



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διαχείριση της Οδικής
Υποδομής

Πυγμαλίων Β. Κακάτσιος
Επιβλέπων: Παντελεήμων Κοπελιάς

Βόλος, Οκτώβριος 2019

©2019, Πυγμαλίων Κακάτσιος

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων)

Δρ. Κοπελιάς Παντελής

Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής

Δρ. Νικόλαος Ηλιού

Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής

Δρ. Ιωάννης Αδάμος

Διδάσκων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Πρόλογος

Το παρόν σύγγραμμα αποτελεί διπλωματική εργασία που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του προπτυχιακού προγράμματος του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Η μελέτη εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2018 – 2019, με στόχο την ολοκλήρωση των σπουδών μου.

Στο παρόν κείμενο θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας, κ. Κοπελιά Παντελεήμων, Επίκουρο Καθηγητή του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την καλή συνεργασία που είχαμε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω βαθιά τον Θεό και την οικογένεια μου για την στήριξη που μου προσέφεραν όλο αυτό το διάστημα. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω όλους τους στενούς μου φίλους για τις όμορφες στιγμές που περάσαμε μαζί.

Βόλος, Οκτώβριος 2019

Περίληψη

Στη παρούσα εργασία επιχειρείται διερεύνηση σχετικά με το τι παρατηρείται και ισχύει στη διαχείριση της οδικής υποδομής, στη διαχείριση της κυκλοφορίας και συγκεκριμένα στη διαχείριση της συμφόρησης (congestion management) καθώς και στη διαχείριση των οδικών περιστατικών (incident management).

Η μέθοδος μελέτης που ακολουθήθηκε είναι αυτή της βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Πραγματοποιήθηκε μελέτη ξενόγλωσσων πηγών (π.χ. Ομοσπονδιακός Οργανισμός Διαχείρισης Αυτοκινητοδρόμων, Παγκόσμιος Οργανισμός Αυτοκινητοδρόμων κ.ά.), Ελληνόγλωσσων πηγών, καθώς και διπλωματικών εργασιών που κάλυπταν μερικώς ορισμένα από τα συγκεκριμένα θέματα.

Όσον αφορά τη διαχείριση της οδικής υποδομής και της κυκλοφορίας, παρατηρείται ότι ο μεγαλύτερος όγκος δεδομένων και επομένως η πρωτοπορία στο συγκεκριμένο χώρο ανήκει κυρίως στις ΗΠΑ και γενικότερα στις ανεπτυγμένες χώρες. Η αποτελεσματική από οικονομικής απόψεως διαχείριση της οδικής υποδομής (λειτουργία, συντήρηση, εκμετάλλευση), η διαχείριση της συμφόρησης, η διαχείριση της κυκλοφοριακής ζήτησης, οι πολιτικές τιμολόγησης, ο περιορισμός των μετακινήσεων ΙΧ, η χρήση των ευφών συστημάτων μεταφορών (ITS) και η έννοια του Active Traffic Management (πληροφόρηση οδηγών, έλεγχος των ορίων ταχύτητας, διαχείριση λωρίδων, έλεγχος προσβάσεων, λωρίδες για οχήματα υψηλής πληρότητας) αποτελούν ένα σύνολο μέτρων και κανόνων που αναπτύχθηκαν ύστερα από ενδελεχή έρευνα στο κλάδο της κυκλοφοριακής τεχνικής προκειμένου να καλύπτονται οι ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις για μεταφορές στα δίκτυα αυτοκινητοδρόμων πολλών ανεπτυγμένων χωρών. Στις αρχές της δεκαετίας του 2000 και με την υλοποίηση των μεγάλων έργων παραχώρησης αυτοκινητοδρόμων, τα παραπάνω μέτρα άρχισαν να εφαρμόζονται και στην Ελλάδα.

Η διαχείριση των οδικών περιστατικών αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κομμάτι των ενεργειών διαχείρισης της οδικής υποδομής. Σύμφωνα με τα έγγραφα εταιρικής υπευθυνότητας των εταιριών παραχώρησης των αυτοκινητοδρόμων της χώρας μας, δίνεται έμφαση στην οδική ασφάλεια των μετακινούμενων και συνεπώς επιχειρείται μείωση των συμβάντων μέσω συντονισμένων δράσεων ανίχνευσης, πληροφόρησης, ανταπόκρισης, εκκαθάρισης και αποκατάστασης. Επιπλέον, σύμφωνα με στοιχεία των τελευταίων ετών παρατηρήθηκε μείωση των συμβάντων η οποία συσχετίζεται εκτός από τη βελτίωση στη διαχείριση της οδικής υποδομής και με την αρνητική επίδραση της οικονομικής κρίσης στις μεταφορές.

Τέλος στην εργασία παρουσιάζονται μεθοδολογίες αξιολόγησης προγραμμάτων διαχείρισης και δείκτες αξιολόγησης αποτελεσματικής διαχείρισης οδικών περιστατικών.

Λέξεις κλειδιά: Διαχείριση, Οδική Υποδομή, Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας, Συμφόρηση, Active Traffic Management, Συμβάντα, Κυκλοφορία, Φορείς Εκμετάλλευσης, Αυτοκινητόδρομοι.

Περιεχόμενα

Πρόλογος	4
Περίληψη	5
Περιεχόμενα.....	7
1. Εισαγωγή	15
2. Διαχείριση οδικής υποδομής.....	16
2.1 Εισαγωγή - Σημασία της διαχείρισης της οδικής υποδομής	16
2.2 Οικονομικός σχεδιασμός της διαχείρισης της οδικής υποδομής.....	19
2.3 Εξοπλισμός οδικής υποδομής.....	21
3. Λειτουργία Οδικής Υποδομής	26
3.1 Γενικά.....	26
3.2 Κέντρα διαχείρισης της κυκλοφορίας.....	26
3.2.1 Γενικά	26
3.2.2 Λειτουργίες και οφέλη των Κέντρων Διαχείρισης Κυκλοφορίας.....	27
3.2.3 Σχεδιασμός ενός κέντρου διαχείρισης κυκλοφορίας.....	28
3.3 Διαχείριση συμφόρησης.....	30
3.3.1 Η έννοια της συμφόρησης	30
3.3.2. Πρακτικές αντιμετώπισης συμφορήσεων	36
3.4 Active Traffic Management	39
3.4.1 Έλεγχος ορίων ταχυτήτων	39
3.4.2 Διαχείριση λωρίδων – Δυναμική χρήση λωρίδων.....	41
3.4.3 Λωρίδες για οχήματα υψηλής πλήρωσης (HOV lanes).....	45
3.4.4 Έλεγχος προσβάσεων (Ramp metering).....	49
3.5 Χρήση ITS στη διαχείριση της κυκλοφορίας.....	52
3.5.1 Γενικά	52
3.5.2 Εφαρμογές ITS.....	53
3.5.3 Οφέλη της χρήσης ITS – Μελλοντικές Τάσεις.....	58
4. Διαχείριση συμβάντων (incident management).....	60

4.1 Η έννοια της διαχείρισης συμβάντων	60
4.2 Ανίχνευση και επαλήθευση	63
4.3 Φορείς εμπλεκόμενοι στη διαχείριση συμβάντων	65
4.3.1 Κρατικοί Φορείς	65
4.3.2 Πυροσβεστική και διασώστες	65
4.3.3 Ιατρικές υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης.....	66
4.3.4 Φορείς μεταφορών.....	66
4.3.5 Υπηρεσίες ρυμούλκησης και ανάκτησης οχημάτων	67
4.3.6 Εργολάβοι απομάκρυνσης επικίνδυνων υλικών	67
4.4 Πληροφόρηση χρηστών	67
4.5 Ανταπόκριση, εκκαθάριση και αποκατάσταση	68
4.6 Οφέλη της διαχείρισης οδικών συμβάντων.....	70
4.7 Διαχείριση συμβάντων στην Ελλάδα.....	74
4.7.1 Αττική οδός.....	76
4.7.2 Αυτοκινητόδρομος Αιγαίου Α.Ε.	79
4.7.3 Κεντρική Οδός	81
4.7.4 Νέα Οδός.....	83
4.8 Αξιολόγηση προγραμμάτων διαχείρισης συμβάντων.....	86
5. Συμπεράσματα	90
6. Βιβλιογραφία – Πηγές.....	92

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1: Νοικοκυριά κατά αριθμό αυτοκινήτων που έχουν στη διάθεση τους (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2011)	18
Πίνακας 2.2: Επίδραση της διαχείρισης οδικής υποδομής σε 6 παράγοντες (Πηγή: Federal Highway Administration, 2003)	18
Πίνακας 3.1: Μετακινήσεις τις καθημερινές (Πηγή: Federal Highway Administration, 1995, NPTS Data Book, κεφ. 6, “Journey to Work”, table 6-17, p. 6-30).....	32
Πίνακας 3.2: Οφέλη Active Traffic Management (Πηγή: FHWA, 2007)	39
Πίνακας 4.1: Άμεσα οφέλη σε χρήστες αυτοκινητοδρόμων στη Μέριλαντ των ΗΠΑ (Πηγή: National Traffic Incident Management Coalition, 2010)	72
Πίνακας 4.2: Οφέλη της διαχείρισης περιστατικών για διάφορα ενδιαφερόμενα μέρη (Πηγή: National Traffic Incident Management Coalition, 2010)	72
Πίνακας 4.3: Βασικοί δείκτες εθνικού δικτύου Hellastron, 2017 (Πηγή: Hellastron.com).....	75
Πίνακας 4.4: Κατανομή ατυχημάτων και σχετικών δεικτών στους αυτοκινητοδρόμους της Ελλάδος, 2016 (Πηγή: Hellastron.com)	76
Πίνακας 4.5: Συγκεντρωτικά στοιχεία Κυκλοφορίας και Συμβάντων ανά έτος (Πηγή: Κοπελιάς, Παπαδημητρίου & Σκαμπαρδώνης, 2012).....	77
Πίνακας 4.6: Εξέλιξη αριθμού συμβάντων ανά κατηγορία στην Αττική Οδό το διάστημα 2009-2011 (Πηγή: Κοπελιάς, Παπαδημητρίου & Σκαμπαρδώνης, 2012). 77	
Πίνακας 4.7: Εξέλιξη αριθμού συμβάντων σχετιζόμενων και μη με τον κυκλοφοριακό φόρτο στην Αττική Οδό κατά το διάστημα 2006-2011 (Πηγή: Κοπελιάς, Παπαδημητρίου & Σκαμπαρδώνης, 2012).....	78
Πίνακας 4.8: Κατανομή εισερχόμενων κλήσεων (Πηγή: Aegean_Motorway_CSR_2017)	80
Πίνακας 4.9: Κατηγορίες συμβάντων στην Κεντρική Οδό (Πηγή: kentrikiodos.gr) 82	
Πίνακας 4.10: Κατηγορίες συμβάντων στη Νέα Οδό (Πηγή: neaodos.gr)	84
Πίνακας 4.11: Αριθμός ρυμουλκίσεων στη Νέα Οδό (Πηγή: neaodos.gr)	85
Πίνακας 4.12: Μέση διάρκεια συμβάντων (Πηγή: Caltrans – California Department of Transport)	88

Πίνακας 4.13: Αποτελέσματα της διαχείρισης συμβάντων (Πηγή: Caltrans – California Department of Transport).....	88
Πίνακας 4.14: Αποτελέσματα αξιολόγησης ΥΠΕ στην Αττική Οδό (Πηγή: Κοπελιάς, Σκαμπαρδώνης, Παπαδημητρίου & Χρυσικάκης, 2010)	89

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 2.1: Στόχοι της διαχείρισης οδικής υποδομής (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)	16
Σχήμα 2.2: Αριθμός Ι.Χ. ανά 1000 κατοίκους (Πηγή: Eurostat 2016)	17
Σχήμα 2.3: Δείκτης ιδιοκτησίας Ι.Χ. πανελλαδικά 1986-2006 (Πηγή: Αρβανιτοζήση, 2007).....	17
Σχήμα 2.4: Εκχιονιστικό όχημα (Πηγή: aegeanmotorway.gr)	22
Σχήμα 2.5: Όχημα οδικής βοήθειας (Πηγή: Insurancedaily.gr)	22
Σχήμα 2.6: Πινακίδα μεταβλητών μηνυμάτων (Πηγή: egnatia.eu)	23
Σχήμα 2.7: Κάμερες κλειστού κυκλώματος για τον έλεγχο της κυκλοφορίας και την ανίχνευση συμβάντων (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)	23
Σχήμα 2.8: Κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας (Πηγή: aktor.gr)	24
Σχήμα 2.9: Ηχοπέτασμα παράπλευρα της οδού (Πηγή: armos-prokat.gr).....	24
Σχήμα 2.10: Προστασία ενδιαιτημάτων (Πηγή: yrodomes.com)	24
Σχήμα 2.11: Εξοπλισμός Σήραγγας (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)...	25
Σχήμα 3.1: Κέντρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας στο Τορόντο, 1952 (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας).....	27
Σχήμα 3.2: Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας στο Λος Άντζελες (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας).....	27
Σχήμα 3.3: Κάτοψη ενός τυπικού ΚΔΚ (Πηγή: FHWA, 2003)	29
Σχήμα 3.4: Κάτοψη ενός τυπικού ΚΔΚ (Πηγή: FHWA, 2003)	30
Σχήμα 3.5: Θεμελιώδης σχέση μεταξύ κυκλοφοριακής ροής και ταχύτητας (Πηγή: Φραντζεσκάκης κ.ά., 2009)	31
Σχήμα 3.6: Αύξηση των ωρών κυκλοφοριακής συμφόρησης ανάλογα με τον πληθυσμό και τη χρονολογία (Πηγή: Federal Highway Administration, 2005)	31
Σχήμα 3.7: Αύξηση των ωρών αιχμής ανάλογα με το πληθυσμό (Πηγή: Federal Highway Administration, 2005)	32
Σχήμα 3.8: Παράδειγμα ωριαίας διακύμανσης φόρτου και ταχύτητας (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας).....	33
Σχήμα 3.9: Παραδείγματα εμφάνισης “bottleneck” (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)	34

Σχήμα 3.10: Εντοπισμός συμφόρησης από loop detector (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας).....	34
Σχήμα 3.11: Περιοδική συμφόρηση (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)..	35
Σχήμα 3.12: Μη περιοδική συμφόρηση (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)	36
Σχήμα 3.13: Πρόγραμμα τιμολόγησης για HOT lanes στο Σαν Ντιέγκο, Καλιφόρνια. (Πηγή: FHWA, Congestion Pricing: a primer, 2006)	38
Σχήμα 3.14: Πολιτική τιμολόγησης σε αυτοκινητόδρομο (Πηγή: Washington, Department of Transportation).....	38
Σχήμα 3.15: Έλεγχος ταχυτήτων (Πηγή: FHWA, 2007)	40
Σχήμα 3.16: Έλεγχος ταχυτήτων στη Φρανκφούρτη (Πηγή: Alexander Pilz, 2006)	41
Σχήμα 3.17: Διαχείριση λωρίδων στις ΗΠΑ (Πηγή: FHWA, 2003)	42
Σχήμα 3.18: Χωριστή λωρίδα για βαρέα οχήματα (Πηγή: FHWA, 2003)	43
Σχήμα 3.19: Φωτεινές πινακίδες χρήση/αποκλεισμού λωρίδων (Πηγή: archive.slttrib.com).....	43
Σχήμα 3.20: Βοηθητική λωρίδα για βαρέα οχήματα σε ανωφέρειες (climbing lane).	44
Σχήμα 3.21: Λωρίδες αντίθετης ροής (Πηγή: FHWA, 2003).....	44
Σχήμα 3.22: Δυναμική χρήση λωρίδας (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)	45
Σχήμα 3.23: Σχέση μεταξύ μιλίων λωρίδων HOV και ποσοστού ατόμων που χρησιμοποιούν carpooling (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)	47
Σχήμα 3.24: Διαχωρισμένες λωρίδες για οχήματα υψηλής πληρότητας (Πηγή: FHWA, 2003)	47
Σχήμα 3.25: Λωρίδα για οχήματα υψηλής πλήρωσης αντίθετης ροής. (Πηγή: FHWA, 2006).....	48
Σχήμα 3.26: Μη διαχωρισμένες λωρίδες για οχήματα υψηλής πλήρωσης. (Πηγή: FHWA, 2003)	48
Σχήμα 3.27: HOT lanes σε αυτοκινητόδρομο των ΗΠΑ (Πηγή: usatoday.com).....	49
Σχήμα 3.28: Παράδειγμα διαχείρισης πρόσβασης (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)	50
Σχήμα 3.29: Αποτελέσματα της διαχείρισης πρόσβασεων επί της “Lemon Grove Avenue” (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)	51

Σχήμα 3.30: Ποσοστό χρηστών κινητών τηλεφώνων στις ΗΠΑ (Πηγή: eMarketer)	52
Σχήμα 3.31: Επεξεργασία εικόνας με τη χρήση βίντεο (Πηγή: Trafficvision.com)..	54
Σχήμα 3.32: Χρήση ραντάρ και αισθητήρων για τον έλεγχο της κυκλοφορίας (Πηγή: mdpi.com).....	55
Σχήμα 3.33: Πινακίδα ενημέρωσης οδηγών σχετικά με τον χρόνο ταξιδιού, Ινδιάνα, ΗΠΑ (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)	56
Σχήμα 3.34: Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων για ενημέρωση των οδηγών σχετικά με συμφόρηση, συμβάντα και οδικές εργασίες (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)	56
Σχήμα 3.35: Σύστημα ηλεκτρονικής πληρωμής μέσω αυτόματης αναγνώρισης οχημάτων (Πηγή: rshreffler.wordpress.com)	57
Σχήμα 3.36: Σύστημα ηλεκτρονικής πληρωμής διοδίων “E-ZPass” (Πηγή: FHWA, 2003).....	57
Σχήμα 3.37: Τυπικός εξοπλισμός οδού και εφαρμογές ITS σε οδό ταχείας κυκλοφορίας, Μπέρμινγχαμ, Ηνωμένο Βασίλειο.....	58
Σχήμα 3.38: Πρόοδος της εφαρμογής συστημάτων ITS το διάστημα 1997-2010 στις ΗΠΑ (Πηγή: Deployment of ITS: A Summary of the 2010 National Survey Results, 2011).....	59
Σχήμα 4.1: Οχήματα και προσωπικό διαχείρισης συμβάντων (Πηγή: statesmanjournal.com).....	61
Σχήμα 4.2: Χρόνοι ανταπόκρισης στην Αττική Οδό το 2008 (Πηγή: Κοπελιάς, Παπαδητρίου& Σκαμπαρδώνης, 2010)	62
Σχήμα 4.3: Χρονική εξέλιξη συμβάντος με επίδραση στη κυκλοφορία (Πηγή: Σπηλιώτης, 2018).....	62
Σχήμα 4.4: Κάμερες και επαγωγικοί βρόγχοι ανίχνευσης συμβάντων (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας).....	63
Σχήμα 4.5: Τηλέφωνα εκτάκτου ανάγκης σε περίπτωση συμβάντος (Πηγή: sabreroads.org.uk).....	64
Σχήμα 4.6: Όχημα ανταπόκρισης σε οδικό συμβάν (Πηγή: Federal Highway Administration Service Patrol Handbook, 2008).....	65
Σχήμα 4.7: Χρήση πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων για την ενημέρωση των οδηγών (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)	68
Σχήμα 4.8: Φορτηγό ανάκτησης οχημάτων (Πηγή: hiveminer.com)	69

Σχήμα 4.9: Γερανός βαρέου τύπου (Πηγή: buddyswrecker.com)	69
Σχήμα 4.10: Αστυνομικά οχήματα με ειδικά διαμορφωμένο προφυλακτήρα για τη διένεξη οδού (pushbumpers), (Πηγή: streetblogUSA.org).....	70
Σχήμα 4.11: Χρήση της τοπογραφικής μεθόδου της φωτογραμμετρίας για τον εντοπισμό περιστατικών (Πηγή: az360.gr).....	70
Σχήμα 4.12: Οι κάμερες κλειστού κυκλώματος παρακολούθησης, οι υπηρεσίες περιπολίας ύστερα από κλήση και αναφορές μέσω κινητών τηλεφώνων είναι ευρέως διαδεδομένα μέσα που συμβάλλουν στη μείωση των χρόνων ανίχνευσης ατυχημάτων σε αυτοκινητοδρόμους. (Πηγή: National Traffic Incident Management Coalition, 2010).....	74
Σχήμα 4.13: Δίκτυο Ελληνικών αυτοκινητοδρόμων, 2017 (Πηγή: Hellastron.com) 75	
Σχήμα 4.14: Ποσοστιαία κατανομή των συμβάντων, 2017 (Πηγή: Aegean_Motorway_CSR_2017).....	81
Σχήμα 4.15: Ποσοστιαία κατανομή των πηγών ανίχνευσης συμβάντων, 2017 (Πηγή: Aegean_Motorway_CSR_2017).....	81
Σχήμα 4.16: Μέσος χρόνος ανταπόκρισης Κεντρικής Οδού σε λεπτά ανά τύπο συμβάντος. Με πράσινο αντιστοιχούν οι τιμές για το 2017, με σκούρο μπλε για το 2016 και με γαλάζιο για το 2015. (Πηγή: kentrikiodos.gr)	83
Σχήμα 4.17: Μέσος χρόνος ανταπόκρισης ανά φορέα συνδρομής σε λεπτά. Με πράσινο αντιστοιχούν οι τιμές για το 2017, με σκούρο μπλε για το 2016 και με γαλάζιο για το 2015. (Πηγή: kentrikiodos.gr)	83
Σχήμα 4.18: Μέσος χρόνος ανταπόκρισης Νέας Οδού σε λεπτά ανά τύπο συμβάντος. Με πράσινο αντιστοιχούν οι τιμές για το 2017, με σκούρο μπλε για το 2016 και με γαλάζιο για το 2015. (Πηγή: neaodos.gr).....	85
Σχήμα 4.19: Μέσος χρόνος ανταπόκρισης ανά φορέα συνδρομής σε λεπτά. Με πράσινο αντιστοιχούν οι τιμές για το 2017, με σκούρο μπλε για το 2016 και με γαλάζιο για το 2015. (Πηγή: neaodos.gr).....	86
Σχήμα 4.20: Υπολογισμός καθυστερήσεων λόγω συμβάντων σε συνθήκες «με» και «χωρίς» συμφόρηση (Πηγή: Κοπελιάς, Σκαμπαρδώνης, Παπαδημητρίου &Χρυσικάκης)	87

1. Εισαγωγή

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη, η βιβλιογραφική ανασκόπηση και παρουσίαση δεδομένων και πληροφοριών που αφορούν τη διαχείριση και λειτουργία της οδικής υποδομής. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη διαχείριση της συμφόρησης (congestion management) και στη διαχείριση συμβάντων (incident management).

Η δομή της εργασίας είναι η εξής:

Στο 2^ο κεφάλαιο με τίτλο «Διαχείριση οδικής υποδομής», γίνεται εισαγωγή στη σημασία της οδικής υποδομής, αναλύεται ο οικονομικός σχεδιασμός της διαχείρισης της οδικής υποδομής και τέλος παρουσιάζονται κάποια στοιχεία σχετικά με τον εξοπλισμό της οδικής υποδομής και από τι αποτελείται.

Στο 3^ο κεφάλαιο με τίτλο «Λειτουργία οδικής υποδομής», αρχικά αναλύεται η έννοια της διαχείρισης της κυκλοφορίας καθώς και ο ρόλος των κέντρων διαχείρισης της κυκλοφορίας. Στη συνέχεια, στο μεγαλύτερο τμήμα του 3^{ου} κεφαλαίου γίνεται διεξοδική ανάλυση της έννοιας της διαχείρισης της συμφόρησης (congestion management), καθώς και των τρόπων μέσω των οποίων αυτό το πρόβλημα εξαλείφεται. Συγκεκριμένα αναλύονται σε υποενότητες η έννοια του “Active Traffic Management” και η χρήση των ευφυών συστημάτων μεταφορών (ITS) για τη διαχείριση της κυκλοφορίας.

Στο 4^ο κεφάλαιο με τίτλο «Διαχείριση συμβάντων» (incident management), αναλύεται η έννοια της διαχείρισης οδικών συμβάντων. Παρουσιάζονται τα βήματα στα οποία πραγματοποιείται η διαχείριση των συμβάντων (ανίχνευση, επαλήθευση, πληροφόρηση χρηστών, ανταπόκριση, εκκαθάριση, αποκατάσταση και διαχείριση περιοχών). Επίσης, γίνεται αναφορά στους φορείς που συμμετέχουν στη διαχείριση των συμβάντων και στα οφέλη που προκύπτουν από τη διαχείρισή τους. Παράλληλα, παρουσιάζονται κάποια στοιχεία όσον αφορά τη διαχείριση συμβάντων στους Ελληνικούς αυτοκινητοδρόμους (Αττική Οδός, Αυτοκινητόδρομος Αιγαίου, Κεντρική Οδός, Νέα Οδός). Τέλος, παρουσιάζονται μέθοδοι αξιολόγησης προγραμμάτων διαχείρισης συμβάντων.

2. Διαχείριση οδικής υποδομής

2.1 Εισαγωγή - Σημασία της διαχείρισης της οδικής υποδομής

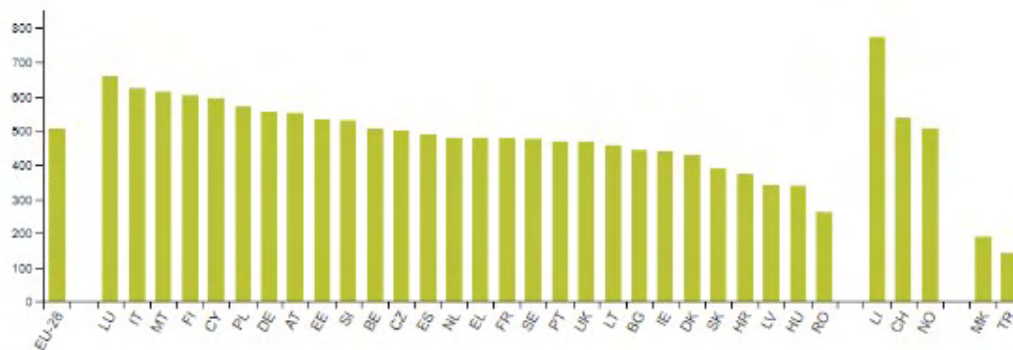
«Ως Διαχείριση της Οδικής Υποδομής ορίζεται η συστηματική διαδικασία λειτουργίας, συντήρησης και αναβάθμισης της υποδομής με αποτελεσματικό οικονομικά τρόπο. Συνδυάζει την τεχνική θεώρηση των μηχανικών και την μαθηματική ανάλυση με την πρακτική της αγοράς και την οικονομική θεωρία. Η συνολική ιδέα επεκτείνεται πέρα από την καθιερωμένη αντίληψη για τη διαχείριση των υποδομών και περιλαμβάνει συνιστώσες όπως η συλλογή δεδομένων, η αξιολόγηση και η στρατηγική της ανάπτυξης. Απαιτεί επίσης ολοκληρωμένη θεώρηση και συνυπολογισμό των συνιστωσών ώστε οι αποφάσεις να κατατείνουν στην μεγιστοποίηση των ωφελειών αφενός για τους φορείς των μεταφορών και αφετέρου για τους χρήστες μέσα από τον σαφή καθορισμό ρεαλιστικών στόχων οι οποίοι επιτυγχάνονται με αξιοποίηση όλων των διαθέσιμων πόρων.» (Organization for European Cooperation and Development, 1999)



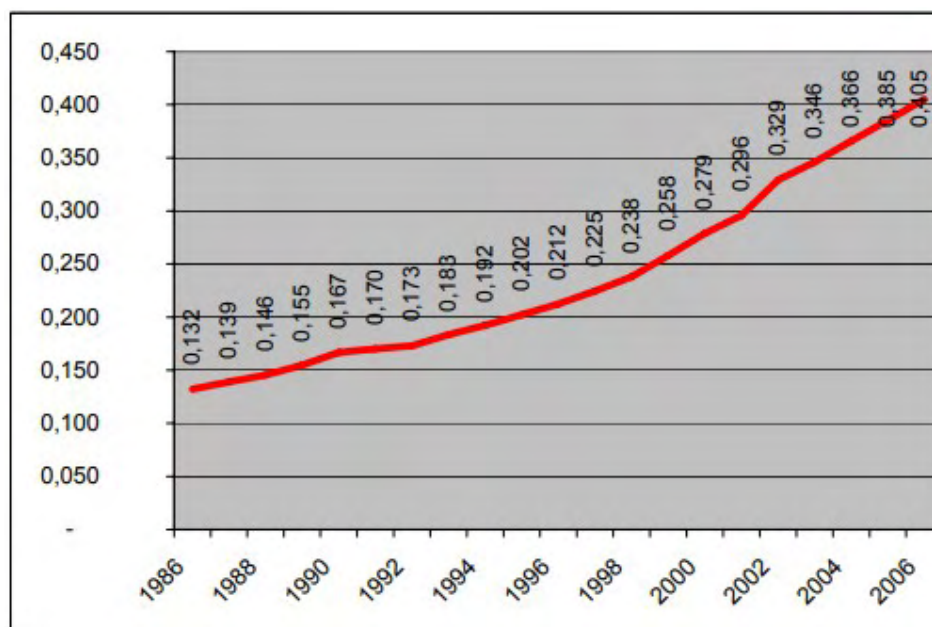
Σχήμα 2.1: Στόχοι της διαχείρισης οδικής υποδομής (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

Η διαχείριση των οδικών αρτηριών συντελείται μέσω της εφαρμογής πολιτικών, στρατηγικών και τεχνολογιών που αποσκοπούν στη βελτίωση της απόδοσης της οδικής υποδομής. Μία ολοκληρωμένη προσέγγιση της διαχείρισης της οδικής υποδομής περιλαμβάνει προγράμματα που διέπουν τη λειτουργία και τη συντήρηση της. Μεταξύ αυτών, περιλαμβάνονται προγράμματα διαχείρισης συμβάντων, λειτουργίες μετάδοσης πληροφοριών και ενημέρωσης, μέθοδοι επιτήρησης και αστυνόμευσης, συστήματα ελέγχου προσβάσεων (εισόδου/εξόδου) στον αυτοκινητόδρομο, διαχείριση κρίσεων και καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης, διαχείριση των λωρίδων κυκλοφορίας, συστήματα διαχείρισης οδοστρωμάτων, επιθεωρήσεις, προληπτική συντήρηση και λειτουργικός έλεγχος οδικής ασφάλειας.

Η σημασία της διαχείρισης της οδικής υποδομής τονίζεται από πολλούς παράγοντες. Πρώτον, σε σχέση με προηγούμενες δεκαετίες, έχει αυξηθεί η κυκλοφορία οχημάτων και επομένως και ο δείκτης ιδιοκτησίας. Σύμφωνα με την Eurostat, για το 2016 στην Ελλάδα αντιστοιχούν 479,0 I.X. ανά 1000 κατοίκους (Σχήμα 2.2). Παράλληλα, σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ, το 2006 ο δείκτης ιδιοκτησίας ισούταν με 0,405 (Σχήμα 2.3), ενώ κατά τη τελευταία απογραφή πληθυσμού το 2011 παρατηρήθηκε ότι το 30% των νοικοκυριών δεν έχουν στη κατοχή τους αυτοκίνητο (Πίνακας 2.1).



Σχήμα 2.2: Αριθμός I.X. ανά 1000 κατοίκους (Πηγή: Eurostat 2016)



Σχήμα 2.3: Δείκτης ιδιοκτησίας I.X. πανελλαδικά 1986-2006 (Πηγή: Αρβανιτοζήση, 2007)

Πίνακας 2.1: Νοικοκυριά κατά αριθμό αυτοκινήτων που έχουν στη διάθεση τους (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2011)

Περιγραφή	Σύνολο νοικοκυριών	Νοικοκυριά κατά αριθμό αυτοκινήτων				
		0	1	2	3	4+
Σύνολο χώρας	4.134.540	1.255.683	1.881.231	839.035	130.941	27.650

Κατά δεύτερον, ο κορεσμός των οδικών δικτύων επιτάσσει την υιοθέτηση μιας οργανωμένης αντίληψης σχετικά με την διαχείριση της οδικής υποδομής. Ως κυκλοφοριακή συμφόρηση ορίζεται η κατάσταση κατά την οποία η ζήτηση για μετακινήσεις είναι μεγαλύτερη από τη διαθέσιμη χωρητικότητα.

Οι σοβαρότερες επιπτώσεις της κυκλοφοριακής συμφόρησης χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: στις οικονομικές και τις περιβαλλοντικές. Η μείωση του χρόνου ταξιδιού έχει μεγάλη σημασία για τον μετακινούμενο, αλλά και σε μακροσκοπικό επίπεδο για την εθνική οικονομία γιατί η βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας, η αύξηση του Α.Ε.Π. και η δυνατότητα ενασχόλησης των πολιτών με πολλές δραστηριότητες μέσα στο 24-ώρο συνδέονται άρρικτα με την ελάττωση των καθυστερήσεων. (Μουρατίδης, 2008)

Όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, με τη μείωση της συμφόρησης επιτυγχάνεται μείωση ρύπων όπως το διοξείδιο του άνθρακα που επιδεινώνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου καθώς και άλλων ουσιών όπως το διοξείδιο του αζώτου ή τα αιωρούμενα σωματίδια (π.χ. pm 10) τα οποία είναι τοξικά και βλάπτουν την ανθρώπινη υγεία. Άρα η αποτελεσματική διαχείριση της οδικής υποδομής με σκοπό τη μείωση της συμφόρησης έχει άμεσα θετικά αποτελέσματα στο βιωτικό επίπεδο των πολιτών. (Federal Highway Administration, 2003)

Στον Πίνακα 2.2, παρουσιάζονται τα οφέλη που προκύπτουν από τη διαχείριση της οδικής υποδομής, στους χρόνους μετακίνησης, στις ταχύτητες, στη χωρητικότητα των οδών, στα ατυχήματα, στη κατανάλωση καυσίμων και στις εκπομπές.

Πίνακας 2.2: Επίδραση της διαχείρισης οδικής υποδομής σε 6 παράγοντες (Πηγή: Federal Highway Administration, 2003)

Μέτρο	Όφελος
Χρόνος μετακίνησης	Μείωση 20% - 48%
Ταχύτητες	Αύξηση 16% - 62%
Χωρητικότητα οδικών αρτηριών	Αύξηση 17% - 25%
Ατυχήματα	Μείωση 15% - 50%
Κατανάλωση καυσίμων	Μείωση 41% στις περιοχές με συμφόρηση
Εκπομπές	Μείωση εκπομπών HC κατά 1400 τόνους ετησίως Μείωση εκπομπών Nox κατά 1200 τόνους ετησίως

Ένα βασικό εργαλείο για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών αποτελεί η ανάπτυξη και η εφαρμογή της ψηφιακής τεχνολογίας. Μέσα στη δεκαετία του '80 και έπειτα η τεχνολογία αναπτύχθηκε ραγδαία και μπήκε πλέον και στο τομέα των μεταφορών. Γενικότερα, οι τεχνολογικές πρωτοπορίες που εφαρμόζονται στο τομέα των μεταφορών είναι η ανάπτυξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών με εφαρμογές στις μεταφορές, τα Intelligent Transportation Systems (ITS), τα αυτόνομα οχήματα και η χρήση των smartphones. Τα «smartphones», που αποτελούν μία μορφή αυτής της τεχνολογίας, βοηθούν στην πιο άμεση πληροφόρηση του κόσμου. Τα «connected autonomous vehicles» μπορούν να πραγματοποιήσουν οδήγηση με μερική αυτονομία (δηλαδή με μικρή παρέμβαση του χρήστη) ή με πλήρη αυτονομία και καμία παρέμβαση του οδηγού. Τα ευφυή συστήματα μεταφορών (ITS) αποτελούν ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών που χρησιμοποιούν τεχνολογία πληροφοριών και τηλεπικοινωνιών που μπορεί να βελτιώσουν την κινητικότητα. Τα ITS αποτελούν βασικό κλάδο της λειτουργίας του οδικού δικτύου, και ποικίλλουν από χώρα σε χώρα ανάλογα με τα επίπεδα απορρόφησης των τεχνολογιών τους.

2.2 Οικονομικός σχεδιασμός της διαχείρισης της οδικής υποδομής

Στην χώρα μας, όπως και σε αρκετές χώρες της Ευρώπης η διαχείριση των αυτοκινητοδρόμων πραγματοποιείται μέσω «συμβάσεων παραχώρησης» από ιδιωτικές εταιρίες. Οι κυριότεροι φορείς διαχείρισης της λειτουργίας των αυτοκινητοδρόμων μέχρι σήμερα είναι η Αττική Οδός, η Εγνατία Οδός, η Αυτοκινητόδρομος Αιγαίου, η Κεντρική Οδός, η Νέα Οδός, η Ολυμπία Οδός, η Γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου «Χαρίλαος Τρικούπης» και η Μορέας Α.Ε.. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, η κατασκευή της οδικής υποδομής ανατίθεται σε μεγάλες κοινοπραξίες με αντάλλαγμα τη παραχώρηση διαχείρισης του έργου για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Ο έλεγχος της τήρησης των όρων της σύμβασης πραγματοποιείται από το Δημόσιο.

Επιπροσθέτως, οι αυξανόμενες ανάγκες σε νέες υποδομές δημιουργούν και την ανάγκη νέων χρηματοδοτικών πόρων. Οι οικονομικές αρχές όσον αφορά τη

διαχείρισης της οδικής υποδομής και γενικότερα των συγκοινωνιακών έργων εφαρμόζονται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, ανάλογα με τη σκοπιμότητα και το χρονοδιάγραμμα εκτέλεσης ενός έργου λαμβάνονται οι σχετικές διοικητικές αποφάσεις. Στο δεύτερο στάδιο, υπάρχει η ανάγκη οικονομικής βελτιστοποίησης του έργου.

Το κατάλληλο πρόγραμμα διαχείρισης καθορίζεται μέσω μελετών σκοπιμότητας, ενώ το βέλτιστο οικονομικό πρόγραμμα συντηρήσεων καθορίζεται από τη σύγκριση εναλλακτικών λύσεων που ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του φορέα.

Από όλες τις δραστηριότητες που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του δικτύου αυτοκινητοδρόμων, οι δραστηριότητες προγραμματισμού είναι ίσως οι πιο σημαντικές για τη μακροπρόθεσμη επιτυχία ενός προγράμματος διαχείρισης.

Η διαδικασία λήψης αποφάσεων στον τομέα των μεταφορών ξεκινάει πολύ πριν υλοποιηθεί η υποδομή, το διάστημα αυτό μπορεί να φτάσει και τα 20 χρόνια πριν την προγραμματισμένη κατασκευή. Υπάρχει συχνά μια μεγάλη χρονική περίοδος μεταξύ του προγραμματισμού και της υλοποίησης των έργων και επομένως η λήψη αποφάσεων περνά από αρκετά "επίπεδα". Σε κάθε επίπεδο, οι αποφάσεις λαμβάνονται με τη συμβολή αρκετών τοπικών, κρατικών και περιφερειακών φορέων. (Federal Highway Administration, 2003)

Επίπεδο 1 - Στρατηγικός σχεδιασμός μεγάλου ορίζοντα και λήψη επενδυτικών αποφάσεων

Το επίπεδο 1 περιλαμβάνει μακροπρόθεσμο σχεδιασμό και λήψη αποφάσεων που καθοδηγούν τη συνολική ανάπτυξη. Οι δραστηριότητες σε αυτό το επίπεδο περιλαμβάνουν:

- Τοπικά προγράμματα μεταφορών,
- Στρατηγικά σχέδια του φορέα.

Επίπεδο 2 – Προγραμματικός σχεδιασμός και λήψη επενδυτικών αποφάσεων

Το επίπεδο 2 περιλαμβάνει σχετικά μακροπρόθεσμο προγραμματισμό, καθώς και βραχυπρόθεσμες λειτουργίες και διαχειριστικές εκτιμήσεις. Ιδιαίτερη σημασία όσον αφορά το επίπεδο 2 έχουν οι στρατηγικές σχεδιασμού, προγραμματισμού και συντονισμού των μεταφορών που εκτείνονται σε βάθος έως και 20 ετών. Αυτή η δομημένη διαδικασία ονομάζεται Σχέδιο Βελτίωσης Μεταφορών (ΣΒΜ).

Επίπεδο 3 – Σχεδιασμός για καθημερινές λειτουργίες

Στο συγκεκριμένο επίπεδο ανήκει τυπικά η υποδομή του δικτύου μεταφορών (π.χ. αυτοκινητόδρομοι, γέφυρες, σήραγγες, επιφανειακές οδοί, σιδηροδρομικές γραμμές, συστήματα ελέγχου / διαχείρισης της κυκλοφορίας). Στο επίπεδο αυτό

πραγματοποιείται ο σχεδιασμός πολυετών προγραμμάτων και του προϋπολογισμού που καθορίζει τις δαπάνες για χρονικό διάστημα ενός έως τριών ετών.

Επίπεδο 4 – Καθημερινές λειτουργίες

Το επίπεδο 4 περιλαμβάνει τις λειτουργίες που εκχωρούνται σε ένα Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας (ΚΔΚ). Το ΚΔΚ είναι συνήθως η καρδιά του προγράμματος διαχείρισης και λειτουργίας των οδικών αρτηριών, καθώς είναι υπεύθυνο για τις καθημερινές λειτουργίες του δικτύου μεταφορών.

2.3 Εξοπλισμός οδικής υποδομής

Η διαχείριση της οδικής υποδομής περιλαμβάνει την διαχείριση και άλλων στοιχείων εκτός του οδοστρώματος. Οι φορείς λειτουργίας καλούνται να αξιοποιήσουν και να συντηρήσουν το σύνολο του οδοστρώματος, της σήμανσης και της σηματοδότησης, των σηράγγων, των γεφυρών, του εξοπλισμού προστασίας περιβάλλοντος (π.χ. ηχοπετάσματα), του εξοπλισμού ασφαλείας (π.χ. στηθαία ασφαλείας), των φυτεύσεων και των ενδιαιτημάτων παράπλευρα των οδών, των οχημάτων του φορέα εκμετάλλευσης και της οδικής βοήθειας (γερανοί, εκχιονιστικά, οχήματα περιπολίας), των υδραυλικών εγκαταστάσεων όπως τα αποστραγγιστικά δίκτυα και τα φρεάτια ομβρίων, των δικτύων τηλεπικοινωνιών και των πεζοδρομίων.

Ξεχωριστό τμήμα της όλης διαδικασίας αποτελεί το ανθρώπινο δυναμικό. Χωρίς αυτό δε θα ήταν εφικτός στόχος η επιτυχημένη διαχείριση της οδικής υποδομής. Σε αυτό το σύνολο περιλαμβάνονται εργαζόμενοι όλων των βαθμίδων. Στο ανθρώπινο δυναμικό ανήκουν οι εργαζόμενοι στα κέντρα διαχείρισης κυκλοφορίας, οδηγοί οχημάτων του φορέα, χειριστές εξοπλισμού (π.χ. γερανών), εργαζόμενοι σε εγκαταστάσεις διόδων, εργαζόμενοι σε κρατικούς φορείς εκτάκτου ανάγκης (π.χ. αστυνομία, πυροσβεστική, ασθενοφόρα), και εργαζόμενοι συντήρησης δικτύων (αποχέτευσης, ηλεκτρισμού).



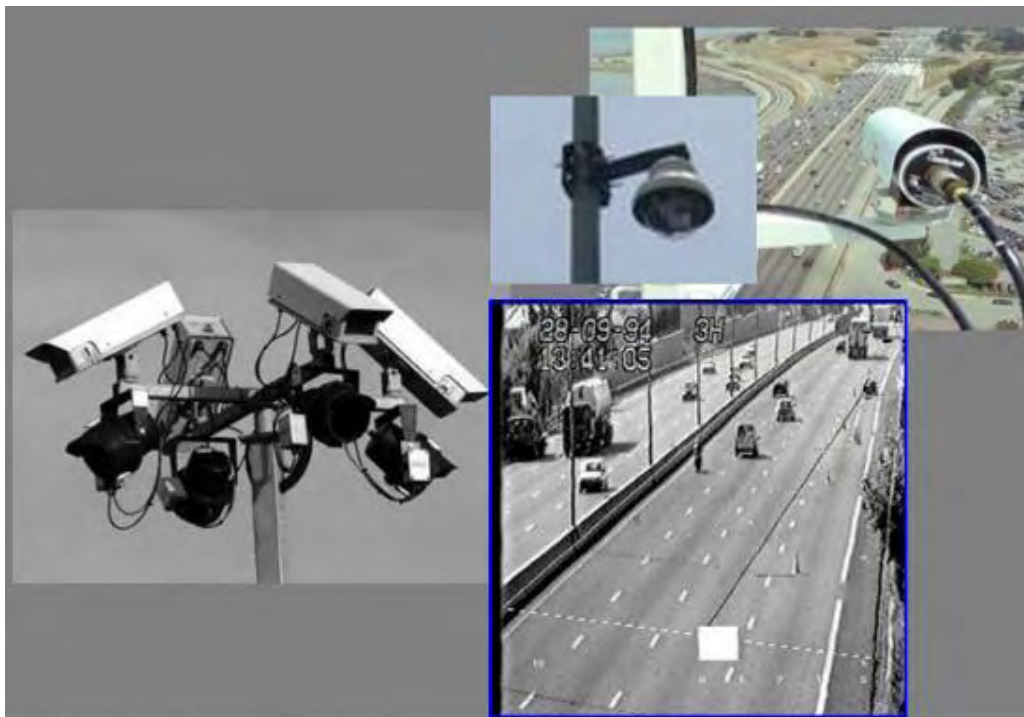
Σχήμα 2.4: Εκχιονιστικό όχημα (Πηγή: aegeanmotorway.gr)



Σχήμα 2.5: Όχημα οδικής βοήθειας (Πηγή: Insurancedaily.gr)



Σχήμα 2.6: Πινακίδα μεταβλητών μηνυμάτων (Πηγή: egnatia.eu)



Σχήμα 2.7: Κάμερες κλειστού κυκλώματος για τον έλεγχο της κυκλοφορίας και την ανίχνευση συμβάντων (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)



Σχήμα 2.8: Κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας (Πηγή: aktor.gr)



Σχήμα 2.9: Ηχοπέτασμα παράπλευρα της οδού (Πηγή: armos-prokat.gr)



Σχήμα 2.10: Προστασία ενδιατημάτων (Πηγή: ypodomes.com)

Στο σχήμα 2.11, απεικονίζεται ο τυπικός εξοπλισμός που διαθέτουν οι σήραγγες. Σε αυτόν περιλαμβάνονται τηλεφωνικοί θάλαμοι εκτάκτου ανάγκης, πυροσβεστικός

εξοπλισμός, πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων, πινακίδες με φωτεινή ένδειξη πρόσβασης / αποκλεισμού λωρίδας, συστήματα εξαερισμού, έξοδοι κινδύνου και σε ορισμένες περιπτώσεις μεγάφωνα για την ενημέρωση των οδηγών.



Σχήμα 2.11: Εξοπλισμός Σήραγγας (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

3. Λειτουργία Οδικής Υποδομής

Η λειτουργία της οδικής υποδομής περιλαμβάνει όλες εκείνες τις μεθόδους που έχουν αναπτυχθεί από τους φορείς λειτουργίας του οδικού δικτύου προκειμένου να παρέχουν μεταφορές υψηλού επιπέδου στους χρήστες των οδών.

Οι κύριοι τομείς της διαχείρισης της οδικής υποδομής είναι οι εξής: η ανίχνευση και διαχείριση συμβάντων κυκλοφορίας (incident management), η παρακολούθηση της κυκλοφορίας, η πληροφόρηση και η ενημέρωση των μετακινούμενων μέσω ITS (πριν ή κατά τη διάρκεια του ταξιδιού) και η «ενεργητική διαχείριση της κυκλοφορίας» (active traffic management).

3.1 Γενικά

Ως διαχείριση της κυκλοφορίας ορίζεται το σύνολο των μέτρων που συμβάλλουν στη διατήρηση της κυκλοφοριακής ικανότητας και τη βελτίωση της ασφάλειας και της αξιοπιστίας του συστήματος οδικών μεταφορών. (World Road Association, 2016)

Τα συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Στη πρώτη κατηγορία ανήκουν μέτρα ελέγχου της κυκλοφορίας σε τοπικό επίπεδο, (π.χ. εγκατάσταση ITS κατά μήκος μιας οδού), ενώ στη δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνονται μέτρα διαχείρισης της κυκλοφορίας σε ευρεία κλίμακα (π.χ. σε εθνικό επίπεδο). Το δεύτερο επίπεδο σχεδιασμού ονομάζεται στρατηγική διαχείριση κυκλοφορίας.

Τα σημαντικότερο ίσως στοιχείο επιρροής της διαχείρισης της κυκλοφορίας είναι η συμφόρηση. Η κυκλοφοριακή συμφόρηση μπορεί να οφείλεται σε συμβάντα, ατυχήματα ή τις καιρικές συνθήκες.

3.2 Κέντρα διαχείρισης της κυκλοφορίας

3.2.1 Γενικά

Η διαχείριση των οδικών αρτηριών και συνήθως των αυτοκινητοδρόμων πραγματοποιείται μέσω ενός συνδυασμού ανθρώπινων και τεχνικών στοιχείων (π.χ. ITS). Αυτά τα δύο στοιχεία συναποτελούν το κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας (ΚΔΚ). Το κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας είναι το κέντρο των περισσότερων συστημάτων διαχείρισης και λειτουργίας της οδού.

Ως κέντρο διαχείρισης της κυκλοφορίας (ΚΔΚ) ορίζεται η «κεντρική υποδομή» που ελέγχει, παρακολουθεί και διαχειρίζεται την λειτουργία ενός οδικού δικτύου, συμπεριλαμβανομένων των γεφυρών, των σηράγγων και άλλων δομών που βρίσκονται στην περιοχή διαχείρισης του εκάστοτε κέντρου. (Federal Highway Administration, 2003)

Για την εκπλήρωση αυτών των καθηκόντων, το ΚΔΚ παρέχει στους οδηγούς πληροφορίες σχετικές με το ταξίδι, πραγματοποιεί τις απαραίτητες επεμβάσεις συντήρησης και συντονίζει τις δραστηριότητες απόκρισης. Τα ΚΔΚ αποτελούν αναπόσπαστο στοιχείο των συστημάτων διαχείρισης μεταφορών χρησιμοποιώντας εξοπλισμός πεδίου (κάμερες, πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων, ηλεκτρονικές συσκευές αναγνώρισης διοδίων κλπ.), οι πολιτικές και οι διαδικασίες αντιμετώπισης διαφόρων γεγονότων που σχετίζονται με το οδικό δίκτυο.



Σχήμα 3.1: Κέντρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας στο Τορόντο, 1952 (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)



Σχήμα 3.2: Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας στο Λος Άντζελες (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

3.2.2 Λειτουργίες και οφέλη των Κέντρων Διαχείρισης Κυκλοφορίας

Οι βασικές δραστηριότητες που πραγματοποιούνται σε ένα ΚΔΚ είναι οι εξής:

- Παρακολούθηση: Μία από τις πιο συνηθισμένες δραστηριότητες που πραγματοποιούνται σε ένα ΚΔΚ είναι η παρακολούθηση των υποδομών. Η

παρακολούθηση είναι συνήθως οπτική και μπορεί επίσης να είναι ηχητική. Για την πραγματοποίηση αυτής της λειτουργίας χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Οι χειριστές χρησιμοποιούν στοιχεία όπως βίντεο και πληροφορίες μέσω ραδιοφώνου.

- Διαχείριση συμβάντων: Η διαχείριση των συμβάντων περιλαμβάνει δραστηριότητες όπως επαλήθευση και διαχείριση περιστατικών, συντονισμό με υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, ενεργοποίηση σημάτων λωρίδας.
- Παροχή Υπηρεσιών στους αυτοκινητιστές: Μεταξύ των υπηρεσιών που παρέχει ένα ΚΔΚ περιλαμβάνονται συστήματα ενημέρωσης ταξιδιωτών και περιπολίες με σκοπό την εξυπηρέτηση των οδηγών.
- Υποστήριξη: Οι δραστηριότητες πρόσληψης, διαχείρισης, εκπαίδευσης και αλληλεπίδρασης, καθώς και η γενική συντήρηση και βελτίωση ενός ΚΔΚ είναι απαραίτητες για τη λειτουργία. (Federal Highway Administration, 2003)

Τα οφέλη από τη λειτουργία ΚΔΚ είναι τα εξής:

- το κόστος συντήρησης μπορεί να μειωθεί επειδή αποφεύγεται η αποστολή προσωπικού συντήρησης έως ότου επιβεβαιωθεί το πρόβλημα από το ΚΔΚ,
- η αλληλεπίδραση και η συνεργασία μεταξύ διαφόρων κλάδων ενός οργανισμού μπορεί να ενισχυθεί σημαντικά. Για παράδειγμα, σε επιχειρήσεις απομάκρυνσης χιονιού και πάγου, οι διαχειριστές του ΚΔΚ συνεργάζονται με το προσωπικό συντήρησης ενημερώνοντάς τους για τις καιρικές συνθήκες και τις συνθήκες του οδοστρώματος,
- αυξάνεται η αποδοτικότητα των επενδυμένων στις μεταφορές πόρων λόγω της στενής συνεργασίας των οργανισμών,
- τα συστήματα διαχείρισης αυτοκινητοδρόμων συγκεντρώνουν μεγάλους όγκους κυκλοφοριακών δεδομένων που είναι χρήσιμοι για τους φορείς εκμετάλλευσης. (Federal Highway Administration, 2003)

3.2.3 Σχεδιασμός ενός κέντρου διαχείρισης κυκλοφορίας

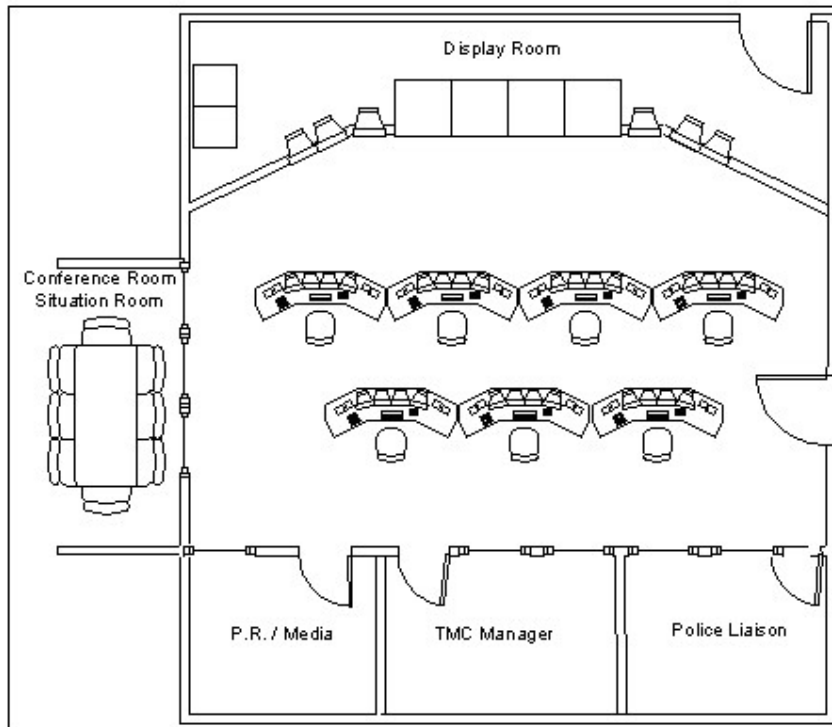
Το φυσικό περιβάλλον ενός ΚΔΚ αποτελείται από σχεδιαστικά στοιχεία (ανθρώπινα και τεχνικά) που επιτρέπουν στο σύστημα να λειτουργεί αποτελεσματικά. Τα παρακάτω αποτελούν ορισμένα φυσικά στοιχεία που πρέπει να εξετάσουν οι σχεδιαστές:

- θέρμανση, εξαερισμός και κλιματισμός,
- πρωτογενής και συμπληρωματικός φωτισμός,
- θόρυβος περιβάλλοντος και εσωτερικές ακουστικές λειτουργίες που επιτρέπουν στους διαχειριστές να επικοινωνούν,
- σχεδιασμός του χώρου εργασίας.

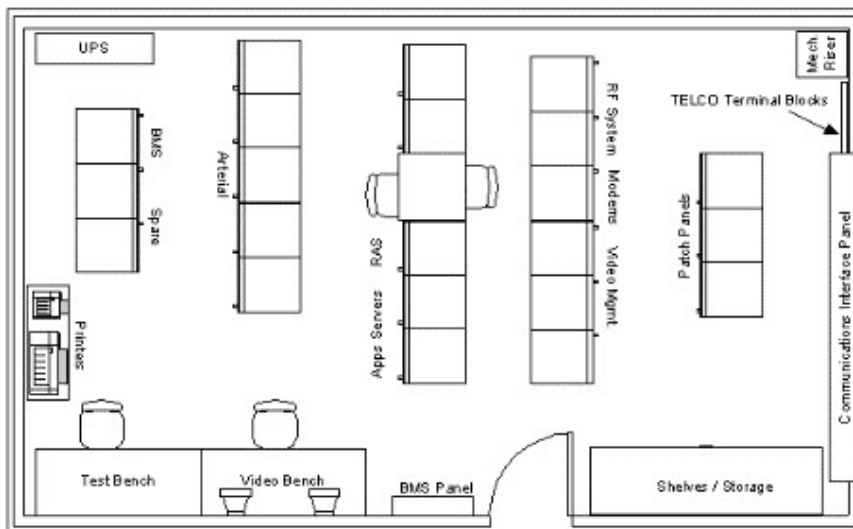
Ένα τυπικό ΚΔΚ έχει τους ακόλουθους χώρους εργασίας μέσα στο κτίριο:

- αίθουσα λειτουργίας και συντονισμού,

- αίθουσα τηλεπικοινωνιών,
- χώρο υποδοχής,
- χώρο προβολής για το κοινό,
- αίθουσα συνεδριάσεων,
- γραφεία υποστήριξης,
- αίθουσα διαλείμματος,
- αίθουσα για μέσα ενημέρωσης.(Federal Highway Administration, 2003)



Σχήμα 3.3: Κάτοψη ενός τυπικού ΚΔΚ (Πηγή: FHWA, 2003)



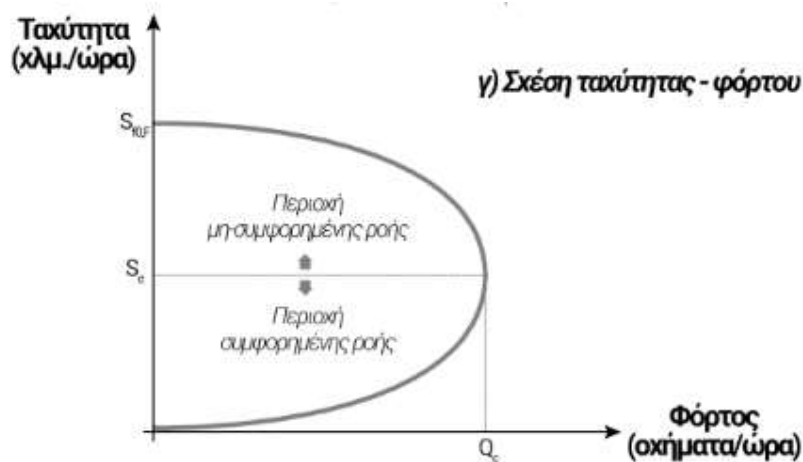
Σχήμα 3.4: Κάτοψη ενός τυπικού ΚΔΚ (Πηγή: FHWA, 2003)

3.3 Διαχείριση συμφόρησης

3.3.1 Η έννοια της συμφόρησης

Αρχικά, ως συμφόρηση ορίζεται η κατάσταση που χαρακτηρίζεται από χαμηλές ταχύτητες, μεγάλους χρόνους μετακίνησης και εμφάνιση μεγάλης συγκέντρωσης οχημάτων σε μία οδική αρτηρία. Συχνά η κυκλοφοριακή συμφόρηση συνοδεύεται με την εμφάνιση καθυστερήσεων. Ως καθυστέρηση νοείται ο επιπλέον χρόνος μετακίνησης σε σχέση με το χρόνο της ταχύτητας ελεύθερης ροής ή άλλης ταχύτητας αναφοράς. (Federal Highway Administration, 2003) Η κυκλοφοριακή συμφόρηση οφείλεται 25% σε οδικά συμβάντα, 40% σε οδικές στενώσεις (“bottlenecks”), 10% σε ύπαρξη ζωνών εργασίας επί της οδού, 15% σε κακές καιρικές συνθήκες, 5% σε κακό προγραμματισμό της σηματοδότησης μίας οδού και 5% σε ειδικά γεγονότα ή κάτι άλλο. (Federal Highway Administration, 2005)

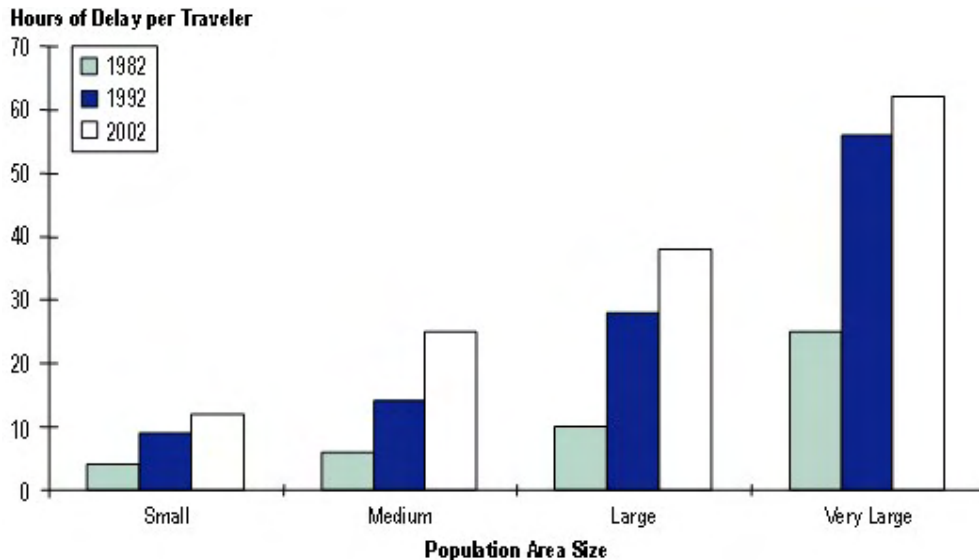
Γενικά σε συνθήκες συμφόρησης παρατηρούνται αυξημένοι χρόνοι μετακίνησης και χαμηλότερες ταχύτητες. Σύμφωνα με τις βασικές αρχές της κυκλοφοριακής τεχνικής, οι χαμηλές ταχύτητες οφείλονται στην υψηλή πυκνότητα οχημάτων που επικρατεί λόγω της αυξημένης ζήτησης διέλευσης των οχημάτων από μία συγκεκριμένη οδική αρτηρία σε μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Ο αυξημένος κυκλοφοριακός φόρτος σε συνθήκες συμφόρησης είναι περίπου ίσος με τη χωρητικότητα της οδού. Με άλλα λόγια, το επίπεδο εξυπηρέτησης της οδού είναι χαμηλό. Αμέσως μετά επικρατούν συνθήκες ελεύθερης ροής ενώ ο ρυθμός εκφόρτισης στο σημείο στένωσης είναι ίσος με τη χωρητικότητα. Η μείωση της ουράς γίνεται από μπροστά προς τα πίσω.



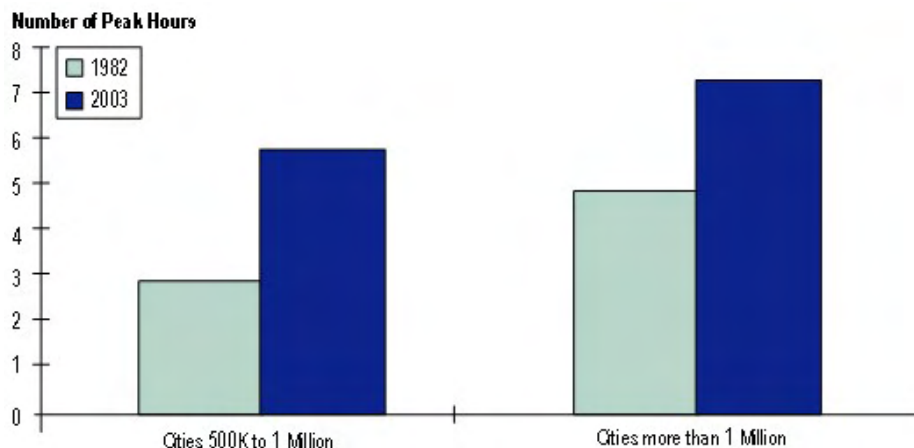
Σχήμα 3.5: Θεμελιώδης σχέση μεταξύ κυκλοφοριακής ροής και ταχύτητας (Πηγή: Φραντζεσκάκης κ.ά., 2009)

Η συμφόρηση χωρίζεται σε περιοδική και μη-περιοδική. Περιοδική χαρακτηρίζεται η συμφόρηση που εμφανίζεται τακτικά, τόσο χρονικά αλλά και χωρικά. (World Road Association, 2016)

Η επαναλαμβανόμενη συμφόρηση οφείλεται στο γεγονός ότι η ζήτηση για μετακινήσεις είναι μεγαλύτερη από την προσφερόμενη υποδομή. Η περιοδική συμφόρηση εμφανίζεται συνήθως τις πρωινές ώρες στο διάστημα 6-9 π.μ. κατά το οποίο παρατηρείται μαζική προσέλευση των εργαζομένων στους χώρους εργασίας τους καθώς και τις μεσημεριανές ώρες στο διάστημα 2-3 μ.μ. (ή 4-7 μ.μ. στις ΗΠΑ) όπου οι εργαζόμενοι επιστρέφουν στις οικείες τους. Ως προς τα χωρικά χαρακτηριστικά της επαναλαμβανόμενης συμφόρησης παρατηρείται ότι τις καθημερινές εμφανίζεται επαναλαμβανόμενη συμφόρηση σε μητροπολιτικές περιοχές και μεγάλες αστικές αρτηρίες ενώ Κυριακές και αργίες σε επαρχιακές οδούς καθώς μεγάλος αριθμός ατόμων επιζητούν την αναψυχή τους σε υπεραστικές/υπαίθριες περιοχές.



Σχήμα 3.6: Αύξηση των ωρών κυκλοφοριακής συμφόρησης ανάλογα με τον πληθυσμό και τη χρονολογία (Πηγή: Federal Highway Administration, 2005)

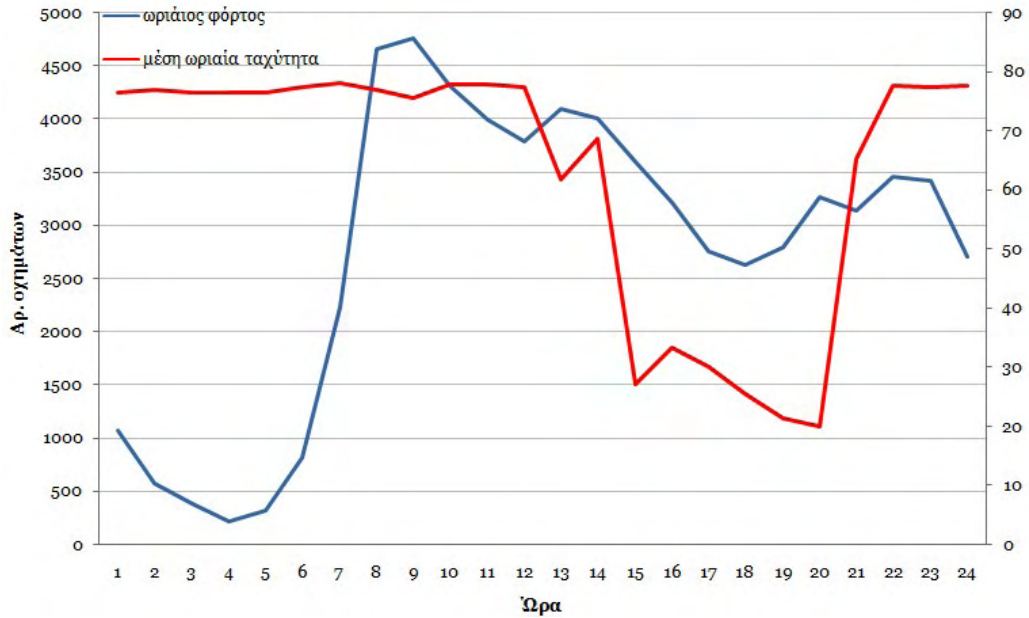


Σχήμα 3.7: Αύξηση των ωρών αιχμής ανάλογα με το πληθυσμό (Πηγή: Federal Highway Administration, 2005)

Πίνακας 3.1: Μετακινήσεις τις καθημερινές (Πηγή: Federal Highway Administration, 1995, NPTS Data Book, κεφ. 6, “Journey to Work”, table 6-17, p. 6-30)

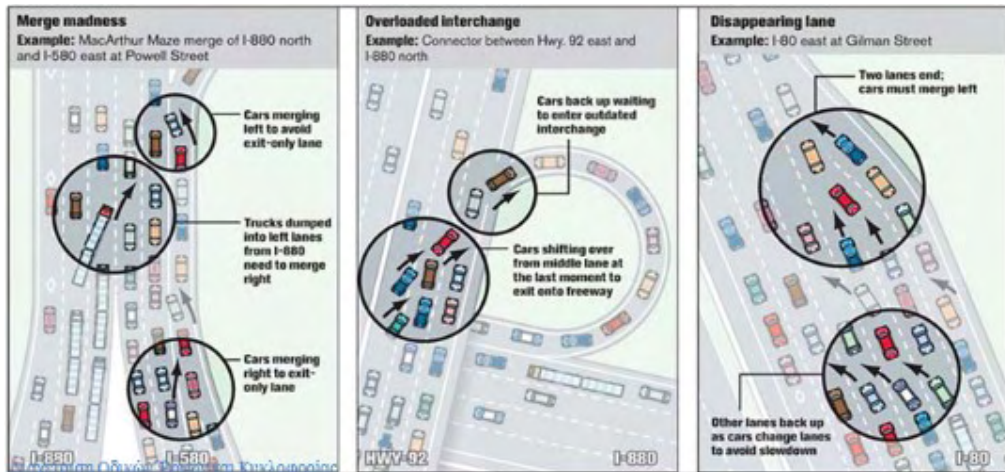
Τύπος μετακίνησης	Ποσοστό όλων των μετακινήσεων για κάθε μία από τις 2 μεγάλες περιόδους αιχμής		Ποσοστό όλων των μετακινήσεων κατά τη διάρκεια των καθημερινών				
	6-9 π.μ.	4-7 μ.μ.	6-9 π.μ.	4-7 μ.μ.	Και για τις 2 περιόδους αιχμής	Όλο το υπόλοιπο διάστημα	Σύνολο
Πρός και από τη δουλειά	45,5	49,0	7,75	11,33	19,08	26,88	45,96
Πρός τη δουλειά	37,7	3,1	6,43	0,73	7,16	6,19	13,35
Από τη δουλειά	7,8	45,9	1,32	10,60	11,92	20,69	32,61
Άλλες επαγγελματικές μετακινήσεις	3,8	1,8	0,65	0,41	1,06	2,44	3,50
Μετακινήσεις σχετικές με εργασία	49,3	50,8	8,40	11,74	20,14	29,32	49,46
Μετακινήσεις που δεν αφορούν εργασία	50,7	49,2	8,67	11,37	20,04	30,48	50,52
Όλες οι μετακινήσεις αυτό το διάστημα	100,0	100,0	17,08	23,12	40,20	59,80	100,0

Επιπλέον, σημαντικό αίτιο περιοδικής συμφόρησης αποτελεί η γεωμετρική στένωση της οδού (π.χ. κλείσιμο λωρίδων λόγω εργασίας συντήρησης). Οι οδικές γεωμετρικές στενώσεις ονομάζονται “bottlenecks” και αποτελούν αίτιο μείωσης της χωρητικότητας μιας οδού και αύξησης της ζήτησης σε περιοχές πλέξεων και συμβολής.

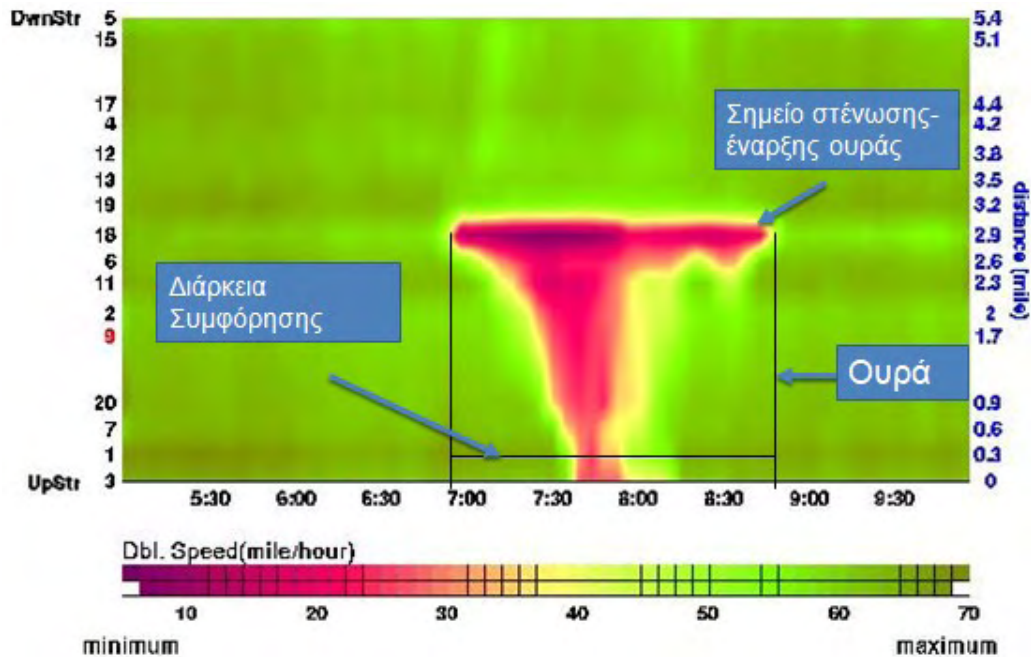


Σχήμα 3.8: Παράδειγμα ωριαίας διακύμανσης φόρτου και ταχύτητας (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

Στο σχήμα 3.8, παρατηρούμε ότι κατά τις πρωινές ώρες (8-9 π.μ.) καταγράφονται οι μέγιστες τιμές κυκλοφοριακού φόρτου με σχετική μείωση της ταχύτητας. Η μαζική μετακίνηση των πολιτών στους χώρους εργασίας τους αποτελεί μία από τις σημαντικότερες αιτίες εμφάνισης περιοδικής συμφόρησης.



Σχήμα 3.9: Παραδείγματα εμφάνισης “bottleneck” (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)



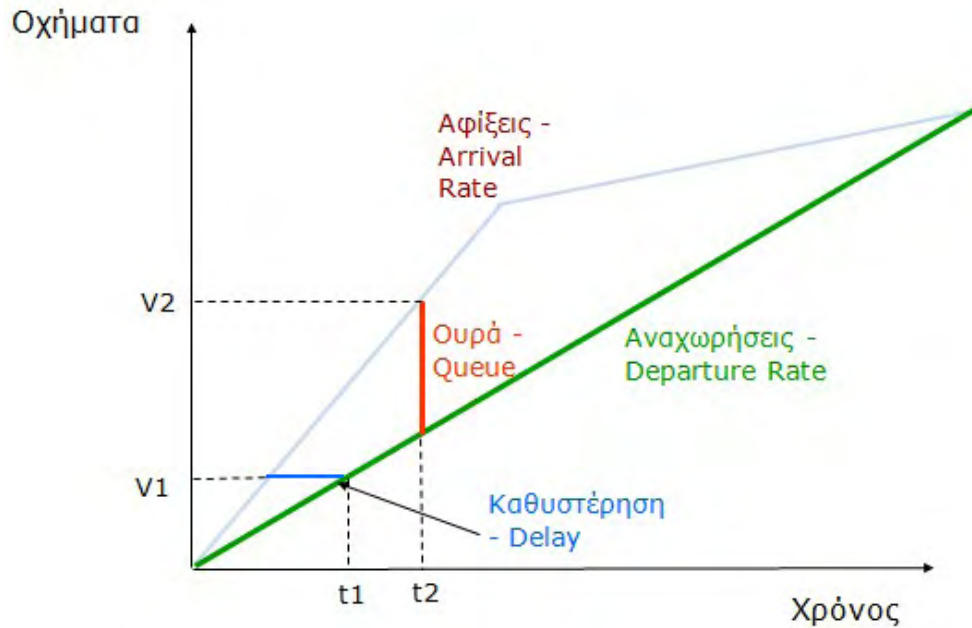
Σχήμα 3.10: Εντοπισμός συμφόρησης από loop detector (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

Ως μη περιοδική/επαναλαμβανόμενη ορίζεται η συμφόρηση που οφείλεται σε τυχαία συμβάντα, ατυχήματα, βλάβες οχημάτων, σε καιρικές συνθήκες, στη πραγματοποίηση οδικών εργασιών, σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης, κα. Δηλαδή η μη περιοδική συμφόρηση οφείλεται σε τυχαία γεγονότα τα οποία επιβραδύνουν την κυκλοφορία. Σύμφωνα με μετρήσεις παγκοσμίως, αποτελούν το 25-50% των συνολικών συμφορήσεων.(Federal Highway Administration, 2005)

Όσον αφορά την επαναλαμβανόμενη συμφόρηση, όταν σε μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή σε μία συγκεκριμένη διατομή της οδού, οι αφίξεις των οχημάτων είναι περισσότερες από τις αναχωρήσεις τότε σχηματίζεται ουρά. Ταυτόχρονα, όταν έχουμε τον ίδιο όγκο οχημάτων που φτάνουν στην οδό και που αναχωρούν, αλλά η χρονική στιγμή αναχώρησης έπεται της χρονικής στιγμής άφιξης, δημιουργείται καθυστέρηση. Στο σχήμα 3.11, αποτυπώνονται διαγραμματικά αυτές οι συνθήκες.

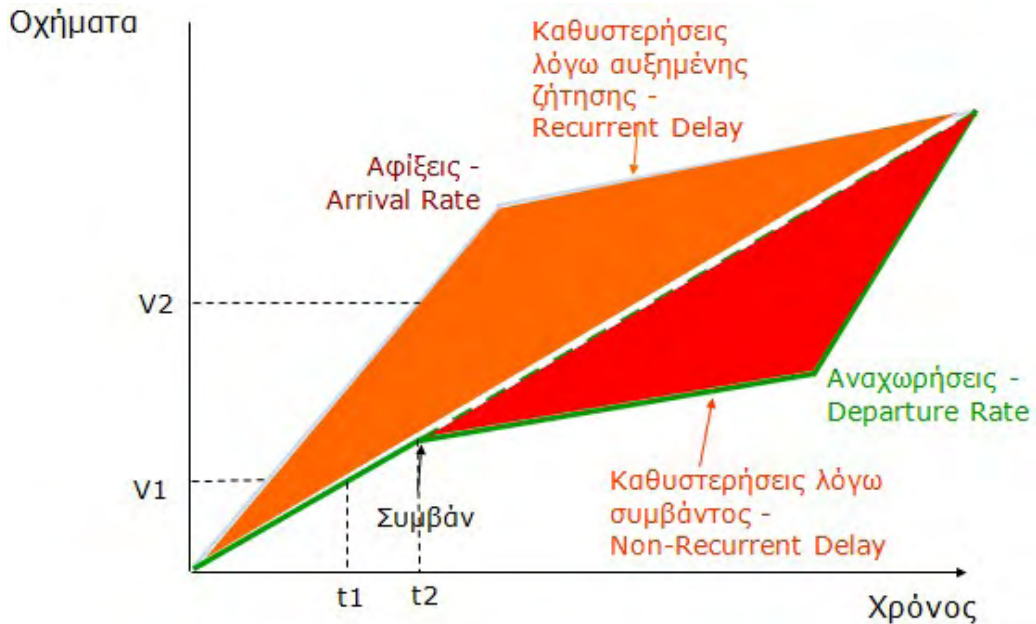
Επιπροσθέτως, μία ακόμη σημαντική έννοια είναι τα “shockwaves”. Ως shockwave ορίζεται μία δυναμική ζώνη με μεταβλητά όρια, που βρίσκεται μεταξύ δύο κυκλοφοριακών καταστάσεων (Kuhne&Michalopoulos, 1997). Οφείλονται στη συμφόρηση ή την αύξηση της πυκνότητας και της ουράς που δημιουργείται λόγω συμφόρησης. Συνήθως αφορά την μετάβαση από ελεύθερη ροή σε συμφόρηση.

Αυτό συμβαίνει όταν οχήματα υψηλών ταχυτήτων συναντούν μπροστά τους οχήματα που έχουν μικρότερη ταχύτητα ή είναι σταματημένα. Επίσης συμβαίνει όταν ομάδα οχημάτων (φάλαγγα) συναντά μία άλλη ομάδα με μικρότερη ταχύτητα.



Σχήμα 3.11: Περιοδική συμφόρηση (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

Η προηγούμενη διαγραμματική απεικόνιση ισχύει με κάποιες αλλαγές και για τις μη περιοδικές συμφορήσεις. Στο σχήμα 3.12, απεικονίζονται οι αντίστοιχες συνθήκες για μη περιοδικές συμφορήσεις.



Σχήμα 3.12: Μη περιοδική συμμόρφωση (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

Παρατηρείται ότι το τμήμα με πορτοκαλί χρώμα (που περικλείεται μεταξύ αναχωρήσεων, αφίξεων και καθυστερήσεων λόγω αυξημένης ζήτησης) ισχύει και για περιοδικές συμφορήσεις. Ωστόσο, στη συγκεκριμένη περίπτωση στη χρονική στιγμή t_2 , κάποιο συμβάν λαμβάνει χώρα το οποίο ευθύνεται για τη πτώση του ρυθμού των αναχωρήσεων λόγω καθυστερήσεων. Από μια στιγμή και μετά τα οχήματα δεν επηρεάζονται από το συμβάν και ο ρυθμός αναχωρήσεων αυξάνεται εκ νέου. Συνήθως εμφανίζονται σε σημεία που διακόπτεται η ροή (π.χ. σηματοδότες).

3.3.2. Πρακτικές αντιμετώπισης συμφορήσεων

Τα μέτρα διαχείρισης της συμμόρφωσης χωρίζονται σε 3 κατηγορίες. Η βελτιστοποίηση της χρήσης της οδού, η «επέκταση» της κυκλοφορίας σε χώρο και χρόνο και η «προσαρμογή» της οδικής υποδομής αποτελούν τους βασικούς πυλώνες διαχείρισης των συμφορήσεων. (World Road Association, 2016)

Αναλυτικότερα, στη πράξη οι μέθοδοι διαχείρισης των συμφορήσεων είναι οι εξής:

- διαχείριση συμβάντων,
- διαχείριση ζήτησης,
- πολιτικές τιμολόγησης,
- περιορισμός μετακινήσεων IX,
- Active Traffic Management,
 - i. πληροφόρηση οδηγών,
 - ii. έλεγχος ορίων ταχυτήτων,
 - iii. διαχείριση λωρίδων – δυναμική χρήση λωρίδων,
 - iv. λωρίδες για οχήματα υψηλής πλήρωσης (HOV lanes),
 - v. έλεγχος προσβάσεων (ramp metering).

Η διαχείριση των συμβάντων, το active traffic management καθώς και η διαχείριση της ζήτησης αποτελούν πολύ σημαντικά μέτρα τα οποία θα αναπτυχθούν σε ξεχωριστές ενότητες.

Η τιμολόγηση της συμμόρφωσης είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος μείωσης της συμμόρφωσης και των ρύπων που οφείλονται σε αυτή. Η τιμολόγηση της κυκλοφοριακής συμμόρφωσης λειτουργεί ενθαρρύνοντας τους οδηγούς να χρησιμοποιούν λιγότερο συμφορημένες διαδρομές κατά τις ώρες αιχμής, αξιοποιώντας το γεγονός ότι η πλειοψηφία των οδηγών τις ώρες αιχμής είναι εργαζόμενοι που πηγαίνουν στις δουλειές τους. Η τιμολόγηση βοηθάει στην βελτίωση της κυκλοφοριακής ροής επιτρέποντας σε περισσότερα αυτοκίνητα να κινούνται μέσα στον ίδιο χώρο. Υπάρχει συμφωνία απόψεων μεταξύ των οικονομολόγων ότι η τιμολόγηση συμμόρφωσης αποτελεί μία από τις πιο βιώσιμες προσεγγίσεις για τη μείωση της κυκλοφοριακής συμμόρφωσης.

Οι μέθοδοι τιμολόγησης της συμφόρησης είναι οι εξής:

- λωρίδες με διαφορετική χρέωση,
- κοστολόγηση μέσω διοδίων,
- ζώνες/δακτύλιοι χρέωσης σε περιοχές με συμφόρηση,
- χρέωση ανα χιλιόμετρο σε περιοχές με διάφορα επίπεδα συμφόρησης.

Μία από τις πιο πρόσφατες ιδέες της διαχείρισης οδικής υποδομής είναι αυτή των HOT lanes (High Occupancy Toll). Πρόκειται για συνδυασμό των στρατηγικών τιμολόγησης και λωρίδων οχημάτων υψηλής πλήρωσης (HOV lanes), επιτρέποντας στα οχήματα που δεν πληρούν τις απαιτήσεις του αριθμού επιβαινόντων να αποκτήσουν πρόσβαση σε λωρίδες HOV καταβάλλοντας κάποιο αντίτιμο. Οι «HOT lanes» διαχειρίζονται όγκους κυκλοφορίας ανάλογα με το επίπεδο εξυπηρέτησης της οδού χωρίς δυσκολίες ακόμα και κατά τις περιόδους αιχμής. (Federal Highway Administration, 2003).

Τα οφέλη της συγκεκριμένης μεθόδου είναι τα εξής:

- διεύρυνση των επιλογών κινητικότητας σε αστικές περιοχές με συμφόρηση παρέχοντας την δυνατότητα αξιοπιστίας στους χρόνους μετακίνησης,
- αποτελεί μία πρόσθετη πηγή εσόδων,
- διερευνημένη αποδοχή του ηλεκτρονικού συστήματος είσπραξης κομιστρων,
- βελτιώνεται η αποδοτικότητα των λωρίδων υψηλής πλήρωσης.

Maximum Toll	Evening Period (Northbound)							
\$4.00				x	x			
\$3.00								
\$2.50								
\$2.00		x	x				x	
\$1.50								
\$1.00								
\$0.75	x							x
\$0.50								
	3:00 - 3:30	3:30 - 4:00	4:00 - 4:30	4:30 - 5:00	5:00 - 5:30	5:30 - 6:00	6:00 - 6:30	6:30 - 7:00

Σχήμα 3.13: Πρόγραμμα τιμολόγησης για HOT lanes στο Σαν Ντιέγκο, Καλιφόρνια. (Πηγή: FHWA, CongestionPricing: a primer, 2006)



Σχήμα 3.14: Πολιτική τιμολόγησης σε αυτοκινητόδρομο (Πηγή: Washington, Department of Transportation)

Ο έλεγχος της κυκλοφορίας των ΙΧ και άλλων οχημάτων, είναι επίσης ένα σημαντικό μέτρο. Αυτή η λειτουργία απαιτεί αξιόπιστες προβλέψεις κυκλοφορίας, προσεκτική παρακολούθηση των συνθηκών κυκλοφορίας σε όλες τις παράλληλες διαδρομές και εργαλεία ενημέρωσης σε πραγματικό χρόνο προκειμένου να χρησιμοποιηθούν από τα μέσα ενημέρωσης και τους χρήστες.

Το μέτρο αυτό αποσκοπεί στο «άνοιγμα» της κυκλοφοριακής ροής όταν εμφανίζονται στο δίκτυο μεγάλοι όγκοι κυκλοφορίας (π.χ. αργίες), προκαλώντας μεγάλη κίνηση σε συγκεκριμένα τμήματα οδών. (World Road Association, 2016)

Παράλληλα, σε ορισμένες περιπτώσεις απαγορεύεται η κυκλοφορία σε βαρέα οχήματα. Το συγκεκριμένο μέτρο εφαρμόζεται σε περιπτώσεις όπου βαρέα οχήματα κινούνται σε προβληματικές περιοχές (π.χ. χιονισμένο τμήμα οδού), ακινητοποιώντας τα προσωρινά σε περιοχές που έχουν σχεδιαστεί για αυτό τον λόγο. Οι στόχοι του μέτρου είναι οι εξής:

- βελτίωση της αποτελεσματικότητας του εκχιονισμού ή της διαδικασίας ρίψης αλατιού,
- μείωση του απαιτούμενου χρόνου αποκατάστασης των συνθηκών,
- ελαχιστοποίηση της διατάραξης της τοπικής οικονομίας.

3.4 Active Traffic Management

Ως Active Traffic Management (ATM) ορίζεται η δυναμική διαχείριση και έλεγχος της ζήτησης της κυκλοφορίας αλλά και της διαθέσιμης χωρητικότητας της μεταφορικής (οδικής) υποδομής. (Federal Highway Administration, 2003)

Οι στρατηγικές θα πρέπει να αναπτύσσονται με βάση τις επικρατούσες αλλά και τις αναμενόμενες συνθήκες για τη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας, της αποδοτικότητας και της ασφάλειας του δικτύου μεταφοράς. Γίνεται με τη συνεχή παρακολούθηση της απόδοσης του συστήματος και των σχετικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Αυξημένη χωρητικότητα, υψηλότερες ταχύτητες, εξυπηρέτηση μεγαλύτερων κυκλοφοριακών ροών, μείωση των περιστατικών διακοπής της κυκλοφορίας, μείωση των χρόνων μετακίνησης και αυξημένη ασφάλεια λόγω ομοιόμορφων οδηγικών συνθηκών είναι ορισμένα από τα οφέλη του ATM. Στον πίνακα 3.2, παρουσιάζονται τα οφέλη του ATM.

Πίνακας 3.2: Οφέλη Active Traffic Management (Πηγή: FHWA, 2007)

Στρατηγικές - Active Traffic Management	Potential Benefits												
	Increased throughput	Increased capacity	Decrease in primary incidents	Decrease in secondary incidents	Decrease in incident severity	More uniform speeds	Decreased headways	More uniform driver behavior	Increased trip reliability	Delay onset of freeway breakdown	Reduction in traffic noise	Reduction in emissions	Reduction in fuel consumption
Speed harmonization	•		•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Temporary shoulder use	•	•							•	•			
Queue warning			•	•	•	•	•	•	•		•	•	•
Dynamic merge control	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•	•
Construction site management	•	•							•		•	•	•
Dynamic truck restrictions	•	•				•		•	•			•	•
Dynamic rerouting and traveler information	•		•	•				•	•			•	•
Dynamic lane markings	•	•							•				
Automated speed enforcement			•		•	•		•	•			•	•

3.4.1 Έλεγχος ορίων ταχυτήτων

Ο σκοπός αυτού του μέτρου είναι η βελτίωση του επιπέδου εξυπηρέτησης και της ασφάλειας των οδικών αρτηριών. Συνήθως εφαρμόζεται σε περιπτώσεις περιοδικών συμφορήσεων ή σε αυτοκινητοδρόμους όπου η κυκλοφοριακή ροή εξελίσσεται με ρυθμούς “stop-start”. Το μέτρο λειτουργεί επιβάλλοντας ή συστήνοντας κάποια ταχύτητα οδήγησης. Σε περιπτώσεις αυξημένης αλλά ομαλής κυκλοφοριακής ροής η ταχύτητα που συστήνεται είναι η μέση ταχύτητα ενώ κατά τη διάρκεια συμφορήσεων εφαρμόζονται όλο και πιο χαμηλές ταχύτητες ώστε να επιβραδύνουν τα οχήματα που εισέρχονται στη περιοχή της συμφόρησης.

Τα συστήματα μεταβλητών ορίων ταχύτητας εφαρμόζονται κυρίως με τη βοήθεια πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων που τοποθετούνται σε μεταλλικούς σκελετούς (κάθετους στη διατομή της οδού) κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου και συνδέονται με το κέντρο ελέγχου της κυκλοφορίας. Οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε αντίθεση με τις παραδοσιακές στατικές πινακίδες, έχουν τη δυνατότητα προβολής του υποχρεωτικού ή συμβουλευτικού ορίου ταχύτητας, επιτρέποντας στους ελεγκτές των αυτοκινητοδρόμων να παρεμβαίνουν δυναμικά στις συνθήκες κυκλοφορίας.

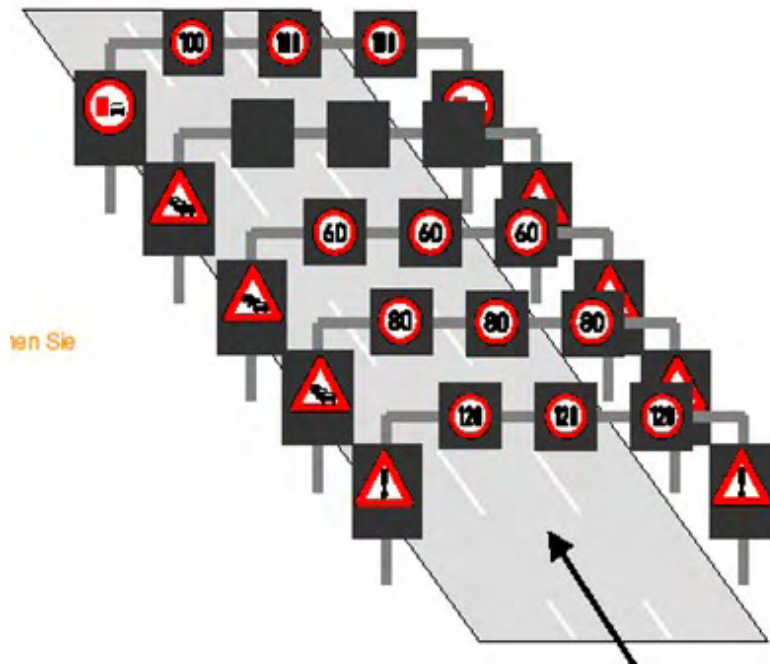
Σε γενικές γραμμές, ο έλεγχος του ορίου ταχύτητας εφαρμόζεται για την εξομάλυνση της κυκλοφοριακής ροής, την αύξηση της χωρητικότητας, τη βελτίωση της ασφάλειας και τη μείωση της πίεσης του οδηγού. Έχουν τεθεί σε εφαρμογή πολλές στρατηγικές ελέγχου ορίων ταχύτητας στις ΗΠΑ, το Ηνωμένο Βασίλειο, την Ολλανδία, τη Γερμανία, την Αυστραλία, την Αυστρία, την Ιαπωνία και την Τουρκία.

Αυτό το μέτρο απαιτεί:

- επαρκή συλλογή δεδομένων (ρυθμοί ροής, ταχύτητες και ποσοστά πληρότητας ανά λωρίδα κυκλοφορίας),
- ανάπτυξη αλγορίθμου υψηλής απόδοσης,
- πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε κατάλληλες μεταξύ τους αποστάσεις ώστε να είναι συνεχώς ορατές,
- πρωτοβουλίες πληροφόρησης (π.χ. τοπική ενημερωτική εκστρατεία για την επεξήγηση της λειτουργίας). (World Road Association, 2016)



Σχήμα 3.15: Έλεγχος ταχυτήτων (Πηγή: FHWA, 2007)



Σχήμα 3.16: Έλεγχος ταχυτήτων στη Φρανκφούρτη (Πηγή: Alexander Pilz, 2006)

3.4.2 Διαχείριση λωρίδων – Δυναμική χρήση λωρίδων

Η δυναμική διαχείριση λωρίδων επιτρέπει την προσωρινή τροποποίηση της λειτουργίας των λωρίδων με τη βοήθεια πινακίδων καθοδήγησης κυκλοφορίας, σηματοδότησης, πινακίδων πολλαπλών επιφανειών και πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων προκειμένου να ενημερώνονται οι οδηγοί σχετικά με τις κλειστές λωρίδες και τις κατευθύνσεις των λωρίδων.

Η διαχείριση λωρίδων περιλαμβάνει τη ρύθμιση, την καθοδήγηση και την κατανομή της κυκλοφορίας με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτευχθούν στόχοι όπως:

- βελτίωση της κυκλοφοριακής λειτουργίας,
- διευκόλυνση στη μεταφορά ανθρώπων και αγαθών,
- βελτίωση της ασφάλειας,
- αύξηση των εσόδων των φορέων εκμετάλλευσης ώστε να επενδύονται περισσότεροι πόροι για την βελτίωση των υποδομών.



Σχήμα 3.17: Διαχείριση λωρίδων στις ΗΠΑ (Πηγή: FHWA, 2003)

Τα κυριότερα προβλήματα που αντιμετωπίζονται μέσω διαχείρισης λωρίδων είναι τα εξής:

- μία ή περισσότερες λωρίδες πρέπει να είναι κλειστές για όλη την κυκλοφορία για κάποιο χρονικό διάστημα (λόγω προγραμματισμένης εργασίας ή συμβάντος),
- ένας ή περισσότεροι τύποι οχημάτων πρέπει να διαχωριστούν σε μία ή περισσότερες λωρίδες κυκλοφορίας,
- η ροή σε μία ή περισσότερες λωρίδες χρειάζεται να αντιστραφεί προκειμένου να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις σε ώρες αιχμής,
- οι ταχύτητες σε ορισμένες λωρίδες κρίνονται υπερβολικά υψηλές για ασφάλη και αποτελεσματική λειτουργία,
- υπάρχει ανάγκη αυξημένης ασφάλειας της κυκλοφορίας των οχημάτων λόγω ζωνών οδικών εργασιών.

Τα κυριότερα οφέλη της διαχείρισης λωρίδων είναι τα εξής:

- μείωση της συχνότητας συγκρούσεων λόγω συμφόρησης, ζωνών εργασίας ή συμβάντων,
- μείωση των εκπομπών επιτυγχάνοντας σταθερή κυκλοφοριακή ροή όταν η ζήτηση προσεγγίζει την ικανότητα της οδού,
- βελτίωση της αξιοπιστίας του χρόνου ταξιδιού,
- διανομή της συνολικής καθυστέρησης με πιο δίκαιο τρόπο, διατηρώντας κάποια ικανότητα για τα κατάντη τμήματα,

- αύξηση της αποδοτικότητας της λειτουργίας σε συνθήκες μειωμένης χωρητικότητας λόγω συμβάντων ή εργασιών συντήρησης,
- εκτροπή της κυκλοφορίας σε εναλλακτικές διαδρομές και ενθάρρυνση υιοθέτησης εναλλακτικών χρόνων αναχώρησης για καλύτερη εκμετάλλευση της διαθέσιμης χωρητικότητας,
- αύξηση του χρόνου ζωής του οδοστρώματος.



Σχήμα 3.18: Χωριστή λωρίδα για βαρέα οχήματα (Πηγή: FHWA, 2003)



Σχήμα 3.19: Φωτεινές πινακίδες χρήσης/αποκλεισμού λωρίδων (Πηγή: archive.sltrib.com)

Η λειτουργία των πινακίδων του σχήματος 3.19 πραγματοποιείται από το σύστημα ελέγχου του προγράμματος Active Traffic Management, που έχει αναπτυχθεί από το τοπικό κέντρο ελέγχου της κυκλοφορίας. Σε περίπτωση που έχει απαγορευτεί η κυκλοφορία σε μία λωρίδα κυκλοφορίας υπάρχει κόκκινη ένδειξη, ενώ σε αντίθετη περίπτωση υπάρχει πράσινη ένδειξη. Παράλληλα, αυτού του είδους τα συστήματα μπορούν να δείχνουν τα όρια ταχύτητας καθώς και συμβουλές προς τους οδηγούς.



Σχήμα 3.20: Βοηθητική λωρίδα για βαρέα οχήματα σε ανωφέρειες (climbing lane).

Οι λωρίδες του σχήματος 3.20 χρησιμοποιούνται για τη διευκόλυνση των βαρέων οχημάτων όταν εκείνα καλούνται να διασχίσουν ένα ανηφορικό τμήμα οδού. Επιτυγχάνεται ξεχωρίζοντας τα βραδέως κινούμενα βαρέα οχήματα από την υπόλοιπη κυκλοφορία. (Πηγή: FHWA, 2003)



Σχήμα 3.21: Λωρίδες αντίθετης ροής (Πηγή: FHWA, 2003)

Οι λωρίδες αντίθετης ροής αποτελούν τυπικές λωρίδες των οδικών αρτηριών που βρίσκονται στο ρεύμα της οδού που δεν έχει αυξημένη κυκλοφορία και προορίζονται

για τη κυκλοφορία οχημάτων υψηλής πληρότητας των οποίων η κατεύθυνση είναι ίδια με εκείνο το ρεύμα που έχει αυξημένη ροή. Παράλληλα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εκκενώσεις σε περίπτωση κάποιου έκτακτου γεγονότος. Η χρήση αυτού του μέτρου γίνεται πλέον μόνο σε περιοχές με ανισοκατανομή της κυκλοφοριακής ροής κατά τις δύο κατευθύνσεις.



Σχήμα 3.22: Δυναμική χρήση λωρίδας (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η στρατηγική δυναμικής χρήσης λωρίδων μπορεί να συμβάλλει στη μείωση των καθυστερήσεων που παρατηρούνται στις διασταυρώσεις και στη μείωση των στάσεων. Επιπλέον, η δυναμική διαχείριση των λωρίδων έχει θετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, όπως η μείωση των εκπομπών αερίων και η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.

3.4.3 Λωρίδες για οχήματα υψηλής πλήρωσης (HOV lanes)

Ο όρος "όχημα υψηλής πληρότητας" (High Occupancy Vehicle - HOV) περιλαμβάνει τα οχήματα με τουλάχιστον δύο ή περισσότερα άτομα, συμπεριλαμβανομένων των οχημάτων που συμμετέχουν σε στρατηγικές όπως το carpooling και το vanpooling καθώς και τα λεωφορεία. (Federal Highway Administration, 2003)

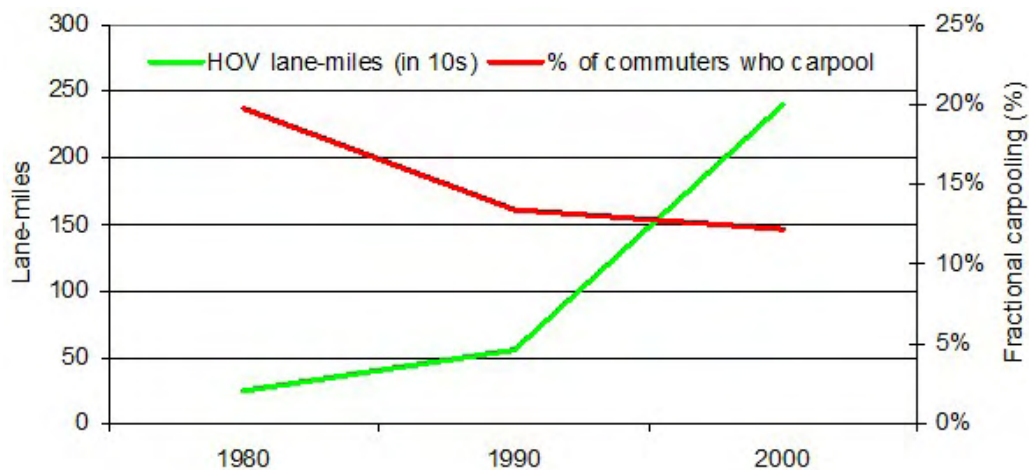
Η προτεραιότητα στα HOV δίνεται με τη κατασκευή και λειτουργία ειδικών λωρίδων που προορίζονται για αυτά τα οχήματα. Οι εγκαταστάσεις HOV ενδέχεται να απαιτούν διαφορετικά επίπεδα πληρότητας του οχήματος, η οποία εκφράζεται

είτε ως δύο ή περισσότερα (2+), τρία ή περισσότερα (3+) ή τέσσερα ή περισσότερα (4+).

Η προνομιακή μεταχείριση των HOV έχει αποδειχθεί ότι αποτελεί μία από τις πιο οικονομικά αποδοτικές εναλλακτικές λύσεις για την αύξηση της μεταφορικής ικανότητας σε συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης σε μητροπολιτικές περιοχές. Αυτή η στρατηγική "διαχείρισης λωρίδων" δίνει έμφαση στην κίνηση των ανθρώπων και όχι στην παραδοσιακή κίνηση των οχημάτων. Προσφέρει τη δυνατότητα μετακίνησης μεγαλύτερου όγκου μετακινουμένων σε επιλεγμένες λωρίδες διατηρώντας υψηλές ταχύτητες και επιτυγχάνοντας πιο αξιόπιστους χρόνους ταξιδιού. Η πλειοψηφία των προγραμμάτων των "HOV lanes" έχουν ως στόχο την αύξηση του μέσου όρου επιβατών ανά όχημα, την ενθάρρυνση χρήσης μέσων μαζικής μεταφοράς και τη διατήρηση της ικανότητας της οδού. (Federal Highway Administration, 2003)

Οι λωρίδες για HOV μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό μέρος ενός προγράμματος διαχείρισης και λειτουργίας αυτοκινητοδρόμων. Όταν σχεδιάζονται σωστά, μπορούν να προσφέρουν αρκετά πλεονεκτήματα. Ωστόσο, δεν είναι κατάλληλες για όλες τις καταστάσεις, ούτε η εφαρμογή τους εξαλείφει την ανάγκη να ακολουθηθούν και άλλες συμπληρωματικές στρατηγικές. Τα σημαντικότερα οφέλη των λωρίδων για οχήματα υψηλής πλήρωσης είναι τα εξής:

- σημαντική εξοικονόμηση χρόνου ταξιδιού σε σχέση με τις συμβατικές λωρίδες,
- μεγαλύτερη αξιοπιστία των λωρίδων HOV σε σχέση με τις λωρίδες γενικής χρήσεως,
- οι λωρίδες HOV μεταφέρουν επιτυχώς μεγάλους όγκους πολιτών, ιδίως στις ώρες αιχμής στη διάρκεια των οποίων σχηματίζονται μεγάλες ουρές λόγω της συμφόρησης,
- ένα αυξανόμενο ποσοστό των μετακινούμενων κατά τις ώρες αιχμής εκμεταλεύεται τα οφέλη της μετακίνησης με μέσα μαζικής μεταφοράς και στρατηγικές όπως το carpooling.
- η συγκεκριμένη στρατηγική πετυχαίνει τον γενικό στόχο της παροχής κινητικότητας με όσο το δυνατόν μικρότερη κυκλοφορία,
- ορισμένες λωρίδες για HOV είναι τόσο πετυχημένες που αρχίζουν να εμφανίζουν περιοχές έντονης χρήσης. Μάλιστα εμφανίζουν επαναλαμβανόμενη συμφόρηση σε συγκεκριμένες τοποθεσίες. Σε αυτές τις θέσεις, μπορεί να εξεταστεί γεωμετρική βελτιώση ή / και αλλαγή των συνθηκών λειτουργίας.



Σχήμα 3.23: Σχέση μεταξύ μιλίων λωρίδων HOV και ποσοστού ατόμων που χρησιμοποιούν carpooling (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)



Σχήμα 3.24: Διαχωρισμένες λωρίδες για οχήματα υψηλής πληρότητας (Πηγή: FHWA, 2003)

Στο σχήμα 3.24, παρουσιάζονται αποκλειστικές λωρίδες HOV. Αποτελούν λωρίδες του αυτοκινητόδρομου, οι οποίες είναι φυσικά διαχωρισμένες από τις υπόλοιπες και χρησιμοποιούνται αποκλειστικά από οχήματα υψηλής πλήρωσης μερικές ώρες της μέρας ή και ολόκληρη τη μέρα. Στις περισσότερες περιπτώσεις διαχωρίζονται φυσικά από τις λωρίδες γενικής χρήσεως με τη χρήση στηθαίων από σκυρόδεμα ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις διαχωρίζονται με διαγραμμισμένη ζώνη αποκλεισμού επί

του οδοστρώματος. (Federal Highway Administration, 2003) Συνήθως είναι δύο κατευθύνσεων ή μιας κατεύθυνσης με μεταβαλλόμενη διεύθυνση της ροής.



Σχήμα 3.25: Λωρίδα για οχήματα υψηλής πλήρωσης αντίθετης ροής. (Πηγή: FHWA, 2006)

Στο σχήμα 3.25 παρουσιάζονται παραδείγματα λωρίδων HOV οι οποίες είναι αντίθετης ροής. Οι συγκεκριμένες λωρίδες βρίσκονται στο ρεύμα κυκλοφορίας που δεν εμφανίζει συμφόρηση αλλά η κατεύθυνση τους είναι ομόρροπη με το ρεύμα που παρουσιάζει συμφόρηση κατά τις ώρες αιχμής. Συνήθως, οι λωρίδες αντίθετης ροής διαχωρίζεται από την υπόλοιπη κυκλοφορίας και λειτουργούν μόνο κατά τις ώρες αιχμής.



Σχήμα 3.26: Μη διαχωρισμένες λωρίδες για οχήματα υψηλής πλήρωσης. (Πηγή: FHWA, 2003)

Στο σχήμα 3.26, παρουσιάζονται μη διαχωρισμένες λωρίδες HOV. Αποτελούν λωρίδες που βρίσκονται στην ίδια κατεύθυνση με το ρεύμα κυκλοφορίας χωρίς να διαχωρίζονται από τις υπόλοιπες λωρίδες. Συχνά χρησιμοποιείται κάποια βαφή ή διαγράμμιση για την οριοθέτηση αυτών των λωρίδων.

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο σχετικά με τις πολιτικές τιμολόγησης, οι “HOT lanes” αποτελούν συνδυασμό των στρατηγικών τιμολόγησης και των λωρίδων για οχήματα υψηλής πλήρωσης. Ορισμένα από τα χαρακτηριστικά τους είναι τα εξής:

- τα τέλη διέλευσης ρυθμίζονται ανάλογα με την ώρα της ημέρας και ποικίλουν ανάλογα με τις συνθήκες κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο. Και στις δύο περιπτώσεις, υπάρχει υψηλότερη χρέωση κατά τις περιόδους αιχμής της ζήτησης. Οι πληροφορίες σχετικά με τη τιμολόγηση γίνονται γνωστές στους οδηγούς μέσω πινακίδων μεταβλητών πινακίδων μηνυμάτων,
- προκειμένου να αποφευχθούν οι καθυστερήσεις που σχετίζονται με την μη αυτόματη είσπραξη, οι “HOT lanes” βασίζονται σε συστήματα ηλεκτρονικής πληρωμής ή σε μηνιαίες κάρτες πληρωμής,
- ανάλογα με τους στόχους του φορέα εκμετάλλευσης, οχήματα με χαμηλές εκπομπές, μοτοσυκλέτες, οχήματα έκτακτης ανάγκης, ταξί και φορτηγά επιτρέπεται να χρησιμοποιούν τις συγκεκριμένες λωρίδες, είτε χωρίς κόστος είτε με μειωμένο τέλος,
- οι “HOT lanes” μπορούν να αποτελέσουν μια πρόσθετη πηγή εσόδων για τη χρηματοδότηση των βελτιώσεων στις μεταφορές,
- οι “HOT lanes” μπορούν να δώσουν την ευκαιρία να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα των λωρίδων HOV.



Σχήμα 3.27: HOT lanes σε αυτοκινητόδρομο των ΗΠΑ (Πηγή: usatoday.com)

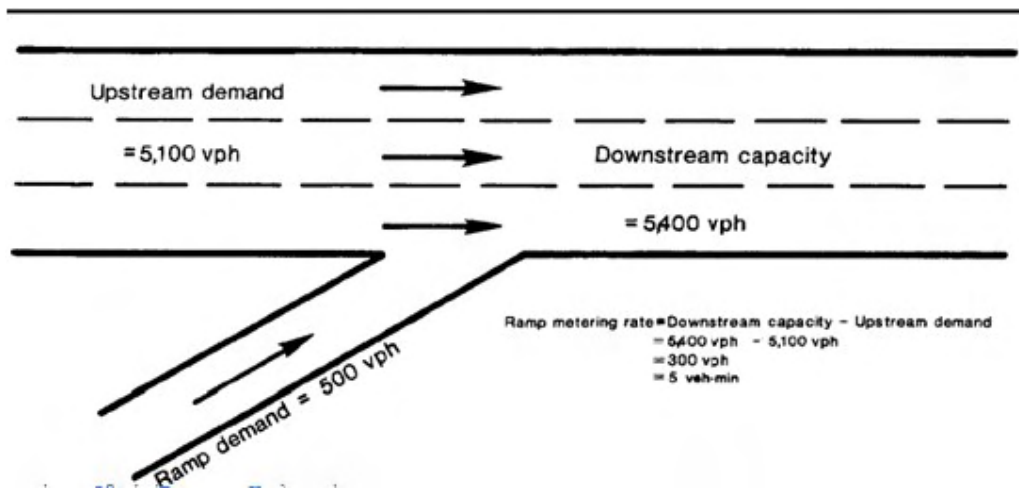
3.4.4 Έλεγχος προσβάσεων (Ramp metering)

Οι προσβάσεις εισόδου ή εξόδου σε μία οδική αρτηρία επιτρέπουν στους οδηγούς να κινούνται μεταξύ διαφορετικών οδικών αρτηριών με ασφαλή και άνετο τρόπο με ελάχιστη καθυστέρηση με την προϋπόθεση ότι σχεδιάζονται και λειτουργούν σωστά.

Ωστόσο, οι συνθήκες στις προσβάσεις σπάνια αντιπροσωπεύουν τις συνθήκες για τις οποίες σχεδιάστηκαν. Αντ' αυτού, συχνά βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση η μία με την άλλη και δεν υπάρχουν επαρκείς αποστάσεις επιτάχυνσης για τις ταχύτητες σχεδιασμού. Αυτά τα προβλήματα επιδεινώνονται όταν επικρατούν συνθήκες συμφόρησης.

Διαχείριση προσβάσεων ορίζεται η εφαρμογή μέσων ελέγχου, όπως σηματοδότες και σήμανση, για τη ρύθμιση του αριθμού των οχημάτων που εισέρχονται ή εξέρχονται στον ή από τον αυτοκινητόδρομο, (Federal Highway Administration, 2003) προκειμένου να επιτευχθούν στόχοι όπως :

- η ζήτηση να μην υπερβαίνει την χωρητικότητα κατάντι,
- μεγιστοποίηση του εξυπηρετούμενου φόρτου οχημάτων,
- μείωση του χρόνου διέλευσης των οχημάτων,
- μείωση των αρνητικών επιπτώσεων για το περιβάλλον.



Σχήμα 3.28: Παράδειγμα διαχείρισης πρόσβασης (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

Στο παράδειγμα του σχήματος 3.28, παρατηρούμε ότι η ικανότητα εξυπηρέτησης της κύριας αρτηρίας είναι 5400 οχήματα ανά ώρα και η ανάντι ζήτηση 5100 οχήματα ανά ώρα. Ο ρυθμός εισόδου από τη πρόσβαση προκύπτει ότι είναι 5 οχήματα το λεπτό. Ωστόσο, υπάρχει ζήτηση για είσοδο από τη πρόσβαση της τάξεως των 500 οχημάτων ανα ώρα, δηλαδή 8 οχήματα ανά ώρα. Επομένως η συγκεκριμένη πρόσβαση χρειάζεται σωστή διαχείριση προκειμένου να βελτιωθεί η λειτουργία της και να μην εμφανίζεται συμφόρηση τόσο στη κύρια οδική αρτηρία όσο και στη πρόσβαση εισόδου.

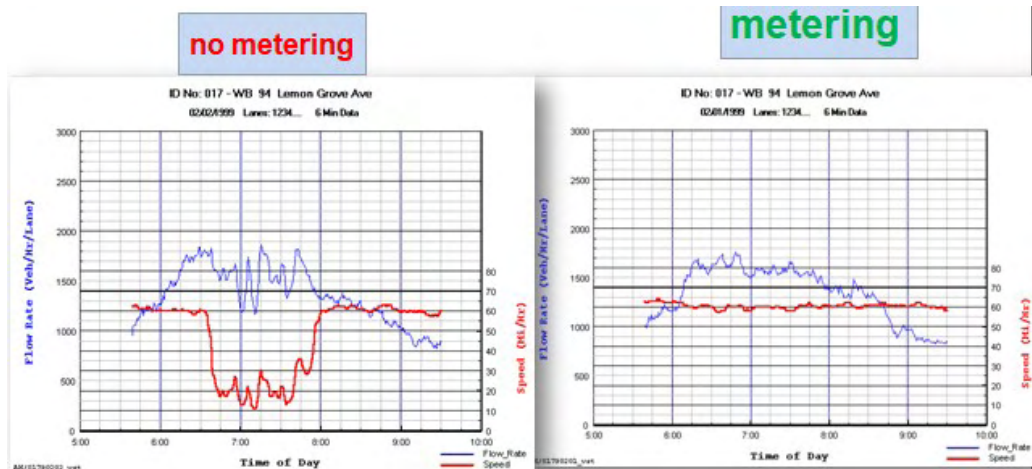
Η διαχείριση προσβάσεων περιλαμβάνει την εφαρμογή μέσων ελέγχου, όπως σηματοδότες και σήμανση για τη ρύθμιση του αριθμού των οχημάτων που εισέρχονται ή εξέρχονται στον ή από τον αυτοκινητόδρομο, προκειμένου να

επιτευχθούν οι στόχοι που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Η ρύθμιση των μέσων ελέγχου των προσβάσεων μπορεί να είναι είτε προκαθορισμένη είτε να ανταποκρίνεται στη κυκλοφορία και να αλλάζει αναλόγως. Οι περισσότερες στρατηγικές διαχείρισης των προσβάσεων οδηγούν σε βελτιωμένη και ασφαλή κυκλοφοριακή ροή μέσω:

- ρύθμισης του αριθμού των οχημάτων που εισέρχονται ή εξέρχονται στον ή από τον αυτοκινητόδρομο,
- εξομάλυνση της ταχύτητας με την οποία εισέρχονται τα οχήματα στις κύριες οδικές αρτηρίες.

Τα κυριότερα οφέλη που προκύπτουν από τη διαχείριση των προσβάσεων είναι τα εξής:

- το κυριότερο όφελος αποτελεί η βελτίωση της ασφάλειας. Συγκεκριμένα, οι στρατηγικές διαχείρισης προσβάσεων συμβάλλουν στη μείωση της οδηγικής συμπεριφοράς «stop and go», με αποτέλεσμα λιγότερες συγκρούσεις. Επιπλέον, ο έλεγχος προσβάσεων αποτρέπει την ομαδική είσοδο οχημάτων στον αυτοκινητόδρομο, οδηγώντας σε μείωση των πλευρικών συγκρούσεων,
 - υπάρχει η δυνατότητα αύξησης της ταχύτητας σχεδιασμού με παράλληλη μείωση του χρόνου μετακίνησης και των καθυστερήσεων,
 - επιτυγχάνεται μείωση των εκπομπών αερίων και της κατανάλωσης καυσίμων,
 - αυξάνεται η άνεση των επιβατών και η ικανοποίηση των οδηγών σχετικά με τις συνθήκες ταξιδιού,
 - δίνεται έμφαση στη προώθηση της χρήσης των MMM και στρατηγικών όπως το carpooling.



Σχήμα 3.29: Αποτελέσματα της διαχείρισης πρόσβασεων επί της “Lemon Grove Avenue” (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

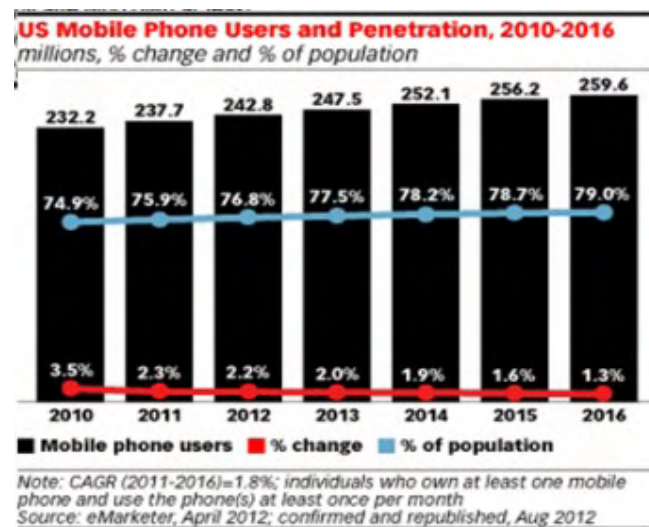
Ύστερα από την εφαρμογή μέτρων διαχείρισης των προσβάσεων παρατηρείται εξομάλυνση των ορίων ταχύτητων. Οι ταχύτητες παραμένουν σταθερές σε μία σχετικά υψηλή τιμή ενώ πριν την εφαρμογή των μέτρων ελέγχου οι ταχύτητες κατά τη διάρκεια των ωρών αιχμής ήταν πολύ χαμηλές. Επίσης, έπειτα από την εφαρμογή ελέγχου στις προσβάσεις παρατηρείται εξομάλυνση και στις κυκλοφοριακές ροές.

3.5 Χρήση ITS στη διαχείριση της κυκλοφορίας

3.5.1 Γενικά

Σύμφωνα με ορισμό του Παγκόσμιου Οργανισμού Οδών (2016), τα ITS (Intelligent Transport Systems) είναι τα συστήματα ελέγχου και πληροφόρησης που αξιοποιούν τηλεπικοινωνίες και τεχνολογίες επεξεργασίας δεδομένων με σκοπό τη βελτίωση της κινητικότητας αγαθών και ανθρώπων, τη βελτίωση της ασφάλειας, τη μείωση της συμφόρησης με αποτελεσματικότερη διαχείριση των συμβάντων και τέλος, την ικανοποίηση των στόχων των προγραμμάτων μεταφορών, όπως η διαχείριση της ζήτησης ή η προτεραιότητα στις δημόσιες συγκοινωνίες.

Η ιστορία των ITS στην Ευρώπη ξεκινάει από τις δεκαετίες 1970-1980. Ήδη από τις αρχές του 1970 Ευρωπαϊκές εταιρίες αναπτύσσουν πιο περίπλοκα συστήματα πληροφόρησης των οχημάτων. Ο όρος Ευφυή Συστήματα Μεταφορών εισήχθη στα τέλη του 1990 για να συμπεριλάβει μία πιο πολυτροπική εστίαση με ποικίλες εφαρμογές. Ταυτόχρονα αναπτύχθηκε νομοθετικό πλαίσιο για την επιτυχή εφαρμογή των ITS σε Ευρώπη (Οδηγία 2010/40/ΕΕ). Ο μεγάλος στόχος στον τομέα των ITS είναι να επιτευχθεί η δυνατότητα τα οχήματα να είναι «ανοιχτά» σε επικοινωνία, τόσο σε σχέση με άλλα οχήματα όσο και με τις υποδομές μεταφορών. (Παναγιωτοπούλου, 2016)



Σχήμα 3.30: Ποσοστό χρηστών κινητών τηλεφώνων στις ΗΠΑ (Πηγή: eMarketer)

Στη δεκαετία του 1990, σημειώθηκε πρόοδος στην πρόληψη των αρνητικών επιπτώσεων των οδικών μεταφορών (όπως η συμφόρηση, τα ατυχήματα και η ρύπανση) και άρχισε η αναζήτηση λύσεων στις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι μεγάλες μητροπολιτικές περιοχές. Η παραδοσιακή λύση της αύξησης της χωρητικότητας μέσω βελτίωσης της οδικής υποδομής δεν ήταν πλέον βιώσιμη, λόγω των περιβαλλοντικών ανησυχιών ή της έλλειψης χώρου. Αυτοί οι παράγοντες ανάγκασαν τους ιθύνοντες στο τομέα των μεταφορών να διερευνήσουν τις δυνατότητες αξιοποίησης προηγμένων τεχνολογιών για να βελτιώσουν την απόδοση των οδικών δικτύων. Τα ITS αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι των αναπτυσσόμενων χωρών και έχουν αρχίσει να εδραιώνονται και σε πολλές αναπτυσσόμενες οικονομίες. (World Road Association, 2016)

Η κύρια λειτουργία των ITS είναι η παροχή υπηρεσιών και πληροφοριών που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα χρηστών (ιδίως οδηγών, επιβατών, ιδιοκτητών οχημάτων και χειριστών) αλλά και ευάλωτων χρηστών του οδικού δικτύου, όπως πεζούς και ποδηλάτες και η υποστήριξη της αποτελεσματικής διαχείρισης της κυκλοφορίας από τους φορείς εκμετάλλευσης του δικτύου μεταφορών. Με τα ITS, οι χρήστες των οδών μπορούν να λάβουν καλύτερες αποφάσεις σχετικά με τα ταξίδια τους.

Γενικά, οι εφαρμογές των ITS έχουν τη δυνατότητα:

- να βελτιώσουν τη κυκλοφοριακή ροή μειώνοντας τη συμφόρηση,
- να ανιχνεύουν περιστατικά και να ανταποκρίνονται κατάλληλα σε αυτά,
- να συνεισφέρουν στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα μέσω της μείωσης των επιπέδων ρύπανσης και ελαχιστοποιώντας τις καθυστερήσεις,
- να συμβάλλουν στην ασφάλεια παρέχοντας προειδοποιήσεις πριν από πιθανές συγκρούσεις,
- να ελαχιστοποιήσουν τις συνέπειες ανθρωπίνων και περιβαλλοντικών παραγόντων που εμπλέκονται στα ατυχήματα.

3.5.2 Εφαρμογές ITS

Ο έλεγχος της κυκλοφορίας έχει ως σκοπό τη διαχείριση και τον έλεγχο της κυκλοφορίας στους δρόμους ώστε να επιτευχθεί βελτιστοποίηση της χρήσης της υπάρχουσας οδικής χωρητικότητας. (World Road Association, 2016)

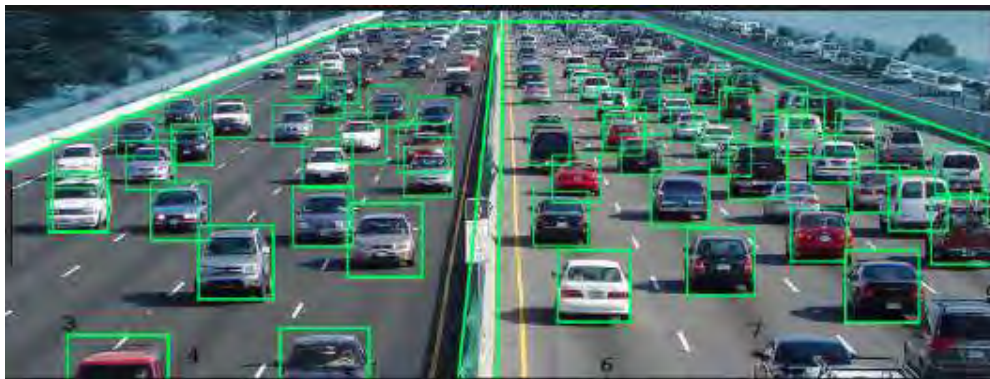
Οι εφαρμογές ITS στο τομέα αυτό περιλαμβάνουν:

- έλεγχο της κυκλοφορίας σε αστικές περιοχές περιλαμβάνοντας στοιχεία όπως η προτεραιότητα στις δημόσιες συγκοινωνίες ή η διαχείριση ουρών,
- συστήματα ελέγχου προσαρμοζόμενης σηματοδότησης κατά μήκος αρτηριών που μεταβάλλουν τη χρονική διάρκεια της σηματοδότησης ανάλογα με τις τρέχουσες συνθήκες κυκλοφορίας (π.χ. ειδικά γεγονότα ή συμβάντα),

- συστήματα ελέγχου αυτοκινητοδρόμων που χρησιμοποιούν έλεγχο προσβάσεων και τεχνικές ελέγχου λωρίδων για την ομαλή ροή της κυκλοφορίας,
- την ενοποίηση των αυτοκινητοδρόμων και των συστημάτων σηματοδότησης δικτύων με σκοπό τη βελτιστοποίηση της κυκλοφοριακής ροής στην οδό. (World Road Association, 2016)

Στους αυτοκινητοδρόμους οι εφαρμογές ITS είναι οι εξής:

- συστήματα εντοπισμού και διαχείρισης συμβάντων (π.χ. ατύχημα σε σήραγγα),
- εφαρμογές συλλογής και διαχείρισης πληροφοριών για την κυκλοφορία,
- συστήματα πληροφόρησης των οδηγών (π.χ. για συμβάν),
- συστήματα εξατομικευμένης πληροφόρησης οδηγών μέσα στο όχημα,
- υπηρεσίες πληροφόρησης και υποστήριξης επαγγελματιών οδηγών για χώρους στάθμευσης, ανεφοδιασμού, επικίνδυνα σημεία κλπ. ,
- συστήματα υποβοήθησης της οδήγησης εντός οχήματος,
- υπηρεσίες “e-call” δηλαδή τηλεφωνικοί αριθμοί έκτακτης ανάγκης,
- ηλεκτρονικά συστήματα για αστυνόμευση π.χ. παρακολούθηση τήρησης ορίων ταχύτητας, παράνομη είσοδος στη ΛΕΑ, είσοδος σε αυτοκινητόδρομο υπέρβαρου ή υπερμεγέθους οχήματος με αυτόματο έλεγχο βάρους/ύψους κλπ. ,
- μεταβαλλόμενα όρια ταχύτητας ανάλογα με τις κυκλοφοριακές συνθήκες με σκοπό την εξομάλυνση της κυκλοφορίας,
- επιλεκτική χρήση της ΛΕΑ για εξομάλυνση της κυκλοφοριακής ροής σε κορεσμένο τμήμα αυτοκινητοδρόμου με χρήση VMS που ενεργοποιείται αυτόματα από το κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας του αυτοκινητοδρόμου όταν ο κυκλοφοριακός φόρτος υπερβεί συγκεκριμένα και προκαθορισμένα όρια,
- συστήματα ελέγχου προσβάσεων σε αυτοκινητοδρόμους ανάλογα με τις εκάστοτε κυκλοφοριακές συνθήκες (Ramp metering),
- ηλεκτρονικά διόδια (αυτόματη πληρωμή με πομποδέκτη τη στιγμή διέλευσης του οχήματος από σταθμό διοδίων είτε με μπάρα είτε χωρίς μπάρα με φωτογράφιση του οχήματος).



Σχήμα 3.31: Επεξεργασία εικόνας με τη χρήση βίντεο (Πηγή: Trafficvision.com)



Σχήμα 3.32: Χρήση ραντάρ και αισθητήρων για τον έλεγχο της κυκλοφορίας (Πηγή: mdpi.com)

Τα ITS διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της διαχείρισης των περιστατικών. Αυτό συμβαίνει επειδή χρησιμοποιούν αισθητήρες (όπως επαγωγικούς βρόχους, ραντάρ και κάμερες CCTV), τεχνολογίες επεξεργασίας δεδομένων και επικοινωνιών για την ταχεία ανίχνευση και επαλήθευση των περιστατικών. Τα εξελιγμένα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων βοηθούν τους διαχειριστές της κυκλοφορίας να αποφασίσουν πώς να ανταποκριθούν καλύτερα σε κάθε περιστατικό. Η χρήση των ITS με αυτόν τον τρόπο μπορεί να βελτιώσει την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα του δικτύου, σώζοντας ζωές και χρήματα.

Η πληροφόρηση του οδηγού στοχεύει στη παροχή πληροφοριών στους οδηγούς κατά τη διάρκεια της μετακίνησής τους. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων (VMS), ραδιοφωνικών αναμεταδόσεων και συμβουλευτικών ραδιοφώνων αυτοκινητοδρόμων (HAR). Πιο πρόσφατα, λόγω της ανάπτυξης των smartphones και γενικότερα των κινητών συσκευών υπάρχουν πιο αποτελεσματικά μέσα για την παροχή και την εξατομίκευση πληροφοριών σχετικά με το ταξίδι. (World Road Association, 2016)

Η καθοδήγηση διαδρομής είναι πλέον ευρέως διαδεδομένη λόγω των συστημάτων GPS που διαθέτουν τα οχήματα και φορητών συσκευών όπως τα smartphones. Τα οφέλη περιλαμβάνουν μειωμένες καθυστερήσεις και χαμηλότερα επίπεδα άγχους για τους οδηγούς.

Παράλληλα, εκτός από τη πληροφόρηση κατά τη διάρκεια της μετακίνησης υπάρχει η δυνατότητα πληροφόρησης των οδηγών πριν την μετακίνησή τους. Ο στόχος της πληροφόρησης πριν την μετακίνηση είναι η παροχή στους ταξιδιώτες πληροφοριών σχετικά με την κατάσταση του δικτύου μεταφορών πριν ξεκινήσουν το ταξίδι τους. Οι παρεχόμενες πληροφορίες περιλαμβάνουν:

- συνθήκες ροής σε πραγματικό χρόνο (μέση ταχύτητα κυκλοφορίας ή χρόνος διαδρομής από σημείο σε σημείο),
- οδικά περιστατικά και προτροπή χρήσης εναλλακτικών διαδρομών,
- προγραμματισμένη οδική κατασκευή και ειδικές εκδηλώσεις,
- δρομολόγια συγκοινωνιών και τιμές εισητηρίων,

- εγκαταστάσεις “park-and-ride”, η τοποθεσία τους και η διαθεσιμότητα τους. (World Road Association, 2016)

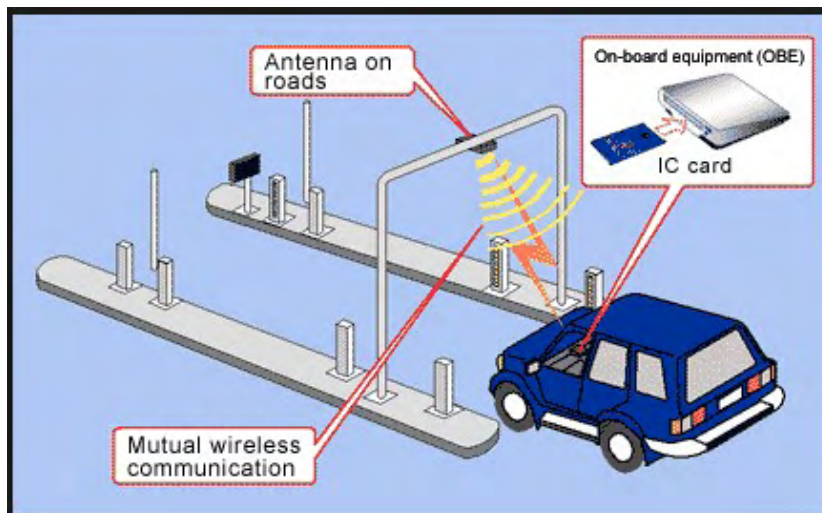


Σχήμα 3.33: Πινακίδα ενημέρωσης οδηγών σχετικά με τον χρόνο ταξιδιού, Ινδιάνα, ΗΠΑ (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)



Σχήμα 3.34: Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων για ενημέρωση των οδηγών σχετικά με συμφόρηση, συμβάντα και οδικές εργασίες (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

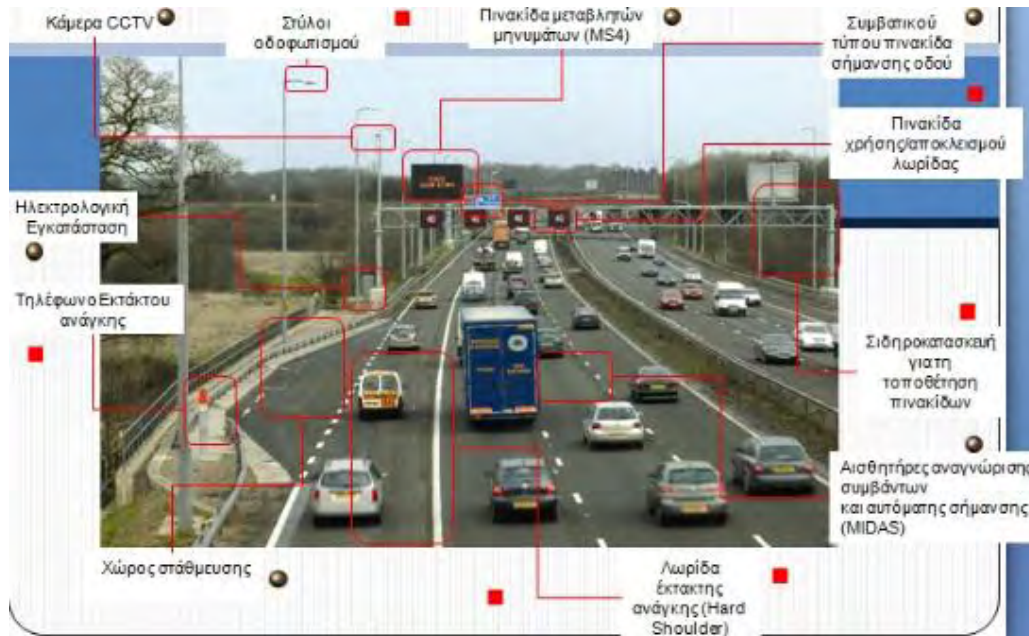
Ένας από τους τομείς στους οποίους τα ITS έχουν σημειώσει μεγάλη επιτυχία είναι ο τομέας των ηλεκτρονικών πληρωμών. Μεταξύ των παραδειγμάτων ηλεκτρονικής πληρωμής περιλαμβάνονται τα συστήματα ηλεκτρονικής είσπραξης διοδίων (ETC) όπως το σύστημα EZPass στις ΗΠΑ ή η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Ηλεκτρονικών Διοδίων. Τα συστήματα αυτά επιτρέπουν στους οδηγούς να καταβάλλουν διόδια χωρίς να σταματήσουν ή να επιβραδύνουν την ταχύτητα τους, ελαχιστοποιώντας τις καθυστερήσεις και βελτιώνοντας την ποιότητα του αέρα στη περιοχή κοντά στα διόδια. (World Road Association, 2016)



Σχήμα 3.35: Σύστημα ηλεκτρονικής πληρωμής μέσω αυτόματης αναγνώρισης οχημάτων (Πηγή: rshreffler.wordpress.com)



Σχήμα 3.36: Σύστημα ηλεκτρονικής πληρωμής διοδίων “E-ZPass” (Πηγή: FHWA, 2003)



Σχήμα 3.37: Τυπικός εξοπλισμός οδού και εφαρμογές ITS σε οδό ταχείας κυκλοφορίας, Μπέρμινγχαμ, Ηνωμένο Βασίλειο

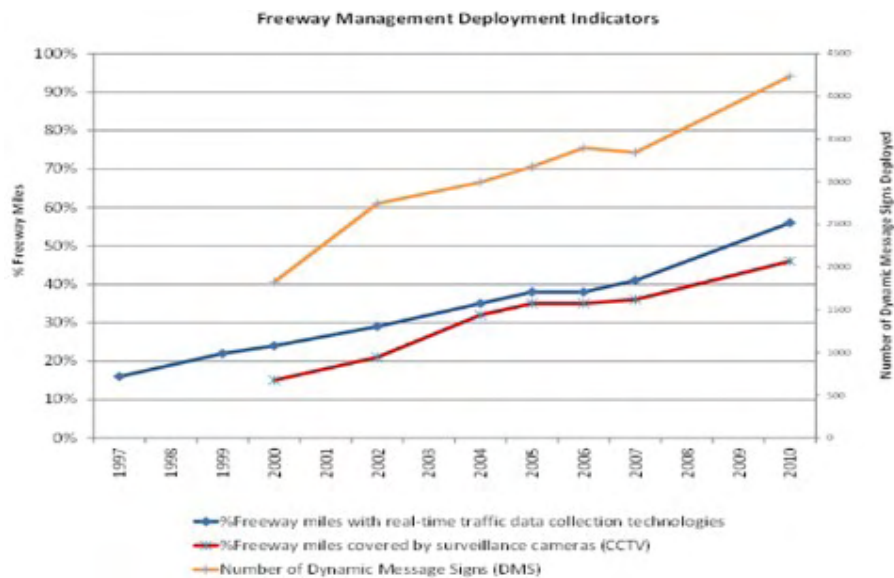
3.5.3 Οφέλη της χρήσης ITS – Μελλοντικές Τάσεις

Τα ITS μπορούν να συνεισφέρουν στην εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος, στη προστασία της ανθρώπινης ζωής, στη προστασία του περιβάλλοντος και στην αύξηση της ικανοποίησης των μετακινούμενων με την προϋπόθεση ότι σχεδιάζονται και εφαρμόζονται σωστά.

Το βασικότερο χαρακτηριστικό των ITS είναι η ικανότητά τους να παρέχουν πληροφορίες σχετικές με τις μετακινήσεις σε πραγματικό χρόνο και ένα ευέλικτο τρόπο ελέγχου του δικτύου. Αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για τη βιωσιμότητα του συστήματος μεταφορών. Αναλυτικότερα:

- ανταποκρίνονται στις ανάγκες προσβασιμότητας και κινητικότητας των κατοίκων και των εργαζομένων μίας περιοχής,
- βοηθούν στη παροχή άνετων και οικονομικών μεταφορών,
- συνεισφέρουν στη διαχείριση της συμφόρησης και των περιστατικών ώστε να διατηρείται ένα καλό επίπεδο εξυπηρέτησης,
- παρέχουν τα μέσα περιορισμού της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και του θορύβου,
- συμβάλλουν στην υποστήριξη της οικονομίας και στην αποτελεσματική μεταφορά εμπορευμάτων,
- παρέχουν εργαλεία για την εφαρμογή των πολιτικών των μεταφορών, όπως η διαχείριση της ζήτησης ή η προτεραιότητα στις δημόσιες συγκοινωνίες. (World Road Association, 2016)

Στο σχήμα 3.38, απεικονίζεται η πρόοδος που έχει γίνει τα τελευταία χρόνια όσον αφορά τις πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (πορτοκαλί γραμμή), τις κάμερες παρακολούθησης (κόκκινη γραμμή) και τα συστήματα συλλογής δεδομένων κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο (μπλέ γραμμή) που τοποθετούνται σε αυτοκινητοδρόμους. Οι πληροφορίες αφορούν τις ΗΠΑ. Συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι από το 2000 έως το 2010 υπάρχει αύξηση των πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων που έχουν τοποθετηθεί κατά περίπου 2500 πινακίδες. Το ποσοστό των αυτοκινητοδρόμων (μίλια) όπου εφαρμόζονται συστήματα συλλογής δεδομένων κυκλοφορίας αυξήθηκε το διάστημα 1997-2010 κατά περίπου 40%. Τέλος, το ποσοστό των αυτοκινητοδρόμων (μίλια) όπου έχουν τοποθετηθεί κάμερες έχει αυξηθεί από το 2000 έως το 2010 κατά 30%.



Σχήμα 3.38: Πρόοδος της εφαρμογής συστημάτων ITS το διάστημα 1997-2010 στις ΗΠΑ (Πηγή: Deployment of ITS: A Summary of the 2010 National Survey Results, 2011)

4. Διαχείριση συμβάντων(incidentmanagement)

4.1 Η έννοια της διαχείρισης συμβάντων

Ως τροχαίο ή οδικό συμβάν ορίζεται ένα μη περιοδικό γεγονός που προκαλεί μείωση της κυκλοφοριακής ικανότητας ή τη μη ομαλή μεταβολή της κυκλοφοριακής ζήτησης. (FederalHighwayAdministration, 2003). Τροχαία συμβάντα θεωρούνται τα ατυχήματα και οι συγκρούσεις αλλά και λοιπά γεγονότα που επιφέρουν μη αναμενόμενη μεταβολή στις κυκλοφοριακές συνθήκες.

Στις περισσότερες μητροπολιτικές περιοχές, η καθυστέρηση που σχετίζεται με την κυκλοφορία εκτιμάται ότι αποτελεί το 25 με 30% της συνολικής καθυστέρησης λόγω συμφόρησης. (Federal Highway Administration, 2005) Η πρόκληση θανάτων, τραυματισμών και υλικών ζημιών είναι οι πιο σοβαρές συνέπειες των οδικών συμβάντων. Αν και τα προβλήματα που σχετίζονται συχνότερα με τα κυκλοφοριακά συμβάντα είναι η συμφόρηση, η αυξημένη κατανάλωση καυσίμου και η κακή ποιότητα αέρα, το σοβαρότερο πρόβλημα είναι η εμφάνιση δευτερευόντων ατυχημάτων.

Η διαχείριση οδικών συμβάντων ή διαχείριση συμβάντων είναι η συστηματική, σχεδιασμένη και συντονισμένη χρήση ανθρώπινων, υλικών, τεχνικών και θεσμικών πόρων με σκοπό τη μείωση των συνεπειών και της διάρκειας των οδικών συμβάντων και τη βελτίωση της ασφάλειας των μετακινούμενων, των εμπλεκόμενων και των ίδιων των διασωστών ή άλλων ατόμων που συμμετέχουν στη διαχείριση συμβάντων. (Federal Highway Administration, 2003)

Ως διάρκεια συμβάντος ορίζεται η χρονική διάρκεια που μεσολαβεί από την ανίχνευση ενός τροχαίου συμβάντος μέχρι και τη πλήρη αποκατάσταση των συνθηκών πριν το ατύχημα. Μετράται σε μέσο όρο λεπτών ανά συμβάν.

Ως μη επαναλαμβανόμενη καθυστέρηση, ορίζεται η καθυστέρηση των οχημάτων που είναι περισσότερη από την επαναλαμβανόμενη καθυστέρηση για μια συγκεκριμένη ώρα της ημέρας/μέρα της εβδομάδας/τύπο ημέρας (καθημερινή ή Σαββατοκύριακο). Μετράται σε οχηματοώρες.

Ως αξιοπιστία χρόνου ταξιδιού, ορίζεται ο πρόσθετος χρόνος που χρειάζεται να προσμετρηθεί σε μία μετακίνηση προκειμένου να διασφαλιστεί ότι οι μετακινούμενοι θα φτάσουν στον προορισμό τους πριν τον προγραμματισμένο χρόνο. Μετράται σε λεπτά. (National Traffic Incident Management Coalition, 2010)



Σχήμα 4.1: Οχήματα και προσωπικό διαχείρισης συμβάντων (Πηγή: statesmanjournal.com)

Η διαχείριση συμβάντων κυκλοφορίας αποτελείται από τα εξής στάδια:

- ανίχνευση,
- επαλήθευση,
- πληροφόρηση οδηγών,
- απόκριση,
- διαχείριση ζωνών/περιοχών,
- εκκαθάριση συμβάντος,
- αποκατάσταση της κυκλοφορίας.

Τα οφέλη της διαχείρισης συμβάντων είναι τα εξής:

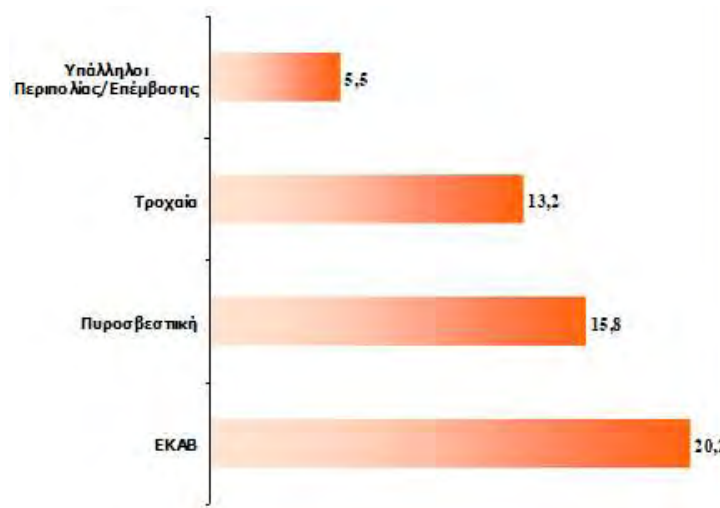
- μείωση δευτερογενών ατυχημάτων,
- παροχή πρώτων βοηθειών στους εμπλεκόμενους,
- εξοικονόμηση πόρων με την υποβοήθηση υπηρεσιών,
- βελτίωση ασφάλειας διασωστών επιφορτισμένων με την διαχείριση του συμβάντος,
- άμεση αποκατάσταση μικρών ζημιών στην υποδομή (π.χ. εκροές),
- έλεγχος κυκλοφοριακών συνθηκών και ενημέρωση χρηστών,
- βελτίωση κυκλοφοριακής ροής και αποτελεσματικότερη διαχείριση συμφορήσεων. (Federal Highway Administration, 2003)

Οι υπηρεσίες που είναι υπεύθυνες για τη διαχείριση των συμβάντων είναι οι εξής:

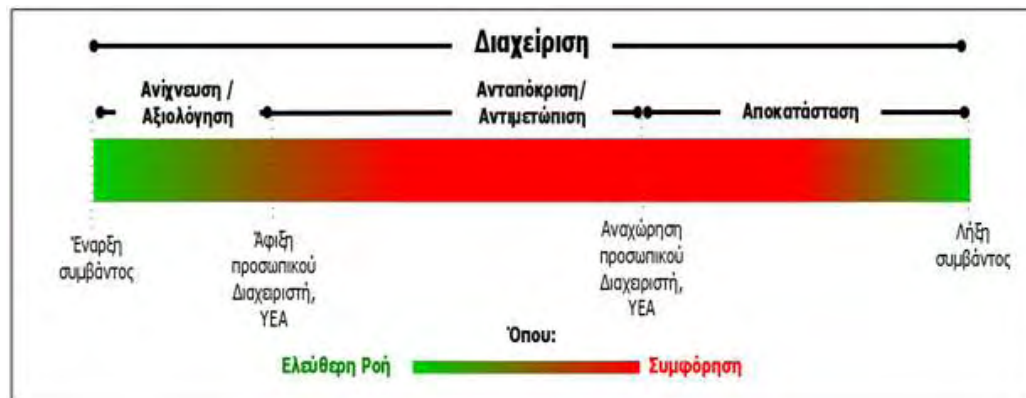
- αστυνομία-άμεση δράση,
- πυροσβεστική και διασώστες,
- οδική βοήθεια,

- ΕΚΑΒ,
- οργανισμοί περιβαλλοντικής προστασίας (για επικίνδυνα φορτία),
- φορείς λειτουργίας

Ο χρόνος μεταξύ πρώτης ειδοποίησης και άφιξης των οχημάτων οδικής βοήθειας, της Τροχαίας κτλ. στο σημείο του συμβάντος είναι κρίσιμος προκειμένου να αποφευχθούν μεγάλες αρνητικές συνέπειες του συμβάντος. Έχει διαπιστωθεί ότι ο χρόνος αυτός μειώνεται όσο αυξάνεται η διαθεσιμότητα σε προσωπικό των υπηρεσιών τη συγκεκριμένη στιγμή καθώς και όταν η πρόσβαση στο σημείο του συμβάντος είναι ανεμπόδιστη.



Σχήμα 4.2: Χρόνοι ανταπόκρισης στην Αττική Οδό το 2008 (Πηγή: Κοπελιάς, Παπαδητρίου & Σκαμπαρδώνης, 2010)

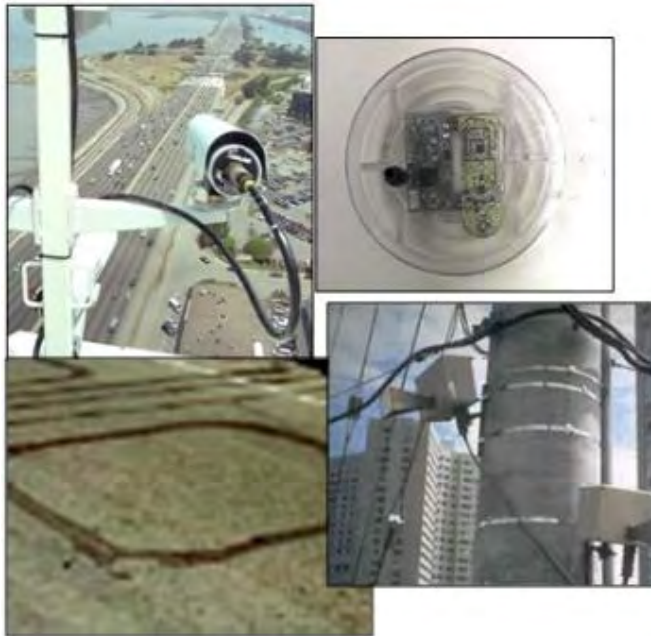


Σχήμα 4.3: Χρονική εξέλιξη συμβάντος με επίδραση στη κυκλοφορία (Πηγή: Σπηλιώτης, 2018)

4.2 Ανίχνευση και επαλήθευση

Η ανίχνευση προσδιορίζει εάν έχει συμβεί κάποιο τροχαίο συμβάν. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται συνήθως για την ανίχνευση συμβάντων περιλαμβάνουν:

- κλήσεις που πραγματοποιούνται από τους οδηγούς (συνήθως από κινητά τηλέφωνα),
- παροχή εικόνας μέσω καμερών κλειστού κυκλώματος παρακολούθησης οι οποίες εξετάζονται από τους διαχειριστές,
- ηλεκτρονική ανίχνευση (επεξεργασία βίντεο, ραντάρ, επαγωγικοί βρόγχοι) και ανάπτυξη αλγορίθμων ανίχνευσης τροχαίων ατυχημάτων,
- υπηρεσίες περιπολίας και αναφοράς κυκλοφορίας μέσω οχημάτων που ανήκουν στο διαχειριστή της οδού,
- κλήσεις από εργατικά συνεργεία δημοσίων έργων,
- περιπολίες της αστυνομίας,
- χρήση ελικοπτέρων,
- τηλέφωνα έκτακτης ανάγκης για αυτοκινητιστές. (Federal Highway Administration, 2003)



Σχήμα 4.4: Κάμερες και επαγωγικοί βρόγχοι ανίχνευσης συμβάντων (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

Η επαλήθευση είναι υπεύθυνη για την εξακρίβωση της τοποθεσίας και της φύσης ενός συμβάντος, καθώς και για την καταγραφή και κοινοποίηση των πληροφοριών αυτών στους αρμόδιους οργανισμούς.

Η επαλήθευση μπορεί να πραγματοποιηθεί επιτόπια είτε από τις υπηρεσίες περιπολίας με άμεση απόκριση στο σημείο, είτε με εντοπισμό απομακρυσμένα, με χρήση των καμερών διαχείρισης κυκλοφορίας. Η ενδεδειγμένη επαλήθευση είναι απαραίτητη προκειμένου να μειωθεί ο χρόνος που απαιτείται για την κατάλληλη ανταπόκριση στη τοποθεσία ενός συμβάντος. Το προσωπικό του κέντρου επιχειρήσεων μπορεί να επαληθεύσει την ύπαρξη συμβάντος και να επικοινωνήσει με τους ανταποκριτές καθώς και να παράσχει λεπτομέρειες στους φορείς εκτάκτου ανάγκης. Η επαλήθευση πραγματοποιείται κυρίως:

- με τη βοήθεια της αστυνομίας ή κλιμακίων του φορέα διαχείρισης του αυτοκινητοδρόμου,
- μέσω εικόνων από κάμερες κλειστού κυκλώματος,
- Επικοινωνία με μέσα μαζικής ενημέρωσης ή παρόχους υπηρεσιών πληροφόρησης,
- χρήση δορυφόρων.



Σχήμα 4.5: Τηλέφωνα εκτάκτου ανάγκης σε περίπτωση συμβάντος (Πηγή: sabreroads.org.uk)



Σχήμα 4.6: Όχημα ανταπόκρισης σε οδικό συμβάν (Πηγή: Federal Highway Administration Service Patrol Handbook, 2008)

4.3 Φορείς εμπλεκόμενοι στη διαχείριση συμβάντων

4.3.1 Κρατικοί Φορείς

Σε αυτούς τους φορείς περιλαμβάνεται η αστυνομία, υπηρεσίες περιπολίας και άλλοι φορείς που είναι υπεύθυνοι για την εφαρμογή του νόμου. Οι αρμοδιότητες τους όσον αφορά τα οδικά ατυχήματα είναι οι εξής:

- αποκλεισμός της περιοχής του ατυχήματος,
- παροχή πρώτων βοηθειών μέχρι να φτάσει βοήθεια,
- διασφάλιση της ατομικής περιουσίας,
- διενέργεια έρευνας σχετικά με τις συνθήκες του ατυχήματος,
- επίβλεψη της εκκαθάρισης στο τόπο του ατυχήματος,
- υποβοήθηση οδηγών με κινητικά προβλήματα,
- ρύθμιση της κυκλοφορίας. (Federal Highway Administration, 2010)

4.3.2 Πυροσβεστική και διασώστες

Οι φορείς αυτοί είναι κρατικοί και οι αρμοδιότητες τους όσον αφορά τη διαχείριση ατυχημάτων είναι οι εξής:

- αποκλεισμός της περιοχής του ατυχήματος,
- κατάσβεση πυρκαγιών,
- παροχή ιατρικών πρώτων βοηθειών,
- περιορισμός και διαχείριση επικίνδυνων υλικών,
- διάσωση θυμάτων από μολυσμένα περιβάλλοντα,
- διάσωση ατόμων από κατεστραμμένα οχήματα,
- οργάνωση μεταφορών για τους τραυματίες,
- υποβοήθηση στην εκκαθάριση ατυχημάτων,

(Federal Highway Administration, 2010)

4.3.3 Ιατρικές υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης

Οι κύριες αρμοδιότητες αυτών των φορέων είναι η διαλογή και η θεραπεία των θυμάτων. Σε κάποιες περιοχές οι πυροσβέστες και οι διασώστες παρέχουν και εκείνοι τις πρώτες βοήθειες. Οι κύριες αρμοδιότητες τους περιλαμβάνουν:

- παροχή επιμελούς ιατρικής φροντίδας,
- καθορισμός του προορισμού και των απαιτήσεων μεταφοράς για τους τραυματίες,
- συντονισμός με τη πυροσβεστική, την αστυνομία και τα ασθενοφόρα για την έγκαιρη εκκένωση,
- προσδιορισμός των αιτιών τραυματισμού σε περιπτώσεις μεγάλων ατυχημάτων προκειμένου να χρησιμοποιηθούν αυτές οι πληροφορίες από τις μονάδες εντατικής θεραπείας,
- απομάκρυνση των ιατρικών αποβλήτων από τη περιοχή του ατυχήματος.

4.3.4 Φορείς μεταφορών

Οι φορείς διαχείρισης είναι υπεύθυνοι για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή του προγράμματος διαχείρισης συμβάντων. Οι φορείς αυτοί ασχολούνται συνήθως με την ανάπτυξη, εφαρμογή και λειτουργία των κέντρων διαχείρισης κυκλοφορίας καθώς και με τη διαχείριση των περίπολων εξυπηρέτησης των οδηγών. Οι κυριότερες αρμοδιότητες τους είναι οι εξής:

- συμβολή στον εντοπισμό και την επαλήθευση υπάρξης ατυχημάτων,
- ενσωμάτωση των στρατηγικών διαχείρισης κυκλοφορίας στις περιοχές που επηρεάζονται από συμβάντα,
- αποκλεισμός της περιοχής του συμβάντος,
- έλεγχος της κυκλοφορίας,
- παροχή βοήθειας στους οδηγούς με ακινητοποιημένα οχήματα,
- παροχή πληροφοριών στους οδηγούς,
- παροχή υλικών όπως άμμου, για την κατάσβεση πυρκαγιών καθώς και αντιψυκτικών ουσιών,

- παροχή ειδικού εξοπλισμού για την εκκαθάριση των ατυχημάτων,
- προσδιορισμός των αναγκών που περιβάλλουν την εκκαθάριση του ατυχήματος και την επιδιόρθωση της οδού,
- δημιουργία και λειτουργία εναλλακτικών διαδρομών,
- συντονισμός των φορέων που ασχολούνται με την εκκαθάριση των ατυχημάτων και την αποκατάσταση της οδού. (Federal Highway Administration, 2010)

4.3.5 Υπηρεσίες ρυμούλκησης και ανάκτησης οχημάτων

Οι υπηρεσίες ρυμούλκησης και ανάκτησης οχημάτων είναι υπεύθυνες για την ασφαλή και αποτελεσματική απομάκρυνση κατεστραμμένων ή ακινητοποιημένων οχημάτων και θραυσμάτων από τη περιοχή του ατυχήματος. Μεταξύ των κυριότερων αρμοδιοτήτων περιλαμβάνονται:

- ανάκτηση και απομάκρυνση οχημάτων από τη περιοχή του ατυχήματος,
- προστασία της περιουσίας και των οχημάτων των θυμάτων,
- απομάκρυνση θραυσμάτων από την οδό,
- παροχή άλλων υπηρεσιών όπως έλεγχος της κυκλοφορίας.

Οι εταιρείες ρυμούλκησης και ανάκτησης είναι δευτερεύοντες ανταποκριτές που λειτουργούν με βάση κάποια νομική σύμβαση. Οι εταιρείες ρυμούλκησης και ανάκτησης που ανταποκρίνονται σε συμβάντα αυτοκινητοδρόμων αποτελούν αναπόσπαστο συστατικό όλων των προγραμμάτων διαχείρισης συμβάντων. Ακόμη και τα προγράμματα που περιλαμβάνουν περιπολίες εξυπηρέτησης οδηγών εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τους φορείς παροχής υπηρεσιών ρυμούλκησης και ανάκτησης.

4.3.6 Εργολάβοι απομάκρυνσης επικίνδυνων υλικών

Οι ανάδοχοι εργολάβοι διαχείρισης επικίνδυνων υλικών υφίστανται ως έννοια σε ορισμένες περιοχές των Ηνωμένων Πολιτειών. Είναι μισθωμένοι από τις αρχές έκτακτης ανάγκης ή μεταφορών για να καθαρίσουν τη περιοχή του συμβάντος και να απομακρύνουν τοξικά ή επικίνδυνα υλικά. Οι συνηθέστερες διαρροές χημικών υλικών που παρατηρούνται είναι υγρών όπως λάδι κινητήρα, καυσίμων (ντίζελ ή βενζίνη) και αντιψυκτικού υγρού. Τέτοια υλικά μπορούν να απομακρυνθούν χωρίς να χρειάζεται η συνεισφορά ειδικών συνεργείων. (Federal Highway Administration, 2010)

4.4 Πληροφόρηση χρηστών

Έπειτα από την επαλήθευση υπάρξης συμβάντος από τους αρμόδιους φορείς, ακολουθεί η πληροφόρηση των οδηγών.

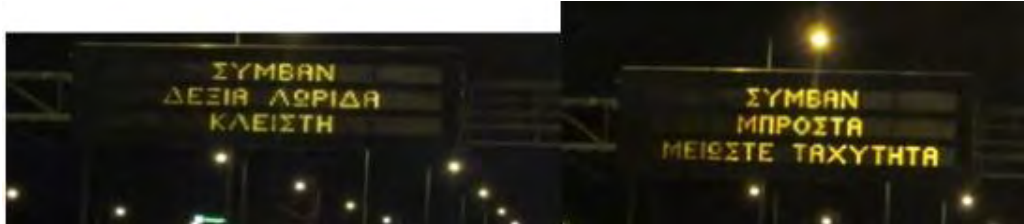
Η πληροφόρηση των χρηστών του αυτοκινητόδρομου περιλαμβάνει τη γνωστοποίηση πληροφοριών σχετικά με συμβάντα τα οποία βρίσκονται κοντά στον

οδηγό και υπάρχει η πιθανότητα να τα συναντήσει στην πορεία του. Πλέον η πληροφόρηση των χρηστών λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης της τεχνολογίας μπορεί να πραγματοποιηθεί ακόμα και σε χώρους εργασίας ή κατοικίας προκειμένου να σχεδιάσουν σωστά τις μετακινήσεις τους οι πολίτες. Τα κυριότερα οπτικοακουστικά μέσα που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν ραδιόφωνο, τηλεόραση, πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων, διαδικτυακές υπηρεσίες και συμβουλευτικό ραδιόφωνο αυτοκινητοδρόμου.

Η πληροφόρηση συνεισφέρει στη μείωση της κυκλοφοριακής ζήτησης και την αύξηση της ασφάλειας των χρηστών που θα επηρεαστούν από το συμβάν και στη μείωση των δευτερογενών ατυχημάτων.

Προκειμένου η ενημέρωση των χρηστών να είναι επιτυχημένη χρειάζεται:

- να συμβουλεύουν τους χρήστες για την φύση και την έκταση του προβλήματος, ώστε να αποφασίζουν σωστά για τις εναλλακτικές διαδρομές ή τη χρονική διάρκεια του ταξιδιού τους,
- να παρέχουν πληροφορίες για διαθέσιμες εναλλακτικές διαδρομές,
- σαφής μετάδοση των πληροφοριών προς τους χρήστες, όταν απαιτηθεί να πραγματοποιήσουν οποιαδήποτε ενέργεια (όπως αλλαγή λωρίδας, μείωση ταχύτητας ή εκτροπή της κυκλοφορίας).



Σχήμα 4.7: Χρήση πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων για την ενημέρωση των οδηγών (Πηγή: «ΔΟΕΚ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

4.5 Ανταπόκριση, εκκαθάριση και αποκατάσταση

Ως ανταπόκριση ορίζονται οι ενέργειες που περιλαμβάνουν ενεργοποίηση, συντονισμό και διαχείριση του κατάλληλου προσωπικού, εξοπλισμού και των μέσων πληροφόρησης των οδηγών μόλις επιβεβαιωθεί ότι έχει συμβεί κάποιο τροχαίο συμβάν. Η έγκαιρη και αποτελεσματική ανταπόκριση μειώνει τη διάρκεια του περιστατικού και συνεπώς τη χρονική διάρκεια μειωμένης χωρητικότητας της οδού. (FederalHighwayAdministration, 2003)

Η διαδικασία εκκαθάρισης ενός συμβάντος περιλαμβάνει την καταγραφή ζημιών, την απομάκρυνση οχημάτων, συντριμμιών και την διαχείριση διαρροών υγρών (π.χ. καύσιμα) ώστε να αποκατασταθεί όσο το δυνατόν ταχύτερα η κυκλοφοριακή

ικανότητα του οδοστρώματος. Η βελτίωση των διαδικασιών εκκαθάρισης συμβάντων κυκλοφορίας μπορεί να συμβάλλει :

- στην γρήγορη και ασφαλή αποκατάσταση της χωρητικότητας της οδού,
- στην μείωση των καθυστερήσεων των οδηγών,
- στην αποτελεσματική εκμετάλλευση όλων των διατιθέμενων πόρων,
- στην βελτίωση της ασφάλειας των ανταποκριτών και των οδηγών,
- στην προστασία της οδού και των οχημάτων από ζημιές κατά τη διαδικασία απομάκρυνσης,
- στη βελτίωση της δημόσιας εικόνας των υπηρεσιών ανταπόκρισης. (Federal Highway Administration, 2003)



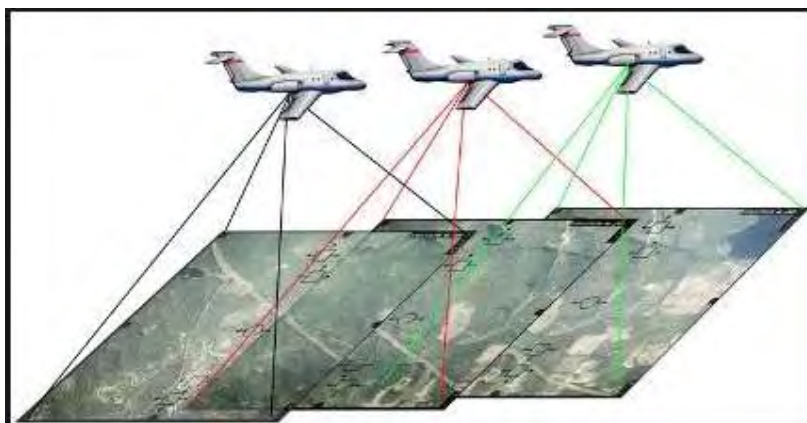
Σχήμα 4.8: Φορτηγό ανάκτησης οχημάτων (Πηγή: hiveminer.com)



Σχήμα 4.9: Γερανός βαρέου τύπου (Πηγή: buddyswrecker.com)



Σχήμα 4.10: Αστυνομικά οχήματα με ειδικά διαμορφωμένο προφυλακτήρα για τη διένεξη οδού (pushbumpers), (Πηγή: streetblogUSA.org)



Σχήμα 4.11: Χρήση της τοπογραφικής μεθόδου της φωτογραμμετρίας για τον εντοπισμό περιστατικών (Πηγή: az360.gr)

Η αποκατάσταση ενός συμβάντος συνίσταται στην επαναφορά της κυκλοφοριακής ροής σε κανονικά επίπεδα στη περιοχή του συμβάντος, εμποδίζοντας την είσοδο πρόσθετης κυκλοφορίας στην περιοχή, γεγονός που θα οδηγούσε στη δημιουργία ουράς στο ανάντη ρεύμα κυκλοφορίας αποτρέποντας με αυτό τον τρόπο τη συμφόρηση στο δίκτυο. Περιλαμβάνει τις δραστηριότητες διαχείρισης χώρου, διαχείρισης κυκλοφορίας και εκκαθάρισης. Οι πόροι, συμπεριλαμβανομένων των κέντρων διαχείρισης κυκλοφορίας και του προσωπικού λειτουργίας τους, μπορούν να διευκολύνουν στην αποκατάσταση, ελέγχοντας τις επιπτώσεις των τροχαίων συμβάντων σε όλο το δίκτυο και επιταχύνοντας την αποκατάσταση.

4.6 Οφέλη της διαχείρισης οδικών συμβάντων

Η μείωση της διάρκειας των οδικών περιστατικών έχει αποδειχθεί ότι ενισχύει τα οφέλη ενός προγράμματος διαχείρισης συμβάντων. Μειώσεις στη διάρκεια ενός συμβάντος μπορούν να επιτευχθούν με:

- μείωση του χρόνου ανίχνευσης και επαλήθευσης,
- έγκαιρη και κατάλληλη ανταπόκριση,
- ταχεία εκκαθάριση του ατυχήματος,
- σωστή διαχείριση της αποκατάστασης (συμβουλευοντας τους ανάντη οδηγούς για ένα επερχόμενο πρόβλημα ή κατευθύνοντας την κίνηση των αυτοκινητιστών σε μια παράλληλη διαδρομή).

Τα οφέλη ενός αποτελεσματικού προγράμματος είναι τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά. Τα ποσοτικά οφέλη περιλαμβάνουν:

- αυξημένους δείκτες επιβίωσης των θυμάτων λόγω συγκρούσεων. Στις ΗΠΑ σύμφωνα με μετρήσεις 43000 πολίτες πεθαίνουν ετησίως λόγω οδικών ατυχημάτων. Στο Σαν Αντόνιο των ΗΠΑ μετά την εφαρμογή προγράμματος διαχείρισης συμβάντων παρατηρήθηκε μείωση κατά 35% των συγκρούσεων (1996),
- μειωμένες καθυστερήσεις και περιορισμός της συμφοράς,
- βελτιωμένος χρόνος απόκρισης. Η μείωση του χρόνου αναγνώρισης, επιβεβαίωσης και αποστολής σωστικών συνεργείων στη περιοχή ενός ατυχήματος είναι καθοριστικά για τη μείωση της θνησιμότητας. Η «χρυσή ώρα» από τη στιγμή του τραυματισμού ενός ανθρώπου έως και τη διακομιδή του στο νοσοκομείο θεωρείται κρίσιμη για την έκβαση της υγείας του. Ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ ενός ατυχήματος έως και την ειδοποίηση των σωστικών συνεργείων μετρήθηκε 9,6 λεπτά για επαρχιακές περιοχές και 5,2 λεπτά σε εθνικό επίπεδο στις ΗΠΑ. Ο μέσος χρόνος από την ειδοποίηση έως την άφιξη σωστικών συνεργείων στο μέρος ενός ατυχήματος ισούται με 11 λεπτά στις επαρχιακές περιοχές και 3,4 λεπτά στις αστικές περιοχές. (National Traffic Incident Management Coalition, 2010)
- εξοικονόμηση ενέργειας και περιβαλλοντικά οφέλη. Στη Φλόριντα των ΗΠΑ, το πρόγραμμα “Road Ranger” συνέβαλλε στην εξοικονόμηση 1,7 εκατομμυρίων γαλονιών καυσίμων και 3,4 εκατομμυρίων δολαρίων σε μηνιαία βάση,
- βελτίωση της ποιότητας του αέρα,
- μείωση κόστους περίθαλψης θυμάτων τροχαίων ατυχημάτων. Το 2005 ο αριθμός των Αμερικανών που υπέστησαν τραυματισμούς λόγω οδικών ατυχημάτων ανέρχονταν στους 2,7 εκατομμύρια. Τα άτομα αυτά χρειάζονται περίθαλψη. Οι συγκρούσεις κοστίζουν στη κοινωνία περίπου 150 δισεκατομμύρια δολάρια σε ετήσια βάση και αποτελούν το μεγαλύτερο μερίδιο των εξόδων για την υγεία σε εθνικό επίπεδο σε σχέση με κάθε άλλη αιτία (π.χ. ασθένειες) (National Traffic Incident Management Coalition, 2010),
- μείωση της συχνότητας εμφάνισης δευτερογενών ατυχημάτων. Η πιθανότητα εμφάνισης δευτερογενούς ατυχήματος αυξάνεται κατά 2,8% κάθε λεπτό όσο

το πρωτογενές ατύχημα συνεχίζει να αποτελεί κίνδυνο. Μεταξύ των αιτιών συμπεριλαμβάνονται η αλλαγή στις συνθήκες κυκλοφορίας και η μείωση της ταχύτητας. Οι δευτερογενείς συγκρούσεις λόγω συμφόρησης που οφείλονται σε προηγούμενη σύγκρουση αποτελούν το 20% όλων των συγκρούσεων (National Traffic Incident Management Coalition, 2010),

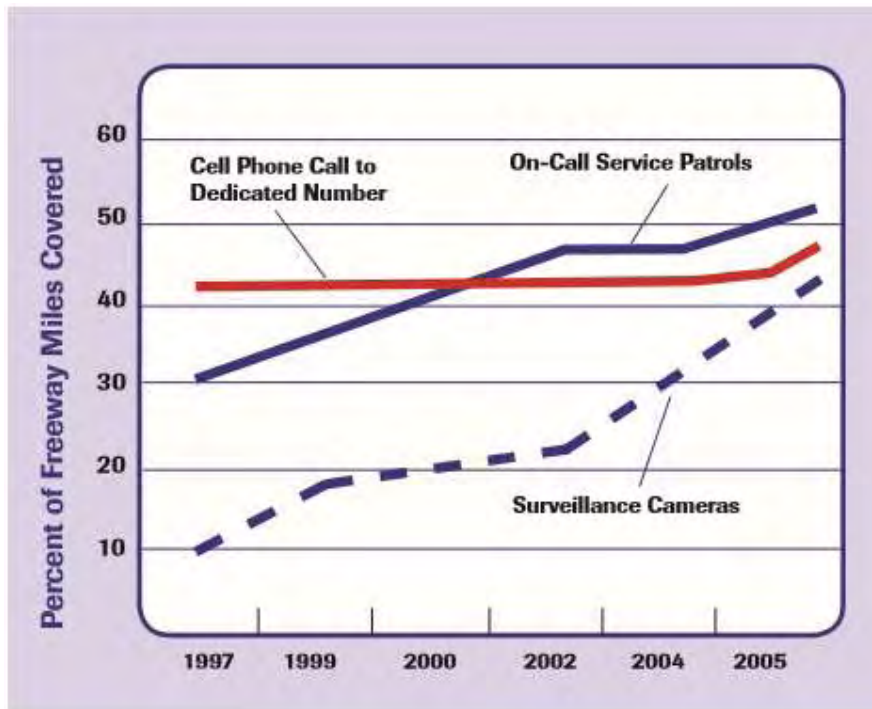
- βελτίωση της ασφάλειας των ανταποκριτών, των θυμάτων και των υπόλοιπων αυτοκινητιστών. Τα προγράμματα διαχείρισης συμβάντων προωθούν την ασφάλεια των ανταποκριτών με τη βελτίωση των πρακτικών και των διαδικασιών ελέγχου της κυκλοφορίας και ενθαρρύνοντας τους να ακολουθούν όλες τις απαιτήσεις σχετικά με την ασφάλεια. Παράλληλα, η πρόοδος στη τεχνολογία επιτρέπει τη μετάδοση οπτικοακουστικών μέσων και δεδομένων μεταξύ φορέων με σκοπό τη βέλτιστη διαχείριση των ατυχημάτων και τη καλύτερη δυνατή διαχείριση των διαθέσιμων ανθρωπίνων και χρηματικών πόρων,
- μείωση του χρόνου αποκατάστασης.

Πίνακας 4.1: Άμεσα οφέλη σε χρήστες αυτοκινητοδρόμων στη Μέριλαντ των ΗΠΑ (Πηγή: National Traffic Incident Management Coalition, 2010)

Μειώσεις σε	Ποσότητες	Κόστος ανά μονάδα	Δολάρια (εκατομμύρια)
Καθυστερήσεις (εκατ. οχηματοώρες)	Φορτηγά 2383 Αυτοκίνητα	\$19,59/ώρα κόστος οδηγού \$45,40/ώρα κόστος εμπορεύματος	\$46,72 \$108,33
	Αυτοκίνητα 26276	\$14,34/ώρα κόστος οδηγού	\$376,80
Κατανάλωση καυσίμου (εκατ. γαλόνια)	4,84	\$1/γαλόνι	\$4,84
Εκπομπές (τόνους)	HC 487	\$6700/τόνο	\$41,11
	CO 5476	\$6460/τόνο	
	NO 233	\$12875/τόνο	
Σύνολο			\$577,79

Πίνακας 4.2: Οφέλη της διαχείρισης περιστατικών για διάφορα ενδιαφερόμενα μέρη (Πηγή: National Traffic Incident Management Coalition, 2010)

	Πυροσβεστική	Αστυνομία	ΕΚΑΒ	Εταιρείες ρυμούλκησης και υπηρεσίες ελέγχου κυκλοφορίας	Φορείς μεταφορών	Χρήστες αυτοκινητοδρόμων
Ανακούφιση συμφόρησης	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Εξοικονόμηση χρημάτων	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Εξοικονόμηση καυσίμων	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Μείωση σε απώλειες προσωπικού	✓	✓	✓			
Μείωση πρωτογενών/ δευτερογενών συγκρούσεων	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ταχύτερη ανίχνευση, επαλήθευση, αποστολή- μικρότερος χρόνος απόκρισης	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Μείωση θνησιμότητας	✓	✓	✓		✓	✓
Μείωση κοστών περιθαλψης	✓	✓	✓		✓	✓
Μείωση εκπομπών						✓
Αυξημένη ασφάλεια ανταποκριτών	✓	✓	✓	✓	✓	
Αυξημένη ικανοποίηση χρηστών	✓	✓	✓	✓	✓	✓



Σχήμα 4.12: Οι κάμερες κλειστού κυκλώματος παρακολούθησης, οι υπηρεσίες περιπολίας ύστερα από κλήση και αναφορές μέσω κινητών τηλεφώνων είναι ευρέως διαδεδομένα μέσα που συμβάλλουν στη μείωση των χρόνων ανίχνευσης ατυχημάτων σε αυτοκινητοδρόμους. (Πηγή: National Traffic Incident Management Coalition, 2010)

4.7 Διαχείριση συμβάντων στην Ελλάδα

Σύμφωνα, με τις προηγούμενες ενότητες κατανοούμε ότι έχει σημειωθεί μεγάλη πρόοδος στη διαχείριση συμβάντων στις χώρες της Ευρώπης και τις Η.Π.Α.

Στη δεκαετία του 2000 και ύστερα, με τα μεγάλα έργα παραχώρησης αυτοκινητοδρόμων έχει δοθεί έμφαση στο συγκεκριμένο τομέα και στην Ελλάδα. Οι φορείς εκμετάλλευσης των μεγαλύτερων Ελληνικών αυτοκινητοδρόμων επενδύουν αρκετούς πόρους σε εκστρατείες οδικής ασφάλειας, σε περιπολίες, ενημέρωση των οδηγών και αναβάθμιση της οδικής υποδομής. Κάθε έτος παρατηρείται με μικρό ρυθμό μείωση των θανατηφόρων ατυχημάτων στη χώρα μας (753 θανατηφόρα ατυχήματα το 2016, 679 θανατηφόρα ατυχήματα το 2017 και 655 για το 2018). Ωστόσο, η μείωση αυτή σύμφωνα με έρευνες οφείλεται μερικώς και στην οικονομική ύφεση και τη μείωση της κυκλοφορίας οχημάτων στους Ελληνικούς αυτοκινητοδρόμους έως και το 2016. Σε κάθε περίπτωση, η θέσπιση αυστηρότερων νόμων σχετικά με την οδηγική συμπεριφορά τα τελευταία χρόνια καθώς και το οργανωμένο σχέδιο αντιμετώπισης των συμβάντων τείνουν προς τη σωστή κατεύθυνση.



Σχήμα 4.13: Δίκτυο Ελληνικών αυτοκινητοδρόμων, 2017 (Πηγή: Hellastron.com)

Πίνακας 4.3: Βασικοί δείκτες εθνικού δικτύου Hellastron, 2017 (Πηγή: Hellastron.com)

	Συνολικό μήκος αυτοκινητοδρόμων (χλμ.)	Μέση ημερήσια κυκλοφορία έτους	Διανυθέντα οχηματοχιλιόμετρα	Συνολικός αριθμός σταθμών διοδίων	Συνολικός αριθμός ηλεκτρονικών πομποδεκτών	Αριθμός εργαζομένων στις εταιρίες παραχώρησης
Hellastron σύνολο	2049	13797	8407	128	697534	3367
Αττική Οδός	70	51404	1271	39	568883	950
Γέφυρα Ρίο-Αντίρριο	4	10673	12	1	9314	92
Εγνατία Οδός	882	10317	2930	9	0	650
Νέα Οδός	366	18717	1230	25	50769	321
Μορέας	205	7562	517	12	0	311
Αυτοκινητόδρομος Αιγαίου	263	9721	755	13	30735	469
Ολυμπία Οδός	202	23083	1518	23	36646	455
Κεντρική Οδός	57	9283	173	6	1187	119

Πίνακας 4.4: Κατανομή ατυχημάτων και σχετικών δεικτών στους αυτοκινητοδρόμους της Ελλάδος, 2016 (Πηγή: Hellastron.com)

ΚΡΙ	ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ	ΑΤΤΙΚΗ ΟΔΟΣ	ΟΛΥΜΠΙΑ ΟΔΟΣ	ΜΟΡΕΑΣ	ΑΥΤ/ΜΟΣ ΑΙΓΑΙΟΥ	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΟΔΟΣ	ΝΕΑ ΟΔΟΣ	ΓΕΦΥΡΑ	ΣΥΝΟΛΟ
Πλήθος ατυχημάτων με νεκρούς	13	2	13	1	5	0	6	0	40
Πλήθος νεκρών	16	2	15	1	6	0	6	0	46
Δείκτης θνησιμότητας (νεκροί / 1 δισ. οχηματοχιλιόμετρα)	5,46	1,57	9,88	1,93	7,95	0,00	4,88	0,00	3,96
Πλήθος ατυχημάτων με τραυματισμό	154	25	33	18	50	3	81	0	364
Πλήθος τραυματιών	222	40	69	24	74	5	116	0	550
Δείκτης τραυματισμών (τραυματίες / 1 δισ. οχηματοχιλιόμετρα)	75,76	31,47	45,45	46,42	98,01	28,89	94,31	0,00	52,54
Πλήθος ατυχημάτων μόνο με υλικές ζημιές	511	557	1.262	281	668	90	1.009	20	4.398
Δείκτης ατυχημάτων μόνο με υλικές ζημιές (ατυχήματα με μόνο με υλικές ζημιές / 1 δισ. οχηματοχιλιόμετρα)	174,38	438,24	831,26	543,52	884,77	519,95	820,30	1666,67	734,88

4.7.1 Αττική οδός

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Κέντρου Διαχείρισης Κυκλοφορίας της Αθήνας, η πτώση κυκλοφορίας σε κύριους άξονες της Αθήνας (Κηφισίας, Μεσογείων, Συγγρού), κυμαίνονταν από το 2009 μεταξύ 5% και 15%. Η οικονομική ύφεση, η ανεργία και η τιμή των καυσίμων αποτελούν τους κυριότερους λόγους μείωσης των

μετακινήσεων όσο και για την αύξηση χρήσης των ΜΜΜ. (Κοπελιάς, Παπαδημητρίου, & Σκαμπαρδώνης, Ποιοτική Και Ποσοτική Ανάλυση Οδικών Συμβάντων Και Μεταβολή Της Επικινδυνότητας Ως Απόρροια Της Οικονομικής Κρίσης, 2012)

Ο μεγαλύτερος αριθμός εισόδων στην Αττική Οδό καταγράφηκε το 2009 και ανέρχονταν στα 307.300 οχήματα/ημέρα. Έως και το 2009 παρατηρούνταν συνεχής αύξηση του αριθμού των οχημάτων που εισέρχονταν στην Αττική Οδό. Στη συνέχεια για τα έτη 2010-2011, η κυκλοφορία «επέστρεψε» στα μεγέθη του 2005. Συγκεκριμένα, το 2010 ο μέσος όρος εισόδων ανά ημέρα ήταν 281.324 και το 2011 ήταν 250.491 οχήματα. Η πτώση ήταν 8,5% το 2010 σε σύγκριση με το 2009 και 11% το 2011 σε σύγκριση με το 2010.

Πίνακας 4.5: Συγκεντρωτικά στοιχεία Κυκλοφορίας και Συμβάντων ανά έτος (Πηγή: Κοπελιάς, Παπαδημητρίου & Σκαμπαρδώνης, 2012)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Μ.Ο. ημερήσιων εισόδων	248784	270002	295140	300993	307300	28124	250491
Μεταβολή ανά έτος	-	8,50%	9,30%	2,00%	2,10%	-8,50%	-11,00%
Οχηματοχιλιόμετρα	1,42E+09	1,51E+09	1,61E+09	1,63E+09	1,66E+09	1,56E+09	1,43E+09
Μ.Ο. οχημ/ημέρα	3,83E+06	4,14E+06	4,43E+06	4,46E+06	4,55E+06	4,27E+06	3,92E+06
Μεταβολή ανά έτος		8,10%	7,20%	0,60%	2,10%	-6,30%	-8,30%
Συμβάντα	24711	26812	29274	29520	29161	26698	26290
Μ.Ο. Συμβάντα /ημέρα	67,7	73,5	80,2	80,7	79,9	73,1	72,0
Μεταβολή ανά έτος	-	8,50%	9,20%	0,80%	-1,20%	-8,40%	-1,50%
Συμβάντα ανά 1.000.000 οχημ-χλμ.	17	18	18	18	18	17	19
Μεταβολή		5,9%	0,0%	0,0%	0,0%	-5,6%	11,8%
Συμβάντα ανά 100000 εισόδους	27	27	27	27	26	26	29
Μεταβολή ανά έτος		0,0%	-0,1%	-1,4%	-3,0%	0,0%	10,6%
Μέση διανυόμενη απόσταση ανά όχημα	15,39	15,33	15,01	14,82	14,81	15,18	15,65
Μεταβολή ανά έτος		-0,4%	-2,10%	-1,30%	-0,10%	2,50%	3,10%

Πίνακας 4.6: Εξέλιξη αριθμού συμβάντων ανά κατηγορία στην Αττική Οδό το διάστημα 2009-2011 (Πηγή: Κοπελιάς, Παπαδημητρίου & Σκαμπαρδώνης, 2012)

Κύριες κατηγορίες συμβάντων	2009	2010	2011	2011 με 2010	2011 με 2009
Κυκλοφοριακή συμφύρρηση	1894	1160	670	-490 -42%	-1224 -65%
Εμπόδιο/Έκρoή	3156	3071	3644	573 19%	488 15%
Εγκαταλελειμένο Όχημα	160	158	109	-49 -31%	-51 -32%
Βλάβη οχήματος (μηχανική, καύσιμα, ελαστικό)	21229	19711	19142	-569 -3%	-2087 -10%
Συγκρούσεις υλικών ζημιών και ατυχήματα	1298	1007	905	-102 -10%	-393 -30%
Άλλο (μη εξουσιοδοτημένος χρήστης, κλπ)	1424	1591	1820	229 14%	396 28%

Ως αποτέλεσμα της μείωσης της κυκλοφορίας, το διάστημα 2009-2011 η μεγαλύτερη μείωση παρατηρήθηκε στις κυκλοφοριακές συμφορήσεις. Η κατηγορία αυτή είχε μείωση κατά ποσοστό 65% μεταξύ 2009 και 2011. Ομοίως, τα ατυχήματα και οι συγκρούσεις υλικών ζημιών μειώθηκαν από το 2009 κατά 30%. Η μικρότερη μείωση παρατηρείται στις βλάβες οχημάτων που το 2011 μειώθηκαν μόνο 3% ενώ το διάστημα 2010-2011 μειώθηκαν συνολικά κατά 10%. (Κοπελιάς, Παπαδημητρίου, & Σκαμπαρδώνης, Ποιοτική Και Ποσοτική Ανάλυση Οδικών Συμβάντων Και Μεταβολή Της Επικινδυνότητας Ως Απόρροια Της Οικονομικής Κρίσης, 2012)

Πίνακας 4.7: Εξέλιξη αριθμού συμβάντων σχετιζόμενων και μη με τον κυκλοφοριακό φόρτο στην Αττική Οδό κατά το διάστημα 2006-2011 (Πηγή: Κοπελιάς, Παπαδημητρίου & Σκαμπαρδώνης, 2012)

	2006		2007		2008		2009		2010		2011	
Σ1 (αριθμός /% στο σύνολο)	2618 6	97,2 %	2851 4	97,4 %	2873 7	97,3 %	2819 3	96,7 %	2559	95,5 %	2487 5	94,6 %
Μεταβολή (%)	10,0%		8,9%		0,8%		-1,9%		-9,5%		-2,5%	
Σ2 (αριθμός /% στο σύνολο)	759	2,8 %	760	2,6 %	783	2,7 %	968	3,3 %	1189	4,5 %	1415	5,4 %
Μεταβολή (%)	-17,1%		0,1%		3,0%		23,6%		22,8%		19,0%	
Σύνολο Συμβάντων	2694 5	100 %	2927 4	100 %	2952 0	100 %	2916 1	100 %	2669 8	100 %	2629 0	100 %

Σύμφωνα με την έκθεση εταιρικής υπευθυνότητας της εταιρείας Αττικές Διαδρομές για το 2017, 4036 συμβάντα εντοπίστηκαν μέσω καμερών (CCTV) οι οποίες ελέγχονται από το κέντρο διαχείρισης της κυκλοφορίας ενώ αντίστοιχα το 2016 εντοπίστηκαν 3562 συμβάντα με τον ίδιο τρόπο. Το 2017 εντοπίστηκαν 4859 συμβάντα μέσω τηλεφωνικής κλήσης (1024) από χρήστες της οδού σε σχέση με 4755 το 2016. Επιπλέον, 11347 συμβάντα εντοπίστηκαν με τη βοήθεια υπαλλήλων περιπολίας-συντήρησης και 2477 από αναφορές σε σταθμούς διοδίων για το 2017, ενώ για το 2016 ανέρχονταν σε 9794 και 2380 αντίστοιχα. Τέλος, 1477 συμβάντα εντοπίστηκαν από λοιπές πηγές (Τροχαία, Εταιρεία Οδικής Βοήθειας, κ.ά.) ενώ για το 2016 τα συμβάντα που εντοπίστηκαν από λοιπές πηγές ανέρχονται στα 1633.

Όσον αφορά τους χρόνους ανταπόκρισης των οχημάτων της εταιρείας «Αττικές Διαδρομές Α.Ε.» και λοιπών φορέων: το 2017 ο χρόνος ανταπόκριση των οχημάτων της «Αττικές Διαδρομές Α.Ε.» αντιστοιχούσε σε 5,9 λεπτά, των οχημάτων οδικής βοήθειας (π.χ. γερανός) σε 8,8 λεπτά, της τροχαίας της Αττικής Οδού σε 12 λεπτά, της πυροσβεστικής σε 12,3 λεπτά, του ΕΚΑΒ σε 22,5 λεπτά και των οχημάτων οδικής βοήθειας βαρέων οχημάτων (Ο.Β.Β.Ο.) σε 20,1 λεπτά. Για το 2016 οι χρόνοι ανταπόκρισης ήταν αντίστοιχα: 6,4 λεπτά, 8,9 λεπτά, 11,2 λεπτά, 12,8 λεπτά, 20,2 λεπτά και 19,4 λεπτά. Συνεπώς, παρατηρείται σε όλες τις κατηγορίες μία μικρή μείωση με εξαίρεση το ΕΚΑΒ και τα οχήματα οδικής βοήθειας βαρέων οχημάτων στα οποία υπήρξε αύξηση του χρόνου ανταπόκρισης. (Έκθεση εταιρικής υπευθυνότητας «Αττικές Διαδρομές Α.Ε.»)

4.7.2 Αυτοκινητόδρομος Αιγαίου Α.Ε.

Η εταιρεία Αυτοκινητόδρομος Αιγαίου Α.Ε. έχει αναλάβει με σύμβαση παραχώρησης τη μελέτη, κατασκευή, λειτουργία, συντήρηση και εκμετάλλευση του αυτοκινητοδρόμου στο τμήμα Μαλιακός - Κλειδί με τομέα ευθύνης από τον κόμβο Ραχών - Αχινού έως τον κόμβο Κλειδίου καθώς και όλων των βοηθητικών έργων και σχετικών δραστηριοτήτων.

Το 2017, στον Αυτοκινητόδρομο Αιγαίου πραγματοποιήθηκαν συνολικά 22.103.230 διελεύσεις με τη μέση ημερήσια κυκλοφορία να ανέρχεται στα 10.704 οχήματα. Η κυκλοφορία εμφάνισε αύξηση σε σχέση με το 2016 κατά 3,05%. Το 0,83% (182.711) των διελεύσεων αφορά οχήματα κατηγορίας 1 (δίκυκλα), το 76,25% (16.853.620) αφορά οχήματα κατηγορίας 2 (ΙΧ), το 15,05% (1.740.028) αφορά οχήματα κατηγορίας 3 (φορτηγά) και το 7,87% (3.326.871) αφορά οχήματα κατηγορίας 4 (φορτηγά με 4+ άξονες).

Το τηλεφωνικό κέντρο, το οποίο για το έτος 2017 δέχθηκε συνολικά 69605 κλήσεις μέσω του αριθμού έκτακτης ανάγκης της Αυτοκινητόδρομος Αιγαίου, το 1075 το οποίο λειτουργεί σε εβδομαδιαία βάση όλο το 24-ώρο και δέχεται κλήσεις για

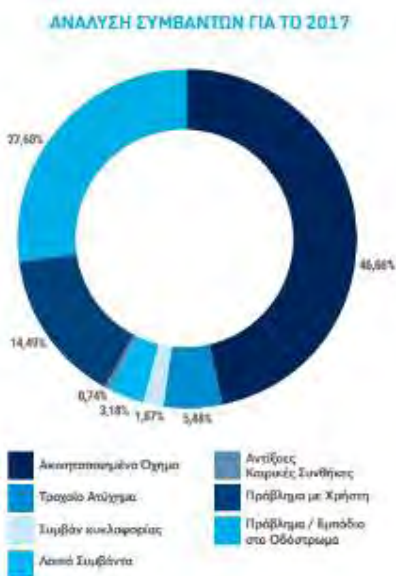
έκτακτα συμβάντα παρέχοντας βοήθεια σε οδηγούς που έχουν άμεση ανάγκη. (Αυτοκινητόδρομος Αιγαίου, 2017)

Πίνακας 4.8: Κατανομή εισερχόμενων κλήσεων (Πηγή: Aegean_Motorway_CSR_2017)

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΚΛΗΣΕΩΝ	2015	2016	2017
Λειτουργία Διοδίων	27724	27343	33984
Οδική Λειτουργία	12550	20898	18385
Μεταφορά Κλήσης	10855	10027	4089
Γενικά Θέματα	2780	2994	306
Συντήρηση Αυτοκινητόδρομου	262	194	12841
ΣΥΝΟΛΟ	54181	61456	69605

Σύμφωνα με την έκθεση εταιρικής υπευθυνότητας της εταιρείας «Αυτοκινητόδρομος Αιγαίου» για το 2017, η πλειοψηφία των συμβάντων (54%) ανιχνεύονται μέσω των περιπόλων και του προσωπικού της εταιρείας, ενώ ένα 25% των συμβάντων ανιχνεύονται μέσω κλήσεων στον αριθμό 1075. Κατά τη διάρκεια του 2017, πραγματοποιήθηκε συντονισμένη επέμβαση σε 13.716 συμβάντα η πλειοψηφία των οποίων (46%) αφορούσε σε παροχή βοήθειας σε ακινητοποιημένα οχήματα (καύσιμα, βλάβες, ελαστικά κ.λπ.), καθώς και στην απομάκρυνση εμποδίου από το οδόστρωμα (28%) (π.χ. ζώο, αντικείμενο που έπεσε από προπορευόμενο όχημα). Τα τροχαία ατυχήματα αποτελούν μόνο το 6% των συμβάντων του έτους εκ των οποίων το 95,3% του συνόλου των ατυχημάτων αφορά ατυχήματα χωρίς τραυματισμό.

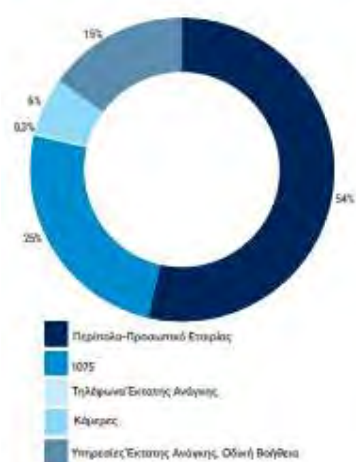
Επιπροσθέτως, όσον αφορά τον μέσο όρο ανταπόκρισης της εταιρείας στα συμβάντα, ανέρχεται στα 21 λεπτά ενώ ο μέσος όρος αποκατάστασης συμβάντος (από ανίχνευση συμβάντος έως αποκατάσταση κυκλοφορίας) ανήλθε σε 59 λεπτά.



Σχήμα 4.14: Ποσοστιαία κατανομή των συμβάντων, 2017 (Πηγή: Aegean_Motorway_CSR_2017)

Σύμφωνα με το σχήμα 4.14, 6400 συμβάντα αφορούσαν ακινητοποιημένο όχημα (καύσιμα, βλάβες, ελαστικά κ.λπ.), 752 αφορούσαν τροχαία ατυχήματα, 3786 συμβάντα σχετιζονταν με πρόβλημα ή εμπόδιο στο οδόστρωμα (ζώο, αντικείμενο που έπεσε απο προπορευόμενο όχημα), 1987 συμβάντα είχαν σχέση με πρόβλημα του χρήστη, 256 συμβάντα αφορούν συμβάντα κυκλοφορίας, 101 συμβάντα οφείλονταν σε αντίξοες καιρικές συνθήκες και 436 συμβάντα αφορούσαν λειπές περιπτώσεις.

ΠΗΓΗ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΣΥΜΒΑΝΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ 2017



Σχήμα 4.15: Ποσοστιαία κατανομή των πηγών ανίχνευσης συμβάντων, 2017 (Πηγή: Aegean_Motorway_CSR_2017)

4.7.3 Κεντρική Οδός

Η Οδός Κεντρικής Ελλάδος ή Κεντρική Οδός είναι η εταιρεία που είναι υπεύθυνη για τον σχεδιασμό, τη μελέτη, τη κατασκευή, την εκμετάλλευση και συντήρηση του έργου Παραχώρησης «Αυτοκινητόδρομος Κεντρικής Ελλάδος – Ε65». Το έργο είναι 231 χλμ. μέσα στα οποία περιλαμβάνεται η κατασκευή του Ε65 ο οποίος αρχίζει από τον ημικόμβο με τον αυτοκινητόδρομο Αθήνα – Θεσσαλονίκη – Εύζωνοι στο ύψος του Α.Κ. Θερμοπυλών και ολοκληρώνεται στον ανισόπεδο κόμβο με την Εγνατία Οδό κοντά στα Γρεβενά (174 χλμ.) και η διαχείριση και συντήρηση του τμήματος του αυτοκινητοδρόμου Α.Θ.Ε. από τη Σκάρφεια μέχρι τις Ράχες (57 χλμ.)

Το έργο παραχώρησης αποτελείται από 7 σήραγγες διπλής κατευθύνσεως συνολικού μήκους 18,3 χλμ, 6 σταθμούς εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών, 146 γέφυρες, άνω και κάτω διαβάσεις, 88 διαβάσεις πανίδας, 3 σταθμούς Πυροσβεστικής και Τροχαίας και 15 κόμβους.

Όσον αφορά τη διαχείριση συμβάντων η Κεντρική Οδός έχει αναπτύξει συντονισμένη δράση. Συνολικά έχουν επενδυθεί 12.280 Ευρώ σε δράσεις εκπαίδευσης και ενημέρωσης για την οδική ασφάλεια. Οι συνολικές διελεύσεις το 2017 ανέρχονταν σε 7.513.810 οχήματα. Η Κεντρική Οδός διαθέτει το τετραγώνιο νούμερο 1075 για την αναφορά οδικών συμβάντων. Το 2017 καταγράφηκαν 6045 εισερχόμενες κλήσεις στο συγκεκριμένο αριθμό έκτακτης ανάγκης. Το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας στο Σχηματάρι και οι περίπολοι οδικής ασφάλειας λειτουργούν 24 ώρες το 24ωρο και 365 μέρες το χρόνο. Επίσης έχουν εγκατασταθεί συνολικά 52 κάμερες (19 ανοιχτού αυτοκινητοδρόμου και 33 σε σήραγγες) για τη παρακολούθηση της κυκλοφορίας. (Κεντρική Οδός, 2017)

Αναλυτικότερα, για το 2017 καταγράφηκε μείωση 68% στο μέσο χρόνο ανταπόκρισης για συμβάντα με εγκαταλελειμμένα οχήματα. Τα οχήματα περιπολίας διένυσαν για το 2017 506.860 χιλιόμετρα. Ο μέσος χρόνος ανταπόκρισης της Κεντρικής Οδού σε συμβάντα ανέρχονταν στα 10,4 λεπτά. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 43.281 ώρες εργασίας για την οδική συντήρηση. Στον πίνακα 4.9, παρουσιάζονται αναλυτικά τα συμβάντα που συνέβησαν στη Κεντρική Οδό το 2017.

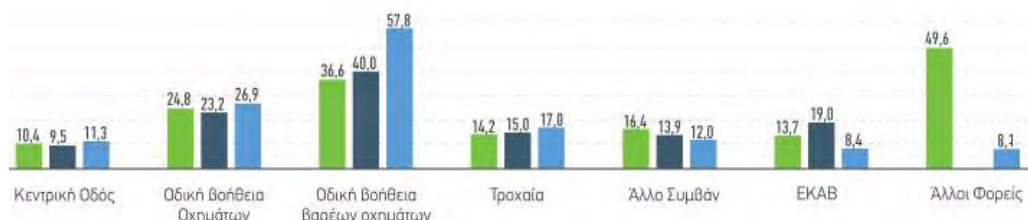
Πίνακας 4.9: Κατηγορίες συμβάντων στην Κεντρική Οδό (Πηγή: kentrikiodos.gr)

Κατηγορία συμβάντων	2017	2016	2015
Ατύχημα - Πρόσκρουση	87	93	81
Όχημα με βλάβη	1710	1718	1621
Εγκαταλελειμμένο όχημα	22	8	8
Εμπόδιο – εκροή – κινούμενος κίνδυνος	1529	1498	1355
Κυκλοφοριακή συμφόρηση	0	0	0
Άλλο συμβάν	120	127	142
Σύνολο	3468	3444	3207

Επιπροσθέτως, η Κεντρική Οδός είναι επιφορτισμένη με την περισυλλογή και μεταφορά σε ασφαλές σημείο ακινητοποιημένων οχημάτων που βρίσκονται εντός του αυτοκινητοδρόμου και παρεμποδίζουν την ομαλή και ασφαλή κυκλοφορία. Οι μονάδες περισυλλογής της εταιρίας, αναλαμβάνουν τη μεταφορά των ακινητοποιημένων οχημάτων στο πιο κοντινό και ασφαλές σημείο εκτός του κύριου άξονα του αυτοκινητοδρόμου (π.χ. σταθμός εξυπηρέτησης αυτοκινητιστών). Εδώ επισημαίνουμε, ότι η υπηρεσία περισυλλογής παρέχεται δωρεάν στους οδηγούς. Κατά τη διάρκεια του 2017, πραγματοποιήθηκαν επιτυχώς 433 ρυμουλκώσεις οχημάτων, εκ των οποίων οι 87 αφορούσαν βάρεια οχήματα.



Σχήμα 4.16: Μέσος χρόνος ανταπόκρισης Κεντρικής Οδού σε λεπτά ανά τύπο συμβάντος. Με πράσινο αντιστοιχούν οι τιμές για το 2017, με σκούρο μπλε για το 2016 και με γαλάζιο για το 2015. (Πηγή: kentrikiodos.gr)



Σχήμα 4.17: Μέσος χρόνος ανταπόκρισης ανά φορέα συνδρομής σε λεπτά. Με πράσινο αντιστοιχούν οι τιμές για το 2017, με σκούρο μπλε για το 2016 και με γαλάζιο για το 2015. (Πηγή: kentrikiodos.gr)

4.7.4 Νέα Οδός

Η Νέα Οδός έχει αναλάβει τη μελέτη, τη κατασκευή, την λειτουργία, την εκμετάλλευση και συντήρηση αυτοκινητοδρόμου μήκους 380 χλμ. Που αποτελείται από τα εξής τμήματα:

- i. το τμήμα, εντός του αυτοκινητοδρόμου Αθήνα – Θεσσαλονίκη – Εύζωνοι (Α.Θ.Ε.), που ξεκινάει από τον ανισόπεδο κόμβο της Μεταμόρφωσης και καλύπτει 172 χλμ. φτάνοντας μέχρι τον ανισόπεδο κόμβο στη Σκάρφεια Φθιώτιδας,
- ii. τον αυτοκινητόδρομο «Ιόνια Οδός» που καλύπτει 196 χλμ. από το Αντίρριο μέχρι τα Ιωάννινα στο σημείο του ανισόπεδου κόμβου με την Εγνατία Οδό.

Το έργο παραχώρησης αποτελείται από 10 σήραγγες διπλής κατεύθυνσης συνολικού μήκους 19,84 χλμ, 10 σταθμούς εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών, 32 γέφυρες, 185 άνω και κάτω διαβάσεις, 6 κέντρα λειτουργίας και συντήρησης, 10 πλευρικούς σταθμούς διοδίων και 8 μετωπικούς σταθμούς διοδίων.

Όσον αφορά τη διαχείριση συμβάντων η Νέα Οδός έχει αναπτύξει συντονισμένη δράση. Συνολικά έχουν επενδυθεί 32.243 Ευρώ σε δράσεις εκπαίδευσης και

ενημέρωσης για την οδική ασφάλεια. Ο μέσος χρόνος ανταπόκρισης της Νέας Οδού σε συμβάντα ανέρχεται στα 8,7 λεπτά. Τα περίπολα της Νέας Οδού διένυσαν 2.824.264 χιλιόμετρα για το έτος 2017. (Νέα Οδός, 2017)

Ο ρόλος των περιπόλων οδικής ασφάλειας είναι καθοριστικός για την οδική ασφάλεια καθώς σκοπός τους είναι να βοηθούν όλους τους οδηγούς σε περίπτωση ανάγκης. Ο ρόλος τους περιλαμβάνει:

- επιθεώρηση του εξοπλισμού, εντοπισμό ενδεχόμενων φθορών και πρόβλεψη κινδύνου για τους χρήστες σε καθημερινή 24ώρη βάση,
- άμεση διαχείριση των συμβάντων και παροχή βοήθειας σε ακινητοποιημένα οχήματα.

Αναλυτικότερα, οι βασικές αρμοδιότητες του προσωπικού των περιπόλων περιλαμβάνουν:

- περιπολίες άμεσης επέμβασης,
- εντοπισμό και διαχείριση συμβάντων,
- έλεγχο φθορών στην υποδομή και τον εξοπλισμό (οδόστρωμα, περίφραξη, στηθαία ασφαλείας, φωτισμός),
- απομάκρυνση αντικειμένων από το οδόστρωμα,
- συνδρομή σε ακινητοποιημένα οχήματα, καθώς και απομάκρυνση αυτών,
- σήμανση έκτακτων συμβάντων,
- συνδρομή στις αρμόδιες κρατικές υπηρεσίες άμεσης ανάγκης,
- επικουρική συνοδεία υπερμεγεθών οχημάτων, εφόσον κριθεί αναγκαίο,
- συνοδεία διέλευσης οχημάτων επικινδύνων φορτίων εντός σηράγγων,
- πρόβλεψη κινδύνων για τους χρήστες.

Στον πίνακα 4.10, παρουσιάζονται οι κατηγορίες συμβάντων που εμφανίστηκαν στη Νέα Οδό στην τριετία 2015-2017.

Πίνακας 4.10: Κατηγορίες συμβάντων στη Νέα Οδό (Πηγή: neaodos.gr)

Κατηγορίες Συμβάντων	2017	2016	2015
Όχημα με βλάβη	19092	12340	12405
Εμπόδιο-εκροή-κινούμενος κίνδυνος	12171	6513	6975
Άλλο συμβάν	2859	1264	1203
Ατύχημα-πρόσκρουση	1358	1096	1092
Εγκαταλελειμμένο όχημα	401	278	325
Σύνολο	35881	21491	22000

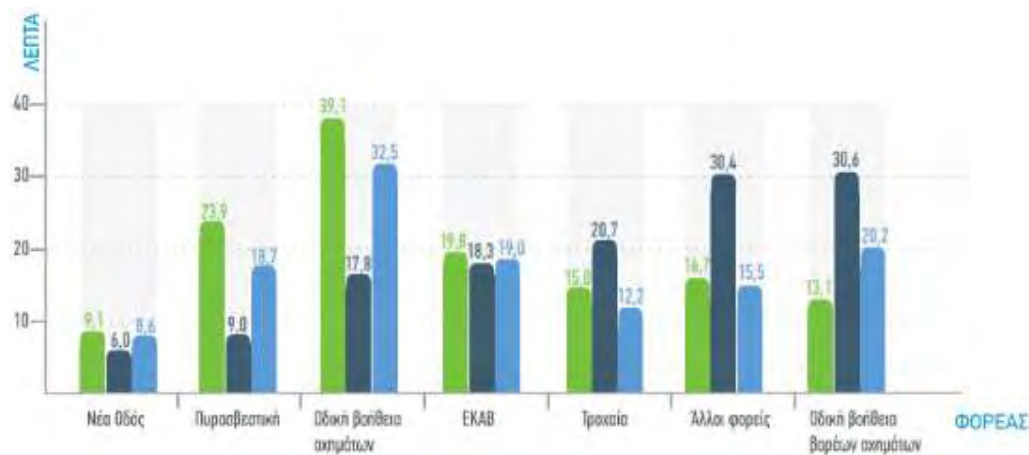
Συγχρόνως, η Νέα Οδός προσφέρει την υπηρεσία περισυλλογής και μεταφοράς σε ασφαλές σημείο ακινητοποιημένων οχημάτων που παρεμποδίζουν την ομαλή και ασφαλή λειτουργία του αυτοκινητοδρόμου. Καθήκον των μονάδων περισυλλογής της εταιρίας, είναι η δωρεάν μεταφορά των ακινητοποιημένων οχημάτων στο πλησιέστερο ασφαλές σημείο εκτός του αυτοκινητοδρόμου, δηλαδή σε κάποιο σημείο στο υπόλοιπο οδικό δίκτυο ή σε κάποια ασφαλή θέση εντός του Έργου Παραχώρησης, όπως στα Σημεία Εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών (Σ.Ε.Α.). Σύμφωνα με στοιχεία της εταιρίας πραγματοποιήθηκαν με ασφάλεια πάνω από 6.300 ρυμουλκώσεις οχημάτων εκ των οποίων οι 663 αφορούσαν βαρέα οχήματα. (Νέα Οδός, 2017)

Πίνακας 4.11: Αριθμός ρυμουλκώσεων στη Νέα Οδό (Πηγή: neaodos.gr)

	Ιόνια Οδός	Τμήμα Αυτοκινητοδρόμου Α.Θ.Ε.
Συμβατικές ρυμουλκώσεις οδικής βοήθειας	1239	4485
Βαρέα οχήματα (OBBO)	108	555



Σχήμα 4.18: Μέσος χρόνος ανταπόκρισης Νέας Οδού σε λεπτά ανά τύπο συμβάντος. Με πράσινο αντιστοιχούν οι τιμές για το 2017, με σκούρο μπλε για το 2016 και με γαλάζιο για το 2015. (Πηγή: neaodos.gr)



Σχήμα 4.19: Μέσος χρόνος ανταπόκρισης ανά φορέα συνδρομής σε λεπτά. Με πράσινο αντιστοιχούν οι τιμές για το 2017, με σκούρο μπλε για το 2016 και με γαλάζιο για το 2015. (Πηγή: neaodos.gr)

4.8 Αξιολόγηση προγραμμάτων διαχείρισης συμβάντων

Η αυτοαξιολόγηση είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται από τους φορείς διαχείρισης προκειμένου να αξιολογηθεί η επιτυχία ενός προγράμματος διαχείρισης τροχαίων συμβάντων. Το εργαλείο παρέχει επίσης μία μέθοδο για την εκτίμηση των κενών και των αναγκών σε υπάρχουσες κρατικές λειτουργίες αντιμετώπισης συμβάντων. Η αυτοαξιολόγηση πραγματοποιείται σε ετήσια ή διετή βάση. Συμβάλλει στη παροχή ενός μέτρου σύγκρισης για τη βελτίωση του προγράμματος και συνεισφέρει στην επανακατομή των πόρων σε εκείνους τους τομείς που χρειάζονται βελτίωση. (Federal Highway Administration, 2003)

4.8.1 Μοντέλο FSPE

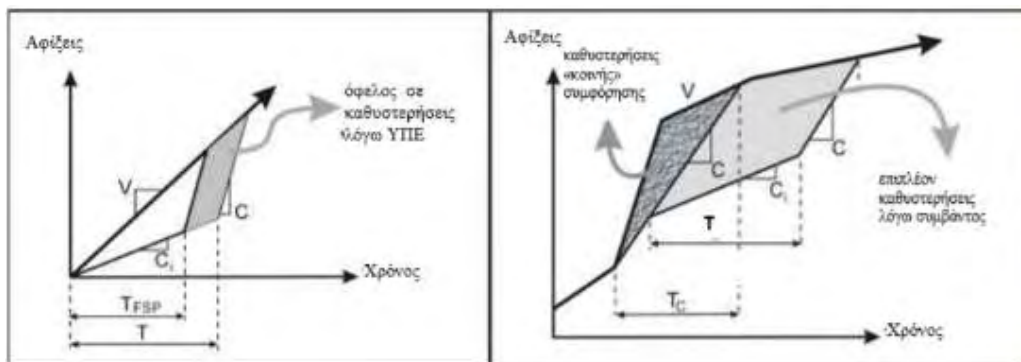
Το μοντέλο αναπτύχθηκε στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ από το πανεπιστήμιο του Berkeley για λογαριασμό των Caltrans. Αφορά στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του προγράμματος ΥΠΕ που υλοποιείται σε συνεργασία των Caltrans, California Highway Patrol (CHP) και Transportation Planning Organizations (MPOs). Στην πολιτεία της Καλιφόρνια, η υπηρεσία λειτουργεί σε 151 τμήματα του δικτύου αυτοκινητοδρόμων συνολικού μήκους 1650 μιλίων. Οι επεμβάσεις στα συμβάντα και ατυχήματα γίνεται μέσω μηχανισμού 329 οχημάτων περιπολίας και επέμβασης (DKS, 2007).

Μεθοδολογικά η αξιολόγηση γίνεται σε 2 στάδια (Skabardonis and Mauch, 2005):

- i. Υπολογισμός καθυστερήσεων, καταναλώσεων και εκπομπών καυσαερίων που εξοικονομούνται από τα συμβάντα που αντιμετωπίζονται «με» την επέμβαση ΥΠΕ σε σχέση με αυτές που θα υπήρχαν «χωρίς» την επέμβαση ΥΠΕ ,

- ii. Εκτίμηση του λόγου οφέλους/κόστους της υπηρεσίας. Ως όφελος ποσοτικοποιούνται τα παραπάνω μεγέθη και ως κόστος υπολογίζονται τα λειτουργικά και διοικητικά κόστη της ΥΠΕ. (Κοπελιάς, Σκαμπαρδώνης, Παπαδημητρίου, & Χρυσικάκης, 2010)

Για τον υπολογισμό των καθυστερήσεων που παράγονται λόγω των συμβάντων, η εφαρμογή FSPE χρησιμοποιεί ντετερμινιστικά μοντέλα θεωρίας ουρών αναμονής με την παραδοχή σταθερού ρυθμού αφίξεων – αναχωρήσεων. Σύμφωνα με την θεωρία αυτή (σχήμα 4.20) όταν η κυκλοφοριακή ικανότητα C είναι μεγαλύτερη από τη ζήτηση v ($C > v$) τότε όλα τα οχήματα «εξυπηρετούνται» ενώ όταν αυτή μειωθεί σε C_i λόγω συμβάντος, τότε η υπολειπόμενη ζήτηση δημιουργεί συμφόρηση και αναμονές μέχρι την λήξη του συμβάντος (T). Σε περίπτωση ύπαρξης ΥΠΕ, ο χρόνος ανταπόκρισης θα είναι μικρότερος από αυτόν που θα είχε οποιαδήποτε άλλη υπηρεσία που θα εφτανε πρώτη στο σημείο του συμβάντος και κατά συνέπεια η διάρκεια επίλυσης του συμβάντος και εκκαθάρισης της οδού θα είναι μικρότερη ($TFSP < T$) και η συμφόρηση μικρότερη σε διάρκεια και αριθμό οχημάτων. Όταν η ζήτηση υπερβαίνει την κυκλοφοριακή ικανότητα ($v > C$) παρουσιάζεται το κοινό φαινόμενο της συμφόρησης των ωρών αιχμής χωρίς συμβάντα (recurrent congestion). Ο υπολογισμός των επιπλέον καθυστερήσεων λόγω συμβάντος σε αυτές τις συνθήκες γίνεται με βάση τις αναλυτικές πληροφορίες για την κυκλοφοριακή ζήτηση στη διάρκεια του 24ώρου και την κατάλληλη δημιουργία του αντίστοιχου διαγράμματος ουράς. Η βασική παραδοχή είναι ότι η ζήτηση είναι μικρότερη της χωρητικότητας στην έναρξη του 24ώρου και οι συνθήκες συμφόρησης αποκαθίστανται καθολικά στο τέλος της ημέρας. (Κοπελιάς, Σκαμπαρδώνης, Παπαδημητρίου, & Χρυσικάκης, 2010)



Σχήμα 4.20: Υπολογισμός καθυστερήσεων λόγω συμβάντων σε συνθήκες «με» και «χωρίς» συμφόρηση (Πηγή: Κοπελιάς, Σκαμπαρδώνης, Παπαδημητρίου & Χρυσικάκης)

Όπου,

v = ρυθμός αφίξεων σε οχήματα ανά ώρα (κυκλοφοριακή ζήτηση),

C = ρυθμός αναχωρήσεων σε οχήματα ανά ώρα (κυκλοφοριακή ικανότητα),

C_i = κυκλοφοριακή ικανότητα σε συνθήκες συμβάντος,

T = διάρκεια συμβάντος χωρίς ΥΠΕ,

T_{FSP} = διάρκεια συμβάντος με ΥΠΕ,

T_c = διάρκεια συμβάντος με ΥΠΕ σε συνθήκες συμφόρησης.

Το FSPE υπολογίζει την ποσότητα των εκπεμπόμενων ρύπων CO, NOx, κλπ. που εξοικονομούνται από τη μείωση των αναμονών και των ουρών σε συνθήκες συμβάντων. Η μεθοδολογία υπολογισμού των εκπομπών ρύπων βασίζεται στο μοντέλο EMFAC (Emission FACtors) που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των εκπομπών ρύπων για όλα τα είδη οχημάτων (IX, βαρέα, λεωφορεία, κλπ) και για όλα τα είδη δικτύου στην πολιτεία της Καλιφόρνια και ακολουθείται από το California Air Resources Board - CARB (2007). Η μεταφορά των συντελεστών εκπομπών ρύπων στην ελληνική πραγματικότητα κρίθηκε σκόπιμο να γίνει με τις απαραίτητες προσαρμογές εξαιτίας των χαρακτηριστικών των κυκλοφορούντων οχημάτων (πχ οχήματα μικρότερου κυβισμού) και κατά συνέπεια των μέσων τιμών κατανάλωσης που σχετίζονται με τους εκπεμπόμενους ρύπους. (Κοπελιάς, Σκαμπαρδώνης, Παπαδημητρίου, & Χρυσικάκης, 2010)

Στους πίνακες 4.12 και 4.13, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της διαχείρισης συμβάντων όπως προκύπτουν από στατιστικά στοιχεία, τη χρήση λογισμικού FSPE (Caltrans) και το κέντρο διαχείρισης της κυκλοφορίας στην Αττική Οδό.

Πίνακας 4.12: Μέση διάρκεια συμβάντων (Πηγή: Caltrans – California Department of Transport)

Μέση διάρκεια συμβάντων με μηχανισμό διαχείρισης συμβάντων	20 λεπτά
Μέση διάρκεια συμβάντων χωρίς μηχανισμό διαχείρισης συμβάντων	35 λεπτά

Πίνακας 4.13: Αποτελέσματα της διαχείρισης συμβάντων (Πηγή: Caltrans – California Department of Transport)

Μεγέθη	Τιμές / έτος
Μείωση εκπομπών ρύπων CO (kg/έτος)	15477
Μείωση εκπομπών ρύπων NOx (kg/έτος)	8548
Μείωση καθυστερήσεων (οχηματοώρες)	701969
Όφελος από μείωση καθυστερήσεων (εκ. Ευρώ/έτος)	9,3
Μείωση κατανάλωσης καυσίμου (εκ. Λίτρα/έτος)	2,4
Όφελος από μείωση κατανάλωσης καυσίμου (εκ. Ευρώ/έτος)	3,3
Σύνολο οφέλους (εκ. Ευρώ/έτος)	12,6
Κόστος λειτουργίας (εκ. Ευρώ) την περίοδο σεναρίου	2,9
Λόγος οφέλους/κόστους	4,3 : 1

Πίνακας 4.14: Αποτελέσματα αξιολόγησης ΥΠΕ στην Αττική Οδό (Πηγή: Κοπελιάς, Σκαμπαρδώνης, Παπαδημητρίου & Χρυσικάκης, 2010)

	Σενάριο 1 Σύνολο Αττική Οδοῦ- σύνολο έτους	Σενάριο 2 Σύνολο Αττική Οδοῦ - εργάσιμες έτους	Σενάριο 3 Κεντρικό Τμήμα - εργάσιμες έτους - 8ωρο αηγιών
Μείωση Εκπομπών Ρύπων HC (kg/έτος)	725	697	388
Μείωση Εκπομπών Ρύπων CO (kg/έτος)	15.477	14.878	8.284
Μείωση Εκπομπών Ρύπων NOx (kg/έτος)	8.548	8.218	4.575
Μείωση Καθυστερήσεων (οχηματοώρες)	701.969	674.832	375.720
Όφελος από μείωση καθυστερήσεων (εκ.€/έτος)	9,3	8,9	6
Μείωση Κατανάλωσης Καυσίμου (εκ. λίτρα/έτος)	2,4	2,3	1,3
Όφελος από μείωση Κατανάλωσης Καυσίμου (εκ.€/έτος)	3,3	3,2	1,7
Σύνολο Οφέλους (εκ.€/έτος)	12,6	12,1	7,7
Κόστος ΥΠΕ (εκ.€) την περίοδο σεναρίου	2,9	2,1	0,26
Λόγος Ο/Κ	4,3:1	5,7:1	29,6:1

5. Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας τις πληροφορίες που προέκυψαν από τη βιβλιογραφική μου μελέτη, προκύπτει πρώτα απ' όλα πώς η διαχείριση της οδικής υποδομής είναι μία πολύ σημαντική σύγχρονη διαδικασία. Αποτελεί το καλύτερο δυνατό τρόπο ώστε να υπάρξει βελτίωση της οδικής ασφάλειας και συνεπώς μεγαλύτερο αίσθημα ασφάλειας για τον μετακινούμενο, μεγιστοποίηση των κερδών και για τον χρήστη της οδού και για τον διαχειριστή της καθώς και μείωση των ρύπων και των αιωρούμενων σωματιδίων. Επίσης, η διαχείριση της οδικής υποδομής είναι μια διαδικασία που θα βελτιώνεται με το πέρασμα των ετών λόγω της τεχνολογικής ανάπτυξης που συντελείται συνεχώς.

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, τα μέτρα που χρησιμοποιούνται για την ενεργή διαχείριση της κυκλοφορίας και της συμφόρησης σε οδικές αρτηρίες είναι τα εξής: έλεγχος και παρακολούθηση της ικανότητας της οδού, δυναμικός έλεγχος της σηματοδότησης, δυναμικός έλεγχος της γεωμετρίας της οδού (π.χ. λωρίδες με μεταβαλλόμενη διεύθυνση της ροής) και ενημέρωση των οδηγών. Επίσης οι στρατηγικές του “Active Traffic Management” έχουν εφαρμοστεί επιτυχώς σε αρτηρίες στις οποίες:

- υπάρχει ανάγκη για «δυναμική» διαχείριση της λειτουργίας τους (π.χ. λόγω περιοδικής ή μη περιοδικής συμφόρησης που συνοδεύονται με περιορισμένες δυνατότητες αύξησης της χωρητικότητας),
- η λειτουργία τους υπάγεται σε έναν φορέα διαχείρισης της οδικής υποδομής που διαθέτει τους αναγκαίους πόρους για συντήρηση και λειτουργία.
- Υπάρχει συντονισμός μεταξύ διαφορετικών φορέων προκειμένου να εφαρμοστεί το σχέδιο ενεργητικής διαχείρισης της κυκλοφορίας.

Επιπλέον, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι απαιτήσεις του συστήματος και των τεχνολογιών που συσχετίζονται με την επιτυχή εφαρμογή των στρατηγικών του “Active Traffic Management” διαφέρουν ανάλογα με την στρατηγική που είναι επιθυμητό να εφαρμοστεί. Συγκεκριμένα:

- η συνεχής καταγραφή σε πραγματικό χρόνο της λειτουργίας μιας οδού απαιτεί την ύπαρξη αισθητήρων στο πεδίο σε 24-ώρη βάση και αποθήκευση των δεδομένων σε κάποια κεντρική βάση,
- ο δυναμικός έλεγχος της σηματοδότησης και ο δυναμικός έλεγχος της γεωμετρίας της οδού (π.χ. λωρίδες με μεταβαλλόμενη διεύθυνση της ροής) απαιτούν τη γνώση και λειτουργία εξειδικευμένων προγραμμάτων στο κέντρο ελέγχου της κυκλοφορίας και στο πεδίο.

Τα ITS διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της διαχείρισης των συμβάντων. Αυτό συμβαίνει επειδή χρησιμοποιούν αισθητήρες (όπως επαγωγικούς βρόχους, ραντάρ και κάμερες CCTV), τεχνολογίες επεξεργασίας δεδομένων και

επικοινωνιών για την ταχεία αντίχρεωση και επαλήθευση οδικών συμβάντων. Τα εξελιγμένα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων βοηθούν τους διαχειριστές της κυκλοφορίας να αποφασίσουν πώς να ανταποκριθούν καλύτερα σε κάθε περιστατικό. Η χρήση των ITS με αυτόν τον τρόπο μπορεί να βελτιώσει την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα του δικτύου, σώζοντας ζωές και χρήματα.

Όσον αφορά τη διαχείριση συμβάντων τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι τα εξής:

- η Διαχείριση Συμβάντων είναι μια σημαντική , σύγχρονη παράμετρος της Διαχείρισης της Οδικής Υποδομής και η οποία αφορά την χρήση εξοπλισμού και μέσων της οδού ώστε ένα οδικό συμβάν να:
 - i. ανιχνευθεί έγκαιρα,
 - ii. αντιμετωπιστεί με τα κατάλληλα μέσα σε μειωμένο χρόνο,
 - iii. έχει όσο το δυνατόν μικρότερες συνέπειες στην κυκλοφορία,
 - iv. έχει μειωμένες πιθανότητες να εξελιχθεί σε κίνδυνο δευτερογενούς ατυχήματος.
- η δημιουργία μηχανισμών Διαχείρισης Συμβάντων καθώς και η αξιολόγηση προγραμμάτων διαχείρισης συμβάντων είναι οικονομικά επωφελείς διαδικασίες, που συμβάλλουν στη μείωση του κόστους μετακίνησης λόγω μείωσης των ουρών και των καθυστερήσεων καθώς και στη μείωση των εκπομπών και της κατανάλωσης καυσίμων μέσω μετρήσεων και ελέγχων κόστους - οφέλους.

Η Διαχείριση Οδικών Συμβάντων στοχεύει στην πρόληψη και ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων και της βαρύτητας των ατυχημάτων. Στην χώρα μας πολλές από τις αρμοδιότητες της ΔΣ έχουν εκχωρηθεί σε ιδιωτικές εταιρείες λειτουργίας των οδικών υποδομών με απτά αποτελέσματα τόσο στην αποτελεσματικότητα από πλευράς ασφάλειας όσο και στην εξοικονόμηση πολύτιμων πόρων από τους επιφορτισμένους με τη διαχείριση ατυχήματος κρατικούς φορείς. Χαρακτηριστικό είναι ότι στην Αττική Οδό μόνο στο 7% του συνολικού αριθμού συμβάντων επενέβη η Τροχαία (1.946 στα 29.520). (Κοπελιάς, Παπαδημητρίου, & Σκαμπαρδώνης, Δείκτες Αποτελεσματικής Διαχείρισης Ατυχημάτων Και Συμβάντων, 2010)

6. Βιβλιογραφία – Πηγές

- European Commission. (2014, December). Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects.
- Eurostat. (2016). *eurostat Statistics Explained*. Retrieved from europa.eu.
- Federal Highway Administration. (2007). Active Traffic Management: The Next Step In Congestion Management., (p. 88).
- Federal Highway Administration. (2006). *Congestion Pricing: A Primer*.
- Federal Highway Administration. (2003). Freeway Management and Operations Handbook.
- Federal Highway Administration. (1995). NPTS Data Book.
- Federal Highway Administration. (2005). *Traffic Congestion and Reliability: Trends and Advanced Strategies for Congestion Mitigation*. Retrieved from Office Of Operations.
- Federal Highway Administration. (2010). *Traffic Incident Management*. Retrieved from Emergency Transportation Operations.
- Houston, N., Baldwin, C., Vann Easton, A., Cyra, S., P.E., P.T.O.E, et al. (2008). *Federal Highway Administration Service Patrol Handbook*. Washington, D.C.
- Kuhne, R., & Michalopoulos, P. (1997). Continuum Flow Models.
- McGroaty, J. (2010). Recurring and Non-Recurring Congestion: Causes, Impacts, and Solutions.
- National Traffic Incident Management Coalition. (2010). Benefits of Traffic Incident Management. In *National Unified Goal (NUG) For Traffic Incident Management* (p. 8).
- Organization for European Cooperation and Development. (1999). *Asset Management Systems*. Retrieved from www.oecd.org.
- PIARC Technical Committee 2.3 Urban Areas and Integrated Urban Transport. (2010). *Congestion In Urban Areas - Examples Of Counter - Measures*.
- Sercan, K., Ergun, M., & Tetsuo, Y. Freeway Traffic Flow Control with Variable Speed Limits and Ramp Metering.
- Technical Committee 1.5 Risk Management World Road Association. (2016). *Methodologies And Tools For Risk Assessment And Management Applied To Road Operations*.
- Technical Committee 2.4 Winter Service World Road Association. (2016). *Advanced Technology For Data Collection And Information To Users And Operators*.
- Technical Committee 4.1 Management Of Road Assets World Road Association. (2017). *Management Of Road Assets Balancing Of Environmental And Engineering Aspects In Management Of Road Networks*.
- Technical Committee B.2 "Road Network Operations". (2012). *Strategies For Road Networks Operations*.

- World Road Association. (2016). *Preserve Your Country's Roads To Drive Development*.
- World Road Association. (2016). *Preserve Your Country's Roads To Drive Development*.
- World Road Association. (2016). *ROAD NETWORK OPERATIONS & INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS*. Retrieved from piarc.org.
- World Road Association. (2014). *The Importance of Road Maintenance*.
www.extremetech.com. (n.d.).
- Αρβανιτοζήση, Α. Β. (2007). *Ιδιοκτησία Ι.Χ., Κυκλοφορία Στα Εθνικά Οδικά Δίκτυα Και Σε Αστικές Περιοχές, Επιβατική Κίνηση Σε Επιλεγμένους Άξονες*. Θεσσαλονίκη.
- Αττικές Διαδρομές Α.Ε. (2017). "Έκθεση Εταιρικής Υπευθυνότητας".
- Αυτοκινητόδρομος Αιγαίου. (2017). *Έκθεση Εταιρικής Υπευθυνότητας 2017*.
- Γαβανάς, Ν., Παπαϊωάννου, Π., Πιτσιάβα-Λατινοπούλου, Μ., & Πολίτης, Ι. (2015). Αστικά δίκτυα μεταφορών και διαχείριση κινητικότητας. Αθήνα.
- Εγνατία Οδός Α.Ε. (2004, Φεβρουάριος). Οδηγίες Λειτουργίας Εγνατίας Οδού.
- Κεντρική Οδός. (2017). *απολογισμός εταιρικής υπευθυνότητας*.
- Κοπελιάς, Π., Παπαδημητρίου, Φ., & Σκαμπαρδώνης, Α. (2010). *Δείκτες Αποτελεσματικής Διαχείρισης Ατυχημάτων Και Συμβάντων*.
- Κοπελιάς, Π., Παπαδημητρίου, Φ., & Σκαμπαρδώνης, Α. (2012). *Ποιοτική Και Ποσοτική Ανάλυση Οδικών Συμβάντων Και Μεταβολή Της Επικινδυνότητας Ως Απόρροια Της Οικονομικής Κρίσης*.
- Κοπελιάς, Π., Σκαμπαρδώνης, Α., Παπαδημητρίου, Φ., & Χρυσικάκης, Π. (2010). Μοντέλο Αξιολόγησης Μηχανισμού Διαχείρισης Συμβάντων Στην Βελτίωση Κυκλοφοριακής Ροής Και Περιβάλλοντος. p. 19.
- Μακροδημήτρης, Β. Ε. (2016). Μεθοδολογία Υπολογισμού Κοινωνικο-οικονομικού Κόστους Οφέλους Νέας Οδικής Υποδομής. *Διπλωματική Εργασία* , 129.
- Μουρατίδης, Α. Κ. (2008). *Η Διαχείριση των Οδικών Έργων*. Θεσσαλονίκη: UNIVERSITY STUDIO PRESS.
- Νέα Οδός. (2017). *απολογισμός εταιρικής υπευθυνότητας*.
- Παναγιωτοπούλου, Α. (2016). *Ευφυή Συστήματα Μεταφορών Και Διαχείριση Κυκλοφορίας. Σύνοψη Εφαρμογών*.
- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. (n.d.). "Διαχείριση Οδικών Έργων και Κυκλοφορίας" .
- Σηλιώτης, Ξ. (2018). Δείκτες αξιολόγησης και παρακολούθησης της διαχείρισης κυκλοφορίας και διαχείρισης συμβάντων σε υπεραστικό αυτοκινητοδρόμο. 119.
- Τσαντσάνογλου, Α., Κοπελιάς, Π., & Μισοκεφάλου, Ε. (2015). Αποτίμηση της Οδικής Ασφάλειας στην Ελλάδα την περίοδο της οικονομικής κρίσης με χρήση Οικονομικών Δεικτών., (p. 17).

Φραντζεσκάκης, Ι. Μ., Πιτσιάβα-Λατινοπούλου, Μ. Χ., & Τσαμπούλας, Δ. Α. (1997).
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ. Αθήνα: Παπασωτηρίου.