

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΟΛΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΗΓΜΕΝΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΟΔΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΚΟΝΙΤΣΙΩΤΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΕΥΤΥΧΙΑ ΝΑΘΑΝΑΗΛ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

Βόλος, Νοέμβριος 2011



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

Αριθ. Εισ.: 10119/1
Ημερ. Εισ.: 28-11-2011
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΠΜ
2011
ΚΟΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Για την συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την επιβλέπουσα της Διπλωματικής Εργασίας, κα. Ευτυχία Ναθαναήλ, Επίκουρο Καθηγήτρια του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα εξαιρετικά ενδιαφέρον αντικείμενο, καθώς και για την καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης.

Ακόμα, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τους δικούς μου ανθρώπους και ιδιαίτερα την οικογένειά μου για την υπομονή και στήριξη που επέδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής.

Βόλος, Νοέμβριος 2011

Νικόλαος Κονιτσιώτης

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	13
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
1.1 Αντικείμενο-στόχος της διπλωματικής.....	13
1.2 Μεθοδολογία	13
1.3 Πρωτοτυπία της παρούσας διπλωματικής.....	14
1.4 Δομή της διπλωματικής εργασίας.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	17
ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΔΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ	17
2.1 Εισαγωγή	17
2.2 «ΕΞΥΠΝΗ» ΥΠΟΔΟΜΗ	17
2.3 «ΕΞΥΠΝΑ» ΟΧΗΜΑΤΑ.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	24
ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	24
3.1 Προηγμένα Συστήματα Διαχείρισης Αρτηριών	24
3.1.1 Παρακολούθηση και επιτήρηση της κυκλοφορίας.....	24
3.1.2 Έλεγχος της κυκλοφορίας.....	30
3.1.3 Διαχείριση λωρίδων κυκλοφορίας.....	31
3.1.4 Διαχείριση της στάθμευσης	33
3.1.5 Παροχή πληροφόρησης	34
3.1.6 Αστυνόμευση.....	34
3.1.7 Αξιολόγηση του συστήματος διαχείρισης Αρτηριών	34
3.1.7.1 Επιδράσεις-οφέλη	34
3.1.7.2 Αποδοχή από χρήστες	36
3.1.7.3 Οικονομική αποδοτικότητα.....	38
3.1.8 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Διαχείρισης Αρτηριών.....	39
3.1.9 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Διαχείρισης Αρτηριών	45
3.2 Προηγμένα Συστήματα Διαχείρισης Αυτοκινητοδρόμων	46
3.2.1 Παρακολούθηση και επιτήρηση της κυκλοφορίας.....	46
3.2.2 Διαχείριση της κυκλοφορίας.....	47
3.2.3 Παροχή πληροφόρησης	49
3.2.4 Αστυνόμευση.....	49
3.2.5 Αξιολόγηση του συστήματος.....	49
3.2.5.1 επιδράσεις-οφέλη	49

3.2.5.2	Αποδοχή από χρήστες	51
3.2.5.3	Οικονομική αποδοτικότητα.....	52
3.2.6	Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Διαχείρισης Αυτοκινητοδρόμων	53
3.2.7	Συμπεράσματα για τα Συστήματα Διαχείρισης Αυτοκινητοδρόμων	57
3.3	Προηγμένα Συστήματα Διαχείρισης Μέσων Μαζικής Μεταφοράς	58
3.3.1	Ασφάλεια.....	59
3.3.2	Υπηρεσίες μαζικής μεταφοράς και κινητικότητα	59
3.3.3	Διαχείριση στόλου οχημάτων	62
3.3.4	Παροχή πληροφόρησης	63
3.3.5	Αξιολόγηση του συστήματος.....	65
3.3.5.1	επιδράσεις-οφέλη	65
3.3.5.2	Αποδοχή από χρήστες	66
3.3.5.3	οικονομική αποδοτικότητα	67
3.3.6	Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Διαχείρισης των MMM	68
3.3.7	Συμπεράσματα για τα Συστήματα Διαχείρισης MMM	72
3.4	Προηγμένα Συστήματα Διαχείρισης Οδικών Συμβάντων	73
3.4.1	Πρόβλεψη των συμβάντων	74
3.4.2	Παρακολούθηση της κυκλοφορίας και εντοπισμός του συμβάντος.....	75
3.4.3	Κινητοποίηση και ανάδραση στο συμβάν.....	75
3.4.4	Παροχή πληροφόρησης	76
3.4.5	Αξιολόγηση του συστήματος διαχείρισης οδικών συμβάντων	76
3.4.5.1	επιδράσεις-οφέλη	76
3.4.5.2	Αποδοχή από χρήστες	77
3.4.5.3	οικονομική αποδοτικότητα	77
3.4.6	Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Διαχείρισης Οδικών Συμβάντων	78
3.4.7	Συμπεράσματα για τα Συστήματα Διαχείρισης Οδικών Συμβάντων	82
3.5	Προηγμένα Συστήματα ηλεκτρονικής πληρωμής	83
3.5.1	Ηλεκτρονική πληρωμή διοδίων.....	83
3.5.2	Ηλεκτρονική πληρωμή κομίστρου στα μέσα μεταφοράς	85
3.5.3	Συστήματα ηλεκτρονικής πληρωμής πολλαπλών χρήσεων.....	85
3.5.4	Αξιολόγηση του συστήματος ηλεκτρονικής πληρωμής	86
3.5.4.1	επιδράσεις-οφέλη	86
3.5.4.2	Αποδοχή από χρήστες	86
3.5.4.3	οικονομική αποδοτικότητα	87

3.5.6 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Ηλεκτρονικής Πληρωμής	87
3.5.7 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Ηλεκτρονικής Πληρωμής	90
3.6 Προηγμένα Συστήματα Πληροφόρησης	91
3.6.1 Πληροφόρηση Ταξιδιωτών.....	92
3.6.1.1 Πριν τη διαδρομή	92
3.6.1.2 Κατά την διάρκεια της διαδρομής.....	92
3.6.1.3 Τουριστική/Ταξιδιωτική Πληροφόρηση.....	94
3.6.2 Διαχείριση πληροφοριών και δεδομένων.....	94
3.6.3 Αξιολόγηση συστημάτων πληροφόρησης.....	95
3.6.3.1. επιδράσεις-οφέλη	95
3.6.3.2. Αποδοχή από χρήστες	96
3.6.3.3 οικονομική αποδοτικότητα	97
3.6.4 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Πληροφόρησης	97
3.6.5 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Πληροφόρησης	100
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	101
ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ	101
4.1 Διαχείριση της μεταφοράς επικίνδυνων υλικών	102
4.2 Υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης	102
4.3 Ιατρικές υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης	103
4.4 Αξιολόγηση του συστήματος.....	103
4.4.1 επιδράσεις-οφέλη	103
4.4.2 Αποδοχή από χρήστες	104
4.4.3 οικονομική αποδοτικότητα	104
4.5 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Διαχείρισης Υπηρεσιών Έκτακτης Ανάγκης	105
4.6 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Διαχείρισης Υπηρεσιών Έκτακτης Ανάγκης.....	109
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	110
ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΑΞΙΔΙΩΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	110
5.1 Παρακολούθηση των χαρακτηριστικών των οχημάτων και επιτήρηση της οδού..	111
5.2 Προειδοποίηση κινδύνων λόγω γεωμετρίας της οδού.....	111
5.3 Διαχείριση ισόπεδων σιδηροδρομικών διαβάσεων	112
5.4 Αποφυγή ατυχημάτων στις διασταυρώσεις	113
5.5 Ασφάλεια πεζών και ποδηλάτων	113

5.6 Προειδοποίηση για την ύπαρξη ζώνων	114
5.7 Αξιολόγηση συστήματος ασφάλειας ταξιδιωτών και πρόληψης ατυχημάτων	114
5.7.1 επιδράσεις-οφέλη	114
5.7.2 Αποδοχή από χρήστες	115
5.7.3 οικονομική αποδοτικότητα	116
5.8 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Ασφάλειας Ταξιδιωτών και Πρόληψης Ατυχημάτων	117
5.9 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Ασφάλειας Ταξιδιωτών και Πρόληψης Ατυχημάτων	121
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	122
ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΟΔΟΥ	122
6.1 Παροχή πληροφόρησης	122
6.2 Διαχείριση στόλου οχημάτων συντήρησης.....	122
6.3 Λειτουργία και συντήρηση της υποδομής	123
6.4 Αξιολόγηση του συστήματος λειτουργίας και συντήρησης της οδού	124
6.4.1 επιδράσεις-οφέλη	124
6.4.2 Αποδοχή από χρήστες	124
6.4.3 οικονομική αποδοτικότητα	125
6.5 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Διαχείρισης Λειτουργίας και Συντήρησης της οδού.....	125
6.6 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Διαχείρισης Λειτουργίας και Συντήρησης της οδού.....	128
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....	129
ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΟΔΟΥ	129
7.1 Παρακολούθηση και πρόβλεψη των καιρικών συνθηκών	129
7.2 Παροχή πληροφόρησης	130
7.3 Έλεγχος της κυκλοφορίας.....	130
7.4 Ανταπόκριση και αντιμετώπιση των δυσμενών καιρικών συνθηκών	131
7.5 Αξιολόγηση του συστήματος οδικών καιρικών συνθηκών	131
7.5.1 επιδράσεις-οφέλη	131
7.5.2 Αποδοχή από χρήστες	131
7.5.3 οικονομική αποδοτικότητα	132
7.6 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Διαχείρισης Οδικών Καιρικών Συνθηκών	132
7.7 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Διαχείρισης Οδικών Καιρικών Συνθηκών	135
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.....	136

ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	136
8.1 διαπίστευση στοιχείων και διαχείριση πιστοποιήσεων	136
8.2 διασφάλιση της ασφάλειας.....	137
8.3 λειτουργίες του μεταφορέα	137
8.4 Αξιολόγηση του συστήματος λειτουργίας επαγγελματικών οχημάτων	138
8.4.1 επιδράσεις-οφέλη	138
8.4.2 Αποδοχή από χρήστες	139
8.4.3 οικονομική αποδοτικότητα	139
8.5 Πίνακες αξιολόγηση των Συστημάτων Διαχείρισης Λειτουργιών των Επαγγελματικών Οχημάτων	140
8.6 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Διαχείρισης Λειτουργιών των Επαγγελματικών Οχημάτων	144
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9.....	145
ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ	145
9.1 Παρακολούθηση του φορτίου και της μονάδας μεταφοράς του	147
9.2 Διαδικασίες σε τερματικό σταθμό εμπορευμάτων.....	147
9.3 Διασύνδεση οδικών εμπορευματικών μεταφορών με τερματικούς σταθμούς συνδυασμένων μεταφορών	147
9.4 Διαδικασίες κατά τη διάσχιση διεθνών συνόρων.....	147
9.5 Αξιολόγηση συστήματος συνδυασμένων εμπορευματικών μεταφορών.....	148
9.5.1 επιδράσεις-οφέλη	148
9.5.2 Αποδοχή από χρήστες	148
9.5.3 οικονομική αποδοτικότητα	149
9.6 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Διαχείρισης των Συνδυασμένων Εμπορευματικών Μεταφορών	149
9.7 Συμπεράσματα για Συστήματα Διαχείρισης των Συνδυασμένων Εμπορευματικών Μεταφορών	152
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10.....	153
ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΕΙΔΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ	153
10.1 Άτομα με κινητικές δυσκολίες και αναπηρίες	154
10.2 Άτομα με δυσκολίες στην όραση	154
10.3 Άτομα με δυσκολίες στην ακοή.....	155
10.4 Άτομα με δυσκολίες στην αντίληψη και την επικοινωνία	155

10.5 Άτομα με νοητικές και ψυχικές διαταραχές	155
10.6 Άτομα με εγκεφαλικές και νευρολογικές διαταραχές	155
10.7 μέτρα για την διευκόλυνση όλων των Α. με Α. στα μέσα μαζικής μεταφοράς	156
10.8 Αξιολόγηση του συστήματος.....	156
10.8.1 επιδράσεις-οφέλη	156
10.8.2 Αποδοχή από χρήστες	156
10.8.3 οικονομική αποδοτικότητα	157
10.9 Συμπεράσματα για τα Συστήματα για Ειδικές Κατηγορίες Μετακινούμενων.....	157
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11.....	158
ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΟΔΗΓΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ (ADAS).....	158
11.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ (Navigation Systems)	158
11.1.1 Αξιολόγηση του συστήματος.....	159
11.1.2 Αποδοχή από χρήστες	160
11.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΟΔΗΓΟΥ(Driver Monitoring).....	161
11.2.1 Αξιολόγηση του συστήματος.....	162
11.2.2 Αποδοχή από χρήστες	163
11.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΟΔΗΓΟΥ ΣΤΟ ΔΙΑΜΗΚΗ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ(Longitudinal Control).....	164
11.3.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΥΠΝΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ(Intelligent Speed Adaptation-ISA).....	164
11.3.1.1 Αξιολόγηση του συστήματος.....	165
11.3.1.2 Αποδοχή από χρήστες	165
11.3.2 ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΡΕΙΑΣ(Adaptive Cruise Control-ACC)	166
11.3.2.1 Αξιολόγηση του συστήματος.....	166
11.3.2.2 Αποδοχή από χρήστες	167
11.3.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΦΥΓΗΣ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ (Collision Avoidance System-CAS)	168
11.3.3.1 Αξιολόγηση του συστήματος.....	169
11.3.3.2 Αποδοχή από χρήστες	169
11.3.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ	170
11.3.4.1 Αξιολόγηση του συστήματος.....	170
11.3.4.2 Αποδοχή από χρήστες	170
11.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΟΔΗΓΟΥ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ (Lateral Control).....	171
11.4.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΛΩΡΙΔΑΣ.....	171

11.4.1.1 Αξιολόγηση του συστήματος.....	172
11.4.1.2 Αποδοχή από χρήστες	172
11.4.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΝΕΚΡΗΣ ΓΩΝΙΑΣ-ΑΠΟΦΥΓΗΣ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΛΩΡΙΔΑΣ (Blind Spot Warning)	173
11.4.2.1 Αξιολόγηση του συστήματος.....	173
11.4.2.2 Αποδοχή από χρήστες	173
11.4.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΟΔΗΓΟΥ ΣΕ ΚΑΜΠΥΛΗ ΤΡΟΧΙΑ (Curve Speed Warning-CSW)	174
11.4.3.1 Αξιολόγηση του συστήματος.....	174
11.4.3.2 Αποδοχή από χρήστες	174
11.5 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ.....	175
11.5.1 Αξιολόγηση του συστήματος.....	175
11.5.2 Αποδοχή από χρήστες	175
11.6 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΜΑΥΡΩΝ ΚΟΥΤΙΩΝ ΣΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ.....	176
11.6.1 Αξιολόγηση του συστήματος.....	176
11.6.2 Αποδοχή από χρήστες	176
11.7 «ΕΞΥΠΝΟ» ΛΑΣΤΙΧΟ.....	177
11.7.1 Αξιολόγηση του συστήματος.....	177
11.7.2 Αποδοχή από χρήστες	178
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12.....	179
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΘΑΡΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	179
12.1 ΟΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ (ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ /ΥΓΡΑΕΡΙΟ/ ΥΔΡΟΓΟΝΟ)	180
12.1.1 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ.....	180
12.1.2 ΥΓΡΑΕΡΙΟ.....	182
12.1.3 ΥΔΡΟΓΟΝΟ.....	186
12.2 ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ	188
12.3 ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ	193
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13.....	196
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ Α. ΜΕ Α. ΣΤΑ ΙΔΙΩΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ	196
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14.....	200
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	200
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	203

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης αρτηριών στην κυκλοφορία..	45
Πίνακας 1.2: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης αρτηριών στην οδική ασφάλεια.....	46
Πίνακας 1.3: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης αρτηριών στο περιβάλλον.....	47
Πίνακας 1.4: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων διαχείρισης αρτηριών.....	47
Πίνακας 2.1: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης αυτοκινητοδρόμων στην κυκλοφορία.....	57
Πίνακας 2.2: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης αυτοκινητοδρόμων στην οδική ασφάλεια.....	58
Πίνακας 2.3: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης αυτοκινητοδρόμων στο περιβάλλον.....	58
Πίνακας 2.4: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων διαχείρισης αυτοκινητοδρόμων.....	59
Πίνακας 3.1: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης MMM στην κυκλοφορία.....	71
Πίνακας 3.2: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης MMM στην ασφάλεια.....	72
Πίνακας 3.3: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης MMM στο περιβάλλον.....	72
Πίνακας 3.4: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων διαχείρισης MMM.....	73
Πίνακας 4.1: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης οδικών συμβάντων στην κυκλοφορία.....	82
Πίνακας 4.2: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης των οδικών συμβάντων στην ασφάλεια.....	83
Πίνακας 4.3: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης οδικών συμβάντων στο περιβάλλον.....	83
Πίνακας 4.4: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων διαχείρισης οδικών συμβάντων.....	84
Πίνακας 5.1: Επίδραση των συστημάτων ηλεκτρονικής πληρωμής στην κυκλοφορία.....	91
Πίνακας 5.2: Επίδραση των συστημάτων ηλεκτρονικής πληρωμής στην ασφάλεια..	92

Πίνακας 5.3: Επίδραση των συστημάτων ηλεκτρονικής πληρωμής στο περιβάλλον.....	92
Πίνακας 5.4: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων ηλεκτρονικής πληρωμής.....	92
Πίνακας 6.1: Επίδραση των συστημάτων πληροφόρησης στην κυκλοφορία.....	101
Πίνακας 6.2: Επίδραση των συστημάτων πληροφόρησης στην ασφάλεια.....	102
Πίνακας 6.3: Επίδραση των συστημάτων πληροφόρησης στο περιβάλλον.....	102
Πίνακας 6.4: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων πληροφόρησης.....	102
Πίνακας 7.1: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης στην κυκλοφορία.....	109
Πίνακας 7.2: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης στην ασφάλεια.....	110
Πίνακας 7.3: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης στο περιβάλλον.....	110
Πίνακας 7.4: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων διαχείρισης υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης.....	111
Πίνακας 8.1: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης ασφάλειας ταξιδιωτών και πρόληψης ατυχημάτων στην κυκλοφορία.....	121
Πίνακας 8.2: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης ασφάλειας ταξιδιωτών και πρόληψης ατυχημάτων στην ασφάλεια.....	122
Πίνακας 8.3: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων διαχείρισης ασφάλειας ταξιδιωτών και πρόληψης ατυχημάτων.....	123
Πίνακας 9.1: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης λειτουργίας και συντήρησης της οδού στην κυκλοφορία.....	129
Πίνακας 9.2: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης λειτουργίας και συντήρησης της οδού στην ασφάλεια.....	130
Πίνακας 9.3: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων διαχείρισης λειτουργίας και συντήρησης της οδού.....	130

Πίνακας 10.1: Επίδραση των συστημάτων οδικών καιρικών συνθηκών στην κυκλοφορία.....	136
Πίνακας 10.2: Επίδραση των συστημάτων οδικών καιρικών συνθηκών στην ασφάλεια.....	137
Πίνακας 10.3: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων οδικών καιρικών συνθηκών.....	137
Πίνακας 11.1: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης λειτουργίας των επαγγελματικών οχημάτων στην κυκλοφορία.....	144
Πίνακας 11.2: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης λειτουργίας των επαγγελματικών οχημάτων στην ασφάλεια.....	145
Πίνακας 11.3: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων διαχείρισης λειτουργίας των επαγγελματικών οχημάτων.....	146
Πίνακας 12.1: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης των συνδυασμένων εμπορευματικών μεταφορών στην κυκλοφορία.....	153
Πίνακας 12.2: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης των συνδυασμένων εμπορευματικών μεταφορών στο περιβάλλον.....	154
Πίνακας 12.3: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων διαχείρισης των συνδυασμένων εμπορευματικών μεταφορών.....	154

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικείμενο-στόχος της διπλωματικής

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η περιγραφή των Προηγμένων Συστημάτων Μεταφορών (Έξυπνα Συστήματα Μεταφορών -Intelligent Transport Systems- ITS) που εφαρμόζονται στην υποδομή του οδικού δικτύου με στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων για την δυνατότητα εφαρμογής τους και για την αξιολόγηση της επίδρασής τους στην βελτίωση της κυκλοφορίας, της ασφάλειας και της αναβάθμισης του περιβάλλοντος. Στο παρών κείμενο μελετούνται συνοπτικά και τα Προηγμένα Συστήματα Μεταφορών που εφαρμόζονται στα οχήματα.

1.2 Μεθοδολογία

Για την πραγματοποίηση της παρούσας διπλωματικής ακολουθήθηκε η παρακάτω μεθοδολογία ανάλυσης για τα Προηγμένα Συστήματα που αφορούν την υποδομή του οδικού δικτύου:

- Περιγραφή του κάθε συστήματος και της περιοχής εφαρμογής του
- Κατηγοριοποίηση του κάθε συστήματος σε επιμέρους εφαρμογές
- Παρουσίαση και περιγραφή των λειτουργιών και της χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας ανά επιμέρους εφαρμογή του κάθε συστήματος
- Αξιολόγηση των επί μέρους εφαρμογών για κάθε προηγμένο σύστημα μεταφοράς. Η αξιολόγηση περιλαμβάνει:
 - ☒ τον καθορισμό των θετικών και αρνητικών επιδράσεων
 - ☒ την αποτίμηση της αποδοχής από τους χρήστες
 - ☒ την εκτίμηση της οικονομικής αποδοτικότητας
- Συγκεντρωτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων εφαρμογής των συστημάτων σε πίνακες
- Παρουσίαση των κυριότερων συμπερασμάτων που προκύπτουν από την αξιολόγηση των προηγμένων συστημάτων

Για τα Προηγμένα Συστήματα που αφορούν τα οχήματα ακολουθήθηκε η παρακάτω μεθοδολογία ανάλυσης:

- Περιγραφή του κάθε συστήματος και της περιοχής εφαρμογής του
- Αξιολόγηση τους συστήματος που περιλαμβάνει:

☒ τον καθορισμό των θετικών και αρνητικών επιδράσεων

☒ την αποτίμηση της αποδοχής από τους χρήστες

Όσα αναφέρονται παρακάτω αφορούν τη μεθοδολογία συλλογής-επεξεργασίας στοιχείων και δεδομένων.

Για τη συγγραφή της παρούσας διπλωματικής συγκεντρώθηκαν στοιχεία και δεδομένα από διάφορες πηγές. Την κυριότερη πηγή πληροφοριών αποτέλεσε το διαδίκτυο(Internet). Ακόμα, πολλά στοιχεία συλλέχθηκαν και από την βιβλιοθήκη του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Οι βιβλιογραφικές πηγές που χρησιμοποιήθηκαν περιλαμβάνουν ερευνητικά έργα, διάφορες μελέτες, συγγράμματα, επιστημονικά άρθρα, παλαιότερες διπλωματικές εργασίες και γενικότερα έγγραφα σχετικά με τα Προηγμένα Συστήματα Μεταφορών από την Ευρώπη και τις ΗΠΑ.

Πριν τη συγγραφή της παρούσας διπλωματικής έγινε συστηματική ανάγνωση του υλικού που συλλέχθηκε ώστε να κατανοηθεί το ευρύ αντικείμενο των Προηγμένων Συστημάτων Μεταφοράς και των εφαρμογών της τηλεματικής στον τομέα των μεταφορών. Η αναζήτηση πληροφοριών-στοιχείων συνεχίστηκε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης.

1.3 Πρωτοτυπία της παρούσας διπλωματικής

Η συγγραφή της παρούσας διπλωματικής βασίστηκε σε προηγούμενη διπλωματική εργασία για τα Προηγμένα Συστήματα Μεταφορών η οποία επικεντρώνονταν στην παρουσίαση ενός μεθοδολογικού πλαισίου παρουσίασης των προηγμένων συστημάτων μεταφορών αποκλειστικά για την υποδομή του οδικού δικτύου.

Η πρωτοτυπία του παρούσας διπλωματικής έγκειται:

- στην εξαγωγή συμπερασμάτων από την εφαρμογή των Προηγμένων Συστημάτων Μεταφορών στην υποδομή
- στην επικαιροποίηση προηγούμενων μελετών, καθώς πολλά προηγμένα συστήματα που σχετίζονται με την υποδομή και τα οχήματα χρησιμοποιούνται ήδη, ενώ τότε βρίσκονταν ακόμα στο στάδιο της μελέτης
- στην περιγραφή και αξιολόγηση των Προηγμένων Συστημάτων που σχετίζονται με τα οχήματα του οδικού δικτύου

1.4 Δομή της διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από 14 κεφάλαια. Η διάρθρωση των κεφαλαίων είναι η ακόλουθη:

- Στο **Κεφάλαιο 1** , που αποτελεί την εισαγωγή, περιγράφονται το αντικείμενο και ο βασικός σκοπός της παρούσας εργασίας. Παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατά την εκπόνηση της επίτευξης του βασικού σκοπού, η μεθοδολογία συλλογής-επεξεργασίας στοιχείων, η πρωτοτυπία και η δομή του κειμένου.
- Στο **Κεφάλαιο 2** περιγράφεται η έννοια των Προηγμένων Συστημάτων Μεταφορών και αναφέρονται οι εφαρμογές τους στην οδική υποδομή και στα οχήματα. Ακόμα, αναφέρεται γιατί δίνουμε βαρύτητα στα συστήματα που αφορούν την διαχείριση της κυκλοφορίας.
- Στο **Κεφάλαιο 3** αναλύονται και αξιολογούνται τα προηγμένα συστήματα που σχετίζονται με την διαχείριση της κυκλοφορίας. Σε αυτά ανήκουν τα συστήματα διαχείρισης αρτηριών, διαχείρισης αυτοκινητοδρόμων, διαχείρισης των μέσων μαζικής μεταφοράς, διαχείρισης των οδικών συμβάντων, ηλεκτρονικής πληρωμής και τα συστήματα πληροφόρησης. Όπως αναφέρθηκε στην μεθοδολογία, η ανάλυση του κάθε συστήματος περιλαμβάνει την σύντομη περιγραφή του, την κατηγοριοποίησή του σε επιμέρους εφαρμογές, την παρουσίαση των λειτουργιών και της χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας. Η αξιολόγηση του κάθε συστήματος περιλαμβάνει την αποτίμηση θετικών/αρνητικών επιδράσεων, την αποδοχή από τους χρήστες και την εκτίμηση της οικονομικής αποδοτικότητάς του. Τέλος, παρουσιάζονται οι επιδράσεις των συστημάτων σε συγκεντρωτικούς πίνακες και αναφέρονται συνοπτικά τα συμπεράσματα που προκύπτουν. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται σε όλα τα κεφάλαια με τα συστήματα που αφορούν την υποδομή.
- Στο **Κεφάλαιο 4** αναλύονται και αξιολογούνται τα συστήματα διαχείρισης υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης.
- Στο **Κεφάλαιο 5** αναλύονται και αξιολογούνται τα συστήματα ασφάλειας ταξιδιωτών και πρόληψης ατυχημάτων.
- Στο **Κεφάλαιο 6** αναλύονται και αξιολογούνται τα συστήματα διαχείρισης της λειτουργίας και συντήρησης της οδού.
- Στο **Κεφάλαιο 7** αναλύονται και αξιολογούνται τα συστήματα διαχείρισης των οδικών καιρικών συνθηκών.
- Στο **Κεφάλαιο 8** αναλύονται και αξιολογούνται τα συστήματα που σχετίζονται με την λειτουργία των επαγγελματικών οχημάτων
- Στο **Κεφάλαιο 9** αναλύονται και αξιολογούνται τα συστήματα διαχείρισης των συνδυασμένων μεταφορών.
- Στο **Κεφάλαιο 10** αναλύονται και αξιολογούνται συνοπτικά τα συστήματα για ειδικές κατηγορίες μετακινούμενων (Α.με.Α.).
- Στο **Κεφάλαιο 11** αναλύονται και αξιολογούνται τα Σύγχρονα Συστήματα υποστήριξης οδηγού επί του οχήματος (ADAS). Σε αυτά ανήκουν τα συστήματα πλοήγησης, συστήματα παρακολούθησης της κατάστασης του οδηγού, συστήματα υποστήριξης του οδηγού στο διαμήκη άξονα της οδού, συστήματα

υποστήριξης του οδηγού στον εγκάρσιο άξονα της οδού, συστήματα υποστήριξης στάθμευσης, τοποθέτηση μαύρων κουτιών στα οχήματα, «έξυπνο» λάστιχο. Για κάθε ένα σύστημα γίνεται μια αναλυτική περιγραφή του και η αξιολόγησή τους περιλαμβάνει αναφορά των θετικών και αρνητικών επιδράσεων και της αποδοχής τους από τους χρήστες.

- Στο **Κεφάλαιο 12** αναλύονται τα «καθαρά» οχήματα. Σε αυτά ανήκουν τα οχήματα με εναλλακτικά καύσιμα (φυσικό αέριο, υγραέριο, υδρογόνο), τα ηλεκτρικά και τα υβριδικά οχήματα. Γίνεται αναλυτική περιγραφή τους και συνοπτική αναφορά των θετικών/αρνητικών επιδράσεων.
- Στο **Κεφάλαιο 13** αναφέρονται συνοπτικά τα συστήματα για Α.με.Α. στα ιδιωτικά οχήματα.
- Στο **Κεφάλαιο 14** παρουσιάζονται τα γενικά συμπεράσματα από την εφαρμογή των προηγμένων συστημάτων μεταφορών, γίνεται αναφορά σε θέματα που μελετήθηκαν ανεπαρκώς ή δεν εξετάστηκαν καθόλου και προτείνεται η περαιτέρω μελέτη τους στο μέλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

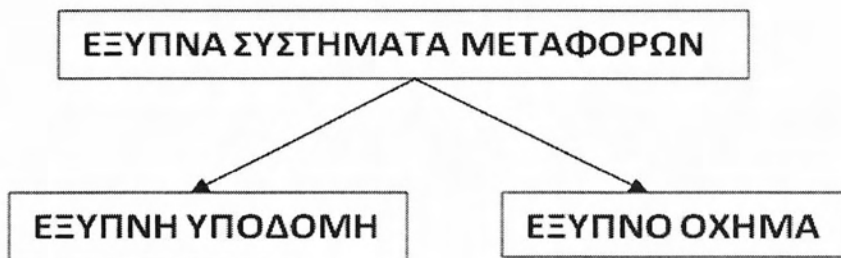
ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΔΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

2.1 Εισαγωγή

Τα Προηγμένα Συστήματα Μεταφορών ή Έξυπνα Συστήματα Μεταφορών (Intelligent Transport Systems – ITS) είναι προηγμένες εφαρμογές, οι οποίες έχουν στόχο να προσφέρουν καινοτόμες υπηρεσίες όσον αφορά στους διάφορους τρόπους μεταφοράς και στη διαχείριση της κυκλοφορίας, να επιτρέπουν στους διάφορους χρήστες να ενημερώνονται καλύτερα και να κάνουν ασφαλέστερη, πιο συντονισμένη και «ευφυέστερη» τη χρήση των δικτύων μεταφορών[1]. Ουσιαστικά τα Έξυπνα Συστήματα Μεταφορών (ΕΣΜ) που καλούνται και εφαρμογές τηλεματικής στις μεταφορές, αποτελούν ένα συνδυασμό τεχνολογιών πληροφόρησης, πληροφορικής και επικοινωνιών στον τομέα των μεταφορών[2].

Τα ΕΣΜ διακρίνονται :

- Στα ΕΣΜ που εφαρμόζονται στην υποδομή του οδικού δικτύου και αποτελούν την «Έξυπνη» Υποδομή.
- Στα ΕΣΜ που χρησιμοποιούνται στα οχήματα που κινούνται στην οδική υποδομή και ονομάζονται «Έξυπνα Οχήματα».



2.2 «ΕΞΥΠΝΗ» ΥΠΟΔΟΜΗ

Σήμερα η συνεχής αύξηση του πληθυσμού της γης και η μεγαλύτερη χρήση του επιβατικού αυτοκινήτου δημιουργούν μια συνεχή αύξηση στην ζήτηση των μετακινήσεων προσώπων και αγαθών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία σοβαρών κυκλοφοριακών και περιβαλλοντικών προβλημάτων, ιδιαίτερα στις αστικές περιοχές.

Η αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών με την κατασκευή νέων οδών δεν είναι αποδεκτή λύση λόγω της έλλειψης διαθέσιμων χώρων, διαθέσιμων οικονομικών πόρων και των πρόσθετων προβλημάτων κυκλοφοριακής συμφόρησης που θα προκαλούσαν. Κυκλοφοριακή συμφόρηση ορίζεται η ανεπάρκεια του οδικού δικτύου να εξυπηρετήσει την κυκλοφοριακή ζήτηση, και παρουσιάζεται όταν η τελευταία είναι μεγαλύτερη από την κυκλοφοριακή ικανότητα του δικτύου.

Η διαχείριση της κυκλοφορίας μπορεί να συμβάλει στην αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών. Η έννοια της διαχείρισης της κυκλοφορίας περιλαμβάνει [7]:

-τη διαχείριση του συστήματος μεταφορών (transportation system management):δηλαδή την προσπάθεια μείωσης της κατασκευής νέων οδών με την πιο αποτελεσματική χρήση της υπάρχουσας υποδομής

-τη διαχείριση της ζήτησης μετακινήσεων (transportation demand management):δηλαδή την προσπάθεια μείωσης της κατασκευής νέων οδών με τον περιορισμό της ζήτησης για μεταφορές και της χρήσης του επιβατικού αυτοκινήτου ιδιαίτερα στις αστικές περιοχές (όπου έχουμε την μεγαλύτερη κυκλοφοριακή συμφόρηση).

Η Λευκή Βίβλος της Ε.Ε. (2011) κινείται σε αυτή την κατεύθυνση θέτοντας ως κύριο στόχο την καλύτερη εκμετάλλευση της υπάρχουσας υποδομής[3]. Άλλοι βασικοί στόχοι της η είναι η απεξάρτηση από το πετρέλαιο, η μείωση εκπομπών των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η χρήση «έξυπνων» οχημάτων.

Η διαχείριση της κυκλοφορίας γίνεται από τα Κέντρα Ελέγχου και Διαχείρισης της Κυκλοφορίας (ΚΕΔΚ). Στο Κέντρο Ελέγχου και Διαχείρισης Κυκλοφορίας συγκεντρώνονται τα κυκλοφοριακά στοιχεία που λαμβάνονται από τα συστήματα μέτρησης και ύστερα από κατάλληλη αξιολόγηση[4]:

-αποστέλλονται μηνύματα στις ηλεκτρονικές πινακίδες για να πληροφορηθούν οι οδηγοί τις τρέχουσες κυκλοφοριακές συνθήκες, τα έκτακτα συμβάντα στη διαδρομή που κινούνται και προβλεπόμενους χρόνους ταξιδιού για ορισμένες διαδρομές

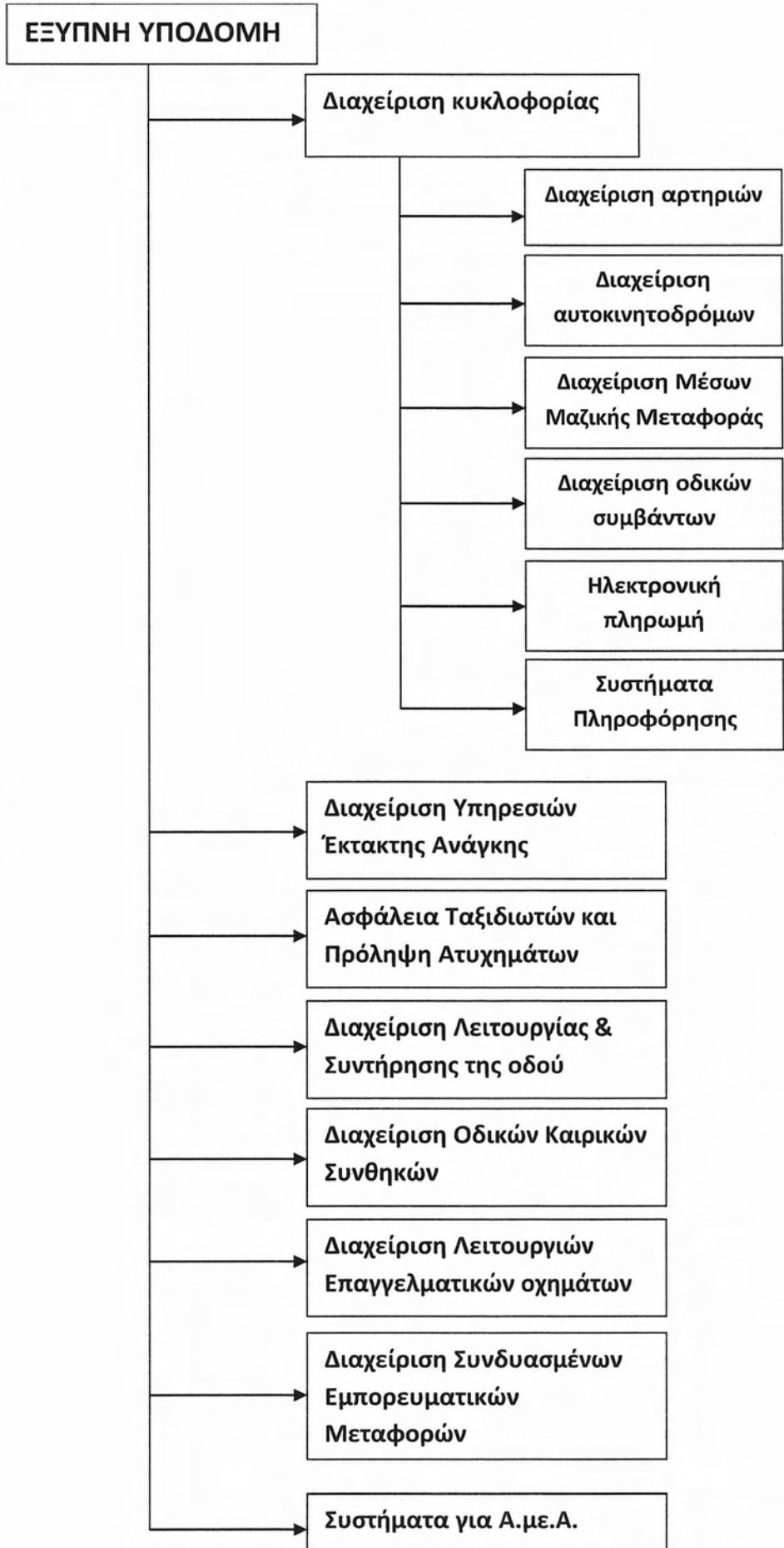
-γίνονται παρεμβάσεις στους φωτεινούς σηματοδότες

-ενημερώνονται οι αρμόδιες υπηρεσίες (ΕΚΑΒ, Τροχαία, Πυροσβεστική, Υπηρεσία Συντήρησης οδού) σε περιπτώσεις συμβάντων (ατύχημα, βλάβη οδοστρώματος)

-προβάλλονται χρηστικά μηνύματα σχετικά με την οδική ασφάλεια στις πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων.

Τα συστήματα που σχετίζονται με την υποδομή του οδικού δικτύου σύμφωνα κυρίως με την Αμερικανική Βιβλιογραφία διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες[4],[5]:

- Συστήματα Διαχείρισης Κυκλοφορίας που υποδιαιρούνται σε
 - Συστήματα Διαχείρισης Αρτηριών
 - Συστήματα Διαχείρισης Αυτοκινητοδρόμων
 - Συστήματα Διαχείρισης Μέσων Μαζικής Μεταφοράς
 - Συστήματα Διαχείρισης Οδικών Συμβάντων
 - Συστήματα Ηλεκτρονικής Πληρωμής
 - Συστήματα Πληροφόρησης
- Συστήματα Διαχείρισης Υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης
- Συστήματα ασφάλειας ταξιδιωτών και πρόληψης ατυχημάτων
- Συστήματα Διαχείρισης της λειτουργίας και συντήρησης της οδού
- Συστήματα Διαχείρισης καιρικών συνθηκών της οδού
- Συστήματα λειτουργίας επαγγελματικών οχημάτων
- Συστήματα Διαχείρισης συνδυασμένων εμπορευματικών μεταφορών
- Συστήματα για άτομα με αναπηρίες (Α.με.Α.)



2.3 «ΕΞΥΠΝΑ» ΟΧΗΜΑΤΑ

Οι περισσότερες υπηρεσίες τηλεματικής αφορούν συστήματα που έχουν αναπτυχθεί για οποιονδήποτε τύπο οχήματος. Όμως, υπάρχουν συστήματα που αφορούν συγκεκριμένους τύπους οχημάτων. Οι κυριότεροι τύποι οχημάτων για τους οποίους σχεδιάζονται σήμερα τα ITS είναι :

- Ιδιωτικής χρήσης (Ι.Χ.) επιβατικά οχήματα
- Επαγγελματικά (εμπορικά) οχήματα μεταφοράς εμπορευματικού φορτίου
- Οχήματα μαζικής μεταφοράς επιβατών
- Οχήματα έκτακτης ανάγκης και άμεσης βοήθειας
- Οχήματα ειδικών χρήσεων (π.χ. εκχιονιστικά μηχανήματα, μηχανήματα εκτέλεσης έργων συντήρησης και κατασκευής)

Για μεγάλο χρονικό διάστημα η έρευνα της αυτοκινητοβιομηχανίας διεθνώς προσπαθούσε να επιτύχει μείωση των οδικών ατυχημάτων αλλά και των συνεπειών αυτών, εισάγοντας νέα συστήματα παθητικής (π.χ. ζώνες ασφαλείας, αερόσακοι, ενεργητικά προσκέφαλα) και ενεργητικής ασφάλειας (π.χ. σύστημα ABS και ESP). Ωστόσο, η επίδραση των ενεργητικών μέσων στη βελτίωση της ασφάλειας ήταν πολύ μικρή, αφού αντισταθμίζεται συνήθως από αλλαγή στη συμπεριφορά του οδηγού, που γίνεται περισσότερο ριψοκίνδυνη. Τα παθητικά μέσα ασφαλείας αποδείχτηκαν πιο αποτελεσματικά, αλλά σήμερα ο στόχος δεν είναι η προσπάθεια μείωσης των συνεπειών, που πάντα παραμένουν σοβαρές, αλλά η προσπάθεια πρόληψης του ατυχήματος[6].

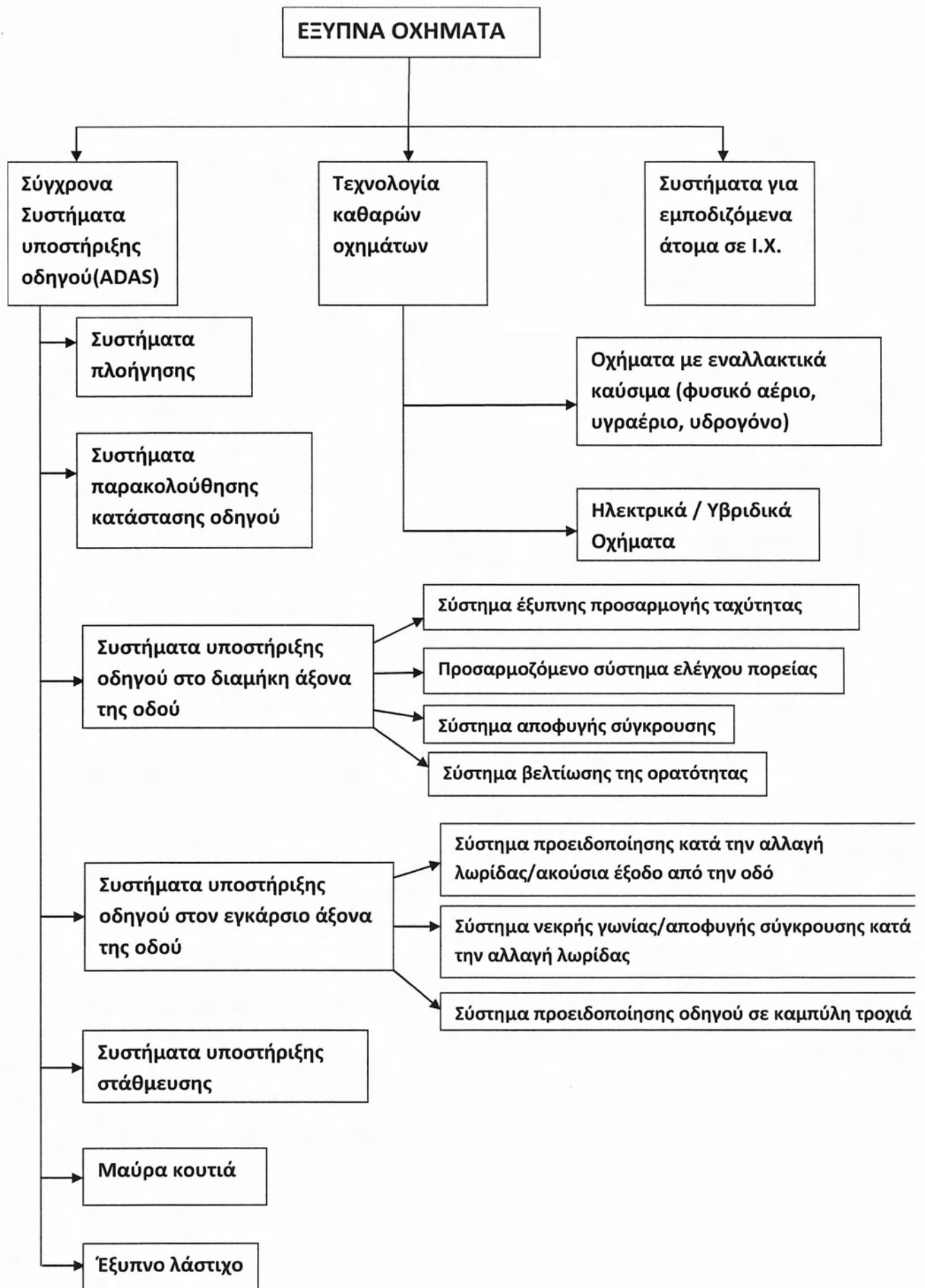
Με την εφαρμογή των τεχνολογιών πληροφόρησης και επικοινωνιών στον τομέα των μεταφορών, δηλαδή με τα ITS, δημιουργήθηκαν συστήματα εντός του οχήματος που βοηθούν στην πρόληψη ατυχημάτων, δηλαδή στην ενεργητική ασφάλεια.

Με τον όρο Σύγχρονα Συστήματα Υποστήριξης Οδηγού επί του οχήματος (ADAS), νοούνται όλα τα συστήματα ή οι υπηρεσίες που παρέχονται στον οδηγό εντός του οχήματος ενόσω οδηγεί[7].

Η πλειοψηφία των ADAS αφορά στην κατάσταση πριν το πιθανό ατύχημα. Εξάιρεση αποτελούν οι αερόσακοι που ενεργούν τη στιγμή του ατυχήματος ή το σύστημα ειδοποίησης ενός κέντρου επειγόντων περιστατικών στη φάση μετά το ατύχημα.

Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται σε αυτά τα οχήματα ανάλογα με το σκοπό και το πεδίο χρησιμοποίησής τους διακρίνονται σύμφωνα με την Αμερικανική και Ευρωπαϊκή βιβλιογραφία στις ακόλουθες κατηγορίες :

- Σύγχρονα συστήματα υποστήριξης οδηγού επί του οχήματος (ADAS) που υποδιαιρούνται σε [2],[3],[4]:
 - συστήματα πλοήγησης (navigation systems)
 - συστήματα παρακολούθησης της κατάστασης του οδηγού (driver monitoring)
 - συστήματα υποστήριξης του οδηγού στο διαμήκη άξονα της οδού (longitudinal control) που διακρίνονται σε :
 - σύστημα έξυπνης προσαρμογής ταχύτητας (intelligent speed adaptation –ISA)
 - προσαρμοζόμενο σύστημα ελέγχου πορείας (adaptive cruise control - ACC)
 - σύστημα αποφυγής σύγκρουσης (collision avoidance system –CAS) είτε με εμπόδια στην τροχιά του οχήματος είτε με εμπόδια πεζούς πλησίον της τροχιάς του οχήματος
 - σύστημα βελτίωσης της ορατότητας
 - συστήματα υποστήριξης του οδηγού στον εγκάρσιο άξονα της οδού (lateral control)που διακρίνονται σε :
 - σύστημα προειδοποίησης κατά την αλλαγή λωρίδας / ακούσια έξοδο από την οδό
 - σύστημα νεκρής γωνίας/αποφυγής σύγκρουσης κατά την αλλαγή λωρίδας (blind spot warning)
 - σύστημα προειδοποίησης οδηγού σε καμπύλη τροχιά (curve speed warning-CSW)
 - συστήματα υποστήριξης στάθμευσης
 - τοποθέτηση μαύρων κουτιών στα οχήματα
 - «έξυπνο» λάστιχο
- Τεχνολογία καθαρών οχημάτων (οχήματα τα οποία ρυπαίνουν λιγότερο το περιβάλλον από τα συμβατικά οχήματα) που διακρίνονται σε :
 - οχήματα με εναλλακτικά καύσιμα (φυσικό αέριο, υγραέριο, υδρογόνο)
 - ηλεκτρικά / υβριδικά οχήματα
- Συστήματα για άτομα με αναπηρίες (Α. με Α.) σε ιδιωτικά οχήματα και σε Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (MMM)



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

3.1 Προηγμένα Συστήματα Διαχείρισης Αρτηριών

Τα συστήματα διαχείρισης των αρτηριών χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση της κυκλοφορίας και τον έλεγχο των οδικών αρτηριών και των αστικών οδών.

Η διαχείριση αρτηρίας μπορεί να ταξινομηθεί σε έξι ευρείες περιοχές, κάθε μια εκ των οποίων υποδιαιρείται σε μικρότερες επιμέρους εφαρμογές:

- Παρακολούθηση και εποπτεία της κυκλοφορίας
- Έλεγχος και ρύθμιση της κυκλοφορίας στην αρτηρία
- Διαχείριση των λωρίδων κυκλοφορίας
- Συστήματα διαχείρισης στάθμευσης
- Παροχή πληροφόρησης στους χρήστες του δικτύου
- Αυτοματοποιημένα συστήματα αστυνόμευσης

Οι λειτουργίες ανά επιμέρους εφαρμογή και υποσύστημα του Συστήματος Διαχείρισης Αρτηριών, καθώς και ο χρησιμοποιούμενος τεχνολογικός εξοπλισμός περιγράφονται στα επόμενα[5],[9].

3.1.1 Παρακολούθηση και επιτήρηση της κυκλοφορίας

Η παρακολούθηση της κυκλοφορίας της οδού περιλαμβάνει :

-την παρακολούθηση των χαρακτηριστικών της κυκλοφορίας της οδού, δηλαδή της ταχύτητας, του κυκλοφοριακού φόρτου και της κατάληψης της οδού και τη συλλογή των κυκλοφοριακών δεδομένων

-τον εντοπισμό των οδικών συμβάντων, που εμποδίζουν την ομαλή ροή των οχημάτων στην αρτηρία

-την εκτίμηση του χρόνου ταξιδιού των χρηστών, δηλαδή την εκτίμηση της περιοχής έναρξης και της περιοχής τερματισμού του χρήστη.

Για την πραγματοποίηση των λειτουργιών αυτών χρησιμοποιούνται[8]:

- **Μαγνητικοί ανιχνευτές:** είναι παγκοσμίως ο ευρύτερα χρησιμοποιούμενος τύπος, με κύρια εφαρμογή τους σηματοδοτούμενους κόμβους. Χρησιμοποιούνται για μέτρηση κυκλοφοριακών δεδομένων.

- **Αισθητήρες ανίχνευσης έξω από το οδόστρωμα:** είναι συσκευές που τοποθετούνται πάνω από το οδόστρωμα, εφαρμόζοντας διάφορες τεχνολογίες όπως μικροκύματα, λέιζερ ή υπέρυθρες ακτινοβολίες. Χρησιμοποιούνται και αυτοί για μέτρηση κυκλοφοριακών δεδομένων.
- **Κλειστά κυκλώματα τηλεόρασης (CCTV):** κάμερες αποστέλλουν την εικόνα στα ΚΕΔΚ για άμεση παρακολούθηση από το προσωπικό.
- **Ψηφιακή επεξεργασία εικόνας:** η πιο σύγχρονη τεχνική όπου ψηφιακές κάμερες αποστέλλουν την εικόνα σε υπολογιστικά συστήματα τόσο για εξαγωγή κυκλοφοριακών δεδομένων, όσο και για την διαπίστωση οδικών συμβάντων, σε κάθε περίπτωση μετά από ηλεκτρονική επεξεργασία της εικόνας.

Μαγνητικοί ανιχνευτές

Οι σπουδαιότεροι εκπρόσωποι αυτής της κατηγορίας είναι οι ανιχνευτές βρόχου. Οι εν λόγω ανιχνευτές είναι συσκευές που αποτελούνται από ένα βρόχο καλωδίου, τοποθετημένου κάτω από την οδόστρωμα, ο οποίος διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Ένα όχημα που διέρχεται πάνω από το καλώδιο λειτουργεί ως πυρήνας στο πηνίο, μεταβάλλοντας την χωρητικότητά του, και με αυτόν τον τρόπο πιστοποιεί την διέλευσή του.



Εικόνα: Ζεύγη παθητικών ανιχνευτών βρόχου[8].

Στοιχεία που είναι δυνατόν να μετρηθούν με την βοήθεια των ανιχνευτών βρόχου είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος, η κατανομή κατά λωρίδα, η πυκνότητα των οχημάτων, η ταχύτητα και το μήκος κάθε οχήματος, ο χρόνος διαδρομής. Το ποσοστό σφάλματος στην αναγνώριση των οχημάτων με αυτή την μέθοδο δεν ξεπερνάει το 5%[8]. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης μαγνητικών ανιχνευτών βρόχου ως συστήματα παρακολούθησης είναι η απλότητα και το χαμηλό κόστος εγκατάστασης, όπως και η δεδομένη εμπειρία από την πολύχρονη χρήση τους. Επίσης δίνουν αξιόπιστα αποτελέσματα ενώ η λειτουργία τους δεν επηρεάζεται από

τις καιρικές συνθήκες. Μειονέκτημα τους είναι η ανάγκη επέμβασης επάνω στην οδό, τόσο για την εγκατάσταση όσο και για την συντήρησή τους.

Αισθητήρες ανίχνευσης έξω από το οδόστρωμα

Το χαρακτηριστικό αυτών των συσκευών είναι η παρακολούθηση επάνω ή δίπλα από την οδό, με τοποθέτηση σε δικές τους ή υπάρχουσες διατάξεις στήριξης. Κατά συνέπεια, δεν απαιτείται η παρενόχληση της κυκλοφορίας κατά την εγκατάσταση, λειτουργία και συντήρηση των διατάξεων αυτών.

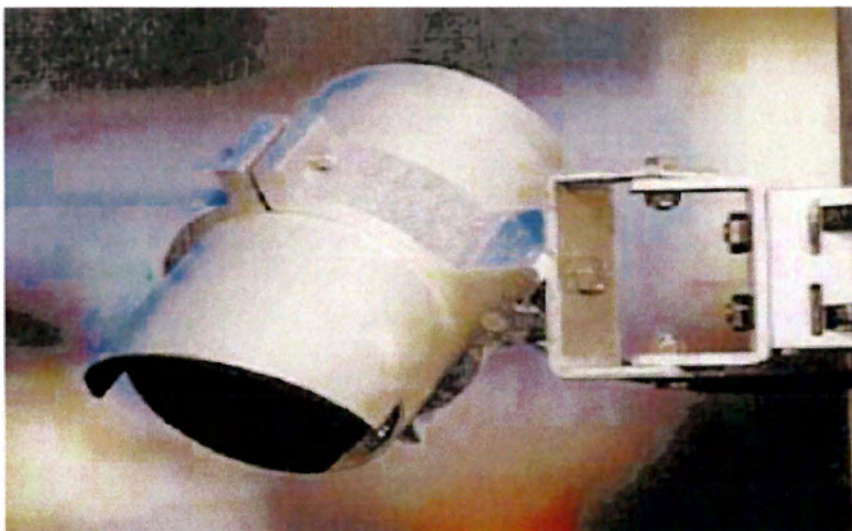
Μερικές από τις διατάξεις που μπορούν να συναντηθούν είναι :

-Ανιχνευτές μικροκυμάτων: κατά την λειτουργία τους εκπέμπουν μικροκύματα και μετρούν την μεταβολή στη συχνότητα του ανακλώμενου επάνω στην επιφάνεια παρακολούθησης σήματος. Η μεταβολή αυτή είναι ανάλογη με την ταχύτητα των οχημάτων και μπορεί να υπολογιστεί με μεγάλη ακρίβεια. Ωστόσο η μέτρηση είναι δυνατή μόνο σε περίπτωση ελαφριάς κυκλοφορίας. Σε πυκνή, αργή ή στάσιμη κυκλοφορία η λειτουργία είναι προβληματική έως αδύνατη.

-Ανιχνευτές υπερήχων: υπολογίζουν την απόσταση από τα οχήματα, με την βοήθεια υπερήχων που ανακλώνται επάνω σε αυτά και στο οδόστρωμα. Η λειτουργία τους παρεμποδίζεται από παράσιτα πηγών θορύβου.

- Ενεργητικοί ανιχνευτές υπερύθρων: εκπέμπουν μια σειρά από αόρατες υπέρυθρες ακτίνες και αναλύουν τις αντανάκλασεις από τις λείες επιφάνειες των οχημάτων. Μπορούν να μετρήσουν κυκλοφοριακούς φόρτους και ταχύτητα οχημάτων.

-Παθητικοί ανιχνευτές υπερύθρων: υπολογίζουν τις μεταβολές στην θερμική ακτινοβολία που προκαλούνται σε ένα συγκεκριμένο πεδίο λήψης. Οι ανιχνευτές αυτοί μπορούν να λειτουργήσουν υπό οποιονδήποτε συνθήκες κυκλοφορίας, απαιτούν πολύ λίγη ενέργεια και το κόστος τους είναι εξαιρετικά ανταγωνιστικό, ωστόσο πάσχουν στην ακρίβεια υπολογισμού της ταχύτητας.



Εικόνα: Παθητικός ανιχνευτής υπερύθρων[8].

-Ανιχνευτές λέιζερ: χρησιμοποιούν ακτινοβολία τύπου λέιζερ για να υπολογίσουν την απόσταση από τα οχήματα, ενώ είναι ικανοί να προσδιορίσουν και το περίγραμμά τους. Υπολογίζουν με μεγάλη ακρίβεια φόρτους, ταχύτητα και ταξινόμηση κατά τύπο οχήματος, αλλά το κόστος τους καθιστά απαγορευτική την μαζική τους χρήση.

Κλειστά κυκλώματα τηλεόρασης (CCTV)

Τα κλειστά κύκλωμα τηλεόρασης αποτελείται από μια σειρά από κάμερες, που εφαρμόζονται κατά μήκος μιας οδού ή σε συγκεκριμένα σημεία ενός οδικού δικτύου και μεταφέρουν την εικόνα σε οθόνες που βρίσκονται στο ΚΕΔΚ όπου το προσωπικό μπορεί να παρακολουθήσει άμεσα τη διεξαγωγή της κυκλοφορίας, ενώ είναι δυνατή και η εγγραφή σε βίντεο.

Κατά την επίβλεψη της κυκλοφορίας με την μέθοδο του κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης, το προσωπικό είναι σε θέση να διαπιστώσει διάφορες προβληματικές καταστάσεις όπως ατυχήματα, συμφορήσεις, παράνομα ή προβληματικά κινούμενα οχήματα, δυσμενείς καιρικές συνθήκες, και να αντιδράσει άμεσα, γνωρίζοντας και το πραγματικό μέγεθος του προβλήματος.

Ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία στην απόδοση του όλου συστήματος είναι η κατάλληλη τοποθέτηση των καμερών. Υπάρχουν και συσκευές με δυνατότητα περιστροφής[8]. Σοβαρό ελάττωμα της μεθόδου επίβλεψης με κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης αποτελεί η δυσκολία λήψης στο σκοτάδι και υπό δυσμενείς συνθήκες ορατότητας, όπως βροχή, χιόνι, ομίχλη, σκόνη, καπνός. Επειδή, δε, είναι αυτές οι περιπτώσεις που καθίσταται ίσως περισσότερο χρήσιμη η επιτήρηση, αρκετοί

κατασκευαστές έχουν προχωρήσει στην δημιουργία συσκευών λήψης με υπέρυθρες ακτίνες, που διαθέτουν βελτιωμένες ικανότητες.



Εικόνα: Άποψη υπό συνθήκες ορατότητας[8]



Εικόνα: Νυχτερινή άποψη με κάμερα βραχέων υπέρυθρων[8]



Εικόνα: Νυχτερινή άποψη με κάμερα μακρών υπέρυθρων[8]

Παρακολούθηση με σύστημα ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας

Η εφαρμογή συστημάτων ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας αποτελεί την πιο σύγχρονη, αποτελεσματική και συγχρόνως ολοκληρωμένη μέθοδο παρακολούθησης της κυκλοφορίας. Κατά την μέθοδο αυτή όπως και στην περίπτωση των κλειστών κυκλωμάτων τηλεόρασης, λαμβάνεται εικόνα από την οδό με την βοήθεια της κάμερας εισάγεται σε κατάλληλη ηλεκτρονική υπολογιστική μονάδα, όπου και υφίσταται επεξεργασία για την εκτίμηση όλων των επιθυμητών στοιχείων, παρακάμπτοντας τον ανθρώπινο παράγοντα. Η παρακολούθηση της κυκλοφορίας με σύστημα ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για εξαγωγή κυκλοφοριακών δεδομένων.

Η αρχή λειτουργίας του συστήματος φαίνεται στην εικόνα. Κατά την εγκατάσταση του συστήματος, αφού οριστικοποιηθεί η θέση της κάμερας και ξεκινήσει η λήψη της εικόνας, ο χειριστής ορίζει στην οθόνη γραμμές και περιοχές ανίχνευσης, ανάλογα με τα στοιχεία που είναι επιθυμητό να λαμβάνονται. Μόλις κάποιο όχημα πατήσει κάποια γραμμή ή εισέλθει σε μια περιοχή ανιχνεύεται. Στη συνέχεια μια σειρά από αλγορίθμους αναλαμβάνει να επεξεργαστεί περαιτέρω την εικόνα και να εξάγει όλα τα επιθυμητά στοιχεία, απεικονίζοντας τα στην οθόνη, αλλά και αποθηκεύοντας τα για την δημιουργία διαχρονικών δεδομένων.



Εικόνα: λειτουργία συστήματος ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας. Διακρίνονται οι γραμμές ανίχνευσης[8].

Το σύστημα αυτό χρησιμεύει για μέτρηση κυκλοφοριακών δεδομένων, για ανίχνευση περιστατικών, για διαχείριση σηματοδοτούμενων κόμβων, για μέτρηση ταχύτητας και μήκους οχημάτων, ανίχνευση αντικειμένων στο οδόστρωμα, ανίχνευση ομίχλης.

Βασικοί παράγοντες στην αποτελεσματικότητα και αξιοπιστία της ηλεκτρονικής παρακολούθησης είναι το είδος και η θέση των συσκευών λήψης εικόνας που χρησιμοποιούνται. Γενικά οι κάμερες θα πρέπει να είναι τοποθετημένες όσο το δυνατόν ψηλότερα και στο κέντρο της ζώνης ανίχνευσης. Εάν αυτό δεν είναι δυνατό, προτιμάται η τοποθέτηση κοντά στην εσωτερική λωρίδα, καθώς με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται το γεγονός βραδέα και ογκώδη οχήματα να κλείνουν το οπτικό πεδίο στις παρακείμενες λωρίδες. Η απευθείας πρόσπτωση του ηλιακού φωτός επάνω στον φακό θα πρέπει να αποφεύγεται.

Τέλος όπως και στην περίπτωση των κλειστών κυκλωμάτων, έτσι και εδώ, βασική αδυναμία της μεθόδου είναι η δυσκολία ανίχνευσης σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού ή περιορισμένης ορατότητας. Ομοίως, η αντιμετώπιση του προβλήματος επιτυγχάνεται με την χρήση τεχνολογιών όπως οι υπέρυθρες ακτινοβολίες.

3.1.2 Έλεγχος της κυκλοφορίας

Ο έλεγχος της κυκλοφορίας στις οδικές αρτηρίες περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες και τεχνολογίες[9],[10]:

- Παραχώρηση προτεραιότητας κίνησης στα μέσα μαζικής μεταφοράς μέσω ευνοϊκής σηματοδότησης:

Βασική προϋπόθεση για την ευνοϊκή μεταχείριση των οχημάτων των ΜΜΜ αποτελεί η αναγνώριση τους κατά την πρόσβαση τους στους σηματοδότες. Αυτό γίνεται με δυο τρόπους, ενεργά ή παθητικά. Για τον παθητικό εντοπισμό χρησιμοποιούνται ανιχνευτές βρόχου ή κάμερες που αναγνωρίζουν την παρουσία του λεωφορείου. Κατά την ενεργό ανίχνευση στο όχημα τοποθετείται αναμεταδότης, που παρέχει επικοινωνία μεταξύ του οχήματος και του συστήματος ελέγχου παρά την οδό, ώστε να αναγνωρίζεται η διαδρομή του και να του παραχωρείται προτεραιότητα. Η επικοινωνία μεταξύ των λεωφορείων και του συστήματος ελέγχου γίνεται με υπέρυθρες ακτίνες, σήματα μικροκυμάτων, ραδιοκύματα και συνδέονται με τα συστήματα αυτόματου εντοπισμού θέσης (Automated Vehicle Location- AVL). Ακόμη, χρησιμοποιούνται κάμερες για την παρακολούθηση των δρομολογίων των ΜΜΜ.

- Παραχώρηση προτεραιότητας κίνησης στα οχήματα έκτακτης ανάγκης μέσω ευνοϊκής σηματοδότησης:

Τέτοια οχήματα είναι ασθενοφόρα, περιπολικά οχήματα, πυροσβεστικά οχήματα. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή και την καλή λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος είναι η δυνατότητα διάκρισης των οχημάτων αυτών για την ιεράρχηση των επιπέδων προτεραιότητας (π.χ. υψηλότερο επίπεδο προτεραιότητας για τα ασθενοφόρα). Σε κάποια συστήματα αυτό γίνεται με ενεργοποίηση από τον οδηγό του οχήματος, του αιτήματος για προτεραιότητα (διακόπτης on/off εντός του οχήματος), για παράδειγμα στην διάρκεια της πρωινής και απογευματινής αιχμής. Σε άλλη περίπτωση μπορεί το όχημα να είναι εφοδιασμένο με πομπό, ο οποίος ενεργοποιείται μόνο όταν ο μπλε φάρος αναβοσβήνει (semi-intelligent transponders). Ακόμα, μπορεί να εκπέμπεται ένα σήμα από το κέντρο ελέγχου των οχημάτων. Ελάχιστα συστήματα σήμερα διαθέτουν όλες αυτές τις τεχνικές. Στις εξόδους σταθμών πυροσβεστικής και ασθενοφόρων που βρίσκονται επί πολυσύχναστων οδών, συνηθέστερα τοποθετούνται σηματοδότες, για την διευκόλυνση των οχημάτων σε περίπτωση έκτακτης κλήσης. Όπου υπάρχει κοντινός σηματοδότης εκπέμπεται έκτακτο σήμα από το σταθμό, για να εξασφαλιστεί πράσινη ένδειξη. Τα συστήματα που παρέχουν «πράσινο κύμα» σε οχήματα έκτακτης ανάγκης δεν αποδείχθηκαν δημοφιλή παγκοσμίως, παρόλο που είναι αποτελεσματικά όταν η πορεία του οχήματος συμπίπτει με την κατεύθυνση στην οποία παρέχεται το κύμα.

- έλεγχος και ρύθμιση της κυκλοφορίας μέσω σηματοδότησης προσαρμοσμένης στην κυκλοφορία:

Τα συστήματα ρύθμισης και σηματοδότησης προσαρμοσμένης στην κυκλοφορία (Adaptive Signal Control Systems) συντονίζουν τον έλεγχο των φωτεινών σηματοδοτών ενός αστικού οδικού δικτύου, ρυθμίζοντας τη διάρκεια των φάσεων σηματοδότησης ανάλογα με τις επικρατούσες κυκλοφοριακές συνθήκες. Πρόκειται για σύστημα φωτεινών σηματοδοτών που περιλαμβάνουν ραντάρ και ηλεκτρονικό υπολογιστή. Το ραντάρ ανιχνεύει τον κυκλοφοριακό φόρτο, και όταν αυτός είναι αυξημένος, ο υπολογιστής δίνει εντολή και ανάβει το πράσινο φανάρι, για να υπάρξει ροή των οχημάτων και αποσυμφόρηση του δρόμου.

- προηγμένα συστήματα σηματοδότησης :

Τα προηγμένα συστήματα σηματοδότησης (Advance Signal Systems) συντονίζουν την λειτουργία των σηματοδοτών μεταξύ δικτύων γειτονικών περιοχών και παρέχουν τον κεντρικό έλεγχο των φωτεινών σηματοδοτών. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι παρόμοια με εκείνη των συστημάτων προσαρμοσμένης σηματοδότησης.

- κυκλοφορία ευάλωτων χρηστών της οδού και ειδικά πεζών και ποδηλάτων:

Με τον όρο ευάλωτοι χρήστες της οδού νοούνται οι πεζοί, οι ποδηλάτες, οι ηλικιωμένοι, τα παιδιά και γενικά όλοι οι χρήστες του οδικού δικτύου που είναι περισσότερο εκτεθειμένοι στον κίνδυνο. Η ασφαλή κυκλοφορία των ευάλωτων χρηστών της οδού αποτελεί την πρώτη προτεραιότητα των συστημάτων ρύθμισης κυκλοφορίας. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την βελτίωση της ασφάλειας των ευάλωτων χρηστών είναι :

- αισθητήρες υπέρυθρων ακτινών:
- αισθητήρες ήχου
- ραντάρ μικροκυμάτων
- διαβάσεις που φωτίζονται όταν διασχίζονται από πεζούς

3.1.3 Διαχείριση λωρίδων κυκλοφορίας

Η διαχείριση των λωρίδων κυκλοφορίας στις οδικές αρτηρίες περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες και τεχνολογίες:

- Λωρίδες οχημάτων υψηλής πληρότητας:

Παρέχουν προνομιακή μεταχείριση στα οχήματα υψηλής πληρότητας είτε κατά την διάρκεια των περιόδων αιχμής είτε σε μόνιμη βάση. Τα οχήματα υψηλής πληρότητας (High Occupancy Vehicle-HOV) είναι οχήματα που καλύπτουν μια

απαιτήση πληρότητας, συνήθως δύο ή περισσότερων ατόμων. Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων και κινητά διαχωριστικά εμπόδια, που λαμβάνουν πληροφορίες από αισθητήρες παρακολούθησης των χαρακτηριστικών κυκλοφορίας, χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της λειτουργίας των λωρίδων αυτών.

- Λωρίδες αντιστρέψιμης ροής:

Στις λωρίδες αυτές η κατεύθυνση της κυκλοφορίας μπορεί να αλλάξει σε διαφορετικά διαστήματα της ημέρας, ώστε να συναντήσει την κατεύθυνση του μέγιστου κυκλοφοριακού φόρτου. Το συγκεκριμένο μέτρο εφαρμόζεται κυρίως σε περιόδους αιχμής, ειδικές εκδηλώσεις με τη χρησιμοποίηση αισθητήρων επιτήρησης της κυκλοφορίας και πινακίδων ελέγχου των λωρίδων κυκλοφορίας (Lane Control Signs-LCS)[11].

- Τιμολόγηση της οδού

Τοποθετούνται διόδια με στόχο: την μείωση της συμφόρησης, τη χρήση των αυτοκινήτων, ιδιαίτερα σε περιόδους αιχμής, την μετατόπιση της ζήτησης σε άλλες στιγμές της ημέρας αυξάνοντας τις τιμές των διοδίων τις ώρες αιχμής και μειώνοντας τις τιμές τις ώρες μη-αιχμής, γενικότερα την μείωση των ταξιδιών, την «στροφή» των χρηστών στα MMM, σε car-pooling, την αύξηση των εσόδων, την μείωση εκπομπών ρύπων και μείωση κατανάλωσης ενέργειας. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι αισθητήρες κυκλοφορίας, συστήματα ηλεκτρονικής πληρωμής και τεχνολογίες αυτοματοποιημένης αστυνόμευσης (CCTV). Η τιμολόγηση μπορεί να γίνει στα κεντρικά σημεία πόλεων που υποφέρουν από υψηλή κυκλοφοριακή κίνηση[12].

Υπάρχουν διάφορες πολιτικές τιμολόγησης. Οι κυριότερες εξ' αυτών, είναι[12]:

- ⊙ οι χρήστες που κινούνται σε οδούς που εμφανίζουν υψηλή συμφόρηση πληρώνουν περισσότερα χρήματα, γιατί αυξάνουν την συμφόρηση
- ⊙ η χρέωση γίνεται βάσει των διανυθέντων χιλιομέτρων
- ⊙ η χρέωση γίνεται βάσει της ημέρας και τη χρονική περίοδο της ημέρας που χρησιμοποιεί ο οδηγός
- ⊙ η χρέωση γίνεται βάσει του τύπου του δρόμου (προαστιακός, επαρχιακός, αυτοκινητόδρομος)
- ⊙ η χρέωση γίνεται βάσει της χρήσης των λωρίδων υψηλής πληρότητας
- ⊙ η χρέωση γίνεται βάσει του τύπου του οχήματος: στο Μιλάνο το πρόγραμμα ECOPASS παρέχει πολύ χαμηλότερες τιμές χρέωσης ή και καθόλου χρέωση για τα πιο «οικολογικά» οχήματα[περιγράφονται σε επόμενο κεφάλαιο] και μεγαλύτερες τιμές χρέωσης για τα οχήματα που μολύνουν το περιβάλλον. Επίσης, χαμηλότερη είναι η χρέωση για τα MMM, τα οχήματα υψηλής

πληρότητας και για τους κατοίκους που διαμένουν στην περιοχή που εφαρμόζεται η πολιτική χρέωσης. Για τον έλεγχο των οικολογικών οχημάτων και των κατοίκων της περιοχής, πρέπει οι δικαιούχοι τις χαμηλότερης χρέωσης να προσκομίσουν τα απαραίτητα δικαιολογητικά, ώστε η δημοτική αρχή να τους παράσχει τον απαραίτητο αισθητήρα για να τοποθετήσουν στο όχημά τους[13].

- Έλεγχος των λωρίδων κυκλοφορίας

Πινακίδες ελέγχου των λωρίδων κυκλοφορίας (LCS) και τεχνολογίες παρακολούθησης της κυκλοφορίας και ανίχνευσης των οχημάτων οδηγούν στην λήψη αποφάσεων για προσωρινό κλείσιμο της λωρίδας που γίνεται με πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (Variable Message Signs-VMS), προκειμένου να αποφευχθούν οδικά συμβάντα στην αρτηρία[11].

- Μεταβλητά όρια ταχύτητας (variable speed limits) :

Τα συστήματα μεταβλητών ορίων ταχύτητας χρησιμοποιούν αισθητήρες για την παρακολούθηση των κυκλοφοριακών συνθηκών που επικρατούν. Έτσι, ανάλογα με τις συνθήκες, επιβάλλουν τα κατάλληλα ανώτατα όρια ταχύτητας μέσω πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων (VMS).

3.1.4 Διαχείριση της στάθμευσης

Τα συστήματα διαχείρισης στάθμευσης αποτελούνται από[14]:

- αισθητήρα ο οποίος ελέγχει τη θέση στάθμευσης. Μπορεί να τοποθετηθεί στο οδόστρωμα ή στο πεζοδρόμιο. Ο αισθητήρας λειτουργεί με μπαταρία η οποία εξασφαλίζει αυτονομία 5 ετών.

- Μονάδα συγκέντρωσης δεδομένων-παρκόμετρο: Η μονάδα αυτή επικοινωνεί ασύρματα με τους αισθητήρες των παρακείμενων θέσεων στάθμευσης και συγκεντρώνει τα δεδομένα της διαθεσιμότητας με σκοπό την αποστολή τους στο κέντρο ελέγχου. Ταυτόχρονα λειτουργεί ως παρκόμετρο το οποίο επιτρέπει στον οδηγό την πληρωμή του αντιτίμου για τη θέση στάθμευσης που έχει καταλάβει.

- Ηλεκτρονικές πινακίδες ενημέρωσης οδηγών. Οι πινακίδες εγκαθίστανται σε σημεία του οδικού δικτύου του Δήμου και ενημερώνουν τους οδηγούς για τη διαθεσιμότητα των θέσεων στάθμευσης .

- Εφαρμογή πλοήγησης για smart phones («έξυπνα» κινητά).Η εφαρμογή αυτή καθοδηγεί τον οδηγό προς τις διαθέσιμες θέσεις στάθμευσης .

- Προσωπικό παρκόμετρο οδηγού για χρήση εντός του οχήματος. Το παρκόμετρο έχει αποθηκευμένο προπληρωμένο χρόνο στάθμευσης και επικοινωνεί αυτόματα με τον αισθητήρα της θέσης αφαιρώντας το αντίτιμο που αναλογεί στο χρόνο

στάθμευσης του οχήματος.

Υποστηριζόμενοι τρόποι πληρωμής θέσεων στάθμευσης :

- παρκόμετρο
- προπληρωμένη κάρτα
- προσωπικό παρκόμετρο για χρήση εντός του οχήματος
- σύντομα γραπτά μηνύματα (SMS).

3.1.5 Παροχή πληροφόρησης

Οι πληροφορίες που συλλέγουν οι ανιχνευτές μεταφέρονται στους χρήστες της οδού μέσω των πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων (VMS) και του πληροφοριακού ραδιοφώνου (HAR). Ακόμη, οι διαχειριστές του δικτύου μπορούν να στέλνουν πληροφορίες σε συσκευές εντός του οχήματος, ώστε να προβάλλονται οι ταξιδιωτικές πληροφορίες στον οδηγό. [περισσότερα αναφέρονται στο κεφάλαιο των συστημάτων πληροφόρησης]

3.1.6 Ασυνόμηση

Η ασυνόμηση της οδού πραγματοποιείται με ειδικές κάμερες που περιέχουν ραντάρ (ανιχνευτές), το οποίο καταγράφει το όχημα που παραβιάζει το όριο ταχύτητας ή την παραχώρηση προτεραιότητας.

3.1.7 Αξιολόγηση του συστήματος διαχείρισης Αρτηριών

3.1.7.1 Επιδράσεις-οφέλη

Τα προηγμένα συστήματα σηματοδότησης επιφέρουν τις ακόλουθες επιπτώσεις :

-αύξηση της ταχύτητας των οχημάτων από 17% έως 25% και της κυκλοφοριακής ικανότητας (εφαρμογές σε Τορίνο, Θεσσαλονίκη) [10]

-μείωση κατανάλωσης ενέργειας και μείωση εκπομπών ρύπων (σε Πειραιά, Πενσυλβάνια)[5],[10]

-μείωση του χρόνου ταξιδιού των οχημάτων και των καθυστερήσεων από 6% έως 36% (εφαρμογή σε Illinois, Washington, Virginia, Arizona, Τορίνο, Θεσσαλονίκη, Πειραιά, Colorado, Πενσυλβάνια)[5],[10]

-μείωση συμφόρησης έως 50% (στον Πειραιά) [10]

-μείωση των ατυχημάτων κατά 75%-78%(εφαρμογή στην Ιαπωνία) [10]

-μείωση των ατυχημάτων από 18% έως 30% (εφαρμογές σε ΗΠΑ, Ε.Ε.)[5],[10]

Τα συστήματα παραχώρησης προτεραιότητας στα μέσα μαζικής μεταφοράς είχαν σαν αποτέλεσμα:

-μείωση του χρόνου διαδρομής των λεωφορείων από 5% έως 27% (εφαρμογές σε Τορίνο, Λιουμπλιάνα, Κοπεγχάγη, Κρακοβία, Washington) [5],[10],[15]

- μείωση των καθυστερήσεων από 10% έως 57% (εφαρμογές σε Λιουμπλιάνα, Κρακοβία, Portland, Washington) [5],[15]
- μείωση εκπομπών ρύπων και κατανάλωσης ενέργειας (εφαρμογές σε Λιουμπλιάνα, Ελσίνκι) [15]
- αύξηση της ταχύτητας των Ι.Χ. κατά 6% (στην Κοπεγχάγη) [10]
- αύξηση χρήσης των ΜΜΜ κατά 3%-7% (στην Κρακοβία) [15]
- αύξηση της αξιοπιστίας των δρομολογίων (εφαρμογές σε Κρακοβία, Λιουμπλιάνα)[15]

Τα συστήματα για λωρίδες οχημάτων υψηλής πληρότητας (HOV) είχαν σαν αποτέλεσμα:

- μείωση των καθυστερήσεων από 40% έως 50% (εφαρμογές σε πόλεις των ΗΠΑ) [5],[16]
- μείωση του χρόνου ταξιδιού κατά 31% (εφαρμογή στο Salt Lake,Utah) [5]
- αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας από 30% έως 62% (εφαρμογές σε Houston, Northern Virginia) [5]
- αύξηση των οχημάτων υψηλής πληρότητας από 10% έως 20% σε ώρες αιχμής (εφαρμογές σε πόλεις των ΗΠΑ) [5],[16]

Η δημιουργία λωρίδων αποκλειστικών για τα μέσα μαζικής μεταφοράς έχει σαν αποτέλεσμα:

- αύξηση της ταχύτητας των λεωφορείων (εφαρμογές σε Ταλίν, Βουκουρέστι) [15]
- μείωση των ατυχημάτων κατά 60% (Ταλίν) [15]
- μείωση του χρόνου ταξιδιού κατά 12% - 15% (Βαρκελώνη) [17]
- αύξηση της χρήσης των λεωφορείων κατά 40% (εφαρμογή στο Houston) [5]

Τα συστήματα αυτόματης αστυνόμευσης των φωτεινών σηματοδοτών με την χρήση κάμερας είχε σαν συνέπεια:

- μείωση των θανατηφόρων ατυχημάτων 24% έως 45% (εφαρμογή σε 14 μεγάλες πόλεις των ΗΠΑ) [5]
- μείωση κατά 15%-69% των ατυχημάτων στην Ε.Ε [18]
- μείωση των θανάτων και των τραυματισμών από 12% έως 71% στην Ε.Ε. [18]
- μείωση των παραβάσεων στις ΗΠΑ[5]

Η αστυνόμευση της ταχύτητας με χρήση ειδικών καμερών είχε σαν αποτέλεσμα:

- μείωση των ατυχημάτων από 9% έως 51% (εφαρμογή σε πόλεις των ΗΠΑ, Καναδά και Αυστραλίας) [5],[19]
- μείωση κατά 28%-40% της σοβαρότητας των τραυματισμών (εφαρμογή στη Victoria, Australia) [19]
- μείωση των οδηγών που υπερέβαιναν κατά πολύ το όριο ταχύτητας (παράβαση που οδηγούσε σε απώλεια διπλώματος) από 1,6% σε 0,5% (εφαρμογή στη Victoria, Australia) [19]

- μείωση των οδηγών που υπερέβαιναν το επιτρεπόμενο όριο ταχύτητας από 24% σε μόλις 4% (εφαρμογή στη Victoria, Australia) [19]
- μείωση των θανάτων κατά 49% (εφαρμογή στη Victoria, Australia) [19]

Τα συστήματα τιμολόγησης οδών είχε σαν αποτέλεσμα:

- μείωση της συμφόρησης από 11% έως 30% (εφαρμογές σε Λονδίνο, Ρώμη, Στοκχόλμη, Oregon) [5],[15],[17]
- μείωση των καθυστερήσεων κατά 30%-50% (εφαρμογή στη Στοκχόλμη και Λονδίνο)
- μείωση των οχημάτων από 7% έως 25% (εφαρμογές σε Στοκχόλμη, Λονδίνο, Σιγκαπούρη, Μιλάνο, Seattle) [5],[13],[15],[20]
- αύξηση της ταχύτητας των οχημάτων από 21% έως 37% (εφαρμογές σε Λονδίνο, Σιγκαπούρη, Washington) [5],[15],[20]
- αύξηση χρήσης MMM από 5,7% έως 40% (εφαρμογές σε Στοκχόλμη, Λονδίνο, Σιγκαπούρη, Μιλάνο) [13],[15],[20]
- μείωση εκπομπών ρύπων και κατανάλωσης ενέργειας (NO_x 7%-13%, PM10 7%-23%, CO2 10%-15% σε Λονδίνο, Στοκχόλμη, Σιγκαπούρη, Μιλάνο) [13],[15],[20]
- μείωση χρόνου ταξιδιού κατά 14%(εφαρμογή στο Λονδίνο) [15]
- αύξηση της κυκλοφορικής ικανότητας κατά 11%(εφαρμογή στη Washington) [5]

Τα συστήματα **διαχείρισης της στάθμευσης** που εφαρμόστηκαν στο Σαουθάμπτον έδειξαν μείωση του χρόνου αναζήτησης για στάθμευση κατά 50%, κάτι που είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση στην κατανάλωση ενέργειας και στην εκπομπή ρύπων. Η γρηγορότερη εύρεση θέσης στάθμευσης έχει σαν αποτέλεσμα μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και του κυκλοφοριακού φόρτου. Ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης στάθμευσης που εφαρμόστηκε στο Oakland (ΗΠΑ) είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση χρήσης των MMM κατά 30%.[5],[10]

3.1.7.2 Αποδοχή από χρήστες

Τα προηγμένα συστήματα σηματοδότησης που εφαρμόστηκαν σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ (Illinois, Washington, Virginia, Arizona, Pennsylvania) κρίθηκαν θετικά από το μεγαλύτερο μέρος των χρηστών (σε ποσοστό που κυμαίνονταν στο 70%)[5].

Τα συστήματα παραχώρησης προτεραιότητας στα μέσα μαζικής μεταφοράς κρίθηκαν πολύ ικανοποιητικά από το 67% των χρηστών σε έρευνα στην Suceava της Ρουμανίας[15]. Πολύ θετικά κρίθηκαν τα συστήματα αυτά μετά από εφαρμογή τους στη Λιουμπλιάνα της Σλοβενίας[15]. Τα ίδια αποτελέσματα προέκυψαν και από την εφαρμογή των συστημάτων στο Βανκούβερ [5].

Τα προηγμένα συστήματα για **κυκλοφορία ευάλωτων χρηστών της οδού και ειδικά**

πεζών και ποδηλάτων είχαν πολύ θετική ανταπόκριση από τους χρήστες σε εφαρμογή τους στη Βρέμη[21], στο Cork της Ιρλανδίας[17], στο Bristol[21], στη Nantes της Γαλλίας[21], στο Ρότερνταμ[22].

Η πολιτική **τιμολόγησης οδών** σε ώρες αιχμής μπορεί να αποφέρει αρκετά οφέλη αλλά συναντά την αρνητική αντίδραση των χρηστών. Έρευνα στο Εδιμβούργο[22], έδειξε ότι το 75% των χρηστών ήταν αντίθετοι στην εφαρμογή της. Παρόμοια αποτελέσματα έδειξαν μελέτες στη Florida, στη Νέα Υόρκη, στο Μαϊάμι[5],[12].

Μελέτες που έγιναν σε Florida και Illinois έδειξαν ότι η πολιτική **τιμολόγησης οδών** σε ώρες μη-αιχμής (παροχή έκπτωσης στους χρήστες) είχε όμως θετική αποδοχή από τους χρήστες[12]. Ακόμα, εφαρμογή της στο New Jersey, έδειξε ότι το 7% των χρηστών άλλαζαν διαδρομή κατά τις ώρες αιχμής[12]. Στο Λονδίνο οι περισσότεροι χρήστες ήταν ικανοποιημένοι από την εφαρμογή του συστήματος, λόγω τις μείωσης των καθυστερήσεων που προκαλούσε ενώ ένα ποσοστό 4%-5% ανέβαλλαν τα ταξίδια τους. Υπήρχαν όμως και αρκετοί που αντιδρούσαν στην εφαρμογή του συστήματος λόγω του κόστους[15]. Στην California, αρχικά οι χρήστες ήταν πολύ αρνητικοί στην εφαρμογή πολιτικής τιμολόγησης για την αντιμετώπιση της συμφόρησης. Ύστερα όμως από 18 μήνες εφαρμογής του συστήματος αυτού, το 75% των χρηστών ήταν θετικό απέναντι στο σύστημα[12].

Η διαχείριση της στάθμευσης μέσω κινητού τηλεφώνου που εφαρμόστηκε από το πρόγραμμα MIRACLES στο Cork της Ιρλανδίας[17], δηλαδή η ενημέρωσή τους για ελεύθερες θέσεις parking μέσω SMS,ώστε να αποφεύγουν τις άσκοπες μετακινήσεις για ανεύρεση θέσης, είχε μεγάλη αποδοχή από τους χρήστες γιατί το έκριναν ιδιαίτερα «φιλικό» και με εύκολη πρόσβαση στην ενημέρωσή τους. Η εφαρμογή του συστήματος στο Maryland είχε την αποδοχή του 81% των χρηστών[5]. Παρόμοια αποτελέσματα έδειξε μελέτη στο Σαουθάμπτον[17].

Η δημιουργία **λωρίδων αποκλειστικών για τα μέσα μαζικής μεταφοράς** αντιμετωπίστηκε θετικά από τους χρήστες σε εφαρμογή στο Μπρίστολ κατά 90% [21].

Τα **συστήματα πληροφόρησης** είχαν την πολύ θετική αποδοχή των χρηστών κατά την εφαρμογή τους σε πολλές πόλεις τα Ευρώπης[23] και των ΗΠΑ[5].

Η αστυνόμευση της ταχύτητας είχε και θετική και αρνητική αποδοχή από τους χρήστες. Άλλοι θεωρούν ότι η εφαρμογή του συστήματος θα έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση των ατυχημάτων οπότε είναι θετικοί. Υπάρχουν όμως και αρκετοί (ειδικότερα νεαρής ηλικίας) που είναι αρνητικοί στην εφαρμογή του συστήματος. Οι αρμόδιοι φορείς είναι θετικοί στην εφαρμογή του συστήματος αυτού[5],[15].

Η αστυνόμευση όμως των φωτεινών σηματοδοτών είχε την πολύ θετική αποδοχή των χρηστών όπως έδειξαν μελέτες στις ΗΠΑ[5].

3.1.7.3 Οικονομική αποδοτικότητα (λόγος οφέλους-κόστους)

Σε έρευνα που έγινε στην Victoria της Αυστραλίας υπολογίστηκε ότι το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας του συστήματος **αστυνόμησης της ταχύτητας με χρήση ειδικών καμερών** είναι 130 εκατομμύρια \$. Τα οφέλη όμως από την μείωση των ατυχημάτων εκτιμήθηκαν στα 1,3 δισεκατομμύρια \$. Ακόμα, στην τριετία εφαρμογής του συστήματος συγκεντρώθηκαν από τα πρόστιμα 123 εκατομμύρια \$. Με δεδομένο ότι το ετήσιο λειτουργικό κόστος του συστήματος ανέρχεται σε περίπου 8 εκατομμύρια \$, προκύπτει ότι τα έσοδα υπερκαλύπτουν τα έξοδα[19].

Η **αστυνόμηση των φωτεινών σηματοδοτών** σε California, Maryland and North Carolina είχε ετήσιο όφελος από την μείωση των ατυχημάτων 39.000 \$ για κάθε περιοχή[5].

Τα συστήματα παραχώρησης προτεραιότητας στα μέσα μαζικής μεταφοράς που εφαρμόστηκαν στην Λιουμπλιάνα της Σλοβενίας είχαν σαν αποτέλεσμα μείωση του κόστους λόγω μείωσης των καθυστερήσεων και μείωσης κατανάλωσης ενέργειας[15]. Τα συστήματα παραχώρησης προτεραιότητας στα μέσα μαζικής μεταφοράς σε εφαρμογή τους στο Los Angeles είχαν σαν αποτέλεσμα κέρδος 6,7\$/ώρα για κάθε λεωφορείο. Τα συστήματα παραχώρησης προτεραιότητας στα μέσα μαζικής μεταφοράς που εφαρμόστηκαν σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ είχαν ετήσιο όφελος 149,9 εκατομμύρια \$[5].

Η εφαρμογή της πολιτικής **τιμολόγησης οδών** στη Γερμανία μέσω διοδίων, είχε ετήσια έσοδα κοντά στα 4 δις \$[20]. Η εφαρμογή της πολιτικής τιμολόγησης οδών στην California είχε θετικό λόγο οφέλους-κόστους. Η εφαρμογή της πολιτικής τιμολόγησης οδών στην Σιγκαπούρη είχε λόγο οφέλους-κόστους 2,5-3:1. Το κόστος κατασκευής ήταν 197 εκατομμύρια \$ και το κόστος συντήρησης είναι 16 εκατομμύρια \$, ενώ τα ετήσια έσοδα ανέρχονται σε 80 εκατομμύρια \$. Η τιμολόγηση για την αντιμετώπιση της συμφόρησης στο κέντρο του Λονδίνου έχει λόγο οφέλους-κόστους 1,5:1 – 1,7:1. Ο λόγος οφέλους-κόστους από την τιμολόγηση της μητροπολιτικής περιοχής του Seattle είναι 6:1 [5].

Το πρόγραμμα ECOPASS που εφαρμόστηκε στο Μιλάνο είχε κόστη κατασκευής και συντήρησης 27-33 εκατομμύρια € και ετήσια έσοδα 29-42 εκατομμύρια € [13].

Τα προηγμένα συστήματα σηματοδότησης που εφαρμόστηκαν σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ είχαν ετήσιο όφελος 276,5 εκατομμύρια \$. Ο λόγος οφέλους-κόστους από την εφαρμογή του συστήματος στην Πενσυλβάνια ήταν 57:1 [5]. Η εφαρμογή των συστημάτων σηματοδότησης προσαρμοσμένων στην κυκλοφορία, στο San Francisco, είχε λόγο οφέλους-κόστους που κυμαίνονταν από 12:1 έως 20:1 για τις ώρες αιχμής. Για τις ώρες που η κυκλοφορία ήταν μικρότερη, ο λόγος οφέλους-κόστους ήταν 4:1 έως 13:1 [5].

Η εφαρμογή **συστημάτων για τον έλεγχο των λωρίδων κυκλοφορίας** σε αρτηρίες του San Diego, είχε λόγο οφέλους-κόστους 9,7:1 [5].

3.1.8 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Διαχείρισης Αρτηριών

Για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των προηγμένων συστημάτων καθορίζονται τρεις βασικοί στόχοι:

- Βελτίωση της κυκλοφορίας
- Βελτίωση της ασφάλειας
- Αναβάθμιση του περιβάλλοντος (μείωση εκπομπών ρύπων και κατανάλωσης ενέργειας)

Για την αξιολόγηση της σκοπιμότητας των προηγμένων συστημάτων αποτιμώνται:

- Η αποδοχή από τους χρήστες
- Η οικονομική αποδοτικότητά τους

Κριτήρια για τη βελτίωση της κυκλοφορίας

Τα κριτήρια που χρησιμοποιήσαμε για την εξαγωγή συμπερασμάτων για την επίδραση των προηγμένων συστημάτων μεταφορών στην βελτίωση της κυκλοφορίας είναι:

- Μείωση των καθυστερήσεων και του χρόνου διαδρομής
- Αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας
- Μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου
- Μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης
- Αύξηση της μέσης ταχύτητας της κυκλοφορίας
- Αξιοπιστία δρομολογίων (βελτίωση του επιπέδου εξυπηρέτησης των επιβατών των MMM)
- Μείωση του χρόνου αναμονής των επιβατών στις στάσεις και τους τερματικούς σταθμούς των MMM και μείωση του χρόνου αναμονής των πελατών για τη διακίνηση των εμπορευμάτων τους
- Αύξηση χρήσης των MMM
- Βελτίωση κυκλοφορίας ευάλωτων χρηστών οδού (πεζοί/ ποδήλατα)

Κάποια από τα κριτήρια αυτά σχετίζονται μεταξύ τους και αλληλοεξαρτώνται. Εντούτοις, εξετάζονται χωριστά, αφού η αξιολόγησή τους βασίζεται σε

αποτελέσματα που έχουν προκύψει από την βιβλιογραφία και αναφέρονται συγκεκριμένα στο καθένα κριτήριο.

Κριτήρια για τη βελτίωση της ασφάλειας

Τα κριτήρια που χρησιμοποιήσα για την εξαγωγή συμπερασμάτων για την επίδραση των προηγμένων συστημάτων μεταφορών στην βελτίωση της ασφάλειας είναι:

- Μείωση των ατυχημάτων
- Μείωση των δευτερογενών ατυχημάτων
- Μείωση του αριθμού των παραβάσεων
- Μείωση του χρόνου ειδοποίησης του κέντρου για συμβάντα
- Μείωση του χρόνου ανταπόκρισης και αποκατάστασης των συμβάντων

Κριτήρια για την αναβάθμιση του περιβάλλοντος

Τα κριτήρια που χρησιμοποιήσα για την εξαγωγή συμπερασμάτων για την επίδραση των προηγμένων συστημάτων μεταφορών στην αναβάθμιση του περιβάλλοντος είναι:

- Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας
- Μείωση των εκπομπών ρύπων

Αποδοχή από χρήστες

Για την εκτίμηση της αποδοχής από τους χρήστες των προηγμένων συστημάτων μεταφορών εξετάζονται δύο κατηγορίες:

-οι τελικοί χρήστες: δηλαδή οι οδηγοί των Ι.Χ., οι επαγγελματίες οδηγοί των ΜΜΜ και των μεγάλων εμπορικών οχημάτων (φορτηγών), οι επιβάτες των δημοσίων συγκοινωνιών και οι ευάλωτοι χρήστες του οδικού δικτύου

-οι διαχειριστές των συστημάτων: δηλαδή οι υπεύθυνοι για τη διοίκηση, διαχείριση, λειτουργία και συντήρηση των εφαρμογών των προηγμένων συστημάτων

Οικονομική αποδοτικότητα του συστήματος

Η οικονομική αποδοτικότητα των προηγμένων συστημάτων μεταφορών καθορίζεται:

-από τον λόγο οφέλους-κόστους (benefit-cost ratio): είναι ο λόγος των εσόδων προς το λόγο των εξόδων. Ένα έργο είναι προτείνεται να υλοποιηθεί όταν το σύνολο των εσόδων είναι μεγαλύτερο από το σύνολο των εξόδων, δηλαδή ο λόγος τους είναι μεγαλύτερος από ένα. Μάλιστα, όσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος τους τόσο πιο ωφέλιμη είναι η κατασκευή του.

-περίοδος αποπληρωμής: είναι ο χρόνος που απαιτείται για να αποπληρωθεί το κόστος της επένδυσης από τα οφέλη που προκύπτουν. Όσο μικρότερος είναι ο χρόνος αποπληρωμής, τόσο πιο ωφέλιμη είναι η κατασκευή του.

Για τις επιδράσεις των προηγμένων συστημάτων χρησιμοποιούνται οι παρακάτω συμβολισμοί:

- Πολύ Θετική (επίδραση)
- Θετική (επίδραση)
- Ασήμαντη (επίδραση)
- Αρνητική (επίδραση)
- +/- (όταν υπάρχουν και θετικές και αρνητικές επιδράσεις)
- N/A (Not Available) όπου δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία

Ο χαρακτηρισμός των επιδράσεων γίνεται κατά την εκτίμηση του συγγραφέα του παρόντος, σύμφωνα με τα στοιχεία της βιβλιογραφίας.

Στους πίνακες παρουσιάζονται τα κυριότερα συστήματα που εφαρμόζονται και αυτά για τα οποία υπάρχει βιβλιογραφική αναφορά.

Πίνακας 1.1: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης αρτηριών στην κυκλοφορία

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΕΙΣ /ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ	ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	ΑΥΞΗΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΜΜΜ	ΚΙΝΗΣΗ ΠΕΖΩΝ/ ΠΟΔΗΛΑΤ ΩΝ
ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΑ ΜΜΜ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΠΕΖΟΙ & ΠΟΔΗΛΑΤΑ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ
ΛΩΡΙΔΕΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑΣ/ΜΜΜ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΟΔΟΥ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΑΣΤΥΝΟΜΕΥΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ
ΑΣΤΥΝΟΜΕΥΣΗ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Πίνακας 1.2: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης αρτηριών στην οδική ασφάλεια

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΑΒΑΣΕΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΓΙΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΤΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ
ΒΕΤΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ ΟΔΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΑ ΜΜΜ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΠΕΖΟΙ & ΠΟΔΗΛΑΤΑ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΜΟΛΟΓΗΣΗ ΟΔΟΥ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A

Πίνακας 1.3: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης αρτηριών στο περιβάλλον

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΕΚΠΟΜΠΗ ΡΥΠΩΝ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΑ ΜΜΜ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΣΤΗΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΠΕΖΟΙ & ΠΟΔΗΛΑΤΑ	N/A	N/A
ΛΩΡΙΔΕΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑΣ	N/A	N/A
ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΟΔΟΥ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΕΛΕΓΧΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ	N/A	N/A
ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΕΜΠΟΔΙΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ	N/A	N/A
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΑΣΤΥΝΟΜΕΥΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	N/A	N/A
ΑΣΤΥΝΟΜΕΥΣΗ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ	N/A	N/A

Πίνακας 1.4: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων διαχείρισης αρτηριών

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΧΡΗΣΤΕΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΑ ΜΜΜ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ	ΘΕΤΙΚΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ
ΠΕΖΟΙ & ΠΟΔΗΛΑΤΑ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΛΩΡΙΔΕΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑΣ	N/A	N/A
ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΟΔΟΥ	ΑΡΝΗΤΙΚΗ(α)	ΘΕΤΙΚΗ
ΕΛΕΓΧΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΑΣΤΥΝΟΜΕΥΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	+/-	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ
ΑΣΤΥΝΟΜΕΥΣΗ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

(α) υπάρχουν και θετικές γνώμες για εφαρμογής του σε ώρες μη-αιχμής και οι θετικές γνώμες αυξάνονται μετά από κάποιο διάστημα εφαρμογής του μέτρου.

3.1.9 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Διαχείρισης Αρτηριών

Οι επιδράσεις των Έξυπνων Συστημάτων στην διαχείριση των αρτηριών γενικά έχει θετικά οφέλη. Τα σημαντικότερα εξ' αυτών είναι:

- μείωση των ατυχημάτων, των θανάτων και τραυματισμών
- μείωση του χρόνου ταξιδιού και των καθυστερήσεων
- μείωση στις εκπομπές ρύπων και στην κατανάλωση ενέργειας
- μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης
- αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας του δικτύου
- αύξηση της χρήσης των MMM
- μείωση του αριθμού των παραβάσεων με υπέρβαση του ορίου ταχύτητας

Τα σημαντικότερα συστήματα διαχείρισης αρτηριών που χρησιμοποιούνται σήμερα σε **περιόδους αιχμής της κυκλοφορίας** είναι:

- ⊙ **η τιμολόγηση των οδών:** το σύστημα αυτό μειώνει σημαντικά τις καθυστερήσεις, τον χρόνο διαδρομής, την κυκλοφοριακή συμφόρηση, τις εκπομπές ρύπων και κατανάλωσης ενέργειας (που αποτελεί τον βασικότερο στόχο της Λευκής Βίβλου 2011), αυξάνει την χρήση των MMM, κάνει πιο βιώσιμα τα κέντρα μεγάλων πόλεων και δημιουργεί οικονομικά οφέλη στους αρμόδιους φορείς. Το σημαντικό όμως μειονέκτημά του είναι η αρνητική αντιμετώπιση από τους χρήστες, οι οποίοι παρότι βλέπουν τα θετικά του συστήματος, αρνούνται να πληρώσουν ειδικά στη σημερινή εποχή που η οικονομική κρίση γίνεται όλο και πιο «βαθιά» σε όλο τον κόσμο. Έρευνες όμως, έδειξαν ότι **οι χρήστες ήταν θετικοί στην εφαρμογή αυτή σε περιόδους μη-αιχμής**, με την προϋπόθεση της έκπτωσης εκείνη την περίοδο, και αυτό γιατί πολλοί αναπροσάρμοσαν τη διαδρομή τους ώστε να κινούνται σε ώρες μη-αιχμής ή επέλεξαν άλλους δρόμους ώστε να αποφύγουν την τιμολόγηση στις ώρες αιχμής.
- ⊙ **Τα προηγμένα συστήματα σηματοδότησης:** η εφαρμογή του συστήματος αυτού προκαλεί όλα τα θετικά που αναφέρθηκαν στην τιμολόγηση των οδών και ακόμα καλύτερα έχει θετικό αντίκτυπο στους χρήστες και στην αύξηση της ασφάλειας ειδικά στις διασταυρώσεις.
- ⊙ **Διαχείριση της στάθμευσης:** το σύστημα αυτό σε συνδυασμό με τα συστήματα πληροφόρησης και ηλεκτρονικής πληρωμής (ώστε ο χρήστης να έχει δυναμική πληροφόρηση για ελεύθερες θέσεις parking και να μπορεί να χρεώνεται για τη χρήση των θέσεων αυτών ηλεκτρονικά) έχει μεγάλα οφέλη σε καθυστερήσεις, χρόνους διαδρομής, στην κυκλοφορική συμφόρηση και φόρτο του δικτύου.
- ⊙ **Συστήματα πληροφόρησης:** με τα συστήματα αυτά ο χρήστης ενημερώνεται άμεσα για τις περιοχές όπου υπάρχει κυκλοφοριακή συμφόρηση και αλλάζει την διαδρομή του ή επιλέγει τα MMM για την κίνησή του ή ακυρώνει τη διαδρομή του.

3.2 Προηγμένα Συστήματα Διαχείρισης Αυτοκινητοδρόμων

Τα συστήματα διαχείρισης των αυτοκινητοδρόμων χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο και την διαχείριση της κυκλοφορίας στους αυτοκινητόδρομους.

Η διαχείριση αυτοκινητοδρόμων μπορεί να ταξινομηθεί σε τέσσερις ευρείες περιοχές, κάθε μια εκ των οποίων περιλαμβάνει μικρότερες επιμέρους εφαρμογές:

- Παρακολούθηση και εποπτεία της κυκλοφορίας
- Διαχείριση της κυκλοφορίας στον αυτοκινητόδρομο
- Παροχή πληροφόρησης στους χρήστες του δικτύου
- συστήματα αστυνόμευσης

Οι λειτουργίες ανά επιμέρους υποσύστημα του Συστήματος Διαχείρισης Αρτηριών, καθώς και ο χρησιμοποιούμενος τεχνολογικός εξοπλισμός περιγράφονται στα επόμενα.

3.2.1 Παρακολούθηση και επιτήρηση της κυκλοφορίας

Η παρακολούθηση της κυκλοφορίας της οδού περιλαμβάνει[5]:

- την παρακολούθηση των χαρακτηριστικών της κυκλοφορίας της οδού, δηλαδή της ταχύτητας, του κυκλοφοριακού φόρτου και της κατάληψης της οδού
- τον εντοπισμό των οδικών συμβάντων, που εμποδίζουν την ομαλή ροή των οχημάτων στον αυτοκινητόδρομο.

Η επιτήρηση της κυκλοφορίας της οδού είναι απαραίτητη σε σημεία του αυτοκινητόδρομου που:

- έχουν υψηλή κυκλοφοριακή συμφόρηση
- εμπεριέχουν τεχνικά έργα (π.χ. γέφυρες, σήραγγες)
- υπάρχει αυξημένη πιθανότητα ατυχημάτων

Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι παρόμοια με αυτή που χρησιμοποιείται στο Σύστημα Διαχείρισης Αρτηριών (περιγράφηκαν αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο), δηλαδή:

- κάμερες κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης (CCTV)
- ραντάρ (ανιχνευτές) μικροκυμάτων
- ανιχνευτές βρόχου
- ηχητικοί αισθητήρες
- αισθητήρες μηχανικής όρασης (video)
- οπτικές ίνες
- κινητά τηλέφωνα

3.2.2 Διαχείριση της κυκλοφορίας

Η διαχείριση της κυκλοφορίας κατηγοριοποιείται σε τρεις επιμέρους εφαρμογές [5]:

- Έλεγχος της κυκλοφορίας των ραμπών σύνδεσης ενός αυτοκινητόδρομου: που περιλαμβάνει τις εξής λειτουργίες:

-έλεγχος της εισόδου των οχημάτων στον αυτοκινητόδρομο (ramp metering): για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται φωτεινοί σηματοδότες, που εναλλάσσοντας την πράσινη και την κόκκινη ένδειξή τους ελέγχουν τη ροή των εισερχόμενων οχημάτων στον αυτοκινητόδρομο. Η χρονική περίοδος της κάθε φάσης μεταβάλλεται ανάλογα με τις συνθήκες κυκλοφορίας στον αυτοκινητόδρομο.

-κλείσιμο (απαγόρευση εισόδου) στη ράμπα εισόδου (ramp closures): μέσω των τεχνολογιών που έχουν ήδη αναφερθεί για την παρακολούθηση της κυκλοφορίας δίνεται η δυνατότητα προσωρινής διακοπής της κυκλοφορίας στις ράμπες εισόδου του αυτοκινητοδρόμου για να περιοριστούν κυκλοφοριακά προβλήματα σε περιόδους αιχμής, οδικού συμβάντος ή δυσμενών καιρικών συνθηκών.

-προτεραιότητα πρόσβασης στον αυτοκινητόδρομο σε οχήματα έκτακτης ανάγκης, σε MMM και στα οχήματα υψηλής πληρότητας. Αυτό προϋποθέτει την ύπαρξη ITS μέσα στα οχήματα ώστε να επικοινωνούν με την υποδομή και να επιτρέπεται η είσοδος τους στον αυτοκινητόδρομο, ακόμα και όταν απαγορεύεται η είσοδος για την υπόλοιπη κυκλοφορία.

- Διαχείριση των λωρίδων κυκλοφορίας :περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες:

-Λωρίδες οχημάτων υψηλής πληρότητας: παρέχουν προνομιακή μεταχείριση για τα οχήματα υψηλής πληρότητας είτε σε περιόδους αιχμής είτε μόνιμα. Η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία εδώ είναι αισθητήρες παρακολούθησης της κυκλοφορίας, VMS, κινητά διαχωριστικά εμπόδια.

-Λωρίδες αντιστρέψιμης ροής: στις λωρίδες αυτές η κατεύθυνση της κυκλοφορίας μπορεί να αλλάξει σε διαφορετικά διαστήματα της ημέρας, ώστε να συναντήσει την κατεύθυνση του μέγιστου κυκλοφοριακού φόρτου. Το συγκεκριμένο μέτρο εφαρμόζεται κυρίως σε περιόδους αιχμής και ειδικές εκδηλώσεις με τη χρησιμοποίηση αισθητήρων επιτήρησης της κυκλοφορίας και πινακίδων ελέγχου των λωρίδων κυκλοφορίας.

-Τιμολόγηση της οδού: τοποθετούνται διόδια με στόχο την μείωση της χρήσης αυτοκινήτων, ιδιαίτερα τις ώρες αιχμής, την «στροφή» των χρηστών στα MMM και τα οχήματα υψηλής πλήρωσης.

Η τιμολόγηση μπορεί να γίνει:

-σε μια λωρίδα του αυτοκινητόδρομου

-σε όλο τον αυτοκινητόδρομο

Υπάρχουν διάφορες πολιτικές τιμολόγησης. Οι κυριότερες εξ' αυτών, είναι:

-οι χρήστες που κινούνται σε οδούς που εμφανίζουν υψηλή συμφόρηση πληρώνουν περισσότερα χρήματα, γιατί αυξάνουν την συμφόρηση

-η χρέωση γίνεται βάσει των διανυθέντων χιλιομέτρων

-η χρέωση γίνεται βάσει της ημέρας και τη χρονική περίοδος της ημέρας που χρησιμοποιεί ο οδηγός

Συνήθως εξαιρούνται της χρέωσης τα οχήματα των μέσων μαζικής μεταφοράς και τα ηλεκτρικά, υβριδικά αυτοκίνητα.

-Έλεγχος των λωρίδων κυκλοφορίας: πινακίδες ελέγχου των λωρίδων κυκλοφορίας και οι τεχνολογίες παρακολούθησης της κυκλοφορίας βοηθούν στην λήψη της απόφασης για κλείσιμο της λωρίδας, προκειμένου να αποφευχθούν οδικά συμβάντα.

-Μεταβλητά όρια ταχύτητας (variable speed limits):τα λειτουργικά τμήματα των συστημάτων αυτών είναι οι αισθητήρες που είναι εγκαταστημένοι στο οδόστρωμα, οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων και η κεντρική μονάδα επεξεργασίας που λαμβάνει τα δεδομένα από τους αισθητήρες. Οι αισθητήρες βρίσκονται στα σημεία ενδιαφέροντος σε ολόκληρο το πλάτος της διατομής συλλέγοντας τους κυκλοφοριακούς φόρτους και την ταχύτητα των οχημάτων. Τα δεδομένα αυτά στέλνονται στο κέντρο ελέγχου και από την επεξεργασία τους με την βοήθεια αλγορίθμων αποφασίζεται η χρήση ή μη των μεταβλητών ορίων ταχύτητας. Τα συστήματα αυτά παρέχουν την δυνατότητα να μεταβάλλουμε τα όρια ταχύτητας ανάλογα με την λωρίδα κυκλοφορίας, ανάλογα με τον τύπο του οχήματος και ανάλογα με τους κυκλοφοριακούς φόρτους. Με την εφαρμογή τους επιδιώκεται να δημιουργηθεί ομοιομορφία στις ταχύτητες και στους φόρτους ανά λωρίδα για να περιοριστούν τα ατυχήματα που προκαλούν συμφόρηση. Τα όρια προσαρμόζονται με βάση τις συνθήκες κυκλοφορίας, οι οποίες μεταβάλλονται εντός της ημέρας[24].

-Απομάκρυνση εμποδίων από την οδό σε έκτακτα περιστατικά: εδώ μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι λωρίδες αντιστρέψιμης ροής, ο έλεγχος των λωρίδων, το σύστημα μεταβλητών ορίων ταχύτητας, προσωρινή διακοπή κυκλοφορίας σε μία ή περισσότερες λωρίδες για την αποκατάσταση της κυκλοφορίας έπειτα από έκτακτα συμβάντα.

- Διαχείριση της κυκλοφορίας υπό ειδικές περιστάσεις περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες:

Διαχείριση κυκλοφορίας σε περιπτώσεις συχνών ή περιστασιακών γεγονότων: τέτοια γεγονότα (αγώνες, συνέδρια, εκθέσεις) μπορούν να προκαλέσουν συμφόρηση, οπότε χρησιμοποιούνται τεχνολογίες όπως VMS, HAR, τεχνολογίες που αφορούν τη διαχείριση στάθμευσης (αναφέρθηκαν στη διαχείριση αρτηριών), τεχνολογίες παρακολούθησης, με σκοπό την αντιμετώπιση της μεγάλης ζήτησης.

3.2.3 Παροχή πληροφόρησης

Οι πληροφορίες που συλλέγουν οι ανιχνευτές μεταφέρονται στους χρήστες της οδού μέσω των πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων (VMS) και του πληροφοριακού ραδιοφώνου (HAR). Ακόμη, οι διαχειριστές του δικτύου μπορούν να στέλνουν πληροφορίες σε συσκευές εντός του οχήματος, ώστε να προβάλλονται οι ταξιδιωτικές πληροφορίες στον οδηγό. Ακόμα, παρέχονται πληροφορίες για τον κίνδυνο ανατροπής οχημάτων στις ράμπες ή για την ύπαρξη οχημάτων που έχουν ανατραπεί. [περισσότερα αναφέρονται στο κεφάλαιο των συστημάτων πληροφόρησης]

3.2.4 Αστυνόμευση

Η αστυνόμευση της οδού πραγματοποιείται από ειδικές κάμερες που περιέχουν ραντάρ (ανιχνευτές), οι οποίοι καταγράφουν το όχημα που παραβιάζει το όριο ταχύτητας, τις λωρίδες οχημάτων υψηλής πληρότητας και την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη στη ράμπα εισόδου.

3.2.5 Αξιολόγηση του συστήματος

3.2.5.1 επιδράσεις-οφέλη

Ο έλεγχος της εισόδου στον αυτοκινητόδρομο μέσω ραμπών (ramp metering) έχει τις ακόλουθες συνέπειες :

-μείωση του χρόνου διαδρομής από 7% έως 17% (εφαρμογές σε Παρίσι, Τελ-Αβίβ, Ουτρέχτη, Μόναχο) [25]

-μείωση των καθυστερήσεων από 15% έως 36% (εφαρμογές σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ) [5]

-αύξηση της ταχύτητας των οχημάτων από 5% έως 40% (εφαρμογές σε Παρίσι, Ουτρέχτη, Μινεσότα) [5],[25]

-μικρή μείωση στην κατανάλωση ενέργειας και στις εκπομπές ρύπων (Παρίσι, Τελ-

Αβίβ), η μείωση είναι μικρή λόγω αύξησης της ταχύτητας [25]

-αύξηση της ροής στον αυτοκινητόδρομο και μείωση της ροής στο αστικό δίκτυο(εφαρμογές σε Παρίσι, Γλασκώβη) [25]

-μείωση του αριθμού των ατυχημάτων από 15% έως 50% και των δευτερογενών ατυχημάτων (εφαρμογές σε Παρίσι, Ουτρέχτη και πόλεις των ΗΠΑ) [5],[25]

Η **απαγόρευση στη ράμπα εισόδου (ramp closures)** είχε σαν αποτέλεσμα μείωση των ουρών στην κυκλοφορία κατά 50%, συνεπώς την μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και των καθυστερήσεων (εφαρμογή στη Νέα Υόρκη) [5].

Η **αστυνόμευση με τη χρήση ειδικών καμερών** της εισόδου οχημάτων σε λωρίδες που είναι αποκλειστικά για μέσα μαζικής μεταφοράς και της ταχύτητας των οχημάτων που κινούνται στον αυτοκινητόδρομο έχει επιφέρει μείωση των παραβάσεων κατά 75% (εφαρμογή στο Tallinn)[15] και μείωση των ατυχημάτων κατά 20%-80% στις ΗΠΑ[5]και κατά 50% στην Ευρώπη[18].

Η εφαρμογή **μεταβλητών ορίων ταχύτητας** στο Missouri είχε αποτέλεσμα:

-μείωση των ατυχημάτων από 4,5% έως 30% (εφαρμογές στις ΗΠΑ και στην Ευρώπη) [5],[24]

-μείωση των δευτερευόντων ατυχημάτων σε περίπτωση ύπαρξης συμβάντος (εφαρμογή στο Missouri) [5]

-αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου κατά 10% και μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης (εφαρμογή στο Missouri) [5]

-μείωση του χρόνου ταξιδιού κατά 5,4% (εφαρμογή στο Michigan) [5]

-αύξηση της μέσης ταχύτητας, χωρίς παράβαση του ορίου ταχύτητας ακόμα και χωρίς την ύπαρξη αστυνόμευσης (εφαρμογή στο Michigan) [5]

-μείωση της ουράς αναμονής (εφαρμογή στο Michigan)[5]

Η δημιουργία **Λωρίδων οχημάτων υψηλής πληρότητας** έχει σαν αποτέλεσμα:

-αύξηση του car-sharing κατά 38% (εφαρμογή στο Vancouver,Καναδάς)[16]

-αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας κατά 30% - 36% (εφαρμογές σε Houston, Seattle)[5]

-μείωση του χρόνου διαδρομής κατά 31% (εφαρμογή στο Salt Lake,ΗΠΑ)[5]

-μείωση των εκπομπών υδρογονανθράκων και CO₂ μέχρι και 20% αλλά αύξηση εκπομπών οξειδίων του αζώτου λόγω αύξησης στην ταχύτητα στις λωρίδες αυτές (εφαρμογές σε Houston, Minnesota και άλλες πόλεις των ΗΠΑ) [5],[16].

Οι λωρίδες οχημάτων υψηλής πληρότητας έχει καλύτερα αποτελέσματα σε ώρες αιχμής. Σε ώρες μη-αιχμής η χρήση τους αποφεύγεται η χρήση τους γιατί υπάρχουν μεγάλες απώλειες χρόνου για να συλλέξουν συνεπιβάτες και υπάρχει και η λοξοδρόμηση για να μπουν στο σημείο εισόδου.

Η τιμολόγηση των αυτοκινητοδρόμων μέσω ηλεκτρονικών διοδίων(περιγράφονται αναλυτικά στο κεφάλαιο ηλεκτρονικής πληρωμής) έχει σαν αποτέλεσμα: -μείωση εκπομπών ρύπων και κατανάλωσης ενέργειας, λόγω απαλοιφής των στάσεων που υποχρεούνταν να πραγματοποιήσει ο οδηγός στα συμβατικά διόδια (εφαρμογές σε Μεγάλη Βρετανία, Ιταλία, ΗΠΑ)[12],[17] -αύξηση της μέσης ταχύτητας των οχημάτων σε ποσοστό 10% και μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και των καθυστερήσεων διαδρομής της τάξης του 5%-17% λόγω απαλοιφής των στάσεων που υποχρεούνταν να πραγματοποιήσει ο οδηγός στα συμβατικά διόδια (εφαρμογές σε ΗΠΑ, Γερμανία, Ιταλία, Μεγάλη Βρετανία)[12],[21],[22] -αύξηση των ατυχημάτων και των δευτερογενών ατυχημάτων λόγω αύξησης της μέσης ταχύτητας των οχημάτων (εφαρμογές σε ΗΠΑ)[5],[12]

3.2.5.2 Αποδοχή από χρήστες

Τα αποτελέσματα της έρευνας με ερωτηματολόγιο που διεξήχθη σε Παρίσι, Ουτρέχτη, Μόναχο, Τελ Αβίβ για την εφαρμογή του συστήματος **του ελέγχου της εισόδου των οχημάτων στον αυτοκινητόδρομο μέσω ραμπών (ramp metering)** είχε γενικά θετική αντιμετώπιση από τους χρήστες. Μόνο, στο Τελ Αβίβ υπήρχαν στην αρχή κάποια παράπονα από ένα πολύ μικρό ποσοστό χρηστών οι οποίοι δεν καταλάβαιναν την λειτουργία και το σκοπό του συστήματος, αλλά κι αυτά εξαλείφθηκαν με το πέρασμα λίγων μηνών [25].

Εφαρμογή του ελέγχου της εισόδου των οχημάτων στον αυτοκινητόδρομο μέσω ραμπών (ramp metering) στο Detroit, είχε θετικά αποτελέσματα σε περιόδους αιχμής, αλλά η χρήση του σε ώρες αιχμής είχε αρνητικά αποτελέσματα. Η μη-χρήση του σε ώρες μη-αιχμής είχε θετικά αποτελέσματα [5].

Έρευνα που έγινε σε Los Angeles, Houston και Minneapolis (ΗΠΑ) έδειξε ότι το 25% - 40% των χρηστών επιλέγουν τις **Λωρίδες οχημάτων υψηλής πληρότητας** για την μετακίνηση τους την ώρα αιχμής[5]. Παρόμοια έρευνα στην Washington έδειξε ότι το 58% των χρηστών επιλέγουν για την μετακίνησης τους κατά την ώρα αιχμής τις Λωρίδες οχημάτων υψηλής πληρότητας[16]. Το πρόγραμμα CIVITAS που εφαρμόστηκε στην Μαδρίτη έδειξε ότι το 40% των χρηστών χρησιμοποιούσε την λωρίδα υψηλής πληρότητας, μια αύξηση σε σχέση με το 29% που χρησιμοποιούνταν κατά την προηγούμενη δεκαετία [15].

Η εφαρμογή **μεταβλητών ορίων ταχύτητας σε αυτοκινητοδρόμους** σε Μεγάλη Βρετανία, Γερμανία, Φινλανδία, Ολλανδία είχε την θετική αποδοχή των χρηστών. Συγκεκριμένα στην Μεγάλη Βρετανία το 68% των χρηστών επιθυμεί την επέκτασή τους σε περισσότερους αυτοκινητοδρόμους[24].

Η τιμολόγηση των αυτοκινητοδρόμων μέσω διοδίων δεν αντιμετωπίζεται θετικά

από ένα μεγάλο μέρος των χρηστών (περίπου 60%), ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια με την οικονομική κρίση που υπάρχει στις περισσότερες χώρες (εφαρμογή σε Ιταλία)[17]. Υπάρχουν όμως και ένα σημαντικό ποσοστό χρηστών που είναι θετικοί στην τιμολόγηση των αυτοκινητοδρόμων σε περίπτωση που αυτοί παρέχουν ανέσεις στην κίνησή τους (εφαρμογές σε Γερμανία, Μεγάλη Βρετανία) [21],[22].

Η **αστυνόμευση της ταχύτητας και της εισόδου στον αυτοκινητόδρομο** μέσω ειδικών καμερών έχει και θετική και αρνητική αποδοχή από τους χρήστες. Περισσότερο αρνητικοί στην εφαρμογή του συστήματος είναι οι νεαροί οδηγοί, οι οδηγοί δηλαδή που αρέσκονται να κινούνται με ταχύτητες που υπερβαίνουν το επιτρεπόμενο όριο ταχύτητας. Αντίθετα οι οδηγοί μεγαλύτερης ηλικίας είναι θετικοί στην εφαρμογή του συστήματος καθώς θεωρούν ότι έτσι αυξάνεται η ασφάλεια στο οδικό δίκτυο (εφαρμογές σε Ευρώπη, ΗΠΑ)[5],[25].

3.2.5.3 Οικονομική αποδοτικότητα (λόγος οφέλους-κόστους)

Η **παρακολούθηση της οδού με τον εντοπισμό των οδικών συμβάντων** είχε όφελος 100.000 \$ ανά ατύχημα, λόγω της μείωσης των καθυστερήσεων, σε εφαρμογή του συστήματος στο New Jersey [5].

Τα αποτελέσματα έρευνας για την εφαρμογή του συστήματος **του ελέγχου της εισόδου των οχημάτων στον αυτοκινητόδρομο μέσω ραμπών (ramp metering)** που έγινε στο Παρίσι έδειξαν ότι ο λόγος οφέλους-κόστους είναι 9:1. Στο Τελ Αβίβ ο λόγος οφέλους-κόστους από την εφαρμογή του συστήματος είναι 10:1 [25].

Το ετήσιο όφελος εφαρμογής του συστήματος στο Τελ Αβίβ είναι 210.000 € ενώ το κόστος εγκατάστασης ανέρχεται στις 87.000 € και το κόστος συντήρησης ανέρχεται σε 6.200 € το χρόνο [25].

Το κόστος εγκατάστασης του συστήματος στο Παρίσι ανέρχεται περίπου σε 4 εκατομμύρια € και τα ετήσια έσοδα σε 25 εκατομμύρια € περίπου[25].

Η εφαρμογή του συστήματος **του ελέγχου της εισόδου των οχημάτων στον αυτοκινητόδρομο μέσω ραμπών (ramp metering)** σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ είχε όφελος 287 εκατομμύρια \$ ανά έτος. Ο λόγος οφέλους-κόστους που προέκυψε από εφαρμογή του συστήματος στο San Francisco, κυμαίνονταν από 6:1 έως 12:1, στις μέρες με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο. Ο λόγος οφέλους-κόστους όμως, για τις μέρες με χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο ήταν αρνητικός [5],[16].

Τα αποτελέσματα έρευνας για την εφαρμογή **Λωρίδων οχημάτων υψηλής πληρότητας** στη Minneapolis (ΗΠΑ), είχαν λόγο οφέλους-κόστους 2:1 [5].

Παρόμοια έρευνα στο Los Angeles έδειξε λόγο οφέλους-κόστους ίσο με 7,4:1. Και στο Τέξας σχετική έρευνα έδειξε λόγο οφέλους-κόστους 17:1 [5].

Τα **συστήματα αστυνόμευσης στους αυτοκινητοδρόμους** που έχουν εφαρμοστεί σε

πολλές πόλεις των ΗΠΑ έχουν όφελος (μέσω των προστίμων στους παραβάτες) 1 δις \$ [5].

Η **τιμολόγηση λωρίδων κυκλοφορίας μέσω διοδίων στον αυτοκινητόδρομο**, που εφαρμόστηκε στο San Francisco, έχει λόγο οφέλους-κόστους που κυμαίνεται από 14:1 έως 39:1 [5].

Γενικά, το 87% των μελετών που έχουν γίνει, έδειξαν θετικό λόγο οφέλους-κόστους κατά την εφαρμογή ITS σε αυτοκινητόδρομο.

3.2.6 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Διαχείρισης Αυτοκινητοδρόμων

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΕ ΙΣ/ ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ	ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝ ΗΣ	ΑΥΞΗΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΜΜΜ	ΚΙΝΗΣΗ ΠΕΖΩΝ/ΠΟΔΗ ΛΑΤΩΝ
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ (ramp metering)	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΣΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ (ramp closures)	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΛΩΡΙΔΕΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑΣ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΛΩΡΙΔΕΣ ΑΝΤΙΣΤΡΕΨΙΜΗΣ ΡΟΗΣ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΟΔΟΥ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΜΕΤΑΒΛΗΤΑ ΟΡΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΑΣΤΥΝΟΜΕΥΣΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΑΣΤΥΝΟΜΕΥΣΗ ΡΑΜΠΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Πίνακας 2.2: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης αυτοκινητοδρόμων στην οδική ασφάλεια

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΑΒΑΣΕΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΓΙΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΤΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ(ramp metering)	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A
ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΣΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ(ramp closures)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΛΩΡΙΔΕΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑΣ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΟΔΟΥ	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A
ΜΕΤΑΒΛΗΤΑ ΟΡΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΑΣΤΥΝΟΜΕΥΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A
ΑΣΤΥΝΟΜΕΥΣΗ ΡΑΜΠΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΟΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A

Πίνακας 2.3: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης αυτοκινητοδρόμων στο περιβάλλον

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΕΚΠΟΜΠΗ ΡΥΠΩΝ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ(ramp metering)	ΘΕΤΙΚΗ(α)	ΘΕΤΙΚΗ
ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΣΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ(ramp closures)	N/A	N/A
ΛΩΡΙΔΕΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑΣ	+/- (β)	N/A
ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΟΔΟΥ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΜΕΤΑΒΛΗΤΑ ΟΡΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	N/A	N/A
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΑΣΤΥΝΟΜΕΥΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	N/A	N/A
ΑΣΤΥΝΟΜΕΥΣΗ ΡΑΜΠΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΟΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ	N/A	N/A

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

(α) έχουμε μείωση στις εκπομπές ρύπων(HC, CO₂, CO)αλλά μικρή αύξηση στην εκπομπή NO_x λόγω αύξησης ταχύτητας.

(β) έχουμε μείωση στις εκπομπές HC και CO₂, αλλά αύξηση των NO_x λόγω αύξησης της ταχύτητας.

Πίνακας 2.4: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων διαχείρισης αυτοκινητοδρόμων

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΧΡΗΣΤΕΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ(ramp metering)	ΘΕΤΙΚΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ
ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΣΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ(ramp closures)	N/A	N/A
ΛΩΡΙΔΕΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑΣ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΛΩΡΙΔΕΣ ΑΝΤΙΣΤΡΕΨΙΜΗΣ ΡΟΗΣ	N/A	N/A
ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΟΔΟΥ	+/-	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ
ΕΛΕΓΧΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ	N/A	N/A
ΜΕΤΑΒΛΗΤΑ ΟΡΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΘΕΤΙΚΗ	
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΑΣΤΥΝΟΜΕΥΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	+/-	ΘΕΤΙΚΗ
ΑΣΤΥΝΟΜΕΥΣΗ ΡΑΜΠΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΟΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ	+/-	ΘΕΤΙΚΗ

3.2.7 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Διαχείρισης Αυτοκινητοδρόμων

Γενικά, η εφαρμογή των ITS στους αυτοκινητόδρομους έχει πολλά οφέλη, αλλά αυτά δεν «φαίνονται» εύκολα στο κοινό, γιατί δεν έχουν την διαφήμιση που θα έπρεπε να έχουν από τα ΜΜΕ με αποτέλεσμα να μη στηρίζονται «θερμά» από τους πολιτικούς. Από τα λίγα αρνητικά, είναι η έλλειψη τεχνικού ειδικευμένου προσωπικού.

Τα κυριότερα οφέλη των συστημάτων Διαχείρισης Αυτοκινητοδρόμων είναι:

- μείωση των χρόνων διαδρομής και των καθυστερήσεων
- αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας του δικτύου
- βελτίωση στην ασφάλεια (όχι σε όλες τις περιπτώσεις)
- μικρή μείωση στις εκπομπές ρύπων και στην κατανάλωση της ενέργειας (αυτό οφείλεται στην αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου και την αύξηση της ταχύτητας).

Τα σημαντικότερα συστήματα διαχείρισης αυτοκινητοδρόμων που χρησιμοποιούνται σήμερα σε **περιόδους αιχμής** είναι:

- ⊙ **ο έλεγχος της εισόδου των οχημάτων στον αυτοκινητόδρομο (ramp metering):** το σύστημα αυτό έχει πολλά οφέλη, όπως μείωση των καθυστερήσεων και του χρόνου διαδρομής, μείωση των πρωτογενών και δευτερογενών ατυχημάτων, μεγάλη οικονομική αποδοτικότητα, αλλά ειδικά σε περιόδους αιχμής **αυξάνει την ροή οχημάτων στον αυτοκινητόδρομο και μειώνει την ροή οχημάτων στο αστικό δίκτυο** με αποτέλεσμα μείωση της κυκλοφορίας/συμφόρησης στο κέντρο των μεγάλων πόλεων. Το μειονέκτημα αυτής της δράσης είναι η αύξηση των εκπομπών NO_x λόγω αύξησης της ταχύτητας των οχημάτων.
- ⊙ **Λωρίδες οχημάτων υψηλής πληρότητας:** Οι λωρίδες οχημάτων υψηλής πληρότητας έχει καλύτερα αποτελέσματα σε ώρες αιχμής. Σε ώρες μη-αιχμής η χρήση τους αποφεύγεται η χρήση τους γιατί υπάρχουν μεγάλες απώλειες χρόνου για να συλλέξουν συνεπιβάτες και υπάρχει και η λοξοδρόμηση για να μπουν στο σημείο εισόδου που αυξάνει τον κίνδυνο ατυχημάτων.
- ⊙ **Μεταβλητά όρια ταχύτητας:** τα μεταβλητά όρια ταχύτητας είτε σε κάποιες λωρίδες, είτε σε όλες τις λωρίδες του αυτοκινητόδρομου μπορούν να αντιμετωπίσουν καλύτερα την κυκλοφορία σε ώρες αιχμής. Η εφαρμογή τους συνήθων γίνεται με την βοήθεια των VMS (Variable Message Signs).
- ⊙ **Τιμολόγηση αυτοκινητόδρομου:** γίνεται με την χρήση ηλεκτρονικών διοδίων και αναβαθμίζει το περιβάλλον, ενώ μειώνει την κυκλοφοριακή συμφόρηση και τις καθυστερήσεις / χρόνο διαδρομής. Το αρνητικό είναι ότι δεν είναι αποδεκτό σύστημα από το σύνολο των χρηστών.

3.3 Προηγμένα Συστήματα Διαχείρισης Μέσων Μαζικής Μεταφοράς

Ένας από τους σημαντικότερους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως αποτυπώνεται και στην Λευκή Βίβλο(2011)[3] είναι η ανάπτυξη ενός αποδοτικού και αποτελεσματικού δικτύου μέσων μαζικής μεταφοράς, που θα οδηγήσει τους χρήστες του οδικού δικτύου να επιλέγουν τα μέσα μαζικής μεταφοράς για τις μετακινήσεις τους και να μειώσουν την χρήση των ιδιωτικών αυτοκινήτων τους. Ο σκοπός των έξυπνων συστημάτων μεταφοράς είναι να βοηθήσουν στην υλοποίηση αυτού του στόχου.

Η διαχείριση των μέσων μαζικής μεταφοράς αναφέρεται τόσο στα αστικά δίκτυα, όσο και στα υπεραστικά. Σημαντικό πρόβλημα των υπεραστικών (επαρχιακών) περιοχών είναι η έλλειψη προσβασιμότητας στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Η παροχή υψηλού επιπέδου υπηρεσιών δημόσιας μεταφοράς στις περιοχές αυτές είναι από δύσκολη έως αδύνατη λόγω του πολύ υψηλού λειτουργικού κόστους. Γι' αυτό στις περιοχές αυτές προτείνεται η ύπαρξη ενός «ευέλικτου» συστήματος δημόσιων μεταφορών (flexible public transportation)[26]. Αυτό το σύστημα αποτελείται από ένα μικρό στόλο οχημάτων (μικρά λεωφορεία, μικρά βαν) και ένα κέντρο ελέγχου το οποίο συντονίζει τα δρομολόγια με τέτοιο τρόπο, ώστε ειδικά αν οι προελεύσεις και οι προορισμοί των μετακινήσεων διαφέρουν αρκετά και καλύπτουν μια μεγάλη γεωγραφική περιοχή, να υπάρχει όσο το δυνατόν μικρότερες καθυστερήσεις και όσο το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη των αναγκών για μετακινήσεις στις περιοχές αυτές. Οι βασικές τεχνολογίες που συνεισφέρουν σε αυτή την περίπτωση είναι ο αυτόματος προσδιορισμός της θέσης των οχημάτων, προηγμένα συστήματα παρακολούθησης (ανιχνευτές), πληροφόρησης, σχεδιασμού δρομολογίων και ολοκληρωμένων στρατηγικών τιμολόγησης, αξιόπιστο δίκτυο επικοινωνιών.

Υπεύθυνα για την διαχείριση του συστήματος των δημοσίων συγκοινωνιών είναι τα Κέντρα Διαχείρισης Μέσων Μαζικής Μεταφοράς.

Η διαχείριση των μέσων μαζικής μεταφοράς μπορεί να ταξινομηθεί σε τέσσερις ευρείες περιοχές :

- Διασφάλιση της ασφάλειας
- Υπηρεσίες μαζικής μεταφοράς και κινητικότητας
- Διαχείριση του στόλου οχημάτων
- Παροχή πληροφόρησης

Οι λειτουργίες ανά επιμέρους εφαρμογή του συστήματος διαχείρισης Μέσων Μαζικής Μεταφοράς και η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία είναι:

3.3.1 Ασφάλεια

Τα μέτρα που λαμβάνονται για τη βελτίωση της ασφάλειας και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται είναι:

-Παρακολούθηση μέσα στο όχημα:

βιντεοκάμερες επιβλέπουν το εσωτερικό των οχημάτων μαζικής μεταφοράς. Οι εικόνες που συλλέγονται στέλνονται σε ένα Κέντρο Διαχείρισης Μέσων Μαζικής Μεταφοράς μέσω ασύρματης επικοινωνίας. Ακόμα, σε περίπτωση εμφάνισης προβλημάτων το Κέντρο ενημερώνεται με ειδικό συναγερμό που διαθέτουν τα συστήματα αυτόματου εντοπισμού της θέσης των οχημάτων. Ο απαιτούμενος τεχνολογικός εξοπλισμός είναι συσκευές εντοπισμού θέσης (GPS), κινητά τηλέφωνα, ειδικοί ανιχνευτές για την παραχώρηση προτεραιότητας σε σηματοδότες, συσκευές ηλεκτρονικής πληρωμής.

-Επιτήρηση της υποδομής και των τερματικών σταθμών:

Χρησιμοποιούνται κάμερες κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης (CCTV) για την παρακολούθηση των τερματικών σταθμών και των στάσεων των μέσων μαζικής μεταφοράς για την αύξηση της ασφάλειας των χρηστών.

-Καταλληλότητα του προσωπικού και πιστοποίηση των προσόντων των υπαλλήλων:

Για την διατήρηση της ασφάλειας των μέσων μαζικής μεταφοράς πρέπει να υπάρχουν συστήματα που θα ελέγχουν την ταυτότητα του προσωπικού και το αν έχει την εξουσιοδότηση να εκτελέσει κάποια συγκεκριμένη λειτουργία και να έχει πρόσβαση στο χώρο των οχημάτων.

-Συστήματα που μπορούν να σταματήσουν τη λειτουργία των οχημάτων από απόσταση:

Τα Κέντρα διαχείρισης μέσων μαζικής μεταφοράς να μπορούν να διακόπτουν από απόσταση την λειτουργία των οχημάτων που έχουν υποστεί κάποια βλάβη, μέσω ασύρματης επικοινωνίας.

3.3.2 Υπηρεσίες μαζικής μεταφοράς και κινητικότητας

Ο τομέας αυτός διακρίνεται στις εξής εφαρμογές:

➤ Προσβασιμότητα στις δημόσιες συγκοινωνίες:

Στις αστικές περιοχές, μια εφαρμογή που βοηθά στην προσβασιμότητα των μέσων μαζικής μεταφοράς είναι το **park and ride**[27]. Park and ride είναι εγκαταστάσεις χώρων στάθμευσης αυτοκινήτων, με συνδέσεις με μέσα μαζικής μεταφοράς, που επιτρέπουν στους ανθρώπους που επιθυμούν να ταξιδέψουν

στο κέντρο των πόλεων, να αφήσουν τα οχήματα τους εκεί και να συνεχίσουν το ταξίδι τους είτε με κάποιο μέσο μαζικής μεταφοράς είτε με car-pooling (ομαδική χρήση αυτοκινήτου: σημαίνει ότι δύο τουλάχιστον άτομα επιβαίνουν σε ένα αυτοκίνητο που ανήκει συνήθως σε ένα από τα δύο άτομα. Ο οδηγός και οι συνεπιβάτες γνωρίζουν πριν το ταξίδι ότι θα συνταξιδέψουν και την ώρα που θα αναχωρήσουν). Το όχημα αποθηκεύεται στο χώρο στάθμευσης κατά τη διάρκεια της ημέρας και θα ανακτηθεί όταν ο ιδιοκτήτης του επιστρέψει. Park and rides βρίσκονται συνήθως στα προάστια μεγάλων πόλεων. Τα συστήματα park and ride είναι ένας τρόπος για τους χρήστες να αποφεύγουν τις δυσκολίες και την αυξημένη τιμή για parking στο κέντρο των πόλεων και το άγχος που τους δημιουργείται στην προσπάθεια ανεύρεσης ελεύθερης θέσης parking. **Ωστόσο, δεν έχει αποδειχθεί ακόμα αν το σύστημα park and ride έχει σημαντική επίπτωση στη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης.** Μάλιστα μερικές μελέτες δείχνουν ότι τα park and ride όχι μόνο δεν μειώνουν σημαντικά την κυκλοφοριακή συμφόρηση αλλά μπορεί να αυξάνουν την συμφόρηση σε άλλους δρόμους, όπως για παράδειγμα στους δρόμους που οδηγούν στις εγκαταστάσεις αυτές.

Στις εγκαταστάσεις park and ride παρέχονται όλες οι ανέσεις στους χρήστες όπως εστιατόρια, καφετέριες, εμπορικά μαγαζιά τουαλέτες και ενημερωτικά φυλλάδια πληροφόρησης των χρηστών. Λειτουργούν συνήθως πέντε μέρες την εβδομάδα. Τα αυτοκίνητα των χρηστών φυλάσσονται ως το βράδυ, γιατί μετά οι εγκαταστάσεις κλείνουν και ο οδηγός θα πάρει το όχημά του την επόμενη μέρα εκτός ενημερώσει καλώντας σε ένα νούμερο έκτακτης βοήθειας τις αρχές και οι εγκαταστάσεις ανοίξουν για να το πάρει. Για την ασφάλεια των χρηστών και των οχημάτων χρησιμοποιούνται κάμερες κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης (CCTV).

➤ Διαχείριση της ζήτησης των μετακινήσεων με μέσα μαζικής μεταφοράς

-μετακίνηση ατόμων σε κοινό όχημα (**car-sharing**) και ομαδική χρήση αυτοκινήτων (**car-pooling**)[28]:

Το **Car-sharing** που είναι επίσης γνωστό και ως **ride-sharing** είναι όταν δύο ή περισσότεροι άνθρωποι μοιράζονται ένα όχημα και ταξιδεύουν μαζί και το όχημα ανήκει σε κάποιο από τα άτομα αυτά. Το **car-pooling** έχει τον ίδιο ορισμό με το car-sharing, με τη διαφορά ότι το όχημα που μοιράζονται τα άτομα δεν ανήκει σε κάποιον από αυτούς, αλλά είναι ενοικιαζόμενο από τον δήμο ή άλλη ιδιωτική εταιρεία. Επιτρέπει στους χρήστες να επωφεληθούν από την άνεση του αυτοκινήτου, και να αντιμετωπίσουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση και την ρύπανση. Ακόμα, επιτρέπει στους χρήστες να μοιράζονται το κόστος της βενζίνης.

Τα οφέλη της χρήσης του car-sharing/car pooling είναι μείωση του αριθμού των αυτοκινήτων που κινούνται στους δρόμους, επομένως μείωση της συμφόρησης, μείωση εκπομπών ρύπων και λιγότερα προβλήματα για ανεύρεση θέσης parking. Άλλα οφέλη είναι η μείωση της ανάγκης για ατομική ιδιοκτησία αυτοκινήτων, η βοήθεια στα προβλήματα πρόσβασης που αντιμετωπίζουν οι αγροτικές περιοχές, η παροχή στους εργαζόμενους περισσότερες επιλογές για μεταφορά προς την εργασία τους και η εξοικονόμηση χρημάτων.

Επιτρέπει στους χρήστες να μοιραστούν αυτοκίνητο για κάθε ταξίδι: για τον τόπο εργασίας, για τα εβδομαδιαία «ψώνια», για ένα αθλητικό γεγονός, για μια συναυλία, για επίσκεψη σε φίλους, για το πανεπιστήμιο, για το αεροδρόμιο.

Ο βασικός στόχος του car-sharing/car pooling είναι η αλλαγή της νοοτροπίας των χρηστών για τη εύκολη χρήση του ιδιωτικού αυτοκινήτου. Ο συνδυασμός του με μέσα μαζικής μεταφοράς και «στροφή» των χρηστών σε ποδήλατο και περπάτημα είναι απαραίτητος.

Για περισσότερη ασφάλεια προτείνεται η συνάντηση των χρηστών που θα χρησιμοποιήσουν κοινό όχημα να γίνεται σε δημόσιο μέρος, να αποφεύγουν οι χρήστες να ανταλλάσσουν πληροφορίες για τη διεύθυνση του σπιτιού τους, η ενημέρωση κάποιου φίλου ή συγγενή για την ώρα, την τοποθεσία και το άτομο με το οποίο θα συνταξιδέψει ο χρήστης, η παρουσίαση ταυτοτήτων μεταξύ των συνοδηγών.

Για το κόστος συνήθως οι χρήστες μοιράζονται την βενζίνη ή αλλιώς η χρέωση γίνεται βάση της ώρας ή των διανυθέντων χιλιομέτρων. Μπορεί να εφαρμοστεί και έκπτωση για την χρήση σε ώρες μη-αιχμής.

Το car-sharing/car pooling μπορεί να γίνεται σε ειδικές λωρίδες κυκλοφορίας η να χρησιμοποιούνται οι κοινές λωρίδες.

Η κράτηση αυτοκινήτου μπορεί να γίνει είτε μέσω τηλεφώνου είτε μέσω Internet.

Το 95% των car-sharing/car pooling στις ΗΠΑ είναι συγκεντρωμένο στις μεγάλες μητροπολιτικές περιοχές. Στις μικρότερες πόλεις το car-sharing/car pooling δε λειτουργεί πάντα με επιτυχία με αποτέλεσμα τον τερματισμό της εφαρμογής (Michigan, Halifax στις ΗΠΑ)[28]. Τα πρώτα car-sharing/car pooling εφαρμόστηκαν στην Ελβετία και την Γερμανία.

-δυναμικός σχεδιασμός διαδρομών και προγραμματισμός δρομολογίων:

Ο αυτόματος προσδιορισμός της θέσης των οχημάτων (Automated Vehicle Location-AVL), η ανάθεση δρομολογίων με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή (CAD), η κράτηση εισιτηρίων μέσω του Internet διευκολύνουν τη

δρομολόγησης των μέσων μαζικής μεταφοράς σε πραγματικό χρόνο ανάλογα με τη ζήτηση.

-συντονισμός των υπηρεσιών:

Χρησιμοποιούνται τεχνολογίες παρακολούθησης των οχημάτων και τηλεπικοινωνιών που διευκολύνουν το κοινό στην μετεπιβίβαση του στο ίδιο ή σε άλλα μέσα μεταφοράς.

-ηλεκτρονικά συστήματα είσπραξης του κομίστρου:

Ο αυτόματος πωλητής εισιτηρίων είναι κατασκευασμένος για να λειτουργεί σε εξωτερικό ή εσωτερικό περιβάλλον όπως στάσεις ή σταθμούς ΚΤΕΛ. Αποτελεί ένα υψηλής ποιότητας, εξαιρετικής ασφαλείας και με υψηλό βαθμό αντοχής σε βανδαλισμούς ηλεκτρονικό σύστημα, φιλικό προς το χρήστη, ώστε η έκδοση ενός εισιτηρίου να αποτελεί μια απλή και γρήγορη διαδικασία. Ταυτόχρονα η αρθρωτή σχεδίαση του μηχανήματος επιτρέπει την προσαρμογή στις απαιτήσεις του κάθε φορέα μέσων μαζικής μεταφοράς. [περισσότερα αναφέρονται στο κεφάλαιο της ηλεκτρονικής πληρωμής].

3.3.3 Διαχείριση στόλου οχημάτων

Η διαχείριση του στόλου οχημάτων των δημοσίων συγκοινωνιών περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες :

-Αυτόματος εντοπισμός της θέσης των οχημάτων (Automatic Vehicle Location- AVL) και ανάθεση δρομολογίων υποβοηθούμενη από ηλεκτρονικό υπολογιστή (CAD):

Τα συστήματα AVL (Automatic Vehicle Location Systems) χρησιμοποιούν διάφορες τεχνολογίες για να υπολογίσουν την ακριβή θέση του οχήματος και χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες [29]:

- Σε αυτά που λειτουργούν αυτόνομα σε κάθε όχημα:

Τα αυτόνομα συστήματα προσδιορισμού της θέσης οχημάτων αποτελούνται από ένα αισθητήρα που προσδιορίζει την κατεύθυνση κίνησης του οχήματος και ένα αισθητήρα που μετράει την απόσταση που διατρέχει το όχημα. Τα συστήματα αυτά μετρούν την σχετική θέση του οχήματος. Για την ακριβή θέση του οχήματος χρειαζόμαστε και ένα μικρό Η/Υ μέσα στο αυτοκίνητο.

- Σε αυτά που δημιουργούν ραδιοκύματα από εξωτερικές πηγές (επίγειες ή δορυφορικές) για τον υπολογισμό της θέσης τους οχήματος.

Ραδιοκύματα από επίγειες πηγές: χρησιμοποιούνται κυρίως στην Ευρώπη και στην Ιαπωνία. Η μέθοδος αυτή προβλέπει την τοποθέτηση ειδικών πομποδεκτών

σε διασταυρώσεις δρόμων μέσα σε πόλεις. Όταν ένα όχημα εφοδιασμένο με δικό του πομποδέκτη πλησιάζει τη διασταύρωση, τότε δέχεται διάφορες πληροφορίες μεταξύ των οποίων και στοιχεία θέσης. Σε μερικά συστήματα και το όχημα μπορεί να στείλει κάποια πληροφορία προς το κέντρο ελέγχου δια μέσου του πομποδέκτη στη διασταύρωση. Τα συστήματα αυτά έχουν ικανοποιητική απόδοση, ιδιαίτερα στα πυκνοδομημένα με υψηλά κτίρια αστικά κέντρα. Η επέκταση όμως των συστημάτων αυτών για χρησιμοποίηση εκτός των πόλεων απαιτεί την εγκατάσταση πολλών πομποδεκτών με αύξηση του κόστους σε απαγορευτικά επίπεδα.

Ραδιοκύματα από δορυφορικές πηγές: το δορυφορικό σύστημα εντοπισμού θέσης GPS διαθέτει ακρίβεια εντοπισμού θέσης της τάξης των 10-15 m. Η ακρίβεια αυτή είναι αρκετή για πολλές εφαρμογές. Σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι το σχετικά χαμηλό κόστος. Στα περισσότερα συστήματα AVL ο δέκτης συνδέεται με ένα μικρό Η/Υ στο όχημα οπότε οι δυνατότητες αυξάνονται (ψηφιακοί χάρτες, χάραξη διαδρομών, εναλλακτικές διαδρομές). Η χρήση δύο δεκτών GPS, από τους οποίους ο ένας είναι εγκαταστημένος σε γνωστό σημείο και ο άλλος πάνω στο κινούμενο όχημα επιτρέπει τον ακριβή προσδιορισμό της θέσης του οχήματος (η ακρίβεια εδώ κυμαίνεται σε λίγα cm).

Τα συστήματα AVL και CAD περιλαμβάνουν την επιβεβαίωση των χρόνων άφιξης και αναχώρησης κάθε λεωφορείου καθώς και την προσέγγιση στα σημεία στάσεων σύμφωνα με το πρόβλημα κίνησης. Με τη βοήθεια του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS) είναι δυνατή η εύρεση της συντομότερης διαδρομής για τα οχήματα σε περίπτωση έκτακτου συμβάντος.

-Συντήρηση: αφορά την συντήρηση του στόλου οχημάτων των μέσων μαζικής μεταφοράς.

3.3.4 Παροχή πληροφόρησης

Πολλές φορές η μεγάλη κυκλοφορία οχημάτων σε μια πόλη προκαλεί καθυστερήσεις που καθιστούν αδύνατη την τήρηση των ωραρίων που υπάρχουν για την εκτέλεση των δρομολογίων από τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Αυτή η καθυστέρηση των λεωφορείων και η αύξηση αναμονής του κοινού στις στάσεις δημιουργεί κακές εντυπώσεις και δυσαρέσκεια για τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Μία λύση που θα μπορούσε να βελτιώσει τις συνθήκες αναμονής είναι η τοποθέτηση ειδικών ηλεκτρικών πινακίδων στις στάσεις.

Οι ηλεκτρονικές πινακίδες έξυπνων στάσεων είναι προϊόντα υψηλής ποιότητας και λειτουργικότητας στον τομέα της πληροφόρησης του επιβατικού κοινού στις στάσεις ή κεντρικούς σταθμούς επιβίβασης[10]. Οι πινακίδες είναι τεχνολογίας LED τύπου

Full Matrix ή LCD και είναι σχεδιασμένες να λειτουργούν σε εξωτερικό περιβάλλον κάτω από αντίξοες καιρικές συνθήκες. Είναι προϊόντα καλαίσθητα και επαρκούς αντοχής ώστε να προστατεύονται από εξωγενείς παρεμβάσεις και βανδαλισμούς. Η φωτεινότητα των πινακίδων επιτρέπει την ανάγνωση των μηνυμάτων κάτω από όλες τις συνθήκες φυσικού φωτισμού, ακόμα και σε συνθήκες έντονης ηλιοφάνειας, σε απόσταση τουλάχιστον 25 μέτρων. Η κατασκευή όλων των πινακίδων είναι σύμφωνη με τα πλέον πρόσφατα διεθνή πρότυπα που αφορούν στεγανότητα, ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα, φιλικότητα στο περιβάλλον. Οι πινακίδες επικοινωνούν ασύρματα ή ενσύρματα με το κέντρο ελέγχου μέσω του επιλεγόμενου τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού, ο οποίος είναι ενσωματωμένος εντός του μεταλλικού πλαισίου τους.

Οι ηλεκτρονικές πινακίδες έξυπνων στάσεων έχουν τη δυνατότητα να εμφανίζουν:

- Πληροφοριακά στοιχεία που περιλαμβάνουν τον κωδικό της γραμμής, τον προορισμό και τον αναμενόμενο χρόνο άφιξης του επόμενου οχήματος για κάθε γραμμή που εξυπηρετεί η στάση
- Πληροφοριακά στοιχεία που σχετίζονται με τις ανταποκρίσεις των οχημάτων διαφορετικών γραμμών
- Πληροφοριακά στοιχεία κυκλοφοριακού αντικειμένου
- Πληροφοριακά στοιχεία που σχετίζονται με μηνύματα ενημέρωσης του επιβατικού κοινού
- Διαφημίσεις με την βοήθεια επιλογής διαφόρων εφέ

Άλλος τρόπος πληροφόρησης είναι μέσω κινητού τηλεφώνου. Ο επιβάτης στέλνει μήνυμα (SMS) προς το κέντρο ελέγχου δίνοντας τον κωδικό της στάσης όπου βρίσκεται και την κατεύθυνση. Σε απάντηση δέχεται μήνυμα το οποίο τον πληροφορεί για τον εκτιμώμενο χρόνο αναμονής.

Η πληροφόρηση ακόμα μπορεί να γίνεται μέσω: Internet, ραδιοφώνου, στους τερματικούς σταθμούς, εντός του οχήματος με οπτικά ή ηχητικά μηνύματα.

3.3.5 Αξιολόγηση του συστήματος

3.3.5.1 επιδράσεις-οφέλη

Η εφαρμογή του συστήματος **park and ride** για καλύτερη πρόσβαση στις δημόσιες συγκοινωνίες και σε car-sharing και car-pooling είχε σαν συνέπειες:

- αύξηση της χρήσης των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς κατά 17%-59% (εφαρμογές σε πόλεις της Αγγλίας, στο Μόναχο, στο Ρότερνταμ)[17],[22]
- μείωση εκπομπών ρύπων και κατανάλωσης ενέργειας από 20% έως 30% (εφαρμογές σε πόλεις των ΗΠΑ και στο Cork (Ιρλανδία))[17],[27]
- ελάχιστη μείωση στα ατυχήματα και στο χρόνο διαδρομής (εφαρμογή στο Cork)[17]

Η εφαρμογή της **κοινής χρήσης του αυτοκινήτου (car-sharing/car pooling)** είχε σαν αποτέλεσμα:

- μεγάλη μείωση της εκπομπής ρύπων (έως και 54% μείωση CO₂, 45% HC ΚΑΙ 33% NO_x και κατανάλωσης ενέργειας (εφαρμογές σε πολλές πόλεις της Ευρώπης) [17],[21],[22]
- μείωση της χρήσης αυτοκινήτων έως και 26% (εφαρμογές σε Αγγλία, ΗΠΑ) [17],[28]
- μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης κατά 17% (εφαρμογή στο Norwich) [17]
- αύξηση της χρήσης ποδηλάτων κατά 12% και των πεζών χρηστών κατά 9% (εφαρμογή στο Norwich) [17]

Τα συστήματα **πληροφόρησης** που εφαρμόζονται έχουν σαν αποτέλεσμα:

- αύξηση της χρήσης των ΜΜΜ (εφαρμογές σε Tennessee, California, Τορίνο) [5]
- αύξηση της αξιοπιστίας (εφαρμογές σε πόλεις των ΗΠΑ) [5]

Η εφαρμογή του **δυναμικού σχεδιασμού διαδρομών και προγραμματισμού δρομολογίων μέσω των συστημάτων AVL και CAD** είχε σαν αποτέλεσμα:

- αύξηση της χρήσης των ΜΜΜ από 8% έως και 27% (εφαρμογές σε πολλές πόλεις της Ευρώπης και των ΗΠΑ) [5],[15],[21]
- μείωση των καθυστερήσεων από 21% έως και 60% (εφαρμογές σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ) [5]
- μείωση του χρόνου αναμονής του χρήστη στις στάσεις έως και 22% (εφαρμογές σε Λονδίνο, Γκέτεμποργκ,Portland)[5],[15]
- μείωση του χρόνου ταξιδιού κατά 1,45 λεπτά/δρομολόγιο (εφαρμογή στο Portland) [5]
- μείωση κατανάλωσης ενέργειας κατά 407,568 γαλόνια και μείωση εκπομπής CO₂ κατά 4,252 τόνους (εφαρμογή στη Nevada) [5]

-μείωση του χρόνου που απαιτείται ώστε τα συνεργεία συντήρησης να φτάσουν στην περιοχή του «προβληματικού» λεωφορείου (εφαρμογή σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ) [5]

-αύξηση της αξιοπιστίας των MMM (εφαρμογή στην California) [5]

3.3.5.2 Αποδοχή από χρήστες

Γενικά, η εφαρμογή των ITS στα MMM έχουν μεγάλη αποδοχή από τους χρήστες και αυξάνει την χρήση τους. Το μεγαλύτερο «εμπόδιο» για την επιλογή των MMM είναι η «νοοτροπία» των ανθρώπων ότι η χρήση του ιδιωτικού αυτοκινήτου προσφέρει μεγαλύτερη άνεση από ότι τα MMM (κάτι που πιστεύει το 71% των χρηστών σε μελέτες που έγιναν στις χώρες της Ε.Ε. (Μάρτιος 2011))[3].

Η εφαρμογή των συστημάτων **πληροφόρησης** στο Ρότερνταμ κρίθηκε θετική από τους χρήστες[22]. Ομοίως η εφαρμογή των ηλεκτρονικών πινακίδων στις στάσεις και η ενημέρωση με ηχητικά μηνύματα εντός του οχήματος αντιμετωπίστηκε πολύ θετικά από τους επιβάτες στο Ταλίν, Εσθονία[15]. Στο Μάλμε της Σουηδίας το 91% των χρηστών έκρινε ικανοποιητικά τα μέσα πληροφόρησης[15]. Στο Winchester της Αγγλίας το 87% των χρηστών ήταν ικανοποιημένο από τα συστήματα πληροφόρησης[17]. Στην Γλασκώβη το 95% των επιβατών ανέφερε ότι οι πινακίδες πληροφόρησης στις στάσεις και στους σταθμούς ήταν ευανάγνωστες, στο κατάλληλο ύψος και μέγεθος και με την κατάλληλη φωτεινότητα[15]. Ίδια αποτελέσματα προέκυψαν και από την εφαρμογή τους στο Μόναχο και στο Λιντς, Αγγλία[15]. Τα **συστήματα πληροφόρησης κατά τη διάρκεια της διαδρομής** κρίθηκαν πολύ χρήσιμα από το 90% των χρηστών σε εφαρμογή στο Λέστερ[15]. Μελέτη στο Tennessee έδειξε ότι η **πληροφόρηση μέσω Internet**, έχει την θετική αποδοχή των χρηστών[5].

Τα αποτελέσματα έρευνας που έγινε με την μορφή ερωτηματολόγιων για την εφαρμογή του συστήματος **park and ride** για καλύτερη πρόσβαση στις δημόσιες συγκοινωνίες στο Κορκ της Ιρλανδίας έδειξαν ότι το 83% των χρηστών το αξιολόγησε ως πολύ καλό και το 17% ως καλό, δηλαδή η αποδοχή του συστήματος από τους χρήστες ήταν καθολική[17]. Η εφαρμογή του συστήματος **park and ride** στο Winchester, Αγγλία κρίθηκε θετικά από το 87% των χρηστών[17]. Θετικά έκριναν το σύστημα **park and ride** οι χρήστες σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ (Σικάγο, Βοστώνη, Κονέκτικατ, Σακραμέντο, Μέριλαντ κ.ά.)[27]. Η εφαρμογή του συστήματος **park and ride** στο Bristol, Αγγλία κρίθηκε θετικά από το 80% των χρηστών[21].

Για την **κοινή χρήση του αυτοκινήτου (car-pooling)** η γνώμη των χρηστών ήταν πολύ θετική. Από έρευνα που έγινε στο Ρότερνταμ, το 91% των χρηστών είναι ικανοποιημένο με την ευκολία χρήσης του συστήματος και το 95% είναι

ικανοποιημένο με την διαθεσιμότητα του συστήματος[22]. Όμως η εφαρμογή του **car-pooling** στο Cork της Ιρλανδίας αντιμετωπίστηκε αρνητικά από τους χρήστες, καθώς οι περισσότεροι επιθυμούσαν την χρήση των ιδιωτικών τους αυτοκινήτων[17]. Για να γίνει αποδεκτό πρέπει να συνδυαστεί με πολιτικές περιορισμού του parking σε κεντρικά σημεία της πόλης και αύξηση των τιμών για parking στις περιοχές αυτές. Η εφαρμογή του **car-pooling** σε Μπέργκαμο και Ποτέντσα αντιμετωπίστηκε θετικά από το 67% των χρηστών[22].

Η εφαρμογή **καμερών κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης (CCTV) μέσα στα λεωφορεία και στους τερματικούς σταθμούς** αξιολογήθηκε θετικά από τους χρήστες καθώς το 17% αυτών σε εφαρμογή στο Μάλμε της Σουηδίας ανέφερε ότι επιλέγουν σαν μέσο μετακίνησης τα ΜΜΜ λόγω περισσότερης ασφάλειας[15]. Θετικά από τους χρήστες αξιολογήθηκε το σύστημα αυτό και στη Ρώμη[17]. Η εφαρμογή καμερών μέσα στα λεωφορεία και στους τερματικούς σταθμούς στην California, είχε θετική ανταπόκριση από τους επιβάτες και τους οδηγούς, καθώς θεωρούσαν ότι έτσι αυξάνεται η ασφάλειά τους, αλλά και από τους αρμόδιους φορείς που είχαν καλύτερη συνεργασία με την τοπική αστυνομία και ένα τρόπο ώστε να έχουν αποδείξεις σε περίπτωση διαμάχης με ασφαλιστικές εταιρίες που εκπροσωπούν «παραπονούμενους» επιβάτες[5].

Η εφαρμογή του **δυναμικού σχεδιασμού διαδρομών και προγραμματισμού δρομολογίων μέσα των συστημάτων AVL και CAD** αξιολογήθηκε πολύ θετικά από τους χρήστες, σε έρευνα που έγινε στην Βαρκελώνη[17], καθώς το 33% αυτών, απάντησαν ότι τώρα χρησιμοποιούν τα ΜΜΜ, κάτι που δεν έκαναν νωρίτερα. Θετική αποδοχή είχε η εφαρμογή του συστήματος σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ[5].

3.3.5.3 οικονομική αποδοτικότητα

Η εφαρμογή του συστήματος **park and ride** στο Winchester, Αγγλία εκτιμήθηκε ότι μπορεί να αυξήσει τα έσοδα κατά 27% [17]. Πολλά ήταν τα οικονομικά οφέλη από τη χρήση του συστήματος **park and ride** σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ [5]. Οφέλη από την εφαρμογή του park and ride προκύπτουν σε μεγάλες πόλεις, γιατί η εφαρμογή τους σε μικρές πόλεις μπορεί να έχει λειτουργικά έξοδα που δεν μπορούν να καλυφθούν από τον μικρό αριθμό των χρηστών (Κιντερμίνστερ, Αγγλία)[15].

Γενικά το σύστημα **park and ride** σπάνια γίνεται οικονομικά αυτάρκες, ακόμα και για το κόστος λειτουργίας ωστόσο οι περισσότερες Αρχές των πόλεων που το εφαρμόζουν αναφέρουν ότι το κέρδος δεν είναι ο τελικός στόχος του συστήματος ,αλλά τα περιβαλλοντικά οφέλη που αυτό προσφέρει. Ένα μέρος της συνεχιζόμενης χρηματοδότησης για την κάλυψη των λειτουργικών δαπανών του συστήματος προέρχεται από την συλλογή των ναύλων από τους χρήστες αν και ορισμένα συστήματα **park and ride** λειτουργούν εντελώς δωρεάν για τους χρήστες. Η

εφαρμογή του συστήματος **park and ride** στο Cork δεν είχε οικονομική αποδοτικότητα. Τα έσοδα από τα εισιτήρια κάλυπταν μόνο ένα μέρος από τα το υψηλό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης.[17],[27]

Η εφαρμογή του **δυναμικού σχεδιασμού διαδρομών και προγραμματισμού δρομολογίων μέσα των συστημάτων AVL και CAD** στην Ατλάντα, απέφερε ετήσιο κέρδος 1,5 εκατομμύρια \$ [5]. Στην Βιρτζίνια το ετήσιο κέρδος ήταν 869.000\$, στο Πόρτλαντ το ετήσιο κέρδος ήταν 1,9 εκατομμύρια \$, στην Καλιφόρνια 488.000 \$/έτος. Στο Delaware (ΗΠΑ), η **εφαρμογή του συστήματος AVL** είχε ετήσιο κέρδος 2,3 εκατομμύρια \$ [5]. Η εφαρμογή του **συστήματος AVL** στην California, είχε ετήσιο κέρδος 1 εκατομμύριο \$, από την μείωση του κόστους ανθρώπινης εργασίας. **Ο δυναμικός σχεδιασμός δρομολογίων** είχε ετήσιο όφελος 62.000 \$ σε εφαρμογή του στο Tennessee (ΗΠΑ)[5]. Η εφαρμογή του συστήματος στη Nevada, είχε αποτέλεσμα εξοικονόμηση 1,37 εκατομμυρίων \$, λόγω επιλογής των χρηστών να μετακινηθούν με MMM και όχι με τα ιδιωτικά τους οχήματα (το κέρδος προέκυψε από την μείωση κατανάλωσης ενέργειας)[5].

Η **εφαρμογή καμερών εντός των λεωφορείων και στους τερματικούς σταθμούς για την αύξηση της ασφάλειας**, χρησιμεύει στους αρμόδιους φορείς και σαν δικαστικό «όπλο» απέναντι σε ασφαλιστικές εταιρίες που εκπροσωπούν «παραπονούμενους» επιβάτες. Σε εφαρμογή τους στην California, υπήρξε κέρδος 70.000 \$ από τέτοιες περιπτώσεις[5].

Η **ηλεκτρονική πληρωμή στα MMM** είχε ετήσιο όφελος 44.351 \$ σε εφαρμογή στην California [5].

Η **χρήση κοινού οχήματος (car-pooling)** για την πραγματοποίηση των μετακινήσεων έχει οικονομικά οφέλη από την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, μείωση της χρήσης αυτοκινήτων (με αποτέλεσμα λιγότερα αυτοκίνητα να πληρώνουν διόδια) και από την μείωση των εξόδων συντήρησης όπως έδειξαν εφαρμογές σε Ευρώπη και ΗΠΑ [5],[15],[17].

3.3.6 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Διαχείρισης των MMM

Πίνακας 3.1: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης ΜΜΜ στην κυκλοφορία

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΚΑΘΥΣΤΕΡΗ ΣΕΙΣ /ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ	ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	ΑΥΞΗΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΜΜΜ	ΚΙΝΗΣΗ ΠΕΖΩΝ/ΠΟΔ ΗΛΑΤΩΝ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΕΝΤΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΣΤΑ ΜΜΜ (park & ride)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A
Car-sharing & car- pooling	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ
ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
AVL/CAD	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΕΝΤΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ/ΜΕΣΩ ΤΗΛ/internet	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΣΤΙΣ ΣΤΑΣΕΙΣ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A

Πίνακας 3.2: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης ΜΜΜ στην ασφάλεια

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΑΒΑΣΕΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΓΙΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΤΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΕΝΤΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A
ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΣΤΑ ΜΜΜ(park & ride)	ΑΣΗΜΑΝΤΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
Car-sharing και car-pooling	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	N/A	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ
AVL/CAD	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΕΝΤΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ/ΜΕΣΩ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ/INTERNET	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΣΤΙΣ ΣΤΑΣΕΙΣ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Πίνακας 3.3: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης ΜΜΜ στο περιβάλλον

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΕΚΠΟΜΠΗ ΡΥΠΩΝ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΕΝΤΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑ	N/A	N/A
ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΣΤΑ ΜΜΜ(park & ride)	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ
Car-sharing και car-pooling	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ
ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
AVL/CAD	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΕΝΤΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ/ΜΕΣΩ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ/INTERNET	N/A	N/A
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΣΤΙΣ ΣΤΑΣΕΙΣ	N/A	N/A

Πίνακας 3.4: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων διαχείρισης ΜΜΜ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΧΡΗΣΤΕΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΕΝΤΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΕΠΙΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΣΤΑ ΜΜΜ(park & ride)	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	+/-
Car-sharing και car-pooling	ΘΕΤΙΚΗ(α)	ΘΕΤΙΚΗ
ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΕΙΣΠΡΑΞΗ ΚΟΜΙΣΤΡΟΥ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ
AVL/CAD	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΕΝΤΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ/ΜΕΣΩ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ/INTERNET	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΑΣΗΜΑΝΤΗ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΣΤΙΣ ΣΤΑΣΕΙΣ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΑΣΗΜΑΝΤΗ

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

(α) υπήρχαν και αρνητικές γνώμες από άτομα που δεν είχαν ενημερωθεί κατάλληλα για το σύστημα και δεν ήθελαν να εγκαταλείψουν την άνεση που θεωρούν ότι τους παρέχει το ιδιωτικό αυτοκίνητο.

3.3.7 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Διαχείρισης MMM

Τα Συστήματα Διαχείρισης των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς παρουσιάζουν τις ακόλουθες επιπτώσεις γενικά:

- μείωση της χρήσης των ιδιωτικών αυτοκινήτων, λόγω αύξησης της χρήσης των μέσων μαζικής μεταφοράς και επομένως μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης
- βελτίωση της ακρίβειας των δρομολογίων και τήρηση του προγράμματος
- μείωση του χρόνου αναμονής των επιβατών
- μείωση του χρόνου διαδρομής των δημοσίων συγκοινωνιών
- μείωση εκπομπών ρύπων
- μείωση του λειτουργικού κόστους ανά διαδρομή επιβάτη
- αύξηση της επιβατικής κίνησης

Τα σημαντικότερα συστήματα διαχείρισης MMM που χρησιμοποιούνται σήμερα σε **περιόδους αιχμής** είναι:

- ⊙ **park & ride:** το σύστημα αυτό έχει σημαντικά οφέλη σε εκπομπές ρύπων και κατανάλωσης ενέργειας (από τους βασικούς στόχους της Λευκής Βίβλου 2011), αλλά **δεν έχει αποδειχθεί ακόμα αν το σύστημα park and ride έχει σημαντική επίπτωση στη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης σε περιόδους αιχμής.** Αυτό συμβαίνει γιατί μπορεί με το σύστημα αυτό να μειώνουμε την συμφόρηση σε κάποιες περιοχές που καλύπτει, αλλά ταυτόχρονα αυξάνεται η συμφόρηση στις περιοχές από και προς τις εγκαταστάσεις τους συστήματος. Επίσης, το **σύστημα αποδείχθηκε ότι είναι λειτουργικό για τις μεγάλες μητροπόλεις** και όχι για τις μικρές επαρχιακές πόλεις που τα λειτουργικά έξοδα που δεν μπορούν να καλυφθούν από τον μικρό αριθμό των χρηστών. Γενικά το σύστημα **park and ride** σπάνια γίνεται οικονομικά αυτάρκες, ακόμα και για το κόστος λειτουργίας ωστόσο οι περισσότερες Αρχές των μεγάλων πόλεων που το εφαρμόζουν αναφέρουν ότι το κέρδος δεν είναι ο τελικός στόχος του συστήματος, αλλά τα περιβαλλοντικά οφέλη που αυτό προσφέρει.
- ⊙ **Car-sharing/Car pooling:** το σύστημα αυτό έχει πολύ θετικά αποτελέσματα ως προς την μείωση εκπομπών ρύπων και κατανάλωσης ενέργειας και στη **μείωση της συμφόρησης τις ώρες αιχμής καθώς μειώνεται ο αριθμός των οχημάτων που κυκλοφορούν στο οδικό δίκτυο. Το σύστημα αυτό έχει αποδειχθεί ότι εφαρμόζεται επιτυχημένα σε μεγάλες μητροπολιτικές περιοχές.**

3.4 Προηγμένα Συστήματα Διαχείρισης Οδικών Συμβάντων

Η κυκλοφοριακή συμμόρφωση διακρίνεται σε δύο μορφές:

-την «επαναλαμβανόμενη» ή «τακτική» συμμόρφωση

-την «μη επαναλαμβανόμενη ή «έκτακτη» συμμόρφωση

Η «επαναλαμβανόμενη» συμμόρφωση οφείλεται σε έκτακτες καταστάσεις, οι οποίες όμως προγραμματίζονται και αναμένονται (π.χ. αθλητικοί αγώνες, συναυλίες, κατασκευαστικά έργα). Η συμμόρφωση αυτή μελετήθηκε στη διαχείριση αυτοκινητοδρόμων και αρτηριών.

Η «μη επαναλαμβανόμενη» συμμόρφωση οφείλεται στην εμφάνιση των οδικών συμβάντων, δηλαδή προκαλείται από ένα ατύχημα, ένα ακινητοποιημένο όχημα λόγω βλάβης, τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες, τις διαρροές καυσίμων πάνω στο οδόστρωμα και οποιοδήποτε άλλο γεγονός που μειώνει την κυκλοφοριακή ικανότητα ή αυξάνει την επικινδυνότητα ενός δρόμου.

Η διαχείριση των οδικών συμβάντων έχει ως πρωταρχικό σκοπό την αποφυγή των συμβάντων και μετέπειτα την διαχείριση αυτών, εφόσον συμβούν. Στην ενότητα αυτή αναφέρομαι κυρίως στην μείωση των επιπτώσεων των οδικών συμβάντων που έχουν εμφανιστεί.

Οι φορείς που πρέπει να συνεργαστούν για την αντιμετώπιση των οδικών συμβάντων είναι[30]:

- Αστυνομία
- Πυροσβεστική
- υπηρεσίες άμεσης ιατρικής βοήθειας (π.χ. ΕΚΑΒ)
- το υπουργείο περιβάλλοντος και χωροταξίας της εκάστοτε χώρας και οι υπηρεσίες του
- οι εταιρείες που έχουν αναλάβει την κατασκευή του έργου (θεσμός της Παραχώρησης, δηλαδή ο ιδιώτης-ανάδοχος του έργου ή η εξειδικευμένη εταιρεία λειτουργίας και συντήρησης συμβάλει στο έργο των υπηρεσιών του κράτους).

Κύριες αρμοδιότητες των εταιριών Παραχώρησης στη διαχείριση συμβάντων είναι [30]:

-η έγκαιρη ανίχνευση των συμβάντων

-η άμεση και αποτελεσματική ανταπόκριση στο συμβάν

-η λήψη κάθε αναγκαίου μέτρου σε περίπτωση συμβάντος

-η έγκαιρη και ασφαλή επιτόπια επέμβαση με άμεσο στόχο την «επισήμανση» (τοποθέτηση προσωρινής σήμανσης) ώστε να αποτρέπονται τα δευτερογενή συμβάντα και η παροχή σωστής και έξυπνης ενημέρωσης

-η επαναφορά των συνθηκών κυκλοφορίας μετά τη λήξη του συμβάντος

-η στατιστική καταγραφή και αναφορά προς όλες τις αρμόδιες υπηρεσίες για όλα τα σοβαρά συμβάντα (reporting)

-η εγκατάσταση και η συντήρηση σύγχρονων συστημάτων διαχείρισης κυκλοφορίας (traffic management systems)

Η ύπαρξη συμβάντος σε ένα αυτοκινητόδρομο προκαλεί δευτεροβάθμια κυκλοφοριακή καθυστέρηση, λόγω του ότι οι αυτοκινητιστές επιβραδύνουν στο σημείο του συμβάντος για να το παρατηρήσουν. Για να αντιμετωπιστεί αυτό απαιτείται η δημιουργία ειδικών παρά την οδό χώρων στάθμευσης οχημάτων, εμπλεκόμενων σε οδικά συμβάντα, μακριά από την θέα των υπόλοιπων αυτοκινητιστών, για την παροχή πρώτων βοηθειών και καταγραφή του συμβάντος. Μπορεί αυτή η μέθοδος να έχει μεγάλη οικονομική αποδοτικότητα (εφαρμογή στο Houston), αλλά οι χρήστες είναι αρνητικοί για την μεταφορά των οχημάτων τους σε ειδικό χώρο στάθμευσης, γιατί πιστεύουν ότι αν συμβεί αυτό, η ασφαλιστική εταιρεία δεν θα τους δώσει την απαιτούμενη αποζημίωση (εφαρμογή στο San Antonio)[5].

Η διαχείριση των οδικών συμβάντων διακρίνεται στις εξής εφαρμογές:

- Πρόβλεψη των συμβάντων
- Παρακολούθηση της κυκλοφορίας και εντοπισμός του συμβάντος
- Κινητοποίηση και ανάδραση στο συμβάν
- Πληροφόρηση οδηγών

Οι λειτουργίες και ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός ανά επιμέρους εφαρμογή του Συστήματος Διαχείρισης Οδικών Συμβάντων είναι:

3.4.1 Πρόβλεψη των συμβάντων

Για να μειωθεί η πιθανότητα εμφάνισης των οδικών συμβάντων πρέπει να γίνονται βελτιώσεις στις συνθήκες κυκλοφορίας. Ακόμη, μπορεί να γίνει εκτίμηση των θέσεων του δικτύου όπου υπάρχει μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης κάποιου συμβάντος, και να τοποθετηθούν υπηρεσίες άμεσης βοήθειας κοντά σε αυτές τις θέσεις, ώστε να μειωθεί ο χρόνος απόκρισης.

3.4.2 Παρακολούθηση της κυκλοφορίας και εντοπισμός του συμβάντος

Η παρακολούθηση της κυκλοφορίας γίνεται με αισθητήρες (ανιχνευτές μικροκυμάτων, επαγωγικοί βρόχοι) και ειδικές κάμερες (CCTV) όπως περιγράφηκε αναλυτικά στην διαχείριση αρτηριών. Το προσωπικό του Κέντρου Διαχείρισης Κυκλοφορίας (ΚΕΔΚ) πρέπει να ελέγχει τις πληροφορίες που δέχεται από την εφαρμογή των τεχνολογιών αυτών για τον γρήγορο εντοπισμό του συμβάντος ή την επαλήθευσή του εφόσον έχει ήδη αναφερθεί από άλλους ταξιδιώτες (μέσω κινητών τηλεφώνων, τηλεφώνων έκτακτης ανάγκης, τηλεφωνικών θαλάμων). Η ενημέρωση για την ύπαρξη οδικού συμβάντος μπορεί να γίνει και από το ίδιο το όχημα (αυτόματο σύστημα ειδοποίησης σύγκρουσης). Άλλες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται είναι συσκευές ελέγχου υπερμεγεθών οχημάτων, ανιχνευτές στις σήραγγες, σηματοδότες ελέγχου λωρίδας.

3.4.3 Κινητοποίηση και ανάδραση στο συμβάν

Η κινητοποίηση και ανάδραση στο συμβάν περιλαμβάνει:

- συστήματα αυτόματου εντοπισμού της θέσης του οχήματος (AVL), συστήματα αποστολής οχημάτων υποβοηθούμενα από Η/Υ (CAD): αυτά τα συστήματα βοηθούν στον αυτόματο εντοπισμό του οχήματος και στην ανάθεση στην κατάλληλη μονάδα για τη διαχείριση του συμβάντος (ακόμη μια χρησιμοποιούμενη τεχνολογία είναι το GPS)

- δρομολόγηση οχημάτων που αποστέλλονται στον τόπο του συμβάντος: αυτά τα συστήματα βοηθούν στον καθορισμό της συντομότερης και ασφαλέστερης διαδρομής προς το χώρο του ατυχήματος.

- κινητές μονάδες παροχής οδικής βοήθειας: αποτελούνται από ειδικά εξοπλισμένα οχήματα και κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό με σκοπό να εξυπηρετήσουν τα οχήματα που έχουν υποστεί βλάβη και να βοηθήσουν στην αποκατάσταση της κυκλοφορίας στον χώρο του ατυχήματος. Άλλη αρμοδιότητά τους είναι η καταγραφή των συμβάντων και η έρευνα για τα αίτιά τους. Τέτοια οχήματα είναι γερανοί, εκχιονιστικά και περιέχουν τα κατάλληλα υλικά κινητής σήμανσης (κώννοι, αναδιπλούμενες πινακίδες), κινητά VMS επί των οχημάτων αυτών.

- απομάκρυνση εμπλεκόμενων οχημάτων, καθάρισμα οδού από τα υπολείμματα και αποκατάσταση της κυκλοφορίας

3.4.4 Παροχή πληροφόρησης

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται είναι:

- πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (VMS)
- πληροφορικό ραδιόφωνο (HAR)
- τηλέφωνα έκτακτης ανάγκης
- κινητές πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων
- ITS εντός του οχήματος (e-call)
- κινητά τηλέφωνα, τηλεφωνικοί θάλαμοι

3.4.5 Αξιολόγηση του συστήματος διαχείρισης οδικών συμβάντων

3.4.5.1 επιδράσεις-οφέλη

Τα συστήματα παρακολούθησης και εντοπισμού των συμβάντων έχουν σαν αποτέλεσμα:

- μείωση του χρόνου επικύρωσης του συμβάντος κατά 50%-80% γλιτώνοντας 5-12 λεπτά για κάθε συμβάν (εφαρμογή στη Νέα Υόρκη) [5]
- μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης που οφείλεται σε συμβάντα κατά 75% (εφαρμογή στο Toronto) [5]

Η εφαρμογή των προηγμένων τεχνολογιών για την **κινητοποίηση και ανάδραση στο συμβάν(ειδικά οι κινητές μονάδες παροχής οδικής βοήθειας και τα συστήματα απομάκρυνσης των εμπλεκόμενων οχημάτων και αποκατάστασης της κυκλοφορίας)** είχε σαν αποτέλεσμα:

- μείωση των ατυχημάτων από 7% έως 15% (εφαρμογές σε πόλεις της Ευρώπης και των ΗΠΑ) [5],[31]
- μείωση του χρόνου διάσωσης από 20% έως 50% (εφαρμογές σε πόλεις της Ευρώπης και των ΗΠΑ) [5],[31]
- μείωση των θανάτων κατά 3,2% (εφαρμογή στο Cincinnati, ΗΠΑ) [5]
- μείωση της εκπομπής ρύπων κατά 3.6%-4,7% (εφαρμογή στο Cincinnati, ΗΠΑ) [5]
- μείωση των δευτερογενών ατυχημάτων (εφαρμογές σε πόλεις των ΗΠΑ) [5]
- μείωση της συμφόρησης (εφαρμογές σε πόλεις των ΗΠΑ) [5]
- μείωση του χρόνου διάρκειας του συμβάντος κατά 17,3% στη Northern Virginia και κατά 69% στην Atlanta και κατά 70,7% στη Virginia και κατά 18% στο Miami [5].
- οι κινητές μονάδες παροχής οδικής βοήθειας όπως οι γερανοί και τα εκχιονιστικά με τη δουλειά τους, και η δρομολόγηση των δρομολογίων με την βοήθεια των AVL και CAD αυξάνουν την κυκλοφοριακή ικανότητα του δικτύου, μειώνουν όμως την μέση ταχύτητα της κυκλοφορίας (εφαρμογές σε πόλεις των ΗΠΑ) [5].

Η **παροχή πληροφόρησης** στους χρήστες για την ύπαρξη οδικών συμβάντων στο οδικό δίκτυο έχει σαν αποτέλεσμα μείωση των καθυστερήσεων και του χρόνου ταξιδιού, όπως έδειξε η εφαρμογή πινακίδων VMS σε πόλεις της Ευρώπης (π.χ. Λονδίνο) και σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ (π.χ. San Antonio, Utah), καθώς οι χρήστες συμβουλευόμενοι τις πινακίδες επέλεξαν άλλη, ταχύτερη διαδρομή. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση της συμφόρησης στις περιοχές που συνέβαιναν τα οδικά συμβάντα. Η παροχή πληροφόρησης για την ύπαρξη των οδικών συμβάντων στην οδό, αυξάνει και την εξυπηρέτηση των επιβατών στα ΜΜΜ, καθώς ενημερώνονται για τυχόν καθυστερήσεις. Ακόμα με την παροχή κατάλληλης πληροφόρησης έχουμε μείωση των δευτερογενών ατυχημάτων[5],[32].

Σε εφαρμογή των **συστημάτων πληροφόρησης και κινητοποίησης και ανάδρασης στα οδικά συμβάντα (ειδικά οι κινητές μονάδες παροχής οδικής βοήθειας με τη βοήθεια AVL/CAD)** στην Atlanta (ΗΠΑ) προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα [5]:

-μείωση των δευτερογενών ατυχημάτων κατά 69% και των δευτερογενών ατυχημάτων

-μείωση των καθυστερήσεων κατά 54%

-μείωση της διάρκειας του συμβάντος από 67 λεπτά σε 21 λεπτά (μείωση κατά 69%)

-μείωση κατανάλωσης ενέργειας κατά 6,83 εκατομμύρια γαλιόνια ετησίως και μείωση εκπομπών ρύπων, 2,457 τόνους CO, 186 τόνους HC και 262 τόνους NO_x ετησίως.

3.4.5.2 Αποδοχή από χρήστες

Η εφαρμογή **συστημάτων παρακολούθησης** (ειδικά μέσω καμερών) και **εντοπισμού των συμβάντων** (ειδικά μέσω τηλεφώνου) είχε την θετική αποδοχή των χρηστών και των αρμόδιων φορέων (εφαρμογή σε πόλεις των ΗΠΑ) [5].

Η **παροχή πληροφόρησης στους οδηγούς μέσω VMS** για την ύπαρξη συμβάντων, που εφαρμόστηκε στο Λονδίνο, έδειξε ότι το 83% αναπροσάρμοσε το ταξίδι του[32].

Στην Atlanta, η αποδοχή των χρηστών για τις **κινητές μονάδες παροχής οδικής βοήθειας** κυμάνθηκε μεταξύ 93% και 95% [5].

Ο **δυναμικός σχεδιασμός των δρομολογίων με την βοήθεια των συστημάτων AVL/CAD** είχε την θετική αποδοχή των χρηστών σε εφαρμογή τους σε πόλεις των ΗΠΑ. Θετική ήταν και η αποδοχή των αρμόδιων φορέων για την εφαρμογή του συστήματος λόγω των οικονομικών ωφελειών[5].

3.4.5.3 οικονομική αποδοτικότητα

Τα **συστήματα παρακολούθησης και εντοπισμού των συμβάντων**, σε εφαρμογή στο New Jersey, είχαν κέρδος 100.000 \$/ατύχημα, από την μείωση των

καθυστερήσεων. Η εφαρμογή κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης (CCTV) στη Νέα Υόρκη, είχε ετήσιο όφελος 125.000 \$ από την μείωση των καθυστερήσεων[5].

Τα **συστήματα πληροφόρησης για την ύπαρξη συμβάντων** στην οδό που εφαρμόστηκαν στο San Francisco, είχαν λόγο οφέλους-κόστους που κυμαίνονταν από 16:1 έως 25:1 [5].

Έρευνα που έγινε στο New Jersey, έδειξε ότι οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την **κινητοποίηση και ανταπόκριση στο οδικό συμβάν** έχει σαν όφελος 100.000 \$ για κάθε συμβάν, λόγω της μείωσης των καθυστερήσεων. Από έρευνα που έγινε στο Denver, έδειξε ότι οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την **κινητοποίηση και ανταπόκριση στο οδικό συμβάν** έχουν λόγο οφέλους-κόστους ίσο με 14:1 – 19:1. Στο San Francisco ο λόγος οφέλους-κόστους φτάνει το 32:1 [5].

Οι **κινητές μονάδες παροχής οδικής βοήθειας με την χρήση των συστημάτων AVL/CAD και την δυναμική σχεδίαση των δρομολογίων τους** έχει αποδειχθεί ότι έχουν μεγάλη οικονομική αποδοτικότητα. Μελέτη που έγινε στο Chicago έδειξε ότι ο λόγος οφέλους-κόστους είναι 17:1. Από μελέτη που έγινε στο Houston, ο λόγος οφέλους-κόστους που προέκυψε από την χρήση **κινητών μονάδων παροχής οδικής βοήθειας** κυμαίνεται μεταξύ 7:1 και 36:1. Άλλη μελέτη στην πόλη Charlotte έδειξε λόγο οφέλους-κόστους ίσο με 8:1. Η εφαρμογή τους στη Northern Virginia είχε λόγο οφέλους-κόστους 5,4:1 και ετήσια έσοδα 6,49 εκατομμύρια \$. Η χρήση **κινητών μονάδων παροχής οδικής βοήθειας** στη Virginia είχε ετήσιο όφελος 11 εκατομμύρια \$ λόγω της μείωσης των καθυστερήσεων και της κατανάλωσης ενέργειας και λόγο οφέλους-κόστους 4,7:1. Στη Florida, ο αντίστοιχος λόγος ήταν 26:1 [5].

Τα **συστήματα για την απομάκρυνση των οχημάτων που εμπλέκονται σε ατύχημα και για τον καθαρισμό του δρόμου και αποκατάσταση της κυκλοφορίας** που εφαρμόστηκαν στο Missouri, είχαν λόγο οφέλους-κόστους 38,25:1, που είναι πολύ μεγαλύτερος από το λόγο 11,2:1 που είχε δείξει παρόμοια μελέτη στην ίδια περιοχή. Το σημαντικότερο όφελος προέρχεται από την αποφυγή δευτερογενών ατυχημάτων [5].

Σε εφαρμογή των **συστημάτων πληροφόρησης και κινητοποίησης και ανάδρασης στα οδικά συμβάντα**(ειδικά οι κινητές μονάδες παροχής οδικής βοήθειας με τη βοήθεια AVL/CAD) στην Atlanta (ΗΠΑ) είχαν κέρδος 187 εκατομμύρια \$ και λόγο οφέλους κόστους 4,4:1 [5].

3.4.6 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Διαχείρισης Οδικών Συμβάντων

Πίνακας 4.1: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης οδικών συμβάντων στην κυκλοφορία

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΕΙΣ /ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ	ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	ΑΥΞΗΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΜΜΜ	ΚΙΝΗΣΗ ΠΕΖΩΝ/ ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΜΒΑΝΤΟΣ	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
AVL/CAD	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΚΙΝΗΤΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΒΟΗΘΕΙΑΣ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A

Πίνακας 4.2: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης των οδικών συμβάντων στην ασφάλεια

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΑΒΑΣΕΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΓΙΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΤΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΜΒΑΝΤΟΣ	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
AVL/CAD	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ
ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ
ΚΙΝΗΤΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΒΟΗΘΕΙΑΣ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ

Πίνακας 4.3: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης οδικών συμβάντων στο περιβάλλον

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΕΚΠΟΜΠΗ ΡΥΠΩΝ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΜΒΑΝΤΟΣ	N/A	N/A
AVL/CAD	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΚΙΝΗΤΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΒΟΗΘΕΙΑΣ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ	N/A	N/A

Πίνακας 4.4: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων διαχείρισης οδικών συμβάντων

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΧΡΗΣΤΕΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΜΒΑΝΤΟΣ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
AVL/CAD	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΚΙΝΗΤΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΒΟΗΘΕΙΑΣ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ
ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΕΜΠΛΕΚΟΜΕΝΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ/ΚΑΘΑΡΙΣΜΑ ΟΔΟΥ/ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	N/A	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ

3.4.7 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Διαχείρισης Οδικών Συμβάντων

Τα σημαντικότερα οφέλη των Συστημάτων Διαχείρισης Οδικών Συμβάντων είναι:

- μείωση του αριθμού των ατυχημάτων, άρα βελτίωση της ασφάλειας
- μείωση του χρόνου που απαιτείται για τον εντοπισμό και την αποκατάσταση του συμβάντος
- μείωση του κόστους κυκλοφορικής συμφόρησης
- μείωση των καθυστερήσεων διαδρομής των οχημάτων που κινούνται στο οδικό δίκτυο

Τα σημαντικότερα συστήματα διαχείρισης οδικών συμβάντων που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι:

- ⊙ **τα συστήματα πληροφόρησης:** με τα συστήματα αυτά οι οδηγοί ενημερώνονται άμεσα για την ύπαρξη συμβάντος ώστε μπορούν να αλλάζουν την διαδρομή τους για να αποφευχθεί η συμφόρηση στην περιοχή του συμβάντος, και σε περίπτωση που αυτό δεν είναι εφικτό, να αυξάνεται η συγκέντρωση τους ώστε να αποφευχθούν ατυχήματα στον χώρο του συμβάντος.
- ⊙ **Οι κινητές μονάδες παροχής οδικής βοήθειας:** το σύστημα αυτό μπορεί να περιορίσει την συμφόρηση σε περίπτωση συμβάντος, με την ταχεία ενημέρωση και αποστολή του στην περιοχή του συμβάντος και με την γρήγορη αποκατάσταση της κυκλοφορίας και την απομάκρυνση των οχημάτων και άλλων επικίνδυνων αντικειμένων από την οδό.

3.5 Προηγμένα Συστήματα ηλεκτρονικής πληρωμής

Τα συστήματα ηλεκτρονικής πληρωμής χρησιμοποιούν διάφορες τεχνολογίες πληροφόρησης και επικοινωνιών για τη διευκόλυνση των οικονομικών συναλλαγών μεταξύ των ταξιδιωτών και των αρμόδιων φορέων στο χώρο των μεταφορών.

Τα συστήματα ηλεκτρονικής πληρωμής διακρίνονται σε:

- Ηλεκτρονική πληρωμή διοδίων
- Ηλεκτρονική πληρωμή κομίστρου στα μέσα μαζικής μεταφοράς
- Συστήματα ηλεκτρονικής πληρωμής πολλαπλών χρήσεων

Οι λειτουργίες και ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός των συστημάτων ηλεκτρονικής πληρωμής είναι :

3.5.1 Ηλεκτρονική πληρωμή διοδίων

Γενική είναι η διαπίστωση πως ο τρόπος καθορισμού των διοδίων στην Ευρώπη (τα ίδια προβλήματα υπάρχουν και στην Ελλάδα) οδηγεί σε ανισότητες και στο τέλος πλήττουν τον οδηγό και τον καταναλωτή. Σε πολλές περιπτώσεις τα έσοδα από τη χρήση των δρόμων «εκτρέπονται» από το δημόσιο ταμείο για την κάλυψη άλλων αναγκών, ενώ ο λόγος ύπαρξης των τελών δεν είναι άλλος από τη συντήρηση του οδικού δικτύου και την εν μέρει χρηματοδότηση της επέκτασής του. Η Κομισιόν ενδιαφέρεται περισσότερο για τα διόδια που εφαρμόζονται στα οχήματα μεταφοράς αγαθών, δηλαδή στα φορτηγά βάρους άνω των 3,5 τόνων, αφού είναι κοινό μυστικό πως η σχετική δαπάνη μετακυλιέται στο τέλος στην κατανάλωση.

Όσον αφορά τα Ι.Χ. οχήματα, η θέση της Επιτροπής είναι ότι κάθε κράτος-μέλος μπορεί να λάβει τα δικά του μέτρα.

Το ορθολογικότερο σύστημα διοδίων που προτείνεται λαμβάνει υπ' όψιν του μια σειρά παραμέτρων:

-Την απόσταση που διανύει κάθε όχημα: Είναι, προφανώς, άδικο να πληρώνει το ίδιο ποσό ο οδηγός που κινείται για παράδειγμα στην Αθηνών-Λαμίας για να κατευθυνθεί στη Χαλκίδα με εκείνον που πηγαίνει στη Θεσσαλονίκη.

-Το χρόνο που επιλέγεται για την κίνηση στο δρόμο: Με το προτεινόμενο σχήμα θα υπάρχει κλιμακωτή χρέωση ανάλογα με το αν το όχημα κινείται σε έναν αυτοκινητόδρομο το πρωί, το μεσημέρι ή το βράδυ και αν κινείται σε ώρα αιχμής ή όχι.

-Τις διαστάσεις του οχήματος: Μια νταλικά επιβαρύνει περισσότερο το οδόστρωμα

και συμβάλλει περισσότερο στο κυκλοφοριακό από ένα μικρότερο όχημα.

-Τον τύπο του δρόμου: Διαφορετικές είναι οι ανάγκες συντήρησης σ' έναν κεντρικό αυτοκινητόδρομο και διαφορετικές σε ένα «αποκομμένο» τμήμα του περιφερειακού δικτύου.

Πώς όμως υπολογίζεται το δίοδια για κάθε αυτοκίνητο; Η πρόταση της Κομισιόν είναι να εφαρμοστεί σε όλη την Ε.Ε. το σύστημα της ηλεκτρονικής πληρωμής των διοδίων με τη χρήση τηλεπομπών, παρόμοιων με εκείνων που μπορούν σήμερα να χρησιμοποιούν όσοι κινούνται συχνά στην Αττική Οδό και το συνδυασμό τους με τη δορυφορική τεχνολογία για τον εντοπισμό των οχημάτων (GPS και Galileo). Επομένως, για την ηλεκτρονική πληρωμή διοδίων απαιτείται η τοποθέτηση στα οχήματα ενός πομποδέκτη, συνήθως στο παρμπρίζ του οχήματος, ώστε όταν το όχημα διέρχεται από τις αποκλειστικές ηλεκτρονικές λωρίδες διοδίων, το σύστημα διοδίων το αναγνωρίζει και ενεργοποιεί την διαδικασία ηλεκτρονικής συναλλαγής.

Με αυτό τον τρόπο, χρεώνεται ο λογαριασμός του χρήστη, ο οποίος κερδίζει χρόνο και ταυτόχρονα σημαντικές εκπτώσεις, ανάλογα με το συνδρομητικό πρόγραμμα στο οποίο έχει εγγραφεί. Τα προγράμματα αυτά είναι το express, το bonus, το friendly και το moto.

Το express παρέχει σταθερή έκπτωση από την πρώτη διέλευση ανεξάρτητα από τον αριθμό των διελεύσεων και απευθύνεται σε οδηγούς που πραγματοποιούν σχετικά μικρό αριθμό διελεύσεων τον μήνα.

Το πρόγραμμα Bonus καλύπτει τις ανάγκες των τακτικών χρηστών και προσφέρει κάποιες δωρεάν διελεύσεις. Απευθύνεται σε οδηγούς που πραγματοποιούν τακτικά διελεύσεις (35-70 το μήνα).

Το πρόγραμμα friendly παρέχει αυξανόμενη κλιμακωτή έκπτωση ανάλογα με τον αριθμό των διελεύσεων και απευθύνεται στους πολύ συχνούς χρήστες των διοδίων με πάνω από 70 διελεύσεις τον μήνα.

Τέλος το πρόγραμμα moto απευθύνεται στους μοτοσικλετιστές και παρέχει σταθερή έκπτωση από την πρώτη διέλευση.

Για την επιλογή του κατάλληλου προγράμματος, προσφέρεται μια πολύ πρακτική εφαρμογή η οποία επιτρέπει στον χρήστη να υπολογίσει ποιο πρόγραμμα τον συμφέρει ανάλογα τον τύπο του οχήματος του και το σύνολο των διελεύσεων που πραγματοποιεί τον μήνα.

3.5.2 Ηλεκτρονική πληρωμή κομίστρου στα μέσα μεταφοράς

Τα συστήματα ηλεκτρονικής πληρωμής κομίστρου στα μέσα μαζικής μεταφοράς χρησιμοποιούν «έξυπνες» κάρτες προκειμένου να βελτιώσουν την εξυπηρέτηση του επιβατικού κοινού, να μειωθεί ο χρόνος που απαιτείται για να «ανέβει» ο επιβάτης στο όχημα, και να μειωθεί ο αριθμός των ατόμων που δεν πληρώνουν εισιτήριο με αποτέλεσμα να «χάνονται» εκατομμύρια ευρώ κάθε χρόνο. Το σύστημα θα εφαρμοστεί σε όλα τα μέσα μαζικής μεταφοράς, ενώ ειδικά για το Μετρό και τον ηλεκτρικό σιδηρόδρομο προβλέπεται να είναι κλειστό και να λειτουργεί με μπάρες στις εισόδους και εξόδους των σταθμών, ώστε να εκλείψει οριστικά το φαινόμενο της μη πληρωμής εισιτηρίου.

Οι κάρτες πληρωμής μπορούν να έχουν διάφορες μορφές, όπως χρεωστικές κάρτες, πιστωτικές κάρτες, και κάρτες αποθηκευμένης αξίας. Επίσης, μπορεί να είναι «έξυπνες» κάρτες [33] με μεγάλη ικανότητα αποθήκευσης και επεξεργασίας δεδομένων ή απλές πλαστικές κάρτες με περιορισμένη αποθηκευτική ικανότητα. Οι «έξυπνες» κάρτες με μεγάλη ικανότητα αποθήκευσης και επεξεργασίας δεδομένων μπορούν να μας δώσουν χρήσιμες πληροφορίες για τις απαιτήσεις των χρηστών, για τον προορισμό τους, για τη συχνότητα χρήσης των μέσων μαζικής μεταφοράς και γενικότερα πολλά στατιστικά στοιχεία. Οι επιβάτες θα μπορούν να επαναφορτίζουν τις «έξυπνες» κάρτες από ATM, μέσω Internet και από το τηλέφωνο. Ο χρόνος ζωής των «έξυπνων» καρτών είναι αρκετά μεγάλος.

Για να διεκπεραιωθεί η διαδικασία πληρωμής θα πρέπει να υπάρχει ειδική συσκευή ανάγνωσης καρτών, που θα μεταδίδει και θα λαμβάνει δεδομένα από την κάρτα. Με τον τρόπο αυτό θα χρεώνεται ο χρήστης για την μετακίνηση του.

Τα βασικότερα πλεονεκτήματα της χρήσης των «έξυπνων» καρτών είναι η μακροπρόθεσμη μείωση κόστους, η ευελιξία στις επιλογές τιμολόγησης, δυνατότητα ανταλλαγής πληροφοριών, καλύτερη διαχείριση εσόδων[33].

Τα βασικότερα μειονεκτήματα της χρήσης των «έξυπνων» καρτών είναι το υψηλό κόστος εγκατάστασης του απαραίτητου εξοπλισμού, η περίπλοκη τεχνολογία, η χαμηλή κοινωνική αποδοχή[33].

3.5.3 Συστήματα ηλεκτρονικής πληρωμής πολλαπλών χρήσεων

Τα συστήματα ηλεκτρονικής πληρωμής πολλαπλών χρήσεων έχουν ως στόχο την προώθηση της συμπληρωματικότητας μεταξύ των μέσων μαζικής μεταφοράς και την εύκολη αλλαγή του μεταφορικού μέσου. Χρησιμοποιούνται, επίσης, για την χρέωση της στάθμευσης σε ελεγχόμενο χώρο. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται είναι ίδιες με εκείνες των συστημάτων ηλεκτρονικής χρέωσης στα μέσα μαζικής μεταφοράς («έξυπνες κάρτες»).

3.5.4 Αξιολόγηση του συστήματος ηλεκτρονικής πληρωμής

3.5.4.1 επιδράσεις-οφέλη

Τα **συστήματα πληρωμής πολλαπλών χρήσεων** (π.χ. μετρό, λεωφορείο, τραμ, στάθμευση με μία «έξυπνη» κάρτα) είχε σαν αποτέλεσμα:
-αύξηση της χρήσης των μέσων μαζικής μεταφοράς κατά 20% (εφαρμογή στη Λιουμπλιάνα) [15]

Τα **ηλεκτρονικά συστήματα είσπραξης του κομίστρου στα MMM** είχαν σαν αποτέλεσμα:

- μείωση του χρόνου επιβίβασης των επιβατών κατά 20%, επομένως και μείωση του χρόνου διαδρομής(εφαρμογή στο Norwich,Αγγλία) [15]
- μείωση των καθυστερήσεων και του χρόνου διαδρομής των μέσων μεταφοράς (εφαρμογές σε Βερολίνο, Ρώμη, Παρίσι) [34]
- αύξηση της χρήσης των MMM (εφαρμογές σε Βερολίνο, Ρώμη, Τούρκου, Παρίσι) [34]

Τα **συστήματα ηλεκτρονικής πληρωμής διοδίων** έχει σαν συνέπειες:

- αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας κατά 13% (εφαρμογή στην Washington)[5]
- αύξηση χρήσης car-pooling (εφαρμογές στις ΗΠΑ)[5]
- αύξηση της ταχύτητας οχημάτων, λόγω εξάλειψης της δημιουργίας ουρών στα διόδια και άρα απουσία των αναίτιων στάσεων, κατά 21% (εφαρμογή στην Washington) [5]
- μείωση των καθυστερήσεων(εφαρμογές σε Ευρώπη και ΗΠΑ) [5],[12]
- μείωση της κυκλοφορικής συμφόρησης(εφαρμογές σε Ευρώπη και ΗΠΑ) [5]
- μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και μείωση στις εκπομπές ρύπων (εφαρμογές σε Ελλάδα και άλλες χώρες της Ε.Ε. και σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ). Συγκεκριμένα, η εφαρμογή του συστήματος σε Βαλτιμόρη και Maryland στις ΗΠΑ, είχε σαν αποτέλεσμα μείωση των εκπομπών HC και CO κατά 40% έως 63% και μείωση εκπομπής NO_x κατά 16% [5].
- αύξηση των ατυχημάτων και των δευτερογενών ατυχημάτων λόγω αύξησης της ταχύτητας (εφαρμογές σε Ευρώπη και ΗΠΑ) [5],[12]

3.5.4.2 Αποδοχή από χρήστες

Τα **συστήματα πληρωμής πολλαπλών χρήσεων**(π.χ. μετρό, λεωφορείο, τραμ, στάθμευση με μία «έξυπνη» κάρτα) αύξησαν την ικανοποίηση των χρηστών για τα μέσα μαζικής μεταφοράς κατά 20% σε έρευνα που έγινε στην Λιουμπλιάνα[15]. Γενικά το 50% των χρηστών στην Ε.Ε. δήλωσαν ότι η πληρωμή σε όλα τα MMM μέσω «έξυπνης» κάρτας τους οδηγεί στην χρήση των MMM. Τα μεγαλύτερα ποσοστά παρατηρήθηκαν σε Ισπανία, Ελλάδα και Κύπρο όπου το 60% των χρηστών

δήλωσαν ότι θα προτιμούσαν την μετακίνηση με MMM από ότι με ιδιωτικό αυτοκίνητο σε περίπτωση εφαρμογής τέτοιου συστήματος[3]. Η εφαρμογή των συστημάτων αυτών σε πόλεις των ΗΠΑ(Washington, Florida) είχε την θετική αποδοχή των χρηστών λόγω ευκολίας και χρήσης και αύξησης της άνεσης τους[5].

Τα **συστήματα Ηλεκτρονικής Πληρωμής Κομίστρου στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς μέσω τηλεφώνου** είχαν πολύ μεγάλη αποδοχή από τους χρήστες. Σε έρευνα που έγινε στο Βερολίνο το 85% το έκριναν θετικά , στην Ρώμη το 95% το έκριναν θετικά, στο Τούρκου της Φινλανδίας το 95% έμεινε ικανοποιημένο και στο Παρίσι η θετική αποδοχή είναι στο 90%-94%. Η ανταπόκριση ήταν πολύ θετική λόγω και της διαθεσιμότητας τους συστήματος στις πόλεις αυτές όλο το 24ωρο[34].

Η **ηλεκτρονική πληρωμή διοδίων βάσει της απόστασης** που διανύει ο χρήστης (**pay-as-you-drive**) είναι αποδεκτή από το 50% περίπου των χρηστών σε μελέτες που έγιναν σε όλες τις χώρες τις Ε.Ε. (Μάρτιος 2011)[3]. Το 16% αυτών είναι πολύ θετικό σε αυτή την εφαρμογή αλλά το 30% των χρηστών είναι αρνητικοί (το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών είναι τα άτομα που χρησιμοποιούν το όχημά τους για τις μετακινήσεις τους και όχι τα MMM). Τα μεγαλύτερα ποσοστά αποδοχής του συστήματος εμφανίστηκαν στο Λουξεμβούργο (71%), στην Ιταλία (68%), στην Ολλανδία (64%), στην Κύπρο (61%) και στο Βέλγιο (60%)[3]. Μελέτες σε πόλεις των ΗΠΑ (π.χ. Minnesota) έδειξαν απροθυμία των χρηστών να πληρώσουν τα ηλεκτρονικά διόδια σε περίπτωση που ή το αντίτιμο είναι σχετικά υψηλό[5].

3.5.4.3 οικονομική αποδοτικότητα

Τα **συστήματα Ηλεκτρονικής Πληρωμής Κομίστρου στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς μέσω τηλεφώνου** είχαν θετικά οικονομικά αποτελέσματα σε εφαρμογές τους στο Βερολίνο, στο Τούρκου της Φινλανδίας και πολύ θετικά στο Παρίσι[34].

Τα **συστήματα Ηλεκτρονικής Πληρωμής Κομίστρου στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς με «έξυπνη» κάρτα** σε εφαρμογή τους στην Νέα Υόρκη είχαν σαν αποτέλεσμα μείωση της φοροδιαφυγής από την μη έκδοση εισιτηρίου κατά 50% και έσοδα 54 εκατομμυρίων \$. Στην Καλιφόρνια το κέρδος ήταν 9,5 εκατομμύρια \$/έτος από την αντιμετώπιση της φοροδιαφυγής[5].

Τα **Συστήματα Ηλεκτρονικής Πληρωμής Διοδίων** που εφαρμόστηκαν σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ είχαν ετήσιο όφελος περίπου 1 δις \$. Στην Καλιφόρνια, το κόστος εφαρμογής **ηλεκτρονικής πληρωμής διοδίων** ήταν 3.276.870 \$. Τα κέρδη από την εφαρμογή του συστήματος ανήλθαν στα 128.716.757 \$. Δηλαδή, ο λόγος οφέλους-κόστους που προέκυψε ήταν περίπου 40:1 [5].

3.5.6 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Ηλεκτρονικής Πληρωμής

Πίνακας 5.1: Επίδραση των συστημάτων ηλεκτρονικής πληρωμής στην κυκλοφορία

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΕΙΣ /ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ	ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	ΑΥΞΗΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΜΜΜ	ΚΙΝΗΣΗ ΠΕΖΩΝ/ ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΠΛΗΡΩΜΗ ΔΙΟΔΙΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΠΛΗΡΩΜΗ ΚΟΜΙΣΤΡΟΥ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A

Πίνακας 5.2: Επίδραση των συστημάτων ηλεκτρονικής πληρωμής στην ασφάλεια

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΑΒΑΣΕΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΓΙΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΤΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΠΛΗΡΩΜΗ ΔΙΟΔΙΩΝ	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΠΛΗΡΩΜΗ ΚΟΜΙΣΤΡΟΥ ΓΙΑ ΜΜΜ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Πίνακας 5.3: Επίδραση των συστημάτων ηλεκτρονικής πληρωμής στο περιβάλλον

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΕΚΠΟΜΠΗ ΡΥΠΩΝ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΠΛΗΡΩΜΗ ΔΙΟΔΙΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΠΛΗΡΩΜΗ ΚΟΜΙΣΤΡΟΥ ΓΙΑ ΜΜΜ	N/A	N/A
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ	N/A	N/A

Πίνακας 5.4: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων ηλεκτρονικής πληρωμής

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΧΡΗΣΤΕΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΠΛΗΡΩΜΗ ΔΙΟΔΙΩΝ	+/-	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΠΛΗΡΩΜΗ ΚΟΜΙΣΤΡΟΥ ΓΙΑ ΜΜΜ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ

3.5.7 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Ηλεκτρονικής Πληρωμής

Τα προηγμένα συστήματα ηλεκτρονικής πληρωμής έχουν γενικά τις εξής θετικές συνέπειες:

- μείωση των καθυστερήσεων
- αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας
- μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, λόγω της εξάλειψης των στάσεων
- αύξηση της χρήσης των ΜΜΜ
- αύξηση της άνεσης των επιβατών

Το μεγάλο όμως αρνητικό είναι η αύξηση των ατυχημάτων στην περίπτωση των Ηλεκτρονικών Διοδίων.

Τα σημαντικότερα συστήματα ηλεκτρονικής πληρωμής που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι:

- ⊙ **τα ηλεκτρονικά διόδια:** το σύστημα αυτό **μειώνει σημαντικά την συμφόρηση, ειδικά σε περιόδους αιχμής**, γιατί οι οδηγοί δεν υποχρεώνονται να μπαίνουν σε ουρές, ούτε σε συνεχόμενο stop and go (αυτό έχει σαν αποτέλεσμα και μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών ρύπων). Τα αρνητικά τους όμως είναι η αύξηση των ατυχημάτων λόγω αύξησης των ταχυτήτων και η αρνητική διάθεση των πολιτών να πληρώσουν ειδικά τα τελευταία χρόνια με την εξάπλωση της οικονομικής κρίσης.
- ⊙ **Smart cards:** οι «έξυπνες» κάρτες αυξάνουν την χρήση των ΜΜΜ στις μεγάλες πόλεις λόγω της άνεσης και της ευελιξίας που παρέχουν στους χρήστες, με αποτέλεσμα την μείωση των αυτοκινήτων που κινούνται στο οδικό δίκτυο και επομένως της συμφόρησης, ιδιαίτερα σε περιόδους αιχμής.

3.6 Προηγμένα Συστήματα Πληροφόρησης

Τα Έξυπνα συστήματα μεταφορών (ITS) βοήθησαν στην ανάπτυξη προηγμένων συστημάτων μετάδοσης πληροφοριών στους χρήστες του δικτύου. Το περιεχόμενο της πληροφορίας που παρέχεται στο χρήστη θα πρέπει να είναι χρήσιμο, να ανταποκρίνεται στις ανάγκες του και ο τρόπος παρουσίασης της πληροφορίας να είναι «φιλικός» προς το χρήστη.

Οι πληροφορίες όμως, προτού καταλήξουν στο χρήστη, συλλέγονται και επεξεργάζονται. Η επεξεργασία τους γίνεται από ένα Κέντρο Διαχείρισης Πληροφοριών Κυκλοφορίας (Traffic Information Center). Οι πληροφορίες που παρέχονται από τα κέντρα διαχείρισης πληροφοριών διακρίνονται σε [35]:

- στατικές πληροφορίες: είναι πληροφορίες που δεν αλλάζουν συχνά με την πάροδο του χρόνου. Τέτοιες πληροφορίες είναι:
 - τα γεωγραφικά δεδομένα, δηλαδή το συγκοινωνιακό δίκτυο της πόλης καθώς και στοιχεία για κάθε δρόμο που ανήκει στο δίκτυο, όπως μήκος, πλάτος, αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας και μονοδρομήσεις
 - σήματα κυκλοφορίας και οι φωτεινοί σηματοδότες
 - σημεία γενικότερου ενδιαφέροντος(καταστήματα, επιχειρήσεις, δημόσια κτίρια)
 - το δίκτυο των ΜΜΜ και πληροφορίες όπως χρόνος εκκίνησης, στάσεις κ.ά.
 - πληροφορίες για επίσημες αργίες
 - ανώτατα επιτρεπτά όρια ταχύτητας
- δυναμικές πληροφορίες : είναι πληροφορίες που μεταβάλλονται συνεχώς με την πάροδο του χρόνου. Τέτοιες πληροφορίες είναι:
 - πληροφορίες για την κίνηση στους δρόμους(αριθμός οχημάτων, μέση ταχύτητα κ.ά.)
 - η πραγματική κατάσταση των φωτεινών σηματοδοτών τη συγκεκριμένη στιγμή
 - οι διαθέσιμες θέσεις στάθμευσης
 - τα ατυχήματα
 - γεγονότα που συμβαίνουν πάνω στο δίκτυο(κλείσιμο δρόμων, έργα που μειώνουν ή μηδενίζουν την χωρητικότητα του δρόμου)

-καιρικές συνθήκες

Η πληροφόρηση του χρήστη μπορεί να γίνει :

-πριν την διαδρομή: ώστε ο χρήστης να επιλέξει την κατάλληλη διαδρομή και το κατάλληλο μέσο μεταφοράς

-κατά τη διάρκεια της διαδρομής: ώστε να παρέχονται στο χρήστη μηνύματα καθοδήγησης και προειδοποίησης για να προσαρμόζει το ταξίδι του.

Τα συστήματα πληροφόρησης ταξινομούνται ως εξής:

- πληροφόρηση ταξιδιωτών
- διαχείριση πληροφοριών και δεδομένων

Οι λειτουργίες και ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός ανά επιμέρους εφαρμογή είναι:

3.6.1 Πληροφόρηση Ταξιδιωτών

3.6.1.1 Πριν τη διαδρομή

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την πληροφόρηση των χρηστών πριν τη διαδρομή είναι:

- ⊙ Internet
- ⊙ ραδιόφωνο
- ⊙ τηλεόραση (και ειδικά η συνδρομητική τηλεόραση, που έχει ειδικά κανάλια για πληροφόρηση των ταξιδιωτών)
- ⊙ συσκευές χειρός: κινητά τηλέφωνα, υπολογιστές χειρός
- ⊙ περίπτερα πληροφοριών (info-kiosks)
- ⊙ ειδικά τηλεφωνικά κέντρα αφιερωμένα σε αυτό το σκοπό
- ⊙ χάρτες

3.6.1.2 Κατά την διάρκεια της διαδρομής

Για την πληροφόρηση των χρηστών κατά τη διάρκεια της διαδρομής μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπως και πριν, τα ειδικά τηλεφωνικά κέντρα και οι συσκευές χειρός (κινητά τηλέφωνα, υπολογιστές χειρός) και το ραδιόφωνο (με εκπομπές που παρέχουν πληροφορίες στους οδηγούς για τις κυκλοφοριακές συνθήκες στην περιοχή και για τυχόν ατυχήματα). Ακόμα υπάρχουν:

-συστήματα παροχής πληροφόρησης μέσα στο όχημα: τέτοια συστήματα είναι τα συστήματα πλοήγησης (navigation systems) που συνεργάζονται με τα συστήματα εντοπισμού θέσης (GPS και GALILEO). Άλλο ένα τέτοιο σύστημα είναι το σύστημα ραδιοφωνικών δεδομένων (RDS) που παρέχει πληροφορίες ηχητικής ή οπτικής μορφής (κυλιόμενα γραπτά μηνύματα) μέσω του ραδιοφώνου. Τέλος υπάρχει το κανάλι μετάδοσης μηνυμάτων για την κυκλοφορία (TMC) που χρησιμοποιείται για την αναμετάδοση των συνθηκών κυκλοφορίας, των καιρικών συνθηκών, για συμβάντα σε πραγματικό χρόνο.

-συστήματα παροχής πληροφόρησης επί της υποδομής :

Τέτοιο σύστημα είναι οι **Πινακίδες Μεταβλητών Μηνυμάτων (Variable Message Signs-VMS)**[23],[32]. Με τις πινακίδες VMS οι οδηγοί πληροφορούνται εκ των προτέρων για οποιοδήποτε περιστατικό μπορεί να προκαλέσει απρόβλεπτη κυκλοφοριακή συμφόρηση στο δίκτυο. Σε αυτήν την περίπτωση μπορούν είτε να μειώσουν την ταχύτητα με την οποία κινούνται, είτε να επιλέξουν άλλη διαδρομή για τον προορισμό τους. Επιπλέον, οι πινακίδες VMS μπορούν να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες για τυχόν προγραμματισμένες εργασίες συντήρησης ή ασυνήθεις μετεωρολογικές συνθήκες.

Βασικός σκοπός τους είναι η όσο το δυνατόν μικρότερη καθυστέρηση στο σύνολο του δικτύου και των οδηγών σε περιπτώσεις ατυχημάτων και έκτακτων περιστατικών, καθώς και η μείωση των πιθανοτήτων να συμβεί κάποιο ατύχημα, αφού ο οδηγός μπορεί να έχει έγκαιρη ενημέρωση σε περίπτωση δύσκολων και επικίνδυνων συνθηκών οδήγησης.

Ζητούμενο είναι η λειτουργία τους, η χρησιμότητα του περιεχομένου της πληροφορίας και η παρουσίαση της με τρόπο που να είναι εύκολα και γρήγορα αντιληπτή από όλους. Ιδιαίτερη προσοχή, θα πρέπει να δίνεται σε απλά, αλλά πολύ σημαντικά στοιχεία, όπως η χρησιμοποιούμενη γραμματοσειρά, το είδος της πληροφορίας, η σύνταξη και στοίχισή της, η σχέση μεταξύ κειμένου και γραφήματος που θα βοηθήσουν τον οδηγό στην καλύτερη αντίληψη των μηνυμάτων.

Δύο είναι οι κατηγορίες των VMS:

-σταθερά VMS: τοποθετούνται είτε παρά την οδό, είτε σε γέφυρες ώστε να είναι από τους οδηγούς όλων των λωρίδων

-φορητά VMS (portable VMS, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που βρίσκονται πάνω σε ειδικά φορητά): αποφεύγεται γενικά η χρήση τους για μηνύματα δημόσιας υπηρεσίας, καθώς και η προβολή πληροφοριών χρόνου ταξιδιού.

Οι τεχνολογίες απεικόνισης που εφαρμόζονται στις Πινακίδες Μεταβλητών Μηνυμάτων (VMS) συγκρίνονται στον ακόλουθο πίνακα[32]:

Τεχνολογία	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Περιστρεφόμενοι δίσκοι	-Αποδεδειγμένη τεχνολογία -Χαμηλή κατανάλωση -Ορατά και ευανάγνωστα μηνύματα	-Αυξημένες απαιτήσεις συντήρησης, λόγω κινούμενων μερών -Οι αντανακλαστικές επιφάνειες ξεθωριάζουν από τον ήλιο -Χαμηλή ορατότητα σε μεγάλες αποστάσεις κατά τη νύχτα
Δίοδοι LED	-Καλή ορατότητα στις περισσότερες περιπτώσεις -Χαμηλές απαιτήσεις συντήρησης -Μεγάλη διάρκεια ζωής των διόδων LED (μέχρι 100.000 ώρες)	-Μικρός κόνος ορατότητας -Οι δίοδοι μπορεί να είναι ευαίσθητοι σε θερμοκρασιακές μεταβολές
Οπτικές ίνες	-Καλή ορατότητα στις περισσότερες περιπτώσεις -Ορατά και ευανάγνωστα μηνύματα	-Αυξημένες απαιτήσεις συντήρησης, λόγω κινούμενων μερών -Οι λαμπτήρες έχουν χαμηλή διάρκεια ζωής (8.000 έως 10.000 ώρες) -Αδυναμία ρύθμισης έντασης φωτισμού
Υβριδικές τεχνολογίες	-Το σύστημα εξακολουθεί να λειτουργεί σε ενδεχόμενη αστοχία της φωτεινής πηγής -Ορατά και ευανάγνωστα μηνύματα	-Αυξημένες απαιτήσεις συντήρησης, λόγω κινούμενων μερών -Οι αντανακλαστικές επιφάνειες ξεθωριάζουν από τον ήλιο

3.6.1.3 Τουριστική/Ταξιδιωτική Πληροφόρηση

Η τουριστική και ταξιδιωτική πληροφόρηση παρέχει:

- ⊙ τουριστικές πληροφορίες: παρέχονται πληροφορίες στους χρήστες που δεν είναι εξοικειωμένοι με τον τόπο που επισκέπτονται όπως για ξενοδοχεία, αξιοθέατα, εστιατόρια, γήπεδα μέσω Internet κυρίως.
- ⊙ πληροφορίες στάθμευσης: μέσω πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων ενημερώνονται οι χρήστες για τις διαθέσιμες θέσεις στάθμευσης.
- ⊙ ηλεκτρονική πληρωμή κομίστρου: χρησιμοποιούνται «έξυπνες» κάρτες για τη διευκόλυνση των οικονομικών συναλλαγών των τουριστών.

3.6.2 Διαχείριση πληροφοριών και δεδομένων

Η Διαχείριση των πληροφοριών περιλαμβάνει τη συλλογή, αποθήκευση και διανομή των δεδομένων των ITS, ώστε να χρησιμοποιηθούν στο σχεδιασμό, τη διοίκηση, τη λειτουργία, την ασφάλεια και την έρευνα των συστημάτων μεταφορών.

3.6.3 Αξιολόγηση συστημάτων πληροφόρησης

3.6.3.1. επιδράσεις-οφέλη

Η **πληροφόρηση των χρηστών πριν την διαδρομή** μέσω διάφορων τρόπων που εφαρμόστηκαν σε πολλές πόλεις (π.χ. Βαρκελώνη, San Francisco, Seattle)[5],[17] είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και την μεγάλη μείωση των καθυστερήσεων, γιατί οι χρήστες ενημερώνονταν για τα σημεία του δικτύου που υπήρχε συμφόρηση και επέλεγαν διαφορετικό δρομολόγιο για την πραγματοποίηση του ταξιδιού τους. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα μείωση στην κατανάλωση ενέργειας και στην εκπομπή ρύπων. Η εφαρμογή των συστημάτων πληροφόρησης είχε σαν αποτέλεσμα και την «στροφή» πολλών χρηστών στα MMM. Στη Νέα Υόρκη, η **πληροφόρηση πριν την διαδρομή μέσω Internet** είχε σαν αποτέλεσμα μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης κατά 50%. Στην Ιαπωνία παρόμοια μελέτη είχε σαν αποτέλεσμα μείωση της εκπομπής CO₂ κατά 20%, μεγάλη αύξηση της χρήσης των MMM (103%). Σε εφαρμογή τους συστήματος σε ώρες αιχμής στην Καλιφόρνια είχαμε μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου κατά 19% και μείωση των καθυστερήσεων κατά 50% [5].

Η **εφαρμογή συστημάτων πληροφόρησης κατά τη διάρκεια της διαδρομής** στο San Diego, είχε σαν αποτέλεσμα την ετήσια μείωση των καθυστερήσεων κατά 245,594 ώρες, της εκπομπής ρύπων κατά 3,057 τόνους/έτος και την μείωση κατανάλωσης ενέργειας κατά 322,767 γαλόνια/έτος [5]. Η **πληροφόρηση οδηγών κατά τη διάρκεια της διαδρομής μέσω VMS** είχε σαν αποτέλεσμα αύξηση της επιβατικής κίνησης στα MMM κατά 2,2% (πρόγραμμα MIRACLES, Βαρκελώνη)[17].

Η **πληροφόρηση των οδηγών κατά τη διάρκεια της διαδρομής μέσω συσκευών εντός οχήματος** έχουν σαν αποτέλεσμα μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 10% (εφαρμογή στην Ιαπωνία). Σε εφαρμογές του συστήματος στις ΗΠΑ το ποσοστό κυμαίνονταν από 10% έως 20% και μείωση εκπομπών CO₂ κατά 12% [5].

Η **πληροφόρηση των χρηστών που δεν είναι εξοικειωμένοι με το οδικό δίκτυο (τουρίστες)** , σε μελέτη που έγινε στην Washington, είχε σαν αποτέλεσμα οι χρήστες να φτάνουν στον προορισμό τους 15 λεπτά νωρίτερα, στο 79% των περιπτώσεων, οπότε είχε θετικό αποτέλεσμα στον χρόνο ταξιδιού τους[5]. Σε **εφαρμογή του πληροφοριακού ραδιοφώνου (HAR)** για το μουσείο του Gran Canyon στην Αριζόνα, προέκυψε αύξηση των τουριστών, αύξηση του car-sharing από την πλευρά των τουριστών με αποτέλεσμα μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 2.800 γαλόνια[5].

3.6.3.2. Αποδοχή από χρήστες

Η **πληροφόρηση πριν τη διαδρομή** με διάφορους τρόπους είχε πολύ θετική επίδραση στους χρήστες. Για παράδειγμα στο San Francisco (ΗΠΑ) το 75% των χρηστών ζητούσαν πληροφορίες για τις μετακινήσεις τους πριν την έναρξη της μετακίνησης και το 56% αυτών προσαρμόσαν τα χαρακτηριστικά μετακίνησης τους με βάση τις πληροφορίες που έλαβαν, και πιο συγκεκριμένα οι προσαρμογές αφορούσαν στην ώρα αναχώρησής τους κατά 5,2%, στη διαδρομή μετακίνησης κατά 16,6%, ενώ το 4,6% δεν πραγματοποίησε καθόλου την μετακίνησή του. Τα αποτελέσματα που οι χρήστες ανέμεναν με την **πληροφόρηση πριν τη διαδρομή** είναι: το 43% αυτών αναμένει μικρότερους χρόνους διαδρομής, το 12% περιμένει λιγότερο αγχωτικές συνθήκες οδήγησης, το 13% των χρηστών αναμένει πιο προβλέψιμο χρόνο διαδρομής, και το 6% ασφαλέστερες συνθήκες οδήγησης. Οι λόγοι που οι χρήστες επεδίωξαν την **πληροφόρηση πριν τη διαδρομή** είναι: το 50% ανέμεναν δυσμενείς κυκλοφοριακές συνθήκες, το 45% ήθελε να εξασφαλίσει άφιξη στο σημείο προορισμού του στην ώρα του και το 33% για να ακολουθήσει την πιο σύντομη διαδρομή[5].

Η **παροχή πληροφόρησης μέσω ειδικών τηλεφωνικών γραμμών** αξιολογήθηκε θετικά από το 71% των χρηστών, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Αριζόνα (ΗΠΑ). Στο San Francisco, η αποδοχή των χρηστών στο σύστημα αυτό έφτασε το 92,3%, στη Virginia το ποσοστό ήταν 90%, στην Washington 68% -87% και στο Kentucky το 94% των χρηστών[5].

Η **πληροφόρηση πριν τη διαδρομή μέσω info-kiosks** είχε μεγάλη αποδοχή από τους χρήστες σε εφαρμογή τους στο Alborg της Δανίας[21]. Η **πληροφόρηση πριν τη διαδρομή μέσω Internet** επίσης έχει μεγάλη αποδοχή. Σε έρευνα στο Bristol, Αγγλία το 30% των χρηστών δήλωσε ότι συμβουλεύεται το διαδίκτυο προτού ξεκινήσει τις μετακινήσεις του και το 75% των χρηστών ανέφερε ότι η **πληροφόρηση πριν τη διαδρομή** έχει θετικό αντίκτυπο[21]. Η **πληροφόρηση μέσω κινητών τηλεφώνων** για ενημέρωση των χρηστών για το χρόνο αναχώρησης των λεωφορείων και τις στάσεις του ήταν αποδεκτό από τους χρήστες σε εφαρμογή του στη Ναντ (Γαλλία) γιατί είναι αξιόπιστη, ακριβής και «φιλική» αλλά υπήρχε και μια ανησυχία των χρηστών για το κόστος της εφαρμογής[21].

Η **πληροφόρηση οδηγών κατά τη διάρκεια της διαδρομής μέσω VMS** έχει πολύ θετικά αποτελέσματα. Έρευνα που έγινε στο Λονδίνο έδειξε ότι το 32% των χρηστών προσαρμόσαν τα χαρακτηριστικά της μετακίνησης τους βάσει των VMS[15]. Έρευνα που έγινε στο Oregon (ΗΠΑ) σε μια περιοχή όπου γίνονται πολλά ατυχήματα λόγω επικίνδυνων στροφών, η πληροφόρηση οδηγών μέσω VMS είχε σαν αποτέλεσμα το 76% των οδηγών να μειώσει την ταχύτητα του οχήματος[5]. Το 84% των χρηστών

τόνισε ότι η συγκεκριμένη VMS αυξάνει την ασφάλεια στην περιοχή και το 79% αυτών έμεινε ικανοποιημένο από τη θέση της πινακίδας. Σε έρευνα που έγινε στο Cincinnati η πληροφόρηση οδηγών μέσω VMS είχε σαν αποτέλεσμα το 56% των οδηγών να αλλάξει τη διαδρομή του, ύστερα από την ενημέρωση που είχαν για οδικό συμβάν [5]. Η εφαρμογή του προγράμματος MIRACLES στη Βαρκελώνη έδειξε ότι η πληροφόρηση οδηγών κατά τη διάρκεια της διαδρομής μέσω VMS είχε μεγάλη αποδοχή από τους χρήστες [17].

Η **τουριστική και ταξιδιωτική πληροφόρηση** αντιμετωπίστηκε θετικά από το 90% των χρηστών σε εφαρμογή στο Μπρίστολ [21]. Στη Utah (ΗΠΑ) το 98% των τουριστών έμεινε ικανοποιημένο από τις πληροφορίες που συνέλλεξε μέσω του Internet για τους χειμερινούς Ολυμπιακούς Αγώνες [5].

3.6.3.3 οικονομική αποδοτικότητα

Η εφαρμογή **συστημάτων πληροφόρησης των οδηγών πριν τη διαδρομή** σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ είχε σαν αποτέλεσμα ετήσιο όφελος 543,1 εκατομμύρια \$ [5].

Η εφαρμογή **συστημάτων πληροφόρησης κατά τη διάρκεια της διαδρομής** είχε μεγάλα οικονομικά οφέλη λόγω μείωσης κατανάλωσης ενέργειας και αποφυγής καθυστερήσεων, με βάση μελέτες που έγιναν σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ [5].

3.6.4 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Πληροφόρησης

Πίνακας 6.1: Επίδραση των συστημάτων πληροφόρησης στην κυκλοφορία

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΕΙΣ /ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ	ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	ΑΥΞΗΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΜΜΜ	ΚΙΝΗΣΗ ΠΕΖΩΝ/ ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A

Πίνακας 6.2: Επίδραση των συστημάτων πληροφόρησης στην ασφάλεια

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΑΒΑΣΕΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΓΙΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΤΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Πίνακας 6.3: Επίδραση των συστημάτων πληροφόρησης στο περιβάλλον

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΕΚΠΟΜΠΗ ΡΥΠΩΝ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	N/A	N/A

Πίνακας 6.4: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων πληροφόρησης

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΧΡΗΣΤΕΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ
ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	N/A	N/A

3.6.5 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Πληροφόρησης

Τα κυριότερα οφέλη που παρουσιάζουν τα συστήματα πληροφόρησης είναι:

- αύξηση της επιβατικής κίνησης στα ΜΜΜ
- μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, λόγω της επιλογής εναλλακτικών διαδρομών από τους χρήστες
- μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων και μείωση κατανάλωσης ενέργειας
- βελτίωση στη διαχείριση της ζήτησης, που αφορά την ώρα διαδρομής, το μέσο μεταφοράς και τις μετεπιβιβάσεις

Τα σημαντικότερα συστήματα πληροφόρησης που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι:

- ⊙ **πληροφόρηση πριν τη διαδρομή κυρίως μέσω Internet, κινητών τηλεφώνων και info-kiosks:** ενημερώνουν κατάλληλα τους οδηγούς ώστε να αποφασίζουν την κατάλληλη χρονική περίοδο και το κατάλληλο δρομολόγιο για την πραγματοποίηση του ταξιδιού τους
- ⊙ **πληροφόρηση κατά τη διάρκεια της διαδρομής μέσω VMS και συσκευές εντός οχήματος:** ενημερώνουν κατάλληλα τους οδηγούς ώστε να αποφεύγουν τους δρόμους με υψηλή συμφόρηση και να επιλέγουν εναλλακτικές διαδρομές για την πραγματοποίηση του ταξιδιού τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ

Η διαχείριση υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης περιλαμβάνει την διαχείριση δυσμενών για την κυκλοφορία καταστάσεων, οι οποίες μπορεί να προέρχονται είτε από φυσικές καταστροφές (σεισμοί, πλημμύρες, τυφώνες, τσουνάμι, μεγάλες φωτιές), είτε από την ανθρώπινη δράση (βομβιστικές και τρομοκρατικές επιθέσεις, πόλεμος, διάχυση της οδού με επικίνδυνα υλικά για την υγεία και την ασφάλεια των ανθρώπων ύστερα από ατύχημα-τέτοια υλικά είναι πετρέλαιο, βενζίνη, υγραέριο, θειικό οξύ, πίσσες υγρές, ραδιενεργές ουσίες, επικίνδυνα απόβλητα).

Στόχος των υπηρεσιών διαχείρισης καταστάσεων έκτακτης ανάγκης είναι η μείωση του χρόνου ανταπόκρισης, ώστε να μειωθούν οι απώλειες σε ανθρώπινες ζωές και υλικές ζημιές. Για να μειωθεί ο χρόνος ανταπόκρισης θα πρέπει να μειωθεί ο χρόνος ειδοποίησης των αρμόδιων φορέων και ο χρόνος άφιξης τους στον τόπο του περιστατικού.

Συνήθως, τα ατυχήματα οχημάτων που μεταφέρουν επικίνδυνα υλικά προκαλούν μεγάλο αριθμό θανάτων και μεγάλες οικονομικές ζημιές λόγω του υψηλού κινδύνου που υπάρχει στις περιπτώσεις αυτές για δευτερογενή ατυχήματα.

Σήμερα στην Ε.Ε εφαρμόζεται ένα σύστημα για την αυτόματη ειδοποίηση των υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης σε περίπτωση τροχαίου ατυχήματος. Αυτό το σύστημα είναι το **e-call**, που με τη βοήθεια του δορυφορικού συστήματος εντοπισμού της θέσης του οχήματος **GALILEO**, θα ενημερώνει και θα κατευθύνει τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης στην ακριβή τοποθεσία του ατυχήματος [3].

Το **GALILEO** είναι ένα δορυφορικό σύστημα πλοήγησης που αναπτύσσει η Ε.Ε. και θα παρέχει υπηρεσίες εντοπισμού θέσης, πλοήγησης και χρονισμού ακριβείας [3].

Το e-call είναι μια συσκευή που βρίσκεται εντός του οχήματος και σε περίπτωση ατυχήματος πραγματοποιεί μια κλήση έκτακτης ανάγκης μεταδίδοντας δεδομένα απευθείας στο πλησιέστερο κέντρο λήψης κλήσεων έκτακτης ανάγκης. Η κλήση e-call μπορεί να πραγματοποιηθεί από τους ίδιους τους επιβάτες, όμως, σε περίπτωση σοβαρού ατυχήματος, το αυτοκίνητο διαβιβάζει την κλήση αυτόματα. Το χαρακτηριστικό εκείνο της υπηρεσίας e-call που συμβάλλει στη διάσωση είναι οι ακριβείς πληροφορίες που παρέχει σχετικά με τη θέση στην οποία έχει λάβει χώρα το ατύχημα: το πλησιέστερο κέντρο λήψης κλήσεων έκτακτης ανάγκης ειδοποιείται άμεσα και γνωρίζει ακριβώς πού πρέπει να μεταβούν οι μονάδες άμεσης βοήθειας. Το γεγονός αυτό είναι εξαιρετικής σημασίας, αφού θα οδηγεί και σε δραστική

μείωση του χρόνου διάσωσης. Το e-call θα βασιστεί στον ενιαίο ευρωπαϊκό αριθμό κλήσης έκτακτης ανάγκης, το 112, η χρήση του οποίου γενικεύτηκε πρόσφατα σε ολόκληρη την ΕΕ. Με τον τρόπο αυτό θα διασφαλιστεί η διαλειτουργικότητα του συστήματος σε ολόκληρη την Ευρώπη [3].

Η διαχείριση των υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης ταξινομείται στις εξής επιμέρους εφαρμογές:

- Διαχείριση της μεταφοράς επικίνδυνων υλικών
- Υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης
- Ιατρικές υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης

Οι λειτουργίες και η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία του συστήματος διαχείρισης υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης είναι:

4.1 Διαχείριση της μεταφοράς επικίνδυνων υλικών

Η μεταφορά επικίνδυνων υλικών γίνεται συνήθως με μεγάλου μεγέθους φορτηγά, στα οποία ο κίνδυνος ανατροπής είναι μικρότερος και υπάρχει μεγαλύτερη πληρότητα, επομένως μειώνεται και ο αριθμός των φορτηγών που κυκλοφορούν, με τη χρήση μεγάλων φορτηγών, άρα μειώνεται και η συμφόρηση. Οι οδηγοί των φορτηγών αυτών βάσει της Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας πρέπει να έχουν την κατάλληλη εκπαίδευση και κατάρτιση για την μεταφορά επικίνδυνων υλικών. Επίσης τα οχήματά τους πρέπει να πληρούν τις Ευρωπαϊκές προδιαγραφές για την ασφαλή μεταφορά των επικίνδυνων υλικών. Σε περίπτωση ατυχήματος, για να μετριαστούν οι αρνητικές επιπτώσεις που θα προκύψουν από την διάχυση του επικίνδυνου υλικού στο οδόστρωμα, ενεργοποιείται μια συσκευή εντός του οχήματος, η οποία διαβιβάζει στο κέντρο διαχείρισης των οδικών συμβάντων πληροφορίες σχετικά με την ακριβή θέση του οχήματος, το είδος του υλικού που μεταφέρεται και την κατάσταση του μετά το ατύχημα. Επίσης, συσκευές εντός οχήματος μπορούν να παρακολουθούν την κατάσταση του οδηγού και σε περίπτωση που αυτός εμφανίσει τάσεις υπνηλίας ή κούρασης να επιβραδύνεται/σταματά το όχημα και συσκευές εντός οχήματος που να παρακολουθούν την ταχύτητα του φορτηγού.

4.2 Υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης

Οι υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης περιλαμβάνουν τις ακόλουθες λειτουργίες:

-ειδοποίηση για το περιστατικό: οι φορείς που είναι αρμόδιοι για την παροχή υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης ειδοποιούνται από το κέντρο διαχείρισης οδικών συμβάντων (που βρίσκεται στο ΚΕΔΚ).

-κινητοποίηση και διαχείριση της ανταπόκρισης και ανάθεση δρομολογίου και αποστολή του κατάλληλου οχήματος : χρησιμοποιούνται οι τεχνολογίες AVL (αυτόματου εντοπισμού της θέσης του οχήματος του στόλου που είναι αρμόδιο για την αντιμετώπιση τέτοιων καταστάσεων) και CAD (ανάθεση του δρομολογίου στο πιο κοντινό στο περιστατικό όχημα) και συστήματα πλοήγησης.

-απομάκρυνση των εμπλεκόμενων οχημάτων και υπολειμμάτων από τη οδό και αποκατάσταση της κυκλοφορίας της οδού: οι αρμόδιοι φορείς για την αντιμετώπιση τέτοιων καταστάσεων είναι υπεύθυνοι για την ομαλοποίηση της κατάστασης μετά από ένα τέτοιο περιστατικό.

4.3 Ιατρικές υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης

Περιλαμβάνει:

-τα προηγμένα συστήματα αυτόματης ειδοποίησης σύγκρουσης (ACN): τα οποία είναι ITS εντός του οχήματος

-οι υπηρεσίες της τηλε-ιατρικής: συνδέουν το προσωπικό που φτάνει στο σημείο του περιστατικού (μέσω ασύρματης επικοινωνίας και καμερών) με γιατρούς για την χορήγηση συμβουλών. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμες σε επαρχιακά δίκτυα, εκεί δηλαδή που ο χρόνος ανάδρασης είναι μεγαλύτερος.

4.4 Αξιολόγηση του συστήματος

4.4.1 επιδράσεις-οφέλη

Το **σύστημα αυτόματης ειδοποίησης (e-call)** των υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης **που τοποθετείται μέσα στο όχημα** αναμένεται να έχει τα εξής αποτελέσματα:

-μείωση των θανάτων κατά 5%-10% [3]

-μείωση έως και 15% της σοβαρότητας των τραυματισμών, λόγω της ταχύτερης ανταπόκρισης των αρμόδιων υπηρεσιών [3]

-μείωση του χρόνου ανταπόκρισης κατά 50% [3]

Η χρήση **κατάλληλων προηγμένων συστημάτων για την διαχείριση της μεταφοράς επικίνδυνων υλικών** έχουν σαν αποτέλεσμα:

-αύξηση της ασφάλειας, καθώς σε περίπτωση ατυχήματος υπάρχουν μικρότεροι κίνδυνοι [3]

-καλύτερη προστασία του περιβάλλοντος λόγω ελαχιστοποίησης διαρροών και μείωσης εκπομπών[3]

-μείωση της συμφόρησης, λόγω κυκλοφορίας λιγότερων φορτηγών στο οδικό δίκτυο[3]

-μείωση των συνεπειών από τρομοκρατική ενέργεια κατά 36% (μελέτες στις ΗΠΑ) [5]

Η εφαρμογή της **τηλε-ιατρικής** έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση των θανάτων κατά 19% από μελέτη του συστήματος που έγινε στις Βρυξέλλες και κατά 8% από εφαρμογή της λειτουργίας αυτής στο Λονδίνο[31].

Η **έγκαιρη ειδοποίηση και απόκριση στο έκτακτο περιστατικό** είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση των δευτερογενών ατυχημάτων κατά 7%-12% σύμφωνα με έρευνες που έγιναν στην Ευρώπη και κατά 15% στις ΗΠΑ. **Τα συστήματα εντοπισμού υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης** που εφαρμόστηκαν στην Georgia (ΗΠΑ) μείωσαν χρόνο ανταπόκρισης στο περιστατικό κατά 5-7 λεπτά[5].

Για την **αποκατάσταση της κυκλοφορίας μετά από τυφώνα** στην Carolina, οι αρμόδιοι φορείς **χρησιμοποίησαν λωρίδες αντιστρέψιμης ροής**, με αποτέλεσμα βελτίωση του κυκλοφοριακού φόρτου κατά 44%[5]. Παρόμοια μελέτη έγινε και στη Virginia[5].

4.4.2 Αποδοχή από χρήστες

Η εφαρμογή της **τηλε-ιατρικής** έχει θετική αποδοχή από τους χρήστες(εφαρμογές σε διάφορες πόλεις της Ε.Ε. [3].

Το **σύστημα αυτόματης ειδοποίησης (e-call)** των υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης **που τοποθετείται μέσα στο όχημα** έχει θετική αποδοχή από τους χρήστες σύμφωνα με μελέτες που έγιναν σε πολλές πόλεις της Ε.Ε. [3].

Οι **συσσκευές που τοποθετούνται εντός των φορτηγών που μεταφέρουν επικίνδυνα υλικά** έχουν θετική αποδοχή από τους χρήστες, όπως απέδειξαν πολλές έρευνες που έγιναν στα πλαίσια της Ε.Ε. [3].

4.4.3 οικονομική αποδοτικότητα

Μελέτες που έγιναν σε πόλεις των ΗΠΑ έδειξαν ότι η εφαρμογή των **συστημάτων διαχείρισης της μεταφοράς των επικίνδυνων υλικών** έχουν πολύ μεγάλη οικονομική αποδοτικότητα με το λόγο οφέλους-κόστους να φτάνει και το 97:1. Η **χρήση μεγάλων φορτηγών με τον κατάλληλο εξοπλισμό για την μεταφορά επικίνδυνων υλικών** έχει σαν αποτέλεσμα ετήσια μείωση δαπανών (εξοικονόμηση για τις επιχειρήσεις μεταφορών) κατά 5 εκατομμύρια € [5].

Το κόστος του **συστήματος αυτόματης ειδοποίησης (e-call)** των υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης **που τοποθετείται μέσα στο όχημα** είναι απαγορευτικά υψηλό ιδίως για όσους το χρειάζονται περισσότερο, παραδείγματος χάρη για τους κατοίκους αγροτικών ή απομονωμένων περιοχών [3].

4.5 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Διαχείρισης Υπηρεσιών Έκτακτης Ανάγκης

Πίνακας 7.1: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης στην κυκλοφορία

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΕΙΣ /ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ	ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	ΑΥΞΗΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΜΜΜ	ΚΙΝΗΣΗ ΠΕΖΩΝ/ΠΟΔ ΗΛΑΤΩΝ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΔΟ, ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Πίνακας 7.2: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης στην ασφάλεια

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΑΒΑΣΕΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΓΙΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΤΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ
ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΔΟ, ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΓΚΡΟΥΣΗΣ	N/A	N/A	N/A	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ

Πίνακας 7.3: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης στο περιβάλλον

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΕΚΠΟΜΠΗ ΡΥΠΩΝ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ	N/A	N/A
ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ	N/A	N/A
ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΔΟ, ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	N/A	N/A
ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗ	N/A	N/A

Πίνακας 7.4: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων διαχείρισης υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΧΡΗΣΤΕΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ
ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ	N/A	N/A
ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ	N/A	N/A
ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΔΟ, ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	N/A	N/A
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ	ΘΕΤΙΚΗ	ΑΡΝΗΤΙΚΗ
ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A

4.6 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Διαχείρισης Υπηρεσιών Έκτακτης Ανάγκης

Τα συστήματα διαχείρισης υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης εξαρτώνται άμεσα από την υλοποίηση των συστημάτων διαχείρισης οδικών συμβάντων, τα οποία εντοπίζουν την ανάγκη για άμεση ανταπόκριση στα συμβάντα του οδικού δικτύου. Τα σημαντικότερα οφέλη των συστημάτων διαχείρισης υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης είναι:

- μείωση του χρόνου ειδοποίησης και ανάδρασης στο έκτακτο περιστατικό
- αύξηση της αίσθησης ασφάλειας στους οδηγούς
- αύξηση της αποτελεσματικότητας του αρμόδιου φορέα

Σε σχέση με προηγούμενες μελέτες, **σήμερα έχουν αρχίσει να λειτουργούν τα συστήματα e-call** (αυτόματης ειδοποίησης σε περίπτωση ατυχήματος από τον ίδιο το όχημα στο κέντρο) **και GALILEO** (σύστημα εντοπισμού της θέσης του οχήματος στην Ε.Ε.). **Τα συστήματα διαχείρισης υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης χρησιμοποιούνται κυρίως στις επαρχιακές περιοχές. Παρόλα αυτά, οι μελέτες που έχουν γίνει για τις επιδράσεις των συστημάτων αυτών είναι ελάχιστες.**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΑΞΙΔΙΩΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Τα προηγμένα συστήματα ασφάλειας ταξιδιωτών και πρόληψης ατυχημάτων εστιάζουν κυρίως στα υπεραστικά οδικά δίκτυα, γιατί αυτά εμφανίζουν περισσότερα προβλήματα από τα αστικά οδικά δίκτυα. Στα υπεραστικά οδικά δίκτυα οι αποστάσεις που διανύονται είναι μεγαλύτερες, οι οδηγοί είναι λιγότερο εξοικειωμένοι με το δίκτυο, οι χρόνοι ανάδρασης σε περίπτωση συμβάντος είναι αρκετά μεγαλύτεροι σε σύγκριση με το αστικό δίκτυο και συνήθως η σοβαρότητα των ατυχημάτων είναι αρκετά μεγαλύτερη.

Ο όρος ασφάλεια των ταξιδιωτών, έχει να κάνει με το αίσθημα ασφάλειας που νιώθει ο χρήστης της οδού όταν κινείται σε αυτή, και το οποίο δεν ανταποκρίνεται πάντοτε με τις επικρατούσες κυκλοφοριακές και λειτουργικές συνθήκες της οδού.

Τα συστήματα για την ασφάλεια των ταξιδιωτών παρέχουν πληροφορίες στους οδηγούς για τη γεωμετρία της οδού, για τη ύπαρξη ζώων, για την ύπαρξη πεζών και ποδηλάτων, για την αποφυγή ατυχημάτων σε διασταυρώσεις και σε ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις. Με τον όρο «ισόπεδη σιδηροδρομική διάβαση» νοείται κάθε διασταύρωση οδού και σιδηροδρομικής γραμμής στο ίδιο επίπεδο, η οποία συνοδεύεται από κατάλληλη σήμανση. Στις ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις προτεραιότητα έχει πάντα το τρένο. Η σοβαρότητα των ατυχημάτων στις ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις είναι πάρα πολύ μεγάλη.

Τα συστήματα ασφάλειας ταξιδιωτών και πρόληψης ατυχημάτων διακρίνονται στις εξής επιμέρους εφαρμογές:

- Παρακολούθηση των χαρακτηριστικών των οχημάτων και επιτήρηση της οδού
- Προειδοποίηση κινδύνων λόγω της γεωμετρίας της οδού
- Διαχείριση ισόπεδων σιδηροδρομικών διαβάσεων
- Αποφυγή ατυχημάτων σε διασταυρώσεις
- Ασφάλεια πεζών και ποδηλάτων
- Προειδοποίηση για την ύπαρξη ζώων

Οι λειτουργίες των συστημάτων ασφάλειας ταξιδιωτών και πρόληψης ατυχημάτων ανά επιμέρους εφαρμογή και η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία είναι:

5.1 Παρακολούθηση των χαρακτηριστικών των οχημάτων και επιτήρηση της οδού

Τα χαρακτηριστικά των οχημάτων που πρέπει να παρακολουθούνται είναι το ύψος τους, το πλάτος τους, το βάρος τους, η ταχύτητα τους και ιδιαίτερα σε περιοχές όπου υπάρχουν γέφυρες και σήραγγες[32].

Ακόμα, ένα βασικό χαρακτηριστικό των οχημάτων που πρέπει να παρακολουθείται είναι η ηλικία του οχήματος. Τα οχήματα παλαιού τύπου, σε οριακές καταστάσεις οδήγησης, υστερούν σημαντικά σε σχέση με τα οχήματα εξελιγμένης τεχνολογίας. Ένα βασικό μειονέκτημα των οχημάτων μεγάλης ηλικίας είναι η μείωση της αντοχής των υλικών του αμαξώματος με συνέπεια κατά τη σύγκρουση η μεταβολή της κινητικής ενέργειας σε παραμορφωτική ενέργεια να μην πραγματοποιείται ιδανικά.

Από στατιστικές έρευνες προκύπτει ότι η πιθανότητα θανάτου ενός οδηγού που συγκρούεται με άλλο όχημα αυξάνεται όσο μεγαλύτερο είναι το βάρος του άλλου οχήματος[32].

Ο εντοπισμός των υπέρυψων φορτηγών που κινούνται στην οδό έχει πολύ μεγάλη σημασία για την πρόληψη ατυχημάτων, που μπορούν να προκληθούν στις εισόδους των σηράγγων.

Η επιτήρηση της οδού είναι απαραίτητη κυρίως στις περιοχές που παρουσιάζουν υψηλή κυκλοφοριακή συμφόρηση, σε σήραγγες και γέφυρες και σε περιοχές όπου υπάρχει αυξημένη πιθανότητα ατυχημάτων.

Η επιτήρηση της οδού περιλαμβάνει [32]:

-την παρακολούθηση των χαρακτηριστικών της οδού

-των εντοπισμό των οδικών συμβάντων

-την παρακολούθηση των χαρακτηριστικών των βαρέων, κυρίως, οχημάτων

και γίνεται με την τεχνολογία που περιέγραψα στα συστήματα διαχείρισης αρτηριών και αυτοκινητοδρόμων (CCTV, ανιχνευτές μικροκυμάτων, επαγωγικοί βρόχοι, αισθητήρες ήχου, ανιχνευτές υπέρυψων οχημάτων).

5.2 Προειδοποίηση κινδύνων λόγω γεωμετρίας της οδού

Περιλαμβάνει τις εξής λειτουργίες [32]:

-προειδοποίηση ανατροπής οχήματος σε ράμπα: αυτά τα συστήματα ανιχνεύουν τις ταχύτητες των οχημάτων που προσεγγίζουν σε ράμπες εισόδου των

αυτοκινητοδρόμων και προειδοποιούν τους οδηγούς για το ανώτατο όριο ταχύτητας για την ασφαλή κυκλοφορία στη ράμπα.

-προειδοποίηση για ταχύτητα σε καμπύλη και κατωφέρεια: αυτά τα συστήματα ανιχνεύουν τις ταχύτητες των οχημάτων που προσεγγίζουν σε καμπύλη ή σε κατωφέρεια και προειδοποιούν τους οδηγούς για το ανώτατο όριο ταχύτητας για την ασφαλή κυκλοφορία στα σημεία αυτά.

-προειδοποίηση για κυκλοφορία οχημάτων με ύψος και πλάτος άνω του επιθυμητού: αυτά τα συστήματα ανιχνεύουν τις διαστάσεις των βαρέων οχημάτων και προειδοποιούν τους οδηγούς ότι η διέλευσή τους μέσα από σήραγγες και κάτω από γέφυρες είναι επικίνδυνη.

Η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία για τις λειτουργίες αυτές είναι:

Κινητά τηλέφωνα, τηλέφωνα έκτακτης ανάγκης, φωτεινοί σηματοδότες, πινακίδες ελέγχου των λωρίδων κυκλοφορίας (LCS), ανιχνευτές μικροκυμάτων, επαγωγικοί βρόχοι, αισθητήρες ήχου, κάμερες κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης (CCTV), ανιχνευτές οχημάτων με ύψος άνω του επιθυμητού, αισθητήρες όρασης(video), καλώδια οπτικών ινών, πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (VMS), πληροφοριακό ραδιόφωνο (HAR), πινακίδες ένδειξης του μεταβλητού ορίου ταχύτητας, συσκευές πληροφόρησης εντός του οχήματος.

5.3 Διαχείριση ισόπεδων σιδηροδρομικών διαβάσεων

Οι ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις αποτελούν σημείο εμπλοκής των κυκλοφοριακών ροών συρμών και οδικών οχημάτων. Είναι επόμενο λοιπόν να αποτελούν ένα νευραλγικό σημείο του δικτύου από πλευράς ασφάλειας της κυκλοφορίας.

Η διαχείριση ισόπεδων σιδηροδρομικών διαβάσεων περιλαμβάνει τις εξής λειτουργίες:

-επιτήρηση της διάβασης: συστήματα παρακολούθησης (video, αισθητήρες ανίχνευσης, επαγωγικοί βρόχοι, αισθητήρες ήχου) ανιχνεύουν την παρουσία οχημάτων στην περιοχή.

-έλεγχος της κυκλοφορίας στις ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις : ρυθμίζεται η σηματοδότηση σε πραγματικό χρόνο, ανάλογα με την θέση και την ώρα άφιξης του τρένου στο σημείο της διασταύρωσης, προκειμένου να αποφευχθούν τα ατυχήματα.

-παροχή πληροφόρησης: η πληροφόρηση των οδηγών για την ώρα άφιξης του τρένου γίνεται μέσω VMS,HAR και συσκευές εντός του οχήματος.

-αστυνόμηση: γίνεται με την τεχνολογία που έχει αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια.

5.4 Αποφυγή ατυχημάτων στις διασταυρώσεις

Ένα μεγάλο ποσοστό τροχαίων ατυχημάτων καταγράφονται στις διασταυρώσεις. Σύμφωνα με το ευρωπαϊκό παρατηρητήριο οδικής ασφάλειας, στις περισσότερες χώρες το 40%-60% του συνολικού αριθμού ατυχημάτων που καταγράφονται γίνονται σε διασταυρώσεις. Επίσης, τα ατυχήματα σε διασταυρώσεις είναι μεγαλύτερα σε αστικές περιοχές (58%) από ότι σε επαρχιακές περιοχές (20%) [32].

Τα συστήματα αποφυγής σύγκρουσης στις διασταυρώσεις ανιχνεύουν την κυκλοφορία οχημάτων που προσεγγίζουν στις διασταυρώσεις και προειδοποιούν τους οδηγούς.

Η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία για τις λειτουργίες αυτές είναι:

Κινητά τηλέφωνα, τηλέφωνα έκτακτης ανάγκης, φωτεινοί σηματοδότες, πινακίδες ελέγχου των λωρίδων κυκλοφορίας (LCS), ανιχνευτές μικροκυμάτων, επαγωγικοί βρόχοι, αισθητήρες ήχου, κάμερες κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης (CCTV), υπέρυθρους αισθητήρες, αισθητήρες όρασης (video), καλώδια οπτικών ινών, πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (VMS), πληροφοριακό ραδιόφωνο (HAR), πινακίδες ένδειξης του μεταβλητού ορίου ταχύτητας, συσκευές πληροφόρησης εντός του οχήματος.

5.5 Ασφάλεια πεζών και ποδηλάτων

Τα συστήματα ασφάλειας πεζών και ποδηλάτων εφαρμόζονται κυρίως σε αστικές περιοχές, όπου η κίνηση πεζών και ποδηλάτων είναι μεγάλη. Ένας πεζός έχει περίπου 4 φορές την πιθανότητα να τραυματιστεί ή να σκοτωθεί σε ένα ατύχημα σε σχέση με ένα οδηγό. Συστήματα που χρησιμοποιούνται για την προστασία των πεζών είναι :

- αυτόματος φωτισμός της διάβασης κατά την διέλευση της από πεζούς
- ανιχνευτές πεζών στους φωτεινούς σηματοδότες, οι οποίοι θα επιμηκύνουν την διάρκεια της πράσινης ένδειξης για τους πεζούς
- σηματοδότες με αναλάμπουσα ένδειξη
- συσκευές εντός οχήματος που θα ανιχνεύουν την ύπαρξη πεζού
- κατάλληλος σχεδιασμός του μπροστινού μέρους των αυτοκινήτων (ώστε να ελαχιστοποιείται η σοβαρότητα των τραυματισμών).

Για την προστασία των ποδηλατών χρησιμοποιούνται αισθητήρες για την αναγνώριση τους και ηλεκτρονική σήμανση προειδοποίησης των οδηγών που κινούνται στο ίδιο τμήμα του δρόμου με τους ποδηλάτες.

5.6 Προειδοποίηση για την ύπαρξη ζώων

Οι πινακίδες που προειδοποιούν τους οδηγούς για την ύπαρξη ζώων εγκαθίστανται σε περιοχές όπου υπάρχει υψηλή συχνότητα διέλευσης ζώων.

Για την αντιμετώπιση της ύπαρξης ζώων χρησιμοποιούνται:

- υπέρυθροι αισθητήρες και άλλες τεχνολογίες ανίχνευσης
- αναλάμποντα τόξα πορείας οχήματος σε ειδικά προειδοποιητικά σήματα
- συσκευές εντός οχήματος που θα ανιχνεύουν την ύπαρξη ζώου

5.7 Αξιολόγηση συστήματος ασφάλειας ταξιδιωτών και πρόληψης ατυχημάτων

5.7.1 επιδράσεις-οφέλη

Τα **συστήματα προειδοποίησης για κίνηση με υψηλή ταχύτητα σε απότομες κατωφέρεις οδού**, σε εφαρμογή τους στο Oregon και στο Colorado (ΗΠΑ), είχαν σαν αποτέλεσμα σημαντική μείωση της ταχύτητας των φορτηγών κατά 27% και μείωση των ατυχημάτων των φορτηγών κατά 13%. Τα **συστήματα προειδοποίησης για κίνηση με υψηλή ταχύτητα σε απότομες καμπύλες της οδού** είχαν αποτέλεσμα την μείωση της ταχύτητας του 76% των οδηγών σε εφαρμογή τους στο Oregon με αποτέλεσμα την μείωση ατυχημάτων [5].

Η εφαρμογή των συστημάτων **προειδοποίησης για κυκλοφορία οχημάτων με ύψος και πλάτος άνω του επιθυμητού** που εφαρμόστηκαν σε 8 πολιτείες των ΗΠΑ είχαν αποτέλεσμα μείωση των ατυχημάτων. Όμως τα συστήματα προειδοποίησης για κυκλοφορία οχημάτων με ύψος και πλάτος άνω του επιθυμητού, που εφαρμόστηκαν στην Πενσυλβάνια (ΗΠΑ) δεν έδειξαν σημαντική αύξηση της ασφάλειας, καθώς πολλοί οδηγοί θεωρούσαν ότι χωρούσαν τα φορτηγά τους ή απλώς αγνοούσαν τα συστήματα με αποτέλεσμα να γίνονται ατυχήματα [5].

Τα **συστήματα προειδοποίησης ανατροπής οχήματος σε ράμπα** που εφαρμόστηκαν στην Πενσυλβάνια, έδειξαν μείωση των ατυχημάτων και μείωση της μέσης ταχύτητας των οχημάτων [5].

Μελέτες έχουν δείξει **μια μείωση των ατυχημάτων σε περιοχές διέλευσης ζώων. Η μείωση όμως αυτή δεν οφείλεται σε εφαρμογή ITS**. Για παράδειγμα, η εφαρμογή αρωματικών σημάτων (με μυρωδιά λύκου) για τρόμαγμα των ζώων και αποφυγής

διέλευσης τους από την οδό στη Νορβηγία, έδειξε μείωση των ατυχημάτων κατά 70%. Η εφαρμογή υψηλών φραχτών (τουλάχιστον 2 μέτρα) σε Σουηδία, Νορβηγία μείωσε τον αριθμό των ατυχημάτων κατά 25% [32]. Ο καθαρισμός από δέντρα μιας περιοχής 20 μέτρων μέχρι τα όρια της οδού, οδήγησε σε μείωση των ατυχημάτων κατά 20% (εφαρμογή στη Σουηδία) [32]. Τα **προηγμένα συστήματα για προειδοποίηση ύπαρξης ζώων** που εφαρμόστηκαν στη Μινεσότα, έδειξαν μείωση των ατυχημάτων κατά 56% [5]. Τα **προηγμένα συστήματα για προειδοποίηση ύπαρξης ζώων** που εφαρμόστηκαν στο εθνικό πάρκο της Montana (ΗΠΑ) είχαν αποτέλεσμα μείωση των ατυχημάτων κατά 58% - 67% και μείωση της ταχύτητας των οχημάτων για την αποφυγή των ατυχημάτων [5]. Η εφαρμογή **προηγμένων συστημάτων ανίχνευσης και προειδοποίησης για την ύπαρξη ζώων** σε 7 περιοχές της Ελβετίας είχε συνέπεια την μείωση των ατυχημάτων μεταξύ οχημάτων-ζώων κατά 80% [32].

Γενικά, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια μείωση των ατυχημάτων, των θανάτων και των τραυματισμών στις **ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις**, κάτι που δεν οφείλεται όμως στα ITS, αλλά στην ενημέρωση και στις καμπάνιες των μέσων μαζικής επικοινωνίας [5].

Τα **συστήματα για την αποφυγή ατυχημάτων στις διασταυρώσεις** που εφαρμόστηκαν στη Μινεσότα, είχαν αποτέλεσμα μείωση των ατυχημάτων 47% - 54%, ενώ λειτουργούσαν εξίσου καλά σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Παρόμοιες μελέτες σε Καλιφόρνια και Βιρτζίνια έδειξαν επίσης μείωση των ατυχημάτων [5].

Τα **προηγμένα συστήματα για την ασφάλεια πεζών** που εφαρμόστηκαν στη Florida, έδειξαν μείωση των ατυχημάτων [5].

5.7.2 Αποδοχή από χρήστες

Η εφαρμογή **συστημάτων προειδοποίησης για κίνηση με υψηλή ταχύτητα σε επικίνδυνες στροφές και κατωφέρειες** στο Oregon (ΗΠΑ), αντιμετωπίστηκε θετικά από τους οδηγούς, καθώς το 84% αυτών δήλωσαν ότι τα συστήματα αυτά συνεισφέρουν στην ασφάλεια και το 76% αυτών μείωσαν την ταχύτητα τους λόγω των συστημάτων προειδοποίησης [5].

Τα **συστήματα** που χρησιμοποιούνται **για την ασφάλεια πεζών και ποδηλάτων** έχουν θετική αποδοχή από τους χρήστες, ειδικά η ύπαρξη αισθητήρων για την αναγνώρισή τους εντός του οχήματος καθώς το 91% δήλωσαν ότι επιθυμούν την ύπαρξη αυτών των συστημάτων (πρόγραμμα WATCH-OVER που εφαρμόστηκε σε πόλεις της Ε.Ε.) [36].

Μελέτες σε Νορβηγία, Σουηδία έδειξαν την θετική αποδοχή των χρηστών για την εφαρμογή **συστημάτων ανίχνευσης και προειδοποίησης για την ύπαρξη ζώων** [32]. Η εφαρμογή **προηγμένων συστημάτων ανίχνευσης και προειδοποίησης για την ύπαρξη ζώων** στο εθνικό πάρκο της Montana είχαν την αποδοχή του 60% των

χρηστών. Η εφαρμογή **προηγμένων συστημάτων ανίχνευσης και προειδοποίησης για την ύπαρξη ζώων** σε 7 περιοχές της Ελβετίας είχε την θετική αποδοχή των χρηστών λόγω αύξησης της ασφάλειας[5].

Έρευνες που έγιναν στην Ελλάδα έδειξαν ότι το 63% των ατυχημάτων, 53% των νεκρών και 75% των τραυματιών, παρατηρούνται στις **ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις** με αυτόματα συστήματα. Το παράδοξο γεγονός ότι η πλειονότητα των ατυχημάτων σημειώνεται σε αφύλακτες διαβάσεις με αυτόματα συστήματα, αποδίδεται στο ότι οι οδηγοί είναι πιο προσεκτικοί στη θέα μιας εντελώς αφύλακτης διάβασης αν και γενικά οι οδηγοί είναι θετικοί στην εφαρμογή των συστημάτων[37]. Η **παροχή πληροφόρησης στους πεζούς στις ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις**, με την χρήση αισθητήρων, μειώνει την «ριψοκίνδυνη» συμπεριφορά των πεζών και το 93% των πεζών πιστεύει ότι το σύστημα αυτό αυξάνει την ασφάλεια τους (εφαρμογές σε Βαλτιμόρη, Λος Άντζελες) [5].

Έρευνες έδειξαν ότι οι χρήστες είναι θετικοί στην εισαγωγή συστημάτων που βοηθούν στην **αποφυγή ατυχημάτων στις διασταυρώσεις**, επί της υποδομής όπως φωτεινοί σηματοδότες, ανιχνευτές μικροκυμάτων, αισθητήρες ήχου, κάμερες κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης (CCTV), υπέρυθρους αισθητήρες, πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (VMS) [32]. Τα **συστήματα για την αποφυγή ατυχημάτων στις διασταυρώσεις** που εφαρμόστηκαν επί της υποδομής στη Μινεσότα είχαν θετική αποδοχή από τους χρήστες. Αντίθετα ήταν αρνητικοί στην τοποθέτηση συσκευών πληροφόρησης εντός του οχήματος, καθώς δεν θέλουν να επιβαρυνθούν με το κόστος αγοράς τους, γιατί θεωρούν ότι η ασφάλεια επιτυγχάνεται με τα συστήματα επί της υποδομής [5].

5.7.3 οικονομική αποδοτικότητα

Η **προειδοποίηση για την ύπαρξη επικίνδυνης καμπύλης** μέσω των κατάλληλων τεχνολογιών είχε λόγο οφέλους-κόστους 3,5:1 (εφαρμογή στη Νορβηγία) [32].

Το κόστος τοποθέτησης προηγμένων συστημάτων σε αφύλακτη **ισόπεδη σιδηροδρομική** διάβαση, σε έρευνα που έγινε στην Ελλάδα, έδειξε ότι κυμαίνεται μεταξύ 120.000 και 200.000 ευρώ, με αποτέλεσμα το συνολικό κόστος κάλυψης όλων των αφύλακτων διαβάσεων να αγγίζει τα 163,3 εκατομμύρια €, ποσό δυσβάσταχτο για το ελληνικό κράτος. Στις σκέψεις του ΟΣΕ είναι το κλείσιμο ορισμένων από τις διαβάσεις καθώς πολλές από αυτές δεν έχουν ουσιαστικό λόγο ύπαρξης [37].

Τα **συστήματα για την αποφυγή ατυχημάτων στις διασταυρώσεις** που εφαρμόστηκαν επί της υποδομής στη Μινεσότα, είχαν χαμηλό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης. Παρόμοια μελέτες που έγιναν σε Καλιφόρνια και

Βιρτζίνια έδειξαν χαμηλά κόστη και ότι ο χρόνος αποπληρωμής είναι συνήθως το ένα έτος [5].

Η εφαρμογή **προηγμένων συστημάτων ανίχνευσης και προειδοποίησης για την ύπαρξη ζώων** στο εθνικό πάρκο της Montana είχε υψηλό κόστος εγκατάστασης και πολύ υψηλό κόστος συντήρησης με αποτέλεσμα να αποφασιστεί η εγκατάλειψη της χρήσης τους[5]. Η εφαρμογή των συστημάτων αυτών σε 7 περιοχές της Ελβετίας είχε θετικό λόγο οφέλους-κόστους μόνο σε περιοχές όπου ο αριθμός των συγκρούσεων οχημάτων-ζώων ήταν υψηλός (τουλάχιστον 5 συγκρούσεις τον χρόνο) [32].

5.8 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Ασφάλειας Ταξιδιωτών και Πρόληψης Ατυχημάτων

Πίνακας 8.1: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης ασφάλειας ταξιδιωτών και πρόληψης ατυχημάτων στην κυκλοφορία

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΕΙΣ /ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ	ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	ΑΥΞΗΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΜΜΜ	ΚΙΝΗΣΗ ΠΕΖΩΝ/ ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ
ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΡΑΜΠΑ	N/A	N/A	N/A	N/A	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΕ ΚΑΜΠΥΛΗ ΚΑΙ ΚΑΤΩΦΕΡΕΙΑ	N/A	N/A	N/A	N/A	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΥΨΟΣ ΚΑΙ ΠΛΑΤΟΣ ΑΝΩ ΤΟΥ ΕΠΙΘΥΜΗΤΟΥ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΙΣΟΠΕΔΩΝ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΩΝ ΔΙΑΒΑΣΕΩΝ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΑΠΟΦΥΓΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΕΙΣ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΠΕΖΩΝ & ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΑΡΞΗ ΖΩΩΝ	N/A	N/A	N/A	N/A	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A

Πίνακας 8.2: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης ασφάλειας ταξιδιωτών και πρόληψης ατυχημάτων στην ασφάλεια

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΑΒΑΣΕΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΓΙΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΤΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ
ΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΝΑΤΡΟΠΗΣ ΧΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΑΜΠΑ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΑΧΥΤΗΤΑ ΣΕ ΑΜΠΥΛΗ ΚΑΙ ΑΤΩΦΕΡΕΙΑ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΧΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΥΨΟΣ ΑΙ ΠΛΑΤΟΣ ΑΝΩ ΤΟΥ ΤΙΘΥΜΗΤΟΥ	ΘΕΤΙΚΗ(α)	N/A	N/A	N/A	N/A
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΙΣΟΠΕΔΩΝ ΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΩΝ ΔΙΑΒΑΣΕΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΠΟΦΥΓΗ ΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΑΣΤΑΥΡΩΣΕΙΣ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΠΕΖΩΝ & ΟΔΗΛΑΤΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΑΡΞΗ ΖΩΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ:

(α) σε μερικές εφαρμογές δεν είχαμε σημαντική μείωση των ατυχημάτων καθώς οι οδηγοί αγνοούσαν τις υποδείξεις θεωρώντας ότι το φορτηγό τους πληρούσε τις προδιαγραφές με αποτέλεσμα να συμβαίνουν ατυχήματα.

Πίνακας 8.3: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων διαχείρισης ασφάλειας ταξιδιωτών και πρόληψης ατυχημάτων

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΧΡΗΣΤΕΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΡΑΜΠΑ	N/A	N/A
ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΕ ΚΑΜΠΥΛΗ ΚΑΙ ΚΑΤΩΦΕΡΕΙΑ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΥΨΟΣ ΚΑΙ ΠΛΑΤΟΣ ΑΝΩ ΤΟΥ ΕΠΙΘΥΜΗΤΟΥ	N/A	N/A
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΙΣΟΠΕΔΩΝ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΩΝ ΔΙΑΒΑΣΕΩΝ	+/- (α)	ΑΡΝΗΤΙΚΗ
ΑΠΟΦΥΓΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΕΙΣ	+/- (β)	ΘΕΤΙΚΗ
ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΠΕΖΩΝ & ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΑΡΞΗ ΖΩΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	ΑΡΝΗΤΙΚΗ

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

(α) ενώ οι χρήστες είναι θετικοί στην εφαρμογή των συστημάτων, επαφίονται στα συστήματα με αποτέλεσμα να μειώνεται η προσοχή τους.

(β) οι χρήστες είναι θετικοί στην εφαρμογή των συστημάτων επί της υποδομής, αλλά αρνητικοί στην εφαρμογή συσκευών πληροφόρησης εντός οχήματος καθώς δεν είναι διατεθειμένοι να τις πληρώσουν.

5.9 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Ασφάλειας Ταξιδιωτών και Πρόληψης Ατυχημάτων

Τα σημαντικότερα οφέλη των συστημάτων ασφάλειας ταξιδιωτών και πρόληψης ατυχημάτων είναι:

- καλύτερη ανταπόκριση σε έκτακτο περιστατικό
- παροχή κατάλληλης πληροφόρησης στους ταξιδιώτες σχετικά με την ύπαρξη επικίνδυνων καταστάσεων
- μείωση των ατυχημάτων

Τα συστήματα ασφάλειας ταξιδιωτών και πρόληψης ατυχημάτων **χρησιμοποιούνται κυρίως σε υπεραστικά οδικά δίκτυα**. Στις αστικές περιοχές επικεντρώνονται στην προστασία των πεζών και των ποδηλάτων και στην αποφυγή ατυχημάτων στις διασταυρώσεις και στις ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις. Τα συστήματα ασφάλειας ταξιδιωτών και πρόληψης ατυχημάτων συνδέονται άμεσα με τα συστήματα πληροφόρησης επί της υποδομής και εντός τους οχήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

Τα προηγμένα συστήματα διαχείρισης της λειτουργίας και συντήρησης της οδού σχετίζονται έμμεσα με τη διαχείριση της κυκλοφορίας. Όταν γίνονται έργα για συντήρησης ενός δρόμου θα πρέπει να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα για την καθοδήγηση και τον έλεγχο της κυκλοφορίας, ώστε να αποφεύγονται η κυκλοφορική συμφόρηση και η εμφάνιση οδικών συμβάντων.

Η λειτουργία και συντήρηση της υποδομής των συστημάτων μεταφορών κοστίζει ακριβά στους αρμόδιους φορείς. Ο στόχος των ITS είναι η μείωση αυτού του κόστους.

Τα συστήματα διαχείρισης της λειτουργίας και συντήρησης της οδού περιλαμβάνουν τα εξής υποσυστήματα:

- Παροχή πληροφόρησης
- Διαχείριση στόλου οχημάτων συντήρησης
- Λειτουργία και συντήρηση της υποδομής

Οι λειτουργίες και ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός για κάθε υποσύστημα του συστήματος λειτουργίας και συντήρησης της οδού είναι:

6.1 Παροχή πληροφόρησης

Οι πληροφορίες σχετικά την περιοχή όπου γίνονται οι εργασίες συντήρησης παρέχονται στους χρήστες της οδού μέσω:

- φορητές πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (portable VMS)
- πληροφοριακό ραδιόφωνο (HAR)
- Internet
- ειδικό τηλεφωνικό κέντρο ή κινητά τηλέφωνα
- συσκευές εντός οχημάτων

6.2 Διαχείριση στόλου οχημάτων συντήρησης

Η διαχείριση του στόλου των οχημάτων συντήρησης γίνεται με:

- συστήματα αυτόματου εντοπισμού θέσης (AVL)
- συστήματα ανάθεσης δρομολογίων με τη βοήθεια Η/Υ (CAD)

Το κέντρο ελέγχου και το όχημα πρέπει να διαθέτουν GPS. Επίσης, τα οχήματα μπορεί να εφοδιαστούν με συσκευή που εντοπίζει την εμφάνιση προβλήματος και ενημερώνει αυτόματα το προσωπικό συντήρησης.

6.3 Λειτουργία και συντήρηση της υποδομής

Διακρίνεται σε δύο κατηγορίες:

➤ Διαχείριση της κυκλοφορίας σε περιοχές εκτέλεσης έργων:

- προσωρινή διαχείριση και έλεγχος της κυκλοφορίας
- προσωρινή διαχείριση συμβάντων
- έλεγχος λωρίδων κυκλοφορίας
- μεταβολή ορίων ταχύτητας
- αστυνόμηση της ταχύτητας
- εντοπισμός παράνομης εισχώρησης στην περιοχή εκτελούμενων έργων

Όλες οι λειτουργίες που χρησιμοποιούνται για τις λειτουργίες αυτές έχουν περιγραφεί στο κεφάλαιο της διαχείρισης κυκλοφορίας.

➤ Διαχείριση της υποδομής :

-έλεγχος και συντήρησης της οδού : κάμερες και ειδικοί ανιχνευτές χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της κατάστασης της οδικής υποδομής από τους αρμόδιους φορείς

-έλεγχος των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και του λοιπού εξοπλισμού της οδού : οι εγκαταστάσεις που πρέπει να ελέγχονται είναι οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις σηράγγων (φωτισμός, αερισμός, πυροπροστασία), ο φωτισμός της οδού, οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτιρίων κατά μήκος της οδού και οι αισθητήρες μέτρησης περιβαλλοντικών και γεωτεχνικών μεγεθών. Τέλος, πρέπει να ελέγχονται τα χαρακτηριστικά του οδοστρώματος (ολισθηρότητα, επιπεδότητα, επιφανειακές φθορές, θόρυβος επαφής, χαρακτηριστικά φωτοανάκλασης).

Χρησιμοποιούνται καινοτόμες τεχνικές συντήρησης και επισκευής ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, με τη χρήση προηγμένων υλικών τα οποία είναι «φιλικά» προς το περιβάλλον, έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια.

6.4 Αξιολόγηση του συστήματος λειτουργίας και συντήρησης της οδού

6.4.1 επιδράσεις-οφέλη

Η **διαχείριση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων της υποδομής** από ειδικά κέντρα είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση των καθυστερήσεων για τους υπεύθυνους συντήρησης [5].

Η **διαχείριση της υποδομής μέσω εντοπισμού υπέρβαρων φορτηγών** είχε αποτέλεσμα την μείωση των υπέρβαρων οχημάτων κατά 22% (εφαρμογή στη Montana, ΗΠΑ)[5].

Η **διαχείριση της κυκλοφορίας περιοχές εκτέλεσης έργων με την εφαρμογή των ITS** είχε αποτέλεσμα την μείωση των καθυστερήσεων κατά 52% σε εφαρμογή στην Washington, μείωση 50% στην California και κατά 28% σε εφαρμογή στο Texas. Εφαρμογή των συστημάτων αυτών σε Michigan, Arkansas, North Carolina, Texas έδειξαν μείωση των ατυχημάτων κατά 7% και μείωση στον χρόνο ανταπόκρισης των συμβάντων. Το κλείσιμο λωρίδας λόγω εκτέλεσης έργων, στη Minnesota, είχε σαν συνέπεια μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, μείωση του μήκους των ουρών και μείωση της επιθετικής οδήγησης (τα συστήματα ήταν περισσότερο ωφέλιμα σε ώρες αιχμής) [5]. Η **διαχείριση της κυκλοφορίας μέσω μεταβλητών ορίων ταχύτητας** στην Κοπεγχάγη είχε αποτέλεσμα την μείωση της μέσης ταχύτητας των οχημάτων κατά 5 km/h [24].

Η **παροχή πληροφόρησης** στους οδηγούς για τις περιοχές εκτέλεσης έργων είχε αποτέλεσμα μείωση των καθυστερήσεων κατά 55% και μείωση των ατυχημάτων σε εφαρμογή τους στη North Carolina. Με την εφαρμογή των συστημάτων αυτών στο Los Angeles είχαμε μείωση των καθυστερήσεων κατά 46% [5].

Η **διαχείριση του στόλου συντήρησης μέσω AVL/CAD** είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση του χρόνου ειδοποίησης για την ύπαρξη συμβάντος (εφαρμογές στις ΗΠΑ) [5].

6.4.2 Αποδοχή από χρήστες

Έρευνες έδειξαν την θετική αντίδραση των **χρηστών στην πληροφόρηση τους ειδικά μέσω VMS και συσκευών εντός οχήματος** για την εκτέλεση έργων συντήρησης της οδού (εφαρμογή σε πόλεις των ΗΠΑ). Θετική ήταν και η αντίδραση των αρμόδιων φορέων στην εφαρμογή αυτών των συστημάτων πληροφόρησης. Σε εφαρμογή των συστημάτων πληροφόρησης στη North Carolina, το 95% των χρηστών ήταν θετικό στην εφαρμογή των συστημάτων και το 85% αυτών άλλαξε δρομολόγιο μετά την ενημέρωσή του για έργα στο δίκτυο που κινούνταν. Παρόμοια αποτελέσματα έδειξε και η εφαρμογή των συστημάτων πληροφόρησης στο Los

Angeles (αλλαγή δρομολογίου από το 78% των χρηστών). Το ποσοστό αποδοχής στο Arkansas ήταν 82% [5].

Η **διαχείριση της κυκλοφορίας στις περιοχές εκτέλεσης έργων ειδικά με την χρήση των συστημάτων των μεταβλητών ορίων ταχύτητας** είχε την θετική αποδοχή των χρηστών(εφαρμογές στις ΗΠΑ, Μεγάλη Βρετανία, Γερμανία)[5],[24].

6.4.3 οικονομική αποδοτικότητα

Μελέτες που έγιναν σε ΗΠΑ και Καναδά έδειξαν ότι η **διαχείριση του στόλου οχημάτων συντήρησης μέσω AVL/CAD** είχε λόγο οφέλους-κόστους που κυμαίνονταν από 2,6:1 έως 24:1 [5].

Το όφελος από τον **εντοπισμό υπέρβαρων φορτηγών κατά τη διαχείριση της κυκλοφορίας** ήταν 4,1 εκατομμύρια \$/έτος για έργα συντήρησης (εφαρμογή στη Montana,ΗΠΑ)[5].

6.5 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Διαχείρισης Λειτουργίας και Συντήρησης της οδού

Πίνακας 9.1: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης λειτουργίας και συντήρησης της οδού στην κυκλοφορία

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΕΙΣ /ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ	ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	ΑΥΞΗΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΜΜΜ	ΚΙΝΗΣΗ ΠΕΖΩΝ/ ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ
ΠΑΡΟΧΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΟΛΟΥ ΟΧΗΜΑΤΩΝ(AVL/CA D)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΩΝ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Πίνακας 9.2: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης λειτουργίας και συντήρησης της οδού στην ασφάλεια

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΑΒΑΣΕΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΓΙΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΤΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ
ΠΑΡΟΧΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΟΛΟΥ ΟΧΗΜΑΤΩΝ(AVL/CAD)	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Πίνακας 9.3: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων διαχείρισης λειτουργίας και συντήρησης της οδού

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΧΡΗΣΤΕΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΠΑΡΟΧΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΟΛΟΥ ΟΧΗΜΑΤΩΝ(AVL/CAD)	N/A	ΘΕΤΙΚΗ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ

6.6 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Διαχείρισης Λειτουργίας και Συντήρησης της οδού

Τα σημαντικότερα οφέλη των συστημάτων διαχείρισης λειτουργίας και συντήρησης της οδού είναι:

- μείωση των καθυστερήσεων διαδρομής
- μείωση των ατυχημάτων

Τα συστήματα διαχείρισης λειτουργίας και συντήρησης της οδού χρησιμοποιούνται κυρίως σε επαρχιακές περιοχές. Στις αστικές περιοχές τα πιο σημαντικά συστήματα είναι η παροχή πληροφόρησης (κυρίως μέσω VMS και συσκευών εντός του οχήματος) και η διαχείριση της κυκλοφορίας σε περιοχές εκτέλεσης έργων. **Σε περιόδους αιχμής**, αποδεικνύεται ότι τα συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας είναι περισσότερο ωφέλιμα. Οι μελέτες που έχουν γίνει για τα συστήματα διαχείρισης λειτουργίας και συντήρησης της οδού είναι περιορισμένες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΟΔΟΥ

Η διαχείριση των καιρικών συνθηκών της οδού συνδέεται έμμεσα με τα συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας. Αν υπάρχουν επικίνδυνες καιρικές συνθήκες που μειώνουν την ορατότητα της οδού ή αυξάνουν την επικινδυνότητα του οδοστρώματος, επιβάλλεται η πληροφόρηση των οδηγών για την μεγαλύτερη ασφάλειά τους και ο έλεγχος της κυκλοφορίας για να αποφευχθεί η συμφόρηση και η εμφάνιση οδικών συμβάντων. Τα δυσμενή καιρικά φαινόμενα πλήττουν συχνότερα τις επαρχιακές περιοχές.

Οι κυριότερες επιδράσεις του καιρού στις οδικές μεταφορές είναι η μειωμένη ορατότητα λόγω ομίχλης ή σκόνης, το «γλιστερό» οδόστρωμα λόγω βροχής ή χιονιού ή πάγου και οι ανατροπές οχημάτων ή η δυσκολία στην οδήγηση λόγω πολύ ισχυρών ανέμων.

Το σύστημα διαχείρισης των καιρικών συνθηκών μιας οδού περιλαμβάνει τις ακόλουθες εφαρμογές:

- Παρακολούθηση και πρόβλεψη των καιρικών συνθηκών
- Παροχή πληροφόρησης
- Έλεγχος της κυκλοφορίας
- Ανταπόκριση και αντιμετώπιση των δυσμενών καιρικών συνθηκών

Οι λειτουργίες των επιμέρους εφαρμογών και η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία είναι:

7.1 Παρακολούθηση και πρόβλεψη των καιρικών συνθηκών

Η παρακολούθηση και πρόβλεψη των καιρικών συνθηκών περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες:

-παρακολούθηση της επιφάνειας του οδοστρώματος: τοποθετούνται αισθητήρες στην επιφάνεια του οδοστρώματος που ανιχνεύουν την παρουσία πάγου ή μεγάλης ποσότητας νερού και ενημερώνουν το κέντρο ελέγχου για να αντιμετωπίσει τα προβλήματα αυτά καθώς και τους οδηγούς για την ασφάλειά τους.

-παρακολούθηση των συνθηκών της ατμόσφαιρας: μετεωρολογικοί σταθμοί με ειδικούς αισθητήρες παρακολουθούν την θερμοκρασία του περιβάλλοντος, την ύπαρξη βροχής, χιονιού, σκόνης ή ομίχλης και παρέχουν συμβουλές στους οδηγούς για την προστασία τους και ενημερώνουν το κέντρο ελέγχου για να προγραμματίσει τις εργασίες συντήρησης της οδού.

7.2 Παροχή πληροφόρησης

Οι πληροφορίες για τις καιρικές συνθήκες παρέχονται στους ταξιδιώτες μέσω:

- πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (VMS)
- πληροφοριακό ραδιόφωνο (HAR)
- Internet
- ειδικές τηλεφωνικές γραμμές
- συσκευές εντός οχήματος

7.3 Έλεγχος της κυκλοφορίας

Ο έλεγχος της κυκλοφορίας περιλαμβάνει τις εξής λειτουργίες:

-μεταβολή ορίων ταχύτητας: ειδικοί αισθητήρες παρακολουθούν τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν και ανάλογα με αυτές επιβάλλουν τα ανώτατα όρια ταχύτητας μέσω πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων (VMS).

-σηματοδότηση: οι φωτεινοί σηματοδότες ρυθμίζουν τη διάρκεια των φάσεων τους με τέτοιο τρόπο, ώστε να μειώσουν τους χρόνους διαδρομής κατά τη διάρκεια δυσμενών καιρικών συνθηκών.

-χρήση λωρίδων κυκλοφορίας: κατά τη διάρκεια δυσμενών καιρικών συνθηκών, οι τεχνολογίες επιτήρησης της οδού μπορούν να επιτρέψουν το κλείσιμο των λωρίδων κυκλοφορίας (όλων ή μερικών) και να απαγορεύσουν προσωρινά την κυκλοφορία στο οδικό αυτό τμήμα.

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την πραγματοποίηση των ανωτέρω λειτουργιών είναι: VMS, HAR, ανιχνευτές μικροκυμάτων, ηχητικοί αισθητήρες, επαγωγικοί βρόχοι, CCTV, LCS (πινακίδες ελέγχου των λωρίδων), τηλέφωνα έκτακτης ανάγκης, κινητά τηλέφωνα, φωτεινοί σηματοδότες, αισθητήρες όρασης (video).

7.4 Ανταπόκριση και αντιμετώπιση των δυσμενών καιρικών συνθηκών

Η ανταπόκριση και αντιμετώπιση των δυσμενών καιρικών συνθηκών περιλαμβάνει σταθερές και κινητές υπηρεσίες συντήρησης υπό δυσμενείς καιρικές συνθήκες (αντιπαγετικά συστήματα στις γέφυρες, μέσα εκχόνισης της οδού με τη χρήση χημικών ουσιών).

7.5 Αξιολόγηση του συστήματος οδικών καιρικών συνθηκών

7.5.1 επιδράσεις-οφέλη

Η **παροχή πληροφόρησης μέσω VMS** στους οδηγούς είχε σαν αποτέλεσμα:

-αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας κατά 2% ετησίως (εφαρμογή στη Φινλανδία) [5]

-μείωση των ατυχημάτων κατά 5% ετησίως (εφαρμογή στη Φινλανδία) [5]

-μείωση των καθυστερήσεων κατά 20% (εφαρμογή στο Oregon) [5]

Η **παρακολούθηση και πρόβλεψη των συνθηκών της ατμόσφαιρας** είχε σαν αποτέλεσμα την έγκαιρη ειδοποίηση των αρμόδιων φορέων και των οδηγών σε ποσοστό 88,9% σε εφαρμογή τους στο Σακραμέντο (ΗΠΑ)[5].

Ο **έλεγχος της κυκλοφορίας μέσω μεταβολής των ορίων ταχύτητας**, σε μελέτη που έγινε στο Wyoming έδειξε μείωση των ατυχημάτων με τραυματίες, αλλά καμία μεταβολή στον αριθμό των θανατηφόρων ατυχημάτων. Ωστόσο, τα αποτελέσματα δεν επαρκούν για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για την επίδραση του συστήματος αυτού στην ασφάλεια [5]. Ο **έλεγχος της κυκλοφορίας** είχε σαν αποτέλεσμα μείωση των καθυστερήσεων και αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας (εφαρμογές στις ΗΠΑ)[5].

7.5.2 Αποδοχή από χρήστες

Η **παροχή πληροφόρησης** στους χρήστες για τις καιρικές συνθήκες, **ειδικά μέσω VMS** είχε πολύ μεγάλη αποδοχή, όπως αποδείχτηκε σε έρευνες που έγιναν σε πολλές πόλεις της Ε.Ε. και των ΗΠΑ. Για παράδειγμα, στην Φινλανδία το 90% των χρηστών έκρινε πολύ θετικά το σύστημα πληροφόρησης μέσω VMS . Ακόμα, το 90% των χρηστών στο Oregon δήλωσαν ότι μείωσαν ταχύτητα μόλις ενημερώθηκαν από τις VMS για τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες [5].

Έρευνες έδειξαν ότι για τον **έλεγχο της κυκλοφορίας μέσω μεταβολής των ορίων ταχύτητας με VMS** λόγω των δυσμενών συνθηκών, το σύνολο των χρηστών ήταν θετικό, ιδιαίτερα οι ηλικιωμένοι και οι γυναίκες-οδηγοί. Υπάρχει όμως και ένα σημαντικό μέρος οδηγών, ιδιαίτερα οι άνδρες νεαρής ηλικίας, οι οποίοι δεν

συμμορφώνονται με τα νέα όρια ταχύτητας που ορίζουν οι VMS. Οπότε για τον καλύτερο έλεγχο της κυκλοφορίας σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες απαιτείται και η αστυνόμευση της οδού.[5],[24]

Τα **συστήματα ανταπόκρισης και αντιμετώπισης των δυσμενών καιρικών συνθηκών** όπως τα εκχιονιστικά μηχανήματα και τα αντιπαγετικά συστήματα έχουν θετική αποδοχή από τους χρήστες σε διάφορες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί. Ειδικότερα τα εκχιονιστικά οχήματα έχουν ανοίξει τον δρόμο και έχουν απεγκλωβίσει πολλούς οδηγούς γι' αυτό και έχουν θετική αποδοχή[5].

7.5.3 οικονομική αποδοτικότητα

Η εφαρμογή VMS για την πληροφόρηση και για τη μεταβολή των ορίων ταχύτητας σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες των οδηγών στη Φινλανδία είχε λόγο οφέλους-κόστους που κυμαίνεται από 1,1:1 – 1,9:1. Σε εφαρμογές των ITS γενικά για την πληροφόρηση των χρηστών για δυσμενείς καιρικές συνθήκες στην Iowa (ΗΠΑ) προέκυψε λόγος οφέλους-κόστους 1,8:1. Σε εφαρμογή τους στη Nevada (ΗΠΑ) ο λόγος οφέλους-κόστους ήταν 3,2:1. Και σε εφαρμογή στο Michigan (ΗΠΑ) ο λόγος οφέλους-κόστους ήταν 36,7:1. Για την συντήρηση των συστημάτων αυτών ο λόγος οφέλους-κόστους στην Iowa ήταν 5,6:1 και στην Nevada 6,5:1. Η εφαρμογή συστημάτων πληροφόρησης για την ύπαρξη ισχυρών ανέμων στο Oregon είχε λόγο οφέλους-κόστους που κυμαίνονταν από 4,13:1 έως 22,8:1 [5].

Τα **συστήματα παρακολούθησης και πρόβλεψης των καιρικών συνθηκών** της οδού σε εφαρμογή τους στο Michigan (ΗΠΑ) είχαν λόγο οφέλους-κόστους που κυμαίνονταν από 2,8:1 έως 7:1. Στο New Hampshire (ΗΠΑ) ο λόγος οφέλους-κόστους από τη εφαρμογή των συστημάτων αυτών ήταν 7.11:1 – 8.67:1. Στη Minnesota ο λόγος οφέλους-κόστους 2,75:1 – 6,4:1 και στο Colorado 1,33:1–2,25:1. Τα **συστήματα παρακολούθησης της επιφάνειας του οδοστρώματος** που εφαρμόστηκαν στην Utah μείωσαν τα έξοδα για την συντήρηση της οδού κατά 2,2 εκατομμύρια \$. Το κόστος συντήρησης ήταν 200.000\$/έτος, οπότε ο λόγος οφέλους-κόστους ήταν 11:1 [5].

Η εφαρμογή **συστημάτων ανταπόκρισης σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες (αντιπαγετικά συστήματα)** στη Utah (ΗΠΑ) είχε λόγο οφέλους-κόστους 11:1 και μείωση του εργατικού κόστους κατά 11%-25% [5].

7.6 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Διαχείρισης Οδικών Καιρικών Συνθηκών

Πίνακας 10.1: Επίδραση των συστημάτων οδικών καιρικών συνθηκών στην κυκλοφορία

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΕΙΣ /ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ	ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	ΑΥΞΗΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΜΜΜ	ΚΙΝΗΣΗ ΠΕΖΩΝ/ ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΠΑΡΟΧΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΔΥΣΜΕΝΩΝ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Πίνακας 10.2: Επίδραση των συστημάτων οδικών καιρικών συνθηκών στην ασφάλεια

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΑΒΑΣΕΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΓΙΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΤΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΠΑΡΟΧΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	ΘΕΤΙΚΗ(α)	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ
ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΔΥΣΜΕΝΩΝ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ	N/A	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

(α) τα αποτελέσματα δεν επαρκούν για τη εξαγωγή οριστικών συμπερασμάτων

Πίνακας 10.3: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων οδικών καιρικών συνθηκών

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΧΡΗΣΤΕΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ
ΠΑΡΟΧΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	+/-	ΘΕΤΙΚΗ
ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΔΥΣΜΕΝΩΝ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ

7.7 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Διαχείρισης Οδικών Καιρικών Συνθηκών

Τα σημαντικότερα οφέλη των συστημάτων διαχείρισης οδικών καιρικών συνθηκών είναι:

- μείωση του χρόνου αποκατάστασης της ομαλής λειτουργίας της οδού
- μείωση του λειτουργικού κόστους των οχημάτων συντήρησης
- μείωση του χρόνου συντήρησης της υποδομής
- μείωση των ατυχημάτων που προκαλούνται από τις δυσμενείς συνθήκες ή από την κατάσταση του οδοστρώματος λόγω των δυσμενών καιρικών συνθηκών.

Τα σημαντικότερα συστήματα διαχείρισης οδικών καιρικών συνθηκών που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι τα συστήματα πληροφόρησης (**ειδικά μέσω VMS**) και τα συστήματα ελέγχου της κυκλοφορίας (**ειδικά μέσω μεταβλητών ορίων ταχύτητας**).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Στην ενότητα αυτή αναφέρομαι **αποκλειστικά στις οδικές εμπορευματικές μεταφορές**. Οι οδικές εμπορευματικές μεταφορές αποτελούν το κυριότερο σύστημα μεταφοράς αγαθών σε όλο τον κόσμο και ειδικά στη Ευρώπη , γιατί το οδικό δίκτυο είναι το μοναδικό μέσο που έχει την δυνατότητα να μεταφέρει με μεγάλη συχνότητα μικρές ποσότητες αγαθών και είναι προσβάσιμο σε πολλές περιοχές.

Από την εφαρμογή των προηγμένων συστημάτων στις εμπορευματικές μεταφορές επωφελούνται οι μεταφορικές εταιρίες, η βιομηχανία της μηχανοκίνητης μεταφοράς, οι διαμεταφορείς, οι εταιρίες παροχής υπηρεσιών logistics και οι τελικοί αποδέκτες των προϊόντων.

Τα ITS που χρησιμοποιούνται στα επαγγελματικά οχήματα είναι για:

- διαπίστευση στοιχείων και διαχείριση πιστοποιήσεων
- διασφάλιση της ασφάλειας
- λειτουργίες του μεταφορέα

Οι λειτουργίες και η τεχνολογία που χρησιμοποιείται ανά επιμέρους κατηγορία είναι:

8.1 διαπίστευση στοιχείων και διαχείριση πιστοποιήσεων

Η διαχείριση πιστοποιήσεων περιλαμβάνει:

- ηλεκτρονική χρέωση/πληρωμή : η τεχνολογία έχει αναπτυχθεί στα συστήματα ηλεκτρονικής πληρωμής (σύστημα ηλεκτρονικής πληρωμής διοδίων) και κάνει την κίνηση των οχημάτων πιο γρήγορη μειώνοντας τις καθυστερήσεις
- ηλεκτρονική πιστοποίηση και έκδοση άδειας : μειώνεται έτσι ο χρόνος που απαιτείται για την έγκριση αδειών λειτουργίας από τον κράτος
- ανταλλαγή πληροφόρησης μεταξύ φορέων/διοικητικών περιοχών/κρατών: η μεγάλη ανάπτυξη του Internet κάνει την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ φορέων/διοικητικών περιοχών/κρατών πιο γρήγορη και έτσι μειώνονται οι καθυστερήσεις

8.2 διασφάλιση της ασφάλειας

Η διασφάλιση της ασφάλειας περιλαμβάνει:

- ηλεκτρονικός έλεγχος της ασφάλειας: τοποθετούνται πομποδέκτες και κάμερες που παρακολουθούν τον οδηγό και το όχημά του και αναγνωρίζουν πιθανή βλάβη του
- ηλεκτρονικός έλεγχος συνόρων: τοποθετούνται πομποδέκτες εντός των οχημάτων που ενημερώνουν τα τελωνεία για την ύπαρξη των απαραίτητων αδειών διέλευσης των συνόρων
- ηλεκτρονικός έλεγχος βάρους: τοποθετούνται πομποδέκτες εντός των οχημάτων ώστε να ενημερώνεται το κέντρο ελέγχου για το αν τα βαρέα οχήματα έχουν συμμορφωθεί με τους διεθνείς κανονισμούς, έτσι ο έλεγχος πραγματοποιείται χωρίς να χρειάζεται να σταματήσει το όχημα, αποφεύγοντας έτσι τις καθυστερήσεις. Είναι το σύστημα που η Ε.Ε. δίνει την μεγαλύτερη προσοχή και ήδη υπάρχουν 300 τέτοιοι σταθμοί, από τους οποίους οι 200 είναι στην Γαλλία.
- ηλεκτρονικός έλεγχος πιστοποιήσεων: : τοποθετούνται πομποδέκτες εντός των οχημάτων που ενημερώνουν τα τελωνεία για την ύπαρξη των απαραίτητων πιστοποιητικών των οχημάτων
- παρακολούθηση μονάδας μεταφοράς : τοποθετούνται ειδικοί αισθητήρες για τον επιτήρηση του μετακινούμενου φορτίου για την αύξηση της ασφάλειας των οδηγών και των οχημάτων

8.3 λειτουργίες του μεταφορέα

Οι λειτουργίες του μεταφορέα περιλαμβάνουν:

- διαχείριση στόλου οχημάτων και φορτίου: η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι τα συστήματα αυτόματου εντοπισμού θέσης του οχήματος (AVL), μέσω του γεωγραφικού συστήματος εντοπισμού θέσης (GPS), και συστήματα ανάθεσης δρομολογίων και αποστολής οχημάτων με τη βοήθεια Η/Υ (CAD). Χρησιμοποιούνται αισθητήρες πάνω στο όχημα οι οποίοι επιτηρούν και ελέγχουν το εμπόρευμα, ειδοποιώντας τους οδηγούς και τους μεταφορείς για πιθανές επικίνδυνες και ακατάλληλες συνθήκες μεταφοράς φορτίου και για ιδιαίτερα αυξημένη θερμοκρασία σε όχημα-ψυγείο.
- ανταπόκριση σε συμβάντα με εμπλοκή επικίνδυνων φορτίων: περιγράφεται στη διαχείριση υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης
- πληροφόρηση ταξιδιωτών: περιγράφεται στα συστήματα πληροφόρησης

8.4 Αξιολόγηση του συστήματος λειτουργίας επαγγελματικών οχημάτων

8.4.1 επιδράσεις-οφέλη

Η ηλεκτρονική διαχείριση των πιστοποιήσεων και η ηλεκτρονική έκδοση αδειών έχει τις εξής συνέπειες (εφαρμογή σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ)[5]:
-μείωση χρόνου για την συμπλήρωση εντύπων. Τα φορτηγά μπορούν με τα συστήματα αυτά να είναι έτοιμα για μεταφορά αγαθών 3,5 μέρες νωρίτερα, σε σχέση με την «κλασσική» συμπλήρωση εντύπων
-μείωση κόστους, λόγω μείωσης του προσωπικού γραφείου και του διοικητικού προσωπικού

-μείωση χρόνου για την έγκριση των αδειών από το κράτος που φτάνει μέχρι και το 80%

-διευκόλυνση στην ανταλλαγή πιστοποιητικών μεταξύ φορέων και κρατών
-λιγότερα λάθη κατά τον έλεγχο

Η ανταλλαγή πληροφοριών μέσω Internet μεταξύ φορέων/κρατών αυξάνει την ασφάλεια, εντοπίζονται ευκολότερα τα οχήματα που δεν πληρούν τις διεθνείς προδιαγραφές, οπότε με την απομάκρυνση αυτών των οχημάτων έχουμε μείωση των ατυχημάτων [5].

Ο ηλεκτρονικός έλεγχος βάρους έχει τις εξής συνέπειες[5]:

-μείωση των καθυστερήσεων για τα νόμιμα οχήματα (εφαρμογή στο Oregon και σε άλλες πόλεις των ΗΠΑ)
-μείωση της συμφόρησης στους σταθμούς ελέγχου βάρους
-μεγαλύτερη επιτυχία στον εντοπισμό των υπέρβαρων οχημάτων

Η διαχείριση του στόλου οχημάτων (μέσω GPS και AVL/CAD) και η παρακολούθηση του φορτίου έχει σαν αποτέλεσμα(εφαρμογή σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ και στην Ευρώπη) [5]:

-μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και μείωση της εκπομπής ρύπων
-βελτίωση του επιπέδου εξυπηρέτησης (λόγω μείωσης των καθυστερήσεων και του χρόνου διαδρομής)

Ο ηλεκτρονικός έλεγχος ασφάλειας έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση των ατυχημάτων μέχρι και 32% με την έγκαιρη διάγνωση των προβλημάτων που εμφανίζονται στα οχήματα και την προειδοποίηση του οδηγού σε περιπτώσεις που αποσπάται η προσοχή του (εφαρμογές στις ΗΠΑ)[5].

Ο ηλεκτρονικός έλεγχος συνόρων είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση των καθυστερήσεων για το νόμιμα οχήματα κατά 50% (εφαρμογή στα σύνορα ΗΠΑ-Καναδά). Το κέρδος αυτό ήταν για τα οχήματα που ήταν εφοδιασμένα με τις

κατάλληλες συσκευές. Ο χρόνος ελέγχου για τα οχήματα αυτά μειώθηκε κατά 66% στις ΗΠΑ και κατά 40% στον Καναδά [5].

8.4.2 Αποδοχή από χρήστες

Η εφαρμογή του **συστήματος εντός του οχήματος για τον έλεγχο της ασφάλειας** σε Maryland και Virginia (ΗΠΑ) έδειξε την αρνητική θέση των οδηγών απέναντι στο σύστημα, γιατί παρενοχλούνταν με την συνεχή παρακολούθησή τους. Τα ίδια αποτελέσματα προέκυψαν και από μελέτες για την εφαρμογή αυτού του συστήματος σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ. Εναπόκειται στις μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες να πείσουν τους οδηγούς για την χρησιμότητα του συστήματος για τον έλεγχο της ασφάλειας, μέσω της κατάλληλης διαφήμισης[5].

Η εφαρμογή των προηγμένων **συστημάτων AVL/CAD για τη διαχείριση του στόλου των οχημάτων** έχει πολύ θετική αποδοχή από τους χρήστες, όπως έδειξαν εφαρμογές σε πόλεις των ΗΠΑ [5].

Ο **ηλεκτρονικός έλεγχος βάρους των οχημάτων και ο ηλεκτρονικός έλεγχος πιστοποιήσεων και η ηλεκτρονική έκδοση αδειών** είχε την θετική αποδοχή των χρηστών σε εφαρμογή του σε πόλεις των ΗΠΑ και στον Καναδά και στη Ευρώπη[5].

Η **ανταπόκριση σε συμβάντα με εμπλοκή επικίνδυνων φορτίων** αντιμετωπίστηκε πολύ θετικά από το σύνολο των οδηγών των φορτηγών που μετέφεραν τα επικίνδυνα υλικά (εφαρμογή σε πόλεις των ΗΠΑ) [5].

Η **ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των φορέων/κρατών μέσω Internet** αντιμετωπίζεται αρνητικά από τους χρήστες, γιατί θεωρούν ότι έτσι οι κυβερνήσεις εισβάλλουν στα προσωπικά τους δεδομένα και γιατί θεωρούν ότι το σύστημα στηρίζεται υπερβολικά στους υπολογιστές. Όμως, οι αρμόδιοι φορείς(μεταφορικές εταιρίες) είναι πολύ θετικοί στην εφαρμογή αυτού του συστήματος γιατί έτσι μειώνονται και οι καθυστερήσεις λόγω δουλειάς γραφείου και το κόστος γιατί μειώνεται το προσωπικό[5].

Το σύστημα **παρακολούθησης της μονάδας μεταφοράς και του φορτίου** είχε την θετική αποδοχή των αρμόδιων φορέων και των χρηστών, γιατί αυξάνει την ασφάλεια[5].

8.4.3 οικονομική αποδοτικότητα

Η εφαρμογή των προηγμένων **συστημάτων AVL/CAD για τη διαχείριση του στόλου των οχημάτων** εταιριών έχει θετική οικονομική αποδοτικότητα, όπως έδειξαν τα αποτελέσματα εφαρμογής τους σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ[5].

Ο **ηλεκτρονικός έλεγχος βάρους των οχημάτων** κοστίζει λιγότερο από τους «κλασσικούς» σταθμούς για την μέτρηση του βάρους των οχημάτων, και έχει θετική οικονομική αποδοτικότητα λόγω της μείωσης των καθυστερήσεων από τη μη στάση των οχημάτων για έλεγχο (εφαρμογή στη Georgia και σε άλλες πόλεις των ΗΠΑ) . Ο λόγος οφέλους-κόστους κυμαίνεται από 2:1 έως 7:1. Η συνεργασία μεταξύ των πόλεων της Βόρειας Αμερικής (NORPASS) στον ηλεκτρονικό έλεγχο των φορτηγών έχει ετήσιο κέρδος 26 εκατομμύρια \$[5].

Η **παρακολούθηση της μονάδας μεταφοράς** έχει πολύ υψηλό κόστος, όπως έδειξαν μελέτες εφαρμογής τους συστήματος σε πόλεις των ΗΠΑ[5].

Ο **ηλεκτρονικός έλεγχος πιστοποιήσεων** που εφαρμόστηκε σε 8 χώρες της Ε.Ε. έδειξε λόγο οφέλους-κόστους 6:1. Το ετήσιο κέρδος από την εφαρμογή ηλεκτρονικών πιστοποιήσεων στις ΗΠΑ είναι περίπου 360.000 \$ και ο λόγος οφέλους-κόστους ήταν περίπου 3:1 [5].

Η εφαρμογή του **ηλεκτρονικού ελέγχου συνόρων** μεταξύ των διαφόρων πολιτειών των ΗΠΑ είχε σαν αποτέλεσμα λόγο οφέλους-κόστους 85:1 έως 718:1 [5].

8.5 Πίνακες αξιολόγηση των Συστημάτων Διαχείρισης Λειτουργιών των Επαγγελματικών Οχημάτων

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΚΑΘΥΣΤΕΡΗ ΣΕΙΣ /ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ	ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝ ΗΣ	ΑΥΞΗΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΜΜΜ	ΚΙΝΗΣΗ ΠΕΖΩΝ/ ΠΟΔΗΛΑ ΤΩΝ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΠΛΗΡΩΜΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ ΑΔΕΙΑΣ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΦΟΡΕΩΝ/ΚΡΑΤΩΝ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΟΡΩΝ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΒΑΡΟΥΣ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ/ΦΟΡ ΤΙΟΥ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΟΛΟΥ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (AVL/CAD)	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A

Πίνακας 11.2: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης λειτουργίας των επαγγελματικών οχημάτων στην ασφάλεια

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΑΒΑΣΕΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΓΙΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΤΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ
ΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΛΗΡΩΜΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ ΔΕΙΑΣ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΝΤΑΛΛΑΓΗ ΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ ΙΕΤΑΞΥ ΟΡΕΩΝ/ΚΡΑΤΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A
ΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΛΕΓΧΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΟΡΩΝ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΛΕΓΧΟΣ ΒΑΡΟΥΣ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΛΕΓΧΟΣ ΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΩΝ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΙΟΝΑΔΑΣ ΙΕΤΑΦΟΡΑΣ/ΦΟΡΤΙΟΥ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΟΛΟΥ ΧΗΜΑΤΩΝ (AVL/CAD)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Πίνακας 11.3: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων διαχείρισης λειτουργίας των επαγγελματικών οχημάτων

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΧΡΗΣΤΕΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΠΛΗΡΩΜΗ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ ΑΔΕΙΑΣ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A
ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΦΟΡΕΩΝ/ΚΡΑΤΩΝ	+/- (α)	N/A
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	N/A
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΟΡΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΒΑΡΟΥΣ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ/ΦΟΡΤΙΟΥ	ΘΕΤΙΚΗ	ΑΡΝΗΤΙΚΗ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΟΛΟΥ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (AVL/CAD)	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΕ ΣΥΜΒΑΝΤΑ ΜΕ ΕΜΠΛΟΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ	ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ	N/A

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

(α) Η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των φορέων/κρατών μέσω Internet αντιμετωπίζεται αρνητικά από τους χρήστες, γιατί θεωρούν ότι έτσι οι κυβερνήσεις εισβάλουν στα προσωπικά τους δεδομένα και γιατί θεωρούν ότι το σύστημα στηρίζεται υπερβολικά στους υπολογιστές. Όμως, οι αρμόδιοι φορείς(μεταφορικές εταιρίες) είναι πολύ θετικοί στην εφαρμογή αυτού του συστήματος γιατί έτσι μειώνονται και οι καθυστερήσεις λόγω δουλειάς γραφείου και το κόστος γιατί μειώνεται το προσωπικό.

8.6 Συμπεράσματα για τα Συστήματα Διαχείρισης Λειτουργιών των Επαγγελματικών Οχημάτων

Τα σημαντικότερα οφέλη από την χρήση των ITS στις οδικές εμπορευματικές μεταφορές είναι:

- αύξηση της ασφάλειας στις μεταφορές
- μείωση του λειτουργικού κόστους
- βελτίωση της αποδοτικότητας και της λειτουργίας των διοικητικών εργασιών
- αποφυγή πρόσθετων επενδύσεων για υποδομές
- βελτίωση στη διαδικασία συλλογής στοιχείων από το δίκτυο
- μείωση των καθυστερήσεων και της κυκλοφοριακής συμφόρησης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

Για την πραγματοποίηση μιας μεταφοράς από ένα σημείο προέλευσης στο τελικό σημείο προορισμού απαιτείται συνήθως, η παρεμβολή περισσότερων του ενός μεταφορικών μέσων και συχνά μεταφόρτωση του φορτίου από το ένα μέσο στο άλλο. Οι συνδυασμένες μεταφορές αποτελούν το συνδετικό κρίκο για την προώθηση της συνεργασίας μεταξύ των διαφόρων μέσων συμβάλλοντας στην αξιοποίηση του συνόλου του συστήματος των μεταφορών.

Κάθε μέσο μεταφοράς έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του. Τα πλεονεκτήματα των οδικών μεταφορών είναι[38]:

- φθηνότερη επένδυση για την κατασκευή δρόμων
- μεγάλη προσβασιμότητα
- μεγάλη κινητικότητα
- μεγάλη διαθεσιμότητα

Τα μειονεκτήματα των οδικών μεταφορών είναι:

- ⊙ μικρή χωρητικότητα
- ⊙ μικρότερη ασφάλεια
- ⊙ μικρή ταχύτητα

Τα πλεονεκτήματα των σιδηροδρομικών μεταφορών είναι:

- μικρότερη κατανάλωση ενέργειας κατά την κίνηση των τρένων
- μη επηρεασμός από καιρικές συνθήκες
- μεγαλύτερη χωρητικότητα

Τα μειονεκτήματα των σιδηροδρομικών μεταφορών είναι:

- ⊙ υψηλό κόστος εγκαταστάσεων
- ⊙ ακριβή συντήρηση
- ⊙ δεν μπορούν να καλύψουν μεταφορές αγαθών/ατόμων που επείγουν

Τα πλεονεκτήματα των θαλάσσιων μεταφορών είναι:

- μεγάλη χωρητικότητα
- μικρότερη των οδικών επίδραση από καιρικές συνθήκες
- φθηνότερη λειτουργία
- συνεχής μεταφορά

- φιλικότερο απέναντι στο περιβάλλον (μικρότερη εκπομπή ρύπων και μικρότερη κατανάλωση ενέργειας)

Τα μειονεκτήματα θαλάσσιων μεταφορών είναι:

- ⊙ μεγάλο κόστος εγκατάστασης
- ⊙ μεγαλύτερη ανάγκη επιτήρησης
- ⊙ συνεχής συντήρηση

Ο κύριος σκοπός της εφαρμογής των ITS στον τομέα των συνδυασμένων εμπορευματικών μεταφορών είναι η ανάπτυξη ενός πολιτικού, τεχνικού και οργανωτικού πλαισίου για τη βέλτιστη ενοποίηση και συνεργασία μεταξύ των διαφορετικών μέσων. Έτσι, η χρήση του συστήματος μεταφορών θα γίνει πιο αποτελεσματική όσον αφορά το κόστος και την ταχύτητα και θα ικανοποιήσει περισσότερο την ανάγκη του πελάτη για προσφορά υπηρεσιών «από πόρτα σε πόρτα».

Στόχος των ITS είναι η ανάπτυξη και η αξιοποίηση νέων οργανωτικών και τεχνικών λύσεων που θα επιτρέψουν τη διεύρυνση του μεριδίου στην αγορά των επιβατικών και εμπορευματικών σιδηροδρομικών και θαλάσσιων μεταφορών έναντι των οδικών μεταφορών, με έμφαση στη μείωση των δαπανών αλλά και στη δικαιότερη επιβράβευση των καθαρότερων μέσων μεταφοράς (Λευκή Βίβλος 2011) . Αυτό ξεκίνησε σαν στόχος της Λευκής Βίβλου του 2001, αλλά δεν έχει επιτευχθεί στον βαθμό που επιθυμεί η Ε.Ε. [3].

Τις συνδυασμένες (combined) μεταφορές συχνά τις συναντάμε και ως διατροπικές (intermodal) ή πολυτροπικές (multimodal) μεταφορές.

Επειδή ο κλάδος των συνδυασμένων μεταφορών είναι τεράστιος, στην παρούσα διπλωματική αναφέρονται τα κυριότερα σημεία για την εφαρμογή των ITS και τα αποτελέσματά τους στις συνδυασμένες μεταφορές.

Η αλυσίδα των συνδυασμένων μεταφορών περιλαμβάνει τις εξής εφαρμογές:

- Παρακολούθηση του φορτίου και της μονάδας μεταφοράς του
- Διαδικασίες σε τερματικό σταθμό εμπορευμάτων
- Διασύνδεση οδικών εμπορευματικών μεταφορών με τερματικούς σταθμούς συνδυασμένων μεταφορών
- Διαδικασίες κατά τη διάσχιση διεθνών συνόρων

Οι κύριες λειτουργίες και η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία στις κατηγορίες των συνδυασμένων μεταφορών είναι:

9.1 Παρακολούθηση του φορτίου και της μονάδας μεταφοράς του

Χρησιμοποιούνται ειδικοί αισθητήρες και κάμερες για την παρακολούθηση της κατάστασης του φορτίου και του οχήματος, για την επιτήρηση και ενημέρωση των οδηγών για τις επικρατούσες κυκλοφοριακές συνθήκες. Ακόμα, χρησιμοποιούνται τα συστήματα GPS και GIS για τον εντοπισμό της θέσης του οχήματος ανά πάσα στιγμή.

9.2 Διαδικασίες σε τερματικό σταθμό εμπορευμάτων

Οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στους τερματικούς σταθμούς είναι της μεταφοράς, της αποθήκευσης, της συσκευασίας και αποσυσκευασίας των εμπορευμάτων. Για τη λειτουργία αυτή χρησιμοποιούνται οι **ηλεκτρονικές ετικέτες αναγραφής κωδικών (tags)** που λειτουργούν ως πομποδέκτες για την παρακολούθηση της πορείας του εμπορευματοκιβωτίου μέσα στον τερματικό σταθμό και βελτιώνουν τον χρόνο που απαιτείται για την μεταφορά και αποθήκευση των φορτίων. Χρησιμοποιούνται τεχνολογίες ρομποτικής για την πραγματοποίηση των λειτουργιών αυτών και την καλύτερη εκμετάλλευση των περιορισμένων χώρων των αποβάθρων και των λιμένων.

9.3 Διασύνδεση οδικών εμπορευματικών μεταφορών με τερματικούς σταθμούς συνδυασμένων μεταφορών

Είναι οι λειτουργίες που πρέπει να γίνουν για την όσο το δυνατόν καλύτερη σύνδεση του οδικού δικτύου με λιμάνια, αεροδρόμια και σιδηροδρομικούς σταθμούς.

9.4 Διαδικασίες κατά τη διάσχιση διεθνών συνόρων

Χρησιμοποιούνται ειδικοί πομποδέκτες εντός των οχημάτων που ενημερώνουν τους τελωνειακούς σταθμούς για την ύπαρξη των αναγκαίων πιστοποιήσεων, αδειών διέλευσης των συνόρων, την προσαρμογή του βάρους των οχημάτων βάσει των διεθνών κανονισμών, smart cards για την ηλεκτρονική πληρωμή διοδίων, ειδικές κάμερες για την διασφάλιση της ασφάλειας και γενικότερα όλες οι τεχνολογίες που κάνουν την διέλευση αγαθών και οχημάτων από χώρα σε χώρα πιο ασφαλή, γρήγορη και οικονομική.

9.5 Αξιολόγηση συστήματος συνδυασμένων εμπορευματικών μεταφορών

9.5.1 επιδράσεις-οφέλη

Η εφαρμογή των συστημάτων για την παρακολούθηση του φορτίου και της μονάδας μεταφοράς του είχε αποτέλεσμα:

-βελτίωση της αξιοπιστίας για τον χρόνο παραλαβής στο 90% [38]

Οι διαδικασίες σε τερματικούς σταθμούς είχαν σαν αποτέλεσμα:

-μείωση των καθυστερήσεων και τον χρόνο αναμονής των φορτηγών (εφαρμογή στον Πειραιά και Φινλανδία)[39],[40]

-μείωση της συμφόρησης, και μείωση των εκπομπών ρύπων και κατανάλωσης ενέργειας (εφαρμογές στις ΗΠΑ) [9]

Η διασύνδεση οδικών μεταφορών με τερματικούς σταθμούς συνδυασμένων μεταφορών είχε αποτέλεσμα:

-μείωση των καθυστερήσεων που οφείλονται σε λάθη στη διαδικασία παραγγελίας[9]

-μείωση της συμφόρησης καθώς γίνονται λιγότερες διαδρομές με κενά οχήματα [4]

-μείωση του χρόνου αναμονής και μείωση κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών ρύπων. [3],[9],[38]

9.5.2 Αποδοχή από χρήστες

Η εφαρμογή προηγμένων συστημάτων για την διαχείριση των διαδικασιών σε τερματικούς σταθμούς σε Ελλάδα, Φινλανδία, ΗΠΑ, έδειξε την θετική αποδοχή των χρηστών γιατί έτσι αποφεύγονται πολλές καθυστερήσεις. Θετικοί είναι και οι αρμόδιοι φορείς, λόγω της μείωσης των καθυστερήσεων και της επακόλουθης μείωσης κόστους. **Κάποιες ανησυχίες προκύπτουν από την διαφωνία των κρατικών αρχών με τις εταιρίες μεταφορών για το ποιος θα χρηματοδοτήσει σε μεγαλύτερο βαθμό το έργο.** [5],[39],[41]

Ο ηλεκτρονικός έλεγχος των εγγράφων και η ηλεκτρονική πληρωμή κατά τη **διάσχιση των διεθνών συνόρων** έχει την θετική αποδοχή των χρηστών, λόγω της μείωσης των καθυστερήσεων και της μεγαλύτερης άνεσης στο ταξίδι τους.[5],[41]

Η **διασύνδεση οδικών μεταφορών με λιμάνια, αεροδρόμια και σιδηρόδρομους** συναντά την θετική αποδοχή των αρμόδιων φορέων καθώς κάνει την μετακίνηση των αγαθών πιο γρήγορη και αποτελεσματική. Ακόμα, αντιμετωπίστηκε θετικά από τους φορείς γιατί τα συστήματα αυτά ήταν εύκολα ως προς την κατανόησή τους. [5],[41]

9.5.3 οικονομική αποδοτικότητα

Η εφαρμογή των ITS σε εταιρίες που παρέχουν συνδυασμένες εμπορευματικές μεταφορές στην Ελλάδα έχει γενικά θετικό λόγο οφέλους-κόστους[40].

Εταιρία στην Νορβηγία που χρησιμοποιούσε για τις μεταφορές αγαθών φορτηγά, τρένα και πλοία, είχε ετήσιο κέρδος 600.000 €. Για τις επείγουσες μεταφορές προϊόντων χρησιμοποιούσε τα φορτηγά, ενώ γενικά για τις μεταφορές της χρησιμοποιούσε πλοία και τρένα, με αποτέλεσμα σημαντικά κέρδη από τη χρήση πιο φτηνών μέσων [40].

Γενικά, η εφαρμογή προηγμένων συστημάτων στις συνδυασμένες μεταφορές για τη **διαχείριση των εμπορευμάτων σε τερματικούς σταθμούς** και οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα **κατά τη σύνδεση οδικών μεταφορών με σιδηροδρομικές και θαλάσσιες μεταφορές**, όπως έδειξαν πολλές έρευνες σε Ευρώπη και ΗΠΑ, είχε θετικό λόγο οφέλους-κόστους, λόγω της μείωσης των καθυστερήσεων, μείωσης του λειτουργικού προσωπικού, μείωσης κατανάλωσης ενέργειας, μείωση των λαθών και ατυχημάτων. Όσο μεγαλύτερη είναι η μονάδα, τόσο μεγαλύτερος ήταν περισσότερο ήταν και κέρδη[5],[9],[39],[40].

Η **παρακολούθηση του φορτίου και της μονάδας μεταφοράς του** με βάση συστήματα που εφαρμόστηκαν σε πόλεις των ΗΠΑ (Kansas, Missouri), στο Χονγκ Κονγκ και στην Κίνα είχαν λόγο οφέλους-κόστους που κυμαίνεται από 2,75:1 έως 3,64:1 [5].

9.6 Πίνακες αξιολόγησης των Συστημάτων Διαχείρισης των Συνδυασμένων Εμπορευματικών Μεταφορών

Πίνακας 12.1: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης των συνδυασμένων εμπορευματικών μεταφορών στην κυκλοφορία

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΕΙΣ /ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ	ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	ΑΥΞΗΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΜΜΜ	ΚΙΝΗΣΗ ΠΕΖΩΝ/ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΣΕ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A
ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΟΔΙΚΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΜΕ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A	N/A	N/A	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A	N/A
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΣΧΙΣΗ ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΥΝΟΡΩΝ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Πίνακας 12.2: Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης των συνδυασμένων εμπορευματικών μεταφορών στο περιβάλλον

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΕΚΠΟΜΠΗ ΡΥΠΩΝ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	N/A	N/A
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΣΕ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΟΔΙΚΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΜΕ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΣΧΙΣΗ ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΥΝΟΡΩΝ	N/A	N/A

Πίνακας 12.3: Αποδοχή από χρήστες και οικονομική αποδοτικότητα των συστημάτων διαχείρισης των συνδυασμένων εμπορευματικών μεταφορών

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΧΡΗΣΤΕΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΣΕ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ	ΘΕΤΙΚΗ (α)	ΘΕΤΙΚΗ
ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΟΔΙΚΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΜΕ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	ΘΕΤΙΚΗ
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΣΧΙΣΗ ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΥΝΟΡΩΝ	ΘΕΤΙΚΗ	N/A

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

(α) Η εφαρμογή προηγμένων συστημάτων για την διαχείριση των διαδικασιών σε **τερματικούς σταθμούς** σε Ελλάδα, Φινλανδία, ΗΠΑ, έδειξε την θετική αποδοχή των χρηστών γιατί έτσι αποφεύγονται πολλές καθυστερήσεις. Θετικοί είναι και οι αρμόδιοι φορείς, λόγω της μείωσης των καθυστερήσεων και της επακόλουθης μείωσης κόστους. **Κάποιες ανησυχίες προκύπτουν από την διαφωνία των κρατικών αρχών με τις εταιρίες μεταφορών για το ποιος θα χρηματοδοτήσει σε μεγαλύτερο βαθμό το έργο.**

9.7 Συμπεράσματα για Συστήματα Διαχείρισης των Συνδυασμένων

Εμπορευματικών Μεταφορών

Οι εφαρμογές των ITS στις συνδυασμένες μεταφορές εμπορευμάτων έχει τις ακόλουθες συνέπειες:

- αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας και αποδοτικότητας του οδικού δικτύου
- αναβάθμιση του περιβάλλοντος μέσω μείωσης εκπομπών CO₂ και μείωση κατανάλωσης ενέργειας
- μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και μείωση των καθυστερήσεων λόγω της χρησιμοποίησης διάφορων μέσων για την ολοκλήρωση της μεταφοράς
- ασφαλέστερη μεταφορά εμπορευμάτων, λιγότερα ατυχήματα και φθορές στα εμπορεύματα λόγω της συνεχούς παρακολούθησης της κατάστασής τους
- μείωση του προσωπικού και της χειρωνακτικής εργασίας στους χώρους στοιβασίας και στους τερματικούς σταθμούς, με αποτέλεσμα να μειώνεται το λειτουργικό κόστος
- μείωση κόστους συντήρησης της οδού
- υλοποίηση της στρατηγικής της βιώσιμης κινητικότητας(δηλαδή της αποτελεσματικής, ασφαλούς και φιλικής προς το περιβάλλον μεταφοράς προσώπων και αγαθών που ταυτόχρονα διασφαλίζει τόσο τη συνεχή βελτίωση της εξυπηρέτησης των πολιτών όσο και την περαιτέρω ανάπτυξη των μεταφορικών συστημάτων στη χώρα) που αποτελεί βασικό στόχο της Ε.Ε. (Λευκή Βίβλος 2011), δηλαδή μείωση της χρήσης των οχημάτων/φορτηγών για τη μεταφορά αγαθών/ατόμων.

Ο κλάδος των συνδυασμένων εμπορευματικών μεταφορών έχει τεράστιο εύρος και ξεφεύγει από τους στόχους της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Στο παρόν έγγραφο έγινε μια σύντομη αναφορά στις εφαρμογές των ITS στις συνδυασμένες εμπορευματικές μεταφορές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΕΙΔΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ

Η ανθρώπινη κοινωνία αποτελείται από άτομα που για διάφορους λόγους δε διαθέτουν όλα τις ίδιες σωματικές, αισθητηριακές και νοητικές ικανότητες. Σημαντικά τμήματα του πληθυσμού εμφανίζουν αναπηρίες ή δυσλειτουργίες, οι οποίες μπορεί να είναι μόνιμες ή παροδικές, και εμποδίζουν τα άτομα αυτά στις μετακινήσεις τους. Ο όρος «εμποδιζόμενο άτομο» περιλαμβάνει όλα τα άτομα που έχουν δυσκολία στη μετακίνηση τους, όπως είναι τα Άτομα με Αναπηρίες (Α. με Α.), οι ηλικιωμένοι, οι έγκυες γυναίκες, τα παιδιά, καθώς και άτομα που χρησιμοποιούν ή οδηγούν οποιουδήποτε τύπου αμαξίδια (π.χ. ψώνια, καροτσάκι για μωρά). Επίσης, περιλαμβάνονται άτομα με δυσκολία στην αντίληψη και την επικοινωνία, άτομα που έχουν περιορισμένη επαφή με το περιβάλλον και αδυνατούν να δράσουν αυτόνομα και να αντιδράσουν στα εμπόδια ή στους κινδύνους, λόγω χρήσης ουσιών.

Οι εφαρμογές των Έξυπνων Συστημάτων Μεταφορών (ITS) στην υποδομή για τη διευκόλυνση της μετακίνησης των Α. με Α., σχετίζονται με την διευκόλυνση πρόσβασης τους στο οδικό δίκτυο και στους τερματικούς σταθμούς των μέσων μαζικής μεταφοράς και με την παροχή ειδικών υπηρεσιών στα άτομα αυτά που κάνουν την μετακίνησή τους πιο άνετη και ασφαλή.

Τα Άτομα με Αναπηρίες προτού ξεκινήσουν μια μετακίνηση χρειάζονται μια σειρά από πληροφορίες που αφορούν την προσπελασιμότητα μέσων μεταφοράς και χώρων προορισμού προκειμένου να αξιολογήσουν την εφικτότητα πραγματοποίησης της αυτόνομα ή με συνοδό. Η ύπαρξη κατάλληλων συστημάτων πληροφόρησης πριν και κατά την διάρκεια της διαδρομής αποτελεί βασική απαίτηση για τον σχεδιασμό της. Η εφαρμογή των ITS δίνει την δυνατότητα δημιουργίας διαφόρων συστημάτων πληροφόρησης για πριν την διαδρομή (Internet, info-kiosks), κατά τη διαδρομή (VMS, συστήματα πλοήγησης). Ακόμα, στα μέσα μαζικής μεταφοράς θα πρέπει να υπάρχει εξειδικευμένο προσωπικό για την εξυπηρέτηση των ατόμων με αναπηρίες.

Για την εξυπηρέτηση των Α. με Α. θα πρέπει να δημιουργηθούν θέσεις στάθμευσης αποκλειστικά για τα άτομα αυτά και να υπάρχει διαρκής αστυνόμευση τους και αυστηρά πρόστιμα στους παραβάτες.

Οι κύριες ομάδες Α. με Α. που μελετώνται για τη διευκόλυνση της κυκλοφορίας και της μετακίνησής τους είναι:

- Άτομα με κινητικές δυσκολίες και αναπηρίες
- Άτομα με δυσκολίες στην όραση
- Άτομα με δυσκολίες στην ακοή
- Άτομα με δυσκολίες στην αντίληψη και την επικοινωνία
- Άτομα με νοητικές και ψυχικές διαταραχές
- Άτομα με εγκεφαλικές και νευρολογικές διαταραχές
- Ακόμη, εξετάζονται σε ειδική κατηγορία τα μέτρα για την διευκόλυνση όλων των Α. με Α. στα μέσα μαζικής μεταφοράς

Οι λειτουργίες και η τεχνολογία που χρησιμοποιείται ανά επιμέρους κατηγορία είναι (οι περισσότερες από αυτές δεν ανήκουν στα Έξυπνα Συστήματα Μεταφορών)[42]:

10.1 Άτομα με κινητικές δυσκολίες και αναπηρίες

Για την διευκόλυνση των ατόμων με κινητικές δυσκολίες θα πρέπει:

- τα πεζοδρόμια να κατασκευάζονται με μεγαλύτερα πλάτη
- η οδός να είναι ελεύθερη από κάθε μορφής εμπόδια
- τα δάπεδα να είναι ομαλά, επίπεδα και αντιολισθηρά χωρίς προεξοχές και κενά
- οι ανελκυστήρες να έχουν μεγαλύτερες διαστάσεις με κατάλληλη σήμανση και στη θέση των βαθμίδων να υπάρχουν είτε αναβατόρια είτε ράμπες
- τα στηθαία και τα κιγκλιδώματα να είναι διαμορφωμένα στο κατάλληλο ύψος
- σωστός σχεδιασμός χώρων ανάπαυσης και χώρων υγιεινής
- ράμπες με μικρή κλίση σε όλες τις διασταυρώσεις

10.2 Άτομα με δυσκολίες στην όραση

Για τα άτομα με δυσκολίες στην όραση θα πρέπει να υπάρχουν:

- όσα προανέφερα για τα Άτομα με κινητικές δυσκολίες
- ειδική και ευκρινή ηχητική σήμανση (ειδικά στους φωτεινούς σηματοδότες)
- επειδή τα άτομα αυτά αναγνωρίζουν τον χώρο με τα άκρα και την ακοή, τα δάπεδα να διαθέτουν ειδικούς κατευθυντήριους οδηγούς διαφορετικής υφής, και να είναι ηχοαπορροφητικά για να αναγνωρίζουν τους άλλους από τον βηματισμό τους
- χειρολισθήρες με αρχή και τέλος
- πινακίδες με το σύστημα BRAILLE τοποθετημένες σε κατάλληλο ύψος
- χώροι που να μην δημιουργούν αντήχηση

-άπλετος φωτισμός των χώρων και χωρίς έντονες αντιθέσεις, γιατί όσοι βλέπουν λίγο θαμπώνονται εύκολα

-κλειστές πόρτες, άθραυστα τζάμια και προεξέχοντα στοιχεία σε ύψος μεγαλύτερο των 2,20 μέτρων

-ατομικές συσκευές καθοδήγησης

10.3 Άτομα με δυσκολίες στην ακοή

Για τα άτομα με δυσκολίες στην ακοή θα πρέπει να υπάρχουν:

-έντονη και ευκρινής σήμανση

-εναλλακτική παρουσίαση των ανακοινώσεων με γραπτά μηνύματα

-άπλετος φωτισμός των χώρων για την καλή επικοινωνία των ατόμων αυτών, γιατί έτσι τους επιτρέπει να διαβάζουν τα χείλη του συνομιλητή τους και να επικοινωνούν με τη νοηματική γλώσσα ή αλλιώς γλώσσα των χεριών, η οποία αποτελεί και τον μοναδικό τρόπο για να συνεννοηθούν προφορικά με τους συνανθρώπους τους

10.4 Άτομα με δυσκολίες στην αντίληψη και την επικοινωνία

Για τα άτομα με δυσκολίες στην αντίληψη και την επικοινωνία θα πρέπει να υπάρχουν:

-απλοποίηση των χώρων διακίνησης

-σημάνσεις με ενδείξεις με χρωματικές αντιθέσεις

-έντονα ηχητικά σήματα

-επιλογή της κατάλληλης διαδρομής

10.5 Άτομα με νοητικές και ψυχικές διαταραχές

Για τα άτομα με νοητικές και ψυχικές διαταραχές, με την προϋπόθεση ότι είναι σε θέση να μετακινηθούν αυτόνομα, θα πρέπει να ισχύουν όσα προανέφερα για τα άτομα με δυσκολία στην αντίληψη και την επικοινωνία.

10.6 Άτομα με εγκεφαλικές και νευρολογικές διαταραχές

Για τα άτομα με εγκεφαλικές και νευρολογικές διαταραχές οι ανάγκες τους είναι οι ίδιες με αυτές των ατόμων που αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κίνηση όταν αναφερόμαστε στα άτομα με εγκεφαλική παράλυση. Για τα άτομα με νευρολογικές αναπηρίες δεν θα πρέπει να υπάρχουν πολλά και έντονα φώτα ιδιαίτερα για τους επιληπτικούς. Όσα έχουν αναφερθεί για τα άτομα με δυσκολίες στην όραση, ισχύουν όταν αναφερόμαστε στους διαβητικούς, των οποίων η πάθηση έχει

αναπτυχθεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε να μην είναι δυνατή η όρασή τους. Ακόμα, θα πρέπει να γίνεται παρακολούθηση των κινήσεων ατόμων που πάσχουν από τη νόσο του Αλτσχάιμερ και αντιμετωπίζουν προβλήματα μνήμης. Πρέπει να ενισχυθούν οι υπηρεσίες τηλε-ιατρικής ή έκτακτης ανάγκης μέσω εντοπισμού θέσης σε πραγματικό χρόνο.

10.7 μέτρα για την διευκόλυνση όλων των Α. με Α. στα μέσα μαζικής μεταφοράς

Τα μέτρα για την διευκόλυνση των ατόμων στα μέσα μαζικής μεταφοράς είναι:

-ηχητικές και γραπτές ανακοινώσεις σε πραγματικό χρόνο στα δημόσια μέσα μεταφοράς σχετικά με τον υπολειπόμενο χρόνο ταξιδιού, την επόμενη στάση και τις συνδέσεις

-συστήματα αφής εντός των λεωφορείων για την έκδοση εισιτηρίων

-ράμπες για την εύκολη είσοδο/έξοδο στα λεωφορεία

-λεωφορεία χαμηλού δαπέδου

-ανελκυστήρες για αναπηρικά καροτσάκια

-συστήματα πληροφόρησης πριν τη διαδρομή (Internet, info-kiosks) και κατά την διάρκεια της διαδρομής (VMS) που να πληρούν τις προδιαγραφές για τα Α. με Α. (μεγάλη η διάρκεια των μηνυμάτων, ευανάγνωστα, ευκολονόητα, συνεχής επανάληψή τους, κατάλληλος φωτισμός τους, κατάλληλη τοποθέτηση, επιφάνεια αφής)

-«ευέλικτα» συστήματα για τα μέσα μαζικής μεταφοράς , δηλαδή συστήματα που αποτελούνται από στόλο μικρών λεωφορείων (mini-bus) και ταξί, τα οποία δεν εκτελούν προγραμματισμένα δρομολόγια αλλά μεταφορές από πόρτα-σε πόρτα (**door-to-door**) μετά από τηλεφωνική κλήση σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Αυτά τα συστήματα μπορεί να είναι είτε αποκλειστικά για τα Α. με Α. είτε για όλους τους χρήστες.

10.8 Αξιολόγηση του συστήματος

10.8.1 επιδράσεις-οφέλη

Η εφαρμογή του συστήματος **door-to-door** είχε σαν αποτέλεσμα αύξηση της χρήσης των ΜΜΜ κατά 39% (Illinois, ΗΠΑ)[5].

10.8.2 Αποδοχή από χρήστες

Η εφαρμογή του συστήματος **door-to-door** σε πολλές πόλεις των ΗΠΑ (Boston, Kentucky, Oregon, Washington, Philadelphia) είχε θετική αποδοχή και από τα Α. με Α. και γενικά από όλους τους χρήστες[5].

Γενικά, **όλα τα συστήματα για τα άτομα με αναπηρίες** έχουν μεγάλη αποδοχή από τους χρήστες, είτε αυτοί είναι άτομα με αναπηρίες είτε δεν είναι, σύμφωνα με έρευνες που έγιναν σε όλη την Ε.Ε. [3].

10.8.3 οικονομική αποδοτικότητα

Μελέτες που έγιναν έδειξαν ότι το κόστος της μετατροπής των υφιστάμενων υποδομών σε προσπελάσιμες για τα Άτομα με Αναπηρίες είναι πολύ υψηλό. Μόνο ο σωστός σχεδιασμός και η εφαρμογή των κατάλληλων προδιαγραφών στην αρχή της δημιουργίας κάποιου έργου, θα μείωνε το κόστος[42].

Σε εφαρμογή του συστήματος **door-to-door** για όλους τους χρήστες στο Ontario του Καναδά υπήρξε μείωση του κόστους ταξιδιού ανά ημέρα από 13\$ στα 5\$ [5].

10.9 Συμπεράσματα για τα Συστήματα για Ειδικές Κατηγορίες Μετακινούμενων

Τα περισσότερα συστήματα για την διευκόλυνση των «εμποδιζόμενων» ατόμων δεν ανήκουν στα ITS. Όλα τα κράτη θα πρέπει να ενδιαφερθούν για τα άτομα αυτά και να δημιουργήσουν εγκαταστάσεις που θα κάνουν εύκολη και πιο άνετη την μετακίνηση των Α.με.Α. γιατί οι πρακτικές που εφαρμόζονται μέχρι σήμερα έχουν σαν αποτέλεσμα την δημιουργία και ύπαρξη απροσπέλαστων και εχθρικών συστημάτων για τα άτομα αυτά. Ο σωστός σχεδιασμός και η εφαρμογή κατάλληλων προδιαγραφών, στην αρχή της δημιουργίας κάποιου έργου, μπορούν να δώσουν αποτελέσματα υψηλής λειτουργικής και αισθητικής αξίας με χαμηλό σχετικά κόστος. Παρόλα αυτά, οι μελέτες που αναφέρονται στην εφαρμογή των ITS και άλλων απλών συστημάτων στα Α.με.Α. είναι ελάχιστες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΟΔΗΓΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ (ADAS)

11.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ (Navigation Systems)

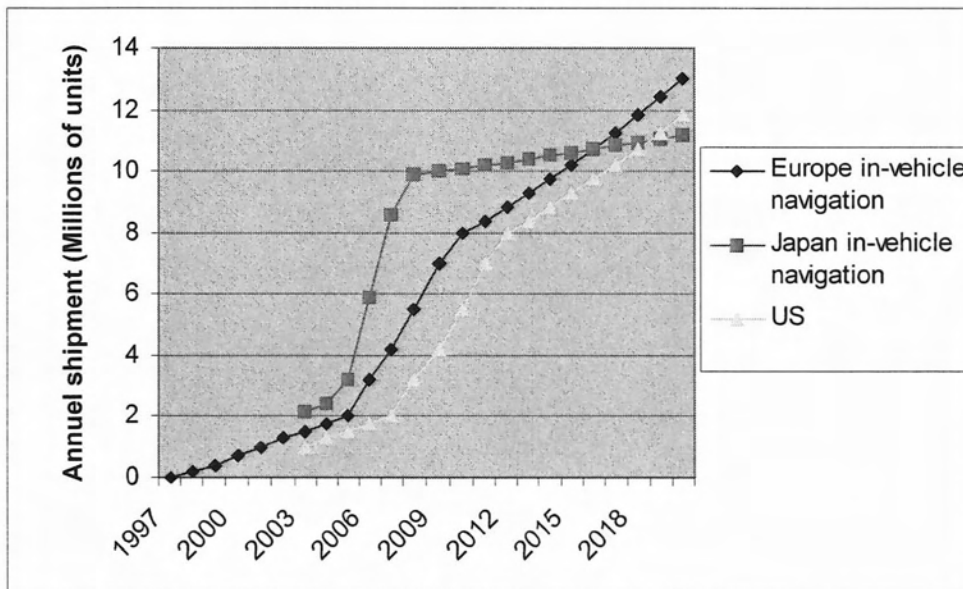
Τα συστήματα πλοήγησης παρέχουν στον οδηγό πληροφόρηση για την καθορισμό της διαδρομής του. Μερικά από αυτά, έχουν την δυνατότητα να προτείνουν στον οδηγό την βέλτιστη διαδρομή βάσει των κυκλοφοριακών συνθηκών. Η πληροφόρηση γίνεται είτε ηχητικά είτε οπτικά και οι πληροφορίες λαμβάνονται μέσω αισθητήρων και GPS.

Ο σκοπός των συστημάτων πλοήγησης είναι να μειωθεί ο χρόνος κατά την πραγματοποίηση ενός ταξιδιού, με την επιλογή από πλευράς οδηγού της βέλτιστης διαδρομής. Έτσι, προφυλάσσει τους οδηγούς από επιλογή λάθος δρόμου, και από κυκλοφορική συμφόρηση που μπορεί να συναντούσε. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ο οδηγός να πραγματοποιεί το ταξίδι του σε λιγότερα χιλιόμετρα και να έχουμε έτσι μείωση στην κατανάλωση καυσίμων. Ακόμα, τα συστήματα πλοήγησης στοχεύουν στην αύξηση της ασφάλειας των ταξιδιωτών και στην μείωση του άγχους των οδηγών.

Η αλματώδης αύξηση της χρήσης συστημάτων πλοήγησης έγινε με τα **φορητά συστήματα πλοήγησης (κινητά-smartphones που περιέχουν GPS)** γιατί έτσι μειώθηκε κατά πολύ το κόστος τους σε σχέση με το κόστος των συστημάτων πλοήγησης που τοποθετούνται μέσα στα οχήματα (onboard-συνήθως στο κέντρο του καντράν) και τα οποία κοστίζουν 1000-2000€. Τα φορητά συστήματα πλοήγησης μπορεί να έχουν πιο μικρή οθόνη, αλλά οι οδηγοί τα τοποθετούν συνήθως δίπλα από το τιμόνι, οπότε δεν αποσπάται η προσοχή τους από το δρόμο όπως συμβαίνει με τα σταθερά συστήματα πλοήγησης και η λήψη πληροφοριών γίνεται με ταχύτερο τρόπο, με αποτέλεσμα η διάρκεια ταξιδιού με τη χρήση των φορητών συστημάτων πλοήγησης να είναι μικρότερη[43].

Σύμφωνα με αναλύσεις αγοράς εκτιμάται ότι το 2010 υπήρχε ετήσια ζήτηση για περίπου 12 εκατομμυρίων συσκευών πλοήγησης ετησίως. Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει την εξέλιξη πωλήσεων συσκευών πλοήγησης με εκτιμήσεις για το μέλλον από το 1997 ως το 2020 [44].

Εξέλιξη πωλήσεων συσκευών πλοήγησης εντός του οχήματος για Ευρώπη, ΗΠΑ και Ιαπωνία από 1997-2020[44].



11.1.1 Αξιολόγηση του συστήματος

Από έρευνες για την εφαρμογή των συστημάτων πλοήγησης προέκυψαν τα ακόλουθα θετικά συμπεράσματα[2],[45],[46]:

-μικρή αύξηση της οδικής ασφάλειας (εφαρμογές στις ΗΠΑ έδειξαν μείωση των ατυχημάτων κατά 1%)

-αύξηση της ετοιμότητας του οδηγού και μείωση του άγχους του

-βελτίωση της οδηγικής συμπεριφοράς σε περιοχές που ο οδηγός δεν είναι εξοικειωμένος

-μείωση του αριθμού των χιλιομέτρων ενός ταξιδιού και επομένως μείωση και της κατανάλωσης καυσίμων

-οι ηχητικές και οπτικές οδηγίες δεν αποσπούν την προσοχή του οδηγού από τον δρόμο

Οι έρευνες όμως έδειξαν και μερικά αρνητικά αποτελέσματα από την χρήση των συστημάτων πλοήγησης[2],[45],[46]:

-απαιτείται υψηλό επίπεδο πληροφόρησης, αλλιώς μπορεί να δωθούν οδηγίες στον οδηγό να ακολουθήσει λάθος διαδρομή, γι' αυτό και η αξιοπιστία του συστήματος είναι χαμηλή σε επαρχιακά δίκτυα, όπου δεν υπάρχει ακόμα η κατάλληλη μέθοδος συνδυασμού των δεδομένων από διαφορετικά υποσυστήματα

-οι χάρτες του συστήματος πρέπει να ανανεώνονται συνεχώς ώστε να αποφεύγονται λάθη

-επειδή στηρίζεται σε μετάδοση πληροφοριών, οι δυσμενείς καιρικές συνθήκες μπορεί να επηρεάσουν την λειτουργία τους συστήματος

11.1.2 Αποδοχή από χρήστες

Οι χρήστες είναι γενικά πολύ θετικοί απέναντι στα συστήματα πλοήγησης, γιατί κυρίως μειώνουν τον χρόνο του ταξιδιού τους. Υπάρχει όμως και ένα μέρος των χρηστών που είναι αρνητικό στην εφαρμογή των συστημάτων πλοήγησης γιατί πιστεύει ότι αποσπούν την προσοχή του οδηγού(παρόλο που έρευνες έδειξαν ότι κάτι τέτοιο δεν ισχύει) και ακόμα, ότι λόγω της άνεσης που παρέχουν στους οδηγούς, ο αριθμός των ταξιδιών θα αυξηθεί τα επόμενα χρόνια, με αποτέλεσμα αύξηση της συμφόρησης και των εκπομπών ρύπων[2],[45].

11.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΟΔΗΓΟΥ(Driver Monitoring)

Το σύνολο των ατυχημάτων που οφείλονται σε κακή κατάσταση του οδηγού ανέρχεται στο 30% του συνολικού αριθμού των ατυχημάτων[2]. Αυτά περιλαμβάνουν ατυχήματα λόγω:

- υπερβολικής κόπωσης ή έλλειψης ύπνου
- κατανάλωσης αλκοόλ ή χρήσης φαρμάκων
- ξαφνικής αδιαθεσίας του οδηγού
- παρατεταμένης απροσεξίας του οδηγού

Πολλές λύσεις έχουν προταθεί για την αντιμετώπιση του ανωτέρου προβλήματος, όπως η παρακολούθηση των κινήσεων του οφθαλμού του οδηγού (σύστημα Nissan) ή η μέτρηση των σφυγμών του οδηγού μέσω συσκευής επί του χεριού του (σύστημα Toyota). Όλα τα σχετικά συστήματα δεν είχαν εμπορική επιτυχία επειδή[2]:

- βασίζονται σε ένα μόνο αισθητήρα, με αποτέλεσμα χαμηλό ποσοστό επιτυχίας
- απαιτούν συχνά σύνδεση του οδηγού με το όχημα μέσω καλωδίου, γεγονός μη αποδεκτό από την πλειοψηφία των οδηγών.

Με την βοήθεια των ITS αναπτύχθηκε σύστημα βασιζόμενο σε πληθώρα αισθητήρων, που επιχειρεί να αντιμετωπίσει το πρόβλημα ολοκληρωμένα, μέσω:

- μη ενοχλητικής (αόρατης) παρακολούθησης του οδηγού και του τρόπου οδήγησης του, με σειρά αισθητήρων
- έγκαιρης προειδοποίησης οδηγού για τυχόν πρόβλημά του μέσω ηχητικών και οπτικών ερεθισμάτων, διαφοροποιούμενη αναλόγως του προβλήματος του οδηγού και του εκτιμώμενου κινδύνου (ταχύτητα, κυκλοφοριακός φόρτος)
- προειδοποίησης της περιρρέουσας κυκλοφορίας για τυχόν αδυναμία του οδηγού, χωρίς πρόκληση πανικού
- αυτόματου ελέγχου και ασφαλούς οδήγησης του οχήματος στη δεξιά λωρίδα του δρόμου για στάθμευση
- κλήσης κέντρου αμέσου βοήθειας και παροχής σαΐτα της θέσης του οχήματος, της πιθανής αιτίας του συμβάντος και προσωπικών ιατρικών στοιχείων του οδηγού.

Στην πραγματικότητα, οι αισθητήρες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, σε αυτούς που παρακολουθούν την πορεία του οχήματος στο δρόμο και σε αυτούς που

παρακολουθούν διάφορα φυσιολογικά χαρακτηριστικά του οδηγού. Στην πρώτη κατηγορία βασικός αισθητήρας είναι η κάμερα αναγνώρισης των λωρίδων κυκλοφορίας. Στη δεύτερη κατηγορία, ανήκουν ο αισθητήρας παρακολούθησης της συχνότητας ανοιγοκλεισίματος των βλεφάρων του οδηγού, ο αισθητήρας μέτρησης της ασκούμενης μυϊκής δύναμης επί του τιμονιού και ο αισθητήρας υπερύθρων στο μαξιλάρι του οδηγού για καθορισμό της θέσης της κεφαλής του.

Η προειδοποίηση του συστήματος γίνεται με:

-ηχητικό σήμα προσαρμοσμένο σε χρονική διάρκεια και αριθμό επαναλήψεων αναλόγως του προβλήματος του οδηγού

-ηχητικό μήνυμα φωνής που παρέχει προειδοποίηση και συμβουλή στον οδηγό

-οπτικό σήμα στον καθρέπτη του οδηγού

-οπτικό μήνυμα σε οθόνη.

Τα συστήματα αυτόματης πέδησης και στάθμευσης βασίζονται σε μια σειρά από ηλεκτρονικούς αισθητήρες γύρω από το όχημα.

Τα συστήματα παρακολούθησης της κατάστασης του οδηγού δεν έχουν εισέλθει ακόμα στην αγορά. Αν και αρχικά αναμένεται να εφαρμοστούν στα επαγγελματικά οχήματα, γιατί οι οδηγοί αυτοί είναι που αντιμετωπίζουν μεγαλύτερα προβλήματα λόγω περισσότερων ωρών οδήγησης.

11.2.1 Αξιολόγηση του συστήματος

Τα αποτελέσματα πολλών ερευνών έδειξαν ότι η μελλοντική χρήση των συστημάτων παρακολούθησης της κατάστασης του οδηγού θα έχει τα ακόλουθα οφέλη[2],[7],[45],[46]:

-μείωση του ολικού αριθμού των ατυχημάτων έως και 40% (εφαρμογές στη Ευρώπη)

-μείωση των τραυματισμών και θανάτων κατά 10%-15%

-μείωση των θανάτων σε ατυχήματα με βαρέα οχήματα κατά 15%

-αξιοπιστία για σωστή ενεργοποίηση τους συστήματος κατά 88%

Η εφαρμογή όμως του συστήματος είχε και αρνητικές συνέπειες όπως:

-οι οδηγοί χρησιμοποιούν το σύστημα ως ξυπνητήρι και θα βασίζονται σε αυτό για να τους εγείρει την προσοχή όταν κουράζονται ή αισθάνονται υπνηλία. Αυτό τους

παρακινεί να οδηγούν για περισσότερο χρόνο έως ότου φτάσουν στο όριο της αντοχής τους, παρά να οδηγούσαν χωρίς το σύστημα.

11.2.2 Αποδοχή από χρήστες

Από την μελέτη πολλών ερευνών, προέκυψε το συμπέρασμα ότι οι χρήστες ήταν περισσότεροι απρόθυμοι στην ιδέα χρήσης του συστήματος παρακολούθησης της κατάστασης του οδηγού, πριν χρησιμοποιήσουν ένα τέτοιο σύστημα. Η αποδοχή του συστήματος άρχισε να αυξάνει σε μεγάλο βαθμό μετά τη χρήση του.

Πολύ σημαντικός παράγοντας για την αποδοχή του είναι το σύστημα να μη γίνεται αντιληπτό από τον οδηγό. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι παρακολούθησης όπου οι μετρήσεις λαμβάνονται με αισθητήρες που είναι σε επαφή με τον οδηγό. Αυτές απορρίπτονται.

Η αυτόματη εκτέλεση ενεργειών οδήγησης πρέπει να αποφεύγεται, εκτός εάν ο οδηγός είναι πράγματι ανίκανος να αντιδράσει και η κατάσταση είναι πολύ επικίνδυνη.

Πρέπει να αποφεύγονται «απότομες» μέθοδοι προειδοποίησης που έχουν δοκιμαστεί, όπως είναι ο κραδασμός της θέσης του οδηγού ή του τιμονιού, γιατί μπορεί ο οδηγός να τρομάξει και να αντιδράσει «περίεργα». Προτιμότερες είναι οι ακουστικές και οπτικές μέθοδοι προειδοποίησης. Από τις απτικές μεθόδους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ελαφροί κραδασμοί της ζώνης ασφαλείας και η προσομοίωση των υπερυψωμένων διατάξεων οδοστρώματος [2],[45],[46].

11.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΟΔΗΓΟΥ ΣΤΟ ΔΙΑΜΗΚΗ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ(Longitudinal Control)

11.3.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΥΠΝΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ(Intelligent Speed Adaptation-ISA)

Κάθε μέρα 116 άνθρωποι χάνουν την ζωή τους από τροχαία ατυχήματα στην Ε.Ε. Το 33% των θανάτων οφείλεται στην υπερβολική ταχύτητα[47]. Το σύστημα έξυπνης προσαρμογής ταχύτητας βοηθά τον οδηγό να αποφεύγει την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας.

Το σύστημα έξυπνης προσαρμογής ταχύτητας περιλαμβάνει[2]:

- πληροφόρηση οδηγού για το όριο ταχύτητας
- προειδοποίηση του οδηγού μέσω ηχητικών, οπτικών και απτικών λειτουργιών για προσαρμογή της ταχύτητας του οχήματος στα επιτρεπτά όρια
- αυτόματη επιβράδυνση σε περίπτωση που ο οδηγός ξεπερνά το όριο ταχύτητας.

Ο βασικός στόχος του συστήματος είναι η αποφυγή των ατυχημάτων.

Το σύστημα έξυπνης προσαρμογής ταχύτητας βασίζεται είτε σε στατικούς αισθητήρες μέτρησης της ταχύτητας που τοποθετούνται σε οδικά σήματα ή σε φωτεινούς σηματοδότες είτε με συνεχή μετάδοση της ταχύτητας από κάθε όχημα σε ένα κέντρο ελέγχου. Σε περίπτωση υπερβολικής ταχύτητας, το κέντρο επικοινωνεί με το όχημα και συνιστά τη μείωση της ταχύτητας ή την επιβάλλει αυτόματα (με αυτόματο έλεγχο του ποδομοχλού πέδησης και επιτάχυνσης) ή προσαρμόζει τον κύκλο λειτουργίας των φωτεινών σηματοδοτών ώστε να μειωθεί έμμεσα η ταχύτητα των οχημάτων.

Η σχετική τεχνολογία είναι διαθέσιμη αλλά δεν έχει εισέλθει ακόμα στην αγορά. Μόνο το σύστημα ρύθμισης του κύκλου των φωτεινών σηματοδοτών βάσει μετρήσεων από αισθητήρες στην υποδομή χρησιμοποιείται πιλοτικά σε διάφορες περιοχές της Ευρώπης. Ο στόχος αρχικά, είναι η εφαρμογή του συστήματος στα επαγγελματικά οχήματα.

Η αποτελεσματικότητα του συστήματος είναι μέγιστη σε καταστάσεις χαμηλής κυκλοφοριακής ροής. Για την βελτίωση του συστήματος σε καταστάσεις υψηλής κυκλοφοριακής συμφόρησης απαιτείται περαιτέρω έρευνα.

11.3.1.1 Αξιολόγηση του συστήματος

Τα αποτελέσματα πολλών ερευνών έδειξαν ότι η εφαρμογή του συστήματος έξυπνης προσαρμογής ταχύτητας έχει θετικά αποτελέσματα στην ασφάλεια ιδιαίτερα σε αστικές περιοχές. Από έρευνα που έγινε σε πόλεις της Αγγλίας προέκυψε ότι η χρήση του συστήματος ISA σε αστικές περιοχές είχε σαν αποτέλεσμα:

-μείωση των θανατηφόρων ατυχημάτων κατά 42%-59% [47]

-μείωση των ατυχημάτων με τραυματίες κατά 29%[47]

Έρευνες στην Φινλανδία έδειξαν θετικά αποτελέσματα στην ασφάλεια και χαμηλό κόστος εγκατάστασης του συστήματος. Έρευνες σε Ολλανδία, Ισπανία και Σουηδία σε επαρχιακούς δρόμους έδειξαν μείωση ατυχημάτων κατά 16% (πολύ μικρότερη μείωση από τις αστικές περιοχές)[2].

Η εφαρμογή του συστήματος έξυπνης προσαρμογής ταχύτητας είχε σαν αποτέλεσμα μείωση κατανάλωσης καυσίμων και μείωση εκπομπών CO₂, NO_x, HC, PM [47].

Έρευνες έδειξαν ότι μόνο με την εφαρμογή του συστήματος, οι οδηγοί μείωναν την ταχύτητά τους κατά την είσοδο τους σε ένα χωριό.

Τα αποτελέσματα των ερευνών δεν έδειξαν σημαντική αλλαγή στις καταστάσεις συμφόρησης με τη χρήση του συστήματος, γιατί σε τέτοιες καταστάσεις η ταχύτητα των οδηγών είναι συνήθως κάτω από το επιτρεπτό όριο ταχύτητας. Μάλιστα, οι έρευνες έδειξαν μικρή αύξηση στο χρόνο ταξιδιού (Ολλανδία, Ισπανία, Σουηδία)[2],[47].

11.3.1.2 Αποδοχή από χρήστες

Έρευνες έδειξαν χαμηλή αποδοχή από τους χρήστες όταν το σύστημα επεμβαίνει και αναλαμβάνει τον έλεγχο του οχήματος γιατί το θεωρούν ενοχλητικό και το απενεργοποιούν[2]. Η αρνητική στάση των χρηστών άλλαζε μετά τη δοκιμή του συστήματος. Ιδιαίτερα αρνητικοί στη χρήση του συστήματος ήταν οι οδηγοί νεαρής ηλικίας, που είναι αυτοί συνήθως που υπερβαίνουν το όριο ταχύτητας. Πιο θετικοί έδειξαν οι οδηγοί μεγάλης ηλικίας.

Γενικά, το σύστημα είχε θετική αποδοχή από τους χρήστες όταν απλά τους ενημέρωνε για τα όρια ταχύτητας [47].

11.3.2 ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΡΕΙΑΣ(Adaptive Cruise Control-ACC)

Το Adaptive Cruise Control είναι η εξέλιξη του ήδη χρησιμοποιούμενου συστήματος Cruise Control. Το προσαρμοζόμενο σύστημα ελέγχου πορείας όχι μόνο διατηρεί μια σταθερή ταχύτητα που έχει επιλέξει ο οδηγός(πράγμα που κάνει το Cruise Control) αλλά διατηρεί και μια απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα. Χρησιμοποιώντας το σύστημα αυτό σε αυτοκινητόδρομο, το μόνο που κάνει ο οδηγός είναι να κατευθύνει το όχημα, καθώς η ταχύτητα και η απόσταση από τα προπορευόμενα οχήματα ελέγχονται από το σύστημα. Σε περίπτωση που το εμπροσθεν όχημα επιταχύνει, το σύστημα επιταχύνει το όχημα και διατηρεί και πάλι την προκαθορισμένη απόσταση[48].

Το ACC είναι ένα σύστημα το οποίο διαθέτει αισθητήρες που ανιχνεύουν αν το φορτηγό σας πλησιάζει υπερβολικά το προπορευόμενο όχημα. Η ταχύτητα του οχήματος ρυθμίζεται σε σχέση με τα προπορευόμενα οχήματα με τη μείωση της παροχής καύσιμου και την επενέργεια του επιβραδυντή και του φρένου κινητήρα. Σε περίπτωση που ο επιβραδυντής και την πέδη κινητήρα αδυνατούν να παράσχουν επαρκή πέδηση ώστε να αποτρέψουν το φορτηγό από το να πλησιάσει πολύ γρήγορα στο προπορευόμενο όχημα, ο οδηγός λαμβάνει ένα προειδοποιητικό σήμα, το οποίο του δίνει τη δυνατότητα να πατήσει ο ίδιος φρένο. Έτσι μειώνεται ο κίνδυνος των ατυχημάτων που οφείλονται σε αυτό τον λόγο.

Το σύστημα είναι διαθέσιμο στην αγορά από το 1998 και αυξάνει την άνεση στην οδήγηση σε αυτοκινητοδρόμους[48].

11.3.2.1 Αξιολόγηση του συστήματος

Τα αποτελέσματα πολλών ερευνών έδειξαν ότι το προσαρμοζόμενο σύστημα ελέγχου πορείας έχει τις ακόλουθες θετικές επιπτώσεις[48]:

-μείωση κατανάλωσης καυσίμων και μείωση εκπομπών CO₂

-μικρή μείωση των ατυχημάτων

-σπάνια παραβιάζονται τα όρια ταχύτητας

-μεγαλύτερη άνεση του χρήστη κατά την οδήγηση

Προέκυψαν όμως και αρνητικά συμπεράσματα από την εφαρμογή του συστήματος:

-μείωση προσοχής του οδηγού που επαναπαύεται στο αυτόματο σύστημα

-οδήγηση με μικρότερες αποστάσεις, καθώς ο οδηγός επαφίεται στο ότι το σύστημα θα αποτρέψει ενδεχόμενο ατύχημα

-δυσκολίες κατά την προσπέραση

Σε καταστάσεις συμφόρησης είναι προτιμότερη η απενεργοποίηση του συστήματος, όπως και σε περιοχές του αυτοκινητόδρομου με επικίνδυνες καμπύλες[48].

11.3.2.2 Αποδοχή από χρήστες

Αρχικά η εφαρμογή του συστήματος ACC, αντιμετωπίστηκε με δυσπιστία από τους οδηγούς. Μετά την εφαρμογή του όμως, η αποδοχή των οδηγών έχει αρχίσει και αυξάνεται[48].

11.3.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΦΥΓΗΣ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ (Collision Avoidance System-CAS)

Το σύστημα αποφυγής σύγκρουσης εντοπίζει οχήματα ή άλλα εμπόδια (π.χ. πεζοί) που βρίσκονται στην τροχιά του οχήματος και προειδοποιεί κατάλληλα τον οδηγό ή επιβραδύνει αυτόματα το όχημα ώστε να αποφευχθεί η σύγκρουση. Η προειδοποίηση του οδηγού γίνεται είτε οπτικά είτε ηχητικά είτε απτικά.

Το σύστημα αποφυγής σύγκρουσης χρησιμοποιεί τον ίδιο αισθητήρα πληροφόρησης που χρησιμοποιείται στο προσαρμοζόμενο σύστημα ελέγχου (ACC), σε αυτοκινητόδρομους. Σε επαρχιακούς δρόμους, χρειάζεται η χρήση κι άλλων αισθητήρων για καλύτερη απεικόνιση της κατάστασης, όπως αισθητήρες αναγνώρισης διαγραμμίσεων και συστήματα έξυπνης πλοήγησης.

Το σύστημα αποφυγής σύγκρουσης με έμπροσθεν οχήματα που βρίσκονται στην τροχιά του οχήματος χρησιμοποιείται ήδη στα επαγγελματικά οχήματα (φορτηγά) στις ΗΠΑ. Το σύστημα αποφυγής σύγκρουσης με πεζούς ή άλλα εμπόδια που βρίσκονται στην τροχιά του οχήματος χρησιμοποιεί σύστημα βιντεοσκόπησης και εκπαιδεύεται με παραδείγματα να αναγνωρίζει εικόνες πεζών. Το σύστημα αυτό δεν έχει βγει ακόμα στην αγορά[2].

Υπάρχουν διάφοροι τύποι αισθητήρων που χρησιμοποιούνται. Οι κυριότεροι είναι[2]:

-ηχητικός: ο υπολογισμός της εμπρόσθιας απόστασης μεταξύ οχημάτων επιτυγχάνεται με τη μέτρηση του χρόνου από τη μετάδοση υπερηχητικού παλμού έως τη λήψη της αντανάκλασης. Στα πλεονεκτήματά του είναι το χαμηλό κόστος και το μικρό μέγεθος. Στα μειονεκτήματά του είναι ο μη εντοπισμός κάποιων αντικειμένων λόγω της χαμηλής αντανάκλασής τους και η ευαισθησία του στις αλλαγές θερμοκρασίας.

-υπέρυθρος: μετρά τη θερμική ενέργεια που εκπέμπεται από τα αντικείμενα. Στα πλεονεκτήματά του είναι το χαμηλό κόστος και το μικρό μέγεθος. Στα μειονεκτήματά του είναι η ανικανότητα καθορισμού απόστασης όλων των εντοπισμένων εμποδίων.

-radar laser: χρησιμοποιούν είτε παλμική υπέρυθρη ακτίνα φωτός υψηλής ισχύος είτε τη μεταβολή της φάσεως του φωτός με ημιτονικό κύμα. Στα θετικά τους είναι οι μετρήσεις μεγάλων αποστάσεων και ο υψηλός χρόνος αντίδρασης. Στα αρνητικά τους είναι το υψηλό κόστος, η ευαισθησία σε εξωτερικές συνθήκες (χαμηλή ορατότητα) και η ανάγκη διατήρησης της ισχύς του σε υψηλά επίπεδα.

-ραντάρ μικροκυμάτων: χρησιμοποιούν υψηλές συχνότητες, ώστε η διαφορά συχνότητας μεταξύ του εκπεμπόμενου και του αντανακλώμενου σήματος είναι

ανάλογη με την απόσταση από το αντικείμενο μπροστά. Στα πλεονεκτήματά τους είναι η έλλειψη ευαισθησίας σε συνθήκες χαμηλής ορατότητας και στα μειονεκτήματά τους είναι το υψηλό τους κόστος.

-ραντάρ παλμών: η διαφορά του με το προηγούμενο είναι η χρήση πολύ μικρών παλμών αντί για συνεχόμενο κύμα. Στα πλεονεκτήματά τους είναι η έλλειψη ευαισθησίας σε περιβαλλοντικές συνθήκες και στα μειονεκτήματά τους είναι ότι η μέγιστη απόσταση κάλυψης είναι 50 μέτρα.

-αισθητήρας χωρητικότητας: έχει τη δυνατότητα ανίχνευσης κοντινών αντικειμένων (εντός 2 μέτρων) και είναι χρήσιμος σε χαμηλές ταχύτητες. Έχει χαμηλό κόστος και είναι δυνατός σε εξωτερικές περιβαλλοντικές αλλαγές.

-συστήματα όρασης: χρησιμοποιούν βιντεοκάμερα και λογισμικό επεξεργασίας εικόνας. Έχουν όμως υψηλό κόστος, είναι ευαίσθητα σε περιβαλλοντικές συνθήκες και καταναλώνουν πολύ ισχύ για την επεξεργασία εικόνων.

11.3.3.1 Αξιολόγηση του συστήματος

Μελέτες έδειξαν μείωση των ατυχημάτων με τη χρήση του συστήματος αποφυγής σύγκρουσης κατά 17% (εφαρμογές στις ΗΠΑ) [5].

Η εφαρμογή τους συστήματος δεν έχει επίδραση στον κυκλοφοριακό φόρτο και στην μείωση της ταχύτητας[2],[5].

11.3.3.2 Αποδοχή από χρήστες

Η εφαρμογή του συστήματος αποφυγής σύγκρουσης, ιδιαίτερα με την λειτουργία της επέμβασης του συστήματος στον έλεγχο του οχήματος αξιολογήθηκε αρνητικά από τους χρήστες. Επίσης οι χρήστες θεωρούν ότι δεν συμβάλει σε μεγάλη μείωση των ατυχημάτων[2],[5].

11.3.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

Τα συστήματα αυτά βελτιώνουν την ορατότητα σε περιπτώσεις όπως ομίχλη, βροχή, χιόνι και σκοτάδι. Στο σκοτάδι η πιθανότητα για ένα σοβαρό ατύχημα είναι πολύ υψηλότερη. Συγκεκριμένα, οι πεζοί έχουν τέσσερις φορές περισσότερη πιθανότητα να τραυματιστούν σοβαρά τη νύχτα έναντι της ημέρας. Στατιστικά δείχνουν ότι σχεδόν το 70% των ατυχημάτων των πεζών συμβαίνουν τη νύχτα, παρόλο που η νυχτερινή οδήγηση αποτελεί μόνο το 20% της συνολικής κυκλοφορίας. Ακόμα και μετά από δεκαετίες συνεχούς βελτίωσης της οδικής ασφάλειας, υπολογίζεται ότι κάθε έτος πάνω από 3000 πεζοί χάνουν τη ζωή τους τη νύχτα στις Ηνωμένες Πολιτείες[49]. Η βελτίωση της ορατότητας είναι ένας από τους κύριους στόχους για τις κυβερνητικές αρχές. Ένα σύστημα αύξησης ορατότητας βοηθά τους οδηγούς να δουν τα σημάδια παρόδων, τους ανακλαστήρες στα άκρα του δρόμου, τα σήματα οδικής κυκλοφορίας και να προσδιορίσουν τους πιθανούς κινδύνους (όπως τα σταθμευμένοι αυτοκίνητα, οι πεζοί και οι ποδηλάτες) νωρίτερα ώστε να αυξηθεί η νυχτερινή οδική ασφάλεια. Το σύστημα χρησιμοποιεί εξοπλισμό για καταγραφή, επεξεργασία και προβολή της πληροφορίας στον οδηγό. Χρησιμοποιούνται κυρίως αισθητήρες υπέρυθρων και λιγότερο αισθητήρες μικροκυμάτων. Τα δεδομένα που συλλέγονται συνδυάζονται ώστε να εντοπισθούν έγκαιρα τυχόν πιθανές συγκρούσεις. Οι προειδοποιήσεις συνήθως δίνονται στον οδηγό σε ειδικές οθόνες στο ύψος του κεντρικού καθρέπτη ή ως ηχητικά μηνύματα. Το σύστημα αυτό διατίθεται ήδη στην αγορά.

11.3.4.1 Αξιολόγηση του συστήματος

Έρευνες έδειξαν ότι το σύστημα βελτίωσης ορατότητας έχει αρνητικές επιπτώσεις. Αυτό συμβαίνει γιατί σε συνθήκες μειωμένης ορατότητας με την χρήση του συστήματος ο οδηγός κινείται ταχύτερα και επειδή συνήθως η μειωμένη ορατότητα συνοδεύεται και από άλλους επιβαρυντικούς παράγοντες όπως είναι το ολισθηρό οδόστρωμα συμβαίνουν περισσότερα ατυχήματα [2],[45].

Για να έχει θετικά αποτελέσματα η εφαρμογή του συστήματος βελτίωσης ορατότητας θα πρέπει να συνοδεύεται και από ένα σύστημα αυτόματου περιορισμού της ταχύτητας[2].

11.3.4.2 Αποδοχή από χρήστες

Η εφαρμογή του συστήματος βελτίωσης ορατότητας έχει μεγάλη αποδοχή από τους χρήστες όπως έδειξαν πολλές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν [2],[45],[49].

11.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΟΔΗΓΟΥ ΣΤΟΝ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ (Lateral Control)

11.4.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΛΩΡΙΔΑΣ

Το σύστημα προειδοποίησης κατά την αλλαγή λωρίδας χρησιμοποιεί μια κάμερα, που είναι τοποθετημένη πίσω από τον εσωτερικό καθρέπτη του οχήματος, η οποία παρακολουθεί την θέση του οχήματος στο δρόμο και αν είναι μέσα στις διαγραμμίσεις της λωρίδας. Μερικές φορές για την διατήρηση του οχήματος στην λωρίδα κυκλοφορίας χρησιμοποιούνται μαγνητικές ταινίες που επικολλώνται στο οδόστρωμα και αντίστοιχοι μαγνητικοί αισθητήρες στο όχημα ή υψηλής ακρίβειας GPS και ψηφιακοί χάρτες. Αν ο οδηγός χάσει την συγκέντρωσή του και οι ρόδες του οχήματος διαπεράσουν την διαγράμμιση της λωρίδας, το σύστημα προειδοποιεί τον οδηγό με ηχητικό ή απτικό τρόπο και του παρέχει συμβουλές για να επιστρέψει το όχημα μέσα στις διαγραμμίσεις της λωρίδας του. Επίσης το σύστημα προειδοποιεί τον οδηγό όταν προσπαθεί να αλλάξει λωρίδα χωρίς να ενεργοποιήσει τα φώτα διεύθυνσης (φλας).

Στα πιο εξελιγμένα συστήματα, σκοπός είναι σε περίπτωση που ο οδηγός δεν αποκρίνεται στις προειδοποιήσεις του συστήματος, τότε το ίδιο το σύστημα θα επεμβαίνει στον χειρισμό του οχήματος με ρύθμιση της ταχύτητας ή της διεύθυνσης. Η επέμβαση τους συστήματος πρέπει να είναι «διακριτική», σε τέτοιο βαθμό δηλαδή, που θα ενεργοποιεί τον οδηγό για την πραγματοποίηση των κατάλληλων χειρισμών και δεν θα παίρνει το σύστημα τον έλεγχο του οχήματος. Οι μέθοδοι προειδοποίησης συνήθως είναι ηχητικά σήματα, ήχος που μιμείται τον ήχο των τροχών όταν περνούν πάνω από «σαμαράκια», δόνηση του τιμονιού, δόνηση του καθίσματος του οδηγού.

Μέχρι τώρα, οι πιο κοινές τεχνικές στην πλευρική ασφάλεια είναι βασισμένες στους ιχνηλάτες παρόδων που χρησιμοποιούν μονοφθαλμικούς τηλεοπτικούς αισθητήρες για να ανιχνεύουν παρόδους μέχρι 50 μέτρα μπροστά. Στις πιο πρόσφατες δημοσιεύσεις χρησιμοποιούνται επίσης, οι ανιχνευτές λέιζερ, τα υψηλής ευκρίνειας ραντάρ και οι υπέρυθρες φωτογραφικές μηχανές. Πιο αποδοτικές προσεγγίσεις προτείνουν τεχνικές συγχώνευσης για να συμπληρωθεί το ποσοστό παρεκκλίσεων που είναι βασισμένο στην οδική γεωμετρία και εκτιμούν και προβλέπουν αλλαγές στην κυρτότητα του δρόμου μπροστά χρησιμοποιώντας ψηφιακό χάρτη, δέκτες GPS, βιντεοκάμερες και ίχνη από το ραντάρ ή τα στάσιμα εμπόδια που αντιπροσωπεύουν τα προστατευτικά κιγκλιδώματα ή τις θέσεις[45].

Συνήθως το σύστημα απενεργοποιείται αυτόματα για ταχύτητες κάτω από ένα όριο (συνήθως τα 40 km/h). Τα συστήματα αυτά διατίθενται στην αγορά, αλλά μόνο με προειδοποίηση του οδηγού και όχι με ενεργό έλεγχο του οχήματος. Η εφαρμογή τους ξεκίνησε από τα φορτηγά το 2000 στην Ευρώπη και από το 2004 είναι διαθέσιμα για όλα τα οχήματα σε Ευρώπη, ΗΠΑ, Ιαπωνία[2].

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται και επεξεργάζεται για τη βελτίωσή του από AUDI. MAN. VW, VOLVO.

11.4.1.1 Αξιολόγηση του συστήματος

Ακόμα κι αν αυτά τα συστήματα σχεδιάζονται πρωτίστως για την άνεση, ενισχύουν γενικά την ασφάλεια μέσω της προειδοποίησης οδηγών και την ενεργό επέμβαση στις καταστάσεις οδήγησης όπου οι αναγκαίες ενέργειες είναι γενικά ομαλές.

Τα αποτελέσματα πολλών ερευνών έδειξαν ότι η εφαρμογή του συστήματος προειδοποίησης κατά την αλλαγή λωρίδας μειώνει τον αριθμό των ατυχημάτων (σε ποσοστό που φτάνει και το 12%)[45].

Έρευνες που έγιναν στην Ολλανδία έδειξαν ότι η εφαρμογή του συστήματος προειδοποίησης κατά την αλλαγή λωρίδας μειώνει τα ατυχήματα κατά 10%. Η εφαρμογή του συστήματος όμως δεν είχε καμία επίδραση στην κυκλοφοριακή συμφόρηση[2].

Επειδή το σύστημα βασίζεται σε κάμερα, καιρικές συνθήκες όπως δυνατή βροχή, χιόνι και ομίχλη επηρεάζουν αρνητικά την λειτουργία και αξιοπιστία του συστήματος. Επίσης, η έλλειψη διαγράμμισης σε μερικούς δρόμους (συνήθως επαρχιακούς) λόγω έλλειψης συντήρησης επιφέρει αρνητικά αποτελέσματα με την εφαρμογή του συστήματος[2].

Το σύστημα προειδοποίησης κατά την αλλαγή λωρίδας ενδείκνυται για αυτοκινητοδρόμους και γενικότερα για ευθείες δρόμους[2].

11.4.1.2 Αποδοχή από χρήστες

Η εφαρμογή του συστήματος είχε γενικά θετική αποδοχή από τους χρήστες όπως έδειξαν τα αποτελέσματα πολλών ερευνών. Τα αποτελέσματα εφαρμογής του συστήματος στην Ολλανδία έδειξαν ότι το 75% των χρηστών έκρινε θετικά το σύστημα λόγω της άνεσης στην οδήγηση που τους παρέχει και της έγκαιρης προειδοποίησης κατά την αλλαγή λωρίδας και το 21% δήλωσε ότι δεν θα επιθυμούσε το σύστημα στο όχημά του λόγω εσφαλμένων προειδοποιήσεων και λόγω της ενόχλησής τους από τις ηχητικές προειδοποιήσεις. [2],[45]

11.4.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΝΕΚΡΗΣ ΓΩΝΙΑΣ-ΑΠΟΦΥΓΗΣ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΛΩΡΙΔΑΣ (Blind Spot Warning)

Το σύστημα νεκρής γωνίας χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό εμποδίων στο πλάι του οχήματος ή και πίσω από το όχημα και για χαμηλά εμπόδια που δε φαίνονται από τον κεντρικό καθρέπτη.

Το σύστημα νεκρής γωνίας χρησιμοποιεί μικρές κάμερες στους πλευρικούς καθρέπτες για την ανίχνευση ενός αυτοκινήτου ή μοτοσυκλέτας που έχει εισέλθει στην νεκρή γωνία του οδηγού. Νεκρή γωνία του οδηγού ονομάζεται το σημείο του δρόμου που ο οδηγός δεν μπορεί να δει από κανέναν από τους τρεις καθρέπτες του κατά την κίνησή του. Ένα προειδοποιητικό φως ειδοποιεί τον οδηγό για την ύπαρξη οχήματος στη περιοχή αυτή. Άλλη μέθοδος προειδοποίησης είναι η ύπαρξη οπτικού μηνύματος. Το σύστημα είναι σε θέση να αναγνωρίζει και να αγνοεί τη σκιά του αυτοκινήτου και επίσης να λειτουργεί νύχτα.

Για τον εντοπισμό του οχήματος ή εμποδίου που βρίσκεται στη νεκρή γωνία του οδηγού χρησιμοποιείται παθητικός ή ενεργητικός αισθητήρας υπερύθρων. Ο παθητικός αισθητήρας ανιχνεύει τη θερμική ενέργεια που εκλύεται από τα ελαστικά ενός κινούμενου οχήματος ή από άτομα, τη συγκρίνει με ένα σημείο αναφοράς (π.χ. το οδόστρωμα ακριβώς πίσω από το όχημα) και αν υπάρχει διαφορά ο οδηγός ειδοποιείται με ένα οπτικό σήμα. Οι ενεργητικοί αισθητήρες είναι πολύ ακριβοί. Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται σήμερα μπορούν να ελέγχουν την ύπαρξη οχημάτων/εμποδίων έως και 200m [2].

Η ύπαρξη της νεκρής γωνίας αποτελεί μια από τις συνηθέστερες αιτίες ατυχημάτων, κυρίως κατά την προσπέραση ή αλλαγή λωρίδας.

Το σύστημα διατίθεται στην αγορά. Αρχικά εφαρμόστηκε στα φορτηγά.

11.4.2.1 Αξιολόγηση του συστήματος

Έρευνες έδειξαν ότι η εφαρμογή του συστήματος της νεκρής γωνίας είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση των ατυχημάτων[2],[45]. Αυτό επιτυγχάνεται λόγω της καλύτερης ορατότητας του οδηγού για το τι συμβαίνει όπισθεν του οχήματός του, με αποτέλεσμα να μπορεί να πραγματοποιεί αλλαγή λωρίδας με μεγαλύτερη ασφάλεια.

11.4.2.2 Αποδοχή από χρήστες

Η εφαρμογή του συστήματος της νεκρής γωνίας είχε πολύ θετική αποδοχή από τους χρήστες[2],[45].

11.4.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΟΔΗΓΟΥ ΣΕ ΚΑΜΠΥΛΗ ΤΡΟΧΙΑ (Curve Speed Warning-CSW)

Το σύστημα αυτό συμβουλεύει τον οδηγό για μείωση της ταχύτητάς του, όταν αυτή είναι υψηλή, για μια επερχόμενη απότομη καμπύλη στο δρόμο. Στόχος του συστήματος είναι να παρέχει στον οδηγό το κατάλληλο χρονικό διάστημα για να αντιδράσει και να αποφύγει τυχόν ατύχημα. Η έγκυρη πληροφόρηση του οδηγού για την γεωμετρία της οδού προϋποθέτει την χρήση ψηφιακών χαρτών, οι οποίοι ανανεώνονται συνεχώς και αισθητήρες που παρακολουθούν τις καιρικές συνθήκες. Με βάση αυτά το σύστημα συμβουλεύει τον οδηγό για την προτεινόμενη ταχύτητα στο κομμάτι αυτό του δρόμου[45],[49].

Σε περίπτωση που ο οδηγός δεν ακολουθήσει τις συμβουλές του συστήματος, τότε το σύστημα «εμποδίζει» τον οδηγό να αυξήσει την ταχύτητα του οχήματος, αναγκάζοντας τον να χρησιμοποιήσει περισσότερη δύναμη για το πετάλι επιτάχυνσης, ώστε να τον αναγκάσει να επιβραδύνει το όχημά του. Ένα τέτοιο σύστημα μελετά η BMW και η Ford.

Το σύστημα αυτό ακόμα μελετάται και δεν είναι διαθέσιμο στην αγορά, αν και αναμένεται σε σύντομο χρονικό διάστημα.

11.4.3.1 Αξιολόγηση του συστήματος

Έρευνες έδειξαν ότι η εφαρμογή του συστήματος έχει σαν αποτέλεσμα[7],[45],[49]:

- μείωση των ατυχημάτων
- παροχή μεγαλύτερης άνεσης κατά την οδήγηση

11.4.3.2 Αποδοχή από χρήστες

Μελέτες έδειξαν ότι η εφαρμογή του συστήματος προειδοποίησης οδηγού σε καμπύλη τροχιά έχει θετική αποδοχή από τους χρήστες[7],[45],[49] γιατί σχεδόν όλοι οι οδηγοί επιθυμούν την ύπαρξη ενός συστήματος που θα τους ενημερώνει για την ύπαρξη μιας απότομης καμπύλης που βρίσκεται στην διαδρομή τους, ιδιαίτερα για τους οδηγούς που διανύουν για πρώτη φορά κάποια διαδρομή.

11.5 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ

Το σύστημα υποστήριξης στάθμευσης χρησιμοποιεί μια κάμερα και αισθητήρες στο πίσω και εμπρός μέρος του αυτοκινήτου που ελέγχουν την απόσταση του οχήματος που παρκάρει, από το εμπρός και πίσω παρκαρισμένο όχημα/εμπόδιο, και ειδοποιεί και κατευθύνει τον οδηγό για τις κινήσεις που πρέπει να κάνει για να παρκάρει το όχημά του. Η πληροφόρηση στον οδηγό δίνεται μέσω ηχητικών μηνυμάτων. Ο ρόλος του συστήματος είναι μόνο να κατευθύνει τον οδηγό και όχι να αναλαμβάνει τον έλεγχο του οχήματος.

Σε ένα τέτοιο σύστημα, μόλις ο οδηγός θέσει το όχημα σε κατάσταση στάθμευσης (από μια αρχική θέση) ο ελεγκτής στάθμευσης αυτοκινήτου βρίσκει το στόχο και τους ελέγχους που απαιτούνται για να κινήσουν το όχημα στο χώρο στάθμευσης. Η πολυπλοκότητα αυτού του προβλήματος αυξάνεται σημαντικά όταν απαιτείται ένας δύσκολος ελιγμός για τη στάθμευση.

Η βοήθεια στάθμευσης στους οδηγούς παρέχεται μέσα από μια εικόνα που προβάλλει το χώρο γύρω από το αυτοκίνητο. Ένας βοηθός στάθμευσης περιλαμβάνει: σύστημα στόχευσης, ειδικά περίχωρα στόχευσης και έναν μηχανισμό που θέτει το στόχο στάθμευσης βλέποντας την εικόνα των περιχώρων και χρησιμοποιώντας το σύστημα στόχευσης. Επίσης, χρησιμοποιείται ένας μηχανισμός υπολογισμού της οπισθοδρομικής κίνησης που θα γίνει και το σημείο από όπου αυτή θα ξεκινήσει. Ένας οπίσθιος υπολογιστής μετακίνησης από την αρχική θέση χρησιμοποιείται ώστε να υπολογίζει την οπίσθια θέση μετακίνησης. Ο υπολογιστής μετακίνησης αισθάνεται την κατεύθυνση μετακίνησης και το ποσό μετακίνησης οχήματος.

Το σύστημα εμφανίστηκε για πρώτη φορά το 2003 από την Toyota και σήμερα διατίθεται στην αγορά με μεγάλη ανταπόκριση[45].

11.5.1 Αξιολόγηση του συστήματος

Οι συνέπειες της εφαρμογής του συστήματος υποστήριξης στάθμευσης είναι[5]:

- παροχή άνεσης και ανακούφισης από το άγχος στους οδηγούς
- μείωση των ατυχημάτων με υλικές ζημιές
- μείωση του απαιτούμενου χρόνου για παρκάρισμα

11.5.2 Αποδοχή από χρήστες

Η εφαρμογή του συστήματος υποστήριξης στάθμευσης είχε πολύ μεγάλη αποδοχή από τους χρήστες στην Ευρώπη και στην Ιαπωνία όπου οι χώροι στάθμευσης είναι εξαιρετικά περιορισμένοι[5].

Το σύστημα δεν έχει αποδοχή από τους χρήστες στις ΗΠΑ, όπου υπάρχουν τεράστιοι χώροι στάθμευσης στα εμπορικά κέντρα και επαρκείς χώροι στις κατοικίες[5].

11.6 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΜΑΥΡΩΝ ΚΟΥΤΙΩΝ ΣΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

Η τοποθέτηση μαύρων κουτιών στα αυτοκίνητα έχει σαν στόχο να διαπιστώνει η αστυνομία τον υπαίτιο κάθε τροχαίου και να ελέγχεται/καταγράφεται η οδηγική συμπεριφορά των χρηστών[46].

Οι συσκευές θα αντιγράφουν τη «λογική» των αεροπορικών μαύρων κουτιών και θα καταγράφουν 20 τύπους πληροφοριών, μεταξύ άλλων της ταχύτητας με την οποία κινείται το όχημα 30 δευτερόλεπτα πριν και 15 δευτερόλεπτα μετά τη σύγκρουση, των πιο πρόσφατων κινήσεων του οχήματος και εάν ο οδηγός του φρέναρε ή άναψε φλας. Οι πληροφορίες θα χρησιμοποιούνται από την αστυνομία και τις ασφαλιστικές εταιρείες για να ανασυνθέτουν τη στιγμή του ατυχήματος και θα χρησιμοποιούνται ως στοιχεία στα δικαστήρια. Οι ασφαλιστές θα συγκρίνουν τις καταθέσεις των πελατών τους με το τι πραγματικά συνέβη[46].

Επίσης, στόχος των μαύρων κουτιών είναι η καταγραφή των αντιδράσεων του οδηγού, ώστε να τον προτρέψει να κάνει οικολογική οδήγηση με μειωμένη κατανάλωση καυσίμων και μειωμένη εκπομπή ρύπων.

11.6.1 Αξιολόγηση του συστήματος

Έρευνες έδειξαν ότι η εφαρμογή της τεχνολογίας των μαύρων κουτιών ενισχύει την οδική ασφάλεια και μειώνει το κόστος επισκευής.

Μελέτη με τον τίτλο «σχέδιο Βερόνικα» έδειξε ότι οι οδηγοί με μαύρα κουτιά θα είναι κατά 10% λιγότερο πιθανόν να εμπλακούν σε θανατηφόρο τροχαίο, ενώ και οι δαπάνες για την επισκευή του οχήματός τους θα παρουσιάζουν μείωση κατά 25% [46].

11.6.2 Αποδοχή από χρήστες

Τα αποτελέσματα πολλών μελετών έδειξαν ότι οι χρήστες είναι πολύ θετικοί στην εφαρμογή των μαύρων κουτιών που θα ελέγχουν τους υπαίτιους των οδικών ατυχημάτων.

Όμως οι έρευνες έδειξαν ότι οι χρήστες είναι αρνητικοί στην εφαρμογή μαύρων κουτιών που θα καταγράφουν και θα παρατηρούν την συμπεριφορά των οδηγών, γιατί έδειξαν να ενοχλούνται από τη συνεχή παρακολούθησή τους[46].

11.7 «ΕΞΥΠΝΟ» ΛΑΣΤΙΧΟ

Η ιταλική εταιρία Pirelli κατασκεύασε ένα νέο τύπο ελαστικού, που είναι εφοδιασμένο με ενσωματωμένους αισθητήρες, χάρη στους οποίους μπορεί να αποφύγει τις κακοτοπιές (π.χ. το γλίστρημα), αλλά και να εξοικονομήσει βενζίνη, προς μεγάλη χαρά του οδηγού.

Το καινοτομικό λάστιχο, με την χαρακτηριστική ονομασία Cyber-Tyre” (Κυβερνο-λάστιχο), περιέχει μια συσκευή (επιταχυνσιόμετρο), που χρησιμοποιεί μικροσκοπικούς αισθητήρες για να μετρά την επιτάχυνση και την επιβράδυνση κατά μήκος τριών αξόνων στο σημείο επαφής με το δρόμο.

Ένας πομπός μέσα στη συσκευή στέλνει αυτές τις μετρήσεις σε μια ηλεκτρονική μονάδα που συνδέεται με τα φρένα και τα άλλα συστήματα ελέγχου του οχήματος. Η ενσωματωμένη στο λάστιχο συσκευή (η οποία περιλαμβάνει το επιταχυνσιόμετρο και τον πομπό) τροφοδοτείται με ενέργεια από τις δονήσεις του ελαστικού, έχει διάμετρο περίπου δυόμιση εκατοστών και το πάχος ενός νομίσματος.

Τα λάστιχα με αισθητήρες, όπως αυτό της Pirelli, θα μπορούν να αντισταθμίσουν σε ένα βαθμό την μειωμένη ασφάλεια. Η ιταλική εταιρία, σύμφωνα με τον «Εκονομιστ», εκτιμά ότι το «Κυβερνο-λάστιχο» θα αρχίσει να τοποθετείται στα αυτοκίνητα από το 2012 ή 2013, όμως αυτό θα εξαρτηθεί από το αν και πότε οι αυτοκινητοβιομηχανίες θα ενσωματώσουν τα αναγκαία συστήματα ελέγχου στα οχήματά τους.

Όπως συμβαίνει συνήθως με όλες τις καινοτομίες, αναμένεται ότι πρώτα τα ακριβότερα μοντέλα θα «φορέσουν» τα νέα λάστιχα και αργότερα τα πιο φθηνά αυτοκίνητα.

11.7.1 Αξιολόγηση του συστήματος

Το νέο λάστιχο έρχεται να συμβάλει στην αυξημένη ασφάλεια, ανιχνεύοντας πότε το αυτοκίνητο είναι έτοιμο να γλιστρήσει και ενεργοποιώντας έγκαιρα τα υπόλοιπα ηλεκτρονικά συστήματα ασφαλείας. Παράλληλα, βελτιώνει την εξοικονόμηση καυσίμων, κάνοντας το οδήγημα πιο «ορθολογικό», επειδή ο συνεχής έλεγχος από το «έξυπνο» ελαστικό των δυνάμεων στις οποίες υπόκειται κάθε στιγμή στο δρόμο, του επιτρέπει να στέλνει τα κατάλληλα σήματα στα φρένα και στις αναρτήσεις, ελαχιστοποιώντας την κατανάλωση βενζίνης. Επίσης, μειώνουν την ένταση του θορύβου κατά την χρήση τους, γεγονός πολύ σημαντικό γιατί πολλές ασθένειες που προκαλούνται στους χρήστες προέρχονται από τον μεγάλο θόρυβο[3].

Τα «έξυπνα» ελαστικά μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε ορισμένα υβριδικά αυτοκίνητα, που χρησιμοποιούν ελαστικά με μειωμένη αντίσταση κύλισης. Τα λάστιχα αυτά, λόγω των χαμηλών τριβών στο δρόμο, εξοικονομούν μεν καύσιμα, αλλά «πιάνουν» λιγότερο καλά στο οδόστρωμα, ειδικά όταν αυτό είναι βρεγμένο.

11.7.2 Αποδοχή από χρήστες

Μελέτες έδειξαν ότι οι χρήστες είναι θετικοί στην χρήση των έξυπνων λάστιχων. Αυτό, όμως που τους προβληματίζει είναι το υψηλό κόστος αγοράς τους[46].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΘΑΡΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Η Ε.Ε. μέσω της Λευκή Βίβλου (2011) έχει θέσει σαν κύριους στόχους [3]:

-την δραστική μείωση των εκπομπών του CO₂ και των υπόλοιπων αερίων (μεθάνιο, οξείδια του αζώτου) που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 20% έως το 2020 με σκοπό τον περιορισμό της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη στους 2°C

-την απεξάρτηση από το πετρέλαιο, το οποίο χρησιμοποιείται από το 96% των μεταφορών στην Ε.Ε. ως καύσιμη ύλη, λόγω έλλειψης των αποθεμάτων του που οδηγεί στην αύξηση της τιμής του.

Αυτό οδήγησε (ειδικά τις αυτοκινητοβιομηχανίες) σε εντατικές έρευνες για την δημιουργία καθαρότερων και αποδοτικότερων οχημάτων, δηλαδή οχήματα που να μη ρυπαίνουν σε σημαντικό βαθμό το περιβάλλον, τα οποία όμως να μην υστερούν σε προσφερόμενες ανέσεις μεταφοράς συγκρινόμενα με τα «συμβατικά» οχήματα. Κίνητρο επίσης για την ερευνητική προσπάθεια ανάπτυξης νέων τεχνολογιών αποτελούν διεθνείς συμφωνίες για την προστασία του περιβάλλοντος (Πρωτόκολλο του Κιότο), αλλά και άλλες τοπικού χαρακτήρα, αυστηρότερες νομοθετικές ρυθμίσεις για τις εκπομπές ρύπων των οχημάτων (π.χ. Πολιτεία της Καλιφόρνια στις ΗΠΑ).

Σήμερα, οι περισσότερο διαδεδομένοι τύποι οχημάτων νέας τεχνολογίας περιλαμβάνουν:

-οχήματα που χρησιμοποιούν χημική ενέργεια από καύσιμα διαφορετικά της βενζίνης/πετρελαίου (οχήματα φυσικού αερίου/υγραερίου και οχήματα με καύσιμο υδρογόνο)

-οχήματα που χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια με χρήση ηλεκτροκινητήρων τα οποία διακρίνονται σε αμιγώς ηλεκτρικά όπου η ηλεκτρική ενέργεια προέρχεται αποκλειστικά από συσσωρευτές και σε υβριδικά οχήματα που έχουν δύο συστήματα πρόωσης βασιζόμενα σε ηλεκτροκινητήρες και συμβατικούς κινητήρες μηχανών εσωτερικής καύσεως.

12.1 ΟΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ (ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ /ΥΓΡΑΕΡΙΟ/ ΥΔΡΟΓΟΝΟ)

Ο στόχος της Ε.Ε. είναι τα εναλλακτικά καύσιμα να καταλαμβάνουν το 10% ως καύσιμη ύλη των μεταφορών έως το 2020 (Λευκή Βίβλος 2011)[3].

12.1.1 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Το φυσικό αέριο είναι το πιο ελκυστικό εναλλακτικό καύσιμο. Οι φυσικές και οι χημικές του ιδιότητες το κατατάσσουν σίγουρα πιο ασφαλές για καύσιμο οχημάτων από ότι η βενζίνη ή το LPG. Παρόλο που το φυσικό αέριο έχει σχετικώς υψηλό όριο αναφλεξιμότητας, ο βαθμός αναφλεξιμότητάς του είναι σχετικώς πιο περιορισμένος με τον αντίστοιχο των άλλων καυσίμων. Το συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG) αποτελεί ένα υποκατάστατο της βενζίνης και του ντίζελ[50],[51].

Εξαιτίας των φυσικών ιδιοτήτων του φυσικού αερίου και της δομικής ακεραιότητας των συστημάτων καυσίμου φυσικού αερίου, τα οχήματα που κινούνται με φυσικό αέριο είναι πιο ασφαλή από τα οχήματα που κινούνται με καύσιμο βενζίνη, diesel ή άλλο εναλλακτικό καύσιμο. Το σύστημα καύσης του CNG είναι από τα ασφαλέστερα που υπάρχουν σήμερα. Τα ανθεκτικά χαρακτηριστικά των κυλίνδρων που αποθηκεύουν το φυσικό αέριο στα οχήματα παρέχουν μεγάλη ασφάλεια.

Το φυσικό αέριο είναι φθηνότερο από την βενζίνη και το diesel.

Οι τύποι οχημάτων φυσικού αερίου είναι:

- οχήματα που λειτουργούν αποκλειστικά με φυσικό αέριο
- οχήματα διπλού καυσίμου που λειτουργούν με φυσικό αέριο ή βενζίνη
- οχήματα μίγματος φυσικού αερίου και diesel όπου τα ποσοστά των δύο καυσίμων μεταβάλλονται ανάλογα με τις στροφές και το φορτίο του κινητήρα.

Τα χαρακτηριστικά των οχημάτων φυσικού αερίου είναι [51]:

- τα οχήματα φυσικού αερίου διαθέτουν κινητήρες εσωτερικής καύσης με ανάφλεξη και είναι παρόμοια με τα βενζινοκίνητα οχήματα, αλλά με διαφορετικό εξοπλισμό αποθήκευσης και παροχής καυσίμου
- το φυσικό αέριο αποθηκεύεται πάνω στο όχημα σε ειδικές φιάλες κατασκευασμένες από υπερανθεκτικά υλικά, τοποθετημένες έτσι ώστε να

ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος ρήξης τους ακόμα και στις πιο σφοδρές συγκρούσεις

- το φυσικό αέριο απαντάται σε δύο μορφές: ως συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG) υπό υψηλή πίεση (200 bar) -το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως- και ως κρυογονικά υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) σε θερμοκρασίες κάτω από -180°C, που δε χρησιμοποιείται τόσο γιατί είναι πιο ακριβό και πιο επικίνδυνο.

Η αυτονομία ενός οχήματος φυσικού αερίου είναι μικρότερη από αυτή των συμβατικών βενζινοκίνητων και πετρελαιοκίνητων οχημάτων, εξαιτίας του χαμηλότερου ενεργειακού περιεχομένου του φυσικού αερίου ανά μονάδα όγκου. Η αυτονομία των περισσότερων οχημάτων διπλού καυσίμου(φυσικού αερίου-βενζίνης) ανέρχεται σε 400 χλμ. ενώ των οχημάτων αποκλειστικής χρήσης CNG κυμαίνεται από 400 έως 600 χλμ. [50].

Ο ανεφοδιασμός οχημάτων φυσικού αερίου γίνεται από εξειδικευμένους σταθμούς που είναι συνδεδεμένοι με το τοπικό δίκτυο παροχής φυσικού αερίου. Ο χρόνος ανεφοδιασμού εξαρτάται από τον τύπο του σταθμού πλήρωσης, ενώ ο ανεφοδιασμός πρέπει να γίνεται με συγκεκριμένες προδιαγραφές ασφαλείας.

Στην Ε.Ε. η αγορά οχημάτων με φυσικό αέριο ως καύσιμη ύλη είναι περιορισμένη. Τα περισσότερα οχήματα τέτοιου τύπου κυκλοφορούν σε Αργεντινή, Βραζιλία, Πακιστάν, Ιταλία. Ομοίως και στην Ελλάδα η κυκλοφορία οχημάτων με φυσικό αέριο είναι περιορισμένη (υπάρχουν κυρίως ταξί) κυρίως λόγω έλλειψης σταθμών ανεφοδιασμού και ύπαρξης προβληματικών μετατροπών συμβατικών οχημάτων σε οχήματα με φυσικό αέριο[50],[51].

12.1.2 ΥΓΡΑΕΡΙΟ

Η χρήση οχημάτων υγραερίου αποτελεί εδώ και αρκετά χρόνια την πιο επιτυχημένη και εφαρμοσμένη χρήση τεχνολογίας εναλλακτικών καυσίμων στις μεταφορές διεθνώς, αφού συνδυάζει αρκετά οφέλη, παρέχει λύσεις σε πολλά προβλήματα ενεργειακής απόδοσης και περιβαλλοντικής επίδοσης, αποτελεί αποτελεσματική διέξοδο στο πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και είναι αρκετά φθηνότερο από τα άλλα καύσιμα.

Το υγραέριο, σε αντίθεση με το φυσικό αέριο, έχει τη μοναδική ιδιότητα να είναι σε αέρια κατάσταση στις συνήθεις συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης, αλλά να υγροποιείται εύκολα υπό μέτρια πίεση (2bar). Το γεγονός αυτό του δίνει μεγάλα πλεονεκτήματα όσο αφορά στην μεταφορά και στην αποθήκευση του[51].

Οι φυσικοχημικές του ιδιότητες ενισχύουν την καλή λειτουργία του κινητήρα: Η καύση του υγραερίου δεν αφήνει κατάλοιπα άνθρακα τα οποία είναι υπεύθυνα για την πρόωρη φθορά του κινητήρα. Ταυτόχρονα αυξάνει το χρόνο ζωής των μπουζί, των λαδιών και των υπολοίπων μερών του κινητήρα.

Το υγραέριο ή LPG (Liquefied petroleum gas) είναι παραπροϊόν της διύλισης αργού πετρελαίου και περιέχει πάνω από 90% προπάνιο. Τα οχήματα που χρησιμοποιούν υγραέριο είναι παρόμοια με τα βενζινοκίνητα, αλλά διαφέρουν στον τρόπο αποθήκευσης του καυσίμου. Το υγραέριο αποθηκεύεται σε ειδική δεξαμενή και σε υγροποιημένη μορφή σε πίεση 20-25 bar. Σε αρκετές περιπτώσεις τα οχήματα αυτά είναι διπλού καυσίμου (βενζίνης-LPG)[50].

Το υγραέριο χρησιμοποιείται ως καύσιμο μεταφορών κυρίως γιατί είναι πιο οικονομικό από τα συμβατικά καύσιμα. Η σημερινή τιμή πώλησης του υγραερίου κίνησης κυμαίνεται από 0,65 έως 0,70 ευρώ/λίτρο. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται οικονομία μεγαλύτερη του 40% σε σχέση με την τρέχουσα τιμή της βενζίνης[50].

Παρουσιάζει όμως και περιβαλλοντικά οφέλη όπως 10-15% λιγότερες εκπομπές CO₂, λιγότερες εκπομπές κατά 68% NO_x και 40% HC και πρακτικά μηδενική παραγωγή αιωρούμενων σωματιδίων σε σχέση με τα βενζινοκίνητα οχήματα. Το υγραέριο δεν περιέχει βενζένιο και μόλυβδο, δύο από τα πιο επιβλαβή συστατικά άλλων καυσίμων[50],[51].

Μολονότι, με την υγραεριοκίνηση επιτυγχάνεται σημαντικά χαμηλότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση, έως τώρα δεν υπάρχει σχετική νομοθεσία που να επιτρέπει τη μείωση στα τέλη κυκλοφορίας για τα οχήματα που κινούνται με υγραέριο.

Η διαφορά των οχημάτων με υγραέριο σε σχέση με τα βενζινοκίνητα στην υποδύναμη είναι πολύ μικρή, της τάξης του 1-3% [50].

Τα οχήματα με υγραέριο είναι ακριβότερα από τα βενζινοκίνητα οχήματα, όμως το κόστος αυτό αποσβένεται γρήγορα λόγω της φθηνότερης τιμής του υγραερίου. Με

το υγραέριο το κόστος κίνησης του αυτοκινήτου μειώνεται περίπου στο μισό. Η απόσβεση του κόστους εγκατάστασης του συστήματος υγραερίου γίνεται σε λιγότερο από ένα χρόνο για ένα αυτοκίνητο που διανύει 15.000 – 20.000 χλμ. Ετησίως[50].

Η τελειότερη καύση του υγραερίου σε σχέση με την βενζίνη προκαλεί λιγότερες φθορές στον κινητήρα και τον καταλύτη, οπότε τα οχήματα που χρησιμοποιούν υγραέριο χρειάζονται αραιότερα σέρβις καθώς δεν συσσωρεύονται υπολείμματα άνθρακα στους κυλίνδρους και τα μπουζί. Το υγραέριο σε αντίθεση με την βενζίνη δεν διαλύεται στα λάδια του αυτοκινήτου με αποτέλεσμα να επιμηκύνεται η ζωή των λαδιών και των φίλτρων λαδιού.

Για να χρησιμοποιήσετε υγραέριο στο αυτοκίνητο σας δεν απαιτείται η αγορά νέου αυτοκινήτου από το εργοστάσιο. Η μετατροπή του οχήματος σας σε υγραεριοκίνητο είναι μια απλή διαδικασία που γίνεται από εξουσιοδοτημένα συνεργεία και συνοδεύεται με εγγύηση για το κιτ μετατροπής. Όλα τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα έχουν τη δυνατότητα να μετατραπούν σε υγραεριοκίνητα ενώ ταυτόχρονα μπορούν, με το πάτημα ενός διακόπτη να κινηθούν με βενζίνη. Στην Ευρώπη υπάρχουν μεγάλες βιομηχανίες αυτοκινήτων όπως η Opel, η Ford, η Citroen, η Daihatsu, η Fiat, η Mercedes, και η Nissan που κατασκευάζουν εργοστασιακά υγραεριοκίνητα μοντέλα, τα οποία όμως δεν είναι ακόμα διαθέσιμα στην ελληνική αγορά.

Τα οχήματα με υγραέριο παρουσιάζουν σημαντικά μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου ανά μονάδα ενέργειας (20% - 40%), όμως το υγραέριο είναι συνήθως 40% - 50% φθηνότερο από τα συμβατικά καύσιμα[50].

Λόγω των ιδιοτήτων του υγραερίου τα οχήματα πρέπει να ικανοποιούν υψηλές προδιαγραφές ασφαλείας. Η ποιότητα μετατροπής ενός οχήματος από συμβατικό σε LPG κυμαίνεται σημαντικά. Η χρήση του υγραερίου στα ΙΧ και επαγγελματικά οχήματα είναι απόλυτα ασφαλής και νόμιμη εφ' όσον τα εξαρτήματα των συσκευών μετατροπής είναι δοκιμασμένα σύμφωνα με τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές και είναι εφοδιασμένα με πιστοποιητικά καταλληλότητας. Το κύκλωμα τροφοδοσίας στο όχημα είναι κλειστού τύπου και δεν περνάει από το χώρο επιβατών, ενώ είναι κατάλληλα εφοδιασμένο με ειδικές διατάξεις ασφαλείας.

Η τοποθέτηση υγραερίου στο ντεπόζιτο του αυτοκινήτου γίνεται με τη χρήση μιας δακτυλιοειδούς δεξαμενής που προορίζεται για το χώρο της ρεζέρβας. Η πλήρωση της δεξαμενής στο αυτοκίνητο γίνεται μέσω της ειδικής αντλίας των πρατηρίων autogas, η οποία συνδέεται με το στόμιο πλήρωσης που είναι ευδιάκριτα τοποθετημένο πάνω στο αυτοκίνητο.

Όλα τα αυτοκίνητα που κάνουν χρήση υγραερίου κίνησης έχουν δυνατότητα με ένα διακόπτη να αλλάζουν την επιλογή του καυσίμου από υγραέριο σε βενζίνη. Ο

οδηγός μπορεί να επιλέξει το καύσιμο που επιθυμεί ακόμα και κατά την οδήγηση. Η τακτική συντήρηση του συστήματος τροφοδοσίας υγραερίου γίνεται από εξουσιοδοτημένα συνεργεία και ποικίλει ανάλογα με τον κατασκευαστή.

Η δημιουργία της κατάλληλης υποδομής για την χρήση LPG δεν απαιτεί υψηλό κόστος, καθώς ένας σταθμός ανεφοδιασμού μπορεί να κοστίζει περίπου 80.000 \$, αντί 250.000 \$ που κοστίζει ένας σταθμός ανεφοδιασμού φυσικού αερίου[50].

Σήμερα κυκλοφορούν παγκοσμίως 8 εκατομμύρια οχήματα υγραερίου αντιπροσωπεύοντας περίπου το 3% του συνολικού στόλου αυτοκινήτων, αποτελώντας το πιο ευρέως διαδεδομένο εναλλακτικό καύσιμο και λειτουργούν πάνω από 9000 σταθμοί τροφοδοσίας για τα οχήματα αυτά. Στην Ευρώπη κυκλοφορούν περίπου 550.000 οχήματα υγραερίου, από τα οποία 380.000 περίπου στην Ιταλία[50],[51].

Παράδειγμα εφαρμογής οχημάτων υγραερίου είναι η Ιταλία, που είναι η μεγαλύτερη αγορά οχημάτων υγραερίου στην Ευρώπη (70%). Η εγχώρια Fiat έχει κάνει τεράστιες επενδύσεις στους κινητήρες LPG, προωθώντας έτσι την υγραεριοκίνηση. Υπάρχουν 380.000 οχήματα υγραερίου και 510 σταθμοί ανεφοδιασμού. Ο αριθμός των λεωφορείων υγραερίου είναι μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο για τα λεωφορεία diesel. Κυβερνητικά προγράμματα υποστηρίζουν ενεργά την προώθηση της υγραεριοκίνησης θέτοντας περιορισμούς στα οχήματα υγρών καυσίμων με αφορμή τις υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων. Χρησιμοποιούνται και απορριμματοφόρα υγραερίου. Η συνολική ποσότητα υγραερίου που πωλείται ετησίως για την κίνηση οχημάτων είναι 440-445 εκατομμύρια κυβικών μέτρων και συνεχώς αυξάνεται. Το υγραέριο διατίθεται σε χαμηλότερη τιμή από το diesel κίνησης[50].

Σύμφωνα με Ευρωπαϊκή οδηγία η φορολογία του υγραερίου θα παραμείνει ευνοϊκή έως το 2018. Συγκεκριμένα η τάση στην Ευρώπη είναι μέχρι το 2020 το 10% των αυτοκινήτων να κινείται με LPG. Η τάση αυτή θα κρατήσει την τιμή του Autogas σε χαμηλά επίπεδα, αφού είναι ο κυρίως λόγος προτίμησης του από τους οδηγούς, σε σχέση με το υψηλό κόστος της βενζίνης και του Πετρελαίου[3]. Στην Ελλάδα, ο αριθμός των αυτοκινήτων που επιλέγουν να κινηθούν εναλλακτικά με καύσιμο το υγραέριο είναι σημαντικά χαμηλότερος από το μέσο όρο των υπόλοιπων ευρωπαϊκών χωρών. Σήμερα κυκλοφορούν 415 λεωφορεία υγραερίου στην Αττική που αποτελούν το 20% του συνολικού στόλου λεωφορείων στην Αττική και αναμένονται άλλα 200. Τα λεωφορεία αυτά ανεφοδιάζονται από τους σταθμούς LPG στα Άνω Λιόσια και στην Ανθούσα. Από το 2008 χρησιμοποιούνται 106 απορριμματοφόρα υγραερίου στην Αττική και υπάρχει σχεδιασμός για άλλα 200 απορριμματοφόρα τέτοιου τύπου σε Λάρισα, Λαμία, Βόλο, Θεσσαλονίκη. Η ετήσια

κατανάλωση υγραερίου στην Αθήνα είναι 9,5 εκατομμύρια κυβικά μέτρα. Η ετήσια μείωση εκπομπών αέριων ρύπων στην Ελλάδα είναι[50]:

Ετήσια μείωση αέριων ρύπων και CO ₂	
NO _x	119.000 kg
CO + HC + PM	632.000 kg
CO ₂	1.860.000 kg

12.1.3 ΥΔΡΟΓΟΝΟ

Το υδρογόνο είναι το καύσιμο του μέλλοντος. Η χρήση του βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο και σε πιλοτικές εφαρμογές. Παράγεται από την ηλεκτρόλυση του νερού (για την οποία απαιτείται μεγάλη ενέργεια) ή την διάσπαση των υδρογονανθράκων. Η χημική αυτή αντίδραση πραγματοποιείται μέσα στις λεγόμενες ενεργειακές κυψέλες (fuel cells). Το υδρογόνο θα καεί στο αυτοκίνητο και θα μας δώσει νερό και ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται για την κίνησή του. Άρα το μόνο προϊόν που παράγεται κατά την καύση του υδρογόνου είναι το νερό επομένως παράγονται και μηδενικοί ρύποι. Λόγω της παραγωγής μηδενικών ρύπων τα οχήματα με fuel cells αναμένεται να κυριαρχήσουν στο μέλλον. Δεδομένου ότι παράγεται κατά την καύση του νερό, μιλάμε για ανανεώσιμο καύσιμο, για μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας[52].

Τα εμπόδια για την ανάπτυξη του υδρογόνου ως βασικό καύσιμο κίνησης, καθώς είναι το φιλικότερο απέναντι στο περιβάλλον, είναι[52]:

-για να γίνει η αντίδραση θερμικής διάσπασης του νερού χρειαζόμαστε 4600°C, μια θερμοκρασία απαγορευτική δεδομένου ότι δεν βρίσκονται υλικά για να κατασκευάσουμε τον αντιδραστήρα παραγωγής υδρογόνου

-η υψηλή θερμοκρασία που απαιτείται για την διάσπαση δημιουργεί αρνητικό ισοζύγιο, δηλαδή, όταν θέλουμε να δώσουμε στην κοινωνία ένα καύσιμο, αυτό θα πρέπει να μας δίνει περισσότερη ενέργεια από την ενέργεια που δίνουμε για να το παράγουμε, και με την παραγωγή υδρογόνου αυτό δεν γίνεται

-η μεγάλη εκρηκτική ικανότητα του υδρογόνου

Για να μπορέσουμε να έχουμε ωφέλιμη ενέργεια θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα καταλύτη, ώστε να ρίξουμε τη θερμοκρασία διάσπασης του νερού κάτω από τους 1000°C και να είναι δυνατόν να παράγουμε το υδρογόνο στη συνήθη θερμοκρασία.

Στα πλεονεκτήματα του υδρογόνου, εκτός φυσικά της εκπομπής μηδενικών ρύπων, είναι η μεγάλη αφθονία του στη φύση. Ακόμα, με τη χρήση υδρογόνου ως καύσιμο, εξοικονομούμε καύσιμο κατά 20%-30%.

Το υδρογόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν συμπληρωματικό καύσιμο σε κινητήρα εσωτερικής καύσης παρέχοντας πολλά πλεονεκτήματα. Το υδρογόνο μειώνει την κατανάλωση του καυσίμου με το να αυξάνει το επίπεδο των οκτανίων αναγκάζοντας έτσι το βασικό καύσιμο να κάνει καλύτερη καύση. Τα περισσότερα οκτάνια έχουν ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη υποδύναμη. Τα υψηλότερα οκτάνια, περισσότερη υποδύναμη και καλύτερη ανάφλεξη του βασικού καυσίμου έχουν ως αποτέλεσμα περισσότερα χιλιόμετρα ανά λίτρο. Το υδρογόνο ως καύσιμο βοηθά να καθαρίσουν τα υπολείμματα του άνθρακα από το εσωτερικό της μηχανής. Τα

υπολείμματα της καύσης του υδρογόνου είναι καθαρό νερό. Η απόδοση των κινητήρων αυτών είναι διπλάσια σε σχέση με τους συμβατικούς κινητήρες εσωτερικής καύσης. Κατά καιρούς έχουν κατασκευαστεί διάφορα μοντέλα αυτοκινήτων που χρησιμοποιούν την συγκεκριμένη τεχνολογία κυρίως από την Mazda και την BMW. Ο λόγος που αυτός ο τύπος οχημάτων δεν πρόκειται να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην αγορά του μέλλοντος είναι ότι η καύση του μίγματος υδρογόνου και αέρα παράγει οξείδια του αζώτου (NOx)[51].

12.2 ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

Το Ηλεκτρικό Αυτοκίνητο χρησιμοποιεί την ηλεκτρική ενέργεια που αποθηκεύεται σε επαναφορτιζόμενες συστοιχίες συσσωρευτών(μπαταρίες). Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα χρησιμοποιούν ηλεκτρικούς κινητήρες αντί των μηχανών εσωτερικής καύσης.

Οι σημαντικότεροι τύποι ηλεκτροκινητήρων είναι[53]:

-κινητήρες με μόνιμο μαγνήτη: έχουν ανάγκη δραστικής ψύξεως, αλλιώς μειώνεται η επίδοσή τους. Επιτρέπουν την αποτελεσματική ανάκτηση ενέργειας κατά την πέδηση. Οι μόνιμοι μαγνήτες κατασκευάζονται από σπάνιες γαίες, κάτι που συνεπάγεται υψηλό κόστος.

-επαγωγικοί τριφασικοί κινητήρες εναλλασσομένου ρεύματος: έχουν μικρότερη συγκέντρωση ισχύος από αυτούς με μόνιμο μαγνήτη, μικρότερες απαιτήσεις ψύξεως και την ανάγκη χρήσης μειωτήρα.

-επαγωγικοί πολυφασικοί κινητήρες εναλλασσομένου ρεύματος: έχουν την δυνατότητα ομαλής μεταβάσεως από συνθήκες λειτουργίας υψηλής ροπής σε χαμηλές ταχύτητες περιστροφής και δεν απαιτείται η χρήση πολύπλοκου μειωτήρα όπως στους τριφασικούς.

Οι συσσωρευτές που χρησιμοποιούνται είναι [53]:

-συσσωρευτές μολύβδου-οξέως νέου τύπου: είναι οι πρώτοι συσσωρευτές που χρησιμοποιήθηκαν και έχουν αρκετά μειονεκτήματα όπως μικρή συγκέντρωση ενέργειας (30-40 Wh/kg) , μεγάλο βάρος (25%-50% του βάρους του οχήματος), μέτρια αυτονομία κινήσεως, φτωχές επιδόσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες, εκπομπή θείου κατά τη φόρτισή τους. Αργότερα στις ΗΠΑ κατασκευάστηκαν τέτοιοι συσσωρευτές που δεν εξέπεμπαν θείο και βελτίωσαν σημαντικά τη διάρκεια ζωής και της συγκέντρωσης ισχύος.

-συσσωρευτές νικελίου-μεταλλικού υδριδίου: οι συσσωρευτές αυτοί συγκεντρώνουν ενέργεια 40-80 Wh/kg, έχουν μεγάλη διάρκεια χρήσεως (>160.000 km), υψηλή αυτοεκφόρτωση, πτωχές επιδόσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες, πολύπλοκο κύκλο φορτίσεως, χαμηλό βαθμό απόδοσης .

-συσσωρευτές λιθίου-ιόντων και λιθίου-πολυμερούς: αυτοί οι συσσωρευτές έχουν υψηλή πυκνότητα ενέργειας (160 Wh/kg), κύκλο φορτίσεως με ελάχιστες απώλειες, μικρή διάρκεια ζωής, κίνδυνο αναφλέξεως κατά την φόρτιση, πτώση των επιδόσεω τους με την με το πέρασμα των χρόνων. Τα τελευταία χρόνια έχει βελτιωθεί η διάρκεια ζωής των συσσωρευτών αυτών (έως και 40 έτη) και η πυκνότητα ενέργειάς τους φτάνει τα 400 Wh/kg.

Τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν υψηλότερο συντελεστή ενεργειακής απόδοσης από όλα τα αυτοκίνητα εσωτερικής καύσης.

Σε σύγκριση με τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα, τα ηλεκτρικά οχήματα παρουσιάζουν πολλά εμφανή σημεία υπεροχής, αλλά και σημαντικούς περιορισμούς. Τα **πλεονεκτήματα** των ηλεκτρικών αυτοκινήτων είναι[54]:

- δεν παράγουν κανενός είδους ρύπους εξάτμισης
- προκαλούν την ελάχιστη δυνατή ρύπανση σε μακροχρόνια βάση, υπό τον όρο ότι χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Υπό αυτή την προϋπόθεση, μπορούν να μετριάσουν την παγκόσμια θέρμανση που προκαλείται από το φαινόμενο του θερμοκηπίου και να μειώσουν την εξάρτηση από το πετρέλαιο.
- είναι πιο αθόρυβα από τα αυτοκίνητα εσωτερικής καύσης.
- δεν καταναλώνουν ενέργεια σε στάσεις
- δεν υπάρχει ο κίνδυνος έκρηξης σε περίπτωση ατυχήματος
- μικρότερη κατανάλωση καυσίμου κατά 35%- 50% σε σχέση με τα βενζινοκίνητα οχήματα
- η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιούν είναι ανεξάντλητη
- επιτυγχάνουν σχεδόν σταθερή ροπή από την ακινησία έως το μέγιστο όριο στροφών λειτουργίας.
- έχουν ευχέρεια να λειτουργούν σε πιο υψηλές στροφές από τους βενζινοκινητήρες, συχνά ακόμα και ως τις 14.000 στροφές / λεπτό.
- έχουν χαμηλότερο κόστος σε βάθος χρόνου, καθώς δεν επηρεάζονται από την κάθε τόσο αύξηση της τιμής της βενζίνης, αλλά και λόγω του χαμηλότερου κόστους σέρβις και συντήρησης. Τα ηλεκτρικά οχήματα χρειάζονται πολύ λιγότερο σέρβις και συντήρηση, καθώς:
 - Δεν απαιτούν τις τακτικές αλλαγές λαδιών.
 - Δεν εκπέμπουν ρύπους, δεν έχουν σύστημα εξαγωγής καυσαερίων και διάταξη εξάτμισης, ούτε σιγαστήρα (σιλανσιέ) προ της εξάτμισης, ούτε καταλύτη ή φίλτρο καπνού.
 - Δεν απαιτούν αντικατάσταση ή έστω συντήρηση σε μηχανικά μέρη, όπως σύστημα ανάφλεξης, πιστόνια, βαλβίδες ή εκκεντροφόρους, διότι στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα δεν υπάρχουν, ενώ οι μηχανές εσωτερικής καύσης έχουν πάνω από 100 κινούμενα μέρη.
 - Μπορούν να σχεδιαστούν έτσι ώστε να αυτο-φορτίζονται κατά τις επιβραδύνσεις του οχήματος (regenerative braking), βελτιώνοντας έτσι τον δείκτη κατανάλωσης.

Τα **μειονεκτήματα** των ηλεκτρικών αυτοκινήτων είναι[54]:

- Υψηλές δαπάνες κατασκευής, με αποτέλεσμα την υψηλή τιμή πώλησης.

- Περιορισμένη απόσταση ταξιδιού μεταξύ κάθε επαναφόρτισης της μπαταρίας. Στο παρελθόν κάθε 60 χιλιόμετρα χρειαζόνταν επαναφόρτιση. Ωστόσο, τα πιο σύγχρονα μοντέλα επιτυγχάνουν αυτονομίες που ξεκινούν από 100 έως 120 χιλιόμετρα στα αυτοκίνητα πόλης και φτάνουν στα 250 - 300 χιλιόμετρα ή και παραπάνω, σε αυτοκίνητα μεγάλης ισχύος. Το σημερινό ρεκόρ ανήκει σε ένα σπορ ηλεκτροκίνητο Tesla Roadster, που κατάφερε να διανύσει 504 χιλιόμετρα (313 μίλια) με μία μόνο φόρτιση, με μέση ταχύτητα 56 χιλιόμετρα/ώρα (35 μίλια/ώρα) και είχε 5 χιλιόμετρα (3 μίλια) ακόμα αυτονομία όταν έφτασε στον τερματισμό. Το ρεκόρ επετεύχθη στις 27 Οκτωβρίου 2009, κατά τη διάρκεια του παγκόσμιου οικολογικού διαγωνισμού Global Green Challenge, στην Αυστραλία. Ορισμένοι κατασκευαστές έχουν επίσης εισαγάγει δυνατότητα αναβάθμισης, με εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων νέας τεχνολογίας στην οροφή του κάθε οχήματος ούτως ώστε να προστίθεται επιπρόσθετη αυτονομία μέχρι και 20 χιλιομέτρων την ημέρα

- Μεγάλος χρόνος επαναφόρτισης, συνήθως 6 ώρες για πλήρη επαναφόρτιση. Ωστόσο, αρκετά σύγχρονα μοντέλα μπορούν να φορτιστούν κατά 80% σε χρόνο λιγότερο της 1 ώρας.

- Περιορισμένη διάρκεια ζωής μπαταριών, συνήθως 3 - 4 χρόνια. Παρ' όλα αυτά, για το αναμενόμενο μέσα στο 2010 Chevrolet Volt, η General Motors ανακοίνωσε πως θα δίνει εγγύηση 8 έτη ή 100.000 μίλια (160.000 χιλιόμετρα).

Τέλος ένα ακόμα λόγος της μειωμένης διάδοσης των ηλεκτρικών οχημάτων είναι ότι οι μεγάλες πετρελαϊκές εταιρίες έχουν, κατά καιρούς, υπονομεύσει τις προσπάθειες παραγωγής αμιγώς ηλεκτρικών οχημάτων, λόγω του φόβου ότι η συνεπακόλουθη απεξάρτηση από το πετρέλαιο θα έθιγε τα συμφέροντά τους.

Το πλέον τρανταχτό ιστορικό παράδειγμα είναι το General Motors EV1, που είχε κατασκευάσει σε 1.117 αντίτυπα η General Motors από τον Δεκέμβριο του 1996 έως το 1999 και τελικώς κατέληξε σε μαζική ανάκληση και διάλυση στην πρέσα. Η ίδια η General Motors μάλιστα, έχει κατηγορηθεί ότι σκόπιμα αυτο-υπονόμευε τότε το EV1, λόγω των πιέσεων που είχε δεχτεί από τις μεγάλες πετρελαϊκές εταιρίες, κατά τη διάρκεια της εξέλιξης του πρότζεκτ.

Τα τελευταία χρόνια πάντως, έχει διατεθεί ένας μικρός αριθμός μοντέλων παραγωγής, όπως το σπορ ηλεκτροκίνητο Tesla Roadster και έχει αναγγελθεί η παραγωγή αρκετών μελλοντικών μοντέλων, όπως τα τρίδυμα Mitsubishi i MiEV / Peugeot iOn / Citroën C-Zero που κυκλοφόρησαν στα τέλη του 2010 [50].

Ακόμα και σήμερα ωστόσο, τα περισσότερα εξακολουθούν να είναι πρωτότυπα, ενώ ορισμένα επίσης, έχουν διατεθεί σε περιορισμένα αντίτυπα και όχι στο ευρύ κοινό. Πρόσφατο παράδειγμα ήταν η ηλεκτροκίνητη έκδοση του Subaru Stella, με μόλις 170 αντίτυπα, τα οποία πωλήθηκαν κυρίως σε εταιρείες ενοικιάσεων και κυβερνητικά στελέχη της Ιαπωνίας, από τα τέλη Ιουλίου 2009 έως τον Μάρτιο του 2010 [50].

Στην Ελλάδα η ύπαρξη ηλεκτρικών οχημάτων βρίσκεται σε πολύ πρώιμο στάδιο και έχουμε τον βραδύτερο ρυθμό εξάπλωσης τέτοιων οχημάτων σε όλη την Ε.Ε. Ένας βασικός λόγος είναι και η έλλειψη μεγάλης εθνικής αυτοκινητοβιομηχανίας, όπως και το υψηλό κόστος των μελετών και δοκιμών που πρέπει να γίνουν για την μέθοδο μετατροπής συμβατικών οχημάτων σε ηλεκτρικά. Άλλοι ανασταλτικοί παράγοντες στην εξάπλωση των ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα είναι ότι δεν υπάρχουν στην ελληνική αγορά ηλεκτρικά οχήματα στις δημοφιλείς κατηγορίες των πολύ μικρών οχημάτων, η υψηλή τιμή αγοράς, η έλλειψη σημείων φορτίσεων των συσσωρευτών, η αναβολή αγοράς νέου οχήματος λόγω της οικονομικής κρίσης, η λανθασμένη αντίληψη των καταναλωτών που θεωρούν τις νέες τεχνολογίες ανώριμες [53].

Παρόλα αυτά, επειδή το 71.6% των Ελλήνων διανύει συνήθως κατά μέσο όρο <68 km/ημέρα, ένα ηλεκτρικό όχημα, έστω και περιορισμένης αυτονομίας, θα ικανοποιούσε τις ανάγκες τους τις περισσότερες μέρες του έτους. Επομένως, το κράτος πρέπει να δώσει στους οδηγούς κίνητρα αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων όπως [53]:

- απαλλαγή από το ειδικό τέλος ταξινόμησης οχημάτων
- απαλλαγή από τα τέλη κυκλοφορίας των οχημάτων
- την εξαίρεσή τους από τους περιορισμούς κυκλοφορίας εντός πόλης (δακτύλιος)
- επιδότηση απόσυρσης/αντικατάστασης ρυπογόνων οχημάτων με την προϋπόθεση αντικατάστασής τους από ηλεκτρικά
- δημιουργία θέσεων στο κέντρο των πόλεων(ειδικά αυτών που μαστίζονται από την ρύπανση) δωρεάν στάθμευσης (εφοδιασμένες με φορτιστή) για ηλεκτρικά οχήματα.

Τα ηλεκτρικά οχήματα που είναι διαθέσιμα σήμερα στην ελληνική αγορά είναι: Reva Phaedra, Reva NXR, Nissan Leaf, Smart Electric, Citroen C-Zero, Peugeot Ion, Opel Ampera [50].

Στη Γερμανία υπάρχει επιδότηση 500 εκατομμυρίων € για την παραγωγή 1 εκατομμυρίου ηλεκτρικών οχημάτων έως το 2020 και για σχετική έρευνα. Η επιδότηση αυτή είναι όμως μικρή συγκρινόμενη με την επιδότηση για την απόσυρση οχημάτων που ανέρχεται στα 5 δις € (για 2 εκατομμύρια αιτήσεις). Υπάρχει συνεργασία με την Mercedes για την δημιουργία 500 σταθμών ανεφοδιασμού[50].

Στις ΗΠΑ η επιδότηση για την παραγωγή 1 εκατομμυρίου ηλεκτρικών οχημάτων και την κυκλοφορία τους έως το 2015 ανέρχεται στα 2,4 δις \$. Παρόμοιες προσπάθειες γίνονται σε Ιαπωνία, Κίνα, Ισραήλ, Ινδία [50].

Τα κίνητρα που παρέχονται για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων ποικίλουν από χώρα σε χώρα. Στην Κύπρο δίνεται επιδότηση 700 € για την αγορά ηλεκτρικού οχήματος. Στη Μεγάλη Βρετανία οι επιδοτήσεις για αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου ανέρχονται σε 2.000-5.000 £ ενώ υπάρχουν και φοροαπαλλαγές όπως η αποφυγή της χρέωσης κατά την διέλευση από τις ζώνες χρέωσης που υπάρχουν στα κέντρα πόλεων όπως το Λονδίνο [50].

12.3 ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

Υβριδικά οχήματα καλούνται τα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν και ηλεκτρικούς κινητήρες και συμβατικούς κινητήρες μηχανών εσωτερικής καύσης. Τα υβριδικά αυτοκίνητα βασίζονται κατά κύριο λόγο στην μηχανή εσωτερικής καύσης (που παράγει θερμοδυναμική ενέργεια), ενώ η ηλεκτρική μηχανή (παράγει ηλεκτρική ενέργεια) ενεργοποιείται μόνο σε χαμηλές ταχύτητες μέσα στην πόλη ή συμπληρωματικά με την μηχανή εσωτερικής καύσης σε έντονη επιτάχυνση, για την παροχή επιπλέον ισχύος. Ο ηλεκτροκινητήρας αναλαμβάνει τη κίνηση σε κάθε ξεκίνημα (στην κίνηση των μεγαλουπόλεων είναι πολλά και συχνά) και σε πορεία χαμηλής ταχύτητας ενώ σε ανοιχτό δρόμο τον κύριο λόγο έχει ο βενζινοκινητήρας. Όταν όμως απαιτείται η μέγιστη ισχύς όπως σε ένα προσπέρασμα ή σε μια ανηφόρα αυτή εξασφαλίζεται από τη συνδυασμένη λειτουργία και των δύο. Για τη συνδυασμένη λειτουργία είναι απαραίτητη η ύπαρξη μπαταριών, γεννήτριας και μετασχηματιστή.

Στο υβριδικό αυτοκίνητο οι μπαταρίες φορτίζονται από μία γεννήτρια η οποία λειτουργεί χάρη στον βενζινοκινητήρα. Πιο αναλυτικά η χημική ενέργεια του καυσίμου μετατρέπεται με το βενζινοκινητήρα σε κινητική ενέργεια. Η κινητική ενέργεια μετατρέπεται με τη σειρά της σε ηλεκτρική από τη γεννήτρια. Η ηλεκτρική ενέργεια διοχετεύεται στον ηλεκτροκινητήρα που τη μετατρέπει ξανά σε κινητική ενέργεια κινώντας τους τροχούς. Η περισσευούμενη ηλεκτρική ενέργεια αποθηκεύεται στις μπαταρίες. Έτσι οι χρήστες υβριδικών οχημάτων έχουν σχεδόν όλα τα πλεονεκτήματα του ηλεκτροκινητήρα με τη μεγάλη αυτονομία της βενζίνης.

Η χρήση του συνδυασμού των δύο κινητήρων εξασφαλίζει οικονομικότερη κίνηση. Ο βενζινοκινητήρας είναι πιο αποδοτικός όταν λειτουργεί σε συγκεκριμένες στροφές δίνοντας ενέργεια στη γεννήτρια. Αντίθετα σε ένα συμβατικό αυτοκίνητο έχουμε υψηλή κατανάλωση στον βενζινοκινητήρα λόγω της απαίτησης να λειτουργεί σε μεγάλο εύρος στροφών προκειμένου να ικανοποιήσει όλες τις ανάγκες της κίνησης. Ο ηλεκτροκινητήρας λειτουργεί με χαμηλή κατανάλωση προσφέροντας κάθε στιγμή τεράστια ροπή (απαραίτητη για το ξεκίνημα ενός σταματημένου αυτοκινήτου) και την απαιτούμενη ισχύ εφόσον αυτή είναι σε χαμηλά επίπεδα (δηλαδή για ταχύτητες μικρότερες των 50 km/h). Λύνει δηλαδή το πρόβλημα της υπερβολικής κατανάλωσης του σταμάτα - ξεκίνα μέσα στις πόλεις και υποβοηθείται από το βενζινοκινητήρα στον ανοιχτό δρόμο και σε περιπτώσεις απαίτησης υψηλότερης ισχύος. Με αυτό τον τρόπο γίνεται βέλτιστη χρήση των πλεονεκτημάτων κάθε κινητήρα και άρα της ενέργειας που παράγεται.

Ένα υβριδικό αυτοκίνητο συνδυάζοντας με βέλτιστο τρόπο τους δύο τύπους κινητήρα δεν υστερεί σε απόδοση από ένα συμβατικού τύπου αυτοκίνητο. Επιπλέον επιτυγχάνει μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας έως 40% με 50%. Αυτό σημαίνει οικονομία στα καύσιμα και σημαντική μείωση στις εκπομπές ρύπων.

Τα υβριδικά οχήματα που είναι διαθέσιμα στην Ελληνική αγορά σήμερα είναι: Toyota Prius, Lexus RX 400h, Lexus RX 450h Lexus GS 450h, Lexus LS 600h, Honda Civic, Honda Insight και αναμένεται να κυκλοφορήσουν τα, Mercedes S, BMW 7, Smart Hybrid, Porsche Panamera [50].

Στην Ελλάδα οι πωλήσεις υβριδικών οχημάτων είναι περίπου 2.000 ετησίως, δηλαδή σε ποσοστό συνόλου πωλήσεων ιδιωτικών οχημάτων μόλις 0,7%- 0,8%. Η βασική αιτία είναι το υψηλό σχετικά κόστος (>20.000 €) [50].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ Α. ΜΕ Α. ΣΤΑ ΙΔΙΩΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΜΜ

Ένα μεγάλο κομμάτι του γενικού πληθυσμού δεν γνωρίζει ότι τα άτομα με κινητικές αναπηρίες είναι ικανά να οδηγήσουν αυτοκίνητα όπως και οι αρτιμελείς πολίτες, εφόσον τα συμβατικά αυτοκίνητα που απευθύνονται στο ευρύ καταναλωτικό κοινό, υποστούν μια σειρά από τροποποιήσεις, ικανές να προσαρμόσουν με ασφάλεια και άνεση, την εμπειρία της οδήγησης, στις κινητικές ικανότητες και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της αναπηρίας του εκάστοτε ενδιαφερόμενου οδηγού.

Οι εξελιγμένες τεχνολογίες που υπάρχουν σήμερα στη διάθεση των οδηγών με αναπηρία διεθνώς, προσφέρουν μια τεράστια γκάμα από επιλογές και λύσεις, ικανές να καλύψουν τις ανάγκες ακόμα και πολύ εκτεταμένων τύπων αναπηρίας, όπως η παραπληγία και η τετραπληγία. Οι συγκεκριμένες τεχνολογίες λύνουν προβλήματα που σχετίζονται με διάφορα στάδια της διαδικασίας όπως π.χ. η επιβίβαση των ατόμων με αναπηρία στο όχημα, η μεταφορά του αναπηρικού αμαξιδίου ή άλλων αναπηρικών βοηθημάτων σε αυτό, η οδήγηση και είναι δυνατό να παρέχουν αυτονομία έως και 100 % στον χρήστη του αυτοκινήτου.

Ο μόνος ανασταλτικός παράγοντας στην απόκτηση ενός τέτοιου αυτοκινήτου από έναν ενδιαφερόμενο αγοραστή είναι το αυξημένο κόστος των διασκευών που αυτό φέρει και το οποίο σε περιπτώσεις σοβαρών μορφών αναπηρίας που ζητείται πλήρης αυτονομία, μπορεί να ξεπερνά ακόμα και τα 80.000 ευρώ, ποσό απλησίαστο για τις οικονομικές δυνατότητες οποιουδήποτε μέσου πολίτη, πολύ δε περισσότερο ενός πολίτη με αναπηρία. Για το λόγο αυτό καλείται να παρέμβει και να στηρίξει στον τομέα αυτό η Πολιτεία, μέσα από πολιτικές κοινωνικής πρόνοιας[55].

Στη Μεγάλη Βρετανία το πρόβλημα της κάλυψης του κόστους των αναπηρικών αυτοκινήτων, έχει αντιμετωπιστεί μέσα από τη σύσταση και λειτουργία μιας ανεξάρτητης -και στενά συνεργαζόμενης με τις εκάστοτε κυβερνήσεις -αρχής, που ονομάζεται MOTABILITY[56]. Η αρχή αυτή έχει επιμεληθεί ένα ειδικό πρόγραμμα διάθεσης δωρεάν αναπηρικών αυτοκινήτων στους δικαιούχους προσαρμοσμένο στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της αναπηρίας του και μαζί με αυτό, δωρεάν ασφάλιση του αυτοκινήτου, δωρεάν σέρβις, ελαστικά και επισκευή σε περίπτωση βλάβης για όσον καιρό ισχύει η σύμβαση, μέσω μιας πολύ καλά μελετημένης διαδικασίας leasing. Τα αυτοκίνητα που παρέχονται με τον τρόπο αυτό στους δικαιούχους ενδέχεται να είναι συμβατικά ή διασκευασμένα και ο δικαιούχος μπορεί να επιλέξει αν θα τα χρησιμοποιήσει ως οδηγός ή συνοδηγός, ανάλογα με τις προσωπικές του ανάγκες και τον δικό του τρόπο ζωής. Στη Μεγάλη Βρετανία, το

να εργάζεται ο δικαιούχος δεν αποτελεί προϋπόθεση για τη συμμετοχή του σε αυτό το πρόγραμμα[56].

Μοναδική προϋπόθεση για τη συμμετοχή ενός πολίτη με αναπηρία στο πρόγραμμα του MOTABILITY, είναι να λαμβάνει από το κράτος ένα ειδικό επίδομα αναπηρίας. Το όχημα παραχωρείται με ένα συμβόλαιο περιορισμένου χρόνου 3-5 ετών. Μετά τη λήξη της σύμβασης, ο δικαιούχος είναι υποχρεωμένος να επιστρέψει το αυτοκίνητο στο φορέα, του οποίου περιουσιακό στοιχείο αποτελεί εξαρχής. Στη συνέχεια, ο δικαιούχος μπορεί να ανανεώσει τη σύμβαση, λαμβάνοντας ένα νέο όχημα με τους ίδιους όρους ή αν προτιμά, μπορεί να ξεκινήσει και πάλι να εισπράττει το «επίδομα κίνησης» που δικαιούται με βάση το νόμο. Με λίγα λόγια, ο δικαιούχος ενοικιάζει από το κράτος το αυτοκίνητο που χρειάζεται και κάθε μήνα πληρώνει σαν ενοίκιο στον φορέα υλοποίησης του προγράμματος, ένα συμβολικό ποσό που ισούται με το εκεί «επίδομα κίνησης»[56].

Το βρετανικό μοντέλο είναι ένα επιτυχημένο μοντέλο και η επιτυχία του συνίσταται στο ότι ικανοποιεί όλους όσους συμμετέχουν σε αυτό[56]:

-Τους πολίτες με αναπηρία γιατί :

- α)πλέον μπορούν να αποκτήσουν τα πολυτίμητα για εκείνους διασκευασμένα οχήματα χωρίς να επωμίζονται το τεράστιο κόστος
- β)απαλλάσσονται από το άγχος της συντήρησης ή της επισκευής σε περίπτωση βλάβης.

-Το φορέα MOTABILITY γιατί μέσω της ρύθμισης τύπου leasing, έχει τη δυνατότητα μετά την λήξη της σύμβασης να εκμεταλλευτεί τα αυτοκίνητα, κερδίζοντας μέρος της αξίας τους πίσω.

-Το κράτος γιατί:

- α)δεν επωμίζεται το σύνολο του κόστους του προγράμματος,
- β)εντάσσει στο κοινωνικό σύνολο τα άτομα με αναπηρία,
- γ)δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας και
- δ)ενισχύεται ο μηχανισμός ανακύκλωσης του χρήματος σε επίπεδο οικονομίας.

-Τις τράπεζες γιατί:

- α)απολαμβάνουν ευνοϊκότερες κρατικές ρυθμίσεις και φοροαπαλλαγές
- β)παίζουν κεντρικό ρόλο στη διαχείριση των οικονομικών του προγράμματος (στο οποίο έχουν επενδύσει με μεγάλα ποσά).

Έτσι με βάση δεδομένα από την επίσημη ιστοσελίδα του φορέα MOTABILITY Operations, σήμερα τα περιουσιακά στοιχεία του φορέα MOTABILITY ανέρχονται

στα 2.5 δισεκατομμύρια λίρες και ο ετήσιος τζίρος του προγράμματος, υπολογίζεται ότι ξεπερνά τα 990 εκατομμύρια λίρες, από την πώληση κατά μέσο όρο 150.000 μεταχειρισμένων αυτοκινήτων/ χρόνο[56].

Αυτήν τη στιγμή στην Ελλάδα, οι νομοθετικές διατάξεις που αφορούν στην αγορά αναπηρικών αυτοκινήτων, περιορίζονται στην απαλλαγή των δικαιούχων από τα τέλη ταξινόμησης και κυκλοφορίας και από την καταβολή τελών διοδίων και στάθμευσης. Οι συγκεκριμένες διατάξεις δεν επαρκούν για να υποστηρίξουν την κυκλοφορία σύγχρονων, τεχνολογικά προηγμένων αναπηρικών αυτοκινήτων στην ελληνική αγορά, με αποτέλεσμα οι πολίτες με βαριές κινητικές αναπηρίες να μην οδηγούν στη χώρα μας, την ίδια ώρα που αποκλείονται και από τις δημόσιες συγκοινωνίες[55].

Ακόμη, η πιθανότητα εκσυγχρονισμού των διαθέσιμων τεχνολογιών στην Ελλάδα αναφορικά με τα αναπηρικά αυτοκίνητα, περιορίζεται πάρα πολύ, λόγω των κενών που υπάρχουν σήμερα στην ισχύουσα ελληνική νομοθεσία. Οι σύγχρονες τεχνολογίες αν και εκ των πραγμάτων είναι νόμιμες στη χώρα μας, με βάσει τις σχετικές κοινοτικές οδηγίες, την ίδια ώρα δεν προβλέπονται από την ελληνική νομοθεσία, με αποτέλεσμα δευτερογενώς να δημιουργούνται προβλήματα, σχετικά με την έκδοση ειδικού διπλώματος και άδειας οδήγησης για τέτοια αυτοκίνητα από ελληνικές υπηρεσίες ή να μην παρέχεται πλήρης ενημέρωση, συμβουλευτική ή αξιολόγηση στους ενδιαφερόμενους για τέτοια θέματα, από τα αρμόδια ελληνικά κέντρα αξιολόγησης αναπήρων οδηγών.

Μια άλλη συνιστώσα που συμβάλει στη διατήρηση του προβλήματος, αφορά σε πρακτικές παραμέτρους όπως είναι η έλλειψη τεχνογνωσίας στην Ελλάδα για τη διασκευή σύγχρονων, τεχνολογικά προηγμένων, αναπηρικών αυτοκινήτων και η έλλειψη εμπειρίας των Ελλήνων, ειδικών δασκάλων οδήγησης, πάνω στα νέα συστήματα οδήγησης. Οι ελληνικές εταιρίες σήμερα, εμμένουν σε ένα πολύ στενό εύρος διασκευών, καθαρά για οικονομικούς λόγους. Αν η Πολιτεία αναλάμβανε το κόστος της αγοράς αναπηρικού αυτοκινήτου, περισσότεροι άνθρωποι θα εξέφραζαν ενδιαφέρον για τα νέου τύπου οχήματα, οπότε κατά συνέπεια, η ζήτηση θα διαμόρφωνε ένα νέο τοπίο σε αυτούς τους δυο τομείς.

Τα αναπηρικά οχήματα που χρησιμοποιούνται στη Μεγάλη Βρετανία έχουν τα εξής χαρακτηριστικά [56]:

Όχημα τύπου mini van

- Ο οδηγός εισέρχεται στο όχημα μαζί με το αναπηρικό του αμαξίδιο
- Αυτόματη διάνοιξη πύλης εισόδου με τηλεχειριστήριο
- Αυτόματη ανάκληση ράμπας διέλευσης με τηλεχειριστήριο
- Αυτόματο σύστημα ακινητοποίησης αναπηρικού αμαξιδίου εντός του οχήματος
- Εναλλακτικά συστήματα οδήγησης μέσω joystick και εύχρηστων, επικουρικών

ηλεκτρονικών συστημάτων υψηλής τεχνολογίας

Το κόστος ενός τέτοιου οχήματος ανέρχεται στα 100.000 €.

Τα τελευταία χρόνια Γερμανοί επιστήμονες έχουν επινοήσει μια hands-free τεχνολογία οδήγησης που ονομάζεται «eyeDriver» και επιτρέπει στους οδηγούς να πιλοτάρουν ένα αυτοκίνητο μόνο με τα μάτια τους, χωρίς να απαιτείται καμία παρέμβαση των χεριών ή των ποδιών. Ο οδηγός του αυτοκινήτου φορά ένα ειδικό κράνος, όπως οι ποδηλάτες, το οποίο είναι εξοπλισμένο με δύο κάμερες: η μία ελέγχει το περιβάλλον και η άλλη καταγράφει τις κινήσεις των ματιών του οδηγού. Από εκεί και μετά, την οδηγική συμπεριφορά ελέγχει ειδικός υπολογιστής που έχει ενσωματωμένο σύστημα πλοήγησης GPS, laser αισθητήρες 3D, Wi-Fi, και ακολουθεί πιστά τον Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας. Όταν ο οδηγός κοιτάζει αριστερά, το όχημα στρίβει αριστερά, ενώ όταν κοιτάζει δεξιά, το όχημα στρίβει δεξιά. Υπάρχει η δυνατότητα ακόμα και για όπισθεν, κοιτάζοντας στον εσωτερικό καθρέφτη[55].

Προς το παρόν, το αυτοκίνητο που λειτουργεί με αυτή την τεχνολογία μπορεί να αναπτύξει ταχύτητα μέχρι 50 χλμ/ώρα, ενώ μπορεί να κινηθεί και χωρίς την παρουσία οδηγού, χρησιμοποιώντας ένα κινητό τηλέφωνο iPhone (iDriver-iPhone remote controlled car).

Ωστόσο, η αυτόνομη οδήγηση βρίσκεται ακόμα σε πρώιμη φάση, καθώς η τεχνολογία eyeDriver επιδέχεται πολλές βελτιώσεις μέχρι τη στιγμή που τα αυτοκίνητα αυτά θα μπορούν να κινούνται με ασφάλεια στους δρόμους των πόλεων[55].

Τα τελευταία χρόνια η Toyota προσπαθεί να κατασκευάσει ρομποτικά οχήματα που θα επιτρέπουν στα Α. με Α. να μετακινούνται σε μικρές αποστάσεις, ξεπερνώντας οποιοδήποτε εμπόδιο βρίσκουν στον δρόμο τους, ενώ θα μπορούν να διανύουν και αποστάσεις υπό κλίση[55].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία εξετάστηκαν τα προηγμένα συστήματα οδικών μεταφορών και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή τους. Τα περισσότερα οφέλη προκύπτουν από τα προηγμένα συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας, για αυτό και τα συστήματα αυτά μελετήθηκαν σε μεγαλύτερο βάθος και για αυτό οι περισσότερες μελέτες που πραγματοποιούνται τα τελευταία χρόνια αφορούν κυρίως τα συστήματα αυτά.

Γενικά, η εφαρμογή των προηγμένων συστημάτων στις οδικές μεταφορές έχει θετικές επιπτώσεις και πολλά οφέλη. Ωστόσο, υπάρχουν και συστήματα που προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις ή εμφανίζουν και θετικά και αρνητικά αποτελέσματα. Συνήθως, όπου παρουσιάζονται αρνητικά αποτελέσματα, αυτά αντισταθμίζονται από άλλες θετικές συνέπειες του συγκεκριμένου συστήματος. Για ορισμένες εφαρμογές των προηγμένων συστημάτων δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων.

Για την αξιολόγηση των προηγμένων συστημάτων στις οδικές μεταφορές χρησιμοποιήθηκαν σαν κριτήρια η βελτίωση που προκαλεί η εφαρμογή τους στην κυκλοφορία, την οδική ασφάλεια και την αναβάθμιση του περιβάλλοντος. Βάσει των στοιχείων που συνέλλεξα διαπίστωσα ότι **τα ITS συμβάλουν στην βελτίωση της κυκλοφορίας**, μειώνοντας την κυκλοφοριακή συμφόρηση και τους χρόνους ταξιδιού/ τις καθυστερήσεις της διαδρομής και αυξάνουν την χρήση των MMM, ιδιαίτερα τα συστήματα που σχετίζονται με τη διαχείριση της κυκλοφορίας και κυρίως η τιμολόγηση οδών, τα προηγμένα συστήματα σηματοδότησης, το ramp metering, οι λωρίδες υψηλής πληρότητας, το car pooling/car sharing, τα συστήματα πληροφόρησης, τα ηλεκτρονικά διόδια, τα συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας σε περιοχές εκτέλεσης έργων, οι ηλεκτρονικοί έλεγχοι για τα επαγγελματικά οχήματα. Περαιτέρω έρευνες απαιτούνται για να διαπιστωθεί αν τα συστήματα park & ride που χρησιμοποιούνται ευρέως τα τελευταία χρόνια επιδρούν στην βελτίωση της κυκλοφορίας.

Τα δεδομένα του παρόντος κειμένου δείχνουν ότι **τα ITS συμβάλουν στην βελτίωση της ασφάλειας** με την μείωση των ατυχημάτων και των θανάτων/τραυματισμών. Η μείωση των θανάτων από ατυχήματα στους δρόμους είναι ένας από τους βασικούς στόχους της Ε.Ε. στον τομέα των μεταφορών, όπως διατυπώνεται και στην Λευκή Βίβλο (Μάρτιος 2011). Τα περισσότερα συστήματα, όπως τα προηγμένα συστήματα σηματοδότησης, η αστυνόμευση σηματοδότησης και ταχύτητας, το ramp metering, οι κινητές μονάδες παροχής οδικής βοήθειας, τα συστήματα ασφάλειας ταξιδιωτών συμβάλουν στην υλοποίηση του στόχου, αλλά υπάρχουν και μερικά συστήματα

όπως τα ηλεκτρονικά διόδια που αυξάνουν τον κίνδυνο των ατυχημάτων. Τη φετινή χρονιά, άρχισε και η χρήση των συστημάτων e-call και GALILEO στις χώρες της Ε.Ε. που αναμένεται να ενισχύσουν σημαντικά την οδική ασφάλεια. Απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την εκτίμηση της επίδρασης των συστημάτων για τα MMM, των συστημάτων ηλεκτρονικής πληρωμής με έξυπνες κάρτες και των συστημάτων για τις συνδυασμένες μεταφορές εμπορευμάτων στην βελτίωση της ασφάλειας.

Η αναβάθμιση του περιβάλλοντος με την μείωση της εκπομπής ρύπων και την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας αποτελεί ένα ακόμα βασικό στόχο της Ε.Ε. στον τομέα των μεταφορών λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου (Λευκή Βίβλος 2011). Γενικά τα **ITS συμβάλουν στην αναβάθμιση του περιβάλλοντος**. Τα συστήματα που συμβάλουν περισσότερο στην αναβάθμιση του περιβάλλοντος είναι η τιμολόγηση της οδού, τα προηγμένα συστήματα σηματοδότησης, park & ride, car pooling/car sharing, η ηλεκτρονική πληρωμή διοδίων, τα συστήματα πληροφόρησης. Απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την εκτίμηση της επίδρασης των συστημάτων για την ασφάλεια των ταξιδιωτών, των συστημάτων για την λειτουργία και συντήρηση της οδού, των συστημάτων για τη διαχείριση των οδικών καιρικών συνθηκών και των συστημάτων για τη διαχείριση επαγγελματικών οχημάτων στην αναβάθμιση του περιβάλλοντος.

Η **αποδοχή των συστημάτων από τους χρήστες είναι γενικά θετική**, αν και σε μερικές περιπτώσεις παρατηρούνται αρνητικές απόψεις και αμφιβολίες. Οι αμφιβολίες παρατηρούνται σε συστήματα όπου ο χρήστης καλείται να πληρώσει (πολιτική τιμολόγησης οδών, ηλεκτρονική πληρωμή διοδίων) λόγω κυρίως της οικονομικής κρίσης που έχει πλήξει τα τελευταία χρόνια τον πλανήτη, και όπου ο χρήστης νιώθει ότι παραβιάζονται τα προσωπικά του δεδομένα (συνεχής παρακολούθηση του οδηγού φορτηγού, ανταλλαγή αναλυτικών πληροφοριών μεταξύ κρατών/φορέων). Η θετική ανταπόκριση των χρηστών απέναντι στα συστήματα θα βοηθήσει στην γρήγορη εισαγωγή τους στην αγορά και στην αύξηση της ζήτησής τους. **Η αποδοχή των συστημάτων από τους αρμόδιους φορείς είναι θετική** σχεδόν στο σύνολο των εφαρμογών των ITS στις οδικές μεταφορές.

Η διάρκεια ζωής των συστημάτων που σχετίζονται με την τεχνολογία είναι γενικά μικρή, λόγω της ταχείας ανάπτυξης νέων και πιο αποτελεσματικών τεχνολογιών, οπότε αυτό που μας ενδιαφέρει είναι ο χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος από τον χρόνο ζωής της. Ακόμα, με την συγκυρία της οικονομικής κρίσης που έχει πλήξει την εποχή μας, οι διαθέσιμοι χρηματικοί πόροι για την εφαρμογή προηγμένων συστημάτων είναι περιορισμένοι. Τα στοιχεία που παρουσιάζονται στην παρούσα διπλωματική εργασία δείχνουν ότι **σχεδόν όλα τα ITS αποτελούν μια αποδοτική επένδυση στον οικονομικό τομέα**.

Στην παρούσα διπλωματική δεν εξετάστηκαν λεπτομερώς ο τομέας των συνδυασμένων μεταφορών που έχει τεράστιο εύρος και τα συστήματα για τα Α.με.Α. Επίσης, για περαιτέρω μελέτη είναι ο τομέας της αξιολόγησης και αποδοχής από τους χρήστες των έξυπνων συστημάτων που αφορούν τα οχήματα που αναπτύσσεται ταχύτητα τα τελευταία χρόνια.

Θέμα για περαιτέρω μελέτη, θα μπορούσε να είναι να μελετηθούν αναλυτικά τα ITS που εφαρμόζονται στην Ελλάδα σήμερα και να διατυπωθούν τρόποι για την περαιτέρω ανάπτυξή τους στη χώρα μας και να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα χάρις στα οποία η Ελλάδα βρίσκεται σε πολύ πρώιμο στάδιο στην εφαρμογή των ITS. Ένα ακόμα θέμα για μελλοντική μελέτη είναι η επίδραση των συστημάτων λειτουργίας και συντήρησης της οδού και των συστημάτων υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης, όπου οι μελέτες που έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια είναι περιορισμένες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Οδηγία 2010/40/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου περί πλαισίου ανάπτυξης των Συστημάτων Ευφυών Μεταφορών στον τομέα των οδικών μεταφορών και των διεπαφών με άλλους τρόπους μεταφοράς, Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε., Βρυξέλλες, Ιούλιος 2010
2. Μπεκιάρης Ε., «ΣΣΥΟ (Σύγχρονα Συστήματα Υποστήριξης οδηγού επί του Οχήματος)», Σημειώσεις στα πλαίσια του μαθήματος «Εφαρμογή των τεχνικών της κοινωνίας της πληροφορίας στις μεταφορές» του ΔΠΜΣ «Σχεδιασμός, Οργάνωση και Διαχείριση των Συστημάτων Μεταφορών», Θεσσαλονίκη, 2004
3. «Λευκή Βίβλος 2011 (white paper 2011)-Roadmap to a Single European Transport Area towards a competitive and resource efficient system», Brussels, 2011, από το website: www.europa.eu
4. Williams Bob, "Intelligent Transport Systems Standards", ARTECH HOUSE, Boston, 2008
5. Διαδικτυακός τόπος (website) του Υπουργείου Μεταφορών των ΗΠΑ που περιέχει την βάση των δεδομένων για τα οφέλη και κόστη των ITS: www.benefitcost.its.dot.gov
6. Διαδικτυακός τόπος (website) για τα ADAS συστήματα: www.eurofot-ip.eu
7. Διαδικτυακός τόπος (website) για τα ADAS συστήματα: www.prevent-ip.org
8. Τσανακτσίδης Δ., Τσίτσουλας Δ., «Συστήματα Εξοπλισμού των Οδών», Διπλωματική Εργασία, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 2003
9. Λαδόπουλος Λ., «Μεθοδολογικό Πλαίσιο Αξιολόγησης Προηγμένων Συστημάτων Διαχείρισης της Οδικής Κυκλοφορίας και του Οδικού Δικτύου», Διπλωματική Εργασία, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 2004
10. Θωμίδου Μ., «Συστήματα Ελέγχου Κυκλοφορίας, Εξέλιξη, Αξιολόγηση, Εφαρμογές», Διπλωματική Εργασία, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 2007
11. Διαδικτυακός τόπος (website) για την Αττική Οδό: www.aodos.gr
12. Mahendra A., Grant M., Higgins T., Bhatt K., "Road Pricing: perceptions and program development", National Cooperative Highway Research Program (NCHRP), Report 686, Transportation Research Board, Washington, 2011
13. Διαδικτυακός τόπος (website) για το πρόγραμμα ECOPASS στο Μιλάνο: www.comune.milano.it/dseserver/ecopass/areaecopass.html

14. Μπουγά Α., Κτενά Σ., Φουντάς Γ., Ξένου Κ., Νικητόπουλος Δ., Κωνσταντίνου Φ., «Σύστημα διαχείρισης παρόδιας στάθμευσης οχημάτων με τεχνολογίες κινητών τηλεπικοινωνιών», Σύγχρονες τάσεις στις τηλεπικοινωνίες και στις τεχνολογίες αιχμής ΤΕΕ, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2006
15. European Commission, Competitive and Sustainable Growth & Energy, Environment and Sustainable Development Programmes, CIVITAS Project, Deliverable D 3.2, Final Evaluation Report, 2010, Διαδικτυακός τόπος (website): www.civitas.eu
16. Turnbull K., Levinson H., Pratt R., "HOV Facilities, Traveler Response to Transportation Systems Changes", Transit Cooperative Research Program (TCRP), Report 95, Chapter 2, Transportation Research Board, Washington, 2006
17. European Commission, Competitive and Sustainable Growth & Energy, Environment and Sustainable Development Programmes, MIRACLES Project, Deliverable D 4.2, Final Project Report, Report on Evaluation Results, 2006
18. Φραντζεσκάκης Γ., «Βελτίωση του οδικού περιβάλλοντος και συστηματική αστυνόμευση: Δύο παράμετροι που υποτιμούνται στην Ελλάδα», 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδικής Ασφάλειας, Πάτρα, 2005
19. Μπάσμπας Σ., «Αστυνόμευση ταχύτητας των οχημάτων και κάμερες», Σημειώσεις στα πλαίσια του μαθήματος «Εφαρμογή των τεχνικών της κοινωνίας της πληροφορίας στις μεταφορές» του ΔΠΜΣ «Σχεδιασμός, Οργάνωση και Διαχείριση των Συστημάτων Μεταφορών», Θεσσαλονίκη, 2004
20. Dr. Kian-Keong Chin "Road Pricing, Singapore's Experience", Land Transport Authority, Singapore, 2006
21. European Commission, Competitive and Sustainable Growth & Energy, Environment and Sustainable Development Programmes, VIVALDI Project, Deliverable D 9, Final Evaluation Report, 2006
22. European Commission, Competitive and Sustainable Growth & Energy, Environment and Sustainable Development Programmes, TELLUS Project, Transport & Environment alliance for Urban Sustainability, Deliverable 4.3, Final Evaluation Report 2005
23. Σπυροπούλου Ι., Γιαννής Γ., Γκόλιας Ι., Καρλαύτης Μ., «Επιπτώσεις χρήσης εξελιγμένων συστημάτων πληροφόρησης στις οδικές μεταφορές», 2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας, Βόλος, 2005

24. Λάμπρος Ν., «Διερεύνηση των μεταβλητών ορίων ταχύτητας με τη χρήση μεθόδων κυκλοφοριακής προσομοίωσης», Ε.Μ.Π., Διπλωματική Εργασία, Αθήνα, 2007
25. European Commission, Information Society Technology, EURAMP Project, European Ramp Metering Project, Deliverable D 6.3, Evaluation Results, 2007
26. Potts J., Marshall M., Crockett E., Washington J., "A Guide for Planning and Operating Flexible Public Transportation Services", Transit Cooperative Research Program (TCRP), Report 140, Transportation Research Board, Washington, 2010
27. Turnbull K., Pratt R., "Park & Ride/Pool, Traveller Response to Transportation System Changes", Transit Cooperative Research Program (TCRP), Report 95, Transportation Research Board, Washington, 2004
28. Millard-Ball A., Murray G., Fox C., Burkhardt J., "Car-sharing where and how it succeeds", Transit Cooperative Research Program (TCRP), Report 108, Transportation Research Board, Washington, 2005
29. Σαββαϊδής Π., «Συστήματα Παρακολούθησης και Διαχείρισης Στόλου Μέσων Μεταφοράς και Πληροφόρησης κοινού», Σημειώσεις στα πλαίσια του μαθήματος «Εφαρμογή των τεχνικών της κοινωνίας της πληροφορίας στις μεταφορές» του ΔΠΜΣ «Σχεδιασμός, Οργάνωση και Διαχείριση των Συστημάτων Μεταφορών», Θεσσαλονίκη, 2004
30. Χαλκιάς Β., Παπανδρέου Κ., Δημητρόπουλος Ι., «Διαχείριση Συμβάντων σε αυτοκινητοδρόμους με Παραχώρηση», 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδικής Ασφάλειας, Πάτρα, 2005
31. Μπεκιάρης Ε., Γαϊτανίδου Ε., Τσιούτρας Α., «Εφαρμογές τηλεματικής με στόχο την επίτευξη οδικής υποδομής που συγχωρεί πιθανά σφάλματα του οδηγού και είναι αυτονόητη η χρήση της- Μοντελοποίηση συνθηκών οδικής ασφάλειας- Το ερευνητικό έργο IN-SAFETY», Σημειώσεις στα πλαίσια του μαθήματος προηγμένα συστήματα μεταφοράς, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 2006
32. Μπρουζιώτη Κ., «Η συμβολή του εξοπλισμού της οδού στην οδική ασφάλεια. Η έννοια της αυτό-εξηγούμενης οδού», Διπλωματική Εργασία, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 2009
33. Pelletier M., Trepanier M., Morency C., "Smart Card data use in public transit", Transportation Research Part C, 557-568, 2011
34. European Commission, Information Society Technology, Systems and Services for the Citizen, TELEPAY Project, Telepayment System for Multimodal Transport Services using portable phones, Deliverable D 6.2, Final report, 2004

35. Παπαγεωργίου Μ., Πραστάκος Π., Κοτζίνος Δ., «On-line συστήματα πληροφοριών για μεταφορές: σχεδίαση και υλοποίηση με τη χρήση τεχνολογιών γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών στο Διαδίκτυο», 2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, Αθήνα, 2002
36. European Commission, Vehicle to vulnerable road user cooperative communication and sensing technologies to improve transport safety, Deliverable D 2.1 WATCH-OVER Project, 2010, Διαδικτυακός τόπος (website) www.watchover-eu.org
37. Πυργίδης Χ., «Συστήματα Σιδηροδρομικών Μεταφορών, Υποδομή, Τροχάιο Υλικό, Εκμετάλλευση», Εκδόσεις Ζητή, Θεσσαλονίκη, 2009
38. Tseng Y., Yue W., Taylor M., "The role of transportation in logistics chain", Proceedings of the Eastern-Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 1657-1672, 2005
39. Πανοπούλου Β., «Διαχείριση εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά. Προβληματισμοί και Προοπτικές», Διπλωματική Εργασία, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2010
40. Παπαγεωργίου Ι., «Μοντέλο προσομοίωσης φορτο-εκφόρτωσης εμπορευματοκιβωτίων σε τερματικούς σταθμούς», Διπλωματική Εργασία, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2008
41. Dell' Olio L., Dell' Olio F., Ibeas A., Cecin P., "Willingness to pay for improving service quality in a multimodal area", Department of Transport, University of Cantabria, Spain, 2011
42. Νανιόπουλος Α., «Συστήματα για ειδικές κατηγορίες μετακινούμενων και αρχές σχεδίασης συστημάτων μεταφοράς για όλους», Σημειώσεις στα πλαίσια του μαθήματος «Εφαρμογή των τεχνικών της κοινωνίας της πληροφορίας στις μεταφορές» του ΔΠΜΣ «Σχεδιασμός, Οργάνωση και Διαχείριση των Συστημάτων Μεταφορών», Θεσσαλονίκη, 2004
43. Wen-Chen Lee, Bor-wen Cheng, "Comparison of portable and onboard navigation system for the effects in real driving", Safety Science 48, pp. 1421-1426, 2010
44. Gaillet J. F., "Telematic Market facts and trends", Université Paris, 2004
45. European Commission, Common Vision Regarding Vehicle Systems, FESTA project, Deliverable D 3, Final Evaluation Report, 2008
46. European Commission, Socio-economic impact assessment of stand-alone and co-operative Intelligent Vehicle Safety Systems in Europe, Eimpact PROJECT,

Deliverable D 10 (included D 9), Final Report and Integration of results and perspectives for market introduction of IVSS, 2008

47. Walker W. E., Marchau V. A. W. J., Van der Pass J. W. G. M., Van Wee G.P., Vlassenroot S.H., "ISA implementation and uncertainty: a literature review and expert elicitation study", Accident Analysis and Prevention, AAP-2310, 2010

48. Vollrath M., Schleicher S., Gelau C., "The influence of Cruise Control and Adaptive Cruise Control on driving behavior- a driving simulator study", Accident Analysis and Prevention 43, pp. 1134-1139, 2010

49. LeBlanc D., Sayer J., Winkler C., Ervin R., Bogard S., Hagan M., Bareket Z., "Road Departure Crash Warning System", Intelligent Vehicle Initiative Road Departure Crash Warning System Field Operation Test (RDCW FOT) Project, Final Research Report, University of Michigan, 2006

50. Ζαρκαδούλα Μ., «Εναλλακτικά οχήματα- Πολιτικές και Εμπειρίες Εφαρμογής», Διπλωματική Εργασία, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2010

51. Λυμπερόπουλος Π., «Χρήση Εναλλακτικών και λοιπών καυσίμων στην κίνηση οχημάτων», Δ/ντής Τεχνολογίας Οχημάτων, Υ.Μ.Ε., Αθήνα, 2006

52. Κουτίνας Θ., «Εναλλακτικά καύσιμα», Σημειώσεις για το μάθημα Εναλλακτικά Καύσιμα, Πανεπιστήμιο Πάτρας, 2008

53. Σπέντζας Κ., «Ηλεκτροκίνητα Οχήματα στην Ελλάδα: Δυνατότητες και Προοπτικές», 3^η διεθνής έκθεση Εξοικονόμησης και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας EnergyRes, Αθήνα, 2009

54. Λαζάρου Σ., Παστρωμάς Σ., Γεωργίου Χ., «Ηλεκτρονικοί Μετατροπείς ισχύος για χρήση στα ηλεκτροκίνητα οχήματα», Ηλεκτρονικά Ισχύος, συστήματα ηλεκτρικής κίνησης και βιομηχανικές εφαρμογές, ΤΕΕ, Αθήνα, 2006

55. Διαδικτυακός τόπος (website) για συστήματα για άτομα με αναπηρίες: www.disabled.gr

56. Διαδικτυακός τόπος (website) για συστήματα για άτομα με αναπηρίες: www.motabilityoperations.co.uk



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000108314