ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΕΝΝΟΙΕΣ ΒΑΣΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Γ. Γιαννής - Ι. Γκόλιας - Γ. Κανελλαΐδης

ΕΝΝΟΙΕΣ ΒΑΣΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1

2. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ 2
   - 2.1 Χαρακτηριστικά μεγέθη κυκλοφορίας 2
   - 2.2 Διακυμάνσεις κυκλοφοριακού φόρτου 3
     - 2.2.1 Διακύμανση μέσα στην ώρα 4
     - 2.2.2 Ωριαία Διακύμανση (κατά τη διάρκεια της ημέρας) 5
     - 2.2.3 Ημερήσια Διακύμανση (κατά τη διάρκεια της εβδομάδας) 6
     - 2.2.4 Μηνιαία Διακύμανση (κατά τη διάρκεια του έτους) 7
     - 2.2.5 Ετήσια Μεταβολή 8
   - 2.3 Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία 9
   - 2.4 Ωριαίος Φόρτος Μελέτης 11
   - 2.5 Σύνθεση κυκλοφορίας 13

3. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ 15
   - 3.1 Κυκλοφοριακή ικανότητα 15
   - 3.2 Στάθμη εξυπηρέτησης 16
   - 3.3 Συντελεστής ώρας αιχμής 20

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ 23

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι σημειώσεις για τις έννοιες βασικών παραμέτρων κυκλοφορίας απευθύνονται στους **σπουδαστές του 6ου εξαμήνου της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών** του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, στο πλαίσιο του μαθήματος της Οδοποιίας ΙΙ.

Ο **στόχος** των σημειώσεων είναι να παρουσιάσουν τις έννοιες αυτές επιτρέποντας αφενός στους σπουδαστές που θα ακολουθήσουν την κατεύθυνση του Δομοστατικού ή του Υδραυλικού Πολιτικού Μηχανικού να γνωρίσουν βασικά στοιχεία της κυκλοφορίας, αφετέρου να εισαγάγουν τους σπουδαστές που θα ακολουθήσουν την κατεύθυνση του Συγκοινωνιολόγου Πολιτικού Μηχανικού στην Κυκλοφοριακή Τεχνική.

Οι έννοιες των βασικών παραμέτρων κυκλοφορίας που παρουσιάζονται στις σημειώσεις αυτές αναφέρονται (α) στα βασικά μεγέθη της κυκλοφορίας (κυκλοφοριακός φόρτος, ταχύτητα και πυκνότητα κυκλοφορίας) (β) στα απαραίτητα για τον σχεδιασμό μεγέθη της Ετήσιας Μέσης Ημερήσιας Κυκλοφορίας (ΕΜΗΚ), του Ωριαίου Φόρτου Μελέτης (ΩΦΜ), των Μονάδων Επιβατικών Οχημάτων (ΜΕΑ) και (γ) στην κυκλοφοριακή ικανότητα, τη στάθμη εξυπηρέτησης και τον συντελεστή ώρας αιχμής (ΣΩΑ).

Παρατίθενται επίσης παραδείγματα και **εφαρμογές** που επιτρέπουν στον σπουδαστή να κατανοήσει καλύτερα τις σχετικές έννοιες.

2. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ

2.1 Χαρακτηριστικά μεγέθη κυκλοφορίας

Κατά τον σχεδιασμό και τη μελέτη της οδικής υποδομής είναι απαραίτητη η χρήση χαρακτηριστικών μεγεθών της κυκλοφορίας τα οποία καθορίζουν ποιοτικά και ποσοτικά το είδος της ροής των οχημάτων που αναμένεται να κυκλοφορούν στις νέες ή υπό αναβάθμιση οδούς. Πολυετής έρευνα και μελέτη των χαρακτηριστικών της κυκλοφορίας έχει οδηγήσει στη χρήση των παρακάτω **χαρακτηριστικών μεγεθών,** τα οποία εξετάζει η θεωρία της κυκλοφοριακής ροής:

- Κυκλοφοριακός Φόρτος Q (οχήματα ανά ώρα)
- Ταχύτητα χρόνου V_t (χιλιόμετρα ανά ώρα)
- Ταχύτητα χώρου V_s (χιλιόμετρα ανά ώρα)
- Πυκνότητα Κυκλοφορίας K (οχήματα ανά χιλιόμετρο)

Κυκλοφοριακός φόρτος (Q) είναι ο συνολικός αριθμός οχημάτων που περνούν από τη διατομή μιας λωρίδας ή οδού κατά τη διάρκεια ενός δεδομένου χρονικού διαστήματος (συνήθως οχήματα ανά ώρα).

Μέση Ταχύτητα Χρόνου ($\overline{V}t$) είναι ο αριθμητικός μέσος όρος των ταχυτήτων των οχημάτων που περνούν από μία διατομή της οδού σε μια δεδομένη χρονική περίοδο (συνήθως χιλιόμετρα ανά ώρα).

Μέση Ταχύτητα Χώρου ($\overline{V}s$) είναι ο αριθμητικός μέσος όρος των ταχυτήτων που έχουν σε μια ορισμένη στιγμή όλα τα οχήματα που βρίσκονται σε ένα δεδομένο μήκος της οδού (συνήθως χιλιόμετρα ανά ώρα).

Η **Πυκνότητα Κυκλοφορίας** (K) ορίζεται ως ο αριθμός των οχημάτων που κινούνται σε μία δεδομένη στιγμή στη μονάδα του μήκους της οδού (συνήθως οχήματα ανά χιλιόμετρο).

Η παρακάτω σχέση (1) που συνδέει τα παραπάνω βασικά μεγέθη της κυκλοφορίας αποτελεί τη **θεμελιώδη σχέση της κυκλοφοριακής ροής**:

$$Q = K \cdot \overline{V}s \qquad (1)$$

Εφαρμογή 1.
Σε ένα τμήμα αστικής λεωφόρου μήκους L = 4,8 χιλιομέτρων με δύο λωρίδες ανά κατεύθυνση κυκλοφορούν στην ώρα αιχμής 1.900 οχήματα στην κατεύθυνση εισόδου και χρειάζονται κατά μέσο όρο 10 λεπτά για να διανύσουν το τμήμα αυτό. Να βρεθεί η πυκνότητα κυκλοφορίας στο οδικό τμήμα αυτό κατά την ώρα αιχμής.

Επίλυση:

Η μέση ταχύτητα χώρου υπολογίζεται από τη σχέση:

$\overline{V}s$ = L / T => $\overline{V}s$ = (4,8 χλμ. / 10 λεπτά) x 60 => $\overline{V}s$ = 28,8 χλμ./ώρα

Σύμφωνα με τη θεμελιώδη σχέση της κυκλοφοριακής ροής, η πυκνότητα κυκλοφορίας δίδεται από τη σχέση:

K = Q / $\overline{V}s$ => K = 1.900 / 28,8 => K = 66 οχήματα/χλμ.

2.2 Διακυμάνσεις κυκλοφοριακού φόρτου

Η ζήτηση για μετακινήσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας, της εβδομάδας και του έτους μεταβάλλεται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των μετακινούμενων στην εξεταζόμενη οδό. Οι διακυμάνσεις στον χρόνο της ζήτησης μετακινήσεων έχουν ως αποτέλεσμα αντίστοιχη διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου μίας οδού κατά τη διάρκεια της ημέρας, της εβδομάδας και του έτους. Διακρίνονται οι παρακάτω **τέσσερις κύκλοι διακύμανσης** του κυκλοφοριακού φόρτου:

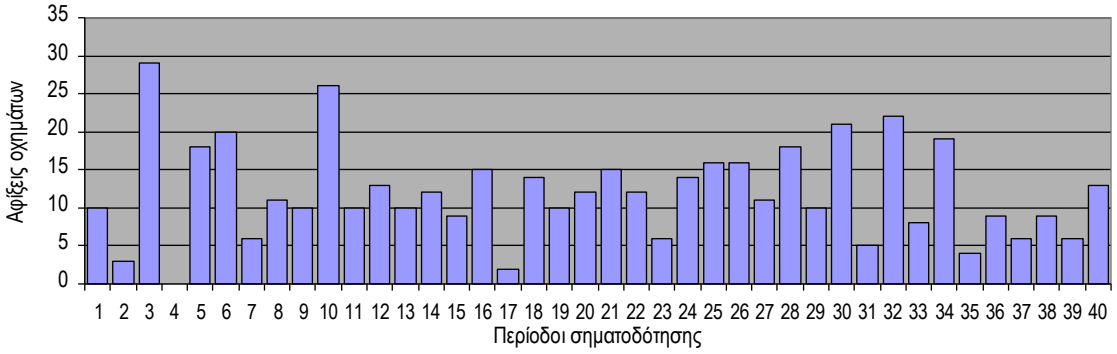
- Διακύμανση μέσα στην ώρα
- Ωριαία διακύμανση (κατά τη διάρκεια της ημέρας)
- Ημερήσια διακύμανση (κατά τη διάρκεια της εβδομάδας)
- Μηνιαία διακύμανση (κατά τη διάρκεια του έτους)

Πέρα από αυτές τις τέσσερις διακρινόμενες διακυμάνσεις, οι κυκλοφοριακοί φόρτοι παρουσιάζουν και μία **ετήσια μεταβολή** που χαρακτηρίζει τη χρονική εξέλιξή τους.

Η γνώση των διακυμάνσεων του κυκλοφοριακού φόρτου είναι απαραίτητη στον σχεδιασμό και στη μελέτη λειτουργίας μιας οδού για τον προσδιορισμό του κατάλληλου κυκλοφοριακού φόρτου μελέτης που θα επιτρέψει τη λειτουργία της οδού μετά την ολοκλήρωση των έργων, σε αποδεκτό επίπεδο εξυπηρέτησης.

2.2.1 Διακύμανση μέσα στην ώρα

Στις περιπτώσεις αναλυτικής μελέτης οδικών στοιχείων, η γνώση της ωριαίας διακύμανσης δεν είναι αρκετή, αφού η συγκέντρωση αφίξεων οχημάτων σε μικρότερη μονάδα του χρόνου (π.χ. δεκαπεντάλεπτο) είναι δυνατόν να οδηγεί σε διαφορετικά μεγέθη σχεδιασμού. Η **διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου μέσα στην ώρα** λαμβάνεται υπόψη στον σχεδιασμό της οδού με τη χρήση του Συντελεστή Ώρας Αιχμής (ΣΩΑ), ο οποίος παρουσιάζεται στην παράγραφο 3.3. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται παράδειγμα διακύμανσης κυκλοφοριακού φόρτου μέσα στην ώρα.



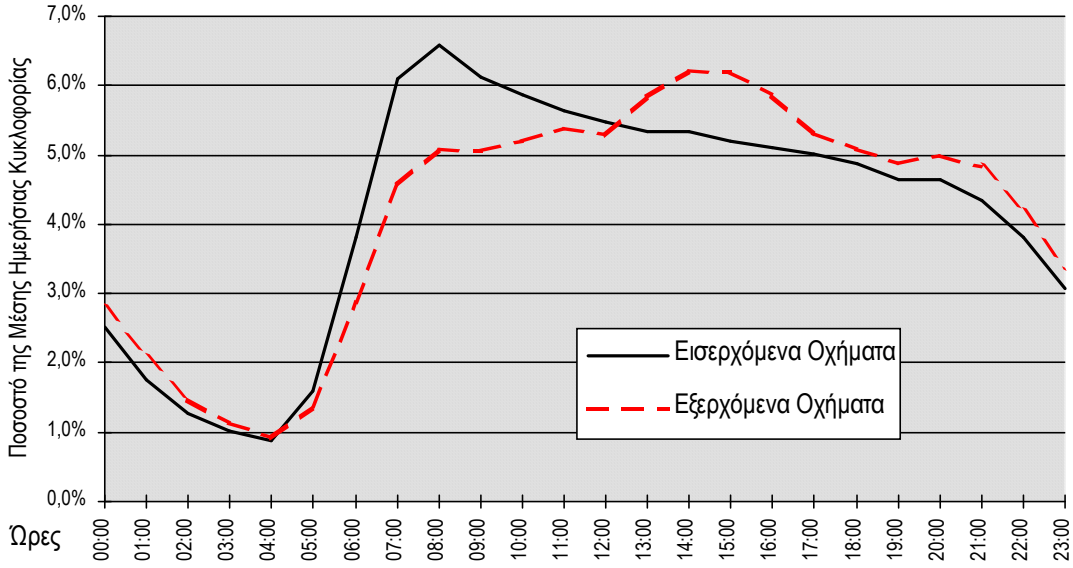
Σχήμα 1: Διακύμανση κυκλοφοριακού φόρτου μέσα στην ώρα, πρωινή ώρα αιχμής 09:00 - 10:00 (40 περίοδοι σηματοδότησης) στην οδό 3ης Σεπτεμβρίου (πηγή: μετρήσεις σπουδαστών ΕΜΠ, 1999).

Στο Σχήμα 1 φαίνεται ότι είναι δυνατόν οι διελεύσεις των οχημάτων από μία διατομή της οδού μέσα στη διάρκεια των 40 περιόδων σηματοδότησης (1 ώρα) να εμφανίζουν σημαντική διακύμανση. Παραδείγματος χάριν, οι μετρήσεις αυτές εμφανίζουν έναν μέσο όρο 12 διελεύσεων οχημάτων ανά περίοδο σηματοδότησης, ενώ στον χρόνο πράσινης ένδειξης είναι δυνατόν να περνούν από μηδέν έως 29 οχήματα. Η σημαντική αυτή διακύμανση οφείλεται στο γεγονός ότι ο αριθμός των οχημάτων που διέρχεται από μια διατομή στη μονάδα του χρόνου μπορεί να χαρακτηρισθεί ως ένα στατιστικό φαινόμενο που

είναι δυνατόν να περιγραφεί από μία στατιστική κατανομή. Επομένως, ο αριθμός αυτός στη γενική περίπτωση δεν είναι σταθερός αλλά ενέχει ένα βαθμό τυχαιότητας που μειώνεται όσο ο κυκλοφοριακός φόρτος αυξάνεται.

2.2.2 Ωριαία Διακύμανση (κατά τη διάρκεια της ημέρας)

Η διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου κατά τη διάρκεια της ημέρας είναι σημαντική. Η **ωριαία διακύμανση** αυτή εκφράζει τις καθημερινές συνήθειες ζωής και εργασίας που καθορίζουν τον χρόνο κατά τον οποίο γίνονται οι διάφορες μετακινήσεις προσώπων και αγαθών. Έτσι παρουσιάζει διαφορετική μορφή ανάλογα με την ημέρα της εβδομάδας (εργάσιμη, αργία) ή την κατεύθυνση κυκλοφορίας (από, προς το κέντρο της πόλης). Στα Σχήματα 2 και 3 παρουσιάζονται ορισμένα παραδείγματα διακύμανσης του κυκλοφοριακού φόρτου κατά τη διάρκεια μιας ημέρας.



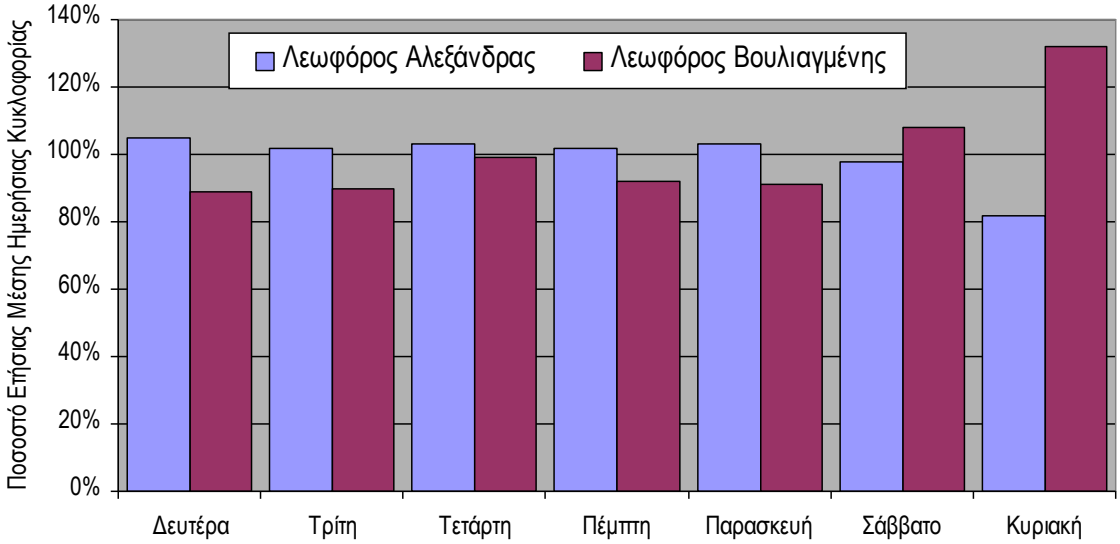
Σχήμα 2: Μέση ωριαία διακύμανση κυκλοφοριακού φόρτου για τα εισερχόμενα και εξερχόμενα οχήματα στον Δακτύλιο της Αθήνας
(πηγή: Μελέτη Ανάπτυξης Μετρό, 2000).

Από το Σχήμα 2 φαίνεται ότι ο μεγαλύτερος όγκος της ημερήσιας κυκλοφορίας των εισερχομένων και εξερχομένων οχημάτων στον Δακτύλιο της Αθήνας αντιστοιχεί κυρίως στη χρονική περίοδο από 07:00 έως 21:00. Μάλιστα, τα υψηλότερα ποσοστά της ημερήσιας κυκλοφορίας (6,0 - 6,5%) παρατηρούνται

κατά τις πρωινές ώρες για τα εισερχόμενα οχήματα και κατά τις πρώτες απογευματινές ώρες για τα εξερχόμενα οχήματα, χωρίς όμως να εμφανίζουν θεαματικές διακυμάνσεις καθόλη τη διάρκεια της περιόδου από 07:00 έως 21:00. Όπως αναμενόταν, τα χαμηλότερα ποσοστά της ημερήσιας κυκλοφορίας (1%) παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της νύχτας (02:00 - 05:00), τόσο στα εισερχόμενα όσο και στα εξερχόμενα οχήματα.

2.2.3 Ημερήσια Διακύμανση (κατά τη διάρκεια της εβδομάδας)

Ο κυκλοφοριακός φόρτος κατά τη διάρκεια των πέντε εργάσιμων ημερών μιας εβδομάδας δεν παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις. Αντίθετα, το Σάββατο και ιδιαίτερα την Κυριακή, διαφοροποιείται σημαντικά σε σχέση με τις υπόλοιπες ημέρες της εβδομάδας και εμφανίζεται μειωμένος στις κεντρικές περιοχές εργασίας και αυξημένος στις περιοχές αναψυχής (ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες). Στο Σχήμα 3. φαίνεται ένα παράδειγμα **ημερήσιας διακύμανσης** της κυκλοφορίας για άξονα της κεντρικής περιοχής της Αθήνας (Λεωφόρος Αλεξάνδρας) και άξονα που οδηγεί σε περιοχές αναψυχής (Λεωφόρος Βουλιαγμένης).



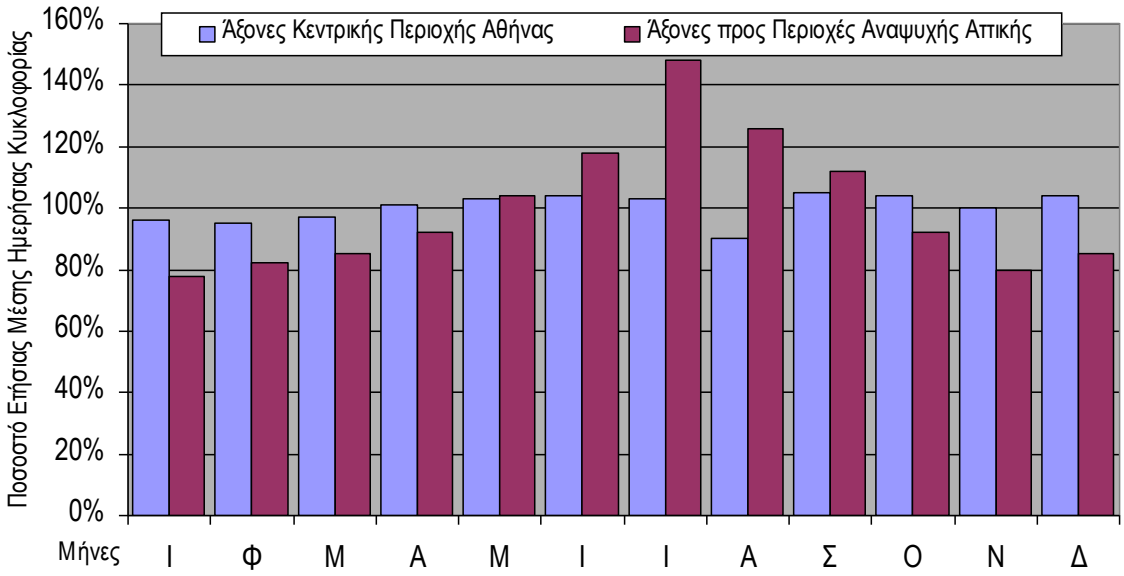
Σχήμα 3: Ημερήσια διακύμανση κυκλοφοριακού φόρτου σε επιλεγμένους οδικούς άξονες (πηγή: ΕΜΠ, 1998).

Στο Σχήμα 3 παρατηρείται η χαμηλή ημερήσια διακύμανση που παρουσιάζει η κυκλοφορία στη Λεωφόρο Αλεξάνδρας (μικρή μείωση μόνο την Κυριακή) και η

υψηλότερη ημερήσια διακύμανση που παρουσιάζει η Λεωφόρος Βουλιαγμένης (προοδευτική αύξηση το Σάββατο και την Κυριακή).

2.2.4 Μηνιαία Διακύμανση (κατά τη διάρκεια του έτους)

Στις αστικές περιοχές, η μηνιαία (εποχιακή) διακύμανση των κυκλοφοριακών φόρτων κατά τη διάρκεια ενός έτους δεν παρουσιάζεται ιδιαίτερα έντονη, με εξαίρεση τη μείωση των κυκλοφοριακών φόρτων κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Αντίθετα, στις περιοχές αναψυχής παρατηρείται έντονη εποχιακή διακύμανση αφού καθόλη την τουριστική περίοδο οι κυκλοφοριακοί φόρτοι παρουσιάζονται αυξημένοι. Στο Σχήμα 4 παρουσιάζεται παράδειγμα μηνιαίας διακύμανσης του κυκλοφοριακού φόρτου σε δύο άξονες, όπου φαίνεται η διαφορά στον ετήσιο κύκλο διακύμανσης της κυκλοφορίας ανάμεσα σε επιλεγμένους άξονες της κεντρικής περιοχής της Αθήνας και σε επιλεγμένους άξονες που οδηγούν σε περιοχές αναψυχής.



Σχήμα 4: Μηνιαία Διακύμανση Κυκλοφοριακού Φόρτου σε επιλεγμένους οδικούς άξονες (πηγή: ΣΠΟΚ/ΕΜΠ, 1990).

Στα παραπάνω Σχήματα 3 και 4 χρησιμοποιείται ως μέγεθος αναφοράς η Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία (ΕΜΗΚ), μέγεθος που παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο επόμενο εδάφιο 2.3. Από το Σχήμα 4 παρατηρείται ότι το ποσοστό της ετήσιας κυκλοφορίας στους κεντρικούς άξονες της Αθήνας παρουσιάζει πολύ χαμηλή μηνιαία διακύμανση (της τάξης του 95-105% της

ΕΜΗΚ) για όλους τους μήνες εκτός από τον Αύγουστο (90% της ΕΜΗΚ), ενώ αντίθετα το ποσοστό της ετήσιας κυκλοφορίας στους άξονες που οδηγούν σε περιοχές αναψυχής παρουσιάζουν σημαντική μηνιαία διακύμανση αφού το ποσοστό της ετήσιας κυκλοφορίας κυμαίνεται από περίπου 80% της ΕΜΗΚ κατά τον μήνα Ιανουάριο έως 150% περίπου κατά τον μήνα Ιούλιο.

2.2.5 Ετήσια Μεταβολή

Πέρα από τις τέσσερις διακρινόμενες διακυμάνσεις που παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα εδάφια, οι κυκλοφοριακοί φόρτοι παρουσιάζουν και μία **ετήσια μεταβολή** που χαρακτηρίζει τη χρονική εξέλιξή τους. Ο ρυθμός της ετήσιας μεταβολής των κυκλοφοριακών φόρτων ακολουθεί στη γενική περίπτωση τον ρυθμό μεταβολής των κυκλοφορούντων οχημάτων και τον ρυθμό μεταβολής του μέσου αριθμού χιλιομέτρων ανά όχημα, διαφέρει όμως σημαντικά ανάλογα με τη θέση του εξεταζόμενου τμήματος του οδικού δικτύου.

Πίνακας 1: Ετήσια Μεταβολή Κυκλοφοριακού Φόρτου σε επιλεγμένους οδικούς άξονες της Αθήνας (πηγή: Μελέτη Ανάπτυξης Μετρό, 2000).

	ΕΜΗΚ			Δείκτης			Μέση Ετήσια
	1971	**1990**	**1995**	**1971**	**1990**	**1995**	Μεταβολή
Κεντρική Περιοχή Αθήνας							
Λ. Αμαλίας	86.000	100.000	101.000	100	116	117	0,67%
Λ. Βασ. Σοφίας	71.000	126.000	131.000	100	177	185	2,59%
Πανεπιστημίου	54.000	64.000	65.000	100	119	120	0,78%
Σταδίου	35.000	45.000	46.000	100	129	131	1,15%
Ακαδημίας	43.000	40.000	41.000	100	93	95	-0,20%
Λ. Αλεξάνδρας	61.000	84.000	94.000	100	138	154	1,82%
Πατησίων	60.000	75.000	90.000	100	125	150	1,70%
Υπόλοιπο Λεκανοπέδιο							
Λ. Συγγρού	44.000	84.000	110.000	100	191	250	3,89%
Λ. Ποσειδώνος	40.000	80.000	100.000	100	200	250	3,89%
Λ. Βουλιαγμένης	35.000	70.000	90.000	100	200	257	4,01%
Λ. Κηφισού	40.000	115.000	130.000	100	288	325	5,03%
Λ. Αθηνών	19.000	55.000	80.000	100	289	421	6,17%
Ιερά Οδός	11.000	30.000	47.000	100	273	427	6,24%

*Δείκτης: 1971=100

Από τον Πίνακα 1 φαίνεται ότι οι οδοί στην κεντρική περιοχή της Αθήνας εμφανίζουν χαμηλούς ρυθμούς μέσης ετήσιας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου, οι οποίοι κυμαίνονται από περίπου 0% έως 2,5% στη διάρκεια των 24 ετών. Αντίθετα, οι οδικές αρτηρίες των νέων και γρήγορα αναπτυσσόμενων εξωτερικών περιοχών της πόλης εμφανίζουν σημαντικούς ρυθμούς μέσης ετήσιας αύξησης που κυμαίνονται από 4% έως 6% περίπου στη διάρκεια των 24 ετών.

2.3 Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία

Για την ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης και την πρόβλεψη των μελλοντικών κυκλοφοριακών φόρτων που πρέπει να εξυπηρετήσει η νέα ή η υπό αναβάθμιση οδός, χρησιμοποιείται η Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία (ΜΗΚ), δηλαδή η μέση τιμή του ημερήσιου κυκλοφοριακού φόρτου για την εξεταζόμενη περίοδο (εβδομάδα, μήνα, έτος κλπ). Μάλιστα, το μέγεθος που χρησιμοποιείται συχνότερα για τον σχεδιασμό και τη λειτουργία της οδικής υποδομής είναι η Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία (ΕΜΗΚ), δηλαδή ο συνολικός κυκλοφοριακός φόρτος ενός έτους, διαιρούμενος με τον αριθμό των ημερών του έτους.

Επειδή στις περισσότερες περιπτώσεις δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία κυκλοφοριακών φόρτων για ολόκληρη τη διάρκεια του έτους, πραγματοποιούνται ειδικά επιλεγμένες **μετρήσεις κυκλοφοριακών φόρτων** σε χαρακτηριστικές ώρες, ημέρες και μήνες του έτους και στη συνέχεια με τη χρήση ειδικά προσαρμοσμένων συντελεστών που προκύπτουν από την υφιστάμενη εμπειρία υπολογίζεται η ΕΜΗΚ. Στον παρακάτω Πίνακα 2 παρουσιάζονται χαρακτηριστικοί συντελεστές για την αναγωγή των κατά περίπτωση διαθέσιμων στοιχείων κυκλοφοριακών φόρτων σε μέσες τιμές ημερήσιας κυκλοφορίας.

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικοί συντελεστές αναγωγής Μέσης Ημερήσιας Κυκλοφορίας (ΜΗΚ) (TRB, 2000).

Κυκλοφοριακός φόρτος	Ώρα αιχμής	Ομοιόμορφη κατανομή
Λεπτού	0,30% ΜΗΚ	0,07% ΜΗΚ
Πενταλέπτου	1,20% ΜΗΚ	0,35% ΜΗΚ
Δεκαπενταλέπτου	2,80% ΜΗΚ	1,14% ΜΗΚ
Ώρας	8,00% ΜΗΚ	4,17% ΜΗΚ

Ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος πρωινής αιχμής	
Εισόδου	8% ΜΗΚ
Εξόδου	5% ΜΗΚ

Σημειώνεται ότι η χρήση των διαφόρων συντελεστών αναγωγής των διαθέσιμων μετρήσεων σε τιμές της ΕΜΗΚ πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή και να προσαρμόζονται οι συντελεστές αυτοί στις ιδιαιτερότητες της κυκλοφορίας του εξεταζόμενου οδικού τμήματος. Για την επιλογή των κατάλληλων συντελεστών είναι απαραίτητη η ύπαρξη μετρήσεων σε οδικά τμήματα με παρόμοια χαρακτηριστικά κυκλοφορίας καθώς και κατάλληλη εμπειρία για **προσαρμογή των συντελεστών** αυτών από τον μελετητή.

Εφαρμογή 2.

Να υπολογισθεί η ΕΜΗΚ του έτους 1997 σε διατομή οδού, όπου κατά τη διάρκεια μιας ώρας της πρωινής αιχμής της 19ης Μαρτίου 1996 (ημέρα Τρίτη) ο μετρηθείς κυκλοφοριακός φόρτος ήταν 3.000 οχήματα. Θα ληφθούν υπόψη οι παρακάτω συντελεστές αναγωγής:
Ο φόρτος ώρας αιχμής είναι το 10% της αντίστοιχης ημερήσιας κυκλοφορίας.
ΜΗΚ καθημερινής = 1,20 ΜΗΚ Σαββάτου
ΜΗΚ καθημερινής = 1,50 ΜΗΚ Κυριακής
ΜΗΚ Μαρτίου = 0,85 ΕΜΗΚ
Ετήσιος ρυθμός αύξησης κυκλοφορίας = 10%

Επίλυση:

$ΜΗΚ_{καθημερινής}$ = Φόρτος ώρας αιχμής / 0,10 = 30.000 οχήματα

$$ΜΗΚ_{Μαρτίου1996} = \frac{5 \cdot ΜΗΚ_{καθημερινής} + ΜΗΚ_{καθημερινής}/1,20 + ΜΗΚ_{καθημερινής}/1,50}{7} = 27.857 \text{ οχήματα}$$

$ΕΜΗΚ_{1996} = (ΜΗΚ_{Μαρτίου\ 1996}) / 0,85 = 32.773$ οχήματα

$ΕΜΗΚ_{1997} = 1,10\ ΕΜΗΚ_{1996}$ = **36.050 οχήματα**

2.4 Ωριαίος Φόρτος Μελέτης

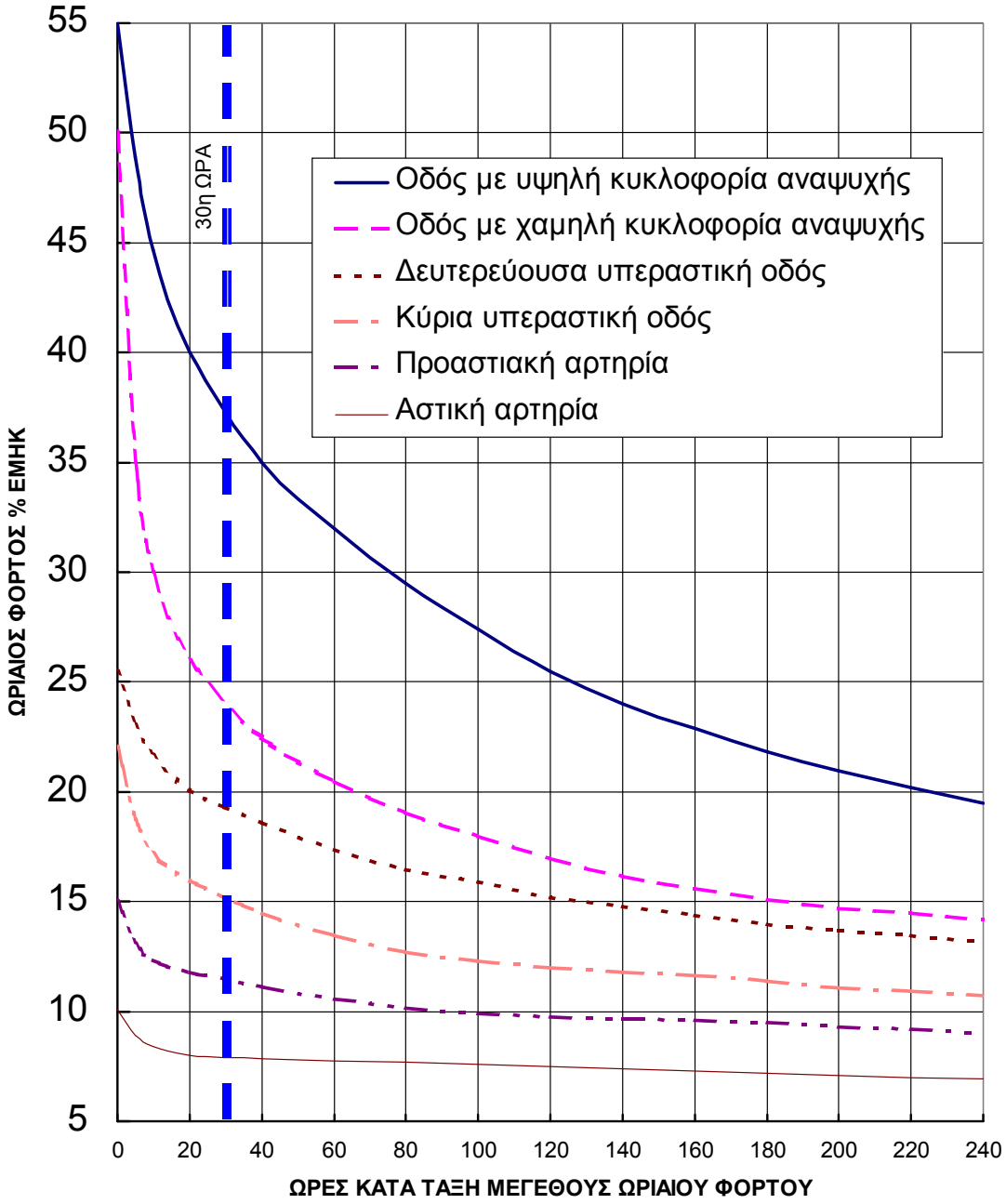
Ο Ωριαίος Φόρτος Μελέτης (Ω.Φ.Μ.) αποτελεί το μέγεθος που χρησιμοποιείται για τον σχεδιασμό και τη μελέτη ενός οδικού τμήματος. Η διεθνής εμπειρία έχει δείξει ότι ο καταλληλότερος ωριαίος φόρτος μελέτης είναι ο **τριακοστός υψηλότερος κυκλοφοριακός φόρτος του έτους**, δηλαδή ο ωριαίος φόρτος που μπορεί να ξεπεραστεί μόνο κατά είκοσι εννέα συνολικά ώρες κατά τη διάρκεια ενός έτους. Η επιλογή του 30ου υψηλότερου κυκλοφοριακού φόρτου ως ωριαίου φόρτου μελέτης για τις υπεραστικές οδούς προέκυψε από τη μορφή των καμπύλων κατανομής των ωριαίων φόρτων, όπως αυτές παρουσιάζονται στο Σχήμα 5.

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 5, οι μεγαλύτεροι κυκλοφοριακοί φόρτοι των συνήθων υπεραστικών οδών παρουσιάζονται σημαντικά αυξημένοι κατά τις πρώτες 30 ώρες μέγιστης κυκλοφορίας του έτους. Η μελέτη μιας οδού, σύμφωνα με τους αυξημένους αυτούς φόρτους, θα σήμαινε μια σημαντική επιπλέον δαπάνη για εξυπηρέτηση της κυκλοφορίας λίγων ωρών μέσα σε ένα χρόνο. Πέρα από την 30η ώρα ο ρυθμός μείωσης των ωριαίων φόρτων είναι σημαντικά μικρότερος.

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται χαρακτηριστικές τιμές του 30ου υψηλότερου ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου, όπως προκύπτουν από τη διεθνή και την ελληνική πρακτική. Σημειώνεται πάντως ότι για την επιλογή των κατάλληλων τιμών του 30ου υψηλότερου φόρτου είναι απαραίτητη η ύπαρξη μετρημένων τιμών σε οδικά τμήματα με παρόμοια χαρακτηριστικά κυκλοφορίας καθώς και κατάλληλη εμπειρία για **προσαρμογή των τιμών** αυτών από τον μελετητή.

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικές τιμές 30ου υψηλότερου ωριαίου φόρτου (TRB, 2000).

Σε υπεραστικές οδούς (γενικά)	15 – 20% ΕΜΗΚ
Σε υπεραστικές οδούς (με μεγάλη εποχιακή διακύμανση)	20 – 40% ΕΜΗΚ
Σε αστικές οδούς	7% – 8% ΕΜΗΚ



Σχήμα 5: Υψηλότεροι ωριαίοι κυκλοφοριακοί φόρτοι ενός έτους ως ποσοστό της ΕΜΗΚ και χαρακτηριστικά 30ης ώρας. Εθνικές Οδοί στην Ελλάδα (πηγή: Φραντζεσκάκης, et.al., 2009).

2.5 Σύνθεση κυκλοφορίας

Η σύνθεση της κυκλοφορίας αφορά στην ποσοστιαία κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου ανά τύπο οχήματος και χρησιμοποιείται για τη λεπτομερέστερη αναπαράσταση των κυκλοφοριακών συνθηκών σε ένα οδικό τμήμα. Η σύνθεση της κυκλοφορίας εξαρτάται από τα **χαρακτηριστικά των μετακινήσεων** κάθε οδικού τμήματος. Παραδείγματος χάριν, σε τουριστικές πόλεις, παρουσιάζεται μικρό ποσοστό φορτηγών αυτοκινήτων και μεγάλο ποσοστό επιβατικών αυτοκινήτων και λεωφορείων, ενώ σε αστικές περιοχές με επίπεδο έδαφος παρουσιάζονται μεγαλύτερα ποσοστά μοτοποδηλάτων και ποδηλάτων.

Επιπλέον, η σύνθεση της κυκλοφορίας μεταβάλλεται και χρονικά κατά τη διάρκεια της ημέρας, της εβδομάδας και του έτους. Παραδείγματος χάριν, η σύνθεση της κυκλοφορίας μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της ημέρας, όπου εμφανίζεται μεγαλύτερο ποσοστό φορτηγών κατά τις πρωινές ώρες και μικρότερο ποσοστό φορτηγών κατά τις απογευματινές και βραδυνές ώρες. Επίσης, το ποσοστό των φορτηγών στο σύνολο των οχημάτων είναι συνήθως χαμηλότερο τα Σαββατοκύριακα απ' ότι τις καθημερινές εργάσιμες ημέρες.

Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά και τον βαθμό λεπτομέρειας κάθε μελέτης, τα στοιχεία σύνθεσης της κυκλοφορίας μπορεί να αφορούν σε διαφορετικές κατηγορίες οχημάτων. Οι βασικές κατηγορίες οχημάτων που χρησιμοποιούνται συνήθως στις μελέτες αστικών οδών αφορούν στους βασικούς τύπους οχημάτων που ακολουθούν:

- Επιβατικά Αυτοκίνητα
- Λεωφορεία
- Φορτηγά Αυτοκίνητα
- Μοτοσυκλέτες και Μοτοποδήλατα
- Ποδήλατα

Οι παραπάνω κατηγορίες οχημάτων απαιτούν διάφορες επιφάνειες οδού και προκαλούν διαφορετικό μέγεθος κυκλοφοριακής φόρτισης, ανάλογα με τις

διαστάσεις τους και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας τους, σε σχέση με τις οδικές και κυκλοφοριακές συνθήκες. Για τη μετατροπή των διαφόρων κατηγοριών οχημάτων σε συγκρίσιμες μονάδες, από άποψη κυκλοφοριακής ικανότητας οδού, χρησιμοποιείται ως βασική μονάδα το επιβατικό αυτοκίνητο και οι κυκλοφοριακοί φόρτοι εκφράζονται σε **Μονάδες Επιβατικών Αυτοκινήτων** (Μ.Ε.Α.).

Για τη μετατροπή των διαφόρων κατηγοριών οχημάτων σε ΜΕΑ, χρησιμοποιούνται **συντελεστές μετατροπής**, οι οποίοι δεν εξαρτώνται μόνο από το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας των οχημάτων αλλά και από τις οδικές συνθήκες (καμπυλότητα και κλίση οδού, πλάτος και ποιότητα οδοστρώματος, κλπ), τις κυκλοφοριακές συνθήκες (ποσοστό βαρέων οχημάτων, στρέφουσες κινήσεις, κλπ.) και τις συνθήκες λειτουργίας (σηματοδότηση, κλπ.). Οι τιμές των συντελεστών αυτών έχουν υπολογιστεί για κάθε κατηγορία οχήματος και κάθε συνδυασμό οδικών και κυκλοφοριακών συνθηκών και περιέχονται στους σχετικούς πίνακες των Εγχειριδίων Κυκλοφοριακής Τεχνικής (TRB, 2000, Ι.Φραντζεσκάκης et al., 2009).

Οι τιμές των συντελεστών μετατροπής σε Μ.Ε.Α. μπορεί να είναι μικρότερες της μονάδας για τις μοτοσυκλέτες και τα ποδήλατα, αλλά να φτάνουν και σε τιμές έως και 15 - 25 για τα βαρέα οχήματα σε ειδικά δυσμενείς συνθήκες (μεγάλη κατά μήκος κλίση για μεγάλο μήκος, χωρίς ορατότητα σε στενή οδό).

3. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

3.1 Κυκλοφοριακή ικανότητα

Η **κυκλοφοριακή ικανότητα** (traffic capacity) αποτελεί την ποσοτική έκφραση της ικανότητας των διαφόρων στοιχείων του οδικού συστήματος να εξυπηρετεί συγκεκριμένους κυκλοφοριακούς φόρτους. Η έννοια της κυκλοφοριακής ικανότητας χρησιμοποιείται κατά την εξέταση της λειτουργίας και κατά τον σχεδιασμό και τη μελέτη ενός οδικού συστήματος μεταφορών. Η κυκλοφοριακή ικανότητα εκφράζει τον μέγιστο αριθμό οχημάτων ή πεζών που μπορεί να περάσουν από μία διατομή ή ομοιόμορφο τμήμα λωρίδας κυκλοφορίας ή οδού, κατά μία κατεύθυνση ή και κατά τις δύο κατευθύνσεις κατά τη διάρκεια μιας δεδομένης χρονικής περιόδου, με τις οδικές και κυκλοφοριακές συνθήκες καθώς και τις συνθήκες ελέγχου της κυκλοφορίας που επικρατούν. Οι συνθήκες αυτές παρουσιάζονται στον Πίνακα 4 που ακολουθεί.

Πίνακας 4: Παράγοντες που επηρεάζουν την κυκλοφοριακή ικανότητα.

Οδικές Συνθήκες	**Κυκλοφοριακές Συνθήκες**
Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας και οδοστρώματος	Ποσοστό φορτηγών αυτοκινήτων
Απόσταση κατακόρυφων εμποδίων	Ποσοστό διερχομένων λεωφορείων
Ερείσματα	Ποσοστό λεωφορείων που σταματούν για επιβίβαση/αποβίβαση επιβατών
Βοηθητικές λωρίδες (στάθμευσης, αλλαγής ταχύτητας,	Κατανομή κυκλοφορίας ανά λωρίδα
στροφής και αναμονής, πλέξης, ανωφέρειας)	Ποσοστό οχημάτων που στρέφουν δεξιά ή αριστερά
Κατάσταση επιφάνειας κύλισης	Διακυμάνσεις της κυκλοφορίας, ιδιαίτερα ο ΣΩΑ
Χάραξη οδού	Στάθμευση παρά το κράσπεδο, στάσεις λεωφορείων στην οδό
Κατά μήκος κλίση	Ροές πεζών
Ορατότητα	Είδος οδηγών (τακτικοί και μη)
Συνθήκες Λειτουργίας	Λειτουργία της οδού ως μονόδρομου ή ως οδού δύο κατευθύνσεων
	Ύπαρξη φωτεινής σηματοδότησης
	Ύπαρξη προτεραιότητας με οδική σήμανση

Στην ανάλυση της κυκλοφοριακής ικανότητας υπεραστικών οδών, λαμβάνονται ως ιδανική κατάσταση οι παρακάτω **βασικές συνθήκες κυκλοφοριακής ροής**:

1. Λωρίδες κυκλοφορίας πλάτους 3.60μ
2. Εμπόδια πλευρικά ή στη μεσαία νησίδα σε απόσταση 1.80μ από τις άκρες των λωρίδων κυκλοφορίας
3. Ταχύτητα μελέτης 100 χλμ/ώρα, για οδούς 4 ή περισσοτέρων λωρίδων κυκλοφορίας
4. Μόνο επιβατικά αυτοκίνητα

5. Μηδενική κατά μήκος κλίση
6. Χωρίς τμήματα με περιορισμό προσπέρασης σε οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας
7. Χωρίς παρεμπόδιση της κυκλοφορίας λόγω ελέγχου κυκλοφορίας ή οχημάτων που στρέφουν

Είναι προφανές ότι όλες οι παραπάνω βασικές συνθήκες είναι πρακτικώς αδύνατον να συνυπάρξουν. Ο καθορισμός όμως των κυκλοφοριακών ικανοτήτων κάτω από τις βασικές συνθήκες είναι χρήσιμος διότι δίνει μία εικόνα των μέγιστων κυκλοφοριακών φόρτων που μπορεί να εξυπηρετηθούν από μία οδό και αποτελεί τη βάση απ' όπου μπορεί να ξεκινήσει ο υπολογισμός της πραγματικής κυκλοφοριακής ικανότητας ενός οδικού στοιχείου, με χρησιμοποίηση των κατάλληλων **συντελεστών μείωσης**, ανάλογα με το πόσο οι επικρατούσες κυκλοφοριακές συνθήκες και οι συνθήκες ελέγχου διαφέρουν από τις βασικές.

Η κυκλοφοριακή ικανότητα μίας οδού που λειτουργεί υπό τις βασικές συνθήκες μπορεί να πάρει τιμές έως 2.400 ΜΕΑ ανά λωρίδα και ώρα για αυτοκινητόδρομους και έως 2.200 ΜΕΑ ανά λωρίδα σε οδούς με 4 ή περισσότερες λωρίδες κυκλοφορίας και έως 3.200 ΜΕΑ συνολικά και για τις δύο κατευθύνσεις ανά ώρα για υπεραστικές οδούς με 2 λωρίδες κυκλοφορίας (μία ανά κατεύθυνση) ή 1.700 ΜΕΑ ανά ώρα ανά κατεύθυνση κίνησης.

3.2 Στάθμη εξυπηρέτησης

Η **στάθμη εξυπηρέτησης** καθορίζεται ως ένα ποιοτικό μέγεθος που εκφράζει τις επικρατούσες συνθήκες λειτουργίας σε ένα ρεύμα κυκλοφορίας, όπως τις αντιλαμβάνονται οι οδηγοί και οι επιβάτες. Αποτελεί ποιοτική έκφραση του αποτελέσματος διαφόρων παραμέτρων όπως η ταχύτητα και ο χρόνος μετακίνησης, οι διακοπές της πορείας, η ελευθερία πραγματοποίησης ελιγμών, η οδική ασφάλεια, η άνεση οδήγησης και το κόστος λειτουργίας. Σύμφωνα με έρευνες στις ΗΠΑ, έχουν καθιερωθεί από το 1965 έξι στάθμες εξυπηρέτησης, που χαρακτηρίζονται με τα στοιχεία A έως F και καλύπτουν όλες τις πιθανές συνθήκες λειτουργίας, από τις καλύτερες μέχρι τις χειρότερες. Τα βασικά χαρακτηριστικά κάθε στάθμης εξυπηρέτησης σύμφωνα με το Εγχειρίδιο

Κυκλοφοριακής Ικανότητας (Highway Capacity Manual) (TRB, 2000) των ΗΠΑ παρουσιάζονται στα παρακάτω.

Στάθμη εξυπηρέτησης Α. Συνθήκες ελεύθερης ροής με χαμηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους και υψηλές ταχύτητες. Η πυκνότητα κυκλοφορίας είναι μικρή και οι ταχύτητες καθορίζονται μόνο από τις επιθυμίες των οδηγών, τα καθορισμένα όρια ταχυτήτων και τις επικρατούσες οδικές συνθήκες.

Στάθμη εξυπηρέτησης Β. Σταθερή ροή με ταχύτητες που αρχίζουν να περιορίζονται κάπως από τις κυκλοφοριακές συνθήκες. Οι οδηγοί έχουν ακόμα τη δυνατότητα, μέσα σε λογικά περιθώρια, να διαλέξουν την ταχύτητά τους και τη λωρίδα κυκλοφορίας.

Στάθμη εξυπηρέτησης C. Η στάθμη C βρίσκεται ακόμα στη ζώνη της σταθερής ροής αλλά η ταχύτητα και οι ελιγμοί ελέγχονται περισσότερο από τους υψηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους. Η ελευθερία επιλογής ταχύτητας, αλλαγής λωρίδας κυκλοφορίας και προσπέρασης περιορίζεται για τους περισσότερους από τους οδηγούς. Η ταχύτητα λειτουργίας όμως βρίσκεται ακόμη σε ικανοποιητικό επίπεδο.

Στάθμη εξυπηρέτησης D. Η στάθμη εξυπηρέτησης D πλησιάζει την ασταθή ροή, αλλά διατηρούνται ανεκτές ταχύτητες. Μεταβολές στον κυκλοφοριακό φόρτο και προσωρινοί περιορισμοί της ροής μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές πτώσεις στην ταχύτητα. Οι οδηγοί έχουν μειωμένη ελευθερία ελιγμών και η άνεση οδήγησης είναι μικρή. Οι συνθήκες αυτές είναι ανεκτές για περιορισμένα χρονικά διαστήματα.

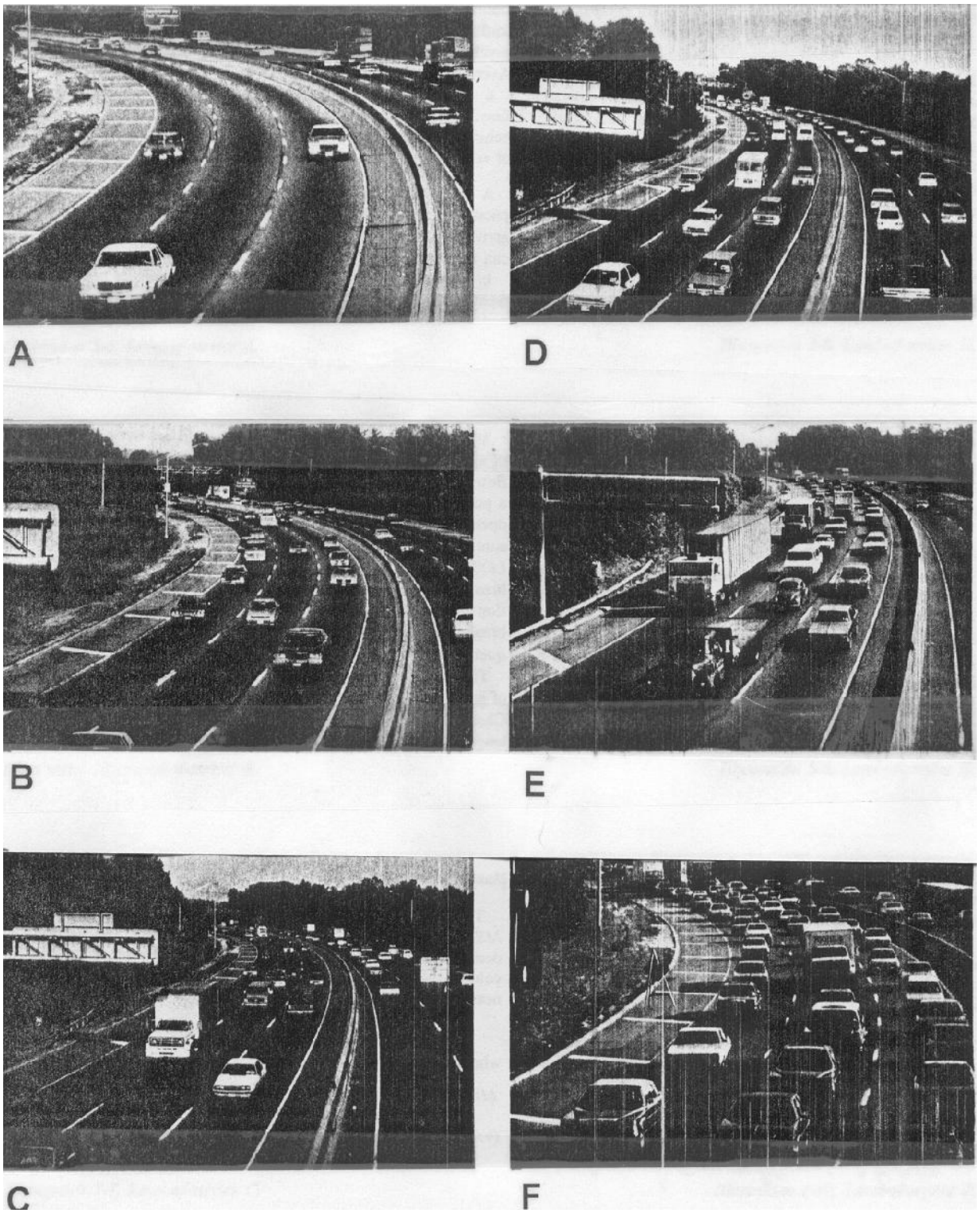
Στάθμη εξυπηρέτησης Ε. Ταχύτητες λειτουργίας χαμηλότερες και από εκείνες της στάθμης D, με κυκλοφοριακούς φόρτους κοντά στην κυκλοφοριακή ικανότητα. Η ροή είναι ασταθής με αναγκαστικές διακοπές πορείας για μικρά χρονικά διαστήματα. Ο ρυθμός ροής εξυπηρέτησης στη στάθμη εξυπηρέτησης Ε ισούται με την κυκλοφοριακή ικανότητα.

Στάθμη εξυπηρέτησης F. Αναγκαστική ροή με μικρή ταχύτητα, όπου οι κυκλοφοριακοί φόρτοι βρίσκονται κάτω από την κυκλοφοριακή ικανότητα. Οι συνθήκες αυτές προκύπτουν συνήθως από ουρές οχημάτων που δημιουργούνται από κάποιο περιορισμό της κυκλοφορίας και εκτείνονται μέχρι το εξεταζόμενο οδικό τμήμα που χρησιμεύει ως περιοχή αποθήκευσης κατά διαστήματα ή σε όλη την περίοδο της κυκλοφοριακής αιχμής. Οι ταχύτητες μειώνονται σημαντικά και μπορεί να συμβούν διακοπές πορείας για μικρά ή και μεγάλα χρονικά διαστήματα από τη συμφόρηση. Σε ακραίες περιπτώσεις η ταχύτητα και επομένως ο κυκλοφοριακός φόρτος, μπορεί να μηδενιστούν.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα των έξι σταθμών κυκλοφοριακής εξυπηρέτησης παρουσιάζονται στις αντίστοιχες φωτογραφίες του Σχήματος 6, ενώ στον Πίνακα 5 παρουσιάζεται ενδεικτικά η συσχέτιση κάθε στάθμης εξυπηρέτησης με τα βασικά κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά [πυκνότητα, ταχύτητα, λόγος φόρτου προς ικανότητα (v/c), ρυθμός ροής εξυπηρέτησης] για οδούς 4 ή περισσοτέρων λωρίδων κυκλοφορίας και για διαφορετικές ταχύτητες ελεύθερης ροής.

Πίνακας 5: Κριτήρια για στάθμες εξυπηρέτησης, Οδοί 4 ή περισσοτέρων λωρίδων (πηγή: TRB, 2000).

Κριτήρια	Μονάδα μέτρησης	Στάθμη Εξυπηρέτησης				
		A	B	C	D	E
		Ταχύτητα ελεύθερης ροής=100 χλμ/ώρα				
Μέγιστη Πυκνότητα	(*ΜΕΑ*/χλμ/λωρίδα)	7	11	16	22	25
Μέση Ταχύτητα	(χλμ/ώρα)	100.0	100.0	98.4	91.5	88.0
Μέγιστος *v/c*		0.32	0.50	0.72	0.92	1.00
Μέγιστος Ρυθμός Ροής Εξυπηρέτησης	(*ΜΕΑ*/ώρα/λωρίδα)	700	1100	1575	2015	2200
		Ταχύτητα ελεύθερης ροής =90 χλμ/ώρα				
Μέγιστη Πυκνότητα	(*ΜΕΑ*/χλμ/λωρίδα)	7	11	16	22	26
Μέση Ταχύτητα	(χλμ/ώρα)	90.0	90.0	89.8	84.7	80.8
Μέγιστος *v/c*		0.30	0.47	0.68	0.89	1.00
Μέγιστος Ρυθμός Ροής Εξυπηρέτησης	(*ΜΕΑ*/ώρα/λωρίδα)	630	990	1435	1860	2100
		Ταχύτητα ελεύθερης ροής =80 χλμ/ώρα				
Μέγιστη Πυκνότητα	(*ΜΕΑ*/χλμ/λωρίδα)	7	11	16	22	27
Μέση Ταχύτητα	(χλμ/ώρα)	80.0	80.0	80.0	77.6	74.1
Μέγιστος *v/c*		0.28	0.44	0.64	0.85	1.00
Μέγιστος Ρυθμός Ροής Εξυπηρέτησης	(*ΜΕΑ*/ώρα/λωρίδα)	560	880	1280	1705	2000
		Ταχύτητα ελεύθερης ροής =70 χλμ/ώρα				
Μέγιστη Πυκνότητα	(*ΜΕΑ*/χλμ/λωρίδα)	7	11	16	22	28
Μέση Ταχύτητα	(χλμ/ώρα)	70.0	70.0	70.0	69.6	67.9
Μέγιστος *v/c*		0.26	0.41	0.59	0.81	1.00
Μέγιστος Ρυθμός Ροής Εξυπηρέτησης	(*ΜΕΑ*/ώρα/λωρίδα)	490	770	1120	1530	1900



Σχήμα 6: Στάθμες Εξυπηρέτησης (πηγή: TRB, 2000).

3.3 Συντελεστής ώρας αιχμής

Συχνά, ο απαραίτητος βαθμός λεπτομέρειας της μελέτης ενός οδικού στοιχείου δεν ικανοποιείται από τη γνώση του κυκλοφοριακού φόρτου της ώρας αιχμής και απαιτούνται πληροφορίες για τη διακύμανση της κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια αυτής της ώρας αιχμής. Στις περισσότερες αναλύσεις κυκλοφοριακής ικανότητας εξετάζεται, με τη βοήθεια του **Συντελεστή Ώρας Αιχμής** και η περίοδος των 15 λεπτών, ώστε να ληφθεί υπόψη η ανομοιομορφία της ροής μέσα σε μία ώρα και οι αιχμές ροών που αυτή δημιουργεί.

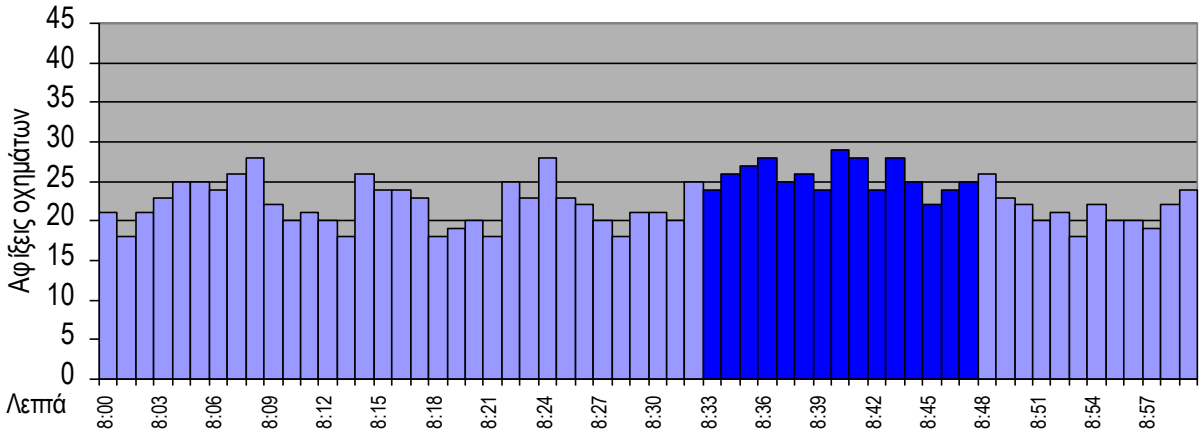
Ο Συντελεστής Ώρας Αιχμής (ΣΩΑ) εκφράζει την **ομοιομορφία της ζήτησης** και ορίζεται ως ο λόγος του αριθμού των οχημάτων που περνούν από μια διατομή λωρίδας ή οδού σε μία ώρα, προς τον τετραπλάσιο αριθμό των οχημάτων που περνούν από την ίδια διατομή κατά τη διάρκεια των 15 συνεχόμενων λεπτών της ώρας που παρουσιάζουν τον μεγαλύτερο φόρτο κυκλοφορίας.

Η ανώτερη τιμή του Συντελεστή Ώρας Αιχμής είναι 1,00 ενώ η κατώτερη τιμή είναι 0,25. Η τιμή 1,00 αντιστοιχεί σε περιπτώσεις απόλυτα ομοιόμορφης κατανομής της κυκλοφορίας κατά την ώρα αιχμής οπότε στα 15 συνεχόμενα λεπτά μέγιστης κυκλοφορίας αντιστοιχεί το ένα τέταρτο της όλης κυκλοφοριακής ροής της ώρας. Η κατώτερη τιμή 0,25 αφορά στη θεωρητική περίπτωση όπου το σύνολο του ωριαίου φόρτου διέρχεται σε μία μόνη περίοδο 15 λεπτών ενώ στα υπόλοιπα 45 λεπτά η κυκλοφορία είναι μηδενική. Στην πράξη ο ΣΩΑ κυμαίνεται ανάμεσα στις παραπάνω **θεωρητικές οριακές τιμές**, ενώ οι συνηθισμένες τιμές του ΣΩΑ βρίσκονται ανάμεσα στις τιμές 0,85 και 0,95.

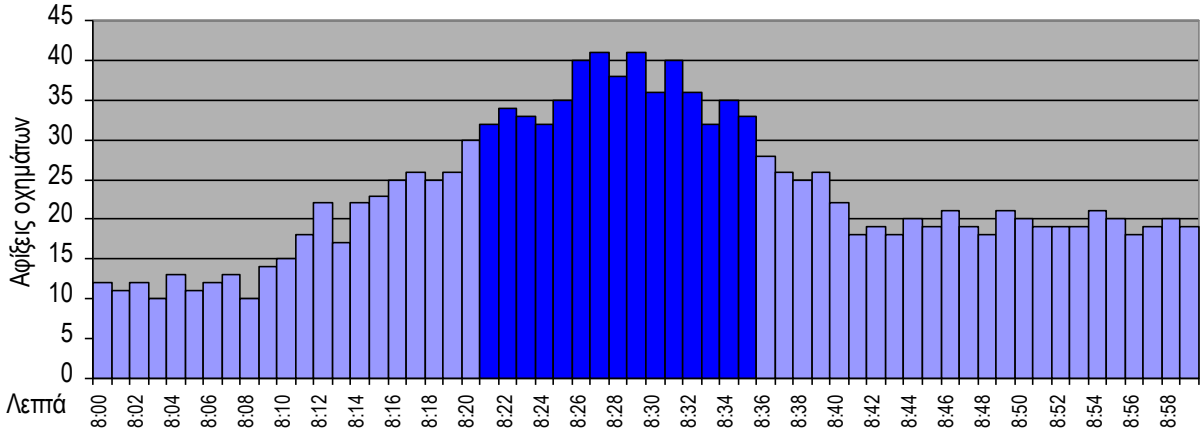
Στα Σχήματα 7 και 8 παρουσιάζονται **παραδείγματα υψηλού και χαμηλού Συντελεστή Ώρας Αιχμής**. Στο Σχήμα 7 ο συνολικός κυκλοφοριακός φόρτος της ώρας αιχμής είναι 1.372 οχήματα, ο κυκλοφοριακός φόρτος του 15λεπτου αιχμής είναι 411 οχήματα και κατά συνέπεια ο Συντελεστής Ώρας Αιχμής είναι 0,83 [=1.372 / (4 x 411)], ο οποίος χαρακτηρίζεται ως υψηλός Συντελεστής Ώρας Αιχμής. Στο Σχήμα 8 ο συνολικός κυκλοφοριακός φόρτος της ώρας

αιχμής είναι παρόμοιος με τον φόρτο του Σχήματος 7 (1.399 οχήματα) αλλά ο κυκλοφοριακός φόρτος του 15λεπτου αιχμής είναι πολύ υψηλότερος (568 οχήματα) και κατά συνέπεια ο Συντελεστής Ώρας Αιχμής είναι 0,62 [=1.399 / (4 x 568)], ο οποίος χαρακτηρίζεται ως χαμηλός Συντελεστής Ώρας Αιχμής.

Ο ΣΩΑ έχει ιδιαίτερη σημασία στην θεώρηση της κυκλοφοριακής ικανότητας μιας διατομής οδού, δεδομένου ότι ο μέγιστος ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος που δύναται να εξυπηρετήσει είναι **πρακτικά εκείνος που προκύπτει από αναγωγή σε ωριαίο επίπεδο του φόρτου του δεκαπενταλέπτου αιχμής.**



Σχήμα 7: Κατανομή αφίξεων οχημάτων ανά λεπτό
με υψηλό συντελεστή ώρας αιχμής.



Σχήμα 8: Κατανομή αφίξεων οχημάτων ανά λεπτό
με χαμηλό συντελεστή ώρας αιχμής.

Εφαρμογή 3.

Αν ο συντελεστής ώρας αιχμής (ΣΩΑ) έχει τιμή 0,40 και ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος είναι 1.800 οχήματα, να προσδιορισθεί ο κυκλοφοριακός φόρτος των 15' αιχμής. Πως χαρακτηρίζετε τη ροή των οχημάτων στη διάρκεια αυτής της ώρας;

Επίλυση:

Σύμφωνα με τον ορισμό του Συντελεστή Ώρα Αιχμής:

ΣΩΑ = Ωριαίος Κυκλοφ.Φόρτος / (4 x Κυκλοφ.Φόρτος 15λέπτου αιχμής) ⇒

⇒ Κυκλοφ. Φόρτος 15λέπτου αιχμής = Ωριαίος Κυκλοφ.Φόρτος / (4 x ΣΩΑ) ⇒

⇒ Κυκλοφ. Φόρτος 15λέπτου αιχμής = 1.800 / (4 x 0,40) = **1.125 οχήματα**

Η τιμή του ΣΩΑ είναι αρκετά χαμηλή και επομένως η ροή των οχημάτων στη διάρκεια της εξεταζόμενης ώρας είναι ανομοιόμορφη.

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Ι.Μ.Φραντζεσκάκης, Ι.Κ.Γκόλιας, Μ.Χ.Πιτσιάβα-Λατινοπούλου, *Κυκλοφοριακή Τεχνική*, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 2009.
- Αττικό Μετρό ΑΕ, *Μελέτη Ανάπτυξης Μετρό*, Υπηρεσία Συγκοινωνιακού Σχεδιασμού, Αττικό Μετρό ΑΕ, Αθήνα, 2000.
- Transportation Research Board, *Highway Capacity Manual 2000*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington DC, 2000.