

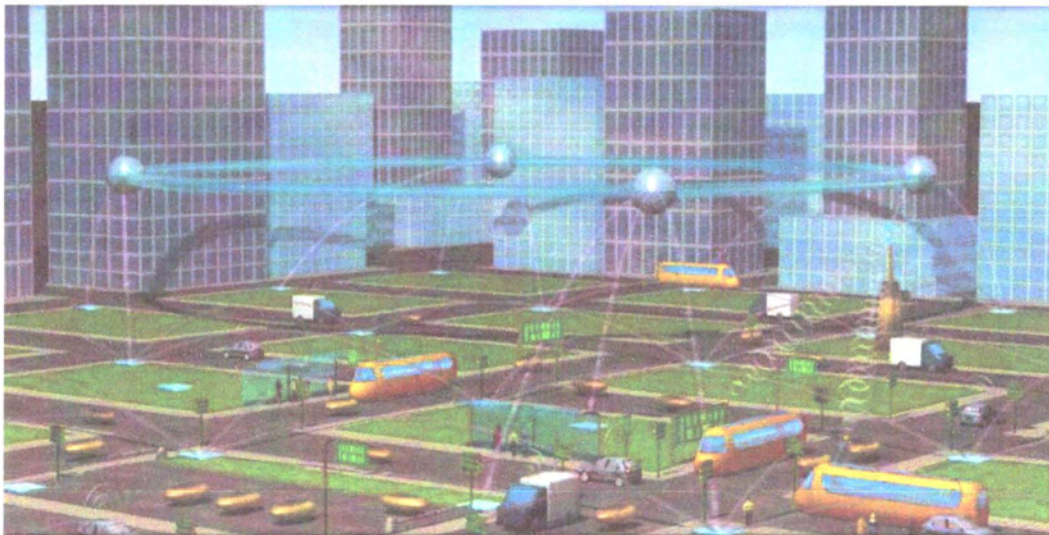
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

**ΕΥΦΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ  
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ. ΣΥΝΟΨΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ.**

υπό

**ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΥ**



Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των απαιτήσεων για την απόκτηση  
του Διπλώματος Πολιτικού Μηχανικού

2016



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 14718/1  
Ημερ. Εισ.: 05-09-2017  
Δωρεά: Συγγραφέας  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΠΜ  
2016  
ΠΑΝ

© 2016 Αναστασία Παναγιωτοπούλου

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. Παντελεήμων Κοπελιάς Λέκτορας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Δεύτερος Εξεταστής	Δρ. Κωνσταντίνος Βογιατζής Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τρίτος Εξεταστής	Δρ. Αθανάσιος Γαλάνης Διδάσκων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας





## Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας μου, Λέκτορα κ. Κοπελιά Παντελεήμων, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της δουλειάς μου.

Επίσης, είμαι ευγνώμων στα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της διπλωματικής εργασίας μου, Καθηγητές κκ. Κωνσταντίνο Βογιατζή και Αθανάσιο Γαλάνη για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας μου και για τις πολύτιμες υποδείξεις τους.

Ευχαριστώ ιδιαίτέρως τους φίλους και συγγενείς μου για την ηθική και έμπρακτη υποστήριξή τους όλον αυτό τον καιρό.

Επίσης, ευχαριστώ την Μπαγουλή Αστέρω για την πολύτιμη βοήθειά της στη μορφοποίηση της παρούσας εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον νομό μου Γιώργο Τσιάμη και τη νονά μου Ευαγγελία Μωραΐτου που με εμπύχωναν καθ' όλη τη διάρκεια αυτής μου της προσπάθειας.

Πάνω απ' όλα είμαι ευγνώμων στους γονείς μου Ιωάννη Παναγιωτόπουλο και Ευσταθία Τσιάμη για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια.

Αφιερώνω αυτή την εργασία στην μητέρα μου και στον πατέρα μου.

Αναστασία Παναγιωτοπούλου



# ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΥΦΥΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ. ΣΥΝΟΨΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ.

Αναστασία Παναγιωτοπούλου

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2016

Επιβλέπων Καθηγητής: Κοπελιάς Παντελεήμων, Λέκτορας

## Περίληψη

Τα Συστήματα Ευφύων Μεταφορών (Intelligent Transport Systems, ITS) είναι προηγμένες τεχνολογικές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται για την διαχείριση των συγκοινωνιακών υποδομών. Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναλύεται ο ρόλος των συστημάτων αυτών στην διαχείριση των οδικών μεταφορών και συγκεκριμένα στη Διαχείριση Κυκλοφορίας.

Για την καλύτερη κατανόηση των ITS μελετάται η ιστορική εξέλιξη τους σε Η.Π.Α, Ευρώπη και Ελλάδα καθώς επίσης και η νομοθεσία που διέπει την εφαρμογή τους.

Γίνεται εκτενής ανάλυση των ωφελειών της εφαρμογής τους και αναλύονται τα Συστήματα Διαχείρισης Κυκλοφορίας (Transportation Management Systems, TMS) και πιο ειδικά τα συστήματα εκείνα που βρίσκουν εφαρμογή στην διαχείριση της κυκλοφορίας των αυτοκινητοδρόμων.

**Λέξεις – Κλειδιά:** Ευφυή Συστήματα Μεταφορών, Διαχείριση Κυκλοφορίας, Συστήματα Διαχείρισης Κυκλοφορίας. Τεχνικές Διαχείρισης Κυκλοφορίας



## Πίνακας Περιεχομένων

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	19
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΥΦΥΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΟΛΙΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ.....	19
1.1. Εισαγωγή.....	20
1.2. Διαχείριση Υποδομής.....	29
1.2.1. Ορισμοί.....	29
1.2.2. Διαδικασίες Διαχείρισης Υποδομών.....	31
1.3. Προκλήσεις στον Τομέα των Μεταφορών.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	38
ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΙ ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΗΠΑ, ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ .....	38
2.1. Ιστορία των ITS.....	39
2.1.1. ΗΠΑ.....	39
2.1.2 ΕΥΡΩΠΗ .....	42
2.1.3. ΕΛΛΑΔΑ .....	44
2.2. Νομοθεσία .....	45
2.2.1. ΗΠΑ.....	45
2.2.2. ΕΥΡΩΠΗ .....	46
2.2.3. ΕΛΛΑΔΑ .....	48
2.3. Η Εξάπλωση των ITS .....	50
2.3.1. ΗΠΑ.....	50
2.3.2. ΕΥΡΩΠΗ .....	51
2.3.3. ΕΛΛΑΔΑ .....	54
2.4. Μελλοντικό Όραμα ITS.....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	57
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΟ ΟΛΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΙ ΟΦΕΛΗ .....	57

<b>3.1. Σύνοψη Εφαρμογών ΣΕΜ.....</b>	<b>58</b>
<b>3.1.1. Εισαγωγή.....</b>	<b>58</b>
<b>3.1.2. ITS Στο Οδικό Δίκτυο .....</b>	<b>60</b>
3.1.2.1. Συστήματα ITS για εφαρμογή σε πόλεις.....	61
3.1.2.2. Συστήματα ITS για εφαρμογή σε αυτοκινητόδρομους .....	63
3.1.2.3. Συστήματα ITS Εθνικής Εμβέλειας .....	66
<b>3.2. Συσκευές ITS .....</b>	<b>67</b>
<b>3.3. Εφαρμογές στο οδικό δίκτυο και οφέλη .....</b>	<b>71</b>
<b>3.3.1. Στόχοι εφαρμογής ITS .....</b>	<b>72</b>
3.3.1.1. Αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας του δικτύου μεταφοράς .....	72
3.3.1.2. Βελτίωση της κινητικότητας .....	73
3.3.1.3. Πλοήγηση και εύρεση εναλλακτικών διαδρομών .....	73
3.3.1.4. Πληροφόρηση ταξιδιωτών .....	73
3.3.1.5. Παραγωγικότητα .....	73
3.3.1.6. Πολιτικοί στόχοι στον τομέα των μεταφορών .....	75
<b>3.3.2. Ποιοι επωφελούνται από την εφαρμογή των ITS.....</b>	<b>75</b>
<b>3.3.3. Τομείς βελτίωσης .....</b>	<b>76</b>
3.3.3.1. Προστασία μετακινούμενων.....	76
3.3.3.2. Περιβάλλον.....	79
3.3.3.3. Διαχείριση Οδικού Δικτύου.....	81
3.3.3.3.1. Διαχείριση αστικών αρτηριών.....	82
3.3.3.3.2. Διαχείριση στάθμευσης.....	83
3.3.3.3.3. Διαχείριση υπεραστικών οδικών δικτύων .....	85
3.3.3.3.4. Διαχείριση εμπορευματικών οχημάτων σε αστικές περιοχές .....	86
3.3.3.3.5. Διαχείριση σημαντικών εκδηλώσεων-περιστατικών (special events).....	87
3.3.3.3.6. Συνδεδεμένα οχήματα.....	87
3.3.3.4.1. Παρακολούθηση οχήματος.....	88
3.3.3.4.2. Διαχείριση φυσικών καταστροφών.....	89
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....</b>	<b>90</b>
<b>ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΥΦΥΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ</b>	
<b>ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΣΕ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ.....</b>	<b>90</b>
<b>4. 1. Εισαγωγή.....</b>	<b>91</b>
<b>4.2. Βασικές Λειτουργίες των TMS .....</b>	<b>92</b>
<b>4.3. Κατηγορίες TMS .....</b>	<b>94</b>
<b>4.4. Συλλογή Πληροφοριών.....</b>	<b>96</b>
<b>4.5. Διαχείριση Αυτοκινητόδρομων (Freeway Management).....</b>	<b>102</b>
4.5.1. Έλεγχος πρόσβασης στον αυτοκινητόδρομο (Ramp Meternig).....	102

4.5.2. Πληροφόρηση και Διάχυση (Information Dissemination) .....	109
4.5.3. Διαχείριση Λωρίδων (Managed Lanes) .....	114
4.5.4. Δυναμική (Ενεργή) Διαχείριση Κυκλοφορίας (Active Traffic Management, ATM) .....	120
4.5.4.1. Εναρμόνιση Ταχυτήτων και Μεταβλητά Όρια Ταχύτητας (Speed Harmonization/Variable Speed Limits).....	123
4.5.4.2. Δυναμική Διαχείριση Λωρίδας (Dynamic Lane Assignment, DLA).....	125
4.5.4.3. Ενεργοποίηση Λωρίδας Εκτάκτου Ανάγκης και Λεωφορειολωρίδας (Hard Shoulder Running and Bus-on-Shoulder).....	127
4.5.4.4. Προειδοποίηση Ουράς (Queue Warning System).....	129
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>130</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>133</b>
<b>Πηγές στο Διαδίκτυο.....</b>	<b>136</b>

## Κατάλογος Πινάκων

<b>Πίνακας 1.1.</b> Θάνατοι τροχαίων ατυχημάτων ανά χώρα της Ε.Ε. <sup>14</sup> για το 2012 .....	25
<b>Πίνακας 2.1.</b> Ευρωπαϊκές Οδηγίες .....	48
<b>Πίνακας 2.2.</b> Ευρωπαϊκά Έργα ITS <sup>13</sup> .....	51
<b>Πίνακας 2.3.</b> Έργα ITS στην Ελλάδα <sup>13</sup> .....	54



## Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1.1. Μέσα διακίνησης αγαθών και μετακίνησης επιβατών, EU-27, 2006 <sup>3</sup> .....	21
Σχήμα 1.2. Τεχνολογία προσαρμοζόμενων φωτεινών σηματοδοτών (Adaptive Signal Control Technology): An ITS Success Story <sup>4</sup> .....	24
Σχήμα 1.3. Πινακίδα Μεταβλητού Μηνύματος – Ηλεκτρονική Λωρίδα Διοδίων (Αττική Οδός) .....	28
Σχήμα 1.4. Ποσοστιαία αύξηση χωρητικότητας και ζήτησης οδικού δικτύου των ΗΠΑ <sup>5</sup> .....	34
Σχήμα 1.5. Χρηματοδότηση αυτοκινητοδρόμων (δισ) στις ΗΠΑ <sup>5</sup> .....	35
Σχήμα 2.1. Παράδειγμα Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης Κυκλοφορίας (Τορίνο) .....	53
Σχήμα 2.2. Μελλοντικό όραμα για τις οδικές μεταφορές .....	55
Σχήμα 3.1. Πεδία εφαρμογής των ITS <sup>2</sup> .....	60
Σχήμα 3.2. Συστήματα ευφών μεταφορών στις οδικές μεταφορές .....	61
Σχήμα 3.3. Αστικά συστήματα ευφών μεταφορών .....	63
Σχήμα 3.4. Εφαρμογές συστημάτων ITS σε αυτοκινητόδρομο .....	65
Σχήμα 3.5. Κλειστό κύκλωμα καμερών CCTV και ανιχνευτές-μετρητές κυκλοφορίας .....	68
Σχήμα 3.6. Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων VMS .....	69
Σχήμα 3.7. ITS εφαρμογές .....	70
Σχήμα 3.8. Ανίχνευση και αντιμετώπιση τροχαίων ατυχημάτων .....	78
Σχήμα 3.9. Κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας .....	83
Σχήμα 3.10. Διαχείριση στάθμευσης.....	84

Σχήμα 3.11. Διαχείριση λωρίδας κυκλοφορίας.....	86
Σχήμα 3.12. Συνδεδεμένα οχήματα.....	88
Σχήμα 3.13. Παρακολούθηση οχήματος.....	89
Σχήμα 4.1. Αιτίες κυκλοφοριακής συμφόρησης.....	92
Σχήμα 4.2. Οι βασικές λειτουργίες των συστημάτων διαχείρισης μεταφορών <sup>8</sup> .....	93
Σχήμα 4.3. Σταθμός Διαχείρισης Μετεωρολογικών Πληροφοριών Οδού (Road Weather Information System, RWIS) <sup>12</sup> .....	97
Σχήμα 4.4. Συστήματα Διαχείρισης Κυκλοφορίας.....	101
Σχήμα 4.5. Έλεγχος πρόσβασης μέσω ράμπας (Ramp Metering).....	104
Σχήμα 4.6. Πινακίδες Δυναμικών Μηνυμάτων (Dynamic Message Signs).....	111
Σχήμα 4.7. Εφαρμογές Διαχείρισης Λωρίδας (Managed Lane Applications).....	115
Σχήμα 4.8. Εφαρμογές συστημάτων διαχείρισης λωρίδων.....	118
Σχήμα 4.8 (συνέχεια).....	119
Σχήμα 4.9. Δυναμική Διαχείριση Κυκλοφορίας, αυτοκινητόδρομος M42.....	122
Σχήμα 4.10. Εφαρμογή συστημάτων εναρμόνισης ταχυτήτων και μεταβλητών ορίων ταχύτητας.....	124
Σχήμα 4.11. Εφαρμογή συστήματος δυναμικής διαχείρισης λωρίδας.....	126
Σχήμα 4.12. Εφαρμογή συστημάτων ενεργοποίησης λωρίδας εκτάκτου ανάγκης και λεωφορειολωρίδας.....	128
Σχήμα 4.13. Παράδειγμα Συστήματος Προειδοποίησης Ουράς.....	129

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχει σημαντική ανάπτυξη και εξάπλωση των δικτύων μεταφοράς καθώς και αύξηση της κινητικότητας ως επακόλουθο πληθυσμιακών αλλά και οικονομικών μεταβολών. Η εξάπλωση και ανάπτυξη των Συστημάτων Ευφυών Μεταφορών – ΣΕΜ (Intelligent Transport Systems - ITS) στην διαχείριση υποδομών τον 21<sup>ο</sup> αιώνα δίνει τη δυνατότητα για την παρακολούθηση, την αξιολόγηση και την διαχείριση των πολύτροπων μεταφορών, προκειμένου να μεγιστοποιηθεί με βιώσιμο τρόπο η ασφάλεια, η αποτελεσματικότητα και η ευκολία χρήσης του οδικού δικτύου σε ένα σύνθετο περιβάλλον.

Το ενδιαφέρον για τα ITS ξεκίνησε με αφορμή τα προβλήματα που προκαλούνται από την κυκλοφοριακή συμφόρηση αλλά και την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών. 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.

Τα Συστήματα Ευφυών Μεταφορών έχουν στόχο να προσφέρουν καινοτόμες υπηρεσίες όσον αφορά στους διάφορους τρόπους μεταφοράς και τη διαχείριση της κυκλοφορίας, να επιτρέπουν στους χρήστες να ενημερώνονται καλύτερα και να κάνουν ασφαλέστερη, πιο συντονισμένη και «ευφυέστερη» και αποδοτικότερη τη χρήση των δικτύων μεταφορών. Ουσιαστικά πρόκειται για εκείνα τα συστήματα ελέγχου και πληροφόρησης που

χρησιμοποιούν προηγμένες τεχνολογίες επικοινωνιών και επεξεργασίας δεδομένων με στόχο να βελτιώσουν την κινητικότητα των προσώπων και των αγαθών, επιτύχουν αύξηση της ασφάλειας, μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και διαχείριση περιστατικών/ατυχημάτων και να επιτύχουν επιχειρησιακούς στόχους στον τομέα μεταφορών, όπως είναι η διαχείριση ζήτησης ή η παροχή προτεραιότητας σε Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Τα ITS εφαρμόζονται στα οδικά, σιδηροδρομικά, θαλάσσια και εναέρια συστήματα μεταφορών.

Σημαντικό μέρος για την Διαχείριση των Οδικών Δικτύων επιτελούν τα ολοκληρωμένα Συστήματα Διαχείρισης Μεταφορών (Transportation Management Systems). Τα TMS θεωρούνται όλο και περισσότερο ζωτικής σημασίας για τη λειτουργία και τη συντήρηση των υφιστάμενων υποδομών σε αποδεκτά επίπεδα. Μία τυπική εφαρμογή TMS περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα Κέντρα Διαχείρισης Κυκλοφορίας (Transportation Management Centers, TMC) τις αντίστοιχες υποδομές και τις αντίστοιχες μονάδες στο πεδίο. Παραδοσιακά τα TMS έχουν κατηγοριοποιηθεί με βάση το είδος της υποδομής ή/και της λειτουργίας που επιτελούν (αυτοκινητόδρομοι, αστικές αρτηρίες, ΜΜΜ, εμπορευματικές μεταφορές, χώροι στάθμευσης). Ένα κρίσιμο συστατικό όλων των τύπων TMS είναι το *υποσύστημα συλλογής πληροφοριών* που στόχο έχει την ανίχνευση και την επαλήθευση των συμβάντων, την παρακολούθηση της αντιμετώπισης, την συλλογή πληροφοριών για όλες τις λειτουργίες και τύπους εγκαταστάσεων. Στην παρούσα μελέτη γίνεται εκτενής ανάλυση για την εφαρμογή των TMS σε αυτοκινητοδρόμους, δηλαδή την εφαρμογή πολιτικών, στρατηγικών και τεχνολογιών για την βελτίωση της απόδοσης των αυτοκινητόδρομων.

Συγκεκριμένα αναλύονται οι ακόλουθες στρατηγικές:

- Έλεγχος πρόσβασης στον αυτοκινητόδρομο (Ramp Metering)
- Πληροφόρηση και Διάχυση (Information Dissemination)
- Διαχείριση Λωρίδων (Managed Lanes)
- Δυναμική (Ενεργή) Διαχείριση Κυκλοφορίας (Active Traffic Management, ATM)

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η ανάλυση της συμβολής των ITS στην διαχείριση κυκλοφορίας των συστημάτων μεταφοράς. Για την επίτευξη αυτού του στόχου γίνεται εκτενής αναφορά στην ιστορία της ανάπτυξης και υλοποίησης των ITS σε Ευρώπη και ΗΠΑ καθώς επίσης και στο νομοθετικό πλαίσιο που διέπει την εφαρμογή τους. Επιπλέον αναλύονται τα οφέλη της εφαρμογής τους στα οδικά συστήματα μεταφορών (αστικές αρτηρίες, αυτοκινητόδρομοι). Τέλος μελετώνται αναλυτικά τα συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας και ειδικότερα η συμβολή τους στην διαχείριση των αυτοκινητοδρόμων.

Η παρούσα μελέτη στοχεύει στην κατανόηση:

- Της συμβολής των ITS στην διαχείριση υποδομών.
- Της ανάπτυξης και εξάπλωσης των ITS και του νομοθετικού πλαισίου που τα διέπει.
- Των ωφελειών της εφαρμογής των ITS στην διαχείριση κυκλοφορίας των οδικών συστημάτων μεταφοράς.
- Της συμβολής της εφαρμογής των TMS στην διαχείριση της κυκλοφορίας και συγκεκριμένα στη διαχείριση αυτοκινητοδρόμων.



**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**  
**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΥΦΥΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ**  
**ΟΔΙΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

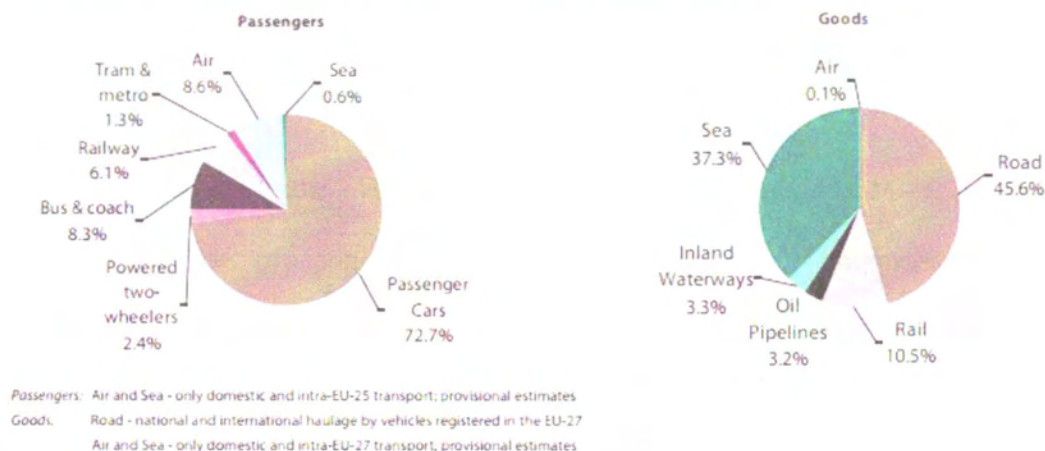
## 1.1. Εισαγωγή

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχει σημαντική ανάπτυξη και εξάπλωση των δικτύων μεταφοράς καθώς και αύξηση της κινητικότητας ως επακόλουθο πληθυσμιακών αλλά και οικονομικών μεταβολών. Η διασφάλιση της κινητικότητας είναι βασικό κοινωνικό αγαθό αλλά ταυτοχρόνως είναι και αναγκαία για την επίτευξη κοινωνικής και οικονομικής ευμάρειας. Ως εκ τούτου κύριο μέλημα των αναπτυγμένων κρατών αποτελεί η διασφάλιση αποδοτικών και αποτελεσματικών μεταφορών.

«Φανταστείτε έναν κόσμο όπου τα συστήματα μεταφορών θα παρέχουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για κάθε είδος μεταφοράς επιτρέποντας στους χρήστες των μεταφορικών μέσων να σχεδιάζουν το επόμενο ταξίδι τους βασιζόμενοι σε αυτές τις πληροφορίες με σκοπό να μειώσουν τον χρόνο και το κόστος της μεταφοράς τους. Έναν κόσμο όπου με τη βοήθεια της τεχνολογίας θα καταγράφεται σε πραγματικό χρόνο η ροή των οχημάτων, των ανθρώπων και των αγαθών με στόχο να αυξηθεί αποτελεσματικά η κινητικότητα και να μειωθούν οι εκπομπές ρύπων και η κατανάλωση καυσίμων. Όπου σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης όπως για παράδειγμα η αντιμετώπιση ακραίων καιρικών φαινομένων, μέσω της ηλεκτρονικής παρακολούθησης και τον έλεγχο της κυκλοφορίας, θα υπάρχει δυνατότητα καλά οργανωμένης μαζικής εκκένωσης. Ακόμα πιο συναρπαστικός είναι ένας κόσμος όπου το όχημα θα έχει τη δυνατότητα να παρακολουθεί το περιβάλλον του και να ενημερώνει τον οδηγό για τυχόν αλλαγές του καιρού, κυκλοφοριακή συμφόρηση και πιθανούς κινδύνους ή ένας κόσμος όπου τα οχήματα θα οδηγούν τα ίδια εξαλείφοντας τα ατυχήματα και αυξάνοντας την χωρητικότητα των οδών. Η τεχνολογία που προωθεί έναν τέτοιο κόσμο βρίσκει σήμερα εφαρμογή στον τομέα των ευφυών συστημάτων μεταφορών (Intelligent Transport Systems, ITS), τα οποία συνδυάζουν διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους για να πετύχουν ασφαλείς, αποδοτικές και βιώσιμες μεταφορές».<sup>9)</sup>



**Σχήμα 1.1.** Μέσα διακίνησης αγαθών και μετακίνησης επιβατών, EU-27, 2006<sup>3</sup>



Η εξάπλωση και ανάπτυξη των ITS τον 21<sup>ο</sup> αιώνα δίνει τη δυνατότητα για την παρακολούθηση, την αξιολόγηση και την διαχείριση των πολύτροπων μεταφορών, προκειμένου να μεγιστοποιηθεί με βιώσιμο τρόπο η ασφάλεια, η αποτελεσματικότητα και η ευκολία χρήσης του οδικού δικτύου σε ένα σύνθετο περιβάλλον.<sup>9</sup> Τα σύγχρονα συστήματα μεταφοράς στόχο έχουν να υποστηρίξουν τις εθνικές, περιφερειακές και τοπικές οικονομίες προσφέροντας την καλύτερη δυνατή πρόσβαση σε εργασία, αγαθά και υπηρεσίες. Η διαχείριση και λειτουργία αυτών των πολύπλοκων συστημάτων με αποδοτικό και αποτελεσματικό τρόπο για να καλυφθούν οι ανάγκες της οικονομίας, της κοινωνίας και της κινητικότητας εξαρτάται άμεσα από τις στρατηγικές εφαρμογές των ITS. Τα ITS έχουν εξελιχθεί εδώ και δεκαετίες, φτάνοντας ακόμα και ως την ανάπτυξη τεχνολογίας δικτυωμένων οχημάτων και τη δυναμική διαχείριση κυκλοφορίας και ζήτησης (Active Traffic and Demand Management, ATDM). Τα ITS αφορούν μια ποικιλία τεχνολογιών για την παρακολούθηση, την αξιολόγηση, τη λειτουργία και τη διαχείριση συστημάτων μεταφορών για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας, της αξιοπιστίας και της ασφάλειας.

Οι φορείς που συμβάλλουν στην ανάπτυξη των ITS ποικίλουν και περιλαμβάνουν βιομηχανίες, πανεπιστήμια, ερευνητές, κυβέρνηση, στρατό με απώτερο σκοπό να εξασφαλισθεί η ασφάλεια και η αποδοτικότητα του συστήματος μεταφορών.<sup>9</sup>

Μερικά παραδείγματα από τις Ηνωμένες Πολιτείες δείχνουν τα θετικά αποτελέσματα της εφαρμογής των ITS.<sup>9</sup> Ο I-5 αυτοκινητόδρομος στο Seattle, WA, καθώς και άλλες περιοχές που έχουν υιοθετήσει αυτήν την στρατηγική έχουν μειώσει τα ποσοστά των ατυχημάτων και της κυκλοφοριακής συμφόρησης και έχουν ενισχύσει την διαχείριση και την αντιμετώπιση καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης. Ο αυτοκινητόδρομος I-95, που διατρέχει όλες τις ανατολικές πολιτείες των ΗΠΑ και έχει συνολικό μήκος 3.089 χιλιομέτρων, παρέχει στους χρήστες του συνεχή ενημέρωση για το ταξίδι τους σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας τεχνολογία ανιχνευτών καθ' όλη τη διαδρομή από το New Jersey μέχρι τη Florida. Επίσης σε μητροπολιτικές περιοχές όπως η Washington, DC, οι μηχανικοί έχουν δημιουργήσει ένα σύστημα παραχώρησης προτεραιότητας των οχημάτων στις διασταυρώσεις όπου υπάρχει ελλιπής έλεγχος, με στόχο να επιτευχθεί ασφαλής και αποτελεσματική εκκένωση της περιοχής σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Έτσι λοιπόν με την χρήση των ITS οι χρήστες των οδών, οι ερευνητές, οι κατασκευαστές, οι πάροχοι επικοινωνιών, και οι κρατικοί και τοπικοί φορείς έρχονται σε επαφή για να οικοδομήσουν μία τεχνολογική πλατφόρμα η οποία θα αναβαθμίσει τις μεταφορές παρέχοντας επιπλέον ταξιδιωτικές πληροφορίες, θα αποσυμφορήσει και θα μειώσει τα ατυχήματα στο οδικό δίκτυο, καθώς επίσης θα ενισχύσει τις φιλικές προς το περιβάλλον μεταφορές.

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (European Commission) στις 16 Δεκεμβρίου του 2008 υιοθέτησε το ITS Action Plan (COM,2008,886) για τις οδικές μεταφορές και για τις μετακινήσεις με όποιο τρόπο ITS Action (Greece Plan, 2012).<sup>16</sup> Στην

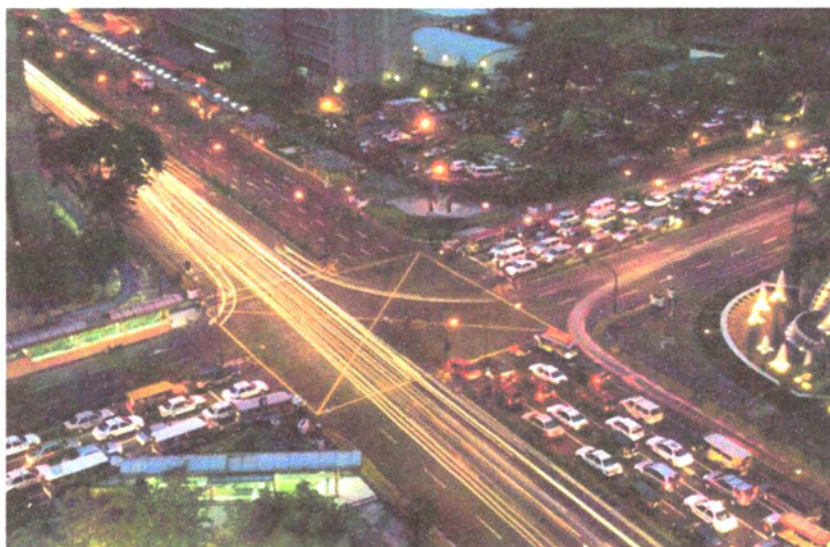
Ανακοίνωση της Επιτροπής για το Σχέδιο δράσης για την εξάπλωση των Ευφύων Συστημάτων Μεταφορών στην Ευρώπη (COM 2008, 886), παρατίθενται τα εξής στοιχεία:

- Εκτιμάται ότι το 10 % του οδικού δικτύου πάσχει από κυκλοφοριακό φόρτο με ετήσιο κόστος 0,9-1,5 % του ΑΕΠ της ΕΕ.
- Οι οδικές μεταφορές προκαλούν το 72 % των συνολικών εκπομπών CO<sub>2</sub> των μεταφορών, οι οποίες αυξήθηκαν κατά 32 % το διάστημα 1990-2005.
- Παρόλο που οι θάνατοι από τροχαία ατυχήματα φθίνουν (-24 % από το 2000 στην ΕΕ των 27), ο αριθμός τους (42.953 θάνατοι το 2006) συνεχίζει να υπερβαίνει κατά 6.000 τον επιδιωκόμενο στόχο να μειωθούν τα θανατηφόρα ατυχήματα κατά 50 % για την περίοδο 2001-2010. Νεότερα στοιχεία από το 2009, παρουσιάζουν ότι περισσότεροι από 35.000 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους στους δρόμους της Ευρωπαϊκής Ένωσης, δηλαδή το ισοδύναμο μιας μέσου μεγέθους πόλης, και τουλάχιστον 1.500.000 άτομα τραυματίστηκαν. Το κόστος για την κοινωνία είναι τεράστιο και ανήλθε σε περίπου 130 δισ. ευρώ το 2009.



## Παράδειγμα εφαρμογής ITS

**Σχήμα 1.2.** Τεχνολογία προσαρμοζόμενων φωτεινών σηματοδοτών (Adaptive Signal Control Technology): An ITS Success Story<sup>4</sup>



Σε αυτή την εικόνα παρουσιάζεται ένα παράδειγμα διαχείρισης της κυκλοφορίας με τεχνολογία προσαρμοζόμενων σηματοδοτών. Η εικόνα απεικονίζει μία πολυσύχναστη διασταύρωση, όπου ο κάθε δρόμος αποτελείται από πολλαπλές λωρίδες κυκλοφορίας. Οι τρεις κατευθύνσεις είναι σταματημένες στην διασταύρωση, ενώ η τέταρτη που βρίσκεται σε κίνηση απεικονίζεται με συνεχόμενες φωτεινές κίτρινες γραμμές που συνεχίζουν ευθεία ή στρίβουν δεξιά στην διασταύρωση.

Η τεχνολογία ASCT χρησιμοποιεί πληροφορίες σχετικές με την κυκλοφορία σε πραγματικό χρόνο με στόχο να μειώσει το κόστος, την κυκλοφοριακή συμφόρηση και τις εκπομπές ρύπων και να βελτιώσει την ροή της κυκλοφορίας.<sup>4</sup> Συλλέγει και αξιολογεί τα στοιχεία της κυκλοφορίας και στην συνέχεια τα χρησιμοποιεί ως δεδομένα για την εφαρμογή συγχρονισμού των σηματοδοτών με στόχο να βελτιωθεί η κυκλοφοριακή ροή. Συλλέγοντας δεδομένα σε πραγματικό χρόνο η εφαρμογή ASCT ανταποκρίνεται σε συμβάντα, ειδικές εκδηλώσεις, κυκλοφοριακή συμφόρηση καθώς και σε τυχόν καθυστερήσεις από εργασίες επί της οδού. Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Μεταφορών του Τέξας η κυκλοφοριακή συμφόρηση κοστίζει 87.200.000.000 \$ σε σπατάλη καυσίμων και σε απώλεια παραγωγικότητας, ή \$ 75 ανά άτομο. Κατά μέσο όρο, η ASCT βελτιώνει το χρόνο ταξιδιού κατά περισσότερο από 10 τοις εκατό, μειώνει τις καθυστερήσεις, την κατανάλωση καυσίμου και το κόστος εργασίας.

**Πίνακας 1.1.** Θάνατοι τροχαίων ατυχημάτων ανά χώρα της Ε.Ε.<sup>1</sup> για το 2012<sup>1</sup>

Κράτος μέλος	Θάνατοι ανά εκατ. κατοίκους				Εξέλιξη των θανάτων		
	1965	2010	2011	2012	Μέση ετήσια μείωση κατά τη δεκαετία 2000-2010	2010-2011	2011-2012
Belgique/België	147	77	78	73	-6%	2%	-12%
България/Βουλγαρία	91	103	89	82	-3%	-15%	-8%
Česká republika	150	76	74	71	-5%	-4%	-4%
Danmark	212	46	40	32	-6%	-14%	-18%
Deutschland	234	45	49	44	-7%	10%	-10%
Eesti	178	58	75	65	-10%	29%	-14%
Éire/Ireland	124	47	41	36	-7%	-12%	-12%
Ελλάδα	89	111	101	92	-4%	-9%	-10%
España	114	54	45	41	-9%	-17%	-9%
France	249	62	61	56	-8%	-1%	-8%
Italia	186	68	64	62	-6%	-6%	-2%
Κύπρος	162	73	85	59	-5%	18%	-28%
Latvija	290	97	86	86	-10%	-18%	-2%
Lietuva	250	90	97	100	-9%	-1%	2%
Luxembourg	250	64	64	65	-8%	3%	3%
Magyarország	86	74	64	60	-6%	-14%	-5%
Malta	36	36	51	26	-1%	40%	-48%
Nederland	202	32	33	32	-7%	2%	-1%
Österreich	252	66	62	64	-6%	-5%	4%
Polska	79	102	109	93	-4%	7%	-15%

<sup>1</sup> Τα στοιχεία για το 2012 βασίζονται σε προσωρινά στοιχεία· ενδέχεται να υπάρξουν μικρές αλλαγές στα τελικά στοιχεία για μεμονωμένες χώρες. Τα αριθμητικά στοιχεία για το 1965 βασίζονται σε στοιχεία της Οικονομικής Επιτροπής των Ηνωμένων Εθνών για την Ευρώπη (UNECE). Για τις ακόλουθες χώρες, υπάρχουν τα πρώτα διαθέσιμα στοιχεία: Σλοβακία, Τσεχική Δημοκρατία και Σλοβενία (1970), Εσθονία, Λετονία και Λιθουανία (1980).

(συνέχεια πίνακα)<sup>14</sup>

Κράτος μέλος	Θάνατοι ανά εκατ. κατοίκους				Εξέλιξη των θανάτων		
	1965	2010	2011	2012	Μέση ετήσια μείωση κατά τη δεκαετία 2000-2010	2010-2011	2011-2012
Portugal	117	79	84	71	-6%	-7%	-16%
România	98	111	94	96	0%	-15%	1%
Slovenija	327	67	69	59	-7%	2%	-13%
Slovensko	128	68	60	55	-5%	-13%	-9%
Suomi/Finland	230	51	54	48	-5%	7%	-11%
Sverige	170	28	34	31	-8%	20%	-7%
United Kingdom	146	31	31	28	-7%	3%	-12%
EE	171	62	60	55	-6%	-2%	-9%

Οι κύριοι πολιτικοί στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης που απορρέουν από τις προκλήσεις αυτές είναι να καταστούν οι εμπορευματικές μεταφορές και οι επιβατικές μετακινήσεις:

- καθαρότερες,
- αποτελεσματικότερες και ενεργειακά αποδοτικότερες,
- ασφαλέστερες.<sup>17</sup>

Έχει καταστεί ωστόσο σαφές ότι με συμβατικές προσεγγίσεις, όπως η δημιουργία νέων υποδομών, δεν θα επιτευχθούν τα αναγκαία αποτελέσματα με τους ρυθμούς που επιβάλλει το μέγεθος των προκλήσεων αυτών. Χρειάζονται καινοτόμες λύσεις για να σημειωθεί γρήγορα η πρόοδος που απαιτείται λόγω των προβλημάτων. Επομένως, είναι πλέον καιρός να διαδραματίσουν τα ευφυή συστήματα μεταφοράς τον ρόλο τους, ώστε να επιτευχθούν απτά αποτελέσματα.

Σήμερα στην Ελλάδα αναπτύσσεται πληθώρα εφαρμογών ITS τόσο από δημόσιους όσο και από ιδιωτικούς φορείς.<sup>15</sup> Ενδεικτικά αναφέρονται οι ακόλουθες εφαρμογές:

- Συστήματα δυναμικής διαχείρισης της κυκλοφορίας και της φωτεινής σηματοδότησης σε αστικές περιοχές όπως αυτά που λειτουργούν στο ΚΔΚ του ΥΠΟΜΕΔΙ στην Αθήνα
- Συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας αλλά και εντοπισμού και διαχείρισης συμβάντων σε αυτοκινητόδρομους όπως η Αττική Οδός
- Συστήματα ηλεκτρονικών συναλλαγών σχετικών με τις μετακινήσεις όπως τα ηλεκτρονικά διόδια των αυτοκινητόδρομων
- Συστήματα πληροφόρησης άφιξης των συρμών στις στάσεις του τραμ και του μετρό
- Σύστημα τηλεματικής στις στάσεις των τρόλεϊ του ΟΑΣΑ στην Αθήνα και του ΟΑΣΘ στην Θεσσαλονίκη. Σημειώνεται ότι συστήματα τηλεματικής με πληροφόρησης στις στάσεις υπάρχουν σε 18 επίσης Ελληνικές πόλεις.
- Εφαρμογές πληροφόρησης σε πραγματικό χρόνο των διαθέσιμων θέσεων στάθμευσης σε χώρους parking μεγάλων πόλεων.
- Εφαρμογές συλλογής στοιχείων στο ΙΧ ή στο κινητό του οδηγού απ' ευθείας από Κέντρα Διαχείρισης Κυκλοφορίας, οι οποίες αναπτύσσονται κυρίως από ερευνητικά κέντρα και πανεπιστήμια στα πλαίσια ερευνητικών έργων.
- Εφαρμογές έγκαιρης ειδοποίησης του οδηγού από το ίδιο το όχημα για επερχόμενο κίνδυνο, επίσης αναπτυσσόμενες από ερευνητικά ιδρύματα στα πλαίσια ερευνητικών έργων.
- Παροχή ταξιδιωτικών πληροφοριών από Δήμους προς τους δημότες τους.



- Διαχείριση στόλων από ιδιωτικές εταιρίες.
- Επεξεργασία και παροχή ταξιδιωτικών πληροφοριών (χρόνοι διαδρομής, συμβάντα κλπ.) από ιδιωτικές εταιρείες σε χρήστες (σε κινητό τηλέφωνο κυρίως) βάσει συνδρομής.

**Σχήμα 1.3.** Πινακίδα Μεταβλητού Μηνύματος – Ηλεκτρονική Λωρίδα Διοδίων (Αττική Οδός)



Παρότι η παραπάνω λίστα είναι σχετικά ικανοποιητική υπάρχει πλήθος έργων που είτε έχουν σχεδιαστεί, ή ακόμα και προκηρυχθεί αλλά δεν υλοποιήθηκαν μέχρι σήμερα, ή άλλα που παρότι υπήρξε η ανάγκη δεν σχεδιάστηκαν ποτέ. Επιπλέον όλα τα προαναφερθέντα συστήματα ITS καθώς και πληθώρα άλλων που υφίστανται σήμερα, λειτουργούν και αναπτύσσονται αποσπασματικά και χωρίς καμία πρόνοια για συμβατότητα και



συμπληρωματικότητα του ενός με το άλλο, λόγω και της γενικότερης έλλειψης προτύπων, ώστε σε επόμενο στάδιο να μπορούν να ενταχθούν σε κάποιο γενικότερο σύστημα παροχής συνδυασμένων για πολλά μεταφορικά μέσα («πολυτροπικών») πληροφοριών σε ταξιδιώτες.

## 1.2. Διαχείριση Υποδομής

### 1.2.1. Ορισμοί

Στη συνέχεια παρατίθενται διάφοροι ορισμοί όπως αυτοί έχουν οριστεί από διαφορετικούς οργανισμούς.

- **AASHTO and US-FHWA (American Association of State Highway and Transportation Officials, United States-Federal Highway Administration):** Είναι μία συστηματική διαδικασία συντήρησης, αναβάθμισης και λειτουργίας των υποδομών με τον οικονομικά αποδοτικότερο τρόπο. Συνδυάζει την τεχνολογία με την επιχειρηματικότητα και την οικονομική θεωρία, και παρέχει τα εργαλεία για να διευκολυνθεί μια πιο οργανωμένη, λογική προσέγγιση στην λήψη αποφάσεων. Η διαχείριση υποδομών παρέχει ένα πλαίσιο για τον βραχυπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο χειρισμό του συστήματος.
- **TRB (Transportation Research Board):** Διαχείριση υποδομών είναι μια συστηματική διαδικασία για τη διατήρηση, την αναβάθμιση και την εκμετάλλευση των φυσικών περιουσιακών στοιχείων του συστήματος μεταφοράς. Λαμβάνοντας υπόψη τις αρχές της μηχανικής, την οικονομική θεωρία, τις επιχειρηματικές πρακτικές και τα συστήματα πληροφοριών καθορίζει τις βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες παροχές υποδομών στους χρήστες του συστήματος.

- **APWA (American Public Works Association):** Ένα περιουσιακό στοιχείο είναι ένα φυσικό συστατικό μιας εγκατάστασης που έχει αξία, που επιτρέπει να παρέχονται υπηρεσίες, και έχει οικονομική ζωή που υπερβαίνει τους δώδεκα μήνες. Διαχείριση υποδομών είναι μια μεθοδολογία για την κατανομή, αποτελεσματικά και δίκαια, πόρων με έγκυρο και ανταγωνιστικό τρόπο.
- **WMS, Inc (Williams Manufacturing Company):** Διαχείριση υποδομών είναι η προγραμματισμένη προσέγγιση για τη λειτουργία, συντήρηση και αποκατάσταση φυσικών πόρων για να ανταπεξέρχεται το σύστημα σε προκαθορισμένα πρότυπα.
- **UK Highways Agency:** Διαχείριση υποδομών είναι η συστηματική διαδικασία συντήρησης, εξέλιξης και λειτουργίας τους, που συνδυάζει τις αρχές της μηχανικής με τις υγιείς επιχειρηματικές πρακτικές και την οικονομική θεωρία.
- **Booz, Allen&Hamilton:** Τα σύστημα διαχείρισης υποδομών στοχεύουν στην επίτευξη των επιχειρηματικών στόχων ενός οργανισμού και στην διαχείριση του κόστους του αποτελεσματικά καθ 'όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:
  - Αναγνώριση της ανάγκης για ένα περιουσιακό στοιχείο
  - Σχεδιασμός και προγραμματισμός
  - Απόκτηση και, ανάλογα με τις ανάγκες, την ενίσχυση των περιουσιακών στοιχείων
  - Αξιοποίηση των περιουσιακών στοιχείων, συμπεριλαμβανομένων λειτουργία, τη συντήρηση και τη βελτίωση
  - Διάθεση περιουσιακών στοιχείων

- **Darrel Rensink, Αϊόβα DOT, 1997:** Το άθροισμα όλων αυτών των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τη ζωή ενός περιουσιακού στοιχείου που οδηγούν σε ένα ασφαλές και αποτελεσματικό σύστημα διατροφικών μεταφορών που συμβάλλει στην κοινωνική και οικονομική ευημερία.

Συνυπολογίζοντας όλους τους παραπάνω ορισμούς θα μπορούσαμε να ορίσουμε την διαχείριση υποδομών ως την *διαρκή διαδικασία επίβλεψης λειτουργίας, συντήρησης και αποκατάστασης των υποδομών σε συνδυασμό με την συλλογή δεδομένων σχετικών με το σύστημα και την παροχή των κατάλληλων πληροφοριών στους χρήστες του συστήματος με στόχο την αποδοτικότερη παροχή των υπηρεσιών του συστήματος και κατ' επέκταση την κοινωνική και οικονομική ευημερία.*<sup>6</sup>

### **1.2.2. Διαδικασίες Διαχείρισης Υποδομών**

Όπως ήδη αναφέρθηκε η διαχείριση υποδομών είναι η στρατηγική μέθοδος διαχείρισης των συγκοινωνιακών περιουσιακών στοιχείων, καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους, η οποία στοχεύει στην λήψη ορθών αποφάσεων την κατάλληλη ώρα στον κατάλληλο τόπο. Οι βασικές διαδικασίες που περιλαμβάνει η διαχείριση υποδομών είναι οι εξής:

- Δημιουργία προηγμένων υπηρεσιών, σύμφωνα με μηχανικά πρότυπα, στα οποία έχουν πρόσβαση οι χρήστες του συστήματος και μέσω αυτών γίνεται η διαχείριση της ζήτησης και της χρήσης του συστήματος.
- Ανάπτυξη στρατηγικών συντήρησης και αποκατάστασης με στόχο την παροχή υψηλού επιπέδου υπηρεσιών στους χρήστες με το χαμηλότερο δυνατό κόστος.

- Την κατάλληλη κατανομή των οικονομικών πόρων εντός του συστήματος και μεταξύ των στοιχείων της υποδομής, ούτως ώστε με συγκεκριμένο οικονομικό προϋπολογισμό να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα.
- Οργάνωση και προγραμματισμός των εργασιών και ανάπτυξη στρατηγικών διαχείρισης των περιουσιακών στοιχείων του συστήματος κάνοντας την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση των ήδη υπαρχόντων πόρων.

Για την ανάπτυξη στρατηγικών διαχείρισης υποδομών απαραίτητη είναι η ακριβής πληροφόρηση για τις ίδιες τις υποδομές (κατάσταση, τοποθεσία, ηλικία, διάρκεια ζωής, ιστορικό), για την λειτουργία τους ως μέρος του συστήματος μεταφορών και για τυχόν ύπαρξη ελλείψεων, αδυναμιών ή δυσλειτουργιών τους.<sup>7</sup>

### **1.3. Προκλήσεις στον Τομέα των Μεταφορών**

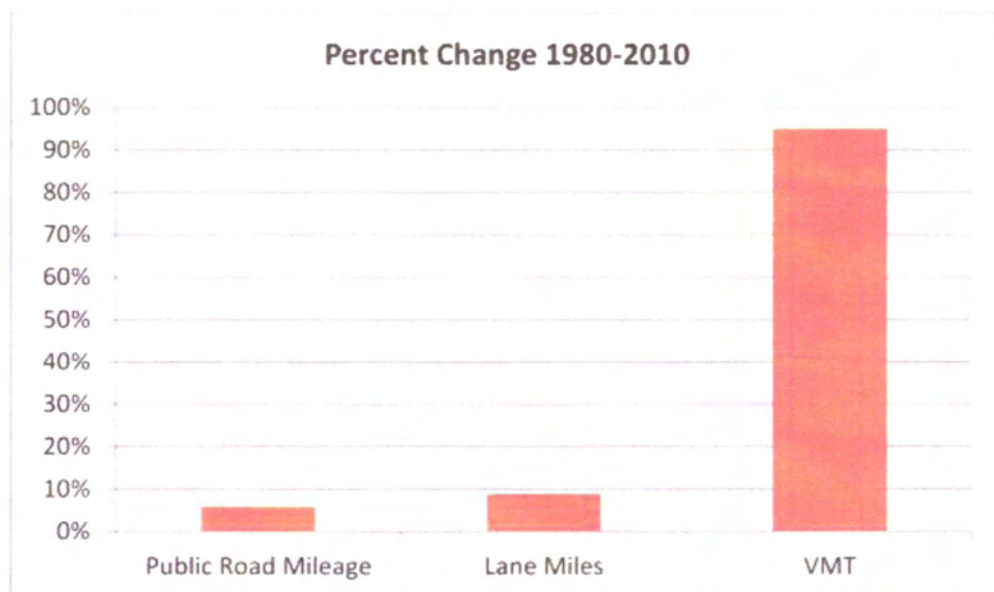
Τις τελευταίες δεκαετίες έχει πραγματοποιηθεί ραγδαία αύξηση της ζήτησης των συστημάτων μεταφοράς.<sup>9</sup> Ταυτόχρονα επιτεύχθηκε μία σημαντική ανάπτυξη και επέκταση των οδικών δικτύων και των δημόσιων μεταφορών, η οποία όμως δεν κατάφερε να ικανοποιήσει πλήρως τις αναπτυσσόμενες ανάγκες μετακίνησης. Ένας πρωταρχικός παράγοντας που συμβάλει σε αυτήν την αναντιστοιχία προσφοράς-ζήτησης είναι η ελλιπής χρηματοδότηση από τους αρμόδιους φορείς.

Συγκεκριμένα στις ΗΠΑ, σύμφωνα με το U.S. Highway Trust Fund, παρά το γεγονός ότι η χρηματοδότηση για τους αυτοκινητοδρόμους και τα μέσα μαζικής μεταφοράς διπλασιαζόταν σχεδόν κάθε 10 χρόνια από το 1980 έως το 2000, η λογική του να κάνουμε όσον το δυνατόν περισσότερα με την μικρότερη δυνατή δαπάνη, οδήγησε σε σημαντική μείωση της χρηματοδότησης στις αρχές του 21ου αιώνα. Έτσι γεννάται η ανάγκη βελτίωσης

της αποτελεσματικότητας των ήδη υπαρχόντων υποδομών και της εύρεσης νέων και καινοτόμων τρόπων διαχείρισης του υφιστάμενου συστήματος μεταφοράς. Η τεχνολογία ITS υποστηρίζει τις επιχειρησιακές στρατηγικές, όπως ATM και ICM για την αντιμετώπιση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και την διασφάλιση της αξιοπιστίας του συστήματος.

Κατά τα τελευταία 30 χρόνια η ζήτηση για την χρήση του δημόσιου οδικού δικτύου έχει αυξηθεί κατά 95%. Ταυτόχρονα ο αριθμός των λωρίδων στις οδούς έχει αυξηθεί λιγότερο από 9%. Αυτά τα στατιστικά στοιχεία δείχνουν μία απότομη αύξηση της ζήτησης ενώ η κυκλοφοριακή ικανότητα των οδικών δικτύων έχει παραμείνει σχεδόν σταθερή.<sup>9</sup> Παρά την αύξηση του βιοτικού επιπέδου, τις εναλλακτικές μορφές μετακίνησης και την ανάπτυξη της τηλεργασίας, τα μίλια που διανύουν τα οχήματα (Vehicle Miles Traveled, VMT) συνεχίζουν να αυξάνονται. Το παρακάτω γράφημα δείχνει το ποσοστό αύξησης των VMT σε μία περίοδο 30 ετών και την αντίστοιχη αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας. Για να ανταποκριθούν στην αυξανόμενη ζήτηση, οι αρχές μεταφοράς πρέπει να διαχειριστούν κατάλληλα τις υφιστάμενες οδικές εγκαταστάσεις ούτως ώστε να μεγιστοποιήσουν την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητά τους. Τα ITS προσφέρουν μία πληθώρα εργαλείων διαχείρισης και λειτουργίας για την εκπλήρωση αυτού του σκοπού και παράλληλα ενισχύουν την ασφάλεια και την χρήση της τεχνολογίας για την μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας των εγκαταστάσεων.

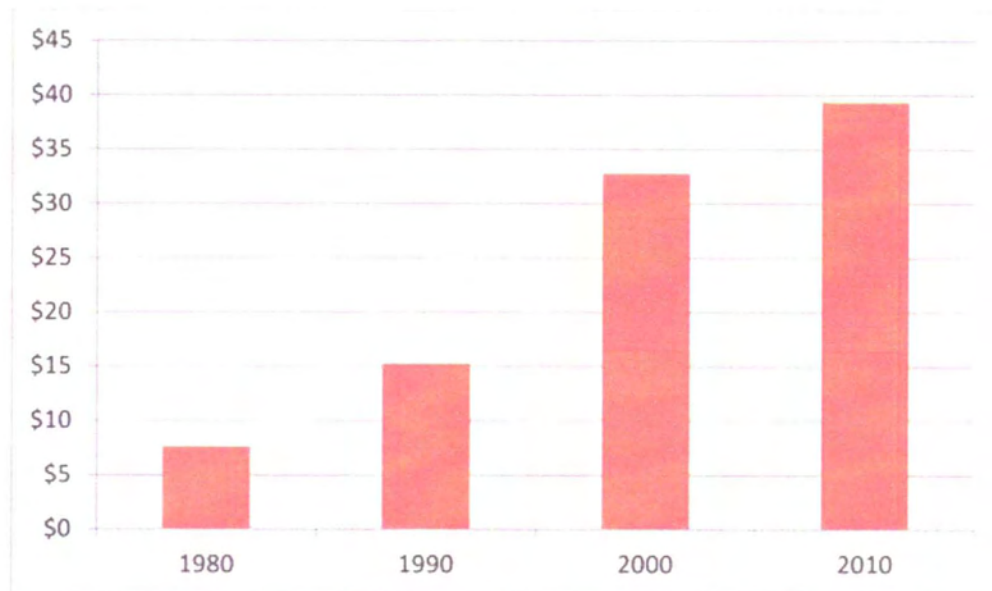
**Σχήμα 1.4.** Ποσοστιαία αύξηση χωρητικότητας και ζήτησης οδικού δικτύου των ΗΠΑ<sup>5</sup>



Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ξεκάθαρα η τεράστια αύξηση της ζήτησης των συστημάτων μεταφοράς (90%+) και η κατά πολύ μικρότερη ανάπτυξη και επέκταση του οδικού δικτύου (10%-) και των μέσων μαζικής μεταφοράς (5%) .



**Σχήμα 1.5.** Χρηματοδότηση αυτοκινητοδρόμων (δισ) στις ΗΠΑ<sup>5</sup>



Στο παραπάνω διάγραμμα παρατίθενται οι χρηματοδοτήσεις στις ΗΠΑ για συγκοινωνιακά έργα ανά δεκαετία. Η παροχή πόρων είναι εμφανώς πολύ αυξημένη, παρόλα αυτά όμως δεν επαρκεί για την κάλυψη των κυκλοφοριακών αναγκών όπως ήδη αναφέρθηκε.

Η αυξανόμενη προσφορά μέσων μαζικής μεταφοράς κατά την πρώτη δεκαετία του 21ου αιώνα έδωσε την δυνατότητα μεταφοράς περισσότερων ατόμων μέσω του υπάρχοντος δικτύου. Σύμφωνα με την Αμερικανική Ένωση Δημόσιων Μεταφορών (American Public Transit Association, APTA) σχεδόν το 60% των δημόσιων μεταφορών αποτελεί η μετακίνηση ατόμων, ποσοστό που αυξάνεται καθώς αυξάνεται και η απασχόληση. Περίπου 900 εκατομμύρια μετακινήσεις επιβατών ΜΜΜ πραγματοποιήθηκαν κάθε μήνα στις Ηνωμένες Πολιτείες τις χρονιές 2012 και 2013. Αυτός ο αριθμός περιλαμβάνει τους επιβάτες των σιδηροδρόμων, των προαστιακών σιδηροδρόμων και των λεωφορείων. Η πρόκληση που καλούνται τα ITS να αντιμετωπίσουν είναι η διαχείριση όλων των συστημάτων μεταφοράς με

σκοπό την ενίσχυση της κινητικότητας, ενσωματώνοντας τα ΜΜΜ και τους αυτοκινητοδρόμους. Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, η ενημέρωση των ταξιδιωτών, η ηλεκτρονική συλλογή κομίστρων, η ιεράρχηση στις μεταφορές, και η συλλογή και παροχή δεδομένων αύξησε την κινητικότητα, την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα του οδικού δικτύου.

Επιγραμματικά οι κυριότερες προκλήσεις των μεταφορών στις οποίες η καινοτομία καλείται πλέον να δώσει λύση είναι οι ακόλουθες<sup>16</sup>:

- **Κινητικότητα:** Καλύτερη προσβασιμότητα για όλους, ακόμη και στις περιφερειακές και απομακρυσμένες ζώνες. Προώθηση της πολυτροπικότητας.
- **Ασφάλεια:** Μείωση των τροχαίων ατυχημάτων, άμεση απόκριση σε περίπτωση συμβάντος.
- **Περιβάλλον:** Σημαντική μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων, παρακολούθηση (monitoring) των εκπομπών και των χωρικών επιπτώσεων.
- **Οικονομία:** Μείωση του χρόνου και του κόστους μετακίνησης, μείωση των διοικητικών δαπανών. Νέες θέσεις εργασίας δημιουργούνται στους τομείς των μεταφορών, των τεχνολογιών επικοινωνιών και πληροφορίας, και της βιομηχανίας.
- **Ενέργεια:** Μείωση της κατανάλωσης καυσίμου, χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας.
- **Κοινωνία:** Ίσες ευκαιρίες πρόσβασης, διευκόλυνση ηλικιωμένων και ατόμων μειωμένης κινητικότητας.
- **Ποιότητα Ζωής:** Εύκολες, γρήγορες, αξιόπιστες μεταφορές.



- **Υγεία:** Λιγότερα τροχαία ατυχήματα, σημαντική μείωση των τραυματισμών και θανάτων.
- **Εργασία:** Ευκαιρίες για απασχόληση και επιχειρηματικότητα στους τομείς της καινοτομίας και των νέων τεχνολογιών. Νέα επιχειρηματικά μοντέλα.
- **Επιστήμη:** Ανάπτυξη τεχνολογίας αιχμής.
- **Προστασία Περιουσίας:** Ασφαλής στάθμευση φορτηγών, καθοριστικής σημασίας για την αντιμετώπιση της εγκληματικότητας, ιδιαίτερα στον τομέα των εμπορευματικών μεταφορών.
- **Βιώσιμη ανάπτυξη:** Μεγάλα αναπτυξιακά και εξελικτικά πλεονεκτήματα, με πολλαπλασιαστικά οφέλη για όλους. Αύξηση της παραγωγικότητας και οφέλη για το περιβάλλον.
- **Εξοικονόμηση Κόστους:** Άμεση και έμμεση μείωση του κόστους του δημοσίου τομέα, πολλαπλά οφέλη για τους μεταφορικούς φορείς μέσω των συστημάτων βελτιστοποίησης της διαχείρισης στόλων και υποδομών.
- **Κίνητρα για ιδιωτικές επενδύσεις:** Πλήρης ανταποδοτικότητα των επενδύσεων, υψηλή απόδοση, πολλαπλά οφέλη.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**  
**ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΙ ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΗΠΑ,**  
**ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ**

## **2.1. Ιστορία των ITS**

Το ενδιαφέρον για τα ITS ξεκίνησε από τα προβλήματα που προκαλούνται από την κυκλοφοριακή συμφόρηση και την σύμπραξη των νέων τεχνολογιών πληροφορικής για την εξομοίωση, τον έλεγχο σε πραγματικό χρόνο, και τα δίκτυα τηλεπικοινωνιών. Η κυκλοφοριακή συμφόρηση έχει αυξηθεί παγκοσμίως ως αποτέλεσμα της αυξημένης μηχανοκίνησης, αστικοποίησης, της πληθυσμιακής αύξησης, και των αλλαγών της πληθυσμιακής πυκνότητας. Η κυκλοφοριακή συμφόρηση μειώνει την αποτελεσματικότητα των υποδομών των μεταφορών και αυξάνει τον χρόνο μετακίνησης, την κατανάλωση καυσίμων και την ατμοσφαιρική ρύπανση.

### **2.1.1. ΗΠΑ**

Οι ΗΠΑ είδαν μεγάλη αύξηση τόσο της μηχανοκίνησης όσο και της αστικοποίησης στη δεκαετία του 1920, που οδήγησαν στη μετανάστευση του πληθυσμού από την αραιοκατοικημένη ύπαιθρο και τα πυκνοκατοικημένα αστικά κέντρα στα προάστια. Η βιομηχανική οικονομία αντικατέστησε την αγροτική, οδηγώντας τον πληθυσμό να μετακινηθεί από το ύπαιθρο στα αστικά κέντρα (Καζάκος Δημοσθένης & Γκατζίκης Νικόλαος, 2010).

Την ίδια στιγμή, η μηχανοκίνηση προκαλούσε την επέκταση των πόλεων διότι οι μηχανοκίνητες μεταφορές δεν μπορούσαν να εξυπηρετήσουν την πληθυσμιακή πυκνότητα όπως μπορούσαν τα υπάρχοντα συστήματα μαζικών μεταφορών. Τα προάστια παρείχαν έναν εύλογο συμβιβασμό ανάμεσα στην πληθυσμιακή πυκνότητα και την πρόσβαση σε μια μεγάλη ποικιλία στην εργασία, στα αγαθά, και στις υπηρεσίες, διαθέσιμα στα πιο πυκνοκατοικημένα

αστικά κέντρα. Επιπλέον, οι προαστιακές υποδομές μπορούσαν να κατασκευαστούν γρήγορα, υποστηρίζοντας την απότομη μετάβαση από την αγροτική οικονομία στη βιομηχανική.

Εκτός λοιπόν από το ζήτημα της αστικοποίησης, τις τελευταίες δεκαετίες η αντιλαμβανόμενη ανάγκη για εγχώρια ασφάλεια, είχε ως αποτέλεσμα την κυβερνητική δραστηριότητα στην περιοχή των ITS. Πολλά από τα προτεινόμενα συστήματα ITS περιλαμβάνουν επίσης επιτήρηση των αυτοκινητοδρόμων, το οποίο είναι προτεραιότητα της εγχώριας ασφάλειας. Η χρηματοδότηση πολλών συστημάτων προέρχεται είτε απευθείας μέσω οργανισμών εγχώριας ασφάλειας είτε με την έγκρισή τους. Επιπλέον, το ITS συνεισφέρει στην άμεση εκκένωση των αστικών κέντρων έπειτα από μεγάλες φυσικές καταστροφές ή άλλες απειλές. Μεγάλο μέρος της υποδομής και του σχεδιασμού που σχετίζεται με το ITS λειτουργεί παράλληλα με την ανάγκη για συστήματα εγχώριας ασφάλειας.

Το πρόγραμμα για την αποδοτικότητα των επίγειων συνδυασμένων μεταφορών του 1991 (1991 Intermodal Surface Transportation Efficiency Act, ISTEA) και μεταγενέστερες δράσεις ενθαρρύνουν την εφαρμογή νέων τεχνολογιών για την βελτίωση της ασφάλειας, της ανταλλαγής πληροφοριών, της κινητικότητας του συστήματος και των χρόνων ταξιδιού.<sup>9</sup> Οι πρωτοβουλίες αυτές είχαν ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη εφαρμογών ITS και νέων τεχνολογιών που αποτελούν τον θεμέλιο λίθο για την ανάπτυξη και την εφαρμογή του σύγχρονου προγράμματος ITS στις Ηνωμένες Πολιτείες. Η ISTEA ανέπτυξε επίσης τα πρότυπα και τα πρωτόκολλα πάνω στα οποία στηρίζονται το κράτος και οι τοπικοί φορείς για την ανάπτυξη των προγραμμάτων τους. Η πρώτη απόπειρα δημιουργίας εθνικής αρχιτεκτονικής (ITS National Architecture) ξεκίνησε στα μέσα του 1990, με τη συμμετοχή δημόσιων, ιδιωτικών και ακαδημαϊκών φορέων και αποτέλεσε την βάση για την σημερινή εθνική και περιφερειακή αρχιτεκτονική ITS.

Ο όρος Συστήματα Ευφυών Μεταφορών ή Ευφυή Συστήματα Μεταφορών (Intelligent Transport Systems) εισήχθη στα τέλη του 1990 για να συμπεριλάβει μία πιο πολυτροπική εστίαση.<sup>9</sup> Το πρόγραμμα ITS της USDOT είναι δομημένο έτσι ώστε να καλύψει ένα ευρύ φάσμα των αναγκών των χρηστών μέσω στρατηγικών και τεχνολογιών ITS. Η πρόοδος στην ανάπτυξη των ITS περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα πολύπλοκων εφαρμογών όπως είναι οι επικοινωνίες των δικτύων, οι συνδυασμένες μεταφορές και οι εμπορικές μεταφορές, καθώς και συστήματα ολοκληρωμένης πληροφόρησης του ταξιδιώτη. Οι εφαρμογές αυτές επιτρέπουν μία συστηματική προσέγγιση των μεταφορών επιτρέποντας έτσι την ανταλλαγή πληροφοριών και την εφαρμογή της υποδομής των ITS σε πολλαπλούς τρόπους μεταφοράς.

Κατά την τελευταία δεκαετία έχει δοθεί μεγάλη έμφαση στα ευφυή οχήματα για να ενισχυθούν η ασφάλεια, η λειτουργία και το περιβάλλον μέσα από εφαρμογές και τεχνολογίες βασισμένες στο όχημα, συμπεριλαμβανομένων της αποφυγής σύγκρουσης, την υποβοήθηση του οδηγού, και τον εντοπισμό συμβάντος. Αυτές οι εφαρμογές που αναπτύχθηκαν σε συνεργασία με τους κατασκευαστές οχημάτων διευρύνουν τις δυνατότητες των ITS με ελάχιστο κόστος υποδομής. Η εξέλιξη αυτών των εφαρμογών σε ένα σύστημα συγκοινωνούντων οχημάτων θα μειώσει την ανάγκη για μεγάλα, κεντρικά συστήματα βασισμένα στις υποδομές, ενώ παράλληλα θα προσφέρει υποστήριξη και επέκταση των δυνατοτήτων του συστήματος μεταφορών.

Οι πρόσφατες βελτιώσεις στην τεχνολογία και τις υποδομές δίνουν την δυνατότητα στην USDOT σε συνεργασία με τους κατασκευαστές αυτοκινήτων να δοκιμάσουν εφαρμογές συνδεδεμένων οχημάτων χρησιμοποιώντας προϊόντα και υπηρεσίες, όπως εφαρμογές smartphone που παρέχουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο και διευκολύνουν την λήψη αποφάσεων σχετικά με τον τρόπο μετακίνησης (επιλογή μέσου μεταφοράς, συνεπιβατισμός κλπ), την επιλογή διαδρομής, την εύρεση χώρου στάθμευσης και τον υπολογισμό του χρόνου

ταξιδιού.<sup>9</sup> Τα ITS αποτελούν την συνέχεια και την επέκταση των μηχανικών συστημάτων και των τεχνολογιών στο σύστημα μεταφοράς. Η εθνική αρχιτεκτονική παρέχει την απαραίτητη υποστήριξη και καθοδήγηση για τις εφαρμογές ITS οι οποίες ακολουθούν τις εξελίξεις στον τομέα της τεχνολογίας.

### **2.1.2 ΕΥΡΩΠΗ**

Η ιστορία των ITS στην Ευρώπη ξεκινάει ήδη από τις δεκαετίες 1970-1980. Από τις αρχές του 1970 Ευρωπαϊκές εταιρίες αναπτύσσουν πιο περίπλοκα συστήματα πληροφόρησης των οχημάτων. Στη Γερμανία, για παράδειγμα, το 1974 χρησιμοποίησαν ραδιοσυχνότητες με στόχο να μειώσουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση στους αυτοκινητοδρόμους.

Από το 1981 έως το 1994 δύο μεγάλα προγράμματα ξεκίνησαν στην Ευρώπη, το European Traffic System with Higher Efficiency and Unprecedented Safety (PROMETHEUS), το οποίο προέκυψε από πρωτοβουλίες κατασκευαστικών εταιρειών αυτοκινήτων και το Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe (DRIVE) το οποίο εισηγήθηκε η Ευρωπαϊκή Κοινότητα. Το PROMETHEUS ξεκίνησε το 1986 ως μέρος του προγράμματος EUREKA, ένα πανευρωπαϊκό πρόγραμμα που στόχευε στην βελτίωση της ανταγωνιστικής δύναμης της Ευρώπης μέσα από την πληροφορική, τις τηλεπικοινωνίες, τη ρομποτική και τις τεχνολογίες μεταφορών.

Το 1991 δημιουργείται το ERTICO (European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization), με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, το οποίο ορίζει το πλαίσιο για ασφαλείς, οικολογικές και αποδοτικές μετακινήσεις ανθρώπων και αγαθών εντός της Ευρώπης μέσω της ευρείας εξάπλωσης των ITS (Nowacki G., 2012).

Συγκεκριμένα:

- Παρέχει μία πλατφόρμα προς τους εταίρους για τον ορισμό της ανάπτυξης των ITS
- Διαχειρίζεται τη δημόσια χρηματοδότηση για την ανάπτυξη των ITS
- Ορίζει ένα ευρωπαϊκό πλαίσιο ανάπτυξης ITS
- Επικοινωνεί τα οφέλη των ITS στους αρμόδιους φορείς και στην κοινή γνώμη

Η ανάπτυξη της τηλεματικής στον τομέα των μεταφορών ενσωματώθηκε στο IV EU Framework Program, το οποίο εγκρίθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο το 1994.

Οι βασικοί άξονες στρατηγικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης έως σήμερα σκιαγραφούνται μέσα από τη Συνθήκη της Λισαβόνας, και θέτουν ως βασικούς στόχους την επίτευξη ισχυρότερης, βιώσιμης οικονομικής μεγέθυνσης και τη δημιουργία περισσότερων και καλύτερων θέσεων απασχόλησης. Ειδικότερα η Λευκή Βίβλος («Χάρτης πορείας για έναν Ενιαίο Ευρωπαϊκό Χώρο Μεταφορών – Για ένα ανταγωνιστικό και ενεργειακά αποδοτικό σύστημα μεταφορών») παρουσιάζει ως βασικές συνιστώσες της ευρωπαϊκής πολιτικής μεταφορών την ανταγωνιστικότητα και την αποδοτικότητα των συστημάτων μεταφορών των κρατών μελών, καθώς και την εκπλήρωση των οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών αναγκών της κοινωνίας.<sup>17</sup>

Η ενδιάμεση αξιολόγηση της Λευκής Βίβλου της Ευρωπαϊκής Επιτροπής στον τομέα της πολιτικής μεταφορών, τόνισε τον καίριο ρόλο που διαδραματίζει η καινοτομία στην εξασφάλιση βιώσιμης, αποτελεσματικής και ανταγωνιστικής κινητικότητας στην Ευρώπη. Αντίστοιχα το πρόγραμμα της Κοινότητας για την έρευνα και την καινοτομία «Ορίζοντας 2020 (Horizon 2020)» ακολουθεί πιστά τις αρχές και τους στόχους για την «Ευρώπη 2020», που τοποθετούν την καινοτομία στο επίκεντρο μιας έξυπνης, βιώσιμης και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξης, με στόχο την ενδυνάμωση της παγκόσμιας ανταγωνιστικότητας της Ευρώπης.

Επιπλέον στην ανακοίνωσή της «Ευρώπη 2020 – Στρατηγική για έξυπνη, διατηρήσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη», η Επιτροπή τόνισε τη σημασία που έχουν για την Ευρώπη η κοινωνική συνοχή, μια πιο πράσινη οικονομία, η εκπαίδευση και η καινοτομία.<sup>17</sup> Οι στόχοι αυτοί αντικατοπτρίζονται στις διάφορες πτυχές της ευρωπαϊκής πολιτικής μεταφορών, με σκοπό τη διασφάλιση βιώσιμης κινητικότητας για όλους τους πολίτες, τη δραστική μείωση των εκπομπών άνθρακα στις μεταφορές και τη πλήρη αξιοποίηση της τεχνολογικής προόδου.

### **2.1.3. ΕΛΛΑΔΑ**

Στη χώρα μας έχουν γίνει στο παρελθόν διάφορες προσπάθειες προς την κατεύθυνση της ίδρυσης μια Εθνικής Πλατφόρμας ITS. Το Φεβρουάριο του 2006 πραγματοποιήθηκε η 2η ημερίδα της ΠΡΩΤΟΒΟΥΛΙΑΣ E-BUSINESS FORUM «ΕΥΦΥΕΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ», και στην οποία συμμετείχαν πάνω από 95 εκπρόσωποι εταιριών, ερευνητικών & πανεπιστημιακών οργανισμών αλλά και φορέων, που εμπλέκονται στην ανάπτυξη, εφαρμογή, διαχείριση & αξιολόγηση συστημάτων νέων τεχνολογιών στον τομέα των μεταφορών στη χώρα μας.<sup>13</sup> Ως αποτέλεσμα του ιδιαίτερου ενδιαφέροντος για την προώθηση των συστημάτων ευφών μεταφορών στην Ελλάδα από όλους τους συμμετέχοντες συστήθηκε ομάδα εργασίας με αποκλειστικό σκοπό την ανάληψη συγκεκριμένων πρωτοβουλιών για τη σύσταση του ITS-HELLAS.

Ταυτόχρονα από τον Οκτώβριο του 2004 δημιουργήθηκε σε Ευρωπαϊκό επίπεδο το Δίκτυο Εθνικών Πλατφορμών ITS με πρωτοβουλία της ERTICO. Σκοπός του δικτύου είναι η παροχή νέας δυναμικής ώθησης στην προώθηση και υποστήριξη των εθνικών οργανώσεων ITS στην Ευρώπη. Στην πρωτοβουλία αυτή συμμετείχε εξ αρχής η Ελλάδα ως ιδρυτικό μέλος.



## 2.2. Νομοθεσία

### 2.2.1. ΗΠΑ

Σε ότι αφορά τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, η νομοθεσία για την χρηματοδότηση των επίγειων μεταφορών του 2012 (Moving Ahead for Progress in the 21st Century, MAP-21) προσδιορίζει την πολιτική και το προγραμματικό πλαίσιο για τις επενδύσεις στον τομέα των μεταφορών.<sup>9</sup> Δημιουργεί ένα, ορθολογικό και βασιζόμενο στις επιδόσεις, πρόγραμμα επίγειων μεταφορών και βασίζεται στις πολιτικές και τα προγράμματα σχετικά με τους αυτοκινητόδρομους, τις μεταφορές, τους ποδηλατοδρόμους και τους πεζούς που καθορίζονται από την ISTEA το 1991.

Το πρόγραμμα MAP-21 απαιτεί από τις πολιτείες να θέτουν στόχους για την επίδοση του συστήματος και να υποβάλλουν ετήσιες εκθέσεις σχετικές με την πρόοδο τους. Η υλοποίηση των προγραμμάτων διαχείρισης και λειτουργίας του συστήματος σε τοπικό και κρατικό επίπεδο απαιτεί τον συντονισμό των τοπικών φορέων αρχιτεκτονικής ITS και την συνεργασία των σχετικών φορέων, δημόσιων και ιδιωτικών, αλλά και των πολλαπλών παρόχων, επενδυτών. Ο ολοκληρωμένος περιφερειακός σχεδιασμός, τα μέτρα σχετικά με την απόδοση, και η αρχιτεκτονική των ITS, προωθούν την αποδοτικότητα, την ασφάλεια και την αξιοπιστία των συστημάτων μεταφοράς περιορίζοντας ταυτόχρονα την κατανάλωση πόρων με σκοπό την επίτευξη των κοινών στόχων και επιδιώξεων.

Τα ITS προσφέρουν ένα ευρύ φάσμα ευκαιριών και δυνατοτήτων για την υποστήριξη των εθνικών στόχων όπως ορίζονται από την νομοθεσία MAP-21 του 2012. Συγκεντρώνουν τα προγράμματα, τους επαγγελματίες, τις τεχνολογίες και τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την ενίσχυση της αξιοπιστίας, της αποδοτικότητας, της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας και της οικονομικής ευρωστίας του συστήματος μεταφορών των ΗΠΑ.

### 2.2.2. ΕΥΡΩΠΗ

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, εξέδωσε την Οδηγία 2010/40/ΕΕ περί πλαισίου ανάπτυξης των Συστημάτων Ευφών Μεταφορών στον τομέα των οδικών μεταφορών και των διεπαφών με άλλους τρόπους μεταφοράς. Ο γενικός στόχος της Οδηγίας 2010/40/ΕΕ είναι η θέσπιση ενός πλαισίου για την συντονισμένη και συνεκτική ανάπτυξη και χρήση ευφών συστημάτων μεταφορών εντός της Ένωσης, ιδίως διαμέσου των συνόρων μεταξύ των κρατών μελών, και ο καθορισμός των αναγκαίων γενικών όρων, για την ανάπτυξη των προδιαγραφών για δράσεις εντός των τομέων προτεραιότητας και των απαραίτητων προτύπων.<sup>17</sup> Οι ειδικοί στόχοι περιλαμβάνουν την αύξηση της διαλειτουργικότητας του συστήματος, την εξασφάλιση της αδιάλειπτης πρόσβασης σε αυτό, την ενίσχυση της συνέχειας των υπηρεσιών και τη δημιουργία αποτελεσματικού μηχανισμού συνεργασίας μεταξύ των παραγόντων των ITS.

Η Οδηγία διακρίνει τους ακόλουθους τομείς προτεραιότητας για την ανάπτυξη και χρήση προδιαγραφών και προτύπων:

- I. Βέλτιστη χρήση δεδομένων σχετικά με το οδικό δίκτυο, την κυκλοφορία και τις μετακινήσεις,
- II. Αδιάλειπτη παροχή των υπηρεσιών ITS για τη διαχείριση της κυκλοφορίας και των εμπορευματικών μεταφορών,
- III. Εφαρμογές ITS σχετικά με την οδική ασφάλεια και την προστασία,
- IV. Σύνδεση του οχήματος με την υποδομή μεταφορών.

Στο πλαίσιο των τομέων προτεραιότητας, οι κάτωθι δράσεις αποτελούν δράσεις προτεραιότητας για την ανάπτυξη και χρήση προδιαγραφών και προτύπων:

- α) η παροχή σε επίπεδο Ένωσης υπηρεσιών πληροφόρησης για τις πολυτροπικές μετακινήσεις,
- β) η παροχή σε επίπεδο Ένωσης υπηρεσιών πληροφόρησης για την κυκλοφορία σε πραγματικό χρόνο,
- γ) δεδομένα και διαδικασίες για τη δωρεάν, ενδεχομένως παροχή στους χρήστες ελάχιστων καθολικών πληροφοριών για την κυκλοφορία σχετικών με την οδική ασφάλεια,
- δ) η παροχή διαλειτουργικού eCall σε επίπεδο Ένωσης,
- ε) η παροχή υπηρεσιών πληροφόρησης για ασφαλείς και προστατευμένες θέσεις στάθμευσης φορτηγών και εμπορικών οχημάτων,
- στ) η παροχή υπηρεσιών κράτησης θέσεων για ασφαλείς και προστατευμένες θέσεις στάθμευσης φορτηγών και εμπορικών οχημάτων.

Τα κράτη μέλη υποχρεούνται να λάβουν τα αναγκαία μέτρα για να εξασφαλίσουν ότι οι προδιαγραφές που θεσπίζονται από την Επιτροπή για κάθε μια από τις ανωτέρω δράσεις προτεραιότητας, εφαρμόζονται στις εφαρμογές και υπηρεσίες ITS.

Πίνακας 2.1. Ευρωπαϊκές Οδηγίες

	ITS DIRECTIVE	ITS ACTION PLAN
<b>Fullname</b>	Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport	Action Plan for the Deployment of Intelligent Transport Systems in Europe Document reference: Communication from the European Commission (COM (2008) 886)
<b>Date of adoption</b>	7 July 2010	16 December 2008
<b>Date of entry into force</b>	26 August 2010	
<b>Deadline for transposition by Member States</b>	27 February 2012	

### 2.2.3. ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα έθεσε σε ισχύ το νομοθετικό πλαίσιο των Ευφυών Συστημάτων Μεταφορών στον τομέα των οδικών μεταφορών και τις διεπαφές με τα άλλα μέσα, εναρμονίζοντας την Οδηγία 2010/40/ΕΕ στο εθνικό δίκαιο με το ΠΔ50/2012 (ΦΕΚ 100Α΄/27-4-12).<sup>17</sup>

Δεδομένου ότι η Κοινοτική Οδηγία για τα Ευφυή Συστήματα Μεταφορών αποτελεί ουσιαστικά την πρώτη νομοθετική πρωτοβουλία, μέσω της οποίας επιβάλλονται υποχρεώσεις στα κράτη μέλη ως προς την τήρηση κοινών προδιαγραφών και την συντονισμένη εξάπλωση διαλειτουργικών ITS, γίνεται εμφανές ότι βρισκόμαστε σε αρχικό ακόμα στάδιο υιοθέτησης εθνικού ρυθμιστικού πλαισίου. Η υιοθέτηση και έγκριση (εάν καταστεί αναγκαίο) προδιαγραφών και προτύπων (για κάθε μια από τις δράσεις προτεραιότητας που αναφέρθηκαν παραπάνω), σύμφωνα με τα προβλεπόμενα της Οδηγίας, βρίσκεται σε

διαδικασία διαβούλευσης και επεξεργασίας στις ειδικές ομάδες εμπειρογνομόνων της Ε. Επιτροπής, από όπου αναμένεται η έκδοση δεσμευτικών νομοθετικών πράξεων. Με το Π.Δ 50/2012 «Εναρμόνιση της Ελληνικής Νομοθεσίας προς τις διατάξεις της Οδηγίας 2010/40/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 7ης Ιουλίου 2010, περί πλαισίου ανάπτυξης των Συστημάτων Ευφύων Μεταφορών στον τομέα των οδικών μεταφορών και των διεπαφών με άλλους τρόπους μεταφοράς (ΕΕ L 207/1 της 06.08.2010)», προβλέφθηκε η έκδοση Υπουργικών ή Κοινών Υπουργικών Αποφάσεων, όπου αυτό καθίσταται αναγκαίο, για την έγκριση των προδιαγραφών που θα εκδοθούν από την Ε. Επιτροπή.

Ωστόσο η μέχρι τώρα εξάπλωση και ανάπτυξη των Ευφύων Συστημάτων Μεταφορών γίνεται εμφανής μέσω άλλων συγγενών πλαισίων ανάπτυξης τεχνολογικών εφαρμογών, τα οποία ενσωματώνουν πολλούς από τους στόχους, τις απαιτήσεις και τα οφέλη των Ευφύων Συστημάτων Μεταφορών. Είναι άλλωστε σαφές ότι ο τομέας των Ευφύων Συστημάτων Μεταφορών ακολουθεί μια οριζόντια πολιτική, με αναφορές σε συστήματα προηγμένων πληροφοριών, επικοινωνιών, επεξεργασίας ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων, διαλειτουργικών συστημάτων, χωρικών πληροφοριών, ψηφιακών υπηρεσιών, κλπ.

Όσον αφορά στο τεχνικό πλαίσιο ανάπτυξης των ITS, στις περιπτώσεις εκείνες που έχουν ήδη εκδοθεί πρότυπα από τους ευρωπαϊκούς οργανισμούς τυποποίησης με σκοπό τη διαλειτουργικότητα και τη συμβατότητα, έχουν ήδη εφαρμοστεί τα πρότυπα αυτά στα αντίστοιχα έργα των εθνικών φορέων. Οι προδιαγραφές και τα πρότυπα που θα εκδοθούν από την Ε. Επιτροπή, όπως αυτό προβλέπεται στην Οδηγία 2010/40/ΕΕ, θα εφαρμοστούν αντίστοιχα στα έργα των φορέων που θα υλοποιηθούν μελλοντικά.

## 2.3. Η Εξάπλωση των ITS

### 2.3.1. ΗΠΑ

Οι κρατικές επενδύσεις στον τομέα των ITS έχουν σχεδόν τριπλασιαστεί τα τελευταία 15 χρόνια, από περίπου 6,5 δις \$ το 1997 σε 18,5 δις \$ το 2010. Τεχνολογίες όπως τα ηλεκτρονικά διόδια έχουν βρει εφαρμογή σχεδόν σε όλο τον κόσμο, ενώ ευρεία είναι η χρήση και άλλων τεχνολογιών όπως είναι η παρακολούθηση αρτηριών και οι επικοινωνίες σε αυτοκινητοδρόμους.<sup>9</sup> Το 2000, τα δύο τρίτα των αυτοκινητοδρόμων χρησιμοποιούσαν κλειστά κυκλώματα τηλεοπτικών καμερών για την παρακολούθηση της κυκλοφορίας και πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων για την παροχή ταξιδιωτικών πληροφοριών. Μέχρι το 2010 το ποσοστό αυτό αυξήθηκε στο 85%. Η χρήση των ηλεκτρονικών εισιτηρίων στα λεωφορεία αυξήθηκε από 30% το 1997 σε 80% το 2010. Στις μεγάλες αστικές περιοχές, το 50% των σηματοδοτημένων διασταυρώσεων ελέγχονται πλέον από ηλεκτρονικές κάμερες και το 17% των αρτηριών καλύπτονται από περιπολίες.

Ιδιωτικές επενδύσεις στην ανάπτυξη των ITS μπορεί να δει κανείς στην διαχείριση των εμπορικών οχημάτων και στην παρακολούθηση οχημάτων, καθώς και σε δημόσιες-ιδιωτικές συμπράξεις στα διόδια και σε εφαρμογές συνδεδεμένων οχημάτων. Οι απαιτήσεις των χρηστών για περαιτέρω ανάπτυξη του συστήματος συνεχίζει να αυξάνεται όσο η ασφάλεια και η αξιοπιστία του ταξιδιού βελτιώνονται. Η τεχνολογική πρόοδος που κάνει την ανάπτυξη πιο αποτελεσματική και αποδοτική, σε συνδυασμό με τις αναδυόμενες τεχνολογίες, συνεχίζει να τροφοδοτεί την ανάπτυξη των ITS σε όλη τη χώρα. Μία μελέτη που διεξήχθη από το Intelligent Transportation Society of America (ITS America) προέβλεψε συνεχιζόμενη επέκταση της βιομηχανίας ITS, με τα αναμενόμενα έσοδα να ανεβαίνουν πάνω από 40% από το 2009 έως το 2015. Η μελέτη διαπίστωσε ότι ο αντίκτυπος της βιομηχανίας ITS είναι

σημαντικός, με εκτιμώμενα έσοδα που ανέρχονται στα 48 δις \$. Η μελέτη καταλήγει ότι «τα έσοδα των ΗΠΑ από τα ITS υπερβαίνουν εκείνα από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, τις κινηματογραφικές ταινίες και βίντεο, τις διαφημίσεις στο διαδίκτυο και αναμένεται συνέχιση της επέκτασης τους και η CY 2015 προβλέπει για τους ιδιωτικούς φορείς ITS των ΗΠΑ έσοδα ύψους 67δις\$»<sup>9</sup>

### 2.3.2. ΕΥΡΩΠΗ

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο εν εξελίξει ή πρόσφατα ολοκληρωμένα έργα με ελληνική συμμετοχή είναι:

**Πίνακας 2.2.** Ευρωπαϊκά Έργα ITS<sup>13</sup>

ΟΝΟΜΑ έργου	Αρχή (συν) Χρηματοδότησης	Διάρκεια (Από-μέχρι)	Εταίροι-Μέλη ITS Hellas
FABRIC: FeAsiBility analysis & development of on-Road charging solutions for future electric vehicles	EU/FP7	Jan 2014 - Dec 2017	ΕΠΙΣΕΥ
AutoNet2030: Co-operative Systems in Support of Networked Automated Driving by 2030	EU/FP7	Nov 2013 – Oct 2016	ΕΠΙΣΕΥ
AdaptIVe: Automated Driving Applications & Technologies for Intelligent Vehicles	EU/FP7	Jan 2014 - Jun 2017	ΕΠΙΣΕΥ
Compass4D: Piloting cooperative Services for deployment	EU/ICT PSP	Jan 2013 - Dec 2015	CERTH-HIT, ΕΠΙΣΕΥ, Infotrip
TEAM: Tomorrow's Elastic, Adaptive Mobility	EU/FP7	Jan 2012 - Nov 2016	ΕΠΙΣΕΥ, Infotrip, e-Trikala
Citymobil2: Cities demonstrating cybernetic mobility	EU/FP7	Sept 2012 - Aug 2016	ΕΠΙΣΕΥ, e-Trikala
MOBiNET: Co-operative ITS Systems for Enhanced Electric Vehicle Mobility	EU/FP7	Nov 2012 - Oct 2016	ΕΠΙΣΕΥ, e-Trikala
VRA: Support action for Vehicle & Road Automation network	EU/FP7	Jul 2013-Dec 2016	ΕΠΙΣΕΥ
MyWay: European Smart Mobility Resource	EU/FP7	Sept 2013 - Feb	ΕΠΙΣΕΥ, e-

ΟΝΟΜΑ έργου	Αρχή (συν) Χρηματοδότησης	Διάρκεια (Από-μέχρι)	Εταίροι-Μέλη ITS Hellas
Manager		2016	Trikala
SENSKIN: SENSing SKIN' for Monitoring-Based Maintenance of the Transport Infrastructure	EU/ Horizon 2020	Jun 2015- Nov 2018	ΕΠΙΣΕΥ
PASSME: Personalised Airport Systems for Seamless Mobility & Experience	EU/ Horizon 2020	Jun 2015- May 2018	ΕΠΙΣΕΥ
ITS Observatory	EU/ Horizon 2020	May 2015- Apr 2017	ΕΠΙΣΕΥ, CERTH - HIT
CO-GISTICS: Deploying Cooperative Logistics	EU/ICT PSP	January 2014 - December 2016	CERTH-HIT, TREDIT SA
OPTIMUM: Multi-source Big Data Fusion Driven Proactivity for Intelligent Mobility	EU/Horizon 2020	May 2015 - April 2018	TREDIT SA
MobiS: Personalised Mobility Services for energy efficiency and security through advanced Artificial intelligence techniques	EU/FP7	Oct 2012 - Oct 2015	Infotrip
METPEX: MEasurement Tool to determine the quality of Passenger EXperience	EU/FP7	Nov2012 – Oct 2015	SBOING
VENIS Virtual Enterprises by Networked Interoperability Services	EU/FP7	March 2011- August 2015	LINK TECHNOLOGIES
SMART-NRG— Industry-academia partnership for the design and implementation of an efficient, reliable and secure smart energy network	FP7-PEOPLE-2013-IAPP	July 2014- December 2017	LINK TECHNOLOGIES



Σχήμα 2.1. Παράδειγμα Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης Κυκλοφορίας (Τορίνο)



(Μιζάρας Β., 2011)

### 2.3.3. ΕΛΛΑΔΑ

Στην Ελλάδα έχουν πραγματοποιηθεί μεγάλα έργα ITS, τα οποία όμως κυρίως επικεντρώνονται σε μεγάλες αστικές περιοχές Αθήνας και Θεσσαλονίκης ή μεγάλους αυτοκινητόδρομους. Αντίθετα υπάρχει έλλειψη τέτοιων έργων στην Περιφέρεια.

Σε ερευνητικό επίπεδο παρουσιάζονται κάποια από τα πρόσφατα έργα στον πίνακα 2.3.

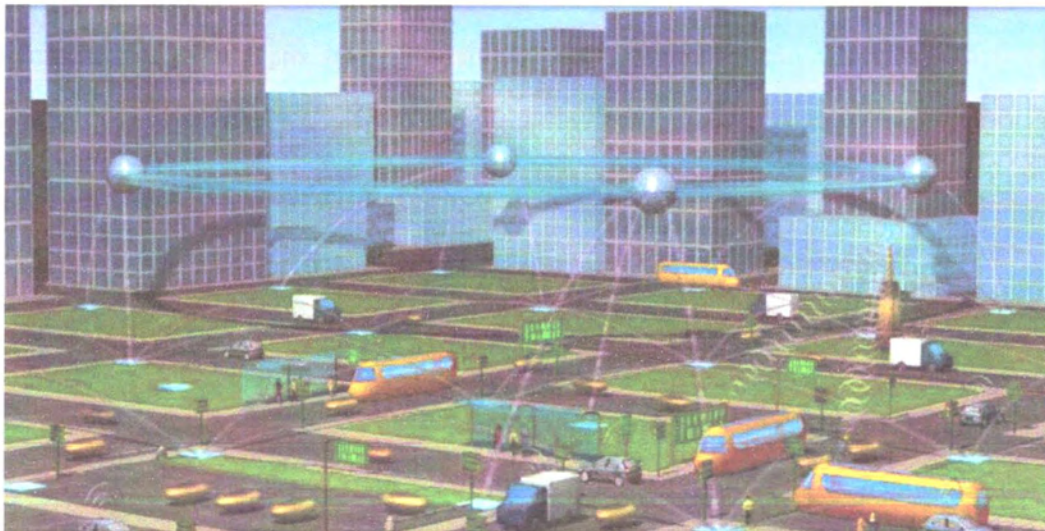
**Πίνακας 2.3.** Έργα ITS στην Ελλάδα<sup>13</sup>

ΟΝΟΜΑ έργου	Αρχή (συν) Χρηματοδότησης	Διάρκεια (Από-μέχρι)
ΚΡΗΠΙΣ	ΓΓΕΤ	Ιανουάριος 2014 - Δεκέμβριος 2015
<u>CARMA</u> : building an innovative and comprehensive ICT system targeted for supporting and promoting Green daily commuting habits	"Synergasia 2011"	2012-2015
RARE: Development of Earthquake Rapid Response System for Metropolitan Motorways	"Synergasia 2011"	2012-2015
ISTUDENT	ΓΓΕΤ	Απρίλιος 2013 - Μάρτιος 2015
TRAFFIC PROGNOSIS	ΓΓΕΤ	Ιούνιος 2012 - Μάιος 2015
ATLAS: Advanced Tourism Planning System	"Synergasia 2011"	Δεκέμβριος 2012- Μάρτιος 2015
ALPINE: A Low Power, Intelligent sensor Network architecture for Environmental Management	"Synergasia 2011"	Απρίλιος 2013- Ιούλιος 2015
BusGrid: A unified information system for productivity and customer service improvement in the Public Transportation Companies	Πρόγραμμα Ανάπτυξης Βιομηχανικής Έρευνας και Τεχνολογίας (ΠΑΒΕΤ) 2013	Μάρτιος 2014- Ιούλιος 2015

## 2.4. Μελλοντικό Όραμα ITS

Ο μεγάλος στόχος στον τομέα των ITS είναι να επιτευχθεί η δυνατότητα τα οχήματα να είναι «ανοιχτά», τόσο σε σχέση με άλλα οχήματα όσο και με τις υποδομές μεταφορών.<sup>1</sup> Με αυτό τον τρόπο θα μπορούν να αλληλεπιδρούν οι διάφορες εφαρμογές ITS που εφαρμόζονται σε διαφορετικές εγκαταστάσεις ή εντός της ίδιας (π.χ. όχημα, αυτοκινητόδρομος, ΜΜΜ) και να παρέχουν πιο αποτελεσματικές υπηρεσίες, για παράδειγμα σχεδιασμός διαδρομής και δυναμική πλοήγηση εντός του οχήματος.

Σχήμα 2.2. Μελλοντικό όραμα για τις οδικές μεταφορές



(Μιζάρας Β., 2011)

Το πρόγραμμα συνδεδεμένων οχημάτων (Connected Vehicle Program) αποτελεί μία θεμελιώδη αλλαγή στην μελέτη και ανάπτυξη των προγραμμάτων και εφαρμογών των ITS. Με την συλλογή πληροφοριών και την διανομή τους μεταξύ των οχημάτων, το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα ανταλλαγής πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο, με ελάχιστες βελτιώσεις να απαιτούνται στις υποδομές και στα κεντρικά υποσυστήματα. Η



ανάπτυξη του προγράμματος συνδεδεμένων οχημάτων απαιτεί την δημιουργία μίας τεχνολογικής πλατφόρμας που ενσωματώνει τις εξελίξεις στα συστήματα μηχανικής, τους ανθρώπινους παράγοντες, τα διεθνή πρότυπα και την αρχιτεκτονική, καθώς και τις εφαρμογές συνδεδεμένων οχημάτων. Το μελλοντικό περιβάλλον συνδεδεμένων οχημάτων θα παρέχει την δυνατότητα επικοινωνίας οχήματος με όχημα και οχήματος με υποδομή. Επίσης απαιτεί την έρευνα και την ανάλυση της πολιτικής και των θεσμικών ζητημάτων που συνδέονται με τα συνδεδεμένα οχήματα. Το πρόγραμμα είναι πολυτροπικό και πολυεθνικό και περιλαμβάνει τόσο δημόσιες όσο και ιδιωτικές επενδύσεις.

Ζωτικής σημασίας για την επιτυχή εφαρμογή των ITS είναι η έγκαιρη και έγκυρη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων σχετικά με τις συνθήκες (καιρικές, κυκλοφοριακές, κατασκευαστικές κ.α.) των συστημάτων μεταφοράς, με στόχο την εξαγωγή των απαραίτητων μέτρων για την καλύτερη διαχείριση της κυκλοφορίας (είτε σε επίπεδο οχήματος είτε σε εγκαταστάσεις). Προς αυτήν την κατεύθυνση κινούνται οι ερευνητές παγκοσμίως και η ανάπτυξη συνδεδεμένων οχημάτων είναι ένα σημαντικό βήμα για την εκπλήρωση αυτού του στόχου.

Όπως επισημαίνει η ERTICO (ERTICO-ITS EUROPE) ο στόχος των ITS στον τομέα των μεταφορών συνοψίζεται ως η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην κινητικότητα με στόχο:

- ασφαλέστερες μετακινήσεις → μηδέν ατυχήματα
- εξυπνότερες μετακινήσεις → μηδέν καθυστερήσεις και πλήρως ενημερωμένο επιβατικό κοινό
- οικολογικότερες μετακινήσεις → μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

### **ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΟ ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΙ ΟΦΕΛΗ**

## 3.1. Σύνοψη Εφαρμογών ΣΕΜ

### 3.1.1. Εισαγωγή

Τα Συστήματα Ευφών Μεταφορών (ITS) είναι (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Ιούλιος 2010) προηγμένες εφαρμογές οι οποίες, έχουν στόχο να προσφέρουν καινοτόμες υπηρεσίες όσον αφορά στους διάφορους τρόπους μεταφοράς και τη διαχείριση της κυκλοφορίας, να επιτρέπουν στους διάφορους χρήστες να ενημερώνονται καλύτερα και να κάνουν ασφαλέστερη, πιο συντονισμένη και «ευφύτερη» τη χρήση των δικτύων μεταφορών.

Ουσιαστικά πρόκειται για εκείνα τα συστήματα ελέγχου και πληροφόρησης<sup>11</sup> που χρησιμοποιούν προηγμένες τεχνολογίες επικοινωνιών και επεξεργασίας δεδομένων με στόχο να:

- Βελτιώσουν την κινητικότητα των προσώπων και των αγαθών
- Επιτύχουν αύξηση της ασφάλειας, μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και διαχείριση περιστατικών/ατυχημάτων
- Επιτύχουν επιχειρησιακούς στόχους στον τομέα μεταφορών, όπως είναι η διαχείριση ζήτησης ή η παροχή προτεραιότητας σε Μέσα Μαζικής Μεταφοράς

Τα ITS εφαρμόζονται στα οδικά, σιδηροδρομικά, θαλάσσια και εναέρια συστήματα μεταφορών για να βελτιώσουν την ασφάλεια και την ποιότητα του περιβάλλοντος μέσω της παροχής πληροφοριών στους διαχειριστές των συστημάτων και τους χρήστες τους.<sup>13</sup> Στόχος τους είναι η παροχή σε πραγματικό χρόνο πληροφοριών στους χρήστες των μεταφορικών συστημάτων για την καλύτερη εκτέλεση της μετακίνησής τους. Για παράδειγμα η χρήση ηλεκτρονικού εισιτηρίου (π.χ. μέσω μιας

ευφυούς κάρτας) επιτρέπει το γρηγορότερο και ευκολότερο ταξίδι στις δημόσιες συγκοινωνίες. Ταυτόχρονα είναι απαραίτητη η ενθάρρυνση χρήσης όλων των μεταφορικών μέσων και συνδυασμού τους (Multimodal Transport) για την αποσυμφόρηση του συστήματος.

Τα συστήματα μεταφοράς αναφέρονται σε πολλαπλά μέσα μεταφοράς (αυτοκίνητο, ποδήλατο, πεζούς κλπ) εκτός από τους διάφορους τύπους εγκαταστάσεων (αυτοκινητόδρομους, αρτηρίες, εγκαταστάσεις σταθερής τροχιάς, ποδηλατοδρόμους, πεζοδρόμια, λιμάνια, αεροδρόμια κλπ).<sup>9</sup> Τα ITS έχουν εξελιχθεί έτσι ώστε να περιλαμβάνουν προγράμματα και εφαρμογές τα οποία θα είναι ικανά να συντονίζουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο κάθε είδους μετακίνηση με τις υφιστάμενες εγκαταστάσεις.

Η ανάπτυξη και η υλοποίηση των ITS απαιτεί την συνεργασία ενός ευρέως φάσματος επιστημόνων.<sup>9</sup> Κάθε επιστημονική ομάδα εισάγει την προοπτική και τις γνώσεις της στον τομέα της και αυτή η ποικιλομορφία είναι απαραίτητη για τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη, την υλοποίηση και την διαχείριση. Πολιτικοί και ηλεκτρολόγοι μηχανικοί, προγραμματιστές, κοινωνιολόγοι, πολιτικοί και οικονομικοί φορείς, εμπειρογνώμονες, ειδικοί λειτουργίας και συντήρησης της οδικής υποδομής, υπεύθυνες υπηρεσίες για την δημόσια ασφάλεια και την αστυνόμευση καθώς και μέλη άλλων κλάδων που σχετίζονται με τις μεταφορές, συμβάλλουν ο καθένας ανάλογα με την αρμοδιότητα του στον σχεδιασμό, την εφαρμογή και την ανάπτυξη των ITS.



Σχήμα 3.1. Πεδία εφαρμογής των ITS<sup>2</sup>



### 3.1.2. ITS Στο Οδικό Δίκτυο

Η χρήση των κατάλληλων εφαρμογών ITS, καθορίζονται άμεσα από το εύρος της περιοχής και τον τύπο της εγκατάστασης. Ως εκ τούτου μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τις εφαρμογές ITS με βάση την περιοχή και την εγκατάσταση στην οποία εφαρμόζονται.<sup>15</sup> Έτσι προκύπτουν οι παρακάτω τρεις υποκατηγορίες:



Σχήμα 3.2. Συστήματα ευφών μεταφορών στις οδικές μεταφορές

Διαχείριση Κυκλοφορίας	Δημόσιες Μεταφορές	Πληροφόρηση Μετακινουμένων
		
Ηλεκτρονική Πληρωμή	Πληροφόρηση για Καιρικές Συνθήκες	Εμπορικά Οχήματα
		
Διαχείριση Εκτάκτων Αναγκών	Έλεγχος και Ασφάλεια Οχημάτων	Τήρηση-Αποθήκευση πληροφοριών
		

### 3.1.2.1. Συστήματα ITS για εφαρμογή σε πόλεις

Στόχος τους είναι η υλοποίηση ολοκληρωμένων, σύνθετων και ενοποιημένων εφαρμογών ITS σε μητροπολιτικές κυρίως περιοχές με σκοπό την βέλτιστη, συνδυαστική διαχείριση των οδικών δικτύων και δικτύων ΜΜΜ σε αστικό και περιαστικό επίπεδο.<sup>15</sup> Η έμφαση δίνεται σε ενοποίηση συστημάτων για πολλαπλά μέσα μεταφοράς και αντιστοίχως, η δημιουργία σύνθετων εφαρμογών που απαιτούν την συνεργασία διάφορων φορέων.

Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών είναι τα παρακάτω:

- Συστήματα ελέγχου φωτεινής σηματοδότησης σε συνάρτηση με την κυκλοφορία σε πραγματικό χρόνο

- Ενοποιημένα συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας & ελέγχου φωτεινής σηματοδότησης, με εφαρμογές προτεραιότητας MMM σε φωτεινούς σηματοδότες
- Συστήματα εντοπισμού και διαχείρισης συμβάντων
- Συστήματα πληροφόρησης με Πινακίδες Μεταβλητών Μηνυμάτων (Variable Message Signs, VMS). Η πληροφόρηση μπορεί να περιλαμβάνει χρόνο διαδρομής, πρόταση για επιλογή διαδρομής, ειδοποίηση συμβάντος / καθυστερήσεων, ειδοποίηση για ακραία καιρικά φαινόμενα ή άλλα έκτακτα γεγονότα (πχ. πορείες – αποκλεισμοί κεντρικών δρόμων) κλπ.
- Ενοποιημένα συστήματα συνδυασμένης πληροφόρησης οδηγών ΙΧ / επιβατών MMM πχ. για χρόνους διαδρομής με ΙΧ και MMM, για χρόνους / συχνότητες διέλευσης MMM (λεωφορεία, τραμ, μετρό, τρόλεϊ), για διαθεσιμότητα θέσεων στάθμευσης σε σταθμούς μετεπιβίβασης (park & ride) κλπ.
- Ενοποιημένα συστήματα πληρωμής εισιτηρίων MMM ή άλλων υπηρεσιών πχ. για στάθμευση σε συνδυασμό με την πληροφόρηση για διαθέσιμες θέσεις σε parking
- Συστήματα που υποστηρίζουν την συνδυασμένη διαχείριση μεταξύ MMM και οδών ή με άλλους τερματικούς σταθμούς (λιμάνια, σιδηροδρομικούς σταθμούς κτλ.)
- Συστήματα υποβοήθησης της οδήγησης εντός του οχήματος (πχ. Αυτόματη προσαρμογή πορείας / ταχύτητας, προειδοποίηση κατά την αλλαγή λωρίδας κλπ)

Σχήμα 3.3. Αστικά συστήματα ευφών μεταφορών



(Μιζάρας Β, 2011)

### 3.1.2.2. Συστήματα ITS για εφαρμογή σε αυτοκινητόδρομους

Η υλοποίηση αυτών των εφαρμογών ITS στοχεύει στην αποτελεσματική διαχείριση των Εθνικών οδικών αξόνων και κυρίως των δικτύων αυτοκινητοδρόμων κάθε χώρας με σκοπό τη βελτιστοποίηση των παρεχόμενων υπηρεσιών μετακινήσεων προς τους οδηγούς, την ενίσχυση της οδικής ασφάλειας και την υιοθέτηση ψηφιακών υπηρεσιών ενημέρωσης των οδηγών σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια της μετακίνησής τους.<sup>15</sup>



Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών είναι τα παρακάτω:

- Συστήματα εντοπισμού και διαχείρισης συμβάντων (πχ. ατύχημα σε σήραγγα αυτοκινητοδρόμου).
- Εφαρμογές συλλογής και διαχείρισης πληροφορίας για την κυκλοφορία.
- Συστήματα πληροφόρησης των οδηγών με VMS (πχ. για συμβάν, χρόνο διαδρομής, καιρικά φαινόμενα κλπ.).
- Συστήματα εξατομικευμένης πληροφόρησης οδηγών μέσα στο όχημα για τις κυκλοφοριακές συνθήκες σε πραγματικό χρόνο με άντληση πληροφορίας από την υποδομή του αυτοκινητόδρομου, επεξεργασία της μέσα από τα συστήματα του ΚΔΚ του Αυτοκινητόδρομου και διάχυση της στα οχήματα των χρηστών ή στα κινητά τους τηλέφωνα.
- Υπηρεσίες πληροφόρησης και υποστήριξης επαγγελματιών οδηγών για χώρους στάθμευσης, ανεφοδιασμού, επικίνδυνα σημεία κλπ.
- Συστήματα υποβοήθησης της οδήγησης εντός του οχήματος.
- Υπηρεσίες “e-call” δηλαδή τηλεφωνικοί αριθμοί έκτακτης ανάγκης.
- Ηλεκτρονικά συστήματα για αστυνόμευση πχ. παρακολούθηση τήρησης ορίων ταχύτητας, παράνομη είσοδος στη Λωρίδα Έκτακτης Ανάγκης (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 αυτοκινητόδρομου με χρήση VMS που ενεργοποιείται αυτόματα από το ΚΔΚ του αυτοκινητόδρομου όταν ο κυκλοφοριακός φόρτος υπερβεί συγκεκριμένα και προκαθορισμένα όρια.
- Συστήματα για οδική ασφάλεια και υποστήριξη οδηγών σε περίπτωση βλάβης ή και ατυχήματος.
- Συστήματα ελέγχου προσβάσεων σε αυτοκινητόδρομους 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 3.4. Εφαρμογές συστημάτων ITS σε αυτοκινητόδρομο



### 3.1.2.3. Συστήματα ITS Εθνικής Εμβέλειας

Στόχος είναι η υλοποίηση δράσεων για ανάπτυξη Συστημάτων ITS ευρείας κλίμακας με εθνική εμβέλεια, ώστε να υποστηρίζουν συγκεκριμένες και προκαθορισμένες Ελληνικές και Ευρωπαϊκές πολιτικές.<sup>15</sup>

Παραδείγματα τέτοιων δράσεων είναι τα ακόλουθα:

- Διαλειτουργικότητα συστημάτων πληρωμής και εισιτηρίων με έξυπνες κάρτες
- Διαλειτουργικότητα ηλεκτρονικών διοδίων
- Διαλειτουργικότητα συστημάτων διαχείρισης κυκλοφορίας & ανταλλαγή πληροφορίας για την κυκλοφορία σε πραγματικό χρόνο μεταξύ δύο ή περισσότερων Κέντρων Διαχείρισης Κυκλοφορίας
- Εθνικές βάσεις δεδομένων πληροφορίας για μεταφορές και κυκλοφορία
- Κεντρικά συστήματα κράτησης θέσεων και πληροφόρησης για υπεραστικά λεωφορεία
- Συνδυασμένα συστήματα πληροφόρησης εθνικής εμβέλειας για πολλά μέσα ταυτόχρονα
- Έργα πληροφόρησης επιβατών και εισιτηρίων για τις ακτοπλοϊκές μεταφορές
- Έργα διαχείρισης κυκλοφορίας, πληροφόρησης επιβατών και εισιτηρίων για τα σιδηροδρομικά μέσα
- Ολοκληρωμένα πληροφοριακά συστήματα διαχείρισης εμπορευμάτων σε λιμάνια ή/και μεγάλα εμπορευματικά κέντρα



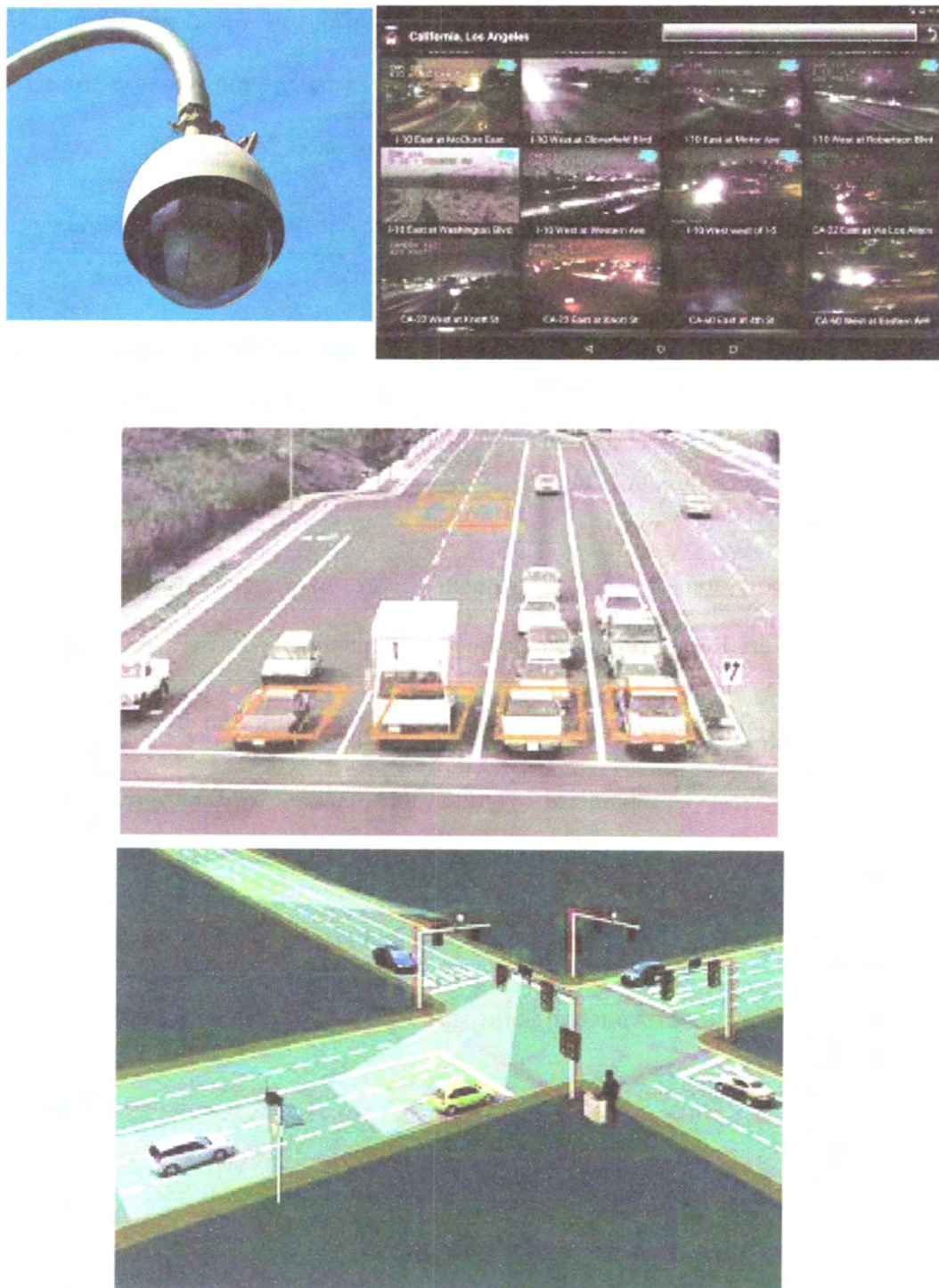
### 3.2. Συσκευές ITS

Τα ITS περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών, από μία απλή πληροφόρηση του μετακινούμενου μέσω ειδοποίησης στο κινητό του τηλέφωνο μέχρι εξελιγμένα συστήματα ελέγχου κυκλοφορίας.<sup>11</sup> Για την επίτευξη του σκοπού τους, τα ITS χρησιμοποιούν μία μεγάλη ποικιλία τεχνολογιών, οι οποίες είναι οι εξής:

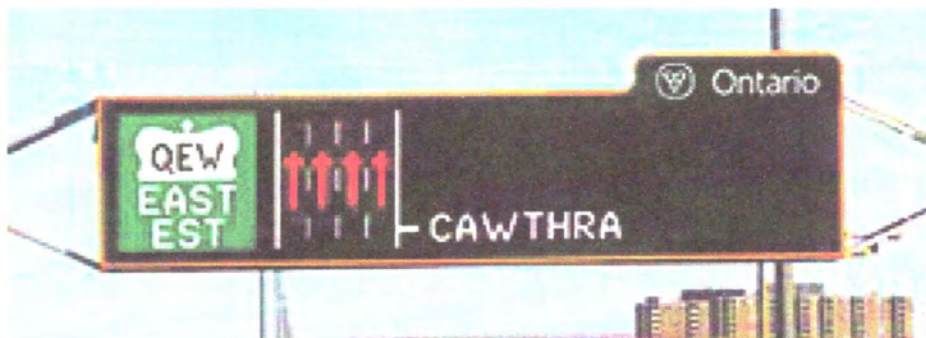
- Επεξεργασία, διαχείριση και αρχειοθέτηση δεδομένων (κατάλληλα λογισμικά και βάσεις δεδομένων)
- Ανίχνευση (ανιχνευτές πεδίου, κλειστό σύστημα καμερών CCTV)
- Επικοινωνίες (τηλέφωνο, CCTV, πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων VMS, σήματα κυκλοφορίας)
- Διάδοση πληροφοριών (κατάλληλα λογισμικά, διαδίκτυο, VMS, Highway Advisory Radio, τηλέφωνο, ραδιόφωνο, σήμανση)
- Καταγραφή τοποθεσίας (κατάλληλα λογισμικά, διαδίκτυο, ανιχνευτές, CCTV)
- Έλεγχος κυκλοφορίας και οχημάτων (κατάλληλο λογισμικό, ανιχνευτές, CCTV, σήμανση, VMS, VSL, HAR, τηλέφωνο, διαδίκτυο)
- Ηλεκτρονική πληρωμή («έξυπνη» κάρτα, σαρωτής «έξυπνης» κάρτας)
- Επιβολή και αστυνόμευση (κάμερες κυκλοφορίας, προσωπικό αστυνόμευσης)



Σχήμα 3.5. Κλειστό κύκλωμα καμερών CCTV και ανιχνευτές-μετρητές κυκλοφορίας



Σχήμα 3.6. Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων VMS





Σχήμα 3.7. ITS εφαρμογές



Κάθε ευφυές σύστημα μεταφορών είναι εν τη γενέσει του άμεσα συνδεδεμένο με την έννοια της πληροφόρησης και του ελέγχου.<sup>11</sup>

Οι τεχνολογίες ελέγχου μπορούν να χωριστούν σε δύο υποκατηγορίες ανάλογα με το πεδίο που εφαρμόζονται:

- Τεχνολογίες ελέγχου με βάση την υποδομή, οι οποίες αποσκοπούν στον έλεγχο και τη διαχείριση της κυκλοφορίας. Π.χ συστήματα ελέγχου σήμανσης, ramp metering
- Τεχνολογίες ελέγχου οχήματος, όπως είναι το Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) και το Adaptive Cruise Control (ACC)

### **3.3. Εφαρμογές στο οδικό δίκτυο και οφέλη**

Οι μεταφορές αποτελούν αναπόσπαστο στοιχείο της καθημερινής μας ζωής. Μας είναι απαραίτητες για την διαβίωση, την εργασία, τη μάθηση, την ψυχαγωγία και το εμπόριο.<sup>11</sup> Σχεδόν κάθε άνθρωπος στον κόσμο είναι χρήστης ενός ή περισσότερων συστημάτων μεταφορών, είτε πρόκειται για πεζές μεταφορές είτε χρησιμοποιώντας κάποιο μεταφορικό μέσο (π.χ. αυτοκίνητο, τρένο, πλοίο αεροπλάνο). Ως εκ τούτου δημιουργείται κοινή απαίτηση οι μετακινήσεις να είναι όσο τον δυνατόν ασφαλέστερες, οικονομικές, αξιόπιστες, άνετες και φιλικές προς το περιβάλλον.

Τα Ευφυή Συστήματα Μεταφορών έρχονται να δώσουν λύση στα παραπάνω ζητήματα εξοικονομώντας χρόνο και χρήμα, έχοντας ως κύριο γνώμονα την προστασία της ανθρώπινης ζωής και του περιβάλλοντος.

Καθώς η οικονομία, το εμπόριο, ο πληθυσμός και η κατανάλωση αυξάνονται, δημιουργείται αντίστοιχη αύξηση της ζήτησης των μεταφορικών συστημάτων. Τα ITS προσδοκούν μέσω της άμεσης πληροφόρησης και διαχείρισης των υφιστάμενων δικτύων και των χρηστών τους να κατορθώσουν να κάνουν τις μεταφορές αποδοτικότερες, ασφαλέστερες και οικονομικότερες.<sup>11</sup> Πιο συγκεκριμένα προσδοκούν να:

- Ανταποκριθούν με ασφάλεια στις ανάγκες προσβασιμότητας και κινητικότητας των ατόμων που κάνουν χρήση των δικτύων μεταφοράς
- Προσφέρουν μία σειρά ικανοποιητικών επιλογών μετακίνησης διαχειριζόμενοι την κυκλοφοριακή συμφόρηση και τα τυχόν περιστατικά με στόχο να διατηρήσουν ένα υψηλό επίπεδο εξυπηρέτησης των χρηστών του δικτύου
- Παρέχουν τα μέσα για τον περιορισμό των ατμοσφαιρικών ρύπων και του θορύβου για να διασφαλίσουν την δημόσια υγεία
- Παρέχουν τα απαραίτητα εργαλεία για την εφαρμογή πολιτικών στις μεταφορές, όπως είναι η διαχείριση ζήτησης και η παροχή προτεραιότητας στα MMM

### **3.3.1. Στόχοι εφαρμογής ITS**

#### **3.3.1.1. Αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας του δικτύου μεταφοράς**

Οι εφαρμογές ITS στοχεύουν στην καλύτερη χρήση της χωρητικότητας των δικτύων και στην αύξηση της απόδοσης τους. Μία τέτοια εφαρμογή είναι η διαχείριση λωρίδων κυκλοφορίας, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει λωρίδες για οχήματα υψηλής πληρότητας (High Occupancy Vehicle, HOV), λωρίδες αναστρέψιμης ροής, μεταβλητά όρια ταχύτητας κλπ. Με αυτόν τον τρόπο μεγιστοποιείται η κυκλοφοριακή ικανότητα των δικτύων, αποφεύγοντας τις δαπάνες για την επέκτασή τους.

#### **3.3.1.2. Βελτίωση της κινητικότητας**

Οι εφαρμογές ITS βελτιώνουν την κινητικότητα, μειώνοντας τις καθυστερήσεις, ελαχιστοποιώντας την συμφόρηση και βελτιώνοντας την απόδοση του συστήματος. Στην πραγματικότητα η κινητικότητα των ταξιδιωτών επηρεάζεται άμεσα από την κατάσταση του δικτύου στο οποίο κινούνται.

#### **3.3.1.3. Πλοήγηση και εύρεση εναλλακτικών διαδρομών**

Η πληροφόρηση σχετικά με την διαδρομή έχει ιδιαίτερη αξία, ανεξαρτήτως της συμφόρησης, διότι δίνει τη δυνατότητα εύρεσης της συντομότερης διαδρομής αλλά και εναλλακτικών. Η εφαρμογή αυτή απευθύνεται ακόμα και σε πεζούς.

#### **3.3.1.4. Πληροφόρηση ταξιδιωτών**

Η πληροφόρηση των μετακινούμενων πριν την έναρξη του ταξιδιού τους έχει σημαντικά οφέλη για τον σχεδιασμό της μετακίνησής τους, από την άποψη της καλύτερης δρομολόγησης, της επιλογής των μέσων μεταφοράς και της γνώσης του χρόνου ταξιδιού τους. Οι ενημερωμένοι ταξιδιώτες έχουν την δυνατότητα να επιλέξουν εναλλακτικές διαδρομές και μέσα μεταφοράς, να στραφούν στα ΜΜΜ με στόχο την μείωση του χρόνου ταξιδιού τους.

#### **3.3.1.5. Παραγωγικότητα**

Εκτός από τους μετακινούμενους πολύ μεγάλα οφέλη από την εφαρμογή των ITS έχουν και οι επιχειρήσεις που σχετίζονται με τις μεταφορές, όπως έχει εκτιμηθεί από τους διαχειριστές στόλων οχημάτων, τις αρχές μεταφορών και τους οργανισμούς διοδίων. Εφαρμογές όπως ο αυτόματος εντοπισμός οχήματος (Automatic Vehicle Location, AVL)



και η ηλεκτρονική αποστολή (Computer Aided Dispatch, CAD) χρησιμοποιούν εξελιγμένα λογισμικά που επιτρέπουν την διαρκή επικοινωνία μεταξύ αποστολέα και οχήματος. Οι εφαρμογές ITS συμβάλλουν σημαντικά στην μείωση του χρόνου παράδοσης εμπορευμάτων αλλά και στην αξιοπιστία και ασφάλεια τους. Στις ΗΠΑ οι εφαρμογές προηγμένης δρομολόγησης και λογισμικών λήψεως αποφάσεων και οργάνωσης αύξησαν τις παραδόσεις εμπορευμάτων ανά ώρα οδήγησης κατά 24%.

Στις εμπορευματικές μεταφορές υπάρχουν δύο τομείς που επωφελούνται από τα ITS:

- Η εφοδιαστική αλυσίδα στο σύνολό της
- Τα κόστη λειτουργίας

Ο πρώτος τομέας επωφελείται από την χρήση δεδομένων και πληροφοριών μέσω των τεχνολογιών επικοινωνίας. Χρησιμοποιεί τα συστήματα ελέγχου, εντοπισμού οχημάτων και ελέγχου φορτίου με στόχο να:

- Διευκολύνουν τις τελωνειακές διαδικασίες και την επικοινωνία με τον πελάτη σχετικά με την πρόοδο της αποστολής
- Ελέγχουν την πορεία των οχημάτων αποστολής
- Να μειώσουν τα κόστη της μεταφοράς μέσω των μέτρων διαχείρισης της μεταφοράς για αστικές περιοχές

Ο δεύτερος τομέας επωφελείται μειώνοντας τα κόστη μεταφοράς, παρέχοντας βελτιώσεις στην παραγωγικότητα:

- Πολλές εφαρμογές ITS ενσωματώνουν επιχειρησιακές διαδικασίες (για παράδειγμα το Commercial Vehicles Operations).

- Άλλες εφαρμογές συμβάλλουν με την συλλογή και ανάλυση δεδομένων που μπορούν τελικά να οδηγήσουν στην εξοικονόμηση χρημάτων για την επιχείρηση.

Η βασική μέτρηση της παραγωγικότητας λόγω της χρήσης των εφαρμογών ITS γίνεται ουσιαστικά μέσω της εξοικονόμησης κόστους.

### **3.3.1.6. Πολιτικοί στόχοι στον τομέα των μεταφορών**

Τα ITS μπορούν να υποστηρίξουν πολιτικούς στόχους στον τομέα των μεταφορών όπως είναι οι βιώσιμες μεταφορές, για παράδειγμα με τα παρακάτω μέτρα:

- Μέτρα που αποτελούν αντικίνητρο για την χρήση αυτοκινήτων
- Ενθάρρυνση της χρήσης περιβαλλοντικά φιλικών μέσων όπως τα MMM, ποδήλατα κ.α.

Αυτές οι επιλογές είναι μείζονος σημασίας για τις μεταφορές και την περιφερειακή οικονομική πολιτική, και στοχεύουν στην προσέλκυση και διατήρηση επενδύσεων και την εξασφάλιση ενός ελκυστικού περιβάλλοντος εργασίας και διαβίωσης.

### **3.3.2. Ποιοι επωφελούνται από την εφαρμογή των ITS**

Τα ITS στοχεύουν στην αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας των διαφόρων συστημάτων μεταφοράς και αποδέκτες αυτού του γεγονότος είναι οι παρακάτω<sup>11</sup>:

- Χρήστες του οδικού δικτύου και άλλοι ταξιδιώτες
- Χρήστες των MMM
- Άτομα με κινητικές δυσκολίες
- Τοπικές κοινότητες

- Επαγγελματίες μεταφορών και πολιτικές αρχές
- Διαχειριστές οδικών δικτύων

### 3.3.3. Τομείς βελτίωσης

#### 3.3.3.1. Προστασία μετακινούμενων

Η Παγκόσμια Τράπεζα αναφέρει ότι κάθε χρόνο πάνω από 1,17 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν από τροχαία ατυχήματα σε όλο τον κόσμο, οι περισσότεροι από τους οποίους, περίπου το 70%, στις αναπτυσσόμενες χώρες.<sup>11</sup> Τα δύο τρίτα αφορούν πεζούς, και από αυτά το ένα τρίτο είναι παιδιά. Επίσης πάνω από 10 εκατομμύρια άνθρωποι τραυματίζονται σοβαρά κάθε χρόνο. Τα τροχαία ατυχήματα κοστίζουν στα κράτη από 1% έως 3% του ακαθάριστου εθνικού προϊόντος (ΑΕΠ).

Οι εφαρμογές ITS έχουν την δυνατότητα να μειώσουν σημαντικά τα τροχαία ατυχήματα και τις επιπτώσεις μειώνοντας των αριθμό, την συχνότητα και την σοβαρότητα τους. Για παράδειγμα οι εφαρμογές ITS μπορούν να:

- Επιτύχουν ομαλή ροή στους αυτοκινητοδρόμους με τη χρήση πινακίδων μεταβλητών ορίων ταχύτητας
- Προσφέρουν έλεγχο σήμανσης σε διασταυρώσεις και δυναμική διαχείριση της κυκλοφορίας
- Παρέχουν ασφαλή διέλευση των πεζών στους πολυσύχναστους δρόμους
- Παρέχουν πληροφορίες στους οδηγούς οχημάτων για την παρουσία ποδηλάτων και άλλων χρηστών στο περιβάλλον τους
- Ενεργοποίηση αυτόματης κλήσης σε υπηρεσίες εκτάκτου ανάγκης

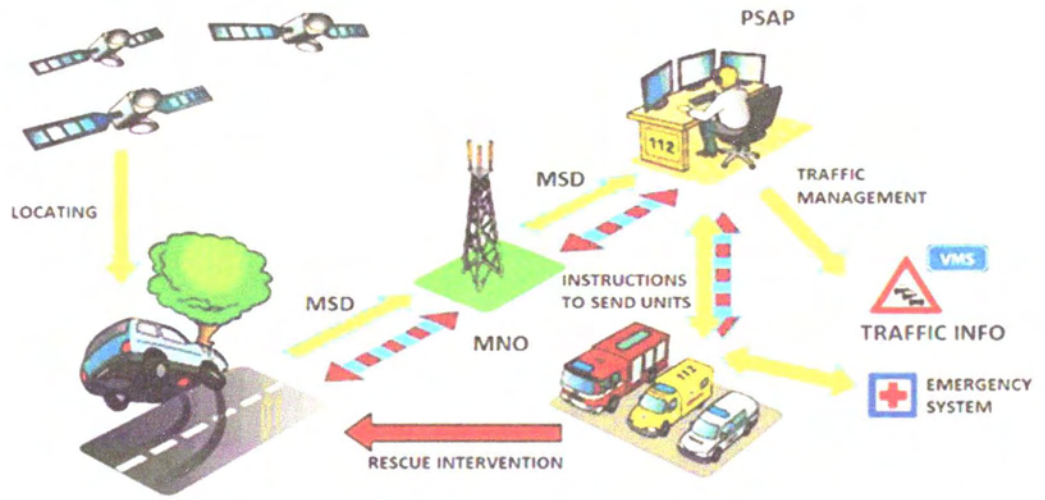
- Συλλογή δεδομένων για λόγους επιβολής

Οι τεχνολογίες για την βελτίωση της οδικής ασφάλειας περιλαμβάνουν:

- Έλεγχο ταχυτήτων
- Επιβολή κόκκινης ένδειξης στους φωτεινούς σηματοδότες
- Υποβοήθηση οδηγού
- Έξυπνη προσαρμογή ταχύτητας
- Ανίχνευση και αντιμετώπιση ατυχημάτων
- Διαχείριση ασφάλειας ζωνών εργασίας

Τα μέτρα απόδοσης των ITS στην οδική ασφάλεια μπορούν να είναι είτε άμεσα είτε έμμεσα. Τα άμεσα μέτρα περιλαμβάνουν τα ποσοστά συγκρούσεων, θανάτων και τραυματισμών ενώ τα έμμεσα περιλαμβάνουν τις ταχύτητες των οχημάτων και τις μεταβολές τους, των αριθμό των παραβιάσεων, τον χρόνο απόκρισης σε περιστατικά και την γενική αίσθηση του επιβατικού κοινού.

Σχήμα 3.8. Ανίχνευση και αντιμετώπιση τροχαίων ατυχημάτων



Πολυετής μελέτες έχουν εξάγει δεδομένα σχετικά με την επίδραση των ITS στα ποσοστά των ατυχημάτων.<sup>11</sup>

Για παράδειγμα:

- Κάμερες ελέγχου ταχυτήτων στις διασταυρώσεις ενός κεντρικού δρόμου στην Νορβηγία οδήγησαν στην μείωση των ατυχημάτων κατά 26% (Elvik R, 1997).
- Η έξυπνη προσαρμογή ταχυτήτων στην Σουηδία έδωσε τη δυνατότητα για μείωση 20% των ατυχημάτων που προκαλούν τραυματισμό εκ των οποίων το 3%-4% αναφέρεται σε μεσαίες ταχύτητες σε αστικές περιοχές<sup>11</sup>

### **3.3.3.2. Περιβάλλον**

Η ανησυχία για τις κλιματικές αλλαγές και τις εκπομπές αερίων του «θερμοκηπίου» γίνεται όλο και μεγαλύτερη τα τελευταία χρόνια. Οι μεταφορές είναι μία σημαντική πηγή ρύπανσης και έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία και την ποιότητα ζωής.<sup>11</sup> Τα ITS μπορούν να βοηθήσουν στην άμβλυνση αυτών των επιπτώσεων για παράδειγμα με την εξομάλυνση της ροής της κυκλοφορίας, της μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών αερίων (μονοξείδιο του άνθρακα, άζωτο, υδρογονάνθρακες) των οχημάτων.

#### ***Ατμοσφαιρική ρύπανση***

Η θετική επίπτωση είναι αποτέλεσμα βελτίωσης χρόνων διαδρομής, κατάλληλης επιλογής μέσου κλπ. Πχ η ανάλυση του Australia's Sydney Coordinated Adaptive Traffic System (SCATS) έδειξε μείωση 15% σε CO<sub>2</sub>, 13% σε NO<sub>x</sub> και 15% σε PM 10 στις εκπομπές από τα οχήματα, αποτέλεσμα της μείωσης των χρόνων ταξιδιού κατά 28% και της συμμόρφωσης κατά 25%.

### **Θόρυβος**

Μία άλλη μορφή ρύπανσης, λιγότερο αντιληπτή αλλά εξίσου επιβλαβής, είναι ο θόρυβος. Τα ITS στοχεύουν στην μείωση της ηχορύπανσης μέσω:

- Της προώθησης της χρήσης ηλεκτρικών/υβριδικών οχημάτων
- Ζωνών χαμηλών εκπομπών (Low Emission Zones, LEZ) καθώς τα τεχνολογικά εξελιγμένα οχήματα προκαλούν λιγότερο θόρυβο
- Ενθάρρυνσης των δημόσιων μεταφορών
- Επιβολής ορίων ταχύτητας και θέσπισης χαμηλότερων ορίων για συγκεκριμένες περιοχές

### **Μειωμένη ορατότητα**

Το πρόβλημα αυτό είναι πολύ έντονο στις αστικές περιοχές λόγω των ψηλών κτηρίων και των διαφόρων εγκαταστάσεων. Τα ITS προσπαθούν να μην εντείνουν περαιτέρω αυτό το πρόβλημα σχεδιάζοντας για παράδειγμα προσεκτικά τον εξοπλισμό τους. Φυσικά το μελλοντικό όραμα είναι ένα περιβάλλον συνδεδεμένων οχημάτων που θα μας αποδεσμεύσει τελείως από τις επίγειες εγκαταστάσεις εξοπλισμών

### **Πολυτροπικότητα μετακινήσεων-«πράσινες μετακινήσεις»**

Ο ρόλος των ITS στον συγκεκριμένον τομέα είναι η ενθάρρυνση των μετακινούμενων στην χρήση «πράσινων» μεταφορικών μέσων, όπως είναι τα ποδήλατα, τα ΜΜΜ αλλά και ο συνεπιβατισμός. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με διάφορα μέτρα όπως είναι η παροχή προτεραιότητας σε λεωφορεία και η προνομιακή μεταχείριση οχημάτων υψηλής πληρότητας (HOV).



### 3.3.3.3. Διαχείριση Οδικού Δικτύου

Διάφοροι οργανισμοί συμμετέχουν στην διαχείριση του οδικού δικτύου. Έχουν υλοποιηθεί ΚΔΚ για αστικές αρτηρίες, αυτοκινητοδρόμους, σήραγγες, γέφυρες.<sup>11</sup> Κάθε οργανισμός έχει μία διαφορετική προσέγγιση για την σημασία των ITS αλλά όλοι στοχεύουν στην βελτίωση της αποτελεσματικότητας του δικτύου. Για παράδειγμα:

- Βελτιστοποιώντας την χρήση του οδικού δικτύου δίνοντας την δυνατότητα βελτίωσης του σχεδιασμού ταξιδιού από τους μετακινούμενους παρέχοντας τους πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο και πλοήγηση
- Μέσω διαχείρισης κυκλοφορίας και άλλων μέτρων, όπως ο έλεγχος ταχυτήτων και η παροχή προτεραιότητας στα MMM, τα οποία προωθούν τους πολιτικούς στόχους, όπως είναι η οικολογική οδήγηση
- Παρακολουθώντας την κατάσταση του δικτύου σε πραγματικό χρόνο για τη άμεση ανίχνευση περιστατικών και καιρικών φαινομένων
- Μέσω ηλεκτρονικών πληρωμών διοδίων που επιτρέπουν ευελιξία στα μέτρα διαχείρισης ζήτησης
- Μέσω πολυτροπικών συστημάτων πληροφόρησης και πληρωμής
- Βελτιώνοντας την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα της λειτουργίας και των εργασιών συντήρησης

Με αυτούς τους τρόπους μπορούν να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις για κινητικότητα και να μειωθεί η ανάγκη επέκτασης των υποδομών.

- Τα ITS μπορούν να διατηρήσουν ή να βελτιώσουν το επίπεδο εξυπηρέτησης των χρηστών της οδού βελτιώνοντας την απόδοση του δικτύου (η οποία μετράται με

βάση τον αριθμό των ατόμων, ή των οχημάτων, ή των εμπορευμάτων που διακινούνται ανά μονάδα χρόνου)

- Τα ITS μπορούν επίσης να υποστηρίξουν τη διαχείριση του δικτύου σε περίπτωση ακραίων φαινομένων (όπως πλημμύρες κλπ.) παρέχοντας πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο στους αρμόδιους φορείς και τους χρήστες του δικτύου

#### **3.3.3.3.1. Διαχείριση αστικών αρτηριών**

##### **➤ Έλεγχος αστικής κυκλοφορίας**

Ο έλεγχος αστικής κυκλοφορίας παρέχει τα μέσα για την παρακολούθηση των κυκλοφοριακών ροών σε κατοικημένες περιοχές, και την χρήση αυτών των πληροφοριών για την αντιμετώπιση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και των ατυχημάτων. Ένα παράδειγμα είναι «Αυτόματη Προσαρμογή των Φάσεων Σηματοδότησης» (Automatically Adjusting Traffic Signal Phases - AATSP) στις διασταυρώσεις για την καλύτερη διαχείριση της κυκλοφοριακής ροής.

##### **➤ Ολοκληρωμένα συστήματα- Κέντρα Διαχείρισης και Ελέγχου**

Ο έλεγχος αστικής κυκλοφορίας αποτελεί τον πυρήνα για την ανάπτυξη εξελιγμένων και εκτεταμένων εφαρμογών ITS. Μία τέτοια εφαρμογή είναι τα Κέντρα Ελέγχου ή ΚΔΚ τα οποία συλλέγουν τις πληροφορίες από τα Κέντρα ελέγχου αστικής κυκλοφορίας και δημιουργούν βάσεις δεδομένων επιτρέποντας έτσι την διεπαφή ανάμεσα στα κέντρα και κατ' επέκταση μία πιο ολοκληρωμένη διαχείριση των οδικών αξόνων.

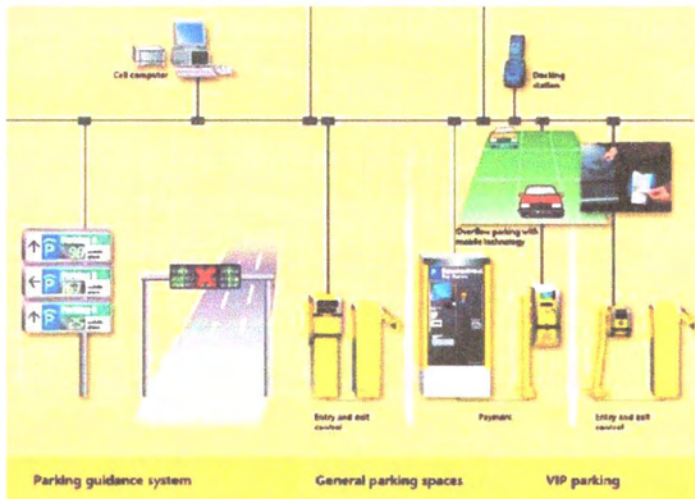
Σχήμα 3.9. Κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας



#### 3.3.3.3.2. Διαχείριση στάθμευσης

Οι οδηγοί που ψάχνουν για χώρους στάθμευσης μπορούν να αυξήσουν σημαντικά την κυκλοφοριακή συμφόρηση.<sup>11</sup> Τα συστήματα καθοδήγησης στάθμευσης παρακολουθούν τους διαθέσιμους χώρους και ενημερώνουν τους οδηγούς μέσω VMS ή μέσω εφαρμογών smartphone. Οι εφαρμογές καθοδήγησης στάθμευσης μπορούν να δώσουν στους αρμόδιους φορείς χρήσιμα δεδομένα σχετικά με τα επίπεδα ζήτησης, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πολιτική τιμολόγησης και για την γενικότερη διαχείριση των αστικών μεταφορών.

Σχήμα 3.10. Διαχείριση στάθμευσης





### **3.3.3.3.3. Διαχείριση υπεραστικών οδικών δικτύων**

#### **➤ Συστήματα διαχείρισης αυτοκινητοδρόμου**

Μελέτες έχουν δείξει ότι τα οφέλη που προκύπτουν από την εξοικονόμηση χρόνων ταξιδιού λόγω της στρατηγικής χρήσης VMS δίνουν θετικό αποτέλεσμα στη σχέση κόστους/οφέλους, κάτι που δικαιολογεί την αρχική επένδυση. Τα οφέλη από την μείωση του χρόνου ταξιδιού είναι πολύ σημαντικά για όλους τους χρήστες του δικτύου, αλλά είναι ακόμα πιο καταλυτικά για τις επιχειρήσεις που σχετίζονται με τις μεταφορές.

#### **➤ HOT και HOV**

Τα οφέλη της χρήσης λωρίδων HOT και HOV είναι πολλά και αναφέρονται τόσο στους χρήστες του δικτύου όσο και στους οργανισμούς μεταφορών. Οι αποκλειστικές λωρίδες για οχήματα υψηλής πληρότητας μειώνουν τους χρόνους ταξιδιού αλλά και την κυκλοφοριακή συμφόρηση σε ολόκληρο τον αυτοκινητόδρομο. Επίσης τα μέτρα αυτά επιφέρουν σημαντικά έσοδα για τους οργανισμούς μεταφορών μέσα από την είσπραξη των διοδίων. Και τέλος επιφέρουν σημαντική μείωση στην ατμοσφαιρική ρύπανση.

Σχήμα 3.11. Διαχείριση λωρίδας κυκλοφορίας



➤ **Διαχειριζόμενοι αυτοκινητόδρομοι**

Πρόκειται για τμήματα αυτοκινητοδρόμων που χρησιμοποιούν τις τεχνολογίες ITS για την ενεργή διαχείριση της κυκλοφορίας μέσα από VMS και VSL. Πρόκειται για την υλοποίηση όλων των παραπάνω εφαρμογών που αναφέραμε και συνεπώς τα οφέλη που προκύπτουν είναι όσα ήδη έχουμε καταγράψει, από την μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης έως την μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

**3.3.3.3.4. Διαχείριση εμπορευματικών οχημάτων σε αστικές περιοχές**

Η μετακίνηση εμπορευματικών οχημάτων μέσα σε έναν αστικό ιστό μπορεί να προκαλέσει ποικίλα προβλήματα, όπως κυκλοφοριακή συμφόρηση, ατυχήματα, θόρυβο και ατμοσφαιρική ρύπανση.



Τα ITS στοχεύουν στην μείωση των επιπτώσεων της κίνησης βαρέων και εμπορευματικών οχημάτων (Heavy Goods Vehicles - HGVs). Μέσω εφαρμογών διαχείρισης της κυκλοφορίας τους, προσπαθούν να επηρεάζουν όσο το δυνατόν λιγότερο την κυκλοφοριακή ροή και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την κυκλοφορία των βαρέων οχημάτων.

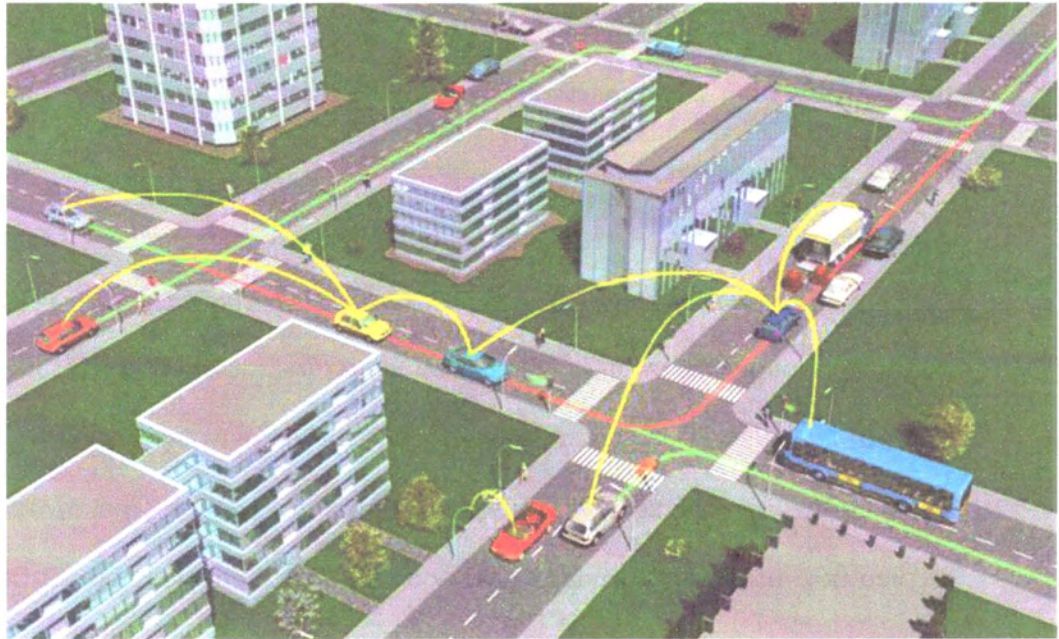
#### **3.3.3.3.5. Διαχείριση σημαντικών εκδηλώσεων-περιστατικών (*special events*)**

Τέτοιου είδους εκδηλώσεις προκαλούν μεγάλη πίεση στο οδικό δίκτυο σε μικρό χρονικό διάστημα, λόγω των πολλών ατόμων που μετακινούνται μαζικά μέσα σε λίγη ώρα. Ο ρόλος των ITS είναι να ενημερώσουν τόσο τους χρήστες για την κατάσταση του δικτύου (π.χ. μέσα από πινακίδες VMS) όσο και τους αρμόδιους φορείς (π.χ. με χρήση CCTV) για να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα.

#### **3.3.3.3.6. Συνδεδεμένα οχήματα**

Ο τομέας των συνδεδεμένων οχημάτων αποτελεί το μελλοντικό όραμα και το πεδίο ερευνών για όσους ασχολούνται με τις εφαρμογές ITS. Πρόκειται για οχήματα που θα βρίσκονται σε διαρκή επικοινωνία με τα γύρω οχήματα αλλά και με τις υποδομές. Οι προσδοκίες από αυτήν την εφαρμογή είναι η ενίσχυση της ασφάλειας και η βελτίωση της κινητικότητας, μέσα από την μείωση της συμφόρησης και των καθυστερήσεων που οφείλονται σε τροχαία ατυχήματα. Ακόμη αναμένεται να μειώσουν και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που οφείλονται στις μεταφορές μέσω της εξομάλυνσης της κυκλοφοριακής ροής (απότομα φρεναρίσματα, μεγάλες επιταχύνσεις) και της μείωσης της κυκλοφοριακής συμφόρησης.

**Σχήμα 3.12.** Συνδεδεμένα οχήματα



(Μιζάρας Β., 2011)

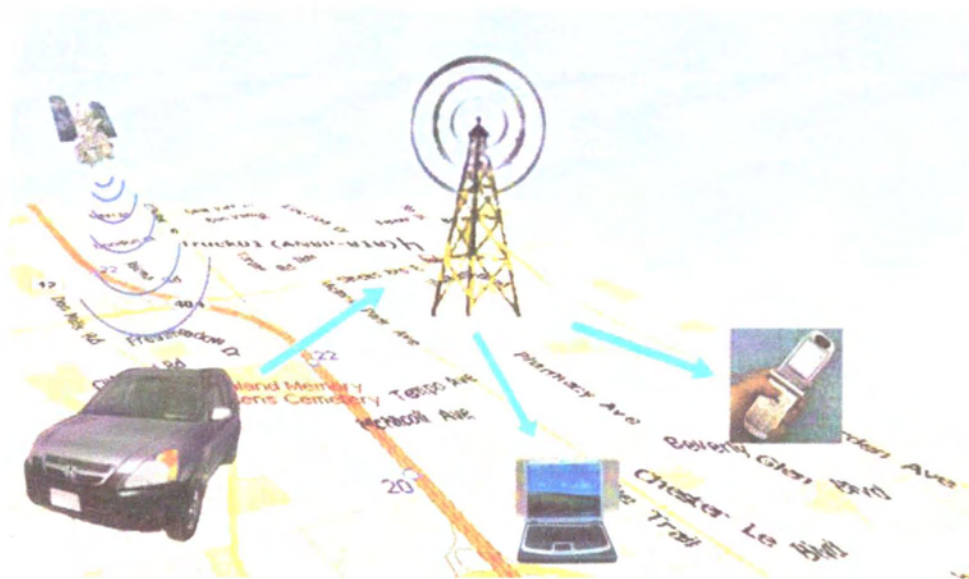
#### **3.3.3.4.1. Παρακολούθηση οχήματος**

Σε περίπτωση ατυχήματος ή διαρροής επικίνδυνων υλικών από ένα όχημα στο οδόστρωμα οι υπηρεσίες εκτάκτων αναγκών χρειάζονται έγκαιρη και ακριβή πληροφόρηση σχετικά με τη θέση του οχήματος και την φύση της κατάστασης, ώστε να μπορέσουν να ανταποκριθούν άμεσα και αποτελεσματικά.

Για παράδειγμα στις ΗΠΑ κινούνται περίπου 700.000 οχήματα που μεταφέρουν επικίνδυνα υλικά. Οι αρμόδιες αρχές έχουν άμεση πρόσβαση στις βάσεις δεδομένων των εταιρειών μεταφορών, κάτι που τους επιτρέπει τον άμεσο εντοπισμό της θέσης του οχήματος και την πληροφόρηση για την ποιότητα και την ποσότητα που αυτό μεταφέρει. Έτσι η επέμβαση τους, αν αυτό χρειαστεί, μπορεί να γίνει άμεσα και αποτελεσματικά,

μειώνοντας τις καθυστερήσεις που μπορούν να προκύψουν από ένα τέτοιο περιστατικό αλλά και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και την δημόσια υγεία σε περίπτωση διαρροής επικίνδυνων υλικών.

**Σχήμα 3.13.** Παρακολούθηση οχήματος



#### **3.3.3.4.2. Διαχείριση φυσικών καταστροφών**

Οι φυσικές καταστροφές μπορεί να είναι καταστροφικές για τις υποδομές μεταφοράς, οι οποίες σε μία τέτοια περίπτωση είναι ζωτικής σημασίας ως μέσον διαφυγής. Για παράδειγμα όταν απαιτείται η παροχή ανθρωπιστικής βοήθειας, είναι καίρια η ηλεκτρονική διαχείριση των διαθέσιμων οχημάτων και των δρομολογίων τους για την όσο το δυνατόν καλύτερη διαχείριση της κατάστασης.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΥΦΥΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ**

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΣΕ**

**ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΟΡΜΟΥΣ**

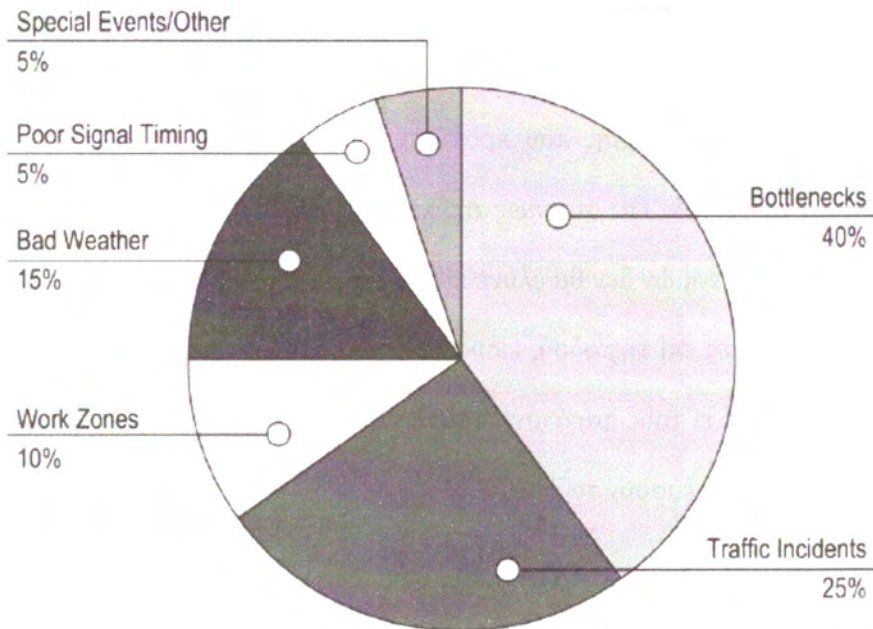


#### 4. 1. Εισαγωγή

Τα TMS (Transportation Management Systems) θεωρούνται όλο και περισσότερο ζωτικής σημασίας για τη λειτουργία και τη συντήρηση των υφιστάμενων συστημάτων σε αποδεκτά επίπεδα.<sup>10</sup> Η εφαρμογή των TMS θεωρείται αναγκαία για την άμβλυνση της κυκλοφοριακής συμφόρησης που προκύπτει εξαιτίας των περιορισμών σχετικά με την αύξηση των υποδομών και συνεπώς της κυκλοφοριακής ικανότητας των οδών. Επιπλέον η αύξηση των υποδομών δεν θα έλυνε προβλήματα συμφόρησης από ατυχήματα, καιρικές συνθήκες, εργασίες επί της οδού, ειδικές εκδηλώσεις και κακή λειτουργία σηματοδοτών. Η εικόνα 4.1 δείχνει τους παράγοντες που συμβάλλουν στα προβλήματα συμφόρησης τα οποία καλούνται να λύσουν τα TMS.

Στις ΗΠΑ η ανάπτυξη και εφαρμογή των TMS έγινε τις δεκαετίες του 1960 και του 1970. Η Καλιφόρνια πραγματοποίησε ένα πείραμα εφαρμογής ελέγχου ράμπας το 1965 και προχώρησε στην ολοκλήρωσή του το 1967. Το Λος Άντζελες υιοθέτησε επίσης την εφαρμογή ελέγχου ραμπών στις αρχές του 1970. Την δεκαετία του 1970, η Federal Highway Administration (FHWA) ανέπτυξε ένα σύστημα ελέγχου των σημάτων/πινακίδων κυκλοφορίας μέσω υπολογιστών. Με την ανάπτυξη των υπολογιστών και των τεχνολογιών πληροφόρησης στις αρχές του 1980, διάφορες μορφές και στρατηγικές TMS άρχισαν να εφαρμόζονται.

**Σχήμα 4.1.** Αιτίες κυκλοφοριακής συμφόρησης



(FHWA, September 2005)

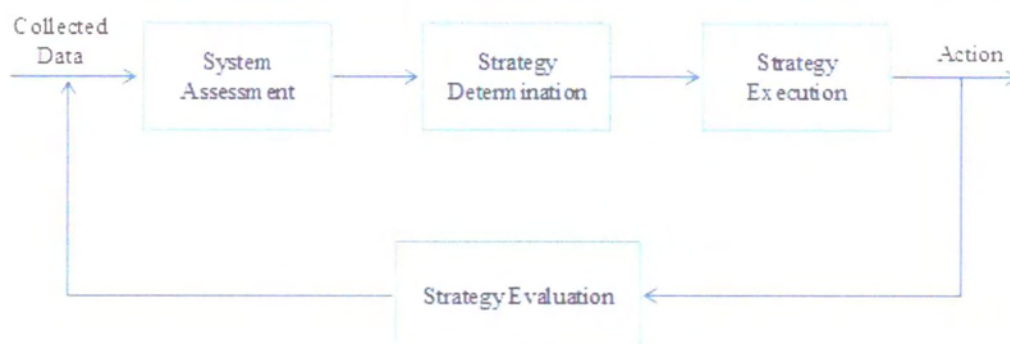
## 4.2. Βασικές Λειτουργίες των TMS

Μία τυπική εφαρμογή TMS περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα ΚΔΚ (Transportation Management Centers, TMC) τις αντίστοιχες υποδομές και τις αντίστοιχες μονάδες στο πεδίο. Ένα TMS μπορεί να αναφέρεται αποκλειστικά σε μία μόνο εγκατάσταση ή λειτουργία, αλλά είναι πιο αποτελεσματικό όταν εφαρμόζεται σε πολλαπλές εγκαταστάσεις και λειτουργίες προσεγγίζοντας ένα πρόβλημα πιο ολοκληρωμένα. Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι συστημάτων



διαχείρισης κυκλοφορίας, σε γενικές γραμμές τα TMS περιλαμβάνουν τέσσερις βασικές λειτουργίες όπως φαίνονται στο σχήμα 4.2.

**Σχήμα 4.2.** Οι βασικές λειτουργίες των συστημάτων διαχείρισης μεταφορών<sup>8</sup>



- Αξιολόγηση Συστήματος: Αυτή η λειτουργία απαιτεί την απόκτηση ενός υποσυστήματος δεδομένων το οποίο αποτελείται από τις εγκατεστημένες συσκευές στο πεδίο ή τις κινητές μονάδες για παρακολούθηση και συλλογή δεδομένων καθώς και ένα κεντρικό στοιχείο για την επεξεργασία και την αρχειοθέτηση των δεδομένων αυτών.
- Προσδιορισμός Στρατηγικής: Η λειτουργία αυτή περιλαμβάνει την λήψη άμεσων αποφάσεων διαχείρισης για την αντιμετώπιση επαναλαμβανόμενων και παροδικών συνθηκών συμφόρησης με βάση την υφιστάμενη κατάσταση του συστήματος για την βελτίωση της αποδοτικότητας του. Ο προσδιορισμός μπορεί να γίνει χειροκίνητα από το προσωπικό των TMS, ή/και αυτοματοποιημένα από το κεντρικό λογισμικό, ή χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό και των δύο. Οι αποφάσεις που λαμβάνονται σε πραγματικό χρόνο και οι πληροφορίες διαδίδονται

στους οργανισμούς και στους χρήστες των οδών και μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά την αποτελεσματικότητα του συστήματος.

- Εκτέλεση Στρατηγικής: Η λειτουργία αυτή περιλαμβάνει την εφαρμογή των αποφάσεων που λαμβάνονται στο στάδιο του προσδιορισμού στρατηγικής. Γενικά περιλαμβάνει τις εντολές που στέλνονται από Κέντρα Διαχείρισης Κυκλοφορίας ή από ελεγκτές στο πεδίο σε άλλα κέντρα, συσκευές στο πεδίο, ή/και κινητές μονάδες.

- Εκτίμηση Στρατηγικής: Αυτή η λειτουργία περιλαμβάνει την διαρκή:

α) αξιολόγηση του συστήματος στο πλαίσιο της στρατηγικής που εφαρμόζεται

β) βελτίωση της εφαρμογής της στρατηγικής και των συναφών παραμέτρων με στόχο την αντιμετώπιση των προβλημάτων που εντοπίστηκαν κατά την αξιολόγηση.

Αυτή η αξιολόγηση και η προσαρμογή μπορούν να γίνουν είτε άμεσα σε *πραγματικό χρόνο* και σε σύντομα χρονικά διαστήματα (π.χ. κάθε 1 έως 15 λεπτά) είτε κατά την διάρκεια σχεδιασμού και επανακαθορισμού του συστήματος. Για την υποστήριξη αυτής της λειτουργίας είναι αναγκαία η αρχειοθέτηση δεδομένων και εργαλεία υποστήριξης της λήψης αποφάσεων.

### 4.3. Κατηγορίες TMS

Παραδοσιακά τα TMS έχουν κατηγοριοποιηθεί με βάση το είδος της υποδομής ή/και της λειτουργίας που επιτελούν:

- αυτοκινητόδρομοι,

- αστικές αρτηρίες
- MMM
- εμπορευματικές μεταφορές
- χώροι στάθμευσης

Η πρόσφατη τάση στην διαχείριση μεταφορών ωστόσο είναι η αποτελεσματική διαχείριση του δικτύου ως ένα ολοκληρωμένο σύστημα που περιλαμβάνει συνδυασμό εγκαταστάσεων και λειτουργιών.

Όλες οι κατηγορίες των TMS βασίζονται στην εφαρμογή και την λειτουργία των υποστηρικτικών τεχνολογιών. Ένα σύστημα διαχείρισης μεταφορών μπορεί να είναι πολύ περίπλοκο αποτελούμενο από έναν μεγάλο αριθμό εξοπλισμού, και αναπτύσσεται σε μεγάλες γεωγραφικές περιοχές όπως μία περιφέρεια ή ένα κράτος. Μπορεί όμως και να περιορίζεται η εφαρμογή του σε μία συγκεκριμένη περιοχή ή σε μία συγκεκριμένη εγκατάσταση. Σε κάθε περίπτωση τα TMS πρέπει να πληρούν τις τέσσερις βασικές λειτουργίες όπως περιγράφηκαν παραπάνω με την ενσωμάτωση των κατάλληλων τεχνολογιών. Ανάλογα με την εφαρμογή οι υποστηρικτικές τεχνολογίες μπορεί να είναι:

- ανιχνευτές κυκλοφορίας
- κλειστό κύκλωμα παρακολούθησης (closed circuit television cameras, CCTV)
- πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (dynamic message signs, DMS)
- (συμβουλευτικό) ραδιόφωνο αυτοκινητοδρόμων (highway advisory radios, HAR)
- Αυτόματη αναγνώριση οχημάτων (automatic vehicle location, AVL)
- κεντρικό hardware και λογισμικό
- μετωπικοί ή πλευρικοί σηματοδότες

#### 4.4. Συλλογή Πληροφοριών

Ένα κρίσιμο συστατικό όλων των τύπων TMS είναι το *υποσύστημα συλλογής πληροφοριών*. Αυτό το υποσύστημα υποστηρίζει την ανίχνευση και την επαλήθευση των συμβάντων, την παρακολούθηση της αντιμετώπισης, την συλλογή πληροφοριών για όλες στις λειτουργίες και τύπους όπως π.χ. χρήση ράμπας κυκλοφορίας, έλεγχος λωρίδας/σήμανσης, μεταβλητό όριο ταχύτητας, προειδοποίηση ουράς κλπ. Αντίστοιχα τα δεδομένα που συλλέγονται περιέχουν παραμέτρους όπως ο φόρτος, η ταχύτητα, η χωρητικότητα, η θέση των οχημάτων, το μήκος ουράς, οι ειδικές συνθήκες του συμβάντος, οι ατμοσφαιρικές και καιρικές συνθήκες κλπ.

Τα δεδομένα συλλέγονται και τις περισσότερες φορές μεταφέρονται σε μία κεντρική μονάδα σε διαφορετικά επίπεδα συγκέντρωσης, ωστόσο μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν τοπικά σε έναν ελεγκτή επί της οδού. Οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πραγματικό χρόνο ή να αρχειοθετηθούν για εφαρμογές εκτός σύνδεσης.

Οι ανιχνευτές υποδομής πολλές φορές αναφέρονται ως ανιχνευτές σημείου γιατί οι μετρήσεις που διεξάγουν για να παράσχουν τις κυκλοφοριακές παραμέτρους γίνονται σε ένα σημείο. Ανάλογα με την συγκεκριμένη εφαρμογή TMS και την τεχνολογία ανίχνευσης που χρησιμοποιείται οι κυκλοφοριακοί παράμετροι που παρέχονται από τους ανιχνευτές σημείου περιλαμβάνουν τον φόρτο, την ταχύτητα, την χωρητικότητα, την ταξινόμηση οχημάτων, και το μήκος της ουράς. Σημειώνεται πάντως ότι οι εξελίξεις στην τεχνολογία συνδεδεμένων οχημάτων (Connected Vehicles) και η ανάπτυξη νέων αλγορίθμων TMS αναμένεται να μειώσουν την εξάρτηση των συστημάτων από στατικούς ανιχνευτές επί της οδού.



**Σχήμα 4.3.** Σταθμός Διαχείρισης Μετεωρολογικών Πληροφοριών Οδού (Road Weather Information System, RWIS)<sup>12</sup>



Σε ορισμένα οδικά τμήματα της Εγνατίας οδού λειτουργούν σύγχρονοι μετεωρολογικοί σταθμοί, οι οποίοι συλλέγουν συνεχώς μετεωρολογικά δεδομένα (ανεμολογικά, θερμοκρασίες περιβάλλοντος, ενδείξεις παγετού, κλπ.). Οι μετεωρολογικοί σταθμοί που λειτουργούν διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες:

- σε σταθμούς Μέτρησης Θερμοκρασίας Περιβάλλοντος
- σε σταθμούς Διαχείρισης Μετεωρολογικών Πληροφοριών Οδού (Road Weather Information Systems, RWIS)

### **ΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Στον Ανατολικό Τομέα της Εγνατίας οδού, από κόμβο Παλιού Καβάλας μέχρι Κήπους, έχουν εγκατασταθεί αισθητήρες μέτρησης θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Τα στοιχεία συλλέγονται αυτόματα με ασύρματες ζεύξεις (GSM, VHF), ενώ είναι προσβάσιμα από τα συνεργεία συντήρησης μέσω τεχνολογιών [Internet](#), WAP και SMS. Η πληροφορία που παρέχεται βοηθάει στη βελτιστοποίηση των εργασιών χειμερινής συντήρησης (ρίψη άλατος, έγκαιρη ειδοποίηση των αποχιονιστικών μηχανημάτων, κτλ).

### **ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΟΔΟΥ**

Τα συστήματα συλλογής/καταγραφής μετεωρολογικών δεδομένων και τοπικής πρόγνωσης οδικών καιρικών φαινομένων όπως ο παγετός, ο άνεμος κτλ. συμβάλλουν σημαντικά στην έγκαιρη πληροφόρηση των οδηγών αλλά και στη βελτιστοποίηση των εργασιών χειμερινής συντήρησης.

Στην Εγνατία οδό λειτουργούν συστήματα διαχείρισης μετεωρολογικών πληροφοριών οδού (Road Weather Information Systems, RWIS) σε διάφορα σημεία της οδού. Η μεταφορά και επεξεργασία των μετεωρολογικών δεδομένων γίνεται τηλεματικά στα αντίστοιχα τοπικά Κέντρα Ελέγχου Κυκλοφορίας των σηράγγων.



Ένα βασικό μειονέκτημα των ανιχνευτών σημείου είναι η δυσκολία τους στην εκτίμηση του χρόνου ταξιδιού και της ταχύτητας ιδιαίτερα σε μεγάλες αρτηρίες. Πολλές τεχνολογίες ανίχνευσης αδυνατούν να μετρήσουν με ακρίβεια την αποδοτικότητα του συστήματος σε μεγάλα επίπεδα κυκλοφοριακής συμφόρησης. Για εφαρμογές που απαιτούν τον χρόνο ταξιδιού και πιθανώς την ακριβή διαδρομή από το σημείο προέλευσης στο σημείο προορισμού, άλλες τεχνολογίες συλλογής δεδομένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

- AVI (Automatic Vehicle Identification), όπως οι ηλεκτρονικές συσκευές διόδων, η ανάγνωση των Bluetooth, η αυτόματη αναγνώριση πινακίδων κυκλοφορίας
- AVL (Automatic Vehicle Location)

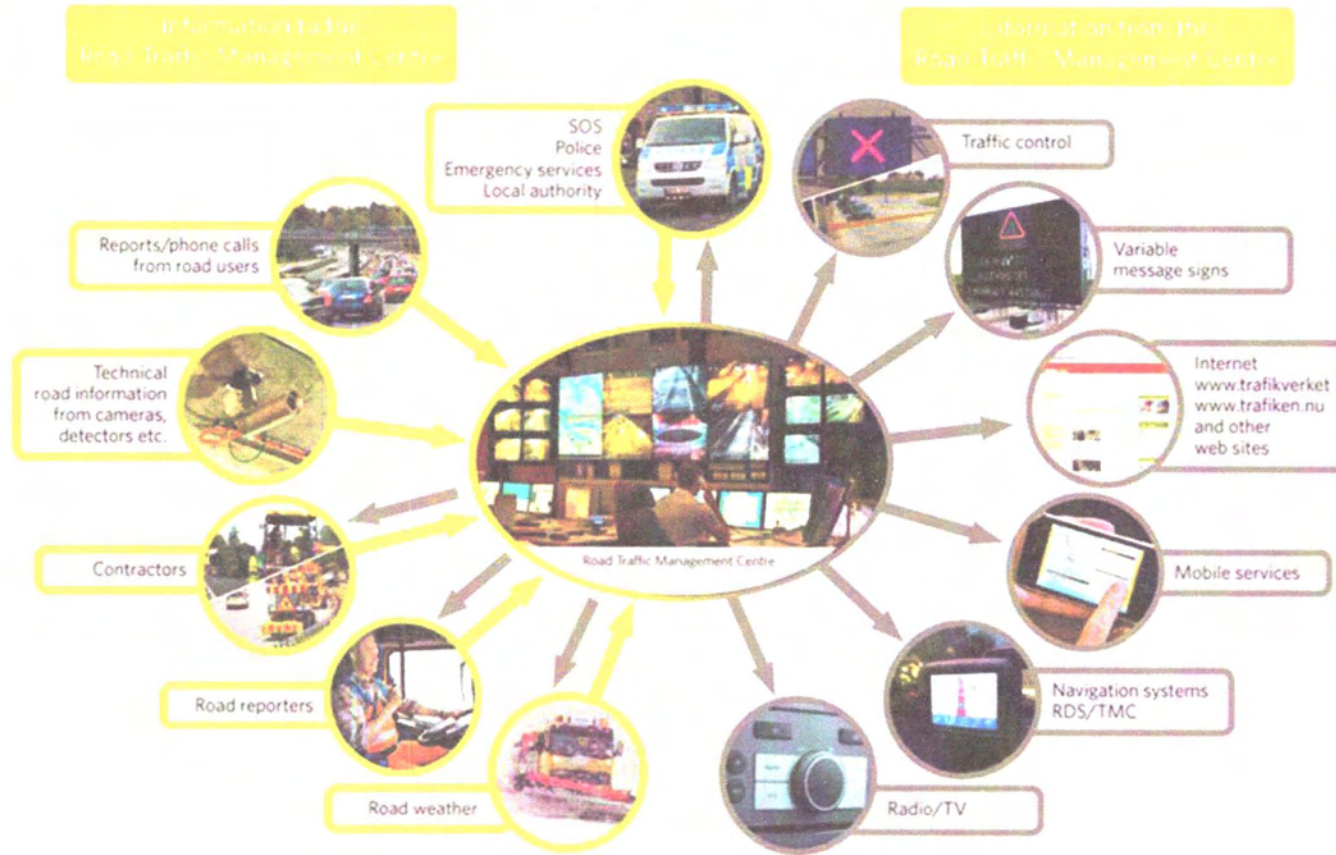
Οι εφαρμογές των τεχνολογιών AVI και AVL είναι απαραίτητες για την παρακολούθηση του στόλου των οχημάτων (π.χ. λεωφορεία, εμπορικά οχήματα, υπηρεσίες περιπολίας). Ωστόσο δεν μπορούν να παράσχουν δεδομένα για τον όγκο και την πυκνότητα του δικτύου που απαιτούν πολλές εφαρμογές TMS, όπως ο έλεγχος ραμπών, δυναμικών λωρίδων κλπ.

Η παροχή δεδομένων από ιδιωτικούς φορείς (π.χ. κινητή τηλεφωνία, εταιρίες μεταφορών) βασίζεται στον συνδυασμό πληροφοριών από διάφορες πηγές (τόσο από τις υποδομές όσο και από τις ασύρματες επικοινωνίες). Αυτοί οι πάροχοι έχουν εφαρμόσει προηγμένες μεθόδους συλλογής δεδομένων για την εκτίμηση του χρόνου ταξιδιού και μερικές φορές έχουν χρησιμοποιήσει μητρώα προέλευσης – προορισμού (O-D matrices). Παραδείγματα είναι ο στόλος εμπορικών οχημάτων, τα ταξί, ο εντοπισμός θέσης οδηγών/επιβατών με τη χρήση του παγκόσμιου συστήματος εντοπισμού θέσης (Global Positioning System, GPS), μέσω κινητού ή συστήματος πλοήγησης οχήματος.

Το κλειστό κύκλωμα καμερών παρακολούθησης (CCTV) είναι επίσης σημαντικό και επιτρέπει στα ΚΔΚ να παρακολουθούν και να αξιολογούν ασυνήθιστες καταστάσεις στους αυτοκινητόδρομους, στα λεωφορεία και σε σταθμούς μετεπιβίβασης καθώς και σε χώρους στάθμευσης. Επίσης δίνει την δυνατότητα εντοπισμού περιστατικού και αντιμετώπισης του, συλλογής πληροφοριών σχετικών με το περιστατικό, εντοπισμός καιρικών συνθηκών επί της οδού, και ελέγχου της κατάστασης των συσκευών που είναι εγκατεστημένες στο πεδίο (π.χ. πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων).

Η Διαχείριση Κυκλοφορίας (ΔΚ) και τα συστήματα πληροφόρησης βασίζόμενα στις καιρικές συνθήκες υποστηρίζονται από σταθμούς μέτρησης περιβαλλοντικών συνθηκών (Environmental Sensing Stations, ESS). Ένας τέτοιος σταθμός είναι επί της ουσίας μία τοποθεσία (σημείο) πάνω στο οδόστρωμα που υπάρχουν εγκατεστημένοι ένας ή περισσότεροι αισθητήρες οι οποίοι μετρούν τις ατμοσφαιρικές συνθήκες, τις συνθήκες στις υποδομές (πεζοδρόμιο, έδαφος, κλπ) και τις υδρολογικές συνθήκες (π.χ. επίπεδα βροχής). Αυτά τα δεδομένα σε συνδυασμό με τις πληροφορίες από τις μετεωρολογικές υπηρεσίες είναι χρήσιμα για την ΔΚ και τις μεθόδους πληροφόρησης των ταξιδιωτών.

## Road traffic management



## **4.5. Διαχείριση Αυτοκινητόδρομων (Freeway Management)**

Με τον όρο Διαχείριση Αυτοκινητόδρομων, ή Διαχείριση Κυκλοφορίας σε Αυτοκινητόδρομους, εννοούμε την εφαρμογή πολιτικών, στρατηγικών και τεχνολογιών για την βελτίωση της απόδοσης των αυτοκινητόδρομων. Οι στόχοι των προγραμμάτων διαχείρισης αυτοκινητόδρομων περιλαμβάνουν την ελαχιστοποίηση της συμφόρησης (και τις συνέπειες της), την βελτίωση της ασφάλειας και την ενίσχυση συνολικά της κινητικότητας (FHWA, 2006). Οι στρατηγικές που θα μελετηθούν σε αυτό το κεφάλαιο είναι:

- Ο έλεγχος πρόσβασης στον αυτοκινητόδρομο(ramp metering)
- Η μετάδοσή και διάδοση πληροφοριών προς τους χρήστες οδού
- Η δυναμική ΔΚ λωρίδων
- Λοιπά μέτρα δυναμικής και ενεργούς ΔΚ (Active Traffic Management, ATM).

### **4.5.1. Έλεγχος πρόσβασης στον αυτοκινητόδρομο (Ramp Metering)**

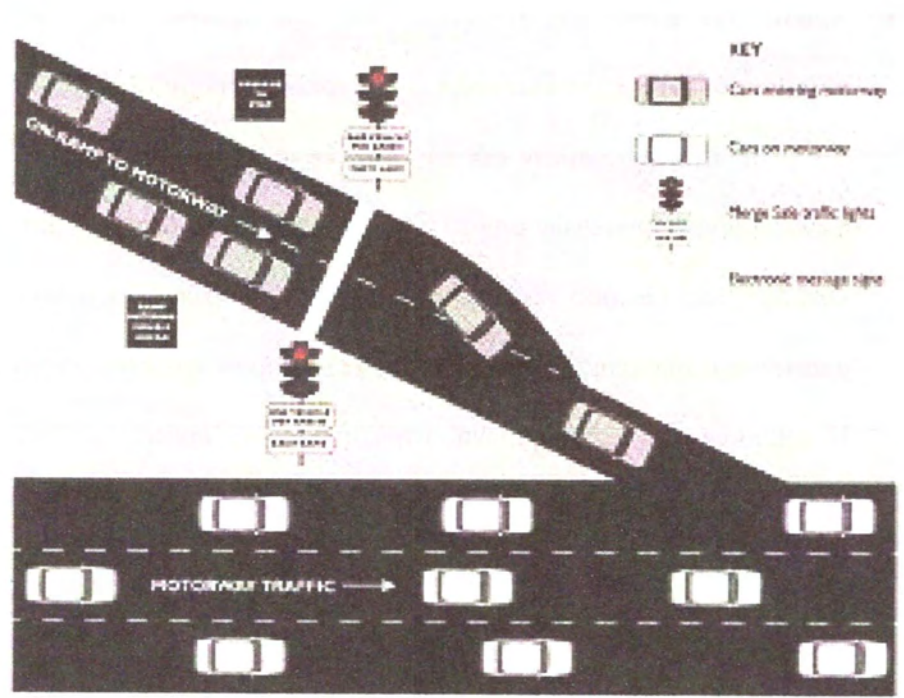
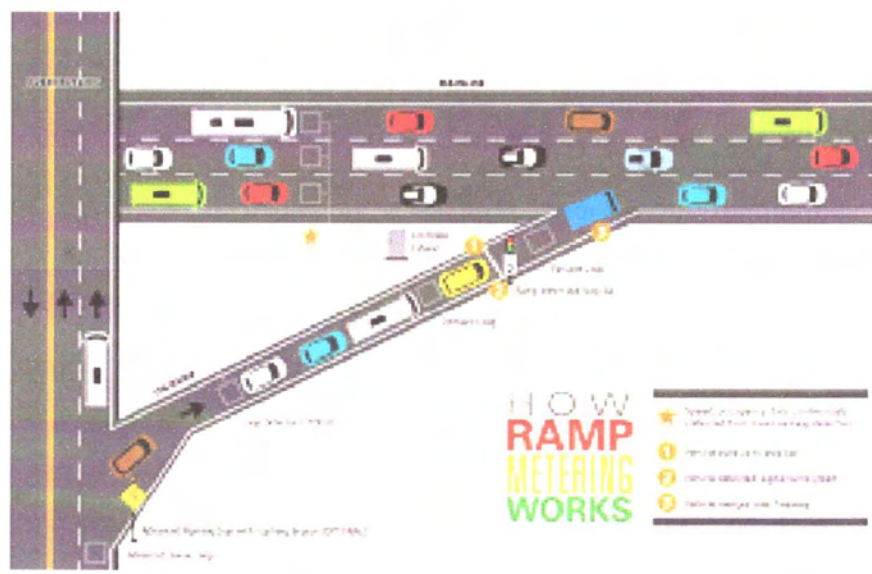
Ο έλεγχος εισόδου μέσω ράμπας, περιλαμβάνει την χρήση ενός σήματος ή σηματοδότη κυκλοφορίας εγκατεστημένο επί της ράμπας για τον έλεγχο του ρυθμού εισροής οχημάτων στον αυτοκινητόδρομο (FHWA, 2006). Με τον έλεγχο αυτών των εισροών αυξάνεται η αποδοτικότητα του αυτοκινητόδρομου καθώς μειώνεται η συμφόρηση και η πιθανότητα σύγκρουσης στις εξωτερικές λωρίδες (Jacobson, L., J. Stribiak, L. Nelson, and D. Sallman, 2006). Έτσι λοιπόν βελτιώνεται η κινητικότητα και η αξιοπιστία του αυτοκινητόδρομου.



Η ελεγχόμενη (διακοπτόμενη) είσοδος δεν είναι η μόνη στρατηγική διαχείρισης κυκλοφορίας αυτοκινητοδρόμου με ράμπα (Jacobson, L., J. Stribiak, L. Nelson, and D. Sallman., 2006). Άλλες στρατηγικές διαχείρισης περιλαμβάνουν:

- Απαγόρευση εισόδου στον αυτοκινητόδρομο κατά την διάρκεια ειδικών συμβάντων όπως κυκλοφοριακών συμβάντων, δυσμενείς καιρικές συνθήκες, προγραμματισμένες ειδικές εκδηλώσεις και πυρκαγιές.
- Προνομιακή μεταχείριση όπως λωρίδες παράκαμψης για οχήματα υψηλής πληρότητας (High-Occupancy Vehicle, HOV), αποκλειστικές ράμπες για HOV και αποκλειστικές ράμπες για οχήματα εκτάκτου ανάγκης
- Στρατηγικές έλεγχου σε ράμπες εξόδου από τον αυτοκινητόδρομο(off-ramps)
- Χρήση φωτεινών σηματοδοτών για τον έλεγχο της κυκλοφορίας σε αυτοκινητόδρομο ή σε διασταύρωση αυτοκινητόδρομου με αυτοκινητόδρομο για την ρύθμιση των υψηλών φόρτων κυκλοφορίας από έναν αυτοκινητόδρομο σε άλλο. Η χρήση φωτεινών σηματοδοτών είναι παρόμοια με την χρήση της ράμπας κυκλοφορίας. Ωστόσο εξαιτίας των υψηλών επιπέδων ταχυτήτων και φόρτων, απαιτούνται συσκευές διαχείρισης μεγάλων ουρών και έγκαιρης προειδοποίησης. Η εφαρμογή της συγκεκριμένης στρατηγικής δεν πρέπει να γίνεται σε περιοχές χαμηλής χωρητικότητας και περιορισμένης ορατότητας. Στις ΗΠΑ αυτή η τεχνική έχει εφαρμοστεί σε αρκετές περιοχές όπως στο Los Angeles, CA, Seattle, WA, Minneapolis, MN, και Portland, OR.

Σχήμα 4.5. Έλεγχος πρόσβασης μέσω ράμπας (Ramp Metering)





Οι στρατηγικές έλεγχου ράμπας μπορούν να εφαρμοστούν τόσο σε τοπικό (μεμονωμένο) όσο και σε επίπεδο συστήματος (συντονισμένο). Μερικοί από τους αλγόριθμους που έχουν αναπτυχθεί για τις στρατηγικές σε επίπεδο συστήματος μπορούν να εφαρμοστούν και για τοπικό έλεγχο. Ο τοπικός έλεγχος στοχεύει στην αντιμετώπιση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και προβλημάτων ασφαλείας σε μία συγκεκριμένη περιοχή συγχώνευσης εισόδου (on-ramp). Ο έλεγχος σε επίπεδο συστήματος απαιτεί την συλλογή μετρήσεων από μία σειρά τοποθεσιών όπου υπάρχουν ράμπες κυκλοφορίας και ο συντονισμός τους, με βάση τις συνθήκες κατά μήκος ενός τμήματος αυτοκινητοδρόμου, ενός ολόκληρου διαδρόμου ή ακόμα και ενός δικτύου αυτοκινητοδρόμων. Οι κυκλοφοριακές συνθήκες σε άλλες θέσεις του συστήματος λαμβάνονται υπόψη κατά των προσδιορισμό των μετρήσεων από μία συγκεκριμένη ράμπα.

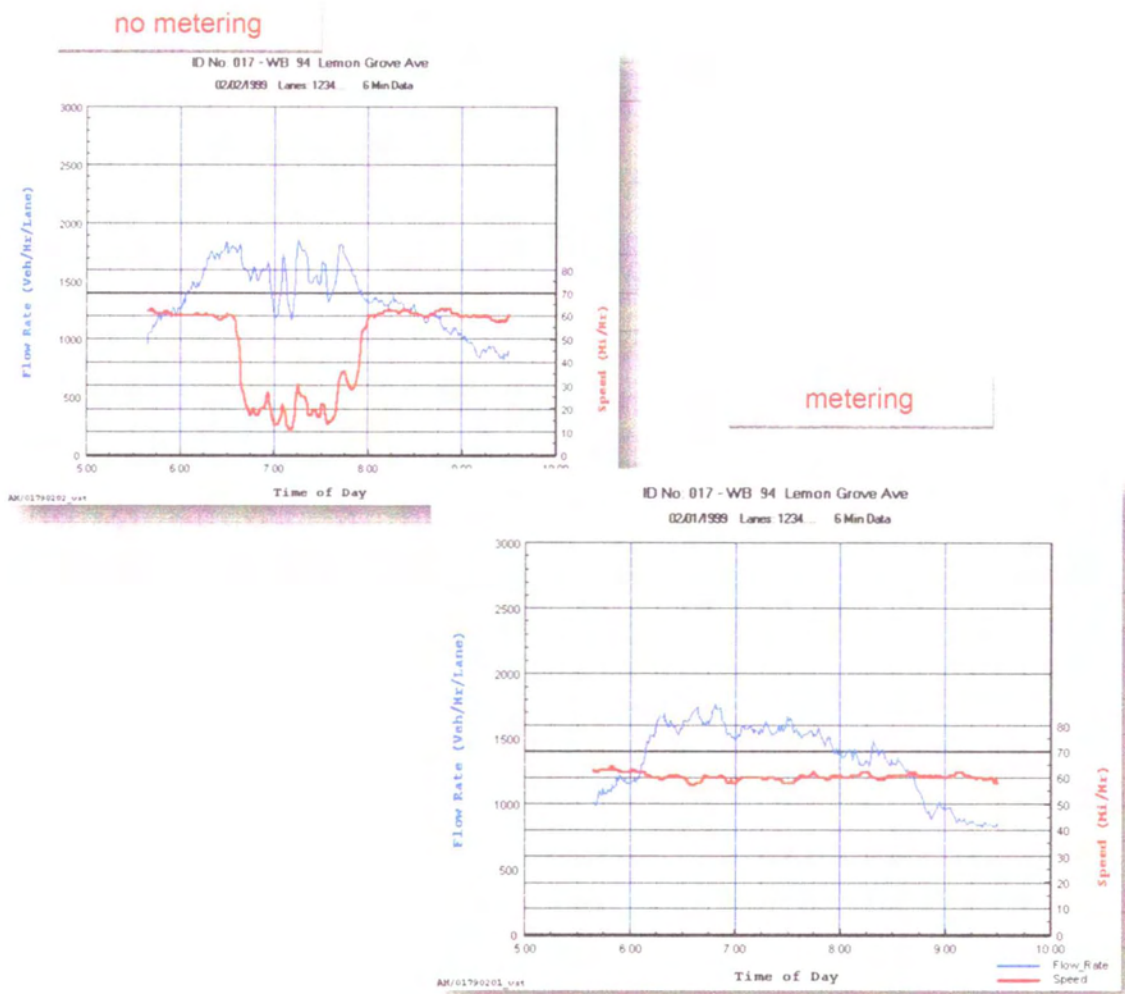
Παλαιότερα, όσον αφορά τον χρόνο έλεγχου εφαρμοζόταν ο ολόημερος έλεγχος κυκλοφορίας ή ο έλεγχος ορισμένου χρόνου, βασιζόμενοι στη χρήση προηγούμενων μετρήσεων που είναι καταγεγραμμένες στο ιστορικό και την προσαρμογή τους σε ένα καθορισμένο χρονοδιάγραμμα ώρας ή ημέρας. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας είναι δυνατή η μέτρηση των παραμέτρων κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο και η άμεση εισαγωγή τους στους αλγόριθμους για τον προσδιορισμό των συντελεστών μέτρησης και όταν και όπου χρειαστεί η ενεργοποίηση της ράμπας κυκλοφορίας. Η πρόωρη ανταπόκριση και προσαρμογή στις συνθήκες κυκλοφορίας μπορεί να γίνει τόσο σε τοπικό όσο και σε επίπεδο συστήματος. Σε ορισμένες εφαρμογές ράμπας και τα ΚΔΚ μπορούν να επέμβουν αυτόματα και να τροποποιήσουν την λειτουργία τους βασιζόμενοι στις εκτιμήσεις τους για τις κυκλοφοριακές συνθήκες.

Για την επιτυχή υλοποίηση και λειτουργία της μεθόδου πρέπει να ληφθούν υπόψη μία σειρά από ζητήματα. Στρατηγικές διαχείρισης ράμπας μπορούν να επηρεάσουν ή να

θεωρηθεί ότι επηρεάζουν αρνητικά το σημείου εισόδου, άλλες αρτηρίες ή συγκεκριμένες ομάδες χρηστών. Ένα από τα θέματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι ότι η τεχνική εφαρμόζεται κυρίως σε προαστιακές διαδρομές και λιγότερο σε αυτοκινητοδρόμους που βρίσκονται πιο κοντά στα κέντρα αστικών περιοχών. Ακόμη πρέπει να συνυπολογιστούν και τυχόν παράπονα από το ευρύ κοινό, τις γειτονιές και τις τοπικές επιχειρήσεις. Ένα άλλο ζήτημα είναι ο πιθανός αντίκτυπος της ράμπας κυκλοφορίας σε άλλες εγκαταστάσεις, ως αποτέλεσμα της εκτροπής της κυκλοφορίας από αυτοκινητοδρόμους και δημιουργία ουράς σε άλλους δρόμους. Έτσι λοιπόν το ζητούμενο είναι να εξισορροπηθεί η απόδοση του αυτοκινητοδρόμου για να επιτευχθεί το μέγιστο όφελος.

Επιπλέον οι στρατηγικές χρήσης ράμπας θα πρέπει να περιλαμβάνουν στρατηγικές ανίχνευσης και διαχείρισης ουρών για να αποφευχθεί η κυκλοφοριακή συμφόρηση στους γύρω δρόμους. Τα μοντέλα προσομοίωσης χρησιμοποιούνται με επιτυχία για την εκτίμηση διαφορετικών στρατηγικών χρήσης ράμπας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την επιλογή μίας στρατηγικής ράμπας.

Πρέπει να εξετάζεται επίσης η προνομιακή μεταχείριση για συγκεκριμένες κατηγορίες οχημάτων, όπως τα οχήματα υψηλής πληρότητας (HOVs), MMM, φορτηγά και οχήματα εκτάκτου ανάγκης για την παράκαμψη της ουράς που σχηματίζεται από οχήματα χαμηλής πληρότητας λόγω της ράμπας κυκλοφορίας.



Μελέτες έχουν αξιολογήσει την απόδοση των αυτοκινητόδρομων με και χωρίς την χρήση ράμπας. Ένα μεγάλο σύστημα με ράμπες κυκλοφορίας έχει αναπτυχθεί και λειτουργεί από το Υπουργείο Μεταφορών της Μινεσότα στην μητροπολιτική περιοχή των Twin Cities με περισσότερες από 430 ράμπες κυκλοφορίας. Το σύστημα της Μινεσότα έχει υποβληθεί σε εκτεταμένη αξιολόγηση, κατά την οποία διακόπηκε η λειτουργία των κλάδων για έξι εβδομάδες προκειμένου να εξεταστούν οι συνέπειες (Minnesota Department

of Transportation, 2001). Χρησιμοποιήθηκαν πολλοί παράμετροι για την αξιολόγηση του συστήματος και παρακάτω παρατίθεται μία περίληψη των αποτελεσμάτων:

- Μετακίνηση: Παρατηρήθηκε ότι η κίνηση στους κύριους αυτοκινητόδρομους μειώθηκε κατά 9% όταν δεν ήταν σε λειτουργία οι ράμπες κυκλοφορίας ενώ στους παράλληλους δρόμους δεν μεταβλήθηκε αισθητά.
- Χρόνοι Ταξιδιού: Οι ταχύτητες στους αυτοκινητοδρόμους μειώθηκαν κατά 14%, ή 7,4 μίλια/ώρα όταν σταμάτησε η λειτουργία των ραμπών με αποτέλεσμα να υπάρξει ένα τελικό ισοζύγιο των καθυστερήσεων λόγω ουράς που προκαλείται από την λειτουργία της ράμπας. Έτσι λοιπόν οι χρόνοι ταξιδιού τόσο στους κεντρικούς αυτοκινητοδρόμους όσο και σε παράλληλες αρτηρίες δεν μεταβάλλοντα από την λειτουργία ή τη μη λειτουργία των ραμπών.
- Εκτίμηση Χρόνου Ταξιδιού: Οι χρόνοι ταξιδιού ήταν σχεδόν δύο φορές πιο απρόβλεπτοι όταν δεν λειτουργούσαν οι ράμπες.
- Ασφάλεια: Οι συγκρούσεις στους αυτοκινητοδρόμους αυξήθηκαν κατά 26% την περίοδο αναστολής λειτουργίας των ραμπών κυκλοφορίας.
- Ανάλυση Οφέλους/Κόστους: Το σύστημα χρήσης ράμπας κυκλοφορίας υπολογίζεται ότι έχει όφελος 40 εκατομμύρια δολάρια για την περιοχή Twin Cities, ποσό που υπερκαλύπτει το κόστος του συστήματος με αναλογία 15 προς 1.

Μία μελέτη για τα οφέλη στην πολιτεία της Ουάσιγκτον (Taylor C., and D. Meldrum, 2000) ανέφερε τα ακόλουθα:

- Πάνω από 30% μείωση στις οπίσθιες και πλευρικές συγκρούσεις.
- Μείωση της τάξεως 8,2% της συμφόρησης στους κύριους αυτοκινητοδρόμους.

Το FHWA δημιούργησε το βίντεο, "Ramp Metering: Signal for Success", που παρέχει μία βασική εισαγωγή στην χρήση ράμπας κυκλοφορίας. Το βίντεο απευθύνεται σε δημόσιους φορείς αλλά και στο ευρύ κοινό τονίζοντας την σημασία της χρήσης του συστήματος ραμπών και στοχεύοντας στην ευαισθητοποίηση του κοινού ([www.youtube.com/watch?v=rsvaGXW6moA](http://www.youtube.com/watch?v=rsvaGXW6moA)).

#### **4.5.2. Πληροφόρηση και Διάχυση (Information Dissemination)**

Η παροχή πληροφοριών στους ταξιδιώτες αποτελεί μία από τις πιο ευρέως διαδομένες στρατηγικές διαχείρισης της κυκλοφορίας. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι συσκευές πεδίου για την διάδοση πληροφοριών όπως είναι οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (VMS, CMS, DMS) και το συμβουλευτικό ραδιόφωνο σχετικά με την κυκλοφορία στις εθνικές οδούς (HARs) έχουν πιστοποιηθεί και αναφέρονται ως τέτοιες, από το NHTSA (ΗΠΑ) ως συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας και όχι ως προηγμένα συστήματα πληροφόρησης επιβατών. Η διάκριση αυτή αφορά στο γεγονός ότι οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται συνήθως (π.χ. ΚΔΚ Αθήνας, ΚΔΚ Αττικής Οδού) με στόχο την διαχείριση της κυκλοφορίας και όχι με μοναδικό σκοπό την παροχή υπηρεσιών πληροφόρησης στους ταξιδιώτες. Άλλες μορφές τεχνολογιών πληροφόρησης ταξιδιωτών που δεν θεωρούνται συσκευές TMS είναι οι τηλεφωνικοί αριθμοί έκτακτης ανάγκης ιστοσελίδες, εφαρμογές τηλεφώνων, συστήματα πλοήγησης εντός των οχημάτων κλπ.

Η χρήση πινακίδων δυναμικών μηνυμάτων (Dynamic Message Signs, DMS) υποστηρίζει τους στόχους των TMS επηρεάζοντας άμεσα τις αποφάσεις των οδηγών, όπως την εκτροπή σε εναλλακτικές διαδρομές κατά την διάρκεια γεγονότων, μειώνοντας έτσι την πιθανότητα επιπλέον περιστατικών. Τα DMS επίσης αναφέρονται ως πινακίδες



μεταβλητών μηνυμάτων (Variable Message Signs, VMS και Changeable Message Signs, CMS).

Σε γενικές γραμμές, τα DMS και HAR χρησιμοποιούνται ως μέρος των TMS με σκοπό να επηρεάσουν την συμπεριφορά και τις επιλογές των αυτοκινητιστών ούτως ώστε να βελτιώσουν την απόδοση του συστήματος. Μερικές επιθυμητές συμπεριφορές θα μπορούσαν να είναι η μείωση της ταχύτητας, η απομάκρυνση από μπλοκαρισμένες ή κλειστές λωρίδες, και η επιλογή ενός άλλου αυτοκινητόδρομου ή μίας διαφορετικής διαδρομής (Dudek, C. L., 2004). Οι πληροφορίες που διαδίδονται κατά μήκος ενός αυτοκινητοδρόμου μπορούν να περιλαμβάνουν ταξιδιωτικές οδηγίες ή και προειδοποιήσεις για ατυχήματα, καθυστερήσεις λόγω κατασκευών, προειδοποίηση ουράς, δυσμενείς καιρικές συνθήκες, ειδικές εκδηλώσεις. Επίσης μπορούν να παρέχουν πληροφορίες σχετικές με τον χρόνο ταξιδιού, δυναμικό όριο ταχύτητας, λωρίδα ελέγχου, δυναμική τιμολόγηση ανά λωρίδα. Αυτές οι πινακίδες χρησιμοποιούνται ακόμα και για μηνύματα AMBER Alert και Silver Alert.

Σχήμα 4.6. Πανακίδες Δυναμικών Μηνυμάτων (Dynamic Message Signs)



Τα μηνύματα αυτά έχουν να κάνουν με την ενημέρωση των πολιτών για την εξαφάνιση παιδιών ή ηλικιωμένων αντίστοιχα, με στόχο την συλλογή πληροφοριών που θα βοηθήσουν στην ανεύρεση των ατόμων αυτών. Οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων εφαρμόζονται επίσης σε σταθμούς διέλευσης για την παροχή πληροφοριών σχετικά με τις αφίξεις οχημάτων και τις πιθανές καθυστερήσεις.

Η ανάπτυξη των DMS συνδέεται με μία σειρά από ζητήματα όπως πχ η πολιτική για το είδος πληροφόρησης δηλαδή ποιος ορίζει τα μηνύματα, ποιος έχει τη δυνατότητα να κοινοποιεί μηνύματα, ποιος ο τύπος τους και το ύφος τους, υπό ποιες συνθήκες δικαιολογούνται μηνύματα απόσπασης προσοχής των οδηγών, σε ποιες τοποθεσίες κ.ο.κ. (Dudek C. L., 2004). Οι τοποθεσίες των πινακίδων θα πρέπει να είναι έτσι επιλεγμένες ούτως ώστε να δίνουν τον απαραίτητο χρόνο στους αυτοκινητιστές να αντιδράσουν (πχ πριν από κόμβους). Ορισμένες πιθανές θέσεις είναι σημεία επιλογής διαδρομής, υψηλής συμφόρησης και υψηλής επικινδυνότητας (FHWA, 2012).

Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων με κακοσχεδιασμένα, σύνθετα μηνύματα που απαιτούν αρκετό χρόνο από τους οδηγούς για να διαβαστούν οδηγώντας με τις υψηλές ταχύτητες των αυτοκινητοδρόμων μπορούν να οδηγήσουν σε σύγχυση τον αυτοκινητιστή επηρεάζοντας αρνητικά την ροή της κυκλοφορίας και συνεπώς την αξιοπιστία του οργανισμού μεταφοράς. Έτσι είναι πολύ σημαντικό οι οργανισμοί μεταφορών να εξασφαλίζουν ότι το περιεχόμενο, η μορφή και η εφαρμογή των πληροφοριών είναι υψηλής ποιότητας, συνεπής και έγκαιρη.

Μία σημαντική απόφαση που πρέπει να παρθεί από το ΚΔΚ είναι εάν και πότε πρέπει μία συσκευή ή μία συγκεκριμένη ομάδα συσκευών από όλο το σύστημα να ενεργοποιηθεί για την αντιμετώπιση κάποιας συγκεκριμένης κατάστασης ή προβλήματος και πότε θα πρέπει να απενεργοποιηθεί. Η διαδικασία αυτή μπορεί να είναι αυτόματη με



βάση την τοποθεσία και τον τύπο του περιστατικού, μπορεί να είναι χειροκίνητη με τους χειριστές από το TMC να αποφασίζουν ποιες πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων πρέπει να ενεργοποιηθούν, ή μπορεί να είναι ένα υβρίδιο και τον δύο αυτών μεθόδων. Στην συνδυασμένη προσέγγιση, το κεντρικό λογισμικό προτείνει ποιές συσκευές πρέπει να ενεργοποιηθούν, αλλά η τελική απόφαση λαμβάνεται από τους διαχειριστές στο ΚΔΚ. Τέτοιου είδους πινακίδες μπορούν επίσης να εγκατασταθούν σε μετακινούμενα οχήματα επί του αυτοκινητοδρόμου του οργανισμού για την παροχή πληροφοριών στους ταξιδιώτες κατά τη διάρκεια του ταξιδιού τους.

Αρκετές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί για τον προσδιορισμό των αναμενόμενων ποσοστών των ταξιδιωτών που εκτρέπονται ως αποτέλεσμα των DMS. Οι μελέτες αυτές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι DMS που ενημερώνουν τους οδηγούς για την επικείμενη συμφόρηση, χωρίς πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με τους αναμενόμενους χρόνους καθυστέρησης ή πιθανές εναλλακτικές διαδρομές, μπορούν να οδηγήσουν πάνω από το 60%της κυκλοφορίας στον αυτοκινητόδρομο να εξέλθει του αυτοκινητοδρόμου και να βρεθεί μπροστά από την περιοχή συμφόρησης (Xiao Y., M. Hadi, H. Ozen, and V. Mysore, 2009). Ωστόσο κατά την πραγματική παρατήρηση της εκτροπής της κυκλοφορίας τα ποσοστά που παρατηρήθηκαν ήταν αρκετά χαμηλότερα. Για παράδειγμα στο Long Island, NY, κατά την αξιολόγηση του έργου INFORM ATMS παρατηρήθηκαν πολύ χαμηλότερα ποσοστά εκτροπής κυκλοφορίας σε σχέση με την μελέτη «δεδηλωμένης προτίμησης», επιτυγχάνοντας στην πραγματικότητα 5 έως 12% εκτροπή της κυκλοφορίας από την κύρια σε εναλλακτικές διαδρομές σε συνθήκες ενός τυπικού περιστατικού (Smith S. A., and C. Perez, 1992). άλλες ευρωπαϊκές μελέτες έχουν δείξει ότι τα ποσοστά αυτά κυμαίνονται από 27 έως 44% (Tarry S., and A. Graham, 1995).

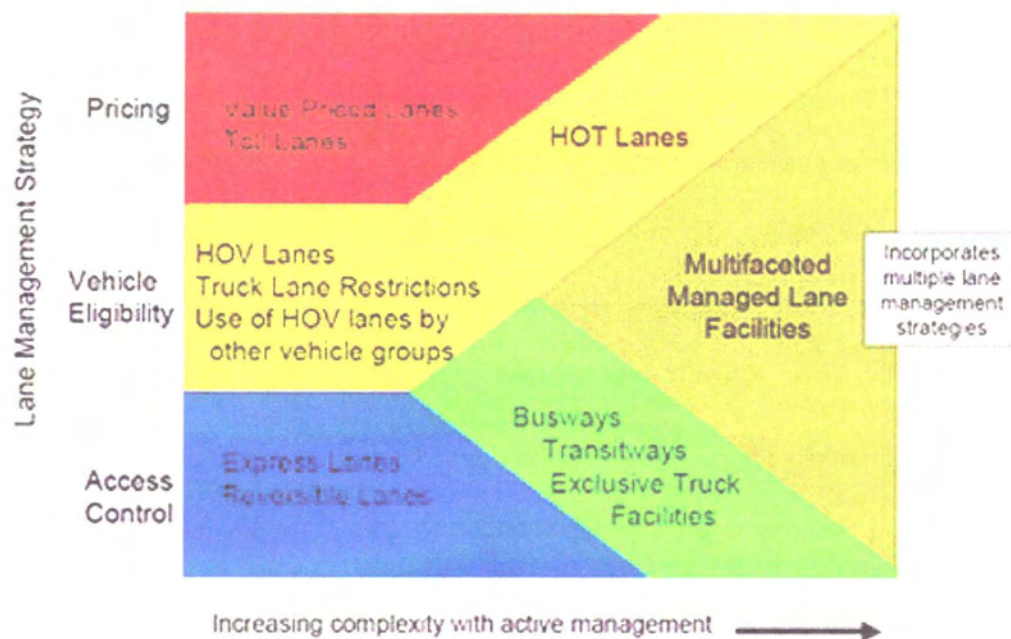
### 4.5.3. Διαχείριση Λωρίδων (Managed Lanes)

Το ενδιαφέρον για την στρατηγική διαχείρισης λωρίδας έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια (Perez B. G., C. Fuhs, C. Gants, R. Giordano, and D. Ungemah, 2012). Ο όρος διαχειριζόμενες λωρίδες αναφέρεται σε λωρίδες ειδικής χρήσης, όπως λωρίδες HOV, λωρίδες με διόδια υψηλής πληρότητας (HOT), λωρίδες ταχείας πληρωμής διοδίων (ETLs), λωρίδες διοδίων αποκλειστικά για φορτηγά (TOT), λωρίδες μόνο για λεωφορεία, και άλλες λωρίδες ειδικής χρήσης.

Με την χρήση της στρατηγικής διαχειριζόμενων λωρίδων, ένα υποσύνολο λωρίδων μέσα σε έναν αυτοκινητόδρομο απομονώνεται από τις άλλες λωρίδες γενικής χρήσης και προσφέρεται για χρήση συγκεκριμένων ομάδων/οχημάτων ανάλογα με τον τύπο του οχήματος, την πληρότητα του, και/ή την καταβολή κομίστρων. Το σχήμα 4.7. δείχνει μία συνολική εικόνα των εφαρμογών διαχείρισης λωρίδας. Στο σχήμα τρεις στρατηγικές διαχείρισης λωρίδας εφαρμόζονται ταυτόχρονα για να διαχειριστούν την κυκλοφορία: τιμολόγηση, επιλεξιμότητα (χρήση ανάλογα του είδους οχήματος) οχημάτων και έλεγχος πρόσβασης.



Σχήμα 4.7. Εφαρμογές Διαχείρισης Λωρίδας (Managed Lane Applications)



(FHWA, 2008)

Οι στρατηγικές τιμολόγησης περιλαμβάνουν την κατηγοριοποίηση των αυτοκινητιστών σε υποομάδες και τον ορισμό διοδίων για την κάθε υποομάδα τα οποία θα είναι μεταβλητά με τις υψηλότερες τιμές τους κατά την διάρκεια περιόδων συμμόρφησης. Η τιμολόγηση των διαχειριζόμενων λωρίδων μπορεί να είναι είτε σταθερή ή να ποικίλει ανάλογα με την ώρα της ημέρας ή την μέρα της εβδομάδας. Όλο και περισσότερο ωστόσο οι οργανισμοί εφαρμόζουν στρατηγικές δυναμικής τιμολόγησης, μεταβάλλοντας τις τιμές των διοδίων βασιζόμενοι σε μετρήσεις της κυκλοφοριακής συμμόρφησης στην διαχειριζόμενη λωρίδα ή στον αυτοκινητόδρομο γενικά σε πραγματικό χρόνο.

Η δεύτερη στρατηγική είναι η επιλεξιμότητα οχήματος, δηλαδή η επιλογή του τύπου των οχημάτων που επιτρέπεται να εισέλθουν στην διαχειριζόμενη λωρίδα, είτε δωρεάν είτε με διόδια. Μία κοινή εφαρμογή αυτής της στρατηγικής είναι να επιτρέπεται σε οχήματα υψηλής πληρότητας όπως MMM και HOVs να χρησιμοποιούν τις λωρίδες δωρεάν ή με μειωμένο κόμιστρο, ενώ τα υπόλοιπα οχήματα πληρώνουν πλήρως το αντίτιμο των διοδίων. Τα συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας μπορούν να μεταβάλλουν την επιλεξιμότητα οχήματος ανάλογα με την ώρα της ημέρας και την μέρα της εβδομάδας, αν τον κρίνουν ωφέλιμο.

Η καθιέρωση ελέγχου πρόσβασης είναι η τρίτη σημαντική στρατηγική για την διαχείριση λωρίδων. Τα σημεία πρόσβασης στην διαχειριζόμενη λωρίδα πρέπει να καθοριστούν ως μέρος του σχεδιασμού και της ανάλυσης κυκλοφορίας/προσομοίωσης. Η προσομοίωση μπορεί να υποδείξει ότι η πρόσβαση στην διαχειριζόμενη λωρίδα πρέπει να περιοριστεί σε πολύ λίγα σημεία πρόσβασης ώστε να ελαχιστοποιηθεί η αναταραχή που οφείλεται σε ελιγμούς των οχημάτων (πλέξεις). Σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να γίνεται προνομιακή μεταχείριση σε συγκεκριμένα σημεία πρόσβασης για μία υποκατηγορία οχημάτων, όπως να επιτρέπεται σε οχήματα έκτακτης ανάγκης να χρησιμοποιούν κάποια σημεία πρόσβασης.

Μία πολύ σημαντική παράμετρος για τους οργανισμούς μεταφορών είναι να επικοινωνήσουν τα οφέλη της στρατηγικής διαχειριζόμενων λωρίδων στο ευρύ κοινό. Είναι ιδιαίτερα σημαντική ούτως ώστε να αντιμετωπιστούν οι τυχόν αντιδράσεις των χρηστών για παράδειγμα σε ότι αφορά την πληρωμή των διοδίων για την χρήση των διαχειριζόμενων λωρίδων. Επιπλέον επειδή η ηλεκτρονική συλλογή διοδίων (ETC) εφαρμόζεται σε πολλές διαχειριζόμενες λωρίδες, οι οδηγοί θα πρέπει να είναι ενημερωμένοι έτσι ώστε να έχουν φροντίσει να εφοδιάσουν το όχημα τους με έναν

αναμεταδότη ETC. Επίσης αν η πληρωμή γίνεται με αναγνώριση των πινακίδων κυκλοφορίας, οι οδηγοί θα πρέπει να είναι ενήμεροι. Άλλες πληροφορίες που θα πρέπει να κοινοποιούνται είναι η στρατηγική διαμόρφωσης της τιμής των διοδίων, τα σημεία εισόδου και εξόδου, οι απαιτήσεις πληρότητας, και οι ώρες λειτουργίας. Κατά την διάρκεια λειτουργίας, οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων θα πρέπει να ενημερώνουν τους χρήστες σχετικά με τις τρέχουσες τιμές διοδίων και τις όποιες αλλαγές στην λειτουργία των διαχειριζόμενων λωρίδων.

Η αστυνόμευση είναι μία άλλη σημαντική παράμετρος για την λειτουργία των διαχειριζόμενων λωρίδων. Χωρίς την κατάλληλη επιβολή των περιορισμών, η εμφάνιση υψηλών ποσοστών παραβιάσεων ακυρώνει κάθε μέτρο. Μία μέθοδος αυτόματης επιβολής είναι η αναγνώριση των πινακίδων κυκλοφορίας των οχημάτων, ωστόσο η μέθοδος αυτή, τόσο για νομικούς όσο και για τεχνικούς λόγους, δεν μπορεί να συμπεριλάβει μία σημαντική παράμετρο που είναι ο έλεγχος της απαιτούμενης πληρότητας του οχήματος για να του επιτραπεί η χρήση της λωρίδας. Σε αυτό το σημείο τονίζεται ότι η νομοθεσία χρήζει πολλών προσαρμογών ώστε να επιτρέπει τον προσδιορισμό των απαραίτητων πληροφοριών αστυνόμευσης των λωρίδων φροντίζοντας ταυτόχρονα την προστασία της ιδιωτικής ζωής των χρηστών (FHWA, 2003).

Για περισσότερα, το παρακάτω βίντεο από το Florida Department of Transportation's I-95 Express Project περιγράφει τεχνικές διαχείρισης συμφόρησης μέσω των διαχειριζόμενων λωρίδων: <https://www.youtube.com/watch?v=U1VzpFcfU78>



Σχήμα 4.8. Εφαρμογές συστημάτων διαχείρισης λωρίδων



Σχήμα 4.8 (συνέχεια)



### Variable Lane Signalization





#### 4.5.4. Δυναμική (Ενεργή) Διαχείριση Κυκλοφορίας (Active Traffic Management, ATM)

Τα συστήματα ενεργής διαχείρισης κυκλοφορίας περιλαμβάνουν την χρήση στρατηγικών, εργαλείων και πόρων για να διαχειριστούν, ελέγξουν και επηρεάσουν δυναμικά την ροή της κυκλοφορίας σε αυτοκινητόδρομους, διαχειριζόμενες λωρίδες και ράμπες. Η στρατηγική ATM εφαρμόζεται για την αντιμετώπιση των επικρατουσών συνθηκών αλλά και για την πρόβλεψη μελλοντικών συνθηκών, όπως η πρόληψη ή η καθυστέρηση εμφάνισης επιπτώσεων (ουρές, συμβάντα), η βελτίωση της ασφάλειας, η προώθηση βιώσιμων τρόπων μετακίνησης, η μείωση των εκπομπών αερίων και η μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας της υποδομής, γενικώς (FHWA, 2012).



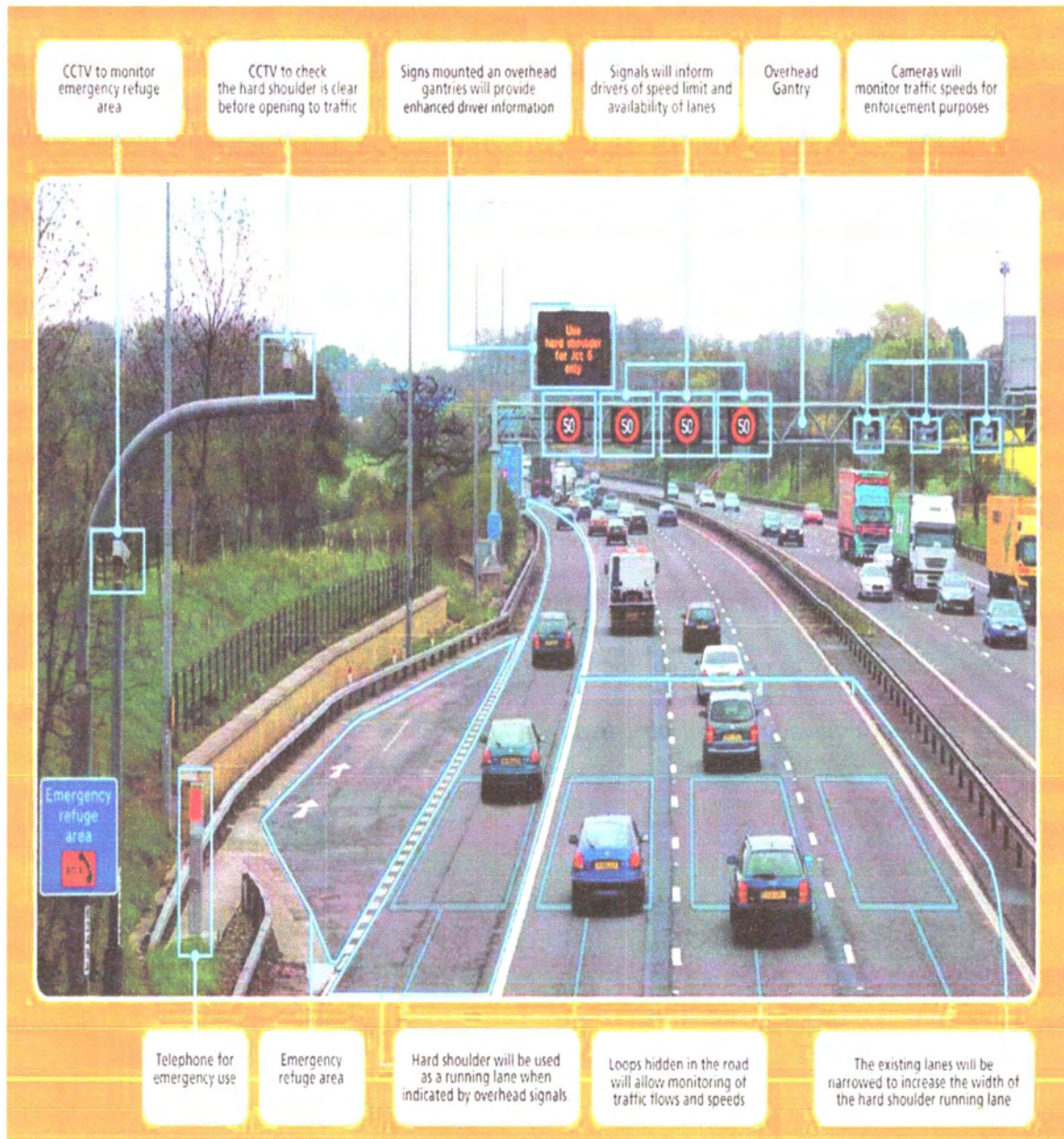
Ένα από το πιο κλασικά παραδείγματα ολοκληρωμένης εφαρμογής ATM βρίσκεται στο Ηνωμένο Βασίλειο. Ο οργανισμός αυτοκινητοδρόμων του Ηνωμένου

Βασιλείου (UK Highways Agency) ξεκίνησε να εφαρμόζει τον Νοέμβριο του 2005 ένα πιλοτικό σύστημα ενεργούς διαχείρισης κυκλοφορίας σε ένα τμήμα του αυτοκινητόδρομου M42, στο Birmingham μεταξύ των κόμβων 3α και 7 μήκους 17 χιλιομέτρων. Ο συγκεκριμένος αυτοκινητόδρομος έχει μεγάλες διακυμάνσεις στην κυκλοφοριακή ροή καθώς ενώνει το βορειοανατολικό τμήμα της χώρας με το νοτιοανατολικό, εξυπηρετεί πολλές περιοχές αλλά και αεροδρόμια.

Ο M42 είναι ένας αυτοκινητόδρομος τριών λωρίδων/κατεύθυνση στον οποίο εφαρμόζονται νέες τεχνολογίες σε συνδυασμό με τις ήδη υπάρχουσες τεχνικές διαχείρισης κυκλοφορίας αυτοκινητοδρόμου, όπως τα μεταβλητά όρια ταχύτητας, προηγμένες πινακίδες πληροφόρησης οδηγών και ένα νέο σύστημα διαχείρισης κυκλοφοριακής συμφόρησης και συμβάντων. Το σύστημα επιτρέπει στους χειριστές να επιτρέπουν ή να απαγορεύουν την κυκλοφορία σε κάθε λωρίδα, προκειμένου να διαχειριστεί η κυκλοφοριακή συμφόρηση σε ώρες αιχμής ή λόγω συμβάντος.



Σχήμα 4.9. Δυναμική Διαχείριση Κυκλοφορίας, αυτοκινητόδρομος M42



#### 4.5.4.1. Εναρμόνιση Ταχυτήτων και Μεταβλητά Όρια Ταχύτητας (Speed Harmonization/Variable Speed Limits)

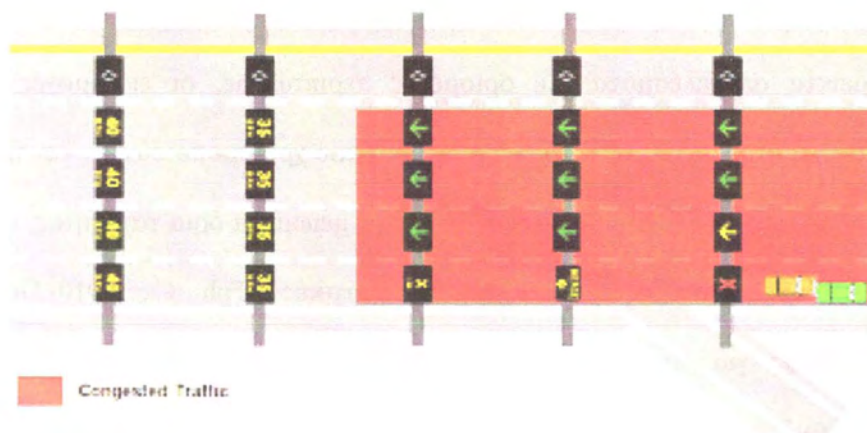
Τα στατικά όρια ταχύτητας εξασφαλίζουν ασφάλεια υπό κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας αλλά δεν προσαρμόζονται σε έκτακτα γεγονότα όπως είναι οι δυσμενείς καιρικές συνθήκες, τα ατυχήματα και οι εργασίες στην οδό. Η εφαρμογή μεταβλητών ορίων ταχύτητας (Variable Speed Limits, VSLs) ή και η εναρμόνιση ταχυτήτων θεωρείται πιο αποτελεσματική στην αύξηση της ασφάλειας κάτω από τέτοιες συνθήκες. Εκτός από την βελτίωση της ασφάλειας τα VSLs βρίσκουν εφαρμογή και στην διαχείριση και μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, αυξάνοντας τη χωρητικότητα της υποδομής.

Οι επιπτώσεις των VSLs στην ασφάλεια έχουν αξιολογηθεί με πραγματικές μελέτες στο πεδίο ενώ σε ότι αφορά την κινητικότητα οι επιπτώσεις τους έχουν αξιολογηθεί με την χρήση μοντέλων προσομοίωσης. Σχετικά με την ασφάλεια τα VSLs είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες και σε συνθήκες χαμηλής ορατότητας. Η επιτυχία της εναρμόνισης ταχυτήτων απαιτεί από τους οδηγούς να δεχτούν και να κατανοήσουν τους λόγους πίσω από τις αλλαγές των ορίων ταχυτήτων και τα σχετικά οφέλη. Οι αξιολογήσεις της αποτελεσματικότητας τους έως σήμερα έχουν δείξει ανάμεικτα αποτελέσματα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι εφαρμογές VSL δεν ήταν αποτελεσματικές γιατί οι ορατοί αισθητήρες που χρησιμοποιούνταν δεν ήταν αξιόπιστοι ή επειδή οι οδηγοί δεν συμμορφώνονταν με τα μειωμένα όρια ταχύτητας, ωστόσο σε άλλες περιπτώσεις ήταν εξαιρετικά αποτελεσματικές (Fuh C., 2010). Πολύ σημαντικός παράγοντας για την επιτυχία των VSL είναι η αστυνόμευση τους. Σε ορισμένες ευρωπαϊκές πόλεις η αστυνόμευση γίνεται με κάμερες και με αυτόματο τρόπο, γεγονός που αυξάνει κατά πολύ την συμμόρφωση των οδηγών. Στις Ηνωμένες Πολιτείες είναι απαραίτητες αλλαγές στην νομοθεσία για να μπορούν να εφαρμοστούν σωστά τα VSL. Σε



αποτελεσματικές εφαρμογές, τα VSLs ήταν σε θέση να μειώσουν τις ταχύτητες κίνησης σε συνθήκες κακοκαιρίας (από 5 έως 7 μίλια ανά ώρα) και αύξησαν την ασφάλεια μειώνοντας την συχνότητα και την σοβαρότητα των ατυχημάτων λόγω κακών καιρικών συνθηκών (Fuh C., 2010).

**Σχήμα 4.10.** Εφαρμογή συστημάτων εναρμόνισης ταχυτήτων και μεταβλητών ορίων ταχύτητας





#### 4.5.4.2. Δυναμική Διαχείριση Λωρίδας (Dynamic Lane Assignment, DLA)

Η δυναμική διαχείριση λωρίδας αναφέρεται στην χρήση των σημάτων/σηματοδοτών ελέγχου της λωρίδας για την ενημέρωση των οδηγών σχετικά με τυχόν μεταβολές στις συνθήκες της λωρίδας που οφείλονται σε γεγονότα όπως ατυχήματα, εργασίες συντήρησης ή κατασκευής και καιρικές συνθήκες και για να τους επισημάνουν να αλλάξουν λωρίδα έγκαιρα πριν βρεθούν μπροστά στο κλείσιμο της δικής τους (Fuh C., 2010).

Συνήθως, τα σήματα ελέγχου κυκλοφορίας δείχνουν το κλείσιμο μίας λωρίδας με ένα κόκκινο «X» πάνω από τη λωρίδα. Μερικές φορές επίσης προτρέπουν έγκαιρα τους οδηγούς να αλλάξουν λωρίδα χρησιμοποιώντας ένα διαγώνια βέλος που δείχνει στην παρακείμενη λωρίδα. Στον αυτοκινητόδρομο M42 του Ηνωμένου Βασιλείου, στην περίπτωση που μία λωρίδα κυκλοφορίας είναι εκτός λειτουργίας, ο έλεγχος λωρίδων και ταχυτήτων επιτυγχάνεται με την ενεργοποίηση τεσσάρων πινακίδων που είναι εγκατεστημένες σε κατασκευές άνωθεν της υποδομής. Η πρώτη δείχνει μία μείωση στην ταχύτητα, η δεύτερη μία περαιτέρω μείωση της ενώ οι άλλες δύο χρησιμοποιώντας τα διαγώνια βέλη παροτρύνουν τους οδηγούς να αλλάξουν λωρίδα κυκλοφορίας. Παραδείγματα δυναμικού ελέγχου κυκλοφορίας στις ΗΠΑ έχουν εφαρμοσθεί σε διάφορες πόλεις όπως στις Minneapolis, MN, Seattle, WA, I-66 στη Northern Virginia και Dallas, TX (Fuh C., 2010).

Σχήμα 4.11. Εφαρμογή συστήματος δυναμικής διαχείρισης λωρίδας





#### **4.5.4.3. Ενεργοποίηση Λωρίδας Εκτάκτου Ανάγκης και Λεωφορειολωρίδας (Hard Shoulder Running and Bus-on-Shoulder)**

Η ενεργοποίηση της λωρίδας εκτάκτου ανάγκης, αναφέρεται επίσης ως προσωρινή χρήση λωρίδας, χρησιμοποιείται για να αυξήσει προσωρινά την χωρητικότητα του δρόμου κατά την διάρκεια επαναλαμβανόμενων και/ή μη επαναλαμβανόμενων συνθηκών συμφόρησης. Μία σειρά εφαρμογών της συγκεκριμένης στρατηγικής έχουν γίνει στην Ευρώπη, συμπεριλαμβανομένων της Γερμανίας, της Ολλανδίας και του Ηνωμένου Βασιλείου. Έχει παρατηρηθεί ότι η συμφόρηση σε μία περιοχή μπορεί να αυξηθεί από 7 έως 20 τοις εκατό (Fuh C., 2010).

Μία σημαντική παράμετρος στην χρήση της Λ. Ε. Α. είναι η επέκταση της χρήσης της και πέρα από τη περιοχή της συμφόρησης. Αλλιώς, η εφαρμογή της θα έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της συμφόρησης καθώς θα αυξηθεί ο αριθμός των οχημάτων τα οποία δεν θα μπορούν να διοχετευθούν κάπου. Η χρήση της Λ. Ε. Α. εφαρμόζεται συνήθως σε συνδυασμό με άλλες στρατηγικές όπως την εφαρμογή μεταβλητών ορίων ταχύτητας και ελέγχου λωρίδας.

Σε ορισμένες πόλεις στις Ηνωμένες Πολιτείες και στον Καναδά υπάρχουν αποκλειστικές λωρίδες κυκλοφορίας των λεωφορείων (λεωφορειολωρίδες). Αντί να έχουμε πλήρη λειτουργία των λωρίδων αυτών, μία οικονομικά αποδοτική δυνατότητα είναι να επιτρέπεται σε κάποια οχήματα να χρησιμοποιούν την λωρίδα αυτή για παράκαμψη ουρών και αποφυγή τυχόν συμφορήσεων. Χρήση των λεωφορειολωρίδων έχει εφαρμοστεί στην California, Maryland, Minnesota, Ohio, Virginia, Washington, British Columbia, και στο Ontario. Η αποτίμηση της εφαρμογής δείχνει μία μείωση στους χρόνους διαδρομής της τάξεως των 5 έως 15 λεπτών ανάλογα με το επίπεδο της κυκλοφοριακής συμφόρησης (Martin P., 2006).

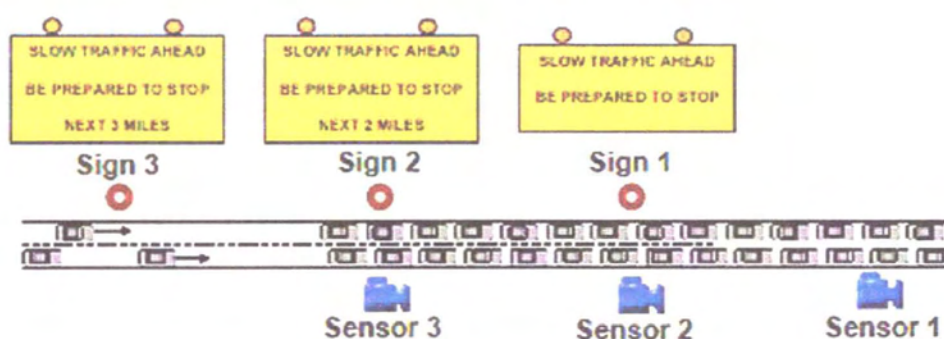
Σχήμα 4.12. Εφαρμογή συστημάτων ενεργοποίησης λωρίδας εκτάκτου ανάγκης και λεωφορειολωρίδας



#### 4.5.4.4. Προειδοποίηση Ουράς (Queue Warning System)

Η αργή ροή ή και η εναλλαγή σταματημένων και αργά κινούμενων οχημάτων ιδιαίτερα στους αυτοκινητοδρόμους είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες πρόκλησης τροχαίων ατυχημάτων. Επιπλέον τα οχήματα που βρίσκονται πίσω από την ουρά στην προσπάθεια τους να την αποφύγουν αλλάζουν λωρίδες κίνησης με αποτέλεσμα να προκαλείται ακόμη μεγαλύτερη διαταραχή στο ρεύμα κυκλοφορίας. Η προειδοποίηση ουράς είναι μία στρατηγική δυναμικής διαχείρισης κυκλοφορίας που στοχεύει στην ενημέρωση των οδηγών που βρίσκονται πίσω από μία ουρά για τις επικείμενες συνθήκες. Ο στόχος είναι να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά η διαθέσιμη χωρητικότητα του αυτοκινητοδρόμου και να μειωθεί η πιθανότητα ατυχήματος λόγω της ουράς (Fuh C., 2010). Το επιθυμητό αποτέλεσμα αυτής της στρατηγικής είναι οι οδηγοί να λαμβάνουν τα κατάλληλα μέτρα, όπως είναι η έγκαιρη και όχι η απότομη επιβράδυνση του οχήματος ή η αλλαγή λωρίδας κυκλοφορίας (Levecq C., B. Kuhn, and D. Jasek, 2011). Ένα παράδειγμα συστήματος προειδοποίησης ουράς φαίνεται στο σχήμα 4.13.

Σχήμα 4.13. Παράδειγμα Συστήματος Προειδοποίησης Ουράς



(Pesti G., P. Wiles, R. Long, K. Cheu, Pr. Songchitruksa, J. Shelton, and S. Cooner, 2008)



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα Συστήματα Ευφών Μεταφορών (ΣΕΜ, ITS) είναι προηγμένες τεχνολογίες και εφαρμογές οι οποίες, έχουν στόχο να προσφέρουν καινοτόμες υπηρεσίες όσον αφορά στους διαφόρους τρόπους μεταφοράς και τη διαχείριση της κυκλοφορίας, να επιτρέπουν στους διάφορους χρήστες να ενημερώνονται καλύτερα και να κάνουν ασφαλέστερη, πιο συντονισμένη και «ευφύεστερη» τη χρήση των δικτύων μεταφορών.

Ουσιαστικά πρόκειται για εκείνα τα συστήματα ελέγχου και πληροφόρησης που χρησιμοποιούν προηγμένες τεχνολογίες επικοινωνιών και επεξεργασίας δεδομένων με στόχο να:

- Βελτιώσουν την κινητικότητα των προσώπων και των αγαθών
- Επιτύχουν αύξηση της ασφάλειας, μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και διαχείριση περιστατικών/ατυχημάτων
- Επιτύχουν επιχειρησιακούς στόχους στον τομέα μεταφορών, όπως είναι η διαχείριση ζήτησης ή η παροχή προτεραιότητας σε Μέσα Μαζικής Μεταφοράς

Τα ITS εφαρμόζονται στα οδικά, σιδηροδρομικά, θαλάσσια και εναέρια συστήματα μεταφορών για να βελτιώσουν την ασφάλεια και την ποιότητα του περιβάλλοντος μέσω της παροχής πληροφοριών στους διαχειριστές των συστημάτων και τους χρήστες τους.

Οι εφαρμογές ITS είναι πολύ αποτελεσματικές και συμφέρουσες, με πολλαπλά οφέλη για την κοινωνία και την οικονομία. Είναι επομένως αναγκαίο να ενταχθούν σε υψηλή προτεραιότητα, ιδιαίτερα όσον αφορά την αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων. Οι στρατηγικοί στόχοι που τίθενται στο πλαίσιο της πολιτικής των Μεταφορών, δηλαδή η οδική ασφάλεια, η βιώσιμη κινητικότητα με τις συνιστώσες της εξοικονόμησης ενέργειας

και της προστασίας του περιβάλλοντος, η εξοικονόμηση πόρων, η ανάπτυξη της οικονομίας, η κοινωνική συνοχή, γίνονται εφικτοί με την ανάπτυξη και εξάπλωση των ITS.

Τα Συστήματα Ευφυών Μεταφορών (ITS) βρίσκονται σε στάδιο εφαρμογής και μεγάλης ανάπτυξης αξιοποιώντας τις υπάρχουσες τεχνολογίες με τρόπους που πριν λίγα χρόνια δεν μπορούσαμε να φανταστούμε. Σε αυτό βέβαια βοηθάει και η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας. Τα πεδία εφαρμογής τους είναι πολλαπλά και καλύπτουν όλους τους τρόπους μετακίνησης ατόμων και αγαθών. Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε αναλυτικά η συμβολή των ITS στις οδικές μετακινήσεις καθώς επίσης και το νομοθετικό πλαίσιο που διέπει την εφαρμογή τους.

Ειδικά για τη Διαχείριση του Οδικού Δικτύου οι εφαρμογές τους ποικίλουν:

- Διαχείριση αστικών αρτηριών
- Διαχείριση στάθμευσης
- Διαχείριση υπεραστικών οδικών δικτύων
- Διαχείριση εμπορευματικών οχημάτων σε αστικές περιοχές
- Διαχείριση σημαντικών εκδηλώσεων-περιστατικών (special events)
- Συνδεδεμένα οχήματα
- Παρακολούθηση οχήματος
- Διαχείριση φυσικών καταστροφών

Τα Συστήματα Διαχείρισης Κυκλοφορίας (Transportation Management Systems, TMS) θεωρούνται όλο και περισσότερο ζωτικής σημασίας για τη λειτουργία και τη συντήρηση των υφιστάμενων συστημάτων σε αποδεκτά επίπεδα. Συγκεκριμένα τα TMS που εφαρμόζονται για την διαχείριση των μετακινήσεων στους αυτοκινητοδρόμους, με στόχο την ασφαλή και γρήγορη μετακίνηση, είναι τα ακόλουθα:

- Έλεγχος πρόσβασης στον αυτοκινητόδρομο (Ramp Metering)
- Πληροφόρηση και Διάχυση (Information Dissemination)
- Διαχείριση Λωρίδων (Managed Lanes)
- Δυναμική (Ενεργή) Διαχείριση Κυκλοφορίας (Active Traffic Management, ATM)

Συνοψίζοντας, τα Ευφυή Συστήματα Μεταφορών έχουν καταστήσει τις μεταφορές μας αποδοτικότερες, οικονομικότερες και ασφαλέστερες. Παρόλα αυτά η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας μας δίνει ολοένα και περισσότερες δυνατότητες για την υλοποίηση ακόμα πιο προηγμένων συστημάτων διαχείρισης μεταφοράς. Τα ITS αποτελούν έναν διαρκώς εξελισσόμενο τομέα ο οποίος εκμεταλλευόμενος τις νέες τεχνολογίες θα ανατρέψει την εικόνα που είχαμε μέχρι σήμερα για τις μεταφορές.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Dudek C. L. (2004), "Changeable Message Sign Operation and Messaging Handbook.", Publication N`o. FHWA-OP-03-070, Federal Highway Administration, Washington, DC, August 2004
2. Elvik R. (1997), "EFFECTS ON ACCIDENTS OF AUTOMATIC SPEED ENFORCEMENT IN NORWAY", Transportation Research Board, ISSN: 0361-1981, October 1997
3. FHWA (2003), "A Guide for HOT Lane Development.", Sponsored by the FHWA, Washington, DC, March 2003
4. FHWA (2005), "Traffic Congestion and Reliability: Trends and Advanced Strategies for Congestion Mitigation", Prepared for Federal Highway Administration (FHWA) by Cambridge Systematics, Inc., Cambridge, MA, September 2005
5. FHWA (2006), "Freeway Management and Operations Handbook.", Report No. FHWA-OP-04-003, Office of Transportation Management, Federal Highway Administration, Washington, DC, September 2003 (Updated June 2006)
6. FHWA (2008), "Managed Lanes—A Primer.", Sponsored by the FHWA, Washington, DC, August 2008.
7. FHWA (2012), "Guidelines for Disseminating Road Weather Messages.", Report No. FHWA-JPO-12-046, Federal Highway Administration, Washington, DC, June 2012
8. FHWA (2012), "ATDM Program Brief: An Introduction to Active Transportation and Demand Management.", Produced by the FHWA ATDM Program, Washington, DC, June 2012
9. Fuh C. (2010), "Synthesis of Active Traffic Management: Experiences in Europe and the United States.", Publication No. FHWA-HOP-10-031., Prepared for FHWA by Parsons Brinckerhoff, Washington, DC, March 2010
10. Jacobson L., J. Stribiak, L. Nelson, and D. Sallman. (2006), "Ramp Management and Control Handbook.", Report No. FHWA-HOP-06-001, produced for FHWA by PB Farradyne, Washington, DC, January 2006

11. Levecq C., B. Kuhn, and D. Jasek (2011), "General Guidelines for Active Traffic Management Deployment.", Report No. UTCM 10-01-54-1., Developed for USDOT by TTI, Washington, DC, August 2011
12. Martin P. (2006), "Bus Use of Shoulders: A Synthesis of Transit Practice.", Transit Cooperative Research Program (TCRP) Synthesis 64, Transportation Research Board, Washington, DC, 2006
13. Minnesota Department of Transportation (2001), "Twin Cities Ramp Meter Evaluation—Final Report.", Prepared for Minnesota Department of Transportation by Cambridge Systematics, Inc. February 2001
14. Nowacki G. (2012), "Development and Standardization of Intelligent Transport Systems.", *TransNav the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Vol. 6, No. 3, pp. 403-411, Warsaw, September 2012
15. Perez B. G., C. Fuhs, C. Gants, R. Giordano and D. Ungemah. (2012), "Priced Managed Lane Guide.", Report No. DTFH61-06-D-00004., Produced for FHWA, Washington, DC, October 2012
16. Pesti G., P. Wiles, R. Long, K. Cheu, Pr. Songchitruksa, J. Shelton and S. Cooner. (2008), "Traffic Control Strategies for Congested Freeways and Work Zones.", Produced for FHWA by Texas Transportation Institute, Report No. FHWA-HOP-13-007, College Station, TX, October 2008.
17. Smith S. A. and C. Perez. (1992), "Evaluation of INFORM: Lessons Learned and Application to Other Systems.", *Transportation Research Record* 1360, 62–65, 1992.
18. Tarry S. and A. Graham (1995), "The Role of Evaluation in ATT Development.", *Traffic Engineering and Control* 36 (12), 688–693, 1995
19. Taylor C. and D. Meldrum (2000), "Evaluation of a Fuzzy Logic Ramp Metering Algorithm: A Comparative Study Between Three Ramp Metering Algorithms Used in the Greater Seattle Area.", Produced by the Washington State Transportation Center (TRAC) for the Washington State Department of Transportation, February 2000
20. Xiao Y., M. Hadi, H. Ozen, and V. Mysore. (2009), "Evaluation of the Benefits and Costs of Advanced Traveler Information Systems.", Presented at ITS America Annual Meeting, Washington, DC, June 2009



21. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2010), "ΟΔΗΓΙΑ 2010/40/ΕΕ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 7<sup>ης</sup> Ιουλίου 2010 περί πλαισίου ανάπτυξης των Συστημάτων Ευφών Μεταφορών στον τομέα των οδικών μεταφορών και των διεπαφών με άλλους τρόπους μεταφοράς", Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Στρασβούργο, Ιούλιος 2010
22. Καζάκος Δημοσθένης & Γκατζίκης Νικόλαος (2010), "Μοντελοποίηση και Έλεγχος με Υπολογιστή του Συστήματος Πέδησης του Αυτοκινήτου", Διπλωματική εργασία, Πάτρα, Ιούλιος 2010
23. Μιζάρας Β., "Ευφή Συστήματα Μεταφορών, Κυκλοφοριακά Θέματα Δήμων Λεκανοπεδίου Αττικής", Ημερίδα ΣΕΣ 9/2/2011, Φεβρουάριος 2011

## Πηγές στο Διαδίκτυο

1. European Commission (2010), "Intelligent Transportation Systems; EU-funded research for efficient, clean and safe road transport"  
[http://www.gppq.fct.pt/h2020/\\_docs/brochuras/transportes/Intelligent%20transport%20systems.pdf](http://www.gppq.fct.pt/h2020/_docs/brochuras/transportes/Intelligent%20transport%20systems.pdf)
2. European Telecommunications Standards Institute - ETSI (2016), "Intelligent Transport Systems"  
<http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/intelligent-transport>
3. Eurostat, European Commission, (2009), "Panorama of Transport"  
<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/5711595/KS-DA-09-001-EN.PDF/9c90d489-5009-4acc-9810-ae39612897d3?version=1.0>
4. Federal Highway Administration (2016), "Adaptive Signal Control Technology", US Department Of Transportation  
<https://www.fhwa.dot.gov/innovation/everydaycounts/edc-1/asct.cfm>
5. FHWA (2010), "Highway Statistics", US Department Of Transportation  
<https://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/statistics/2010/>
6. Midwest Regional University Transportation Center, "Definitions of Asset Management"  
<http://www.wistrans.org/mrutc/research/asset-management/definitions-of-asset-management/>
7. National Cooperative Highway Research Program (2015), "Successful Practices in GIS-Based Asset Management"  
[http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp\\_rpt\\_800.pdf](http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_800.pdf)
8. University of Maryland, "Transportation Management Training Module. Consortium for ITS Training and Education (CITE)", University of Maryland, College Park, MD.  
<http://www.citeconsortium.org/PDF/articles-papers-presentations/Nelson-Frankle.pdf>

9. US Department of Transportation Intelligent Transportation Systems Joint Program Office (2012), "Introduction to ITS"  
<https://www.pcb.its.dot.gov/eprimer/module1.aspx>
10. US Department of Transportation Intelligent Transportation Systems Joint Program Office (2012), "Application of ITS to Transportation Management Systems"  
<https://www.pcb.its.dot.gov/eprimer/module3.aspx>
11. World Association Mondiale De La Route  
<http://rno-its.piarc.org/en>
12. Εγνατία Οδός, "Μετεωρολογικά Δεδομένα"  
<http://www.egnatia.eu/page/default.asp?la=1&id=56>
13. Ελληνικός Οργανισμός Συστημάτων Ευφών Μεταφορών (2015)  
<http://www.its-hellas.gr/>
14. Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2013), "Οδική ασφάλεια: Η Ε.Ε. καταγράφει τον χαμηλότερο αριθμό θανάτων από τροχαία ατυχήματα που σημειώθηκε ποτέ και κάνει το πρώτο βήμα προς μία στρατηγική για την αποφυγή των τραυματισμών"  
[http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-13-236\\_el.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-236_el.htm)
15. Σύλλογος Ελλήνων Συγκοινωνιολόγων (2011), "Οι θέσεις του ΣΕΣ για την προώθηση των συστημάτων ευφών μεταφορών στην Ελλάδα"  
<http://www.ses.gr/o-syllogos/theseisses.html>
16. Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών Και Δικτύων (2012), "Το Σχέδιο Δράσης για τις Ευφείς Μεταφορές στην Ελλάδα"  
[www.yme.gr/getfile.php?id=6194](http://www.yme.gr/getfile.php?id=6194)
17. Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών Και Δικτύων (2012), "Greece ITS Action Plan"  
[www.yme.gr/getfile.php?id=6195](http://www.yme.gr/getfile.php?id=6195)

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000125577

