗ

Θέση: Κέντρο πόλης

Πλάτος: 9.30 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ώρες Αιχμής: Υψηλός

Ώρες μη Αιχμής: Χαμηλός

Ώρες κυκλοφοριακής αιχμής: Ώρες λειτουργίας καταστημάτων - υπηρεσιών

Ειδικές παρατηρήσεις: Παράλληλη της οδού Κορίνθου προς την πλευρά του Δασυλλίου. Διασχίζει κατά μήκος την πόλη και στη διεύθυνση Βορράς-Νότος. Είναι, στο σύνολό της, μονοδρομημένη. Έχει κατεύθυνση κίνησης οχημάτων ίδια με την οδό Κορίνθου. Αποτελεί εναλλακτική οδό κίνησης οχημάτων κατά τις ώρες μέγιστου κυκλοφοριακού φόρτου όταν η οδός Κορίνθου είναι κορεσμένη. Επιτρέπεται η στάθμευση και στις δύο πλευρές της οδού. Η οδός στο τμήμα της από την οδό Ερμού έως την οδό Αγ. Νικολάου και κατά τις ώρες αιχμής παρουσιάζει κορεσμό. Χρησιμοποιείται ως οδός στάθμευσης.

- ΑΓ. ΑΝΔΡΕΟΥ

Θέση: Κέντρο πόλης

Πλάτος: 11.50 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ώρες Αιχμής: Ισχυρά κορεσμένη οδός

Ώρες μη Αιχμής: Χαμηλός

Ώρες κυκλοφοριακής αιχμής: 7.00 - 9.00, 13.00 - 15.00 και ώρες λειτουργίας καταστημάτων - υπηρεσιών

Ειδικές Παρατηρήσεις: Παράλληλη της οδού Κορίνθου προς την πλευρά της Θάλασσας. Διασχίζει κατά μήκος την πόλη και στη διεύθυνση Βορράς - Νότος. Είναι, στο σύνολό της, μονοδρομημένη. Έχει κατεύθυνση κίνησης οχημάτων ίδια με την οδό Κορίνθου. Αποτελεί κύρια οδό κίνησης οχημάτων προς την περιοχή Αγυιά, μοναδική οδό προς το λιμάνι της Πάτρας για τους μετακινούμενους από την πλευρά του Πύργου, ενώ ταυτόχρονα δέχεται το σύνολο της διαμπερούς κίνησης (Πύργος-Αθήνα) της πόλης. Η στάθμευση επιτρέπεται στην μία πλευρά της οδού. Η οδός από την συμβολή της με την οδό Αράτου μετονομάζεται σε Αγ.Διονυσίου, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται το πλάτος της.

- ΟΘΩΝΟΣ-ΑΜΑΛΙΑΣ

Θέση: Κέντρο πόλης, παραλιακή οδός λιμένα

Πλάτος: 15.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ωρες Αιχμής: Υψηλός

Ωρες μη Αιχμής: Υψηλός

Ωρες κυκλοφοριακής αιχμής: ---

Ειδικές Παρατηρήσεις: Παράλληλη της οδού Κορίνθου προς την πλευρά της θάλασσας. Διασχίζει κατά μήκος την πόλη και στη διεύθυνση Βορράς - Νότος. Είναι, στο σύνολό της, μονοδρομημένη. Έχει κατεύθυνση κίνησης οχημάτων ίδια με την οδό Μαιζώνος. Αποτελεί την δίδυμη της οδού Αγ.Ανδρέου με αντίθετη κίνηση. Δέχεται το σύνολο της διαμπερούς κίνησης Αθήνα - Πύργος και ταυτόχρονα το σύνολο των οχημάτων που κινούνται από το λιμάνι της Πόλης προς Πύργο – Κυπαρισσία. Αν και δέχεται μεγάλο αριθμό οχημάτων, οι περιπτώσεις κορεσμού είναι σπάνιες καθώς έχει ελάχιστους κόμβους με φωτεινούς σηματοδότες και μεγάλο πλάτος οδοστρώματος.

- ΑΚΤΗ ΔΥΜΑΙΩΝ

Θέση: Νότια παραλιακή

Πλάτος: 30.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ωρες Αιχμής: Υψηλός

Ωρες μη Αιχμής: Μέσος

Ωρες κυκλοφοριακής αιχμής: 7.00 - 9.00, 13.00 - 15.00

Ειδικές παρατηρήσεις: Αποτελεί τη νοτιοδυτική παραλιακή οδό της πόλης. Είναι διπλής κατεύθυνσης με διαχωριστική νησίδα και 2 λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση συν βοηθητική. Δέχεται τα οχήματα από την οδό Όθωνος - Αμαλίας και οδηγεί μέσω τμήματος της οδού Τριών Ναυάρχων τα οχήματα από Πύργο προς την οδό Αγ.Ανδρέου. Σπάνια παρατηρούνται συνθήκες κορεσμού λόγω κυρίως του μεγάλου πλάτους της. Η λειτουργία του πολυχώρου ψυχαγωγίας "VESSO MARE" δημιουργεί τοπικά μικρό πρόβλημα κυκλοφορίας χωρίς όμως να απαιτείται ειδική

αναφορά. Η οδός έχει υψηλό αριθμό ατυχημάτων κυρίως λόγω των υψηλών ταχυτήτων που αναπτύσσουν τα οχήματα.

- ΕΛΛ. ΣΤΡΑΤΙΩΤΟΥ

Θέση: Αγυιά

Πλάτος: 14.50 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ώρες Αιχμής: Πολύ υψηλός

Ώρες μη Αιχμής: Μέσος

Ώρες κυκλοφοριακής αιχμής: Ώρες λειτουργίας καταστημάτων - υπηρεσιών

Ειδικές παρατηρήσεις: Αποτελεί την κεντρική οδό της περιοχής Αγυιά με κατεύθυνση Βορράς - Νότος. Χρησιμοποιείται κυρίως από τους κατοίκους της Βόρειας Πλευράς για την προσέγγιση και απομάκρυνση από το κέντρο της πόλης. Είναι διπλής κατεύθυνσης και επιτρέπεται η στάθμευση και από τις δύο πλευρές της οδού. Συνδέεται μέσω της οδού Μουρούζη με την οδό Ρ.Φεραίου. Η οδός Μουρούζη όμως έχει μικρό πλάτος με αποτέλεσμα τον κορεσμό της, έστω και με μικρό φόρτο οχημάτων.

- ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ

Θέση: Βόρεια παραλιακή

Πλάτος: 30.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ώρες Αιχμής: Υψηλός

Ώρες μη Αιχμής: Μέσος

Ώρες κυκλοφοριακής αιχμής: Ώρες φορτοεκφόρτωσης πλοίων.

Ειδικές παρατηρήσεις: Αποτελεί τη βορειοδυτική παραλιακή οδό της πόλης. Είναι διπλής κατεύθυνσης χωρίς διαχωριστική νησίδα. Δέχεται τα οχήματα από την οδό Αγ.Ανδρέου μέσω τμήματος της Αγ.Διονυσίου και κατόπιν της οδού Νόρμαν και οδηγεί τα οχήματα στην οδό Όθωνος - Αμαλίας. Στη διασταύρωση της οδού με την οδό Όθωνος - Αμαλίας υπάρχει η πύλη «Μελίνα» του Λιμένα της Πάτρας. Η οδός χρησιμοποιείται ως την μοναδική πρόσβαση από και προς το λιμάνι με συνέπεια την κίνηση πολλών φορτηγών σε αυτή. Υψηλός κορεσμός παρουσιάζεται κατά την

φορτοεκφόρτωση των πλοίων καθώς ο υπάρχων κόμβος σύνδεσης δεν επαρκεί για τις ανάγκες των οχημάτων.

- ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ

Θέση: Βόρεια πλευρά

Πλάτος: 13.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ώρες Αιχμής: Μέσος

Ώρες μη Αιχμής: Χαμηλός

Ώρες κυκλοφοριακής αιχμής: 7.00 - 9.00, 13.00 -15.00

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός Πανεπιστημίου αποτελεί την Παλαιά Εθνική Οδό Αθηνών - Πατρών και είναι ιδιαιτέρως μεγάλου μήκους. Από την διασταύρωσή της με τον κόμβο Κουρτέση και μέχρι την οδό Διγενή Ακρίτα, η οδός δεν παρουσιάζει ενδιαφέρον καθώς χρησιμοποιείται κυρίως ως συλεκτήρια οδός και οδός πρόσβασης στις παρόδιες ιδιοκτησίες. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η οδός στο τμήμα της από την οδό Διγενή Ακρίτα έως το χείμαρρο Χάραδρο. Στο τμήμα αυτό και κατά τις ώρες 14.00 - 15.30 παρουσιάζεται πολύ υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος και συνθήκες έντονου κορεσμού, καθώς δέχεται οχήματα από τους εργαζόμενους στις βιομηχανίες της περιοχής Ρίου έως Ψαθόπυργου καθώς και οχήματα από τους εργαζόμενους στο Πανεπιστήμιο και το Περιφερειακό Νοσοκομείο.

- ΝΕΑ ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΣ ΑΘΗΝΩΝ - ΠΑΤΡΩΝ

Θέση: Βόρεια πλευρά

Πλάτος: 30.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ώρες Αιχμής: Πολύ Υψηλός

Ώρες μη Αιχμής: Υψηλός

Ώρες κυκλοφοριακής αιχμής: 7.00 - 9.00, 13.00 - 15.00 και 17.00 - 22.00

Ειδικές παρατηρήσεις: Η Νέα Εθνική Οδός Αθηνών - Πατρών είναι διπλής κατεύθυνσης με διαχωριστική νησίδα και δύο λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση συν βοηθητική. Αποτελεί την βόρεια είσοδο - έξοδο της πόλης προς Αθήνα και είναι τμήμα της Π.Α.Θ.Ε.. Αν και στην οδό δεν παρατηρείται κορεσμός, οι παρόδιες χρήσεις της οδού (αντιπροσωπείες, συνεργεία κλπ.) επιβαρύνουν την οδό κυρίως με

φορτηγά φορτοεκφόρτωσης όλες τις ώρες της ημέρας. Από την οδό Κανελλοπούλου έως τον κόμβο Κουρτέση η οδός έχει ουσιαστικά μετατραπεί σε συλλεκτήρια οδό με κατεύθυνση από και προς το κέντρο της πόλης.

- ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ

Θέση: Νοτιοανατολική πλευρά

Πλάτος: 16.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ωρες Αιχμής: Πολύ Υψηλός

Ωρες μη Αιχμής: Υψηλός

Ωρες κυκλοφοριακής αιχμής: 7.00 - 9.00, 13.00 - 15.00 και 17.00 - 22.00

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός Ακρωτηρίου αποτελεί την έξοδο της πόλης προς τα χωριά της ορεινής Αχαΐας, τα Καλάβρυτα και την Εθνική Οδό Πατρών - Τριπόλεως (Ε.Ο.111). Είναι διπλής κατεύθυνσης και ιδιαίτερος επιβαρημένη από τις παρόδιες χρήσεις γης. Η μη σύνδεση της Ε.Ο. 111 με την Παράκαμψη Πατρών οδηγεί το σύνολο των οχημάτων που θέλουν να κινηθούν προς την ορεινή Αχαΐα στη χρήση της οδού Ακρωτηρίου. Επιπλέον, η οδός δέχεται και μέρος των οχημάτων των εργαζομένων και σπουδαστών στο ΤΕΙ Πάτρας. Η οδός αποτελεί την κύρια σύνδεση του Κέντρου με τις Νοτιοδυτικές συνοικίες.

- ΑΓ. ΙΩΑΝΝΟΥ ΠΡΑΤΣΙΚΑ

Θέση: Νοτιοανατολική πλευρά

Πλάτος: 13.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ωρες Αιχμής: Πολύ Υψηλός

Ωρες μη Αιχμής: Υψηλός

Ωρες κυκλοφοριακής αιχμής: 7.00 - 9.00, 13.00 - 15.00 και 17.00 - 22.00

Ειδικές παρατηρήσεις: Η Αγ. Ιωάννου Πράτσικα συνδέει το Κέντρο με την περιοχή Ζαρουχλείκα. Στη συνοικία αυτή κατοικεί μεγάλο μέρος του πληθυσμού της πόλης που εργάζονται στο κέντρο αυτής. Συνέπεια αυτού είναι η οδός να έχει αυξημένη κίνηση σε όλη τη διάρκεια της ημέρας και ιδιαίτερα κατά τις ώρες τερματισμού λειτουργίας των καταστημάτων και υπηρεσιών. Η γεωμετρία της οδού παρουσιάζει

συνεχείς καμπύλες εντός του πολεοδομικού ιστού, με άμεση συνέπεια την επιπρόσθετη επιδείνωση των συνθηκών κυκλοφορίας.

- ΠΑΤΡΩΝ - ΚΛΑΟΥΣ

Θέση: Νοτιοανατολική πλευρά

Πλάτος: 16.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ωρες Αιχμής: Μέσος

Ωρες μη Αιχμής: Χαμηλός

Ωρες κυκλοφοριακής αιχμής: 7.00 - 9.00, 13.00 - 15.00 & 17.00 - 22.00

Ειδικές παρατηρήσεις: Η Πατρών - Κλάους μέχρι πρόσφατα δεν αποτελούσε κύρια οδό της πόλης, καθώς η μοναδική χρήση της ήταν από τους διακινούμενους από και προς το ΤΕΙ και την κοινότητα Σαραβαλίου. Η διάνοιξη όμως της Ευρείας Παράκαμψης Πατρών σε συνδυασμό με τον κόμβο Γλαύκου έδωσε στην οδό Πατρών - Κλάους το χαρακτήρα της συνδετήριας οδού της πόλης με την παράκαμψη Πατρών. Η διάνοιξη των Παραγλαύκιων οδών καθ' όλο το μήκος τους πρόκειται να υποβαθμίσει και πάλι την οδό σε περιφερειακή ενώ υψηλότερα φορτία θα δέχεται μόνο κατά την διεξαγωγή αγώνων ποδοσφαίρου στο Εθνικό Στάδιο Πατρών ή καλαθοσφαίρισης στο Γήπεδο του Απόλλωνα Πατρών στην Περιβόλλα.

- ΔΙΓΕΝΗ ΑΚΡΙΤΑ

Θέση: Μποζαίτικα

Πλάτος: 12.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ωρες Αιχμής: Κορεσμένη

Ωρες μη Αιχμής: Χαμηλός φόρτος

Ωρες κυκλοφοριακής αιχμής: 7.00 - 9.00, 13.00 - 15.00 και 17.00 - 22.00

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός Διγενή Ακρίτα συνδέει την Παλαιά Εθνική Οδό Αθηνών - Πατρών με τη Νέα Εθνική Οδό Αθηνών - Πατρών στο ύψος των Μποζαίτικων. Η καθυστέρηση πλήρους κατασκευής του κόμβου Κ1 στον κλάδο προς Πάτρα οδηγεί τα οχήματα που κινούνται στην Παλαιά Εθνική Οδό στην χρήση της οδού για την έξοδό τους στην Νέα Εθνική Οδό. Ταυτόχρονα η οδός δέχεται και το σύνολο των οχημάτων από τα Βόρεια Προάστια των Πατρών που θέλουν να

κινηθούν προς την πόλη. Η ύπαρξη κόμβου με φωτεινούς σηματοδότες στη διασταύρωσή της με τη Ν.Ε.Ο. επιτρέπει την έξοδο των οχημάτων από την οδό Διγενή Ακρίτα, όμως ο μικρός χρόνος πρασίνου οδηγεί σε συνθήκες κορεσμού έως και την διασταύρωση της Π.Ε.Ο με τον ποταμό Χάραδρο.

- ΚΑΝΕΛΛΟΠΟΥΛΟΥ

Θέση: βόρεια πλευρά

Πλάτος: 30.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ωρες Αιχμής: Μέσος

Ωρες μη Αιχμής: Μέσος

Ωρες κυκλοφοριακής αιχμής: : ----

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός Κανελλοπούλου συνδέει την οδό Ηρώων Πολυτεχνείου με τη Ν.Ε.Ο. Αθηνών - Πατρών. Πρόκειται για πρόσφατα διανοιγμένη οδό με κύριο σκοπό την κυκλοφορία των οχημάτων από και προς το λιμάνι της Πάτρας. Η γειτνίασή της με το έλος της Αγυιάς οδήγησε στην κατασκευή κλειστής στροφής στο ύψος του κολυμβητηρίου με αποτέλεσμα την δημιουργία πολλών ατυχημάτων. Η οδός έχει ανακουφίσει την κίνηση στην πόλη αλλά η μη ύπαρξη ανισόπεδου κόμβου στη συμβολή της με την Ν.Ε.Ο. καθιστά την οδό ανεπαρκή στη λειτουργία της.

- ΑΡΕΘΑ

Θέση: βόρεια πλευρά

Πλάτος: 10.50 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ωρες Αιχμής: Χαμηλός

Ωρες μη Αιχμής: Χαμηλός

Ωρες κυκλοφοριακής αιχμής: ----

Ειδικές παρατηρήσεις: Μέχρι την κατασκευή της οδού Κανελλοπούλου η Αρέθα αποτελούσε την βασική σύνδεση της Ηρώων Πολυτεχνείου με την Ν.Ε.Ο. Αθηνών - Πατρών μέσω της οδού Αγ.Κων/νου στην Αγυιά. Δεχόταν το σύνολο της κίνησης από και προς το λιμάνι ενώ το μικρό πλάτος της δημιουργούσε συνθήκες ασφυξίας.

Σήμερα η οδός έχει πάνγει να χρησιμοποιείται από διερχόμενα οχήματα και εξυπηρετεί μόνο την τοπική κυκλοφορία.

- ΑΓ.ΣΟΦΙΑΣ

Θέση: βόρεια πλευρά

Πλάτος: 13.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ώρες Αιχμής: Υψηλός

Ώρες μη Αιχμής: Μέσος

Ώρες κυκλοφοριακής αιχμής: 7.00 - 9.00, 13.00 - 15.00 και 17.00 - 22.00

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός αποτελεί τμήμα της ροής κυκλοφορίας Εθνική Οδός – Κωνσταντινουπόλεως – Μαιζώνος - κέντρο πόλης. Η οδός έχει διεύθυνση Ανατολή - Δύση (κάθετα στην οδό Κορίνθου). Σπάνια παρουσιάζει προβλήματα κορεσμού με εξαίρεση τις πρωινές ώρες της Πέμπτης όπου και σε παρακείμενη οδό (Κιλκίς) λειτουργεί λαϊκή αγορά. Είναι μονοδρομημένη σε όλο το μήκος της ενώ επιτρέπεται η στάθμευση στη μία πλευρά της.

- ΚΑΡΟΛΟΥ (γυν 28^{ης} Οκτωβρίου)

Θέση: όριο κέντρου πόλεως με βόρεια πλευρά

Πλάτος: 9.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ώρες Αιχμής: Μέσος

Ώρες μη Αιχμής: Χαμηλός

Ώρες κυκλοφοριακής αιχμής: 7.00 - 9.00, 13.00 - 15.00 και 17.00 - 22.00

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός χρησιμοποιείται ως συνδετήρια της οδού Αγ.Διονυσίου (Επέκταση Αγ.Ανδρέου) με την οδό Κορίνθου και στη συνέχεια με την Ν.Ε.Ο. Αποτελεί την κύρια οδό των υπεραστικών λεωφορείων για την έξοδό τους στη Ν.Ε.Ο. Δευτερευόντως, αποτελεί την σύνδεση των οδών Κορίνθου και Μαιζώνος με την οδό Αλσυλλίου.

- ΑΛΣΥΛΛΙΟΥ

Θέση: Δασύλλιο

Πλάτος: 9.00 μ (μέσο πλάτος)

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ωρες Αιχμής: Υψηλός

Ωρες μη Αιχμής: Χαμηλός

Ωρες κυκλοφοριακής αιχμής: 7.00 - 9.00, 13.00 - 15.00 και 17.00 - 22.00

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός ξεκινά από την προέκταση της οδού Καρόλου και καταλήγει μέσω του Δασυλλίου στην άνω πόλη. Η έλλειψη περιμετρικής οδού έχει δώσει στην οδό Αλσυλλίου την παραπάνω μορφή με υψηλό φόρτο κατά της ώρες κλεισίματος των καταστημάτων και των υπηρεσιών. Αν και τα γεωμετρικά στοιχεία της δεν είναι κατάλληλα οι οδηγοί προτιμούν την οδό Αλσυλλίου από την διάσχιση του κέντρου της πόλεως. Κορεσμός παρατηρείται στην σύνδεση της οδού με την Κορίνθου.

- ΑΡΑΤΟΥ

Θέση: Κέντρο

Πλάτος: 9.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ωρες Αιχμής: Πολύ υψηλός

Ωρες μη Αιχμής: Μέσος

Ωρες κυκλοφοριακής αιχμής: Ωρες λειτουργίας καταστημάτων - υπηρεσιών

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός είναι στον άξονα Ανατολή – Δύση, αποτελεί κεντρική οδό της Πάτρας, ξεκινά από την οδό Όθωνος - Αμαλίας και τέμνει κάθετα τις οδούς Αγ.Ανδρέου - Ρ.Φερραίου - Μαιζώνος - Κορίνθου κλπ. Αποτελεί άνοδο (από θάλασσα προς Καραϊσκάκη) και είναι μονόδρομος. Βασική χρήση της είναι η σύνδεση των αξόνων της πόλης. Η μη ύπαρξη φωτεινών σηματοδοτών πλην της διασταύρωσης με την οδό Κορίνθου έχει ως αποτέλεσμα ακόμα και με μέσο κυκλοφοριακό φορτίο να οδηγείται σε κορεσμό.

- ΚΟΛΟΚΟΤΡΩΝΗ

Θέση: Κέντρο

Πλάτος: 12.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ωρες Αιχμής: Πολύ υψηλός

Ωρες μη Αιχμής: Μέσος

Ωρες κυκλοφοριακής αιχμής: Ωρες λειτουργίας καταστημάτων - υπηρεσιών

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός είναι στον άξονα Ανατολή – Δύση, αποτελεί κεντρική οδό της Πάτρας, ξεκινά από την οδό Όθωνος - Αμαλίας και τέμνει κάθετα τις οδούς Αγ.Ανδρέου - Ρ.Φερραίου – Μαιζώνος - Κορίνθου κλπ. Αποτελεί κάθοδο (προς τη θάλασσα) και είναι μονόδρομος. Βασική χρήση της είναι η σύνδεση των αξόνων της πόλης. Ως μοναδική κάθοδος στο κέντρο της πόλης (η επόμενη είναι η οδός Πατρέως), δέχεται το σύνολο των οχημάτων που θέλουν να κινηθούν προς την παραλιακή οδό. Συνθήκες υψηλού κορεσμού παρατηρούνται στο τμήμα της μεταξύ Κορίνθου και Μαιζώνος.

- ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ

Θέση: Κέντρο

Πλάτος: 14.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ωρες Αιχμής: Πολύ υψηλός

Ωρες μη Αιχμής: Μέσος

Ωρες κυκλοφοριακής αιχμής: Ωρες λειτουργίας καταστημάτων - υπηρεσιών

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός είναι στον άξονα Ανατολή – Δύση, αποτελεί κεντρική οδό της Πάτρας, ξεκινά από την οδό Αγ.Ανδρέου και τέμνει κάθετα τις οδούς Ρ.Φερραίου - Μαιζώνος - Κορίνθου κλπ. Το τμήμα της από Αγ.Ανδρέου έως Μαιζώνος είναι πεζόδρομος, είναι άνοδος στο τμήμα της από Μαιζώνος έως Κορίνθου και είναι διπλής κατεύθυνσης από Κορίνθου έως το τέλος της στην συμβολή της με την Αγ. Γεωργίου (νυν 25^{ης} Μαρτίου). Δέχεται το σύνολο των οχημάτων που πρόκειται να κινηθούν από και προς Άνω Πόλη ενώ στο τμήμα ανόδου μεταξύ Μαιζώνος και Κορίνθου αποτελεί τμήμα της κυκλικής ροής

οχημάτων εντός του κέντρου. Κατά τις ώρες κυκλοφοριακής αιχμής η οδός βρίσκεται σε συνθήκες κορεσμού.

- ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ (νυν 25^{ης} Μαρτίου)

Θέση: Κέντρο

Πλάτος: μεταβαλλόμενο

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ωρες Αιχμής: Πολύ Υψηλός

Ωρες μη Αιχμής: Μέσος

Ωρες κυκλοφοριακής αιχμής: Ωρες λειτουργίας καταστημάτων - υπηρεσιών

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός συνδέει την οδό Αγ. Νικολάου με την οδό Γερμανού. Αποτελεί ουσιαστικά την σύνδεση του κέντρου με την άνω πόλη. Πρόσφατα έγινε διαπλάτυνσή της. Σπάνια επέρχεται κορεσμός ενώ τοπικά δημιουργείται πρόβλημα στη διασταύρωσή της με την οδό Ερμού.

- Π.Π. ΓΕΡΜΑΝΟΥ

Θέση: Άνω πόλη

Πλάτος: 13.50 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ωρες Αιχμής: Πολύ υψηλός

Ωρες μη Αιχμής: Μέσος

Ωρες κυκλοφοριακής αιχμής: Ωρες λειτουργίας καταστημάτων - υπηρεσιών

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός αποτελεί τον οδικό άξονα της άνω πόλεως. Είναι διπλής κατεύθυνσης με απαγόρευση στάθμευσης και στα δύο ρεύματα. Προβλήματα κορεσμού παρατηρούνται κυρίως λόγω των παράνομα σταθμευμένων οχημάτων και κατά την τροφοδοσία των καταστημάτων. Χρησιμοποιείται για την αποφυγή του κεντρικότερου τμήματος της πόλης για τα οχήματα που κινούνται από και προς τα ανατολικά και νοτιοανατολικά προάστια.

- ΕΡΜΟΥ

Θέση: Κέντρο

Πλάτος: 10.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ωρες Αιχμής: Συνθήκες κορεσμού

Ωρες μη Αιχμής: Μέσος

Ωρες κυκλοφοριακής αιχμής: Ωρες λειτουργίας καταστημάτων - υπηρεσιών

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός είναι στον άξονα Ανατολή – Δύση και αποτελεί κεντρική οδό της Πάτρας. Η οδός αντιδρομήθηκε πρόσφατα στο τμήμα της από την οδό Όθωνος - Αμαλίας έως την οδό Καραϊσκάκη και έγινε άνοδος, ενώ το τμήμα της από την οδό Καραϊσκάκη έως την Αγ.Γεωργίου παρέμεινε κάθοδος. Η αντιδρόμηση λειτούργησε αρνητικά ως προς τις κυκλοφοριακές συνθήκες στην πόλη καθώς επιβάρυνε την κυκλοφορία τόσο της οδού Κολοκοτρώνη, που πλέον έγινε μοναδική κάθοδος βόρεια της Πλατείας Γεωργίου Α', όσο και το τμήμα της οδού Καραϊσκάκη από την Ερμού έως την Αγ.Νικολάου, αφού στη διασταύρωσή της με αυτή συμβάλλουν ουσιαστικά τρία ρεύματα κυκλοφορίας. Αποσυμφόρηση προβλέπεται μετά την πλήρη διάνοιξη της οδού Αγ. Γεωργίου καθώς η αντιδρόμηση θα φτάσει έως αυτή.

- ΠΑΤΡΕΩΣ

Θέση: Κέντρο

Πλάτος: 9.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ωρες Αιχμής: Μέσος έως υψηλός

Ωρες μη Αιχμής: Μέσος

Ωρες κυκλοφοριακής αιχμής: Ωρες λειτουργίας καταστημάτων - υπηρεσιών

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός είναι στον άξονα Ανατολή – Δύση και αποτελεί κάθοδο προς τη θάλασσα. Είναι μονόδρομος σε όλο το μήκος της και επιτρέπεται η στάθμευση και στις δύο πλευρές. Είναι η δεύτερη μετά την οδό Κολοκοτρώνη κάθοδος η οποία φτάνει έως την Όθωνος - Αμαλίας. Βασική χρήση της είναι η κάθοδος των οχημάτων προς την παραλιακή οδό. Συνθήκες κορεσμού παρατηρούνται μόνο στο τμήμα της από Ρ. Φεραίου έως την Αγ. Ανδρέου.

- Δ. ΓΟΥΝΑΡΗ

Θέση: Κέντρο

Πλάτος : 16.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ώρες Αιχμής: Συνθήκες κορεσμού

Ώρες μη Αιχμής: Πολύ υψηλός

Ώρες κυκλοφοριακής αιχμής: Ώρες λειτουργίας καταστημάτων - υπηρεσιών

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός είναι μία από τις κεντρικότερες οδούς της πόλης και αποτελεί τμήμα του κορμού των μετακινήσεων σε αυτή. Είναι ουσιαστικά η μοναδική οδός που συνδέει το κέντρο της πόλης με όλες τις ανατολικές συνοικίες, είναι οδός πρόσβασης στο Γενικό Νοσοκομείο Πατρών «Αγ.Ανδρέας» και οδηγεί προς την Ε.Ο Πατρών - Τριπόλεως. Η οδός είναι άνοδος στο τμήμα από Όθωνος - Αμαλίας έως την Αγ.Ανδρέου και διπλής κατεύθυνσης σε όλο το υπόλοιπο τμήμα της. Παρουσιάζει έντονες συνθήκες κορεσμού σχεδόν σε όλο το 24ωρο, ακόμα και σε ώρες που όλες οι λοιπές οδοί έχουν μικρό φόρτο (πχ. Κυριακές - αργίες). Στην οδό απαγορεύεται η στάση και στάθμευση και στις δύο πλευρές της.

- ΠΑΠΑΦΛΕΣΣΑ

Θέση: Όριο κέντρου με νότια πλευρά

Πλάτος: 12.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ώρες Αιχμής: Υψηλός

Ώρες μη Αιχμής: Μέσος

Ώρες κυκλοφοριακής αιχμής: 7.00 - 9.00, 13.00 - 15.00 και 17.00 - 22.00

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός αποτελεί το όριο του κέντρου πόλης με τις νότιες περιοχές αυτής. Αναπτύσσεται στην διεύθυνση Ανατολή – Δύση, ξεκινώντας από την οδό Ακτή Δυμαίων. Είναι διπλής κατεύθυνσης σε όλο το μήκος της και χρησιμοποιείται από τα οχήματα που θέλουν από την Ακτή Δυμαίων να κατευθυνθούν προς το κέντρο της πόλης μέσω της οδού Κορίνθου και όχι της Αγ.Ανδρέου. Συνθήκες κορεσμού παρατηρούνται στο τμήμα της από την Ακτή Δυμαίων έως την Κορίνθου, ενώ το υπόλοιπο τμήμα της δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα. Η οδός διασταυρώνεται με ισόπεδη σιδηροδρομική διάβαση μεταξύ Ακτής Δυμαίων και Μαιζώνος.

- ΕΛ. BENIZEΛΟΥ

Θέση: Νότια πλευρά

Πλάτος: 30.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ώρες Αιχμής: Μέσος

Ώρες μη Αιχμής: Μέσος

Ώρες κυκλοφοριακής αιχμής: : -----

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός Ελευθερίου Βενιζέλου κατασκευάστηκε σχετικά πρόσφατα, καλύπτοντας τον χείμαρρο «Διακονιάρη». Σήμερα είναι κατασκευασμένο το τμήμα της από την οδό Ακτή Δυμαίων έως την Αγ. Ιωάννου Πράστικα. Μελλοντικά προβλέπεται η σύνδεσή της με τον κόμβο Κ4 της Ευρείας Παράκαμψης με σκοπό τη χρήση της από και προς το Νέο Λιμένα Πατρών. Σήμερα η οδός δεν δέχεται πολλά οχήματα εκτός από αυτά που θέλουν να κατευθυνθούν προς Ζαρουχλεϊκα παρακάμπτοντας την οδό Αγ.Τριάδος.

- ΑΝΘΕΙΑΣ

Θέση: Νότια πλευρά

Πλάτος: 15.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ώρες Αιχμής: Υψηλός

Ώρες μη Αιχμής: Μέσος

Ώρες κυκλοφοριακής αιχμής: 7.00 - 9.00, 13.00 - 15.00 και ώρες καταστημάτων

Ειδικές παρατηρήσεις: Η οδός Ανθείας αποτελεί την σύνδεση της παραλιακής οδού με την περιοχή Ζαρουχλεϊκα. Δεν είναι πλήρως διανοιγμένη, αν και έχουν γίνει οι απαιτούμενες απαλλοτριώσεις από το Δήμο Πατρέων. Παρουσιάζει έντονο κυκλοφοριακό φόρτο, αλλά το επίπεδο εξυπηρέτησης μπορεί να χαρακτηριστεί ικανοποιητικό. Γεωμετρικά παρουσιάζει μικρές καμπύλες. Τοπικά, μικρό πρόβλημα δημιουργείται στην συμβολή της με την οδό Αγ.Ιωάννου Πράστικα.

- ΠΑΡΑΓΛΑΥΚΙΕΣ ΟΔΟΙ

Θέση: Νότια πλευρά

Πλάτος: 30.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ώρες Αιχμής: Χαμηλός

Ώρες μη Αιχμής: Χαμηλός

Ώρες κυκλοφοριακής αιχμής: -----

Ειδικές παρατηρήσεις: Οι Παραγλαύκιες οδοί είναι ζεύγος οδών κατασκευασμένων στις όχθες του Χειμάρρου «Γλαύκου» της Πάτρας. Έως σήμερα έχουν κατασκευασθεί τα τμήματα από την παραλιακή έως την οδό Ακρωτηρίου και από την οδό Πατρών - Κλάους έως τον κόμβο Κ5. Το τμήμα από την Ακρωτηρίου έως την οδό Πατρών – Κλάους, αν και είναι σχεδόν στο σύνολό του διανοιγμένο, δεν έχει κατασκευασθεί ακόμα με αποτέλεσμα την ανεπαρκή λειτουργία της οδού. Σήμερα, το τμήμα της από την παραλιακή έως την Ακρωτηρίου χρησιμοποιείται για την πρόσβαση στην Ε.Ο. 111 ενώ το τμήμα της από τον Κ5 έως την Πατρών - Κλάους ως είσοδος από την περιμετρική στην πόλη.

- III ΟΡΕΙΒΑΤΙΚΟΥ

Θέση: Ταμπάχανα.

Πλάτος: 25.00 μ

Κυκλοφοριακές συνθήκες οδού:

Ώρες Αιχμής: Υψηλός

Ώρες μη Αιχμής: Υψηλός

Ώρες κυκλοφοριακής αιχμής: -----

Ειδικές παρατηρήσεις: Ειδική αναφορά θα πρέπει να γίνει για την οδό III. Ορειβατικού, καθώς αποτελεί σήμερα την σύνδεση της οδού Δ. Γούναρη με την οδό Π.Π. Γερμανού. Στο εγγύς μέλλον η οδός III Ορειβατικού πρόκειται να αποτελέσει τμήμα της Μικρής Περιμετρικής. Ήδη έχουν ξεκινήσει οι διαδικασίες για την διαπλάτυνσή της ώστε να μπορεί να επιτελέσει το μελλοντικό έργο της. Σήμερα η οδός είναι διπλής κατεύθυνσης και απαγορεύεται η στάση και στάθμευση και στις δύο πλευρές της. Κατά τις ώρες αιχμής, η οδός αδυνατεί να εξυπηρετήσει το κυκλοφοριακό φόρτο που δέχεται.

Σημειώνεται ότι:

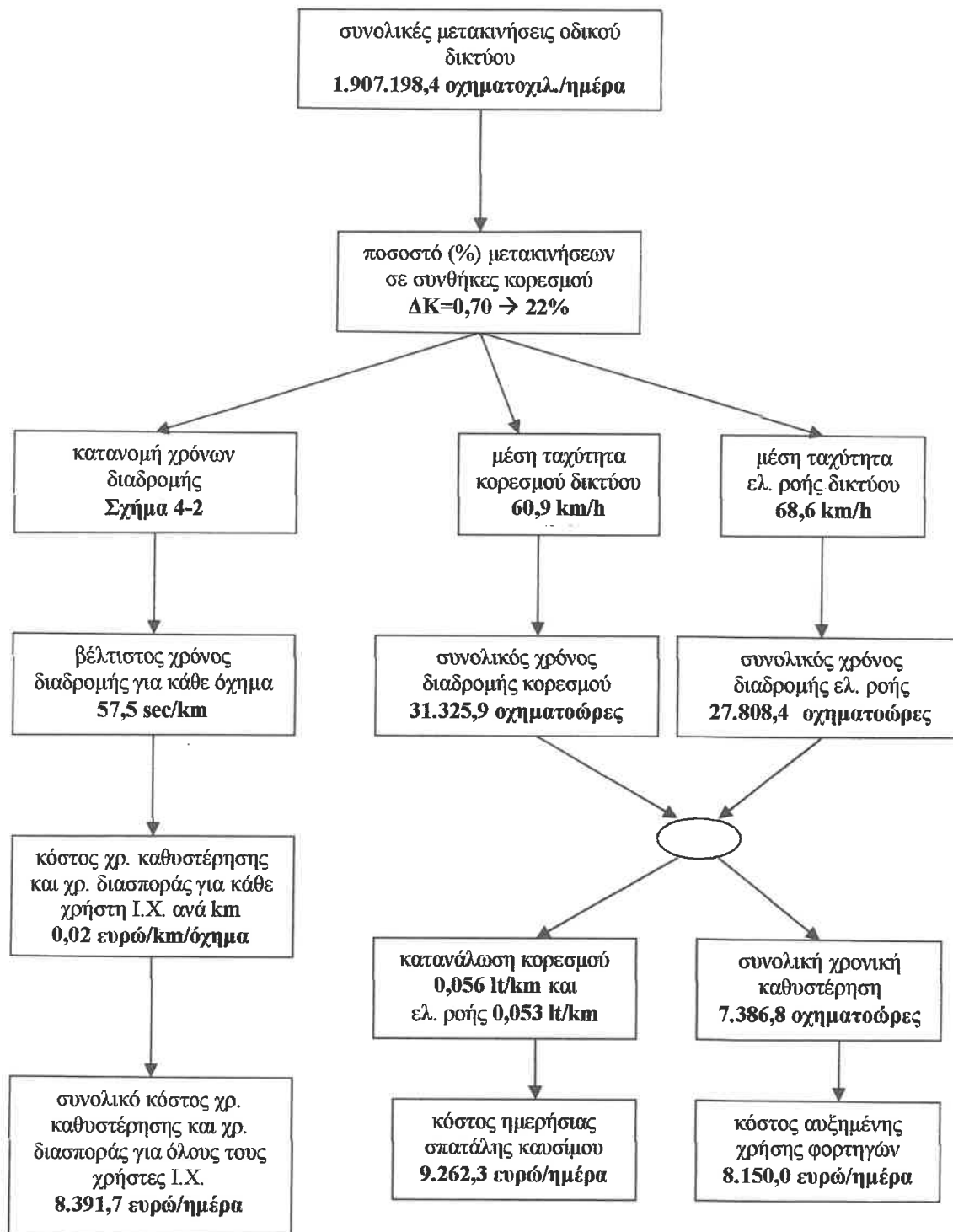
- Ως πλάτος οδών αναφέρεται το μέσο πλάτος που προβλέπεται από το Σχέδιο Πόλεως των Πατρών.
- Ειδικά για τις οδούς Ακτή Δυμαίων, Όθωνος - Αμαλίας και Ηρώων Πολυτεχνείου το αναφερόμενο πλάτος είναι το κατασκευασμένο.
- Στα πλάτη που αναφέρονται έχουν συμπεριληφθεί και τα πεζοδρόμια.

4.5 Υπολογισμός των οικονομικών συνεπειών του κορεσμού στην πόλη των Πατρών

Στην ενότητα αυτή υπολογίζεται η οικονομική επιβάρυνση του κορεσμού στις αστικές μετακινήσεις που πραγματοποιούνται στην πόλη των Πατρών. Ο υπολογισμός πραγματοποιείται με βάση τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας. Μια σύντομη διαγραμματική παρουσίαση του υπολογισμού γίνεται στο Σχήμα 4-1, ακολουθώντας τη δομή της διαγραμματικής παρουσίασης του Σχήματος 3-2.

4.5.1 Κόστος αυξημένης κατανάλωσης καυσίμου και αυξημένης χρήσης φορτηγών οχημάτων

Με τα βήματα που ακολουθούν προσδιορίζεται το κόστος λόγω αυξημένης κατανάλωσης καυσίμου για τους χρήστες Ι.Χ. επιβατηγών οχημάτων και το κόστος λόγω αυξημένης χρήσης φορτηγών οχημάτων, ως συνέπεια του κορεσμού στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών.



Σχήμα 4-1. Βήματα για τον υπολογισμό της οικονομικής επιβάρυνσης του κορεσμού στις μετακινήσεις που πραγματοποιούνται στην πόλη των Πατρών (υπολογισμός του κόστους λόγω αυξημένου χρόνου διαδρομής και διασποράς χρόνων διαδρομής για τους χρήστες I.X. επιβατηγών οχημάτων, του κόστους αυξημένης χρήσης για τα φορτηγά οχήματα, καθώς και του κόστους λόγω αυξημένης κατανάλωσης καυσίμου)

- Προσδιορισμός κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών

Εντοπίζονται τα τμήματα του οδικού δικτύου που πρόκειται να μελετηθούν. Προσδιορίζονται για κάθε τμήμα του οδικού δικτύου η ετήσια μέση ημερήσια κυκλοφορία (ΕΜΗΚ), η κυκλοφοριακή ικανότητα, η μέση ταχύτητα ώρας αιχμής, η μέση ταχύτητα ελεύθερης ροής, η σύνθεση της κυκλοφορίας (ποσοστό Ι.Χ. και φορτηγών), το μήκος και ο αριθμός των λωρίδων κυκλοφορίας και επομένως τα αντίστοιχα οχηματοχιλιόμετρα. Ο πίνακας με τα παραπάνω χρήσιμα κυκλοφοριακά δεδομένα παρατίθεται στο παράρτημα (Πίνακας Ι).

Σημειώνεται ότι:

- Τα περισσότερα από τα παραπάνω χρήσιμα κυκλοφοριακά δεδομένα για την πόλη των Πατρών, δηλαδή η ετήσια μέση ημερήσια κυκλοφορία (ΕΜΗΚ), η κυκλοφοριακή ικανότητα, η μέση ταχύτητα ώρας αιχμής, η σύνθεση της κυκλοφορίας (ποσοστό Ι.Χ. και φορτηγών), καθώς και το μήκος και ο αριθμός των λωρίδων κυκλοφορίας, αντλήθηκαν από τη Γενική Μελέτη Μεταφορών και Κυκλοφορίας για την πόλη των Πατρών (Γραφείο Δοξιάδη, 1994 – Μετρήσεις Δ.Ε.Σ.Ε. Πατρών, 2003).
- Ειδικά για τον προσδιορισμό της μέσης ταχύτητας ελεύθερης ροής, αυτή καταρχήν θεωρήθηκε ίση με 50 km/h, σύμφωνα τα προβλεπόμενα από τον Κ.Ο.Κ. για την περίπτωση κατοικημένων περιοχών και 100 km/h για τα τμήματα της εθνικής οδού (το δεδομένο αντλήθηκε από την ιστοσελίδα του Υπουργείου Μεταφορών και Επικοινωνιών, www.yme.gr, την Παρασκευή 14/1/2005).
- Σε ορισμένες περιπτώσεις, παρατηρείται στις μετρήσεις ιδιαίτερα υψηλή μέση ταχύτητα ώρας αιχμής και μάλιστα υψηλότερη από την κατά παραδοχή τιμή της μέσης ταχύτητας ελεύθερης ροής για κατοικημένες περιοχές (50 km/h). Αυτό το φαινόμενο που παρατηρείται σε ορισμένα τμήματα του οδικού δικτύου οφείλεται σε χαμηλά επίπεδα κορεσμού και χαμηλούς φόρτους ακόμα και κατά τις περιόδους αιχμής, συνδυασμός που επιτρέπει την ανάπτυξη αρκετά υψηλών ταχυτήτων από τους οδηγούς. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το συντηρητικό όριο ταχύτητας των 50 km/h παραβιάζεται. Εκ των πραγμάτων λοιπόν, για τα συγκεκριμένα οδικά

τμήματα λαμβάνεται ταχύτητα ελεύθερης ροής ίση με τη μετρημένη ταχύτητα ώρας αιχμής.

- *Προσδιορισμός του ποσοστού των μετακινήσεων σε συνθήκες κορεσμού*

Για τον υπολογισμό του ποσοστού των ημερήσιων μετακινήσεων που πραγματοποιείται σε συνθήκες κορεσμού χρησιμοποιείται ο δείκτης κορεσμού (ΔK). Ο πίνακας υπολογισμού του ΔK παρατίθεται στο παράρτημα (Πίνακας III). Με εφαρμογή της σχέσης (3-1) προκύπτει για το οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών:

- $\Delta K = 0,70$

Με γνωστή την τιμή του δείκτη κορεσμού που αντιστοιχεί στο δεδομένο οδικό δίκτυο, υπολογίζεται το ποσοστό των συνολικών οχηματοχιλιομέτρων που διανύονται σε συνθήκες κορεσμού από το διάγραμμα του Σχήματος 3-3. Σύμφωνα με το διάγραμμα του Σχήματος 3-3, στην τιμή $\Delta K = 0,70$ αντιστοιχεί ποσοστό 22%, δηλαδή το 22% των συνολικών ημερήσιων οχηματοχιλιομέτρων διανύεται σε συνθήκες κορεσμού. Με δεδομένο ότι τα συνολικά οχηματοχιλιόμετρα που διανύονται ημερησίως στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών είναι 1.907.198,4, αυτό το ποσοστό αντιστοιχεί σε:

- 419.583,7 οχηματοχιλιόμετρα/ημέρα σε συνθήκες κορεσμού

- *Υπολογισμός μέσης ταχύτητας οδικού δικτύου*

Η μέση ταχύτητα κορεσμού και η μέση ταχύτητα ελεύθερης ροής για το σύνολο του οδικού δικτύου της πόλης των Πατρών υπολογίζονται ως σταθμισμένος μέσος όρος των ταχυτήτων όλων των τμημάτων του οδικού δικτύου, λαμβάνοντας δηλαδή υπόψη για την εξαγωγή του μέσου όρου τα οχηματοχιλιόμετρα που αντιστοιχούν σε κάθε τμήμα του οδικού δικτύου. Για τον υπολογισμό χρησιμοποιούνται οι σχέσεις (3-2) και (3-3). Ο πίνακας υπολογισμού παρατίθεται στο παράρτημα (Πίνακας II). Από την εφαρμογή των σχέσεων (3-2) και (3-3) προκύπτει:

- μέση ταχύτητα κορεσμού = 60,9 km/h
- μέση ταχύτητα ελεύθερης ροής = 68,6 km/h

- *Υπολογισμός χρονικής καθυστέρησης λόγω συνήθους κορεσμού*

Ο πίνακας υπολογισμού του χρόνου διαδρομής κορεσμού και του χρόνου διαδρομής ελεύθερης ροής για το σύνολο της κυκλοφορίας παρατίθεται στο παράρτημα (Πίνακας II). Με εφαρμογή των σχέσεων (3-4), (3-5) και (3-6) προκύπτει:

- ο χρόνος διαδρομής κορεσμού = 31.325,9 οχηματοώρες/ημέρα
- ο χρόνος διαδρομής ελεύθερης ροής = 27.808,4 οχηματοώρες/ημέρα
- chr. καθυστέρηση συνήθους κορεσμού = 3.517,5 οχηματοώρες/ημέρα

- *Υπολογισμός χρονικής καθυστέρησης λόγω τυχηματικού κορεσμού*

Η χρονική καθυστέρηση λόγω τυχηματικού κορεσμού υπολογίζεται από τη σχέση (3-7):

- ο χρονική καθυστέρηση τυχηματικού κορεσμού = 3.869,3 οχηματοώρες/ημέρα

- *Κατανάλωση καυσίμου*

Για να προσδιοριστεί η κατανάλωση καυσίμου ενός τυπικού επιβατηγού οχήματος σε συνθήκες κορεσμού και σε συνθήκες ελεύθερης ροής, χρησιμοποιείται η σχέση μεταξύ κατανάλωσης καυσίμου και μέσης ταχύτητας για αστικό οδικό δίκτυο του Σχήματος 3-4. Σύμφωνα με το Σχήμα 3-4, σε μέση ταχύτητα κορεσμού 60,9 km/h και μέση ταχύτητα ελεύθερης ροής 68,6 km/h αντιστοιχεί κατανάλωση 50 g/km και 48 g/km αντίστοιχα. Θεωρώντας μέση πυκνότητα καυσίμου κίνησης επιβατηγού οχήματος ίση με 900 g/l περίπου (το δεδομένο αντλήθηκε από την ιστοσελίδα [www.woodgas.com / fuel_densities.htm](http://www.woodgas.com/fuel_densities.htm) την Παρασκευή 14/1/2005), προκύπτει:

- ο κατανάλωση κορεσμού = 0,056 lt/km
- ο κατανάλωση ελεύθερης ροής = 0.053 lt/km

- Σπατάλη καυσίμου

Από τη σχέση (3-8) υπολογίζεται η ημερήσια σπατάλη λόγω αυξημένης κατανάλωσης καυσίμου σε λίτρα, αφού έχει βρεθεί η τιμή κατανάλωσης που αντιστοιχεί στη μέση ταχύτητα ελεύθερης ροής και τη μέση ταχύτητα κορεσμού με βάση το διάγραμμα του Σχήματος 3-4:

- ο ημερήσια σπατάλη καυσίμου = 12.029 lt

Για το κόστος της ημερήσιας σπατάλης καυσίμου σε ευρώ χρησιμοποιείται η σχέση (3-9):

- ο κόστος ημερήσιας σπατάλης καυσίμου = 9.262,33 ευρώ

- Κόστος αυξημένης χρήσης φορτηγών οχημάτων

Για τον υπολογισμό του κόστους αυξημένης χρήσης φορτηγών οχημάτων χρησιμοποιείται η σχέση (3-10):

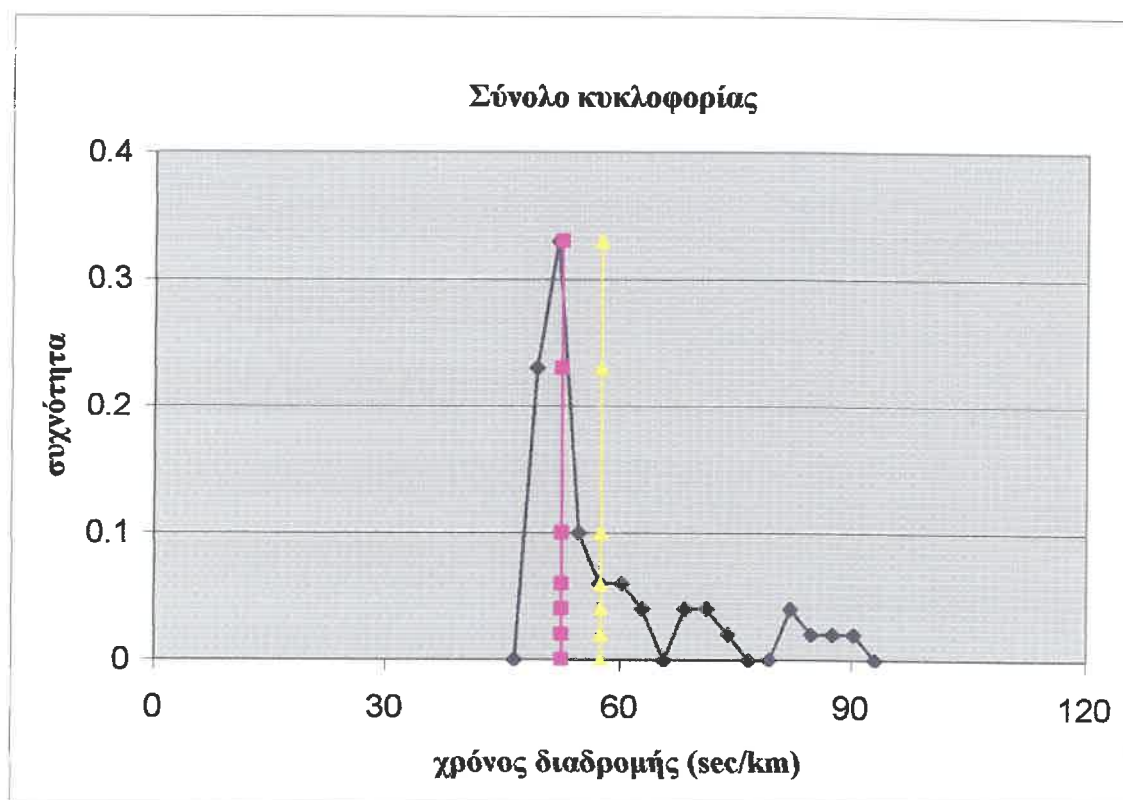
- ο κόστος αυξημένης χρήσης φορτηγών = 8.150,00 ευρώ

4.5.2 Κόστος χρονικής καθυστέρησης και χρονικής διασποράς για τους χρήστες I.X.

Στο Σχήμα 3-5 φάνηκε η κατανομή των χρόνων διαδρομής επιβατηγών οχημάτων σε συνθήκες κορεσμού, όπως προέκυψε από μετρήσεις σε οδική αρτηρία της Δανίας (Brems et al., 2002). Όπως προαναφέρθηκε στην Ενότητα 3.3.3.1, η κατανομή αυτή είναι όμοια και σε άλλες αντίστοιχες περιπτώσεις στη διεθνή βιβλιογραφία (Cambridge Systematics Inc. and TTI, 2004), διαπίστωση που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το αντίστοιχο διάγραμμα είναι χαρακτηριστικό σε κάθε περίπτωση κορεσμένου αστικού οδικού δικτύου. Αυτό σημαίνει ότι σε κάθε περίπτωση οι χρόνοι διαδρομής και η

διασπορά τους μπορεί να μεταβάλλονται, αλλά η κατανομή είναι όμοια με αυτή του Σχήματος 3-5.

Εφαρμόζοντας τη συγκεκριμένη διαπίστωση στην περίπτωση του οδικού δικτύου της πόλης των Πατρών, προκύπτει το διάγραμμα του Σχήματος 4-2. Για το σχεδιασμό του διαγράμματος πραγματοποιείται η παραδοχή ότι το εύρος της διασποράς των χρόνων διαδρομής είναι ανάλογο με το μέσο χρόνο διαδρομής σε συνθήκες κορεσμού αστικών οδικών δικτύων όπως αυτό της πόλης των Πατρών, στο οποίο αναφέρεται το Σχήμα 4-2 και της Κοπεγχάγης, στο οποίο αναφέρεται το Σχήμα 3-5. Με βάση αυτή την παραδοχή, αν για το διάγραμμα του Σχήματος 3-5 ισχύει μέσος χρόνος διαδρομής = 108,1 sec/km και εύρος διασποράς χρόνων διαδρομής = 85 sec, τότε κατ' αναλογία για το διάγραμμα του Σχήματος 4-2 ισχύει εύρος διασποράς χρόνων διαδρομής = 46,5 sec, αφού μπορεί να υπολογιστεί ότι μέσος χρόνος διαδρομής = 59,1 sec/km (διότι μέση ταχύτητα κορεσμού = 60,9 km/h, Παράρτημα – Πίνακας II).



Σχήμα 4-2. Η κατανομή των χρόνων διαδρομής επιβατηγών οχημάτων σε συνθήκες κορεσμού στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών

Η πρώτη κατακόρυφη γραμμή του Σχήματος 4-2 υποδεικνύει το χρόνο διαδρομής σε συνθήκες ελεύθερης ροής, ο οποίος είναι ίσος με 52,5 sec/km, ενώ η δεύτερη κατακόρυφη γραμμή υποδεικνύει το βέλτιστο χρόνο διαδρομής, ο οποίος είναι ίσος με 57,5 sec/km, όπως υπολογίζεται στο επόμενο βήμα.

- *Βέλτιστος χρόνος διαδρομής*

Ο βέλτιστος χρόνος διαδρομής t^* προσδιορίζεται από τη σχέση (3-12) για $F_v(t^*)=0,75$, σύμφωνα όσα αναφέρονται στην Ενότητα 3.3.3.2 και είναι:

- $t^* = 57,5 \text{ sec/km.}$

- *Κόστος λόγω κορεσμού*

Η αύξηση του κόστους λόγω κορεσμού CC υπολογίζεται για κάθε όχημα από τη σχέση (3-15):

- $CC = 0,02 \text{ ευρώ/km/όχημα}$

Με δεδομένο ότι τα συνολικά οχηματοχιλιόμετρα που διανύονται ημερησίως στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών σε συνθήκες κορεσμού είναι 419.583,7, για το σύνολο της κυκλοφορίας ισχύει:

- $\text{συνολικό κόστος χρ. καθυστέρησης} = 8.391,7 \text{ ευρώ/ημέρα}$

4.6 Συμπεράσματα

Στόχος του παρόντος κεφαλαίου ήταν ο υπολογισμός της οικονομικής επιβάρυνσης των αστικών μετακινήσεων της πόλης των Πατρών λόγω ύπαρξης συνθηκών κορεσμού. Ο υπολογισμός πραγματοποιήθηκε με εφαρμογή της μεθοδολογίας που αναπτύχθηκε στο 3° κεφάλαιο.

Στον Πίνακα 4-1 που ακολουθεί παρατίθενται τα αποτελέσματα της εφαρμογής. Με σκοπό την καλύτερη κατανόηση των μεγεθών, αλλά και την παράθεση διαφορετικών τρόπων θεώρησης, τα αποτελέσματα παρατίθενται μετά από κατάλληλη επεξεργασία και αναγωγές στις επιθυμητές μονάδες θεώρησης σε κάθε περίπτωση (ανά χιλιόμετρο, ώρα, ημέρα, έτος, στο σύνολο της κυκλοφορίας). Σημειώνεται ότι για τις ανάγκες της αναγωγής πραγματοποιήθηκε η παραδοχή των 250 εργάσιμων ημερών ανά έτος.

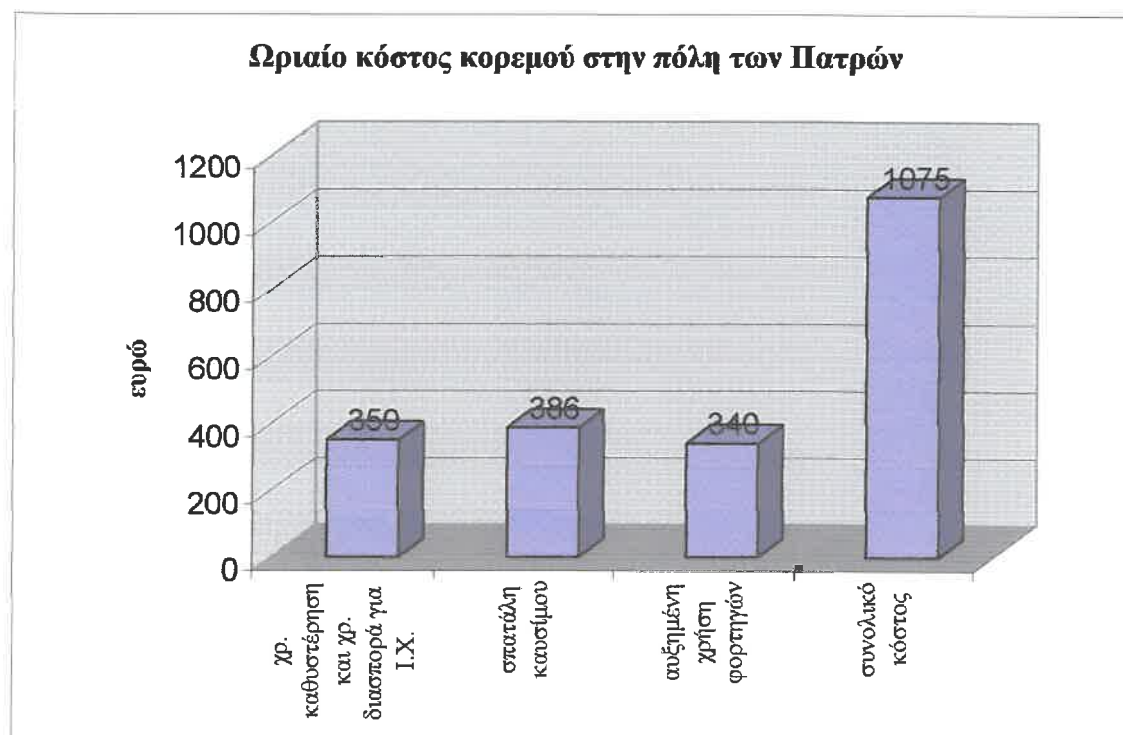
Πίνακας 4-1. Η οικονομική επιβάρυνση για το σύνολο της κυκλοφορίας λόγω ύπαρξης συνθηκών κορεσμού στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών

ανά	κόστος χρ. καθυστέρησης και χρ. διασποράς για I.X. (ευρώ)	κόστος σπατάλης καυσίμου (ευρώ)	κόστος αυξημένης χρήσης φορτηγών (ευρώ)	συνολικό κόστος (ευρώ)
ώρα	350	386	340	1075
ημέρα	8392	9262	8150	25804
έτος	2097925	2315575	2037500	6451000
km	36	39	35	110

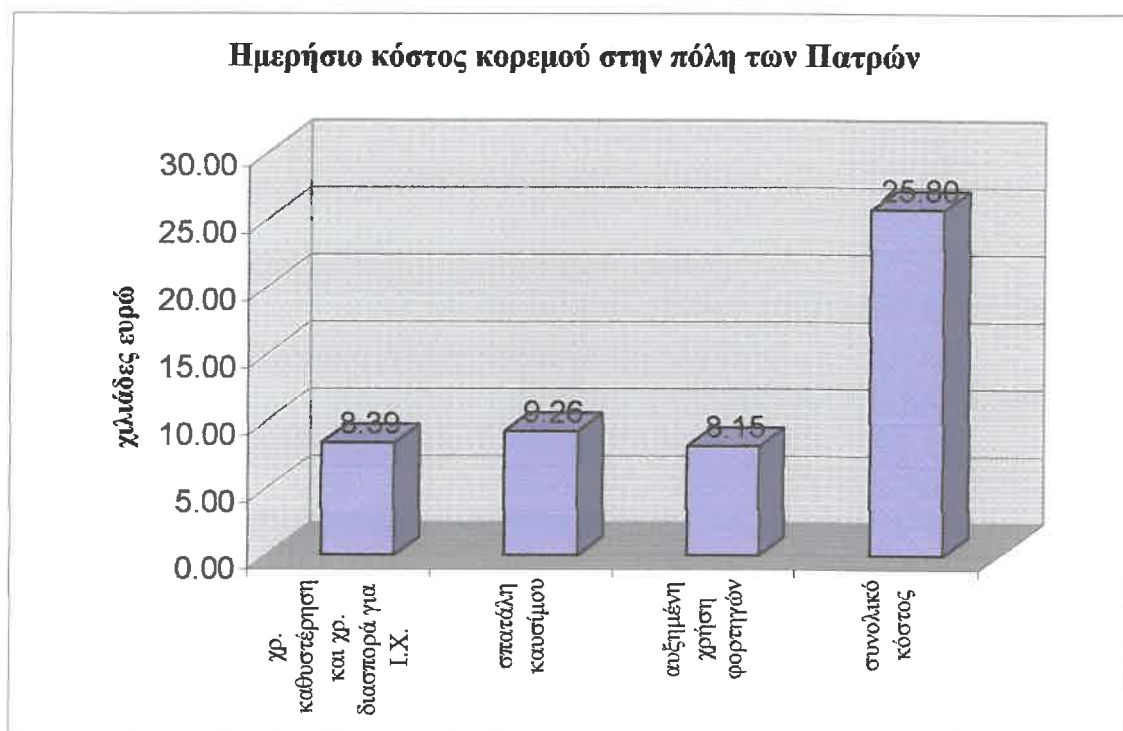
Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 4-1, η οικονομική επιβάρυνση για το σύνολο της κυκλοφορίας στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών λόγω ύπαρξης συνθηκών κορεσμού ανέρχεται σε περίπου 1.100 ευρώ/ώρα, 26.000 ευρώ/ημέρα, 6,5 εκατομμύρια ευρώ/έτος και 100 ευρώ/km. Η ποσοστιαία κατανομή του κόστους κορεσμού οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το κόστος λόγω αυξημένης χρήσης φορτηγών είναι σχεδόν ισότιμο με το κόστος λόγω σπατάλης καυσίμου, καθώς και με το κόστος λόγω χρονικής καθυστέρησης και διασποράς των χρόνων διαδρομής. Συγκεκριμένα, το σύνολο της κυκλοφορίας επιβαρύνεται ωριαία λόγω χρονικής καθυστέρησης και διασποράς των χρόνων διαδρομής κατά 350 ευρώ, λόγω σπατάλης καυσίμου κατά 386 ευρώ και λόγω

αυξημένης χρήσης φορτηγών κατά 340 ευρώ. Η ημερήσια επιβάρυνση της κυκλοφορίας ανέρχεται σε 8.392 ευρώ λόγω χρονικής καθυστέρησης και διασποράς των χρόνων διαδρομής, σε 9.262 ευρώ λόγω σπατάλης καυσίμου και σε 8.150 λόγω αυξημένης χρήσης φορτηγών. Ετησίως, το κόστος λόγω χρονικής καθυστέρησης και διασποράς των χρόνων διαδρομής είναι 2.097.925 ευρώ, το κόστος λόγω σπατάλης καυσίμου είναι 2.315.575 ευρώ, ενώ το κόστος λόγω αυξημένης χρήσης φορτηγών είναι 2.037.500 ευρώ. Η επιβάρυνση της κυκλοφορίας ανά διανυόμενο χιλιόμετρο ανέρχεται σε 36 ευρώ λόγω χρονικής καθυστέρησης και διασποράς των χρόνων διαδρομής, σε 39 ευρώ λόγω σπατάλης καυσίμου και σε 35 ευρώ λόγω αυξημένης χρήσης φορτηγών.

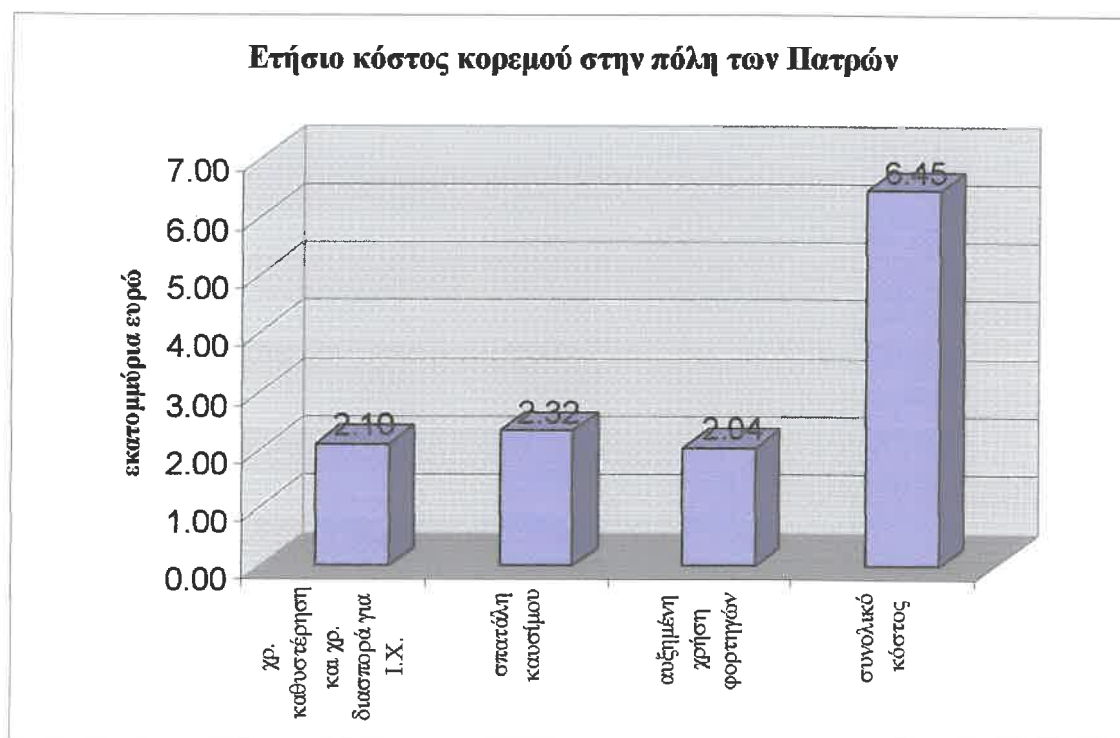
Στα Σχήματα που ακολουθούν παρατίθενται τα γραφήματα της οικονομικής επιβάρυνσης για το σύνολο της κυκλοφορίας στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών λόγω ύπαρξης συνθηκών κορεσμού, σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 4-1.



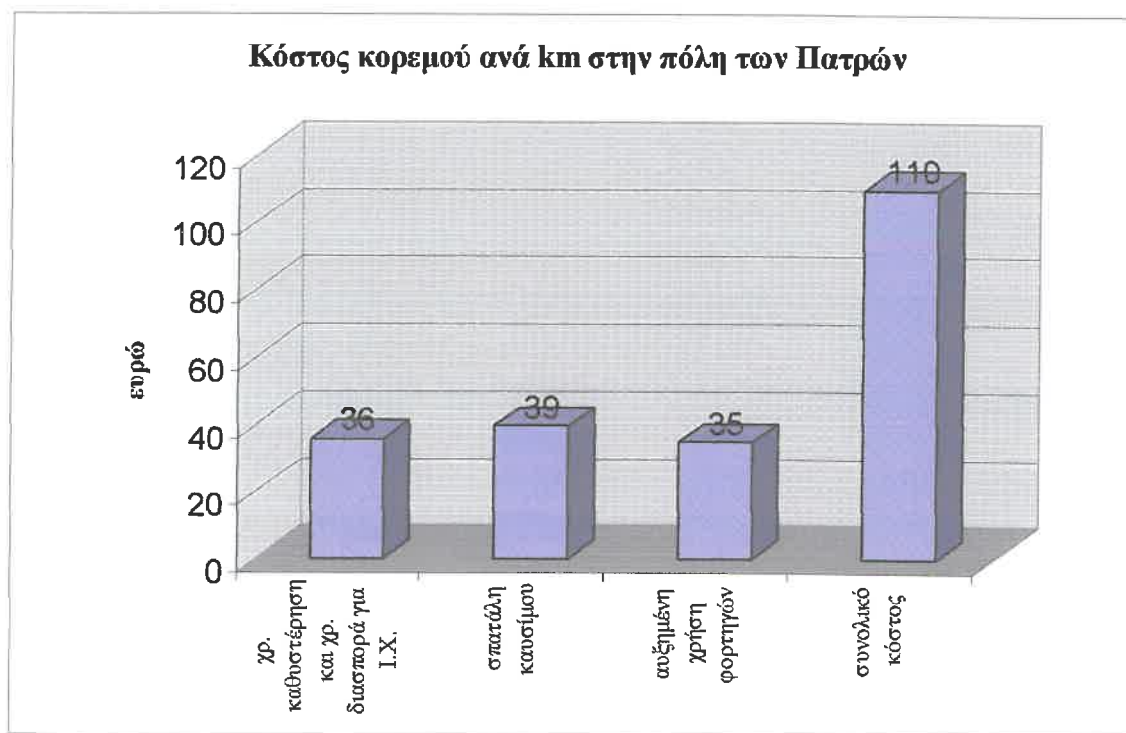
Σχήμα 4-3. Ωριαία οικονομική επιβάρυνση για το σύνολο της κυκλοφορίας στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών λόγω ύπαρξης συνθηκών κορεσμού



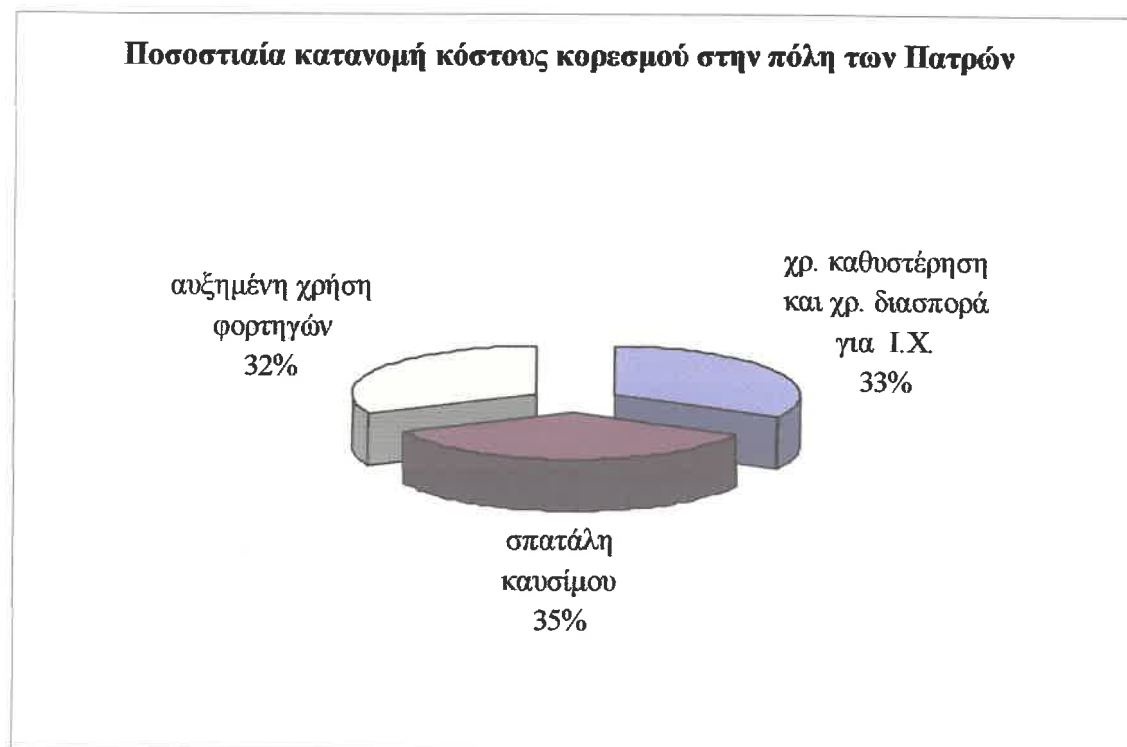
Σχήμα 4-4. Ημερήσια οικονομική επιβάρυνση για το σύνολο της κυκλοφορίας στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών λόγω ύπαρξης συνθηκών κορεσμού



Σχήμα 4-5. Ετήσια οικονομική επιβάρυνση για το σύνολο της κυκλοφορίας στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών λόγω ύπαρξης συνθηκών κορεσμού



Σχήμα 4-6. Οικονομική επιβάρυνση ανά km για το σύνολο της κυκλοφορίας στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών λόγω ύπαρξης συνθηκών κορεσμού



Σχήμα 4-7. Ποσοστιαία κατανομή του κόστους κορεσμού στην πόλη των Πατρών

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Γενικά

Στόχος του κεφαλαίου είναι η σύνοψη των συμπερασμάτων που προέκυψαν στα προηγούμενα κεφάλαια της παρούσας εργασίας. Συγκεκριμένα, παρατίθενται γενικά συμπεράσματα, καθώς και συμπεράσματα που σχετίζονται με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, την προσέγγιση για τον υπολογισμό της οικονομικής επιβάρυνσης των μετακινήσεων σε μια αστική περιοχή σε συνθήκες κορεσμού και την αριθμητική εφαρμογή της προσέγγισης στην περίπτωση της πόλης των Πατρών, ενώ συνοψίζονται τα τελικά αποτελέσματα από την προαναφερθείσα εφαρμογή.

5.2 Γενικά συμπεράσματα

Σχετικά με τον κυκλοφοριακό κορεσμό των αστικών οδικών δικτύων μπορούν να γίνουν αρκετές παρατηρήσεις, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά την επιστημονική ενασχόληση με το πρόβλημα. Ενώ το πρόβλημα παρουσιάστηκε αρκετά παλαιότερα, η ενασχόληση με την προσπάθεια ποσοτικής προσέγγισης του κορεσμού των αστικών περιοχών φαίνεται να είναι πρόσφατη. Επιπλέον, ενώ το πρόβλημα είναι εξαιρετικά σημαντικό και προσελκύει το ενδιαφέρον των ερευνητών, η αντιμετώπισή του με τη βοήθεια ποσοτικής προσέγγισης είναι αναλογικά περιορισμένη. Τα παραπάνω εξηγούνται από τη διαπίστωση ότι η ανάπτυξη μεθόδου για την ποσοτική έκφραση και κυρίως τον προσδιορισμό του κόστους του κορεσμού παρουσιάζει πολλές εγγενείς δυσκολίες. Μεταξύ αυτών είναι η απαίτηση μεγάλης βάσης κυκλοφοριακών δεδομένων από εκτεταμένες μετρήσεις, οι διαφορετικές απόψεις στην προσέγγιση των παραμέτρων του κορεσμού που θα χρειαστεί να ληφθούν υπόψη στη μεθοδολογία, η αδυναμία ποσοτικοποίησης ορισμένων παραμέτρων, καθώς και οι παραδοχές στις οποίες πρέπει να προχωρήσει ο ερευνητής σε πολλές περιπτώσεις. Ιδιαίτερες δυσκολίες ανακύπτουν και κατά το στάδιο της μετάβασης από την ποσοτική έκφραση των μεγεθών σε έκφραση κόστους.

5.3 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Η εξέταση της βιβλιογραφίας σχετικά με τις συνθήκες κορεσμού οδηγεί στην εξαγωγή ορισμένων χρήσιμων συμπερασμάτων. Γενικά, παρατηρούνται αρκετές προσπάθειες που εστιάζονται κυρίως στη θεωρητική προσέγγιση των συνθηκών κορεσμού με τη βοήθεια μαθηματικών προτύπων. Επίσης, διερευνώνται σε αρκετές έρευνες τα αίτια της εμφάνισης κορεσμού και προτείνονται τρόποι αντιμετώπισής του. Οι προσπάθειες ποσοτικής έκφρασης παραμέτρων των συνθηκών κορεσμού με βάση κάποια προτεινόμενη μέθοδο είναι σχετικά λίγες και προέρχονται κυρίως από τις ΗΠΑ, ενώ για την Ελλάδα δεν υπάρχουν αντίστοιχες εκτιμήσεις. Διαπιστώνονται επίσης πολλοί διαφορετικοί τρόποι προσέγγισης στο θέμα και κυρίως διαφορετικές απόψεις στον τρόπο προσέγγισης των διαφόρων παραμέτρων του κορεσμού.

5.4 Θεωρητική προσέγγιση και μεθοδολογία

Κατά τη θεωρητική προσέγγιση του φαινομένου του κορεσμού, διαπιστώθηκε ότι η αδυναμία προσέγγισης της έννοιας του κορεσμού από τη διεθνή βιβλιογραφία με τη βοήθεια ενός κοινά αποδεκτού ορισμού έχει οδηγήσει στην ύπαρξη πολλών σχετικών προσπαθειών, ανάλογα με τον τρόπο θεώρησης του φαινομένου και την έμφαση που δίνεται σε διάφορες παραμέτρους του. Προέκυψε το συμπέρασμα ότι ο κορεσμός των αστικών δικτύων ως ένα σύνθετο και ποιοτικό φαινόμενο προσεγγίζεται επιτυχέστερα θεωρώντας τα επιμέρους χαρακτηριστικά του. Με βάση αυτά τα χαρακτηριστικά, ο κορεσμός προσδιορίστηκε ως ένα προσωρινό κυκλοφοριακό φαινόμενο που μπορεί να οφείλεται σε υπερβολική ζήτηση κατά τις ώρες αιχμής ή σε απότομη περιστασιακή μείωση της κυκλοφοριακής ικανότητας από αστάθμητους παράγοντες. Για τον προσδιορισμό του βαθμού κορεσμού ενός αστικού δικτύου και για τη διάκριση των ορίων μεταξύ κορεσμένων και μη κορεσμένων συνθηκών, παρατηρήθηκε ότι έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι στη διεθνή βιβλιογραφία, χωρίς ωστόσο να υπάρχει γενικά αποδεκτή μέθοδος, κάτι που σχετίζεται με το σύνθετο και ποιοτικό χαρακτήρα του κορεσμού. Σημαντικότερη από αυτές μπορεί να θεωρηθεί η μέθοδος των Schrank και

Lomax (2003), αφού σε αυτή προτείνονται περισσότερα και λεπτομερέστερα κριτήρια του κορεσμού μέσω κατάλληλων δεικτών.

Η διαδικασία υπολογισμού της επιβάρυνσης των αστικών μετακινήσεων λόγω κορεσμού θεωρήθηκε ως μια διαδικασία σύγκρισης μεταξύ δύο καταστάσεων, της κατάστασης των μετακινήσεων σε κορεσμένες συνθήκες και της κατάστασης των μετακινήσεων σε μη κορεσμένες συνθήκες. Για το λόγο αυτό ήταν απαραίτητος ο καθορισμός ενός σημείου αναφοράς για τον προσδιορισμό των ορίων μεταξύ κορεσμένων και μη κορεσμένων συνθηκών. Ο καθορισμός ενός τέτοιου σημείου ήταν ιδιαίτερα δύσκολος, αφού ο κορεσμός είναι ένα σύνθετο ποιοτικό φαινόμενο που δεν έχει θεμελιωθεί θεωρητικά με επάρκεια και γενικώς αποδεκτό τρόπο και επομένως οι έννοιες των κορεσμένων και μη κορεσμένων συνθηκών, καθώς και τα όρια μεταξύ τους, περιβάλλονται από ασάφεια. Εκ των πραγμάτων λοιπόν, η επιλογή του είδους και της τιμής του κριτηρίου των κορεσμένων συνθηκών ήταν αποτέλεσμα παραδοχής, κατά το δυνατό θεμελιωμένης θεωρητικά. Ακολουθώντας για το σκοπό αυτό τις προτάσεις της μεθόδου των Schrank και Lomax (2003), αλλά και των Brems et al. (2002) με κατάλληλες προσαρμογές, παρουσιάστηκε μια προσέγγιση για τον υπολογισμό του κόστους λόγω αυξημένου χρόνου διαδρομής και διασποράς χρόνων διαδρομής για τους χρήστες Ι.Χ. επιβατηγών οχημάτων, του κόστους αυξημένης χρήσης για τα φορτηγά οχήματα και του κόστους λόγω αυξημένης κατανάλωσης καυσίμου. Εστιάστηκε, δηλαδή, η παρούσα προσέγγιση σε εκείνες τις συνέπειες του κορεσμού, οι οποίες μπορούν να ποσοτικοποιηθούν με τη βοήθεια συγκεκριμένων βημάτων και στη συνέχεια να συνδεθούν με εκφράσεις κόστους κατά τρόπο επιστημονικά τεκμηριωμένο.

5.5 Εφαρμογή

Στόχος της σχετικής εφαρμογής του τετάρτου κεφαλαίου ήταν ο υπολογισμός της οικονομικής επιβάρυνσης των αστικών μετακινήσεων της πόλης των Πατρών λόγω ύπαρξης συνθηκών κορεσμού. Ο υπολογισμός πραγματοποιήθηκε με εφαρμογή της μεθοδολογίας που αναπτύχθηκε στο τρίτο κεφάλαιο. Τα αποτελέσματα του υπολογισμού συνοψίζονται στον Πίνακα 5-1.

Πίνακας 5-1. Η οικονομική επιβάρυνση για το σύνολο της κυκλοφορίας λόγω ύπαρξης συνθηκών κορεσμού στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών

ανά	κόστος χρ. καθυστέρησης και χρ. διασποράς για Ι.Χ. (ευρώ)	κόστος σπατάλης καυσίμου (ευρώ)	κόστος αυξημένης χρήσης φορτηγών (ευρώ)	συνολικό κόστος (ευρώ)
ώρα	350	386	340	1075
ημέρα	8392	9262	8150	25804
έτος	2097925	2315575	2037500	6451000
km	36	39	35	110

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 5-1, η οικονομική επιβάρυνση για το σύνολο της κυκλοφορίας στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών λόγω ύπαρξης συνθηκών κορεσμού ανέρχεται σε περίπου 1.100 ευρώ/ώρα, 26.000 ευρώ/ημέρα, 6,5 εκατομμύρια ευρώ/έτος και 100 ευρώ/km. Η ποσοστιαία κατανομή του κόστους κορεσμού οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το κόστος λόγω αυξημένης χρήσης φορτηγών είναι σχεδόν ισότιμο με το κόστος λόγω σπατάλης καυσίμου, καθώς και με το κόστος λόγω χρονικής καθυστέρησης και διασποράς των χρόνων διαδρομής. Συγκεκριμένα, το σύνολο της κυκλοφορίας επιβαρύνεται ωριαία λόγω χρονικής καθυστέρησης και διασποράς των χρόνων διαδρομής κατά 350 ευρώ, λόγω σπατάλης καυσίμου κατά 386 ευρώ και λόγω αυξημένης χρήσης φορτηγών κατά 340 ευρώ. Η ημερήσια επιβάρυνση της κυκλοφορίας ανέρχεται σε 8.392 ευρώ λόγω χρονικής καθυστέρησης και διασποράς των χρόνων διαδρομής, σε 9.262 ευρώ λόγω σπατάλης καυσίμου και σε 8.150 λόγω αυξημένης χρήσης φορτηγών. Ετησίως, το κόστος λόγω χρονικής καθυστέρησης και διασποράς των χρόνων διαδρομής είναι 2.097.925 ευρώ, το κόστος λόγω σπατάλης καυσίμου είναι 2.315.575 ευρώ, ενώ το κόστος λόγω αυξημένης χρήσης φορτηγών είναι 2.037.500 ευρώ. Η επιβάρυνση της κυκλοφορίας ανά διανυόμενο χιλιόμετρο ανέρχεται σε 36 ευρώ λόγω χρονικής καθυστέρησης και διασποράς των χρόνων διαδρομής, σε 39 ευρώ λόγω σπατάλης καυσίμου και σε 35 ευρώ λόγω αυξημένης χρήσης φορτηγών.

Στα πλαίσια μιας ενδεικτικής προσπάθειας εκτίμησης του μεγέθους της οικονομικής επιβάρυνσης του κορεσμού για το σύνολο της κυκλοφορίας στο οδικό δίκτυο της πόλης των Πατρών, η συγκεκριμένη τιμή κόστους θα συγκριθεί με αντίστοιχες υπάρχουσες εκτιμήσεις για την πόλη των Αθηνών. Σύμφωνα με αυτές τις εκτιμήσεις, η πόλη των Αθηνών, με πληθυσμό περίπου 3,5 εκατομμύρια κατοίκους (σύμφωνα με την απογραφή του 1991 της ΕΣΥΕ), επιβαρύνεται κατά 330 εκατομμύρια ευρώ ετησίως (Deloukas and Karlaftis, 2000). Αντίστοιχα, η πόλη των Πατρών, με πληθυσμό περίπου 200 χιλιάδες κατοίκους (Γραφείο Δοξιάδη, 1994), επιβαρύνεται κατά 6,5 εκατομμύρια ευρώ ετησίως, σύμφωνα με τους υπολογισμούς της παρούσας εργασίας. Τα δεδομένα αυτά οδηγούν στη διαπίστωση ότι η επιβάρυνση λόγω κορεσμού για την πόλη των Αθηνών είναι περίπου 51 φορές μεγαλύτερη από την αντίστοιχη επιβάρυνση για την πόλη των Πατρών, αν και ο πληθυσμός των Αθηνών είναι περίπου 18 φορές μεγαλύτερος από αυτόν των Πατρών. Η σύγκριση αυτή βασίζεται μεν σε γενικές εκτιμήσεις για την πόλη των Αθηνών και όχι σε κάποια υπολογιστική μέθοδο, αλλά σε κάθε περίπτωση καταδεικνύει το μεγαλύτερο μέγεθος του προβλήματος που αντιμετωπίζει το οδικό δίκτυο της πρωτεύουσας σε σχέση με αυτό των Πατρών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ben – Akiva M., De Palma A., Kanaroglou P. (1986) “Dynamic Model of Peak Period Traffic Congestion with Elastic Arrival Rates”, *Transportation Science*, Vol. 20, No. 2, pp 164 – 181

 **Brems C. R., Kristensen N. B., COWL, Sloth B.** (2002) “Congestion Costs”, Association for European Transport, United Kingdom

BUWAL (2000) “Update of Emission Factors and Traffic Parameters”, Bundesamt fuer Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, Germany

Cambridge Systematics Inc., Texas Transportation Institute (2004) “Traffic Congestion and Reliability: Linking Solutions to Problems”, Federal Highway Administration

Deloukas A. S., Karlaftis M. G. (2000) “The Social Costs of Auto and Transit Travel: A Total Cost Approach for the Athens, Greece, Metropolitan Region”, Greece

Deloukas A. S. (2002) “Urban Truck Travel in Attika: Issues of Survey Design, Transport Characteristics and Costs”, Research on Transportation Conference, Greece

ECMT (1999) “Traffic Congestion in Europe – Report of the 110th Round Table on Transport Economics”, European Conference of Ministers of Transport

Emmerink R. H. M., Axhausen K. W., Nijkamp P., Rietveld P. (1995) “The Potential of Information Provision in a Simulated Road Transport Network with Non – Recurrent Congestion”, *Transpn. Res. – C*, Vol. 3, No. 5, pp 293 – 309

European Commission (2001) “White Paper – European Transport Policy for 2010: Time to Decide”, Office for official publications of the European Communities, Luxemburg

HCM (2000) "Highway Capacity Manual", Transportation Research Board, USA

Lindley J. (1986) "Quantification of Urban Freeway Congestion and Analysis of Remedial Measures", Federal Highway Administration, Report No. FHWA-RD-87-052, USA

www.fhwa.gov

Munich University of Technology, Ruhr – University Bochum (2004) "Basic Survey on Congestion in Europe", European Automobile Manufacturers Association

Newell G. F. (1988) "Traffic Flow for the Morning Commute", Transportation Science, Vol. 23, No. 1, pp 47 – 58

Raus J. (1981) "A Method for Estimating Fuel Consumption and Vehicle Emissions on Urban Arterials and Networks", Federal Highway Administration, Report No. FHWA-TS-81-210, USA

Ricci A., Friedrich R. (1999) "Calculating Transport Environmental Costs – Final Report of the Expert Advisors to the High Level Group on Infrastructure Charging", High Level Group

www.tamu.edu

Schrank D., Lomax T. (2003) "The 2003 Annual Urban Mobility Report", Texas Transportation Institute

Small K. A., Noland R., Chu X., Lewis D. (1999) "Valuation of Travel Time Savings and Predictability in Congested Conditions for Highway User – Cost Estimation", NCHRP, USA

Verhoef E. T. (1999) "Time, Speeds, Flows and Densities in Static Models of Road Traffic Congestion and Congestion Pricing", Regional Science and Urban Economics, Vol. 29, pp 341 – 369

Επίσημη Ιστοσελίδα του Υπουργείου Ανάπτυξης, <http://www.ypan.gr> (τελευταία πρόσβαση 14/1/2005)

Επίσημη Ιστοσελίδα του Υπουργείου Μεταφορών και Επικοινωνιών,
<http://www.yme.gr> (τελευταία πρόσβαση 14/1/2005)

Επίσημη Ιστοσελίδα Biomass Energy Foundation [http: // www.woodgas.com / fuel_densities.htm](http://www.woodgas.com/fuel_densities.htm) (τελευταία πρόσβαση 14/1/2005)