



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»

ΕΥΦΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

Ιωάννης Παπαγιαννούλης

ΠΕΙΡΑΙΑΣ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011

Ευχαριστώ τη σύζυγό μου Άννα για την υπομονή
και την κατανόησή της και τα δύο μου αγγελούδια
την Νίκη και τον Κωνσταντίνο για τα χαμόγελά
τους που μου δίνουν δύναμη

Η εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού
προγράμματος του τμήματος Ψηφιακών Συστημάτων του
Πανεπιστημίου Πειραιά,

Επιβλέπων: Δρ. Ι. Παραβάντης

Δρ. Α. Κανάτας

Μέλος Επιτροπής: Δρ. Β. Α. Σταυρουλάκη

Πίνακας Περιεχομένων

Ευφυή Συστήματα Μεταφορών - (Intelligent Transportation Systems).....	7
1. Εισαγωγή στα ITS.....	7
2. Εξέταση περιπτώσεων εφαρμογής ITS και Βασικών Παραμέτρων Σχεδιασμού.....	13
2.1 Το παράδειγμα εφαρμογής συστημάτων ITS στην Κορέα.....	13
2.2 Η χρήση των ITS στην πολιτική μεταφορών του Κονέκτικατ	14
2.3 Ανάλυση στοιχείων κόστους των συστημάτων ITS	15
2.4 Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας σε αστικό περιβάλλον με τη χρήση ITS	17
2.4.1. Βασικές έννοιες.....	17
2.4.2 Συλλογή Δεδομένων	18
2.4.3 Κατηγοριοποίηση Δεδομένων	18
2.4.4. Απαιτήσεις και Ευθύνες.....	20
2.5 Τεχνολογία.....	21
2.6. Χρόνος ταξιδιού.....	22
2.7. Ψηφιακοί Οδικοί Χάρτες.....	22
2.8. Γεωγραφικά Πληροφορικά Συστήματα.....	23
2.9 Προσδιορισμός Θέσης.....	25
2.10 Κατάσταση Οδικών Δικτύων.....	26
2.11. Καθοδόν.....	27
2.12. Επεξεργασία Δεδομένων.....	28
2.13. Αποκωδικοποίηση πληροφορίας	29
2.14. Τεχνολογία.....	30
2.15. Υπολογιστής μέσα στο όχημα	31
2.16. Διαδίκτυο	34
2.17. Επίδραση του Ηλεκτρονικού Εμπορίου	35

2.18. Τρέχουσες Εφαρμογές ITS	36
2.18.1 Αυτόματα διόδια	36
2.18.2. Πληροφορίες σχετιζόμενες με το χρόνο διαδρομής	38
2.19. Ζητήματα αξιολόγησης.....	38
2.19.1 Χρήση του συστήματος	39
2.19.2 Οικονομική Βιωσιμότητα	39
2.19.3 Πολιτική αποδοχή	39
2.19.4 Ανταγωνιστική Ουδετερότητα.....	40
2.19.5 Οριζόντια Συμβατότητα.....	40
3. Ευφυή Συστήματα Μεταφορών στην Ελλάδα	41
3.1. Χρήση δεδομένων σχετικά με το οδικό δίκτυο, την κυκλοφορία και τις μετακινήσεις.....	42
3.1.1. Υπηρεσίες πληροφόρησης για την κυκλοφορία σε πραγματικό χρόνο	43
3.1.2. Υπηρεσίες πληροφόρησης για τις πολυτροπικές μετακινήσεις.....	44
3.2 Παροχή υπηρεσιών ITS για τη διαχείριση της κυκλοφορίας και των εμπορευματικών μεταφορών	45
3.2.1 Τρέχουσες δραστηριότητες υπηρεσιών ITS για τη διαχείριση της κυκλοφορίας και των εμπορευματικών μεταφορών στην Ελλάδα	46
3.3 Εφαρμογές ITS σχετικά με την οδική ασφάλεια και την προστασία	49
3.3.1 Παροχή ενός διαλειτουργικού ευρωπαϊκού συστήματος eCall	49
3.3.2 Ασφάλεια των χρηστών του οδικού δικτύου	50
3.3.3 Ενσωμάτωση προηγμένων συστημάτων υποβοηθούμενης οδήγησης στα οχήματα και τις οδικές υποδομές.....	51
3.4 Σύστημα Τηλεματικής εντοπισμού λεωφορείων, διαχείρισης κυκλοφορίας και πληροφόρησης επιβατών ΟΑΣΘ	51
3.4.1 Διαχείριση Συγκοινωνιακού Έργου (Εντοπισμός λεωφορείων και διαχείριση της κυκλοφορίας)	51

3.4.2	Συστήματα εντός του οχήματος: «Εξυπνο Λεωφορείο»	53
3.4.3	Συστήματα ΟΑΣΘ για Πληροφόρηση των Επιβατών	53
3.5	Ενιαίο αυτόματο σύστημα συλλογής κομίστρου ΟΑΣΑ	54
3.5.1	Στοιχεία Διαλειτουργικότητας και προτύπων	55
3.5.2	Αναμενόμενα αποτελέσματα	56
3.6	Υπηρεσίες Τηλεματικής για Εξυπηρέτηση και Ενημέρωση χρηστών Οδικού Δικτύου "ΕΞΥΠΙΝΗ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ"	56
4.	Εφαρμογές Ευφύων Συστημάτων Μεταφορών στην Αερομεταφορές	58
4.1	Διαχείριση Εναέριας Κυκλοφορίας	58
4.1.1	Διαχείριση Εναέριου Χώρου	58
4.1.2	Διαχείριση Εναέριας Χωρητικότητας και Ροής Κυκλοφορίας (ATFCM)	59
4.1.3	Έλεγχος Εναέριας Κυκλοφορίας (ATC).....	60
4.1.4	Μελλοντική Εξέλιξη στην Διαχείριση Εναέριας Κυκλοφορίας στην Ευρώπη	60
4.1.5	Ενιαίος Ευρωπαϊκός Ουρανός	61
4.1.6	Λειτουργικά Τμήματα Εναέριου Χώρου (FAB).....	61
4.1.7	SESAR, Ευρωπαϊκό Ερευνητικό Πρόγραμμα για την υλοποίηση του Ενιαίου Ευρωπαϊκού Ουρανού στη Διαχείριση Εναέριας Κυκλοφορίας	63
4.2.	Συστήματα Παρακολούθησης Κινήσεων Εδάφους σε Αεροδρόμια.....	65
4.2.1	Ραντάρ Επιφάνειας.....	68
4.2.1	Χρήση Βιντεοκάμερας και Επεξεργασίας Εικόνας	69
4.2.3	Εντοπισμός και αναγνώριση μέσω Βίντεο.....	70
4.2.4	Θέματα Οπτικών Ανιχνευτών	71
4.2.5.	Συμπεράσματα και Αξιολόγηση των ITS Συστημάτων σε Αεροδρόμια	72
5.	Συμπεράσματα	74
5.1	Ανασκόπηση	74
5.2	Συμπεράσματα	75

5.3 Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη.....79

Βιβλιογραφικές Αναφορές.....81

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΑΙΑ

Ευφυή Συστήματα Μεταφορών - (Intelligent Transportation Systems)

1. Εισαγωγή στα ITS

Τα Ευφυή Συστήματα Μεταφορών (Intelligent Transport Systems-ITS) είναι ένας συνδυασμός τεχνολογιών πληροφόρησης και επικοινωνιών εφαρμοσμένων στον τομέα των μεταφορών με στόχο την αποδοτικότερη, ασφαλέστερη και οικονομικότερη κυκλοφορία των ατόμων ή των εμπορευμάτων κάνοντας χρήση των νέων τεχνολογιών, επιτρέποντας την παροχή πληροφορίας σε πραγματικό χρόνο σε όλους τους εμπλεκόμενους στη μεταφορική διαδικασία.

Τα ITS έχουν εφαρμογή σε οδικά, σιδηροδρομικά, θαλάσσια και εναέρια συστήματα μεταφορών με σκοπό να βελτιώσουν την ασφάλεια, την ποιότητα του περιβάλλοντος, να μειώσουν το κόστος και τον χρόνο της μεταφοράς.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μεγάλη προσήλωση στα συστήματα μεταφορών, στην αυξανόμενη σημασία τους και φυσικά στον αλληλοσχετιζόμενο ρόλο που έχουν και την συμπληρωματικότητα τους. Με δεδομένη την διαθεσιμότητα των συντελεστών της παραγωγής (δηλαδή το περιορισμένο εργατικό δυναμικό, κεφάλαιο, πρώτες ύλες και καύσιμα), ο ρόλος των συστημάτων αυτών έχει καταστεί κρίσιμος για να επιτευχθεί ποιοτική και αποδοτική μετακίνηση και μεταφορά (είτε βιομηχανική μεταφορά, είτε ιδιωτική, είτε μετακίνηση κοινού με μέσα μαζικής μεταφοράς),

Κατά τον Abdulhai και Katann (2003: 981) η πραγματική ουσία των έξυπνων πληροφοριακών συστημάτων έγκειται στην αντιμετώπιση των δικτύων μεταφορών με έλεγχο σε πραγματικό χρόνο. Κατά συνέπεια η σε πραγματικό χρόνο παρακολούθηση, διάγνωση, σχηματισμός και αποκωδικοποίηση του ελέγχου είναι απαραίτητη στην υλοποίηση ITS .

Κατά τους Abdulhai και Katann (2003) τα προβλήματα της εκτέλεσης της μη βέλτιστης διαδρομής (πχ μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από το αναμενόμενο) μπορούν να λυθούν αν ληφθεί μία σειρά μέτρων που εφαρμόζει ταχύτερο έλεγχο του όλου συστήματος κάνοντας ελέγχους σε τμήματα του συστήματος και όχι στο όλο του.

Τα συστήματα ITS χρησιμοποιούνται από καθημερινούς ανθρώπους και χρησιμοποιούν μία σειρά από τεχνολογικά επιτεύγματα όπως ο ηλεκτρονικός υπολογιστής και το GPS. Οι βιομηχανικοί χρήστες των ITS, όπως ειδικά οι αερομεταφορείς, προσδοκούν οφέλη, μιας και υπάρχουν περιορισμοί στη χρήση αεροδιαδρόμων και αεροδρομίων, το κόστος των καυσίμων είναι υψηλό και οι απαιτήσεις εξυπηρέτησης του καταναλωτικού/επιβατικού κοινού αυξάνονται ταυτόχρονα με την αύξηση του όγκου των πραγματοποιούμενων αερομεταφορών.

Στα ITS μπορεί να δοθεί επίσης και ο ακόλουθος ορισμός: «τα ITS είναι ένα ανερχόμενο παγκόσμιο φαινόμενο που περιλαμβάνει μια μακρά σειρά από διαφορετικές τεχνολογίες εφαρμοσμένες έτσι ώστε οι μετακινήσεις να σώζουν ζωές, χρήματα και χρόνο» (Vahid και Sayed 2003:970).

Είναι προφανές πως ο πρωταρχικός στόχος των ITS είναι η εξοικονόμηση πόρων αλλά η ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής και των αγαθών και η ανάγκη για μέτρηση της αποτελεσματικότητας των εναλλακτικών μεταφορικών μέσων είναι επίσης σημαντικά στο ρόλο και την χρήση αυτών των συστημάτων.

Οι Nelson, Blundell, Pettitt και Thomson (2001) όρισαν τα συστήματα ITS ως απλά την εφαρμογή της διαχείρισης πληροφορίας και των τεχνολογικών επικοινωνιών (συχνά αναφερόμενες ως τηλεματική) στην αντιμετώπιση των προβλημάτων κίνησης και μεταφορών.

Συστήματα ITS μπορεί να εφαρμοστούν σε κάθε μέσο μεταφοράς και σε εφαρμογές λειτουργίας και διαχείρισης δημόσιων και ιδιωτικών τρόπων ή μέσων μεταφοράς και συγκοινωνίας (πχ. Μέσα τιμολόγησης και συστημάτων πληροφόρησης επιβατών, τιμολόγηση ανάλογα με την χρήση του δρόμου, καθοδήγηση διαδρομών και μέτρα εφαρμογής).

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν τον τρόπο μετακίνησης των επιβατών αλλά και των καναλιών διανομής των αγαθών που οι επιχειρήσεις παραγάγουν. Γιατί για παράδειγμα να ακολουθηθεί μία μετακίνηση με το πλοίο και όχι με το αεροπλάνο για τον ίδιο τόπο αναχώρησης και τελικού προορισμού; Τα βασικά στοιχεία και μεταβλητές που επηρεάζουν τον τρόπο μετακίνησης είναι οι εξής: χρονικό διάστημα τέλεσης της διαδρομής, κόστος συνολικής μετακίνησης, άνεση επιβατών κατά την διαδρομή και η γεωγραφική εγγύτητα από τον τόπο αναχώρησης και προορισμού του επιβάτη.

Σε ότι αφορά τη μεταφορά αγαθών (ως εμπορευμάτων) υπάρχουν πολλές εναλλακτικές λύσεις αλλά και περιορισμοί (όγκος, βάρος, κόστος) για την επιλογή ενός μεταφορικού μέσου αντί ενός άλλου (με την εξαίρεση βέβαια αναγκών συνδυασμένης μεταφοράς).

Αναλυτικότερα, τα τυπικά στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη στον τρόπο μετακίνησης αγαθών είναι τα εξής: ευπάθεια του προϊόντος, κόστος μετακίνησης (και η δυνατότητα μετακύλισης στον τελικό καταναλωτή), ελαστικότητα της ζήτησης. Τέλος ακόμα και τοπικές παραδόσεις και συνήθειες, προσκολλημένες σε συγκεκριμένους τρόπους μεταφορών επηρεάζουν επίσης μια τέτοια απόφαση.

Οι εμπορικές συμμαχίες είναι άλλος ένας σημαντικός παράγοντας όπως φυσικά και το νομικό-κανονιστικό πλαίσιο μεταφορών κάθε χώρας και οι διεθνείς όροι μεταφορών ανθρώπων και αγαθών (πχ Cost Insurance Freight και Free On Board ως διεθνείς όροι μεταφορών).

Σύμφωνα με τους Vahidi και Sayed (2003) τα συστήματα ITS είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να συνεισφέρουν στην βελτίωση της επίχειας μετακίνησης αυξάνοντας την κινητικότητα και βελτιώνοντας το επίπεδο της υπηρεσίας και ασφάλειας, μειώνοντας παράλληλα την κατανάλωση καυσίμου και το αντίκτυπο στο περιβάλλον. Αυτά τα συστήματα βελτιώνουν την δυνατότητα των μεταφορικών συστημάτων και υπηρεσιών έτσι ώστε να μετακινούν ανθρώπους, αγαθά και πληροφορίες αποτελεσματικά και με ασφάλεια.

Σήμερα οι εφαρμογές στις μεταφορές που κάνουν χρήση τέτοιων έξυπνων συστημάτων είναι περισσότερο ευρείες και πολύ πιο σύνθετες, περιλαμβάνοντας συστήματα διοίκησης της κίνησης, ελέγχου των διαδρομών, ενσωματώνοντας πρόληψη ατυχημάτων και πληροφορίες επιβάτη ή χειριστή που βοηθούν στην βέλτιστη ροή πάνω σε μία ευρεία

περιοχή, επιτρέποντας την εκτροπή σε εναλλακτικές διαδρομές με διαθεσιμότητα χώρου (πχ. σε περιπτώσεις δυστυχημάτων).

Κάποιος θα μπορούσε να αναγνωρίσει ύπαρξη ευφύων συστημάτων μεταφορών ακόμα και σε περιόδους με πενιχρά τεχνολογικά μέσα. Τέτοιο παράδειγμα πρώιμων συστημάτων μπορούν να θεωρηθούν οι πρώτοι φωτεινοί σηματοδότες, τα συστήματα αεροναυτιλίας κατά τον Β' παγκόσμιο πόλεμο καθώς και η επέκταση της χρήσης τους μετέπειτα στην μετακίνηση πολιτών.

Τότε, όπως ακριβώς και τώρα, κυρίαρχος στόχος των έξυπνων αυτών συστημάτων ήταν η ασφαλής, άνετη και ικανή σε όγκο επιβατών μετακίνηση με έναν συστηματικό τρόπο στα πλαίσια μιας επιστημονικής αντιμετώπισης των καταστάσεων μετακίνησης.

Τα συστήματα ευφύους μετακίνησης είναι μία έννοια φυσικά που στην σύνθεση της έχει πολλά επιμέρους στοιχεία και μεταβλητές αλλά και τρόπους εφαρμογής. Ένα παράδειγμα συστημάτων μετακίνησης (που συνδέεται στενά με τα ITS) είναι τα αυτοματοποιημένα συστήματα υποβοηθούμενης οδήγησης σε εναλλασσόμενα περιβάλλοντα μεταφορών. Συγκεκριμένα κατά τους Schulze, Behling και Buhr (2008) το κύριο έργο της μεταφοράς υλικών είναι να προμηθεύει και να διανέμει λειτουργικές μονάδες, όπως μηχανές, εργοστάσια και να ελέγχει περιοχές εργασίας μέσα σε προκαθορισμένο χρόνο. Μια αποτυχία στην ροή υλικών μπορεί να οδηγήσει σε πάγωμα της παραγωγής ή σε κατώτερη ποιότητα προϊόντος. Αυτό τονίζει την σημασία μίας αποτελεσματικής ροής υλικών για την ικανοποίηση αυτών των επιχειρησιακών αναγκών σε μονάδες παραγωγής.

Οι Schulze, Behling και Buhr (2008) τόνισαν ότι η ροή υλικών είναι μια διαδικασία μέσα στο εργοστάσιο, που δεν δημιουργεί προστιθέμενη αξία. Μολαταύτα, εγγυάται ότι οι διαδικασίες προστιθέμενης αξίας μέσα στις επιχειρήσεις μπορούν να γίνουν με αποτελεσματικά. Σε αυτό το πλαίσιο παρουσιάζεται το δομικό πλεονέκτημα των αυτόματα κατευθυνόμενων συστημάτων οδήγησης με έμφαση στην υψηλή τους ευελιξία και αποτελεσματικότητα, με σημαντικότερο πλεονέκτημα ότι οι μονάδες μεταφοράς είναι προγραμματισμένες και υπολογισμένες σύμφωνα με προσχεδιασμένες στρατηγικές. Η αυτοματοποίηση έχει επίσης σημαντική συνεισφορά στην δυνατότητα προσδιορισμού και καταγραφής των πρώτων υλών που απαιτούνται παγκοσμίως.

Σε έναν άλλο τομέα εφαρμογής ITS, τα οδικά συστήματα αυτοματοποιημένου ελέγχου, υπάρχει συνήθως υψηλή αυτονομία καθώς αναπτύσσονται και κατασκευάζονται για τις ανάγκες μία συγκεκριμένης εφαρμογής και για αυτό είναι συνήθως μοναδικά. Εξαιτίας όμως αυτής της μοναδικότητας ένα συγκεκριμένο πρόβλημα είναι η ευρεία ποικιλία των απαιτήσεων συντήρησης των μεταφορικών μονάδων. Απαιτείται προτυποποίηση ώστε να επιτευχθεί επιπλέον αυτοματοποίηση τέτοιων συστημάτων. Επιπρόσθετα, με την προτυποποίηση μειώνεται η πολυπλοκότητα και διασφαλίζεται η συμβατότητα μεταξύ των διαφόρων εφαρμογών.

Κάθε νέο σύστημα στην εφαρμογή του απαιτεί προσεκτικούς χειρισμούς, ιδιαίτερη εξοικείωση αλλά και μία προσεκτική θεώρηση ώστε να διασφαλιστεί ότι ανταποκρίνεται στις πραγματικές συνθήκες και ανάγκες μεταφοράς και όχι μόνο στην ηλεκτρονική προσομοίωση της όλης λύσης.

Σε σχέση με τους χρήστες των ITS, ο Lansdow (2000) έκανε μια ενδιαφέρουσα μελέτη για την οπτική αφοσίωση των οδηγών των ευφυών συστημάτων, την βοήθεια που τα ITS παράσχουν στον οδηγό αλλά και την πιθανή εκτροπή της προσοχής του όταν αυτός πρέπει να κοιτάζει πίνακες οργάνων, φωτεινές ενδείξεις και να λαμβάνει ηχητικές οδηγίες. Οι συμβατικές ενδείξεις των οχημάτων προσφέρουν στον οδηγό την πληροφορία για το επίπεδο του εύρους πολλών διαφορετικών παραμέτρων. Απλές ενδείξεις δείχνουν την ποσότητα καυσίμου, την ταχύτητα του οχήματος και την θερμοκρασία της μηχανής. Βέβαια, δεν απαιτείται η διαρκής παρακολούθηση αυτών των ενδείξεων από τον οδηγό για ασφαλή έλεγχο του οχήματος. Έτσι, κάποιες λειτουργίες ενδείξεων σε οχήματα (πχ θερμοκρασία), έχουν συνήθως επιπρόσθετες προειδοποιήσεις που υποδεικνύουν μία μη αναμενόμενη ή επικίνδυνη κατάσταση.

Ο Lansdow (2000) τονίζει πως οι πρόσφατες εξελίξεις στα ευφυή συστήματα μεταφορών κάνουν δυνατή την εισαγωγή μέσα στο όχημα πληροφοριακών ενδείξεων πολύ πιο πολύπλοκης φύσης, όπως η καθοδήγηση πορείας μέσω της χρήσης πολλών πρωτότυπων συστημάτων που παρήχθησαν τα τελευταία χρόνια. Αυτά τα συστήματα αντανακλούν μία ευρεία γκάμα προσεγγίσεων στην παρουσίαση της πληροφορίας. Κάποια έχουν χρησιμοποιήσει σχετικά απλές, συμβολικές στατικές απεικονίσεις πληροφοριών ενώ άλλα έχουν χρησιμοποιήσει πολύχρωμους κινούμενους χάρτες. Το κρίσιμο ερώτημα που εγείρεται είναι κατά πόσο μπορεί η εισαγωγή λεπτομερειακών πληροφοριακών

απεικονίσεων να αποσπάσει την προσοχή του οδηγού από τα πρωταρχικά του καθήκοντα (π.χ. να διατηρήσει ασφαλή έλεγχο του οχήματος). Η έρευνα πάνω στο αντίκτυπο των νέων πληροφοριακών συστημάτων σε πραγματικά και προσομοιωμένα περιβάλλοντα παραμένει θέμα σημαντικού ενδιαφέροντος.

Σε ότι αφορά την χρήση των ITS σε συνάρτηση με την οικονομική κατάσταση της χώρας και το μορφωτικό επίπεδο του πληθυσμού, παρουσιάζονται ιδιαίτερα χαρακτηριστικά σε πολλές μεταβατικές οικονομίες. Για παράδειγμα σε χώρες όπως η Ινδία, η Κίνα και η Ν. Κορέα, στις οποίες δεν υπάρχουν ανεξάντλητοι υλικοτεχνικοί πόροι αλλά υπάρχουν οικονομίες έντασης εργατικού δυναμικού, τα συστήματα ITS είναι ζωτικής σημασίας λόγω των ανεξάντλητων και συνεχώς αυξανόμενων αναγκών για μετακίνηση εργατικού δυναμικού στους τόπους παραγωγής αλλά επίσης και της ανάγκης μεταφοράς των τελικά παραγόμενων αγαθών σε χώρες που έχουν αγορές με ζήτηση.

Οι Nelson et al (2001) υποστηρίζουν ότι τα συστήματα ITS είναι η μια πιθανή λύση σε προβλήματα μεταβατικών οικονομιών όπως η Κορέα. Ωστόσο, υπάρχουν και άλλες ισχυρές και συχνά διαφορετικές απόψεις για την καταλληλότητα των λύσεων των ευφυών μεταφορικών συστημάτων σε μεταβατικές οικονομίες. Σε κάθε περίπτωση, δεδομένων των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν αυτές οι χώρες, θα φαινόταν σε κάθε περίπτωση σημαντικό να ισχυροποιηθεί η δυνατότητα εφαρμογών συστημάτων ITS.

2. Εξέταση περιπτώσεων εφαρμογής ITS και Βασικών Παραμέτρων Σχεδιασμού

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζονται περιπτώσεις εφαρμογών ευφυών συστημάτων μεταφορών, των παραμέτρων τους (σχεδιασμός, τεχνολογία) καθώς και των ζητημάτων τεχνολογίας και απόδοσης. Έμφαση δίνεται σε συστήματα διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας καθώς είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα.

2.1 Το παράδειγμα εφαρμογής συστημάτων ITS στην Κορέα

Η Κορέα ήταν μία από τις χώρες που προσπάθησε να εφαρμόσει ITS (Nelson et al (2001: 59), έχοντας στόχο την τεχνολογική καινοτομία, την αντιμετώπιση της αυξανόμενης ζήτησης λαμβάνοντας υπόψη την σχετικά μικρή γεωγραφική απόσταση για τον όγκο του πληθυσμού και τις κάποιες φορές πεπαλαιωμένες υποδομές και την παλαιότητα των μέσων μεταφοράς (ιδιωτικής ή/και δημόσιας). Το σχέδιο για την εφαρμογή ITS στην Κορέα περιελάμβανε τα ακόλουθα σημεία:

- Ρύθμιση οδηγιών ITS ώστε να ανταποκρίνονται στις εθνικές ανάγκες
- Συστηματική εφαρμογή έργων ITS
- Παροχή καθαρών στόχων και μέτρων για εφαρμογή ITS
- Ανάπτυξη τεχνολογιών ITS

Το σχέδιο εφαρμογής στην Κορέα χρησιμοποίησε 5 βασικά συστήματα ITS όπως ATMS, πληροφοριακά συστήματα προχωρημένου επιβάτη (ATIS), APTS, CVO και συστήματα προχωρημένου ελέγχου οχήματος και διαχείρισης αυτοκινητόδρομων (AVHS). Η εφαρμογή αυτού του σχεδίου, βρήκε εμπόδιο στην έλλειψη σχετικού νομικού πλαισίου, που μεταφράστηκε σε δυσκολία για την υλοποίηση των έργων και την εξασφάλιση των απαραίτητων κεφαλαίων από το Υπουργείο Κατασκευών και Μεταφορών της χώρας. Μια περαιτέρω δυσκολία ήταν η έλλειψη αυτοματοποίησης για όλα τα τμήματα του

συστήματος. Ένα σχέδιο για την εθνική εφαρμογή του ITS ανεπτύχθη σε διαδοχικές φάσεις με στόχους σε κάθε φάση.

Η Φάση 1 (το βραχυχρόνιο σχέδιο) εφαρμόστηκε μεταξύ 1996 και 2000. Σε αυτή τη φάση εγκαταστάθηκε ο κεντρικός σχεδιασμός, εφαρμόστηκαν έργα επίδειξης και υλοποιήθηκαν έργα στην μητροπολιτική περιοχή της Σεούλ. Στην Φάση 2 (η μέση περίοδος 2001-5) οι υπηρεσίες ITS επεκτάθηκαν σε άλλες μεγάλες πόλεις, και στην Φάση 3 (η μακροχρόνια περίοδος 2006-10) δίνεται έμφαση σε επέκταση σε όλη την χώρα και στην ανάπτυξη και εφαρμογή των νέας γενιάς τεχνολογιών ITS.

2.2 Η χρήση των ITS στην πολιτική μεταφορών του Κονέκτικατ

Εφαρμογές ευφών συστημάτων μεταφορών δεν αφορά μόνο τις χώρες του αναπτυσσόμενου κόσμου αλλά και βιομηχανικά ανεπτυγμένες χώρες με επαρκείς υποδομές σε δίκτυα διανομής και μεταφορών.

Κατά τους Annino και Cromley (2005), εξαιτίας των ανοδικών τάσεων στον όγκο της κίνησης στις εθνικές οδούς, η δημόσια προσοχή έχει επικεντρωθεί στην βελτίωση των υπάρχοντων επιχειρησιακών συστημάτων μέσω χρήσης των ITS. Τέτοια συστήματα, συγκεντρώνουν όχι μόνο προσοχή αλλά και επενδύσεις από ομοσπονδιακά, κρατικά και τοπικά κυβερνητικά σχήματα στην προσπάθεια να επιτευχθούν ασφαλέστεροι, πιο αποτελεσματικοί αυτοκινητόδρομοι για έναν συνεχώς αυξανόμενο αριθμό μετακινήσεων και οχημάτων.

Τα ITS περιλαμβάνουν πολλές συνδυαζόμενες τεχνολογίες όπως χρήση βιντεοκάμερας, προβολές πληροφοριακών μηνυμάτων, ψηφιακές ασύρματες εκπομπές, κλειστά κυκλώματα παρακολούθησης και άλλες εξειδικευμένες επικοινωνιακές συσκευές για την καταγραφή του όγκου της κυκλοφορίας, την αποκωδικοποίηση της επιβατικής πληροφορίας σε πραγματικό χρόνο και την ειδοποίηση για καταστάσεις έκτακτης ανάγκης.

Η ανάπτυξη και εφαρμογή των ITS έχει μεν κόστος, αλλά δεν υπάρχει πραγματική εκτίμηση των αλλαγών στην συμπεριφορά των οδηγών σε σχέση με τις πληροφορίες που λαμβάνονται από τεχνολογίες ITS. Υπάρχει κάποια ανησυχία κατά πόσο οι οδηγοί

εκλαμβάνουν την πληροφορία παρεχόμενη από συστήματα ITS σαν ένα δυναμικά μεταβαλλόμενο μήνυμα και κατά πόσο στην πράξη προσαρμόζουν την κανονική οδηγική τους συμπεριφορά σε αυτά τα μηνύματα.

Οι πληροφορίες διαδρομών διανέμονται με μία ποικιλία τρόπων που περιλαμβάνουν ραδιοφωνικές αναφορές, ιστοσελίδες στον διαδίκτυο, τηλεοπτικές προβολές και μετάδοση μηνυμάτων σε πληροφοριακούς πίνακες.

Αν οι οδηγοί στην πράξη ανταποκρίνονται και αποκλίνουν από τις κανονικά συνηθισμένες διαδρομές τους σαν ένα αποτέλεσμα των λαμβανόμενων μηνυμάτων μέσω ITS, συμπεραίνεται πως αυτή η τεχνολογία έχει κάποια αξία στους ταξιδιώτες. Έτσι, τα πληροφοριακά συστήματα ITS (όπως τα συστήματα προχωρημένου επιβάτη ATIS), μπορεί ή μπορεί να μην επηρεάζουν την λήψη απόφασης σε σχέση με την επιλογή διαδρομής.

Για να υφίσταται επίδραση του ITS στις συνθήκες μετακίνησης, απαιτείται να υπάρχει δημόσια αποδοχή των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται, μαζί με την θέληση των οδηγών, ειδικά κατά την καθημερινή μετακίνηση ή τα μακρινά ταξίδια, να χρησιμοποιήσουν την πληροφορία ώστε να προσαρμόσουν την οδηγική τους συμπεριφορά σε σχέση με τις συνθήκες του οδοστρώματος.

2.3 Ανάλυση στοιχείων κόστους των συστημάτων ITS

Κατά τους Leviakangas και Lahesmaa (2002), οι υπεύθυνοι μεταφορών και οι διαχειριστές μεταφορικών υποδομών, επενδύουν αυξανόμενα σε συστήματα ITS. Αυτό είναι αποτέλεσμα συχνά εναλλασσόμενων και συσχετιζόμενων τάσεων. Αρχικά, η τεχνολογία ωρίμασε στο σημείο ώστε να επεκτείνεται διαρκώς σε άλλα πεδία της κοινωνίας όπως η μετακίνηση και οι υποδομές, πέρα από τις στρατιωτικές εφαρμογές και την διανομή καταναλωτικών αγαθών στην οποία περιοριζόταν αρχικά.

Επιπλέον, όσο η αγορά γίνεται πιο κορεσμένη, οι πραγματικές τιμές των τεχνολογικών αγαθών πέφτουν. Η ασύρματη κινητή επικοινωνία είναι μία από τις βασικές τεχνολογίες

που σχετίζεται με τα ITS και σε αυτόν τον τομέα υπήρξε σημαντική μείωση τιμών χονδρικής της τάξης του 85% στα κινητά τηλέφωνα τα τελευταία 10 χρόνια.

Τέλος, εξαιτίας του κορεσμού της αγοράς, περισσότεροι άνθρωποι έχουν πρόσβαση σε προηγμένες τεχνολογίες και εφαρμογές, οι χρήστες είναι αυξανόμενα συνηθισμένοι σε διαφορετικούς τύπους υπηρεσιών που παρέχονται από νέες τεχνολογίες επικοινωνιών. Η αποδοχή των καταναλωτών είναι έτσι πιο άμεσα εφικτή από ότι μια δεκαετία πριν, σε ότι αφορά τόσο το κόστος όσο και την εξοικείωση. Συνοψίζοντας, η αγορά των ITS μεγαλώνει ραγδαίως και φαίνεται να υπάρχει και ζήτηση για την υπηρεσία από τους καταναλωτές αλλά και ενδιαφέρον από τους παρόχους.

Παρά το ότι οι επενδύσεις σε ITS στην πραγματικότητα αυξάνονται, συγκρινόμενες με αυτές των συμβατικών φυσικών υποδομών μοιάζουν να μειώνονται. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα στις αναπτυγμένες οικονομίες όπου η πεπαλαιωμένη υποδομή χρειάζεται άμεση αντικατάσταση.

Το Φινλανδικό Υπουργείο Μεταφορών και Επικοινωνιών εκτιμά ότι η αναβάθμιση και αλλαγή των υπάρχοντων οδικών δικτύων μπορεί να γίνει μόνο κάθε 100 χρόνια αν οι προϋπολογισμοί για κατασκευή δρόμων παραμείνουν στα τωρινά τους επίπεδα. Αυτή η περίοδος είναι πολύ μακρά για την υποδομή ώστε να διατηρήσει το επίπεδο των υπηρεσιών της. Το Φινλανδικό Υπουργείο επίσης, δεν βλέπει καθόλου πιθανότητες για ριζικές αλλαγές στους προϋπολογισμούς στο άμεσο μέλλον. Ταυτόχρονα, η βελτίωση της χωρητικότητας φαίνεται σαν αντικρουόμενος στόχος στην διατήρηση της ποιότητας μετακίνησης. Για αυτό το λόγο τα συστήματα ITS παρέχουν μία λογική λύση για την χρήση των υπάρχοντων δυνατοτήτων των υποδομών με πιο αποτελεσματικό τρόπο που είναι ταυτόχρονα αποδεκτός στην επίδρασή του για την προστασία του περιβάλλοντος.

2.4 Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας σε αστικό περιβάλλον με τη χρήση ITS

2.4.1. Βασικές έννοιες

Τα ITS περιλαμβάνουν την εφαρμογή προχωρημένων τεχνολογιών για να βοηθήσουν στην μείωση του κόστους των μεταφορικών συστημάτων, κάνοντας «έξυπνη χρήση των προχωρημένων ηλεκτρονικών και επικοινωνιακών τεχνολογιών για να ενώσουν ανθρώπους, οχήματα και δρόμους σε συνδυασμένα, έξυπνα συστήματα» (Nissan, 1998).

Χρησιμοποιώντας την πρόοδο στην τεχνολογία (ηλεκτρονική και τηλεπικοινωνιακή) τα ITS έχουν την δυνατότητα να:

- i. να μειώσουν τα κόστη διανομής των φορτίων
- ii. να αυξήσουν την παραγωγικότητα των τοπικών μεταφορικών οχημάτων
- iii. να αυξήσουν την αξιοπιστία των εμπορικών μεταφορικών διαδικασιών
- iv. να αυξήσουν την ασφάλεια
- v. να αυξήσουν την δυνατότητα των αστικών συστημάτων μεταφορών (χωρίς να προσφέρουν επιπρόσθετη υποδομή κίνησης).

Τα ITS διαθέτουν δύο βασικά στοιχεία, την εξυπνάδα και την ενσωμάτωση. Η εξυπνάδα έγκειται στο να αποκτάται γνώση μέσα από την συλλογή δεδομένων και την επεξεργασία της πληροφορίας. Η ενσωμάτωση σχετίζεται με τη διασύνδεση και συντονισμό των βασικών στοιχείων των συστημάτων.

Τα κέρδη στην αποτελεσματικότητα διαμέσου της μείωσης στην καθυστέρηση και τα κόστη της κίνησης μπορούν να επιτευχθούν αναπτύσσοντας συνδυασμένα πληροφοριακά συστήματα. Αυτό επίσης θα οδηγήσει σε μείωση περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων που σχετίζονται με την διακίνηση φορτίων μέσα σε αστικές περιοχές.

Τα ITS προσφέρουν μία ευρεία γκάμα ευκαιριών για ανάπτυξη αποτελεσματικών λύσεων διαχείρισης σε εφοδιαστικές αλυσίδες αστικού περιβάλλοντος. Με περιορισμένα

κεφάλαια και χώρο για νέους δρόμους σε πολλές πόλεις, υπάρχει πραγματική ανάγκη για πιο εξειδικευμένες διαδικασίες και αποτελεσματικότερη χρήση των υπαρχόντων συστημάτων μεταφορών.

Με την αυξανόμενη χρήση των μεταφορών “Just-in-Time” υπάρχουν αυξημένες απαιτήσεις στα μεταφορικά μέσα για αυξημένη απόδοση σε συνδυασμό με ευελιξία (OECD, 1992).

Η διαχείριση εφοδιαστικών αλυσίδων αστικών περιοχών με χρήση ITS, βασίζεται κατά κανόνα στην οριζόντια ενσωμάτωση δεδομένων που περιλαμβάνουν και την ανταλλαγή πληροφοριών ανάμεσα σε οργανισμούς. Αυτό προϋποθέτει έναν υψηλό βαθμό συνεργασίας και συμμόρφωσης, καθώς τα συστήματα πρέπει να είναι συμβατά ανάμεσα στους οργανισμούς.

Τα ITS γενικά αποτελούνται από τα ακόλουθα τρία στοιχεία:

- i. συλλογή δεδομένων,
- ii. επεξεργασία δεδομένων,
- iii. αποκωδικοποίηση της πληροφορίας.

2.4.2 Συλλογή Δεδομένων

Ένα σημαντικό στοιχείο των ITS περιλαμβάνει την συλλογή των δεδομένων που προσφέρουν τα στοιχεία για τις διαδικασίες διοίκησης και χειρισμών. Τυπικά απαιτείται μια μεγάλη ποικιλία δεδομένων για εφαρμογές διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας σε αστικά περιβάλλοντα.

2.4.3 Κατηγοριοποίηση Δεδομένων

Τα ITS τυπικά περιλαμβάνουν την ενσωμάτωση διαφόρων τύπων δεδομένων που μπορούν να χαρακτηριστούν από την ιδιαίτερή τους μεταβλητότητα, βεβαιότητα και πηγή, όπως ταξινομούνται παρακάτω.

- I. Μεταβλητότητα:
- i. στατική (διαρκής),
 - ii. δυναμική (αλλάζει συχνά)
- II. Βεβαιότητα:
- i. αποφασιστική (σίγουρη),
 - ii. πιθανή (τυχαία),
 - iii. αμφίβολη (υπερβολικά γενικευμένη)
- III. Πηγή:
- i. Δημόσιος τομέας (κρατικές αρχές),
 - ii. Ιδιωτικός τομέας (δεδομένα διαχείρισης πελατών)

Στον πίνακα που ακολουθεί, κατηγοριοποιούνται τα παραπάνω χαρακτηριστικά.

	Μεταβλητότητα	Βεβαιότητα
Εξειδίκευση του συστήματος		
Γεωμετρία μεταφορικού συστήματος και κανονισμοί	Στατική	Αποφασιστική
Διακλώματα χρήσης γης	Στατική	Αποφασιστική
Απαιτήσεις του συστήματος		
Όγκος ιστορικής κίνησης και άλλα χαρακτηριστικά οχημάτων	Στατική	Αποφασιστική
Απόδοση συστήματος		
Χρόνοι ταξιδιού-ιστορικοί	Στατικοί	Πιθανή
Χρόνοι ταξιδιού-πραγματικοί	Δυναμική	Πιθανή
Ατυχήματα	Δυναμική	Αποφασιστική

(Πίνακας 2.1. Εύρος συλλογής πληροφοριών συστημάτων)

	Μεταβλητότητα	Βεβαιότητα
Στόλος		
Οχήματα (περιλαμβανόμενης χωρητικότητας)	Στατική	Αποφασιστική
Τοποθεσία οχημάτων	Δυναμική	Αποφασιστική / Αμφίβολη
Πελάτες		
Τοποθεσία		
- Ιστορική	Στατική	Πιθανή
- Πραγματικού χρόνου	Δυναμική	Αποφασιστική
Χρονικά παράθυρα		
- Ιστορικά	Στατική	Αποφασιστική
- Πραγματικού χρόνου	Δυναμική	Αποφασιστική
Ζήτηση		
- Ιστορική	Στατική	Αποφασιστική
- Πραγματικού χρόνου	Δυναμική	Αποφασιστική

(Πίνακας 2.2. Δεδομένα σε σύστημα διοίκησης διανομής)

Τα δεδομένα που σχετίζονται με την χρήση συστημάτων μεταφορών και τις χρήσεις γης, συνήθως συλλέγονται από τον δημόσιο τομέα (αρχές διαχείρισης ή σχεδιασμού οδών). Τα δεδομένα που σχετίζονται με την φύση των πελατών, παραγγελιών και διευθύνσεων παράδοσης συνήθως συλλέγονται από εταιρίες και παρέχονται στα μεταφορικά μέσα. Τα δεδομένα σχετιζόμενα με την τρέχουσα θέση των οχημάτων μπορεί να είναι αποφασιστικά (αν είναι σε παράδοση ή αν σε πελάτη ή προσδιοριζόμενα με χρήση GPS) ή τυχαία (σε μεταφορά).

Τα δεδομένα πελατών που λαμβάνονται προτού τα οχήματα ξεκινήσουν είναι στατικά και αποφασιστικά από την φύση τους. Μόλα ταύτα αν αυτά ανανεώνονται σε πραγματικό χρόνο καθώς λαμβάνεται η πληροφορία, θεωρούνται δυναμικά. Η πληροφορία της νομοθεσίας και των κανονισμών των αυτοκινητόδρομων για οχήματα μεταφορών περιλαμβάνει το επιτρεπόμενο βάρος, το ύψος, δυνατότητες στάθμευσης, το χρόνο και τα περιθώρια στροφών. Οι δυναμικές ή σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες περιλαμβάνουν δεδομένα που συλλέγονται διαρκώς και χρησιμοποιούν τεχνολογία στοχευόμενη στον εντοπισμό:

- i. κίνησης (χρόνος ταξιδιού, όγκου ταξιδιού και ατυχημάτων),
- ii. του καιρού,
- iii. της τοποθεσίας οχημάτων (πχ GPS)

Η στατική πληροφόρηση περιλαμβάνει στατικά στοιχεία του οδικού δικτύου (πχ όρια ταχύτητας).

2.4.4. Απαιτήσεις και Ευθύνες

Η ανάπτυξη ενός συστήματος συλλογής δεδομένων για διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας σε αστικό περιβάλλον με ITS, πρέπει να περιλαμβάνει τον ορισμό των απαιτήσεων και ευθυνών για όσους εμπλέκονται.

Αρκετά είναι τα ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν:

- I. Καταγραφή:
 - i. Συχνότητα,
 - ii. Αποθήκευση,
 - iii. Ανάκτηση δεδομένων
- II. Ιδιοκτησία:
 - i. Τιμολόγηση,
 - ii. Έλεγχος ποιότητας των δεδομένων
- III. Προσωπικά δεδομένα:
 - i. Εμπιστευτικότητα,
 - ii. Ασφάλεια (πληροφορίες ειδικά για την τοποθεσία των οχημάτων).

2.5 Τεχνολογία

Συνήθως, για την επικοινωνία οδηγών και κέντρων ελέγχου εφοδιασμού χρησιμοποιούνται κινητά τηλέφωνα ή ραδιοτηλέφωνα (αναλογικά ή ψηφιακά). Για την επικοινωνία με πελάτες, χρησιμοποιούνται κατά κανόνα τα κινητά τηλέφωνα. Παρόλα αυτά υπάρχει μία ευρύτερη ποικιλία προχωρημένων πληροφοριακών τεχνολογιών που είναι σήμερα διαθέσιμες και μπορούν να αυτοματοποιήσουν την συλλογή δεδομένων και πληροφοριών (πχ. χρήση διαδικτύου μέσω smartphones).

Υπάρχουν επίσης διάφορες τεχνολογίες για την αυτόματη συλλογή δεδομένων στα οχήματα. Εξειδικευμένες συσκευές μέτρησης μπορούν να μετρήσουν ένα εύρος χαρακτηριστικών των οχημάτων, περιλαμβάνοντας μήκος, βάρος (Bergan et al, 1995; Karuo and Koyasu, 1995) και ταχύτητα. Αυτά τα ευρήματα μπορεί να παρασχεθούν στο κέντρο διαχείρισης και να χρησιμοποιηθούν για σχεδιασμό, εφαρμογή και διαδικασίες διοίκησης του στόλου.

2.6. Χρόνος ταξιδιού

Τα ITS έχουν ήδη εξελιχθεί ώστε να συλλέγουν αυτόματα χρόνους ταξιδιού οχημάτων (Kurosaki et al, 1993). Επίσης έχει ήδη αναπτυχθεί η τεχνολογία που ενσωματώνει την αναγνώριση πινακίδων κυκλοφορίας χρησιμοποιώντας τεχνικές επεξεργασίας εικόνας για να συλλέγουν και να προβλέπει χρόνους ταξιδιού οχημάτων σε πραγματικό χρόνο (Takahashi et al, 1996).

Πολλαπλοί κύκλοι από ηλεκτρομαγνητικούς αισθητήρες εγκατεστημένοι στα πεζοδρόμια των δρόμων μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να εντάσσουν αυτόματα τα φορτηγά σε αυτοματοποιημένες κατηγορίες ανάλογα με το μήκος και τον αριθμό των αξόνων (Vincent, 1986).

Στην Ιαπωνία χρησιμοποιούνται οι αισθητήρες των ραντάρ οχημάτων για να διακρίνουν τύπους οχημάτων και κάμερες για να αναγνωρίζουν τις πινακίδες. Τα δεδομένα αυτά συσχετίζονται με επεξεργασία εικόνας σε πραγματικό χρόνο για να υπολογιστεί ο χρόνος ταξιδιού (Traffic Bureau, National Police Agency, 1998).

Επίσης χρησιμοποιούνται υπέρυθρες ακτίνες εντοπισμού για να εντοπίσουν οχήματα που χρησιμοποιούν επίσης υπέρυθρες ακτίνες φωτός για την πραγματοποίηση αμφίδρομης οπτικής επικοινωνίας.

2.7. Ψηφιακοί Οδικοί Χάρτες

Ένας ψηφιακός χάρτης της πόλης του Bremen που περιλαμβάνει δίκτυα καθοδήγησης οχημάτων και πληροφορίες φορτηγών (πχ κανονισμούς) μοιράστηκε στις εταιρίες φορτηγών δωρεάν (Just and Krug 1999). Αυτό οδήγησε σε έναν αυξημένο αριθμό φορτηγών που χρησιμοποιούν ειδικές διαδρομές φορτηγών οχημάτων, όπως επίσης και σε μια μείωση της κίνησης στη χρήση άλλων (μικρότερων) δρόμων από τα ίδια οχήματα.

2.8. Γεωγραφικά Πληροφορικά Συστήματα

Τα γεωγραφικά πληροφορικά συστήματα είναι διαδικασίες βασισμένες σε ηλεκτρονικό υπολογιστή για αποθήκευση, επεξεργασία και χωρική τοποθέτηση δεδομένων. Χαρακτηριστικά γεωγραφικών αντικειμένων (πχ δρόμοι) μπορεί να αποθηκευτούν σε μια κοινή βάση δεδομένων.

Τα γεωγραφικά πληροφορικά συστήματα παρέχουν ένα πλαίσιο για την ένωση των πληροφοριών οδικών δικτύων και των δεδομένων απόδοσης αυτών και προσφέρουν μία ρεαλιστική αντιπροσώπευση του οδικού δικτύου που θα κατασκευαστεί. Τα υπάρχοντα δρομολόγια των οχημάτων και οι διαδικασίες προγραμματισμού δεν επιτρέπουν την ρεαλιστική αντιπροσώπευση των δικτύων κίνησης που πρόκειται να αναπτυχθούν (Eibl, 1996).

Όλες οι πληροφορίες των οδικών δικτύων (πχ περιορισμοί των στροφών, ανοικτοί δρόμοι, παρκινγκ, όρια ταχύτητας, καθορισμένες διαδρομές, αριθμός λωρίδων και κλίσεις) μπορούν να διαχειριστούν με γεωγραφικά πληροφορικά συστήματα και να ενσωματωθούν σε μοντέλα.

Τα γεωγραφικά πληροφορικά συστήματα παρέχουν ένα συνδυασμένο σύστημα γεωγραφικής αναφοράς που έχει την δυνατότητα να εκτελεί πολλά από τα καθήκοντα που απαιτούνται για να λειτουργήσει ένα σύστημα υπολογιστικής καθοδήγησης οχήματος και προγραμματισμού (Computerized Vehicle Routing and Scheduling) (Calogero, 1994; Keenan, 1998).

Τα γεωγραφικά πληροφορικά συστήματα μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την αποτελεσματική διαχείριση και αποθήκευση δεδομένων οδικών χαρακτηριστικών (γεωμετρία και χρόνος ταξιδιού), που είναι απαραίτητα για την εκτίμηση του ελάχιστου κόστους διαδρομής ανάμεσα σε πελάτες σε αστικών περιοχών. Ο εντοπισμός στο χάρτη, οι δυνατότητες ανάλυσης και διοίκησης βάσεων δεδομένων του λογισμικού γεωγραφικών πληροφορικών συστημάτων μπορεί να βοηθήσει και άλλα συστήματα. Για παράδειγμα, η συσχέτιση διευθύνσεων επιτρέπει την αυτόματη ταυτοποίηση της τοποθεσίας (του οχήματος, πελάτη κτλ) σε έναν χάρτη στον υπολογιστή, δεδομένης της διεύθυνσης που πρέπει να χρησιμοποιηθεί.

Οι διαδρομές δημιουργούνται με βάση την σύνδεση των δρόμων, την τήρηση της νομιμότητας και την υπόδειξη της χρήσης συγκεκριμένων δρόμων. Υπάρχει ένας αριθμός γενικών κατευθύνσεων που ενσωματώνονται στα γεωγραφικά πληροφορικά συστήματα με πορείες οχημάτων και συστήματα σχεδιασμών.

Τα γεωγραφικά πληροφορικά συστήματα μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως είσοδος αλληλεπίδρασης για την πορεία και τις διαδικασίες προγραμματισμού. Διάφορα δεδομένα μπορεί να εισαχθούν και να εξαχθούν ανάμεσα στις διαδικασίες πορείας και σχεδιασμού, και τα γεωγραφικά πληροφορικά συστήματα. Σε αυτήν την περίπτωση ο προσδιορισμός βέλτιστων μοντέλων εκτελείται εκτός των γεωγραφικών πληροφορικών συστημάτων και αυτά χρησιμοποιούνται μόνο για να χειρίζονται τα δεδομένα των δικτύων και να δείχνουν τα αποτελέσματα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση πρωτοκόλλων για την δυναμική ανταλλαγή δεδομένων και την εγκατάσταση επικοινωνίας και διαδικασιών σύνδεσης ανάμεσα στα δύο συστήματα.

Παραδείγματα αυτού του τύπου της ενσωμάτωσης είναι το πρόγραμμα RouteSmart Software με ARC/INFO και εργαλεία πορείας οχήματος OPCOM's με MapInfo. Μοντέλα πορείας και σχεδιασμού μπορούν να ενσωματωθούν μέσα στα γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα. Αυτές μπορεί να είναι είτε ενσωματωμένες διαδικασίες ή κατευθύνσεις προσδιορισμένες από τον χρήστη. Πολλοί υπολογιστές γεωγραφικών πληροφορικών συστημάτων έχουν ένα σύνολο από πορείες και διαδικασίες διαχείρισης εφοδιασμού όπως τα κομμάτια δραστηριοτήτων, την κατάτμηση δικτύων και την πορεία των οχημάτων με χρονικό παράθυρο.

Τα περισσότερα γεωγραφικά πληροφορικά συστήματα (πχ MapInfo και TransCAD) επιτρέπουν στις κατευθύνσεις που είναι ορισμένες από τον χρήστη, να αναπτύξει άλλα προγραμματιστικά περιβάλλοντα για να εκτελεστούν με τον ίδιο τρόπο όπως οι ενσωματωμένες διαδικασίες στα γεωγραφικά πληροφορικά συστήματα. Όταν εφαρμόζονται τα γεωγραφικά πληροφορικά συστήματα για την ανάλυση της διανομής αγαθών των δικτύων κίνησης και της απόδοσης του επίσης πρέπει να αναφερθεί το δίκτυο διανομής.

Είναι απαραίτητο να συμφωνηθεί μια αντιπροσώπευση των φυσικών χαρακτηριστικών των κύριων δρόμων. Άλλες φυσικές γεωμετρικές περιοχές πρέπει επίσης να

ενσωματωθούν. Οι χρόνοι ταξιδιού για συνδέσεις μπορεί να περιληφθούν ή να υπολογιστούν από τις αποστάσεις. Η τοποθεσία των αποθηκών και των σημείων μεταφοράς/παραλαβής πρέπει επίσης να προσδιοριστεί.

Οι βιβλιοθήκες γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων μπορεί επίσης να είναι προσβάσιμες από αυτόνομα προγραμματιστικά περιβάλλοντα που επιτρέπουν στις διαδικασίες εξειδικευμένης βελτιστοποίησης. Συγκεκριμένα προγράμματα μπορεί να αναπτυχθούν για την ενσωμάτωση δικτύων διανομής μέσα στα γεωγραφικά πληροφορικά συστήματα για επίδειξη και τροποποίηση, εναλλάσσοντας την μορφοποίηση του δικτύου σε μία κατάλληλη δομή για τα μοντέλα βελτιστοποίησης και την επιστροφή των βέλτιστων διαδρομών και προγραμμάτων σε ένα γεωγραφικό πληροφοριακό περιβάλλον για την παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Ένα πρώτο παράδειγμα αυτού του είδους του συστήματος αναπτύχθηκε για την Μεμβούρνη χρησιμοποιώντας προγραμματισμό DELPHI και εργαλείο MapObject (Thomson et al, 1999). Λεπτομέρειες της τοποθεσίας, ζήτησης αγαθών και χρονικών παραθύρων των εργοστασίων παραγωγής διοικούνταν με λογισμικό συνδυασμένου περιβάλλοντος. Οι αρχικές εφαρμογές των γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων σε αστικά φορτία είχαν γίνει στον σχεδιασμό επικίνδυνων διαδρομών (Kim, 1998; Kim et al, 1998) και διοίκηση στόλου σε πραγματικό χρόνο (Wang, 1998; Wang et al, 1999).

2.9 Προσδιορισμός Θέσης

Ο εντοπισμός σε πραγματικό χρόνο οχημάτων και τα δεδομένα θέσεως επιτρέπουν την δυναμική ανάθεση εργασιών και δίνουν τη δυνατότητα σε πελάτες να γνωρίζουν την συγκεκριμένη τοποθεσία των αγαθών τους και τον αναμενόμενο χρόνο άφιξης.

Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την αυτόματη συλλογή χρόνων ταξιδιών των οχημάτων, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης εξειδικευμένων συσκευών μέσα στα οχήματα, όπως GPS ή ηλεκτρονικές ετικέτες.

Το GPS (Global Positioning System – Παγκόσμιο Σύστημα Θεσιθεσίας) είναι ένα σύστημα εντοπισμού θέσης που βασίζεται σε ένα πλέγμα δορυφόρων της γης, είναι

διαθέσιμο παγκοσμίως, όλες τις ώρες και χωρίς κόστος. Αναπτύχθηκε αρχικά από το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ και ονομάστηκε “NAVSTAR GPS” (Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System). Οι δέκτες GPS, παρέχουν πληροφορία για τη θέση, το υψόμετρο, την ταχύτητα και την κατεύθυνση ενός οχήματος. Σε συνδυασμό με ειδικό λογισμικό χαρτογράφησης, οι δέκτες μπορούν να απεικονίσουν γραφικά τις πληροφορίες θέσης.

Χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλές περιοχές των μεταφορών, συμπεριλαμβανομένης της ναυσιπλοΐας και της ναυτιλίας. Το GPS επιτρέπει την δυναμική αναγνώριση της θέσης ενός οχήματος να καθώς οι συντεταγμένες της θέσης του παρέχονται σε πραγματικό χρόνο.

Τα GPS μπορεί να επιτύχουν ακρίβεια θέσης κοντύτερα των 10 μέτρων από την πραγματική, που είναι απολύτως επαρκής για σκοπούς μεταφορών. Τα Γεωγραφικά Πληροφορικά Συστήματα (GIS) προσφέρουν χωροταξικό συντονισμό δεδομένων. Τα στοιχεία αυτά μπορούν να αποτυπωθούν σε ψηφιακούς χάρτες.

Μια εναλλακτική μέθοδος της αυτόματης εύρεσης οχημάτων περιλαμβάνει συσκευές δίπλα στους δρόμους, χρήση πύργων φορητών ραδιοφάρων κ.α. Παρόλα αυτά, η ακρίβεια προσδιορισμού της θέσης μέσω αυτών των τεχνικών είναι υποδεέστερη (και ακριβότερη) του GPS. Οι εταιρίες μπορούν να αγοράσουν μηχανήματα που επιτρέπουν στον στόλο τους να παρακολουθείται ανά πάσα στιγμή.

2.10 Κατάσταση Οδικών Δικτύων

Μια ποικιλία δεδομένων κατάστασης μπορεί να συλλεχθεί για να παρακολουθήσει την απόδοση των αστικών δικτύων κίνησης:

- i. κυκλοφορική συμφόρηση (πχ μέση ταχύτητα και χρόνος ταξιδιού),
- ii. ατυχήματα / συμβάντα,
- iii. συντήρηση δρόμων

Ηλεκτρονικές ετικέτες μπορούν να τοποθετηθούν πάνω στα οχήματα για να εντοπίσουν κύκλους κίνησης ενώ ηλεκτρονικά μηχανήματα σάρωσης καταγράφουν δεδομένα καθώς

τα οχήματα περνούν από τους ανιχνευτές. Έτσι, οι χρόνοι ταξιδιού μπορεί να προσδιοριστούν συγκρίνοντας πολλαπλές αναγνώσεις του ίδιου οχήματος σε διαφορετικές περιοχές μέσα στο δίκτυο.

Πολλές πόλεις έχουν κάποια μορφή αυτόματης συλλογής δεδομένων χρόνου ταξιδιού για διαχείριση της κίνησης ή για σκοπούς μέτρησης της απόδοσης του δικτύου. Η Μελβούρνη προτείνει την συλλογή πληροφοριών χρόνου ταξιδιού στο περιφερειακό οδικό της δίκτυο χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικές ετικέτες οχημάτων και αναγνώστες τοποθετημένους σε διασταυρώσεις (Kloot, 1999).

Αρκετές εκατοντάδες χιλιάδες αυτοκινητιστές έχουν ήδη αγοράσει ηλεκτρονικές ετικέτες (eTags) για χρήση στον ιδιωτικά χρηματοδοτημένο δρόμο με διόδια City Link. Η κεραία που λειτουργεί σε πρότυπο CEN στα 5.8 GHz, προσαρμόζεται σε οδικά σήματα κίνησης σε περίπου 200 διασταυρώσεις. Οι αναγνώστες ετικετών καταγράφουν το σήμα από τους πομπούς και οι πληροφορίες αυτές στέλλονται σε έναν κεντρικό υπολογιστή για διασταύρωση χρησιμοποιώντας το επικοινωνιακό σύστημα μηνυμάτων κίνησης SCATS.

2.11. Καθοδόν

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, ο προσδιορισμός ταχύτητας και της απόστασης είναι πια διαθέσιμος μέσα στο όχημα, επιτρέποντας την δυναμική παρακολούθηση ενός εύρους επιχειρησιακών παραμέτρων που σχετίζονται με την κατάσταση και πρόοδο της εξέλιξης των εργασιών του συγκεκριμένου οχήματος (πχ ξαφνικά ατυχήματα και πληροφορίες κυκλοφοριακής συμφόρησης).

Αυτό μπορεί να διευκολύνει τον επαναπρογραμματισμό οχημάτων όπως επίσης την βελτιωμένη απόδοση ασφαλείας. Ηλεκτρονικά βιβλία καταγραφής (ημερολόγια) επί των οχημάτων μπορούν αυτόματα να καταγράφουν την απόδοση οχημάτων όπως επίσης να ενσωματώνουν τις τυχόν σημειώσεις του οδηγού (Laakso and Rauhamaki, 1999).

2.12. Επεξεργασία Δεδομένων

Η επεξεργασία δεδομένων είναι ένα βασικό στοιχείο των ITS. Τα δεδομένα πρέπει να μετατραπούν σε πληροφορία. Η πληροφορία γίνεται πληροφορία μόνο όταν επικοινωνείται σε μορφές και σε χρόνους κατάλληλους για χρήση σε μια συγκεκριμένη απόφαση (Bowyer and Taylor, 1985).

Έτσι, η πληροφορία χρειάζεται να παρέχεται στους λήπτες αποφάσεων στον κατάλληλο χρόνο και σε αντιληπτή μορφή. Η πληροφορία πρέπει να μετασχηματίζεται σε δεδομένα που είναι:

- α) επεξεργασμένα,
- β) δομημένα,
- γ) προσβάσιμα,
- δ) κατανοητά,
- ε) συγκρίσιμα,
- στ) χρήσιμα,
- η) σχετικά,

Η επεξεργασία των δεδομένων γενικά περιλαμβάνει μία ή περισσότερες από τις ακόλουθες διαδικασίες:

- α) επιβεβαίωση,
- β) περίληψη,
- γ) ενσωμάτωση,
- δ) πρόβλεψη

Συχνά χρειάζεται να αναπτυχθούν εξειδικευμένες διαδικασίες για να εκτελέσουν τέτοια καθήκοντα. Η φύση τους θα εξαρτάται από τις δράσεις του συστήματος.

Ο έλεγχος των δεδομένων για οποιοδήποτε προφανές λάθος (συμπεριλαμβανομένων ελλিপών ή άκυρων δεδομένων) είναι ένα απαραίτητο στοιχείο επιβεβαίωσης της εγκυρότητας τους πριν χρησιμοποιηθούν. Χρειάζεται επίσης να αναπτυχτούν διαδικασίες εισαγωγής και να προσδιοριστούν αποδεκτοί ρυθμοί λαθών και επίπεδα ακρίβειας δεδομένων.

Η περίληψη αφορά την συνάθροιση δεδομένων, συνήθως μέσα σε ένα χρονικό περιθώριο ή μία διάσταση χρόνου. Η ενσωμάτωση περιλαμβάνει τον συνδυασμό δεδομένων από μία ποικιλία πηγών. Στη συνέχεια χρειάζεται να προσδιοριστούν οι δομές των σχέσεων. Η πρόβλεψη απαιτεί την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων. Οι διαδικασίες επεξεργασίας δεδομένων που είναι απαραίτητες για ένα ITS σε εφοδιαστικές αλυσίδες απαιτούν επίσης την ανάπτυξη ενός συστήματος για την διοίκηση της πληροφορίας.

Τέλος, χρειάζεται να σχεδιαστούν και να κατασκευαστούν βάσεις δεδομένων. Αυτό περιλαμβάνει εξειδικευμένες δομές αρχείων και διαδικασίες αλληλεπίδρασης με ανθρώπους, συμπεριλαμβανομένων των σχεδίων και των φορμών εισαγωγής. Πρέπει επίσης να σχεδιαστούν διαδικασίες για την εξασφάλιση ότι υπάρχει επαρκής χώρος φυσικής αποθήκευσης για δεδομένα και διαδικασίες για την ασφάλεια αυτών των δεδομένων. Οι δομές σχέσεων επιτρέπουν στις βάσεις δεδομένων να ενσωματωθούν σωστά. Τα μοντέλα που απαιτούνται να αναπτυχτούν για την πρόβλεψη απόδοσης και μελλοντικών συνθηκών είναι:

- i. κόστος λειτουργίας,
- ii. επίπεδο υπηρεσιών,
- iii. χρόνος ταξιδιού.

Αυτή η πληροφορία τυπικά χρησιμοποιείται στα συστήματα καθοδήγησης πορείας.

2.13. Αποκωδικοποίηση πληροφορίας

Η αποκωδικοποίηση της πληροφορίας για την εξυπηρέτηση αποτελεσματικών μετακινήσεων αγαθών σε αστικές περιοχές είναι σημαντικό στοιχείο των συστημάτων εφοδιαστικής αλυσίδας βασισμένων σε ITS. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την κατανόηση του περιβάλλοντος λήψης της απόφασης των χρηστών της πληροφορίας.

Η συλλογή των πληροφοριακών αναγκών και απαιτήσεων των μελλοντικών χρηστών θα επηρεάσει την μορφή και τον συγχρονισμό της αποκωδικοποίησης, λαμβάνοντας υπόψη την καταλληλότερη χρήση της υπάρχουσας και διαθέσιμης πληροφορίας. Υπάρχει μία ποικιλία μεθόδων για την αποκωδικοποίηση της πληροφορίας στους λήπτες της απόφασης. Ένας αριθμός ζητημάτων χρειάζεται να διερευνηθεί:

- I. Ποιοι είναι οι λήπτες της απόφασης (ή χρήστες της πληροφορίας);
 - i. οδηγοί
 - ii. διάθεση υλικών
 - iii. διαχειριστές στόλων
- II. Γιατί απαιτείται αυτή η πληροφορία (και εφαρμογή της);
 - i. διοίκηση στόλου
 1. πορεία οχημάτων και σχεδιασμός
 2. εντοπισμός οχημάτων
 3. επικοινωνία με οδηγό
 - ii. διοίκηση οχημάτων
 1. κατεύθυνση πορείας
 2. διοίκηση οχήματος
 3. πληροφορίες ανάγκης
- III. Πώς μπορεί αυτή η πληροφορία να παρουσιαστεί (πχ με ποιο μέσο);
 - i. διαδίκτυο
 - ii. τηλέφωνο
 - iii. φαξ
 - iv. στάσεις οχημάτων
 - v. τηλεόραση
 - vi. ραδιόφωνο

2.14. Τεχνολογία

Οι ανάγκες των χρηστών, συχνά υπαγορεύουν αμφίδρομη επικοινωνία. Με δεδομένες τις πρόσφατες τεχνολογικές ανακαλύψεις, υπάρχει ένα πλήθος μεθόδων διαθέσιμων για την μετάδοση πληροφορίας σε χειριστές εμπορικών οχημάτων, όπως ραδιοεπικοινωνία, κινητά τηλέφωνα ή διαδίκτυο.

Οι δυνατότητες ασύρματης επικοινωνίας, περιλαμβάνουν δέκτες οχημάτων, FM ραδιόφωνο και κινητό τηλέφωνο, με δυνατότητα μετάδοσης αμφίδρομης πληροφορίας ανάμεσα σε στόλους οχημάτων, κέντρα ελέγχου και σε σημεία εναπόθεσης. Για ανταλλαγή πληροφοριών ανάμεσα σε φορείς, όπως αρχές αυτοκινητοδρόμων ή πελάτες, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια ποικιλία εγκαταστάσεων, όπως το συνηθισμένο τηλέφωνο, μισθωμένα κυκλώματα ή το διαδίκτυο. Η ικανότητα των ληπτών αποφάσεων να λαμβάνουν και να καταλαβαίνουν την πληροφορία συχνά θα περιορίζεται και θα διαφέρει ανάλογα με το είδος του χρήστη και την τοποθεσία.

- I. Χρήστες
 - i. αποστολείς
 - ii. οδηγοί
 - iii. διαχειριστές
- II. Τοποθεσία
 - i. κέντρο ελέγχου
 - ii. πινακίδες δρόμων
 - iii. μέσα στο όχημα

2.15. Υπολογιστής μέσα στο όχημα

Τα συστήματα υπολογιστών μέσα στο όχημα έχουν έναν αριθμό πλεονεκτημάτων για τους οδηγούς εμπορικών οχημάτων και έχουν καλή δυναμική για να είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο για συστήματα εφοδιαστικής αλυσίδας (Hellaker, 1996; Suzuki, 1999).

Μπορούν να αυτοματοποιήσουν πολλά από τα διαδικαστικά καθήκοντα που εκτελούν οι οδηγοί, οδηγώντας σε αυξημένη αποτελεσματικότητα. Τα συστήματα υπολογιστών μέσα στο όχημα μπορούν να υπολογίσουν κόμιστρα, να παρακολουθήσουν απόδοση και να δημιουργήσουν αναφορές. Παρέχουν επίσης δυνατότητες έκδοσης παραστατικών (τιμολογίων κλπ).

Η επικοινωνία με τα κέντρα ελέγχου μπορεί να προωθήσει αιτήματα πελατών σε πραγματικό χρόνο επιτρέποντας τον επαναπρογραμματισμό των κινήσεων. Η τοποθεσία των οχημάτων, το ποσοστό ολοκλήρωσης των εργασιών και η διαδικασία μπορούν να

αποσταλούν στο κέντρο ελέγχου χρησιμοποιώντας επικοινωνία δεδομένων από κινητά τηλέφωνα. Τα συστήματα πλοήγησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προβλεφθούν οι χρόνοι αναχώρησης. Αυτές οι διαδικασίες αυξάνουν τα ποσοστά αξιοποίησης μεγιστοποιώντας τη φόρτωση και μειώνοντας το χρόνο διαδρομών κατά συνέπεια και τον αριθμό των οχημάτων που απαιτούνται.

Υπάρχει επίσης ένας αριθμός πλεονεκτημάτων ασφαλείας που σχετίζεται με τα υπολογιστικά συστήματα μέσα στο όχημα. Ο υπολογιστής μπορεί να λάβει επιχειρησιακές πληροφορίες χωρίς ο οδηγός να πρέπει να χρησιμοποιήσει το τηλέφωνο. Προειδοποιήσεις μπορεί να δοθούν στους οδηγούς για επικίνδυνα οδήγηση, υπερβολική ταχύτητα, ξαφνικό φρενάρισμα ή ταχεία επιτάχυνση. Η παρακολούθηση αυτών των γεγονότων μπορεί επίσης να βοηθήσει στην εκπαίδευση και αξιολόγηση των οδηγών.

Στους υπολογιστές οχημάτων μπορεί κάποιος να φορτώσει αυτόματα πληροφορίες σχετιζόμενες με την απόδοση του οχήματος και του οδηγού, συμπεριλαμβανομένης της παρακολούθησης της αποτελεσματικής κατανάλωσης καυσίμου, ταχύτητας οχημάτων, χρόνου εργασίας των οδηγών, με άμεση τροφοδότηση της σχετικής πληροφορίας σε συστήματα συντήρησης και προγραμματισμού. Τέλος μπορούν να βοηθήσουν την αποτελεσματικότητα του ελέγχου του οχήματος και των εμπορευμάτων παρακολουθώντας τους χρόνους αναμονής στους πελάτες και τους αποστολείς για φόρτωση/εκφόρτωση αγαθών.

Οι μονάδες οχημάτων είναι ικανές να αναγνωρίσουν την θέση των οχημάτων και έχουν την δυνατότητα να διευκολύνουν την τιμολόγηση στο δρόμο. Σχετικές δοκιμές έχουν διεξαχθεί στο Χονγκ-Κονγκ σε μία είσοδο ζώνης και έξοδο δρόμου με συστήματα τιμολόγησης (Kakihara 1999).

Η περιήγηση τώρα, βασίζεται κυρίως, στους χάρτες των δρόμων και στην τοπική γνώση των οδηγών. Η πληροφόρηση για τις συνθήκες κίνησης σε πραγματικό χρόνο μπορεί να αποκτάται από δελτία κίνησης σε ασύρματο δέκτη, ραδιόφωνο ή κινητό τηλέφωνο. Όμως, τα συστήματα πλοήγησης μέσα στο αυτοκίνητο έχουν έναν αυξημένο αριθμό πλεονεκτημάτων, που περιλαμβάνει εξοικονόμηση στο χρόνο και το κόστος, μείωση στο φορτίο εργασίας του οδηγού, πιο αξιόπιστο προγραμματισμό και απλούστερη συνεργασία.

Μια εθνική έρευνα σε 4.000 χειριστές στόλου οχημάτων στην Γερμανία είχε στόχο να εντοπίσει τις απαιτήσεις τους για τα συστήματα κατεύθυνσης οχημάτων. Η πληροφορία σε πραγματικό χρόνο για την κίνηση και τις συνθήκες του καιρού βαθμολογήθηκε από χαμηλή ως πολύ υψηλή. Αξιολογούνται η διεύθυνση στην αγορά, το κόστος των μονάδων, η αξιοπιστία, η ευαισθησία σε πληροφορίες πραγματικού χρόνου και η ικανότητα των οδηγών να καταλαβαίνουν τις συμβουλές που δίνονται. Η επικοινωνία ανάμεσα στα οχήματα, τους καταναλωτές και στο κέντρο ελέγχου μπορεί να πάρει πολλές μορφές:

- I. από οχήματα
 - i. δεδομένα θέσης
 - ii. κατάσταση οδήγησης (παράγοντας φόρτωσης)
 - iii. κατάσταση του φορτίου
- II. προς οχήματα
 - i. διαταγές
 - ii. ανακοινώσεις (πχ έκτακτες καταστάσεις)
 - iii. πληροφορίες κίνησης και καιρού
- III. σε πελάτες
 - i. τοποθεσία αγαθών
 - ii. αναμενόμενος χρόνος άφιξης

Η καθοδήγηση πορείας παρέχει κατευθύνσεις οδήγησης χρησιμοποιώντας υπολογιστές μέσα στο όχημα και μπορούν να βασιστούν σε έναν αριθμό κριτηρίων:

- I. Απόσταση
- II. Χρόνος ταξιδιού, πραγματικός χρόνος (περιλαμβάνοντας ατυχήματα και συντήρηση δρόμου)
- III. Περιορισμούς- συνδέσμους και κινήσεις βαρδιών (ύψος, βάρος και χρόνος)
- IV. Διόδια
- V. Αριθμός βαρδιών

Τα συστήματα καθοδήγησης της πορείας έχουν έναν αριθμό πλεονεκτημάτων που περιλαμβάνει:

- I. Αυξημένη αποτελεσματικότητα στόλου
- II. Μειωμένη συμφόρηση
- III. Αυξημένη αξιοπιστία (ειδικά σε κινήσεις μεταξύ μέσων)

Για παράδειγμα, το λογισμικό FleetOnLine που αναπτύχθηκε για τους χρήστες της Αριζόνα χρησιμοποιεί το σύστημα προβλέψεων TrafficCast, που αναβαθμίζεται για τις αστικές περιοχές κάθε 30 λεπτά (Li et al, 1999).

2.16. Διαδίκτυο

Το διαδίκτυο προσφέρει το ισχυρότερο μέσο αλληλεπίδρασης και επεξεργασίας πληροφορίας σε συστήματα εφοδιαστικής αλυσίδας σε αστικό περιβάλλον. Επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων ανάμεσα σε μια ποικιλία διαφορετικών τύπων υπολογιστών σε μεγάλες γεωγραφικές περιοχές. Ένας μεγάλος αριθμός συστημάτων βασισμένων στο διαδίκτυο έχει ήδη αναπτυχθεί για την βελτίωση των διαδικασιών διανομής των αγαθών σε αστικές περιοχές (Wild and Moller, 1997; Wild and Moller, 1998). Το διαδίκτυο έχει καλή δυναμική για να διευκολύνει το εμπόριο ανάμεσα σε βιομηχανίες και την ανταλλαγή πληροφορίας. Ενώ αρχικά η ηλεκτρονική ανταλλαγή δεδομένων (EDI) ήταν διαθέσιμη μόνο σε έναν περιορισμένο αριθμό εταιριών που είχαν εξειδικευμένη συμβατή τεχνολογία, σήμερα το διαδίκτυο επιτρέπει εύκολη πρόσβαση και επικοινωνία μεταξύ των διάφορων οργανισμών, δίνοντας ένα μοναδικά συγκεκριμένο και προσβάσιμο τρόπο επικοινωνίας για ανταλλαγή πληροφοριών.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι ώστε το διαδίκτυο να χρησιμοποιηθεί ως ένα σημαντικό τμήμα ενός ITS, περιλαμβάνοντας:

- I. δεδομένα αποθέματος σε πραγματικό χρόνο και παρακολούθηση παραγγελίας κατά μήκος της αλυσίδας παραγωγής
- II. αλληλεπίδραση με τους πελάτες και τους εμπορικούς συνεργάτες
- III. εντοπισμός φορτίων
- IV. συστήματα παραγγελιοληψίας και πληρωμής.

2.17. Επίδραση του Ηλεκτρονικού Εμπορίου

Η σχετικά πρόσφατη ανάπτυξη του ηλεκτρονικού εμπορίου και των αγορών από απόσταση, είναι μια τάση που θα συνεχίσει να επηρεάζει άμεσα την λιανική πώληση και τα σχέδια διανομής αγαθών στις αστικές περιοχές.

Η παράδοση αγαθών στο σπίτι θα γίνει πιο κυρίαρχη καθώς η ζήτηση των πελατών απαιτεί να υπάρχει παράδοση των αγαθών στα σπίτια τους σε συγκεκριμένο χρόνο. Αυτό θα οδηγήσει σε μικρότερα φορτία που χρειάζεται να διανέμονται σε πιο απομακρυσμένες περιοχές. Τα καταστήματα λιανικής πώλησης θα ξεπεραστούν καθώς οι τοπικοί διανομείς παραδίδουν τα αγαθά απευθείας στα σπίτια. Οι διανομείς αντί για τους καταναλωτές συμπληρώνουν την τελική φάση του καναλιού διανομής. Τώρα το ηλεκτρονικό εμπόριο είναι σχετικά περιορισμένο σε συγκεκριμένες βιομηχανίες όπως τα βιβλία, τα CD, οι υπολογιστές και το λογισμικό. Παρόλα αυτά, προβλέπεται πως οι πωλήσεις στο διαδίκτυο θα αυξηθούν ακόμα περισσότερο στους τομείς των τροφίμων και του ρουχισμού επίσης.

Είναι απαραίτητη η ανάπτυξη νέων διαδικασιών διοίκησης εφοδιαστικής αλυσίδας και διαδικασιών προγραμματισμού για να βοηθήσει τα νέα (απευθείας στον πελάτη) συστήματα διανομής.

Αυτό θα απαιτήσει μια μεγάλη αλλαγή στην σχεδίαση μοντέλων διαχείριση και διανομής, μιας και τα περισσότερα αγνοούν την μεταφορά των αγαθών αφού φτάσουν στο κατάστημα. Τα αποτελέσματα των συστημάτων απευθείας παράδοσης των κοινωνικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων στις τοπικές περιοχές πρέπει να ληφθούν επίσης υπόψη.

Συστήματα διανομής κοινής χρήσης, προσφέρουν την δυναμική να μειώσουν τον αριθμό των οχημάτων που εισέρχονται σε τοπικές περιοχές. Τα κόστη διανομής από την αποθήκη στα καταστήματα λιανικής πώλησης όπως επίσης τα λειτουργικά κόστη των λιανικών καταστημάτων (ενοίκιο, ταμεία κτλ) αποτελούν το κύριο μέρος του κόστους στην παραδοσιακή λιανική πώληση σε αστικές περιοχές. Παρόλα αυτά, με το εμπόριο μέσω διαδικτύου, τα κόστη διανομής θα αυξάνονται καθώς τα αγαθά παραδίδονται από

την αποθήκη απευθείας στο σπίτι. Τα κόστη που σχετίζονται με την λήψη των αυτόνομων παραγγελιών θα γίνουν σημαντικά.

Οι πωλήσεις αγαθών (σε αντίθεση με τις υπηρεσίες) μέσω του διαδικτύου τις μεταφορικές ανάγκες των πωλητών, αλλά μειώνουν αντίστοιχα (όχι πάντα σε αναλογία) αυτές των αγοραστών. Υπάρχει επίσης μια αλλαγή στο μίγμα και στους τύπους των οχημάτων που χρησιμοποιούνται για την διανομή αγαθών στα σπίτια. Αυτό θα οδηγήσει σε ακόμα μικρότερα φορτηγά και βαν που θα χρησιμοποιούν κατοικημένους δρόμους, παράγοντας θόρυβο, καυσαέρια και προβλήματα ασφαλείας.

Το ηλεκτρονικό εμπόριο παρουσιάζει ένα σύνολο προκλήσεων στην διοίκηση εφοδιαστικής αλυσίδας. Υψηλοί αριθμοί από μικρές παραγγελίες πρέπει να προωθηθούν γρήγορα, με ακρίβεια σε χαμηλό κόστος. Υπάρχει μια ανάγκη να αναπτύξουν ένα νέο σύστημα διανομής για να εξυπηρετήσουν την ταχεία εκπλήρωση των παραγγελιών των καταναλωτών που δημιουργούνται από τις πωλήσεις μέσω διαδικτύου.

2.18. Τρέχουσες Εφαρμογές ITS

Στις επόμενες παραγράφους περιγράφονται εφαρμογές των ITS στα αυτόματα διόδια και στις πληροφορίες του χρόνου διαδρομής.

2.18.1 Αυτόματα διόδια

Τα αυτόματα διόδια εξαλείφουν την ανάγκη των οχημάτων να σταματούν για να πληρώσουν διόδια σε ταμεία, αποφεύγοντας τις καθυστερήσεις στις πύλες των διοδίων. Αρκετές πόλεις έχουν ήδη εφαρμόσει την τεχνολογία των αυτόματων διοδίων. Τα αυτόματα συστήματα χρέωσης επιτρέπουν στους οδηγούς να πληρώνουν τα διόδια χωρίς μετρητά και χωρίς να σταματούν στις μπάρες των διοδίων.

Τα οχήματα με ηλεκτρονικές συσκευές (κάρτες ή αναμεταδότες) είναι ικανά να εντοπίζονται από τους αναγνώστες ή τους ελεγκτές. Οι πληροφορίες οχημάτων διαβάζονται και μεταδίδονται σε ένα κέντρο ελέγχου για επεξεργασία. Οι χρεώσεις είναι

βασισμένες στον τύπο του οχήματος και τα τμήματα του δικτύου που χρησιμοποιήθηκαν. Κάποιες φορές οι μεταβλητές χρεώσεις γίνονται ανάλογα με την ώρα της ημέρας. Η Ιαπωνία υπήρξε αφοσιωμένη στην εγκατάσταση ηλεκτρονικού συστήματος διοδίων στο 60% των διοδίων της μέχρι το 2003. Εκτιμάται πως η κίνηση που γίνεται σε δόμους με διόδια είναι το 35% όλης της συνολικής κίνησης (Nissan, 1998).

Η ηλεκτρονική συλλογή διοδίων θα οδηγήσει σε κέρδη χρόνου και καυσίμου. Δεδομένου του υψηλού όγκου μεταφορών φορτίων στους αυτοκινητόδρομους της Ιαπωνίας, υπάρχουν σημαντικά οικονομικά οφέλη σχετιζόμενα με την ηλεκτρονική συλλογή διοδίων. Το παραδοσιακό σύστημα συλλογής διοδίων διαρκεί κατά μέσο όρο 14 δευτερόλεπτα ανά αμάξι στην Ιαπωνία (HIDO, 1996).

Σημαντικές μειώσεις αναμένονται στο προσωπικό, στην συντήρηση και στα κόστη του καυσίμου που σχετίζονται με την εισαγωγή της ηλεκτρονικής συλλογής διοδίων. Η ηλεκτρονική συλλογή διοδίων στην Ιαπωνία είναι προγραμματισμένη να γίνει ενσωματωμένα (εθνικά) αλλά τα οχήματα πρέπει ακόμα να εισέρχονται στις πύλη των διοδίων με μια χαμηλή ταχύτητα γύρω στα 30 χιλιόμετρα την ώρα (Yamamura, 1998).

Τα οχήματα θα χρεώνονται χρησιμοποιώντας τεχνολογία RFID (Fujimori et al, 1999). Τα τεστ έχουν δείξει μια σημαντική αύξηση στην χωρητικότητα και πως δεν υπάρχουν προβλήματα ασφαλείας.

Στην Μελβούρνη το σχέδιο Transurban's City Link βασίζεται επίσης στην τεχνολογία ηλεκτρονικών διοδίων. Από την αρχή του 1999, η εγκατάσταση διοδίων Western Link έχει σημαντικά μειώσει τους χρόνους διαδρομής για οχήματα φορτίων. Οι αυτοκινητιστές πληρώνουν διόδια καθώς ταξιδεύουν σε ταχύτητες ταχείας κυκλοφορίας χρησιμοποιώντας ένα ηλεκτρονικό καρτελάκι "eTag" το οποίο είναι τοποθετημένο μέσα στο όχημα. Τα οχήματα δεν απαιτείται να σταματήσουν στα διόδια ή στις εισόδους και εξόδους. Καθώς τα οχήματα με το καρτελάκι ταξιδεύουν μέσα στις ζώνες διοδίων, μια ηλεκτρονική συναλλαγή πραγματοποιείται καθώς το "eTag" εντοπίζεται και ένα ποσό αφαιρείται από το προ-πληρωμένο λογαριασμό του χρήστη. Χρησιμοποιείται ταυτόχρονα ένα σύστημα οπτικής αναγνώρισης από υπολογιστή για να διασφαλίσει ότι η κατηγορία του αυτοκινήτου ταιριάζει με τον τύπο του "eTag".

Ατσάλινοι σκελετοί έχουν υψωθεί πάνω από κάθε σημείο διοδίων και όταν το όχημα περνάει από κάτω του, οι ανιχνευτές επικοινωνούν με τα «eTag» και αυτόματα προσδιορίζεται το ποσό, που αφαιρείται από τον λογαριασμό του χρήστη των διοδίων. Αν ένα όχημα δεν έχει «eTag», ο αριθμός της πινακίδας καταγράφεται χρησιμοποιώντας βίντεο. Η καταγραφή, ελέγχεται ως προς την λίστα με την ημερήσιες άδειες και αν δεν έχει αγοραστεί ένα ημερήσιο πάσο ο αριθμός της πινακίδας στέλνεται στην αρμόδια αρχή για την έκδοση προστίμου.

Η τιμολογιακή πολιτική διαφοροποιείται για ελαφριά και βαριά εμπορικά οχήματα βασιζόμενα στο βάρος. Χαμηλότερες τιμές χρεώνονται για ελαφριά εμπορικά οχήματα που ζυγίζουν ανάμεσα σε 1.5 και 4.5 τόνους συνολικής μάζας οχήματος. Τα διπλά φορτηγά (B-double) μέχρι 65 τόνους, έχουν επίσης τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν αυτήν την ευκολία.

2.18.2. Πληροφορίες σχετιζόμενες με το χρόνο διαδρομής

Οι περισσότερες μεγάλες πόλεις έχουν ήδη εφαρμόσει συστήματα ITS και προσφέρουν κάποια μορφή πληροφοριών χρόνου διαδρομής. Αυτές οι πληροφορίες, επιτρέπουν στους χρήστες να αποφεύγουν την επαφή με οδικά έργα, περιοχές ατυχημάτων καθώς και περιοχές με κυκλοφοριακή συμφόρηση. Κάποια συστήματα επιτρέπουν πρόβλεψη στους χρόνους διαδρομής ανάμεσα σε συγκεκριμένες τοποθεσίες βασιζόμενη σε τρέχοντα και αναμενόμενα επίπεδα ζήτησης.

2.19. Ζητήματα αξιολόγησης

Υπάρχει ένας αριθμός ζητημάτων που σχετίζονται με τον προγραμματισμό, τον σχεδιασμό και επιτυχή εφαρμογή των ITS που πρέπει να προσδιοριστούν για να δημιουργηθούν αποτελεσματικά συστήματα. Ζητήματα σχετιζόμενα με την χρήση, οικονομική βιωσιμότητα, πολιτική αποδοχή, ανταγωνιστική ουδετερότητα και οριζόντια ανταγωνιστικότητα αναφέρονται στις επόμενες παραγράφους.

2.19.1 Χρήση του συστήματος

Οι επιχειρήσεις μεταφοράς φορτίων είναι συχνά μικρές επιχειρήσεις με χαμηλό βαθμό τεχνολογικής ανάπτυξης. Πολλές μικρές εταιρίες δεν έχουν πρόσβαση σε προχωρημένη τεχνολογία πληροφορικής (Laasko and Rauhamaki, 1999).

Μια έλλειψη πηγών και γνώσεων όπως επίσης και μία ανεπαρκής εκπαιδευτική υποδομή μπορεί να προκαλέσει την αποφυγή χρήσης ITS. Έτσι ο σχεδιασμός πρέπει να προβλέπει εφαρμογές βασισμένες σε συστήματα με ήχο και γραφικά, που προσφέρουν καλή δυναμική για να βοηθήσουν την απλούστευση της αλληλεπίδρασης του χρήστη με την τεχνολογία.

2.19.2 Οικονομική Βιωσιμότητα

Οι εφαρμογές ITS πρέπει να είναι οικονομικά βιώσιμες και για τους προμηθευτές της τεχνολογικής υποδομής όπως επίσης και για τους χρήστες. Πρέπει να υπάρχει μια λογική επιστροφή επί της επένδυσης για να δικαιολογήσει το κόστος απόκτησης. Συχνά προκύπτει άμεσο οικονομικό όφελος από τη μείωση στα λειτουργικά κόστη. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να αναπτυχθούν μοντέλα ζήτησης / κόστους για να προβλεφτούν τα οικονομικά αποτελέσματα των ITS.

2.19.3 Πολιτική αποδοχή

Νέες πρωτοβουλίες σχετιζόμενες με την εφαρμογή της προχωρημένης τεχνολογίας συχνά απαιτούν την πολιτική αποδοχή των χρηστών. Οι ακόλουθες αξίες είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη:

- I. ασφάλεια δεδομένων
- II. απόρρητο προσωπικών δεδομένων
- III. ελευθερία
- IV. εμπιστευτικότητα

Οι πρωτοβουλίες δεν πρέπει να απειλούν αλλά να βοηθούν αυτές τις αξίες.

2.19.4 Ανταγωνιστική Ουδετερότητα

Πρέπει να ληφθεί πρόνοια για να διασφαλιστούν συνθήκες ίσης πρόσβασης ανταγωνιστών στις αγορές στις οποίες υλοποιούνται εφαρμογές ITS. Βασικά, πρέπει να τηρούνται οι αρχές της ελεύθερης αγοράς και να διασφαλίζονται διαφανείς διαδικασίες.

2.19.5 Οριζόντια Συμβατότητα

Η ανταλλαγή και το μοίρασμα των πληροφοριών ανάμεσα στις εταιρίες με διαφορετικά εμπορικά συμφέροντα μπορεί να είναι ένα ευαίσθητο σημείο, όμως η συνεργασία είναι απαραίτητη για την επιτυχή εφαρμογή των συστημάτων ευφών μεταφορών. Έτσι η διασφάλιση οριζόντιας συμβατότητας των εφαρμογών είναι κρίσιμος παράγοντας για την επιτυχία του συστήματος.

3. Ευφυή Συστήματα Μεταφορών στην Ελλάδα

Τα ευφυή συστήματα μεταφορών αναμφισβήτητα αποτελούν μία εξαιρετική λύση στα χρόνια προβλήματα που υπάρχουν στις μεταφορές στην Ελλάδα και αποτελούν μια άριστη εναλλακτική λύση για τομείς στους οποίους υπάρχει εκτεταμένο κόστος ευκαιρίας, χαμένες εργατοώρες, μεγάλη δαπάνη καυσίμου και καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος.

Υπάρχει πλήθος εξειδικευμένων ελληνικών εταιρειών, κυρίως μικρομεσαίες, που παρέχουν σχετικές λύσεις. Η ανάπτυξη νέων οδικών υποδομών (5 έργα παραχώρησης συνολικού μήκους περίπου 1400 χιλιομέτρων και κόστους περίπου 8 δις. Ευρώ με συμβάσεις παραχώρησης) έχει οδηγήσει στην ευρεία υλοποίηση εφαρμογών ηλεκτρονικών διοδίων, συστημάτων για την οδική ασφάλεια, την διαχείριση της κυκλοφορίας και την πληροφόρηση των οδηγών (ITS Hellas, 2011)

Ταυτόχρονα υπάρχει ένα πλήθος σχετικών αστικών εφαρμογών για την κυκλοφορία και τις δημόσιες συγκοινωνίες που είναι σε λειτουργία κυρίως στην περιοχή της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης, αλλά και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας.

Ενδεικτικά μπορούμε να αναφέρουμε:

- Συστήματα δυναμικής διαχείρισης της κυκλοφορίας και της φωτεινής σηματοδότησης σε αστικές περιοχές
- Συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας αλλά και εντοπισμού και διαχείρισης συμβάντων σε αυτοκινητόδρομους όπως η Αττική Οδός
- Σύστημα εντοπισμού συμβάντων και πληροφόρησης οδηγών για την Περιφερειακή Οδό Θεσσαλονίκης
- Συστήματα ηλεκτρονικών συναλλαγών σχετικών με τις μετακινήσεις όπως τα ηλεκτρονικά διόδια των υπεραστικών αυτοκινητόδρομων
- Σύστημα τηλεματικής στα τρόλεϊ του ΟΑΣΑ στην Αθήνα και τα λεωφορεία του ΟΑΣΘ στην Θεσσαλονίκη

- Συστήματα πληροφόρησης άφιξης των συρμών στις στάσεις του τραμ και του μετρό της Αθήνας, αλλά και σε πάνω από 15 άλλες Ελληνικές πόλεις.
- Διαχείριση στόλων από ιδιωτικές εταιρίες
- Επεξεργασία και παροχή υπηρεσιών για την κυκλοφορία (χρόνοι διαδρομής, συμβάντα κλπ.) από ιδιωτικές εταιρίες σε συνεργασία κάποιες φορές με ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα.

Παρά την πρόοδο που έχει γίνει έως σήμερα, υπάρχει πλήθος έργων που είτε έχουν σχεδιαστεί ή ακόμα και προκηρυχθεί και δεν έχουν υλοποιηθεί μέχρι σήμερα, ή άλλα που παρότι υπάρχει η ανάγκη δεν σχεδιάστηκαν ποτέ.

Επιπλέον όλα τα υφιστάμενα συστήματα λειτουργούν και αναπτύσσονται αποσπασματικά και με ελάχιστη πρόνοια για συμβατότητα και συμπληρωματικότητα του ενός με το άλλο, λόγω και της γενικότερης έλλειψης προτύπων, ώστε σε επόμενο στάδιο να μπορούν να ενταχθούν σε κάποιο γενικότερο σύστημα παροχής συνδυασμένων για πολλά μεταφορικά μέσα («πολυτροπικών») πληροφοριών σε ταξιδιώτες.

Ελληνικοί φορείς του κλάδου των μεταφορών, της πληροφορικής και των επικοινωνιών οργανώθηκαν στη Μη Κερδοσκοπική Εταιρία Αστικής Ευθύνης με την επωνυμία «Ελληνικός Οργανισμός Συστημάτων Ευφύων Μεταφορών - ITS HELLAS" το 2008, σε συνέχεια μιας παγκόσμιας τάσης συσπείρωσης των εμπλεκόμενων φορέων σε εθνικές οργανώσεις. Σκοπός του παραπάνω οργανισμού είναι η υποστήριξη στη δημιουργία και υλοποίηση μιας εθνικής στρατηγικής σε θέματα Συστημάτων Ευφύων Μεταφορών, ούτως ώστε να εξυπηρετηθούν εθνικοί στόχοι ασφαλούς μετακίνησης, ενίσχυσης της αποδοτικότητας και μέγιστης φιλικότητας προς το περιβάλλον του συστήματος (ITS Hellas, 2011)

3.1. Χρήση δεδομένων σχετικά με το οδικό δίκτυο, την κυκλοφορία και τις μετακινήσεις

Στην Ελλάδα λειτουργούν υπηρεσίες σχετικές με πληροφόρηση κυκλοφορίας με δεδομένα πραγματικού χρόνου, περιλαμβανομένων υπηρεσιών RDS TMC καθώς και με πληροφορίες για μέσα μαζικής μεταφοράς.

Δεν υπάρχει κεντρική ή εθνική βάση δεδομένων ή εθνική υπηρεσία για πολυτροπική πληροφόρηση ή δεδομένα κυκλοφορίας. Η βασικότερη αδυναμία που αναγνωρίζεται σε σχέση με αυτόν τον τομέα αφορά στην έλλειψη κεντρικού σχεδιασμού για την ανταλλαγή και χρήση δεδομένων κυκλοφορίας και μέσω μαζικής μεταφοράς και μάλιστα με χρήση σχετικών προτύπων όπως DATEX/DATEX II.

Υπάρχουν ωστόσο υλοποιήσεις ανταλλαξιμότητας στοιχείων ήδη, αφού οι υπηρεσίες του Υπουργείου Υποδομών που εποπτεύουν τη λειτουργία των αυτοκινητόδρομων έχουν απ' ευθείας σύνδεση με τα Κέντρα Ελέγχου και λαμβάνουν σε πραγματικό χρόνο τα κυκλοφορικά στοιχεία καθώς και τα στοιχεία συναλλαγών διοδίων για κάθε αυτοκινητόδρομο. Στο ίδιο πλαίσιο, το Κέντρο Διαχείρισης Πληροφορίας της Αθήνας ανταλλάσσει δεδομένα πραγματικού χρόνου σε τακτά διαστήματα με την εταιρεία διαχείρισης ΑΤΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ, που είναι αρμόδια για την ΑΤΤΙΚΗ ΟΔΟ, τον περιφερειακό αυτοκινητόδρομο της Αθήνας.

Επίσης υπάρχει μια τρέχουσα πρωτοβουλία στην Θεσσαλονίκη σχετικά με την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ τοπικών αρχών με στόχο την ανάπτυξη υπηρεσιών πληροφόρησης επιβατών / οδηγών.

Τέλος ως καλή πρακτική πρέπει να αναφερθεί η εφαρμογή διάθεσης δεδομένων κυκλοφορίας πραγματικού χρόνου από την Αθήνα από το Υπουργείου Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων, προς ιδιωτικές επιχειρήσεις έναντι οικονομικού αντιτίμου.

3.1.1. Υπηρεσίες πληροφόρησης για την κυκλοφορία σε πραγματικό χρόνο

Πληροφόρηση των οδηγών για την κυκλοφορία με VMS υπάρχει στην Αθήνα (ΠΣ και Αττική Οδό) και στην Περιφερειακή Οδό Θεσσαλονίκης. Υπάρχουν επίσης αρκετές υπηρεσίες πληροφόρησης για την κυκλοφορία μέσω ηλεκτρονικών μέσων σε πραγματικό χρόνο, αλλά όλες αφορούν την περιοχή της Αττικής (ΠΣ Αθηνών & Αττική Οδό). Οι παρεχόμενες υπηρεσίες είναι διαθέσιμες μέσω διαδικτύου και κινητών τηλεφώνων από ιδιωτικούς παρόχους. Επίσης στο ίδιο πλαίσιο υπάρχουν διαθέσιμες υπηρεσίες RDS/TMC όπως επίσης και υπηρεσία connected navigation με δυνατότητα Live Traffic Information (πληροφορίες κίνησης σε πραγματικό χρόνο).

Τα κυκλοφοριακά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για αυτές τις υπηρεσίες προέρχονται από το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας της Αθήνας που λειτουργεί το Υπουργείο Μεταφορών Υποδομών και Δικτύων και το κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας της Αττικής Οδού. Η επεξεργασία και κατόπιν προώθηση των στοιχείων προς τους ιδιώτες παρόχους γίνεται από ιδιωτικές εταιρείες.

Μελλοντικά προβλέπεται η ανάπτυξη αντίστοιχων υπηρεσιών πληροφόρησης για την κυκλοφορία σε πραγματικό χρόνο και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας είτε με την χρήση Floating Car Data ή με την ανάπτυξη νέων συστημάτων διαχείρισης κυκλοφορίας και εφαρμογών ενημέρωσης για την κινητικότητα. Σημαντικότερη είναι η προσπάθεια για την ανάπτυξη τέτοιου συστήματος στην Θεσσαλονίκη μέσα από την υλοποίηση εφαρμογών πληροφόρησης και ανταλλαγής δεδομένων ανάμεσα σε φορείς της πόλης.

3.1.2. Υπηρεσίες πληροφόρησης για τις πολυτροπικές μετακινήσεις

Όσον αφορά τον πολυτροπικό σχεδιασμό ταξιδιού και σχετική πληροφόρηση υπάρχει το portal www.atticaroute.gr υπό τη διαχείριση της Περιφέρειας Αττικής σε συνεργασία με τον Ο.Α.Σ.Α. Η πύλη αυτή παρέχει πληροφόρηση για πολυτροπικές μετακινήσεις για όλη την περιφέρεια Αττικής με δεδομένα από μέσα μαζικής μεταφοράς (τραμ, μετρό, θερμικά λεωφορεία, ηλεκτρικά τρόλλευ, τρένα, πλοία). Κατά τη σχεδίαση της διαδρομής ο χρήστης μπορεί επίσης να επιλέξει τη χρήση ιδιωτικού οχήματος ή διαδρομή ως πεζός. Η πύλη διαθέτει ακόμη αναφορές πυκνότητας κυκλοφορίας και πίνακες δρομολογίων μέσων μαζικής μεταφοράς.

Η σχετική υπηρεσία του Ο.Α.Σ.Α. (www.oasa.gr) παρέχει στοιχεία δρομολογίων για τα μέσα μαζικής μεταφοράς και τη δυνατότητα σχεδιασμού διαδρομής στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας. Ο Ο.Α.Σ.Θ. λειτουργεί διαδικτυακή εφαρμογή (www.oasth.gr) και εφαρμογή iphone με τα στοιχεία δρομολογίων για τα μέσα μαζικής μεταφοράς και παρέχει τη δυνατότητα σχεδιασμού διαδρομής για την περιοχή της Θεσσαλονίκης.

Ο Ο.Σ.Ε. επίσης παρέχει διαδικτυακή εφαρμογή σχεδιασμού διαδρομής με χρήση τρένου καθώς και δυνατότητα έκδοσης εισιτηρίου (www.trainose.gr).

Τα Υπεραστικά και τα Αστικά ΚΤΕΛ επίσης λειτουργούν διαδικτυακές εφαρμογές πληροφόρησης και σχεδίασης διαδρομής για υπεραστικά δρομολόγια καθώς και για αστικά δρομολόγια σε 17 ελληνικές πόλεις.

Ακόμη υπάρχουν αρκετές ιδιωτικές διαδικτυακές εφαρμογές για πληροφόρηση επιβατών σχετικά με αστικά και υπεραστικά ταξίδια με μέσα μαζικής μεταφοράς, όπως το tripplan.gr, που παρέχει πληροφορίες για το σχεδιασμό υπεραστικών ταξιδιών με χρήση ιδιωτικού οχήματος, αεροπλάνου, τρένου και πλοίου (που αποτελεί βασική μορφή μετακίνησης για την Ελλάδα) για όλη την Ελλάδα, και το itransit.gr το οποίο παρέχει εφαρμογές iphone και android για δρομολόγηση με χρήση μέσων μαζικής μεταφοράς για την Αθήνα. Επίσης οι υπηρεσίες [iktel](http://iktel.gr), [islands](http://islands.gr) παρέχουν εφαρμογές iphone και android για δρομολόγηση με χρήση υπεραστικών λεωφορείων και πλοίων για όλη την Ελλάδα.

3.2 Παροχή υπηρεσιών ITS για τη διαχείριση της κυκλοφορίας και των εμπορευματικών μεταφορών

Στον τομέα της διαχείρισης κυκλοφορίας και επιβατικών μεταφορών, έχουν υλοποιηθεί κυρίως εφαρμογές διαχείρισης κυκλοφορίας. Συγκεκριμένα το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας (ΚΔΚ) Αττικής και το αντίστοιχο της Αττικής Οδού είναι τα σημαντικότερα ενεργά κέντρα διαχείρισης κυκλοφορίας.

Από τον ΟΑΣΑ (www.oasa.gr) έχει δημοπρατηθεί έργο μελέτης, εγκατάστασης, υποστήριξης λειτουργίας και τεχνικής διαχείρισης ενός αυτόματου συστήματος συλλογής κομίστρου και βρίσκεται σε εξέλιξη η διαδικασία επιλογής Ιδιωτικού Φορέα Σύμπραξης (ΙΦΣ).

Το Ολοκληρωμένο Σύστημα Τηλεματικής (ΟΣΤ) θα αξιοποιηθεί από τον ΟΑΣΑ και από τους συγκοινωνιακούς φορείς των λεωφορείων και τρόλεϊ και θα έχει ως στόχο τη βελτιστοποίηση της απόδοσης και της ποιότητας του παρεχόμενου συγκοινωνιακού έργου και των συναφών προς αυτό υπηρεσιών.

Το ΟΣΤ θα εξασφαλίζει συνοπτικά την ακόλουθη λειτουργικότητα:

- Παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της θέσης όλων των οχημάτων
- Συντονισμό στόλου και παρακολούθηση εκτέλεσης δρομολογίων
- Διαχείριση, παρακολούθηση και εποπτεία συγκοινωνιακού έργου
- Υποστήριξη σχεδιασμού και οργάνωσης συγκοινωνιακού έργου

- Πληροφόρηση των επιβατών για τις ώρες διέλευσης των οχημάτων από τις στάσεις σε πραγματικό χρόνο.

Σύστημα τηλεματικής λειτουργεί και για τον ΟΑΣΘ (www.oasth.gr) με δυνατότητα εύρεσης βέλτιστης διαδρομής, και πληροφόρηση επόμενων αφίξεων λεωφορειακής γραμμής σε στάση. Επίσης υπάρχουν παραδείγματα συστημάτων εισιτηρίων και τηλεματικής σε Υπεραστικά και Αστικά ΚΤΕΛ της χώρας.

Σε εξέλιξη βρίσκεται η ανάπτυξη και άλλων συστημάτων σε οδούς ταχείας κυκλοφορίας που βρίσκονται στο στάδιο βελτίωσης ή κατασκευής σε όλη την Ελλάδα. Λειτουργούν διάφορες τεχνολογίες διαχείρισης, πληροφόρησης και επικοινωνίας περιλαμβανομένων καμερών ελέγχου, ηλεκτρονικών διοδίων, ηλεκτρονικής σήμανσης, διαδικτύου και κινητού τηλεφώνου.

Στον ιδιωτικό τομέα, υφίστανται υλοποιήσεις εφαρμογών για την εφοδιαστική αλυσίδα στις εμπορευματικές μεταφορές. Δεν προβλέπεται λειτουργία εθνικού κέντρου ITS για την διαχείριση της κυκλοφορίας και δεν υφίσταται εθνική αρχιτεκτονική για την ενσωμάτωση όλων των σχετικών δεδομένων για την διαχείριση της κυκλοφορίας και των εμπορευματικών μεταφορών. Η χρήση προτύπων είναι εξαιρετικά περιορισμένη.

3.2.1 Τρέχουσες δραστηριότητες υπηρεσιών ITS για τη διαχείριση της κυκλοφορίας και των εμπορευματικών μεταφορών στην Ελλάδα

Στον τομέα αυτό λειτουργούν ή προγραμματίζονται συστήματα που καλύπτουν ένα εύρος αναγκών και προτύπων, και περιλαμβάνουν αστικά και υπεραστικά συστήματα κέντρων διαχείρισης κυκλοφορίας καθώς και συστήματα φορέων επιβατικών μεταφορών. Συγκεκριμένα, τα συστήματα αυτά καλύπτουν:

- Συστήματα ενιαίου αστικού κομίστρου του ΟΑΣΑ στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας καθώς και συστήματα έκδοσης εισιτηρίων των ΚΤΕΛ σε περισσότερες από 15 πόλεις της Ελλάδος.

- Διαχείριση των μεταφορών (διαχείριση κυκλοφορίας και διαχείριση δημοσίων συγκοινωνιών). Περιλαμβάνονται συστήματα επιβατικών μεταφορών στην περιοχή πρωτεύουσας, Θεσσαλονίκης κλπ.

Ειδικότερα, τα κυριότερα συστήματα στην περιοχή της Αθήνας λειτουργούν στο Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας (ΚΔΚ) και το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας της Αττικής Οδού. Επίσης τέτοια συστήματα περιλαμβάνουν το Κέντρο Περιφερειακής Οδού Θεσσαλονίκης, ενώ σε εξέλιξη είναι η ανάπτυξη συστήματος αστικής διαχείρισης κυκλοφορίας και κόμβου ενημέρωσης για την κινητικότητα στην πόλη.

Τα κυριότερα συστήματα φορέων Δημοσίων Συγκοινωνιών περιλαμβάνουν το εν λειτουργία σύστημα του ΟΑΣΘ καθώς και συστήματα στην διαδικασία προγραμματισμού από τον ΟΑΣΑ. Στην Αθήνα λειτουργεί σε μέρος του στόλου του ΗΛΠΑΠ σύστημα διαχείρισης και πιλοτική πληροφόρηση επιβατικού κοινού στις στάσεις, ενώ σύστημα πληροφόρησης των επιβατών στις στάσεις λειτουργεί επίσης για τα TRAM και το METRO. Στο TRAM της Αθήνας έχει δοκιμαστεί με επιτυχία σύστημα προτεραιότητας στους φωτεινούς σηματοδότες.

Η αδιάλειπτη παροχή υπηρεσιών επικεντρώνεται στην υποστήριξη παρακολούθησης και συντονισμού στόλου, καθώς και πληροφόρησης επιβατών σε πραγματικό χρόνο.

- Υλοποίηση των εφαρμογών ITS για την εφοδιαστική αλυσίδα εμπορευματικών μεταφορών (eFreight), κυρίως για την παρακολούθηση, εντοπισμό και ταχεία μεταφορά του φορτίου, με βάση τη διαθεσιμότητα και χρήση των σχετικών τεχνολογιών ITS στους φορείς ανάπτυξης εφαρμογών. Περιλαμβάνονται συστήματα που προσφέρονται σε τοπικό και εθνικό επίπεδο από τον ιδιωτικό τομέα,
- Καθορισμό προτύπων διασύνδεσης, πληροφόρησης και επικοινωνίας όπως, το υπο μελέτη σύστημα τηλεματικής του ΟΑΣΑ, του ΚΔΚ στην περιοχή της Αθήνας καθώς και του προγραμματιζόμενου αντίστοιχου κέντρου στην περιοχή Θεσσαλονίκης. Στις προδιαγραφές αυτές περιλαμβάνονται πρότυπα διασύνδεσης και πληροφόρησης TCIP, XML, SAE J1708, SAE J1939. Επίσης, πρότυπα τεχνολογίας των επικοινωνιών Wi-Fi IEEE 802.11b, Wi-Fi IEEE 802.11 Mesh Network, WiMAX.

Προβλέπεται η ανάπτυξη και άλλων συστημάτων αδιάλειπτης παροχής υπηρεσιών ITS για την διαχείριση της κυκλοφορίας και συγκοινωνιακών συστημάτων. Αυτό θα επιτευχθεί με την επέκταση υπαρχόντων συστημάτων σε Αθήνα και Θεσσαλονίκη (π.χ. Αττική Οδός, Εγνατία Οδός), καθώς και την λειτουργία οδών ταχείας κυκλοφορίας που βρίσκονται σε στάδιο κατασκευής. Αυτές περιλαμβάνουν 5 έργα παραχώρησης συνολικού μήκους 1400 χλμ. και κόστους 8 δισ. ευρώ:

- (1) Ελευσίνα–Κόρινθος–Πάτρα–Πύργος–Τσακώνα («Ολυμπία Οδός»),
- (2) Κόρινθος–Τρίπολη–Καλαμάτα–Σπάρτη («Μορέας»),
- (3) Αθήνα–Λαμία και Αντίρριο–Ιωάννινα («Ιόνια Οδός»),
- (4) Μαλιακός–Κλειδί («Αυτοκινητό-δρομος Αιγαίου»),
- (5) Αυτοκινητόδρομος Κεντρικής Ελλάδος («Ε65»).

Η Εγνατία Οδός έχει σε δημοπράτηση σύστημα ηλεκτρονικών διοδίων ελεύθερης ροής (multilane free flow). Τα έργα εντάσσονται στα Διευρωπαϊκά Δίκτυα αυτοκινητοδρόμων. Οι παρεχόμενες υπηρεσίες είναι διαθέσιμες με επικοινωνία πολυμέσων (δεδομένα, εικόνα, φωνή) μεταξύ των κυρίων συνιστωσών συστήματος (π.χ. κέντρο ελέγχου, όχημα και στάση δημοσίων μεταφορών, οδός). Η αδιάλειπτη παροχή υπηρεσιών ITS προβλέπει την υποστήριξη διαχείρισης, πληροφόρησης και επικοινωνίας με διάφορα μέσα και τεχνολογίες, όπως:

- Οθόνες εντός οχημάτων δημοσίων μεταφορών,
- Ηχητικές ανακοινώσεις εντός οχήματος δημοσίων μεταφορών και σε έξυπνες στάσεις,
- Ηλεκτρονικές πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων,
- Κινητό τηλέφωνο (sms και 3G),
- Πρόσβαση στο διαδίκτυο,
- Ηλεκτρονικά διόδια,
- Κάμερες κλειστού κυκλώματος,
- Ηλεκτρονική σήμανση,
- Μετεωρολογικούς αισθητήρες,
- Συστήματα GPS / AVL / TETRA.

Δεν προβλέπεται λειτουργία εθνικού κέντρου αδιάλειπτης παροχής υπηρεσιών ITS για την διαχείριση της κυκλοφορίας. Η ανάγκη αυτή ως προς τις εμπορευματικές μεταφορές καλύπτεται εν μέρει από την ιδιωτική πρωτοβουλία στον χώρο. Δεν υπάρχει όμως πρόβλεψη για σύνδεση συστημάτων διαχείρισης μεταξύ των μέσων μεταφοράς και των αντίστοιχων σταθμών, δηλ. λιμανιών και σιδηροδρομικών σταθμών.

Δεν λειτουργεί εθνική αρχιτεκτονική για την ενσωμάτωση όλων των σχετικών δεδομένων για την διαχείριση της κυκλοφορίας και των εμπορευματικών μεταφορών. Πάντως, με την υποστήριξη πόρων της ΕΕ έχει αναπτυχθεί εθνική αρχιτεκτονική για ορισμένα στοιχεία του συστήματος διαχείρισης κυκλοφορίας, όπως είναι ο τομέας της ασφάλειας, και έχει εφαρμοσθεί πιλοτικά στην Αθήνα και Θεσσαλονίκη με επιτυχία.

3.3 Εφαρμογές ITS σχετικά με την οδική ασφάλεια και την προστασία

Στον τομέα αυτό καταγράφονται τοπικές προσπάθειες ανάπτυξης συστήματος «eCall» με εφαρμογές προειδοποίησης των οδηγών για συμβάντα στους ελληνικούς αυτοκινητοδρόμους, καθώς φυσικά και τη λειτουργία αρκετών κέντρων ελέγχου κυκλοφορίας σε αυτοκινητόδρομους και αστικά κέντρα (Αθήνα, Θεσσαλονίκη) που πέρα από την διευθέτηση των κυκλοφοριακών προβλημάτων έχουν ως αποστολή και την διατήρηση της οδικής ασφάλειας.

3.3.1 Παροχή ενός διαλειτουργικού ευρωπαϊκού συστήματος eCall

Το Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων συμμετέχει στο ευρωπαϊκό έργο HeERO που στόχο έχει την πιλοτική εφαρμογή του συστήματος eCall στις χώρες που συμμετέχουν στο έργο. Στα πλαίσια αυτά θα αναπτυχθεί λογισμικό και θα εγκατασταθεί ο απαιτούμενος εξοπλισμός για τη λειτουργία κέντρου PSAP. Επίσης θα εγκατασταθεί εξοπλισμός modem σε 2 οχήματα.

Ακόμη η Γ.Γ.Ε.Τ. χρηματοδοτεί το εθνικό έργο eΚΛΗΣΗ στα πλαίσια του οποίου θα γίνει μια εθνική πιλοτική εφαρμογή του ευρωπαϊκού αυτόματου συστήματος κλήσης έκτακτης ανάγκης στα αυτοκίνητα (eCall).

Σε εξέλιξη βρίσκεται η ανάπτυξη συστήματος eCall μεταξύ οχημάτων επέμβασης των παραχωρησιούχων εταιρειών κάθε ελληνικού αυτοκινητοδρόμου με το αντίστοιχο Κέντρο Ελέγχου.

3.3.2 Ασφάλεια των χρηστών του οδικού δικτύου

Σε ελληνικούς αυτοκινητοδρόμους, εκτός από τα συστήματα συλλογής στοιχείων κυκλοφορίας βρίσκονται εγκατεστημένα τα παρακάτω συστήματα:

- Πινακίδες Μεταβλητών Μηνυμάτων,
- Ηλεκτρονική σήμανση,
- Ανιχνευτές υπερβάλλοντος
- Ανιχνευτές ύψους οχήματος
- Αισθητήρες μέτρησης μετεωρολογικών δεδομένων

Ειδικά κέντρα ελέγχου αναλύουν τα δεδομένα αυτά και εντοπίζουν τυχόν συμβάντα, πληροφορώντας κατάλληλα τους οδηγούς μέσω των συστημάτων σήμανσης και κατευθύνουν τα οχήματα επέμβασης. Τα Κέντρα Ελέγχου παρακολουθούν τα εξοπλισμένα με GPS αυτά οχήματα μέσω συστήματος AVL για τη βέλτιστη διαχείριση του στόλου και την ελαχιστοποίηση του χρόνου επέμβασης σε συμβάν με την αποστολή στο συμβάν του πλησιέστερου διαθέσιμου οχήματος. Η επικοινωνία των οχημάτων επέμβασης με τα Κέντρα Ελέγχου διενεργείται μέσω ψηφιακού συστήματος TETRA.

Περαιτέρω βρίσκεται σε πλήρη λειτουργία το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας (ΚΔΚ) Νομού Αττικής το οποίο σε διασύνδεση και με άλλα σχετικά Κέντρα ενημερώνει κατάλληλα τους αρμόδιους φορείς για επέμβαση σε περίπτωση συμβάντος και τους οδηγούς των κυκλοφορούντων οχημάτων. Ακόμη στην Περιφερειακή Οδό Θεσσαλονίκης υπάρχουν εγκατεστημένες κάμερες και πινακίδες προειδοποίησης των οδηγών σε περίπτωση συμβάντων.

3.3.3 Ενσωμάτωση προηγμένων συστημάτων υποβοηθούμενης οδήγησης στα οχήματα και τις οδικές υποδομές

Ενώ δεν υπάρχουν σχετικές υλοποιήσεις στην Ελλάδα, καταγράφεται συμμετοχή φορέων στα ευρωπαϊκά ερευνητικά έργα HAVEit και INTERACTIVE, τα οποία αναπτύσσουν συστήματα υποβοήθησης και αυτοματοποίησης της οδήγησης.

3.4 Σύστημα Τηλεματικής εντοπισμού λεωφορείων, διαχείρισης κυκλοφορίας και πληροφόρησης επιβατών ΟΑΣΘ

Το σύστημα τηλεματικής του ΟΑΣΘ υλοποιήθηκε σε δύο διακριτά και ανεξάρτητα ως προς την υλοποίησή τους υποέργα:

- Σύστημα Εντοπισμού Οχημάτων και Διαχείρισης Κυκλοφορίας
- Σύστημα Τηλεματικής για την πληροφόρηση των Επιβατών εντός των λεωφορείων και σε 200 στάσεις

Το πρώτο υποέργο ολοκληρώθηκε και τέθηκε σε πλήρη λειτουργία από τον Αύγουστο του 2005 ενώ το δεύτερο τέθηκε σε λειτουργία τον Απρίλιο του 2008.

3.4.1 Διαχείριση Συγκοινωνιακού Έργου (Εντοπισμός λεωφορείων και διαχείριση της κυκλοφορίας)

Το σύστημα περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες:

1. Ανανέωση θέσης οχημάτων με ακριβείς γεωγραφικές συντεταγμένες σε πραγματικό χρόνο
2. Αναπαραγωγή τροχιάς σε χάρτη (απεικόνιση γραμμών – διαδρομών – λεωφορείων σε πραγματικό χρόνο)
3. Χρονική απόσταση οχήματος από ακολουθούντα ή προπορευόμενα από αυτό οχήματα, έναντι του προγραμματισμένου χρόνου δρομολογίων (χρονοαποστάσεις)
4. Δελτίο κίνησης με ώρες αναχώρησης, άφιξης, παραμονής, χρόνου εκτέλεσης δρομολογίου, χρόνος μετάβασης από στάση σε στάση ή και από καθορισμένα σημεία προς άλλα, κτλ.

5. Καρτέλα γραμμής, με τα λεωφορεία σε κίνηση, κατά μήκος της γραμμής, στην αφετηρία ή στο τέρμα, μέσος όρος ταχύτητας – χρόνου πραγματοποίησης δρομολογίου, κτλ
6. Καρτέλα οχήματος, με αριθμό οχήματος, αριθμός γραμμής, προγραμματισμένη ώρα αναχώρησης, αφετηρία, τέρμα, διαδρομή, μήκος διαδρομής, απόσταση από αφετηρία ή τέρμα, απόσταση από προπορευόμενο ή ακολουθούν λεωφορείο, μέσος όρος ταχύτητας, εκτίμηση ώρας άφιξης στην επόμενη και σε όλες τις επόμενες στάσεις με βάση τον φόρτο.
7. Υπολογισμός ταχύτητας οχήματος με βάση τα στοιχεία του GPS ή την απόσταση που έχει διανύσει. Παρακολούθηση ταχύτητας οχήματος και υπέρβαση ορίου
8. Συναγερμοί με ηχητικό σήμα όπως προπορεία, καθυστέρηση, άφιξη/αναχώρηση. Δυνατότητα ειδοποίησης μέσω email και SMS
9. Αποθήκευση στοιχείων στη βάση δεδομένων με μορφή ημερολόγιου συμβάντων για αξιοποίηση αυτών στον σχεδιασμό – προγραμματισμό και στην διαχείριση συμβάντων (τροχαία ατυχήματα, ταχύτητες λεωφορείων ανά 20'', κτλ)
10. Περιστροφή οχήματος στο χάρτη με βάση την κατεύθυνσή του
11. Εμφάνιση στατιστικών στοιχείων ανα όχημα με την επιλογή του οχήματος
12. Εμφάνιση στατιστικών στοιχείων για ομάδα οχημάτων
13. Ποικιλία συμβόλων για αναπαράσταση των οχημάτων και δυνατότητα περαιτέρω μεταβολής αυτών
14. Αναζήτηση οχήματος με βάση τον αριθμό/κωδικό του
15. Ένδειξη διαφορετικού χρώματος για όσα οχήματα αλλάζουν κατάσταση
16. Δυνατότητα αφαίρεσης από τον κεντρική προβολή του χάρτη όσων οχημάτων έχουν καθυστερήσει να ανανεώσουν το στίγμα τους
17. Δυνατότητα αναζήτησης οδών, πόλεων
18. Δυνατότητα απομακρυσμένης διαχείρισης και άμεσης μεταβολής παραμέτρων των συσκευών SKYLOG που βρίσκονται στα οχήματα από τον διαχειριστή του συστήματος (όπως συχνότητα αποστολής μηνυμάτων)
19. Δυνατότητα σύνδεσης μέσω αναλογικών και ψηφιακών εισόδων με αισθητήρες και άλλες συσκευές εντός του οχήματος και ασύρματη αποστολή αυτών στο κέντρο ελέγχου
20. Αξιοποίηση στατιστικών στοιχείων εκτέλεσης προγραμματισμένου συγκοινωνιακού έργου, κατά γραμμή, κατά ημέρα ή περιόδους ημερών, με αποτέλεσμα την βελτιστοποίηση του σχεδιασμού και προγραμματισμού του συγκοινωνιακού έργου.

3.4.2 Συστήματα εντός του οχήματος: «Έξυπνο Λεωφορείο»

Στο τμήμα αυτό του έργου υλοποιήθηκαν οι εξής λειτουργίες:

1. Ηλεκτρονική διαχείριση βάρδιας οδηγού (εγκατάσταση σε όλα τα λεωφορεία ηλεκτρονικών αναγνώστων δια χρήσης ηλεκτρονικών καρτών της ανάληψης – λήξης – διακοπής, κτλ της εργασίας των οδηγών και λοιπού προσωπικού κίνησης
2. Σύνδεση με ακυρωτικές συσκευές για την καταγραφή, αποθήκευση και στατιστική αξιοποίηση, των στοιχείων των ακυρώσεων – επιβατικής κίνησης και επιπροσθέτως με δυνατότητες στατιστικής αξιοποίησης αυτών για οποιαδήποτε περίοδο
3. Σύνδεση με εκδοτικά μηχανήματα εισιτηρίων
4. Σύνδεση με πινακίδα δρομολογίου για την συνεχή και αξιόπιστη ενημέρωση των ηλεκτρονικών αρχείων του Οργανισμού, χωρίς την παρέμβαση ανθρώπινου παράγοντα
5. Σύνδεση επείγουσας ειδοποίησης, για αντιμετώπιση έκτακτων συμβάντων
6. Σύνδεση με σύστημα παρακολούθησης πίεσης ελαστικών
7. Σύνδεση με κινητήρα και σύστημα κλιματισμού για έλεγχο κατανάλωσης ενέργειας
8. Ηλεκτρονική ογκομέτρηση πετρελαίου τόσο για την πιστοποίηση της ακρίβειας προμήθειας – ανάλωσης πετρελαίου, όσο και για την κατανάλωση πετρελαίου από κάθε λεωφορείο

3.4.3 Συστήματα ΟΑΣΘ για Πληροφόρηση των Επιβατών

Σε αυτό το υποέργο, έχει υλοποιηθεί η παρακάτω λειτουργικότητα:

- 200 «έξυπνες» στάσεις στις οποίες αναγράφονται οι αριθμοί και οι χρόνοι άφιξης των επόμενων λεωφορείων
- Τηλεματικές Έξυπνες Πινακίδες Λεωφορείων (Τ.Ε.Π.Λ.) εντός των λεωφορείων στις οποίες αναγράφεται σε ελληνική και λατινική γραφή η επόμενη στάση
- Σύστημα ηχητικής αναγγελίας 3.330 στάσεων (ΣΗΑΣ) στην ελληνική και αγγλική γλώσσα

Τέλος στην ιστοσελίδα του Ο.Α.Σ.Θ. (www.oasth.gr) παρέχονται οι εξής πληροφορίες:

- προβολή του χάρτη της βέλτιστης διαδρομής.

- προβολή των λεωφορειακών γραμμών που διέρχονται από κάθε Δήμο.
- προβολή των λεωφορειακών γραμμών που διέρχονται από κάθε στάση.
- ώρες αναχώρησης των λεωφορείων από αφετηρία ή τέρμα.
- προβολή του χάρτη της περιοχής που ενδιαφέρει κάθε πολίτη.
- στάσεις κάθε διαδρομής προς αφετηρία ή τέρμα.

3.5 Ενιαίο αυτόματο σύστημα συλλογής κομίστρου ΟΑΣΑ

Αυτό το έργο αφορά στην μελέτη, χρηματοδότηση, εγκατάσταση, υποστήριξη της λειτουργίας, συντήρηση και τεχνική διαχείριση ενός Ενιαίου Αυτόματου Συστήματος Συλλογής Κομίστρου. Το σύστημα αυτό θα καλύπτει και θα εξυπηρετεί το σύνολο των μέσων μαζικής μεταφοράς (θερμικά λεωφορεία, ηλεκτροκίνητα λεωφορεία – τρόλεϊ, αστικοί σιδηρόδρομοι – μετρό, τροχιόδρομοι – τραμ, προαστιακός σιδηρόδρομος – της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών (που αποτελεί την γεωγραφική περιοχή αρμοδιότητας του ΟΑΣΑ).

Το σύστημα θα υλοποιηθεί και θα λειτουργήσει μέσω Σύμπραξης Δημόσιου και Ιδιωτικού Τομέα (ΣΔΙΤ) που θα έχει χρονική διάρκεια δώδεκα (12) έτη από τη θέση σε ισχύ της Σύμβασης Σύμπραξης.

Το σύστημα θα αξιοποιηθεί από κοινού από τον ΟΑΣΑ ΑΕ, την ανώνυμη εταιρεία «Οδικές Συγκοινωνίες ΑΕ» (ΟΣΥ) – που έχει προκύψει από τη συγχώνευση των ΕΘΕΛ και ΗΛΠΑΠ – την ανώνυμη εταιρεία Σταθερές Συγκοινωνίες ΑΕ (ΣΤΑΣΥ) – που έχει προκύψει από τη συγχώνευση των ΑΜΕΛ, ΤΡΑΜ και ΗΣΑΠ – καθώς και τον προαστιακό σιδηρόδρομο με στόχο τη βελτιστοποίηση των υπηρεσιών και του συστήματος κομίστρου.

Το σύστημα προβλέπεται να έχει τα ακόλουθα λειτουργικά χαρακτηριστικά:

Θα υποστηρίζει δύο τύπους μέσου κομίστρου υπό τη μορφή ηλεκτρονικών «έξυπνων καρτών». Σ' αυτές θ' αποθηκεύονται όσα δεδομένα του κομίστρου και της χρήσης του (μετακίνηση) απαιτούνται για την εφαρμογή των προϊόντων κομίστρου.

Η επικύρωση των «έξυπνων καρτών» θα είναι υποχρεωτική σε κάθε επιβίβαση, ακόμα και στην περίπτωση που αυτές υποκαθιστούν κάρτες χρονικής διάρκειας ή ατέλεια. Για

κάποιους από τους φορείς θα υλοποιηθεί ως κλειστό σύστημα με πύλες και η επικύρωση θα είναι υποχρεωτική και κατά την έξοδο.

Ο εξοπλισμός θα περιλαμβάνει τερματικές συσκευές έκδοσης, επαναφόρτισης, επικύρωσης και ελέγχου των έξυπνων καρτών. Εκτός των τερματικών συσκευών, η λειτουργία του συστήματος απαιτεί Κέντρα Διαχείρισης, τα οποία διαθέτουν μηχανισμούς συγκέντρωσης πληροφορίας και ελέγχου ασφαλείας των τερματικών συσκευών και ασφάλειας των συναλλαγών.

3.5.1 Στοιχεία Διαλειτουργικότητας και προτύπων

Το σύστημα θα υλοποιηθεί με την εγκατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού σε θερμικά και ηλεκτρικά λεωφορεία, τις γραμμές μετρό, το τραμ και τον προαστιακό σιδηρόδρομο. Ειδικότερα στις γραμμές μετρό θα εγκατασταθούν πύλες και θα αξιοποιηθεί μερικά και ήδη υπάρχων εξοπλισμός.

Προβλέπονται βασικές προδιαγραφές διαλειτουργικότητας με το Σύστημα Τηλεματικής, μέσω αμφίδρομης μεταφοράς δεδομένων και της χρήσης των τηλεματικών υποσυστημάτων πληροφόρησης επιβατών. Το σύστημα επίσης θα διαλειτουργεί με τα πληροφοριακά συστήματα ERP, λογιστικής, κ.λ.π. των φορέων. Θα εξεταστεί επίσης η διάθεση επιλεγμένων στατιστικών στοιχείων λειτουργίας με την αξιοποίηση των αποθηκευμένων πληροφοριών στην βάση δεδομένων. Ειδικότερα θα μπορούν να παρέχονται πληροφορίες που θα αφορούν σε:

- Στοιχεία μετακινήσεων
- Στατιστικά στοιχεία πελατών, πωλήσεων και χρήσεων καρτών

Τα παραπάνω δεδομένα θα παρέχονται με τρόπο, που θα διαφυλάσσει την ασφάλεια προσωπικών δεδομένων.

Οι κύριες κατηγορίες προτύπων που αφορούν την υλοποίηση αφορούν πρότυπα διασύνδεσης και επικοινωνιών όπως απαριθμούνται παρακάτω:

- Πρότυπα διασύνδεσης και πληροφοριών (Interface and information standards):
 - Transit Communication Interface Profile (TCIP)
 - Extensible Markup Language (XML)

- Bus Vehicle Area Network (SAE J1708, J1939)
- Communication technologies standards:
 - Standard Wi-Fi IEEE 02.11b
 - Wi-Fi IEEE 02.11 Mesh Network
 - WiMAX
- Ανοικτό πρότυπο έξυπνης κάρτας

3.5.2 Αναμενόμενα αποτελέσματα

Η υλοποίηση του συστήματος στοχεύει στην υλοποίηση των παρακάτω θετικών αποτελεσμάτων:

- βελτίωση της παραγωγικότητας του συστήματος αστικών συγκοινωνιών και ιδιαίτερα των διαδικασιών παραγωγής, διακίνησης, πώλησης και ελέγχου του κομίστρου,
- μείωση της εισιτηριοδιαφυγής,
- βελτίωση της εικόνας του συγκοινωνιακού συστήματος, της ευχρηστίας του, της εμπορικής λειτουργίας του και των παρεχόμενων υπηρεσιών στους πολίτες,
- αναβάθμιση της ελκυστικότητας των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς, μέσω της βελτίωσης των υπηρεσιών τους και της παροχής ευέλικτης τιμολογιακής πολιτικής,
- δημιουργία δυνατοτήτων και ευκαιριών για συνδυαστικά προϊόντα και εμπορικές συμμαχίες / συνεργασίες, και
- δημιουργία θέσεων εργασίας νέας τεχνολογίας

3.6 Υπηρεσίες Τηλεματικής για Εξυπηρέτηση και Ενημέρωση χρηστών Οδικού Δικτύου "ΕΞΥΠΝΗ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ"

Ο σκοπός της υλοποιημένης δράσης που αφορούσε τηλεματικές υπηρεσίες εξυπηρέτησης και ενημέρωσης χρηστών ήταν η ενίσχυση της υλοποίησης ιδιωτικών επενδύσεων στον τομέα των ευφών συστημάτων μεταφορών. Οι ενέργειες που χρηματοδοτήθηκαν σχετίζονται με την ανάπτυξη καινοτόμων εφαρμογών και την παροχή προηγμένων ηλεκτρονικών υπηρεσιών (e-services) που μεταξύ άλλων καλύπτουν:

Τη δυναμική ενημέρωση των χρηστών οδικού δικτύου με στόχο τη διευκόλυνση της οδικής κυκλοφορίας, καλύπτοντας συγκεκριμένο γεωγραφικό χώρο εντός του λεκανοπεδίου Αττικής.

- Την ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστημάτων παροχής ηλεκτρονικών υπηρεσιών εξυπηρέτησης χρηστών οδικού δικτύου κυκλοφορίας, χειρισμού εκτάκτων συμβάντων, e-Call.
- Την ανάπτυξη εφαρμογών και υπηρεσιών σχετικών με τον τομέα των μεταφορών με την χρήση ευφών καρτών πολλαπλών χρήσεων.

Οι σχετικές ενέργειες αποτελούν μέρος της πολιτικής για την οδική ασφάλεια (e-safety). Οι επιχειρήσεις που τελικά χρηματοδοτήθηκαν από τη Δράση, λαμβάνουν τα δεδομένα κυκλοφορίας για την Αθήνα από το πρώην Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. (και ήδη Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων) κατόπιν διμερούς συμφωνίας. Ως αποτέλεσμα της χρηματοδότησης δημιουργήθηκαν μια σειρά από υπηρεσίες σε web (πχ www.myroute.gr) για κινητά τηλέφωνα και RDS/TMC.

4. Εφαρμογές Ευφυών Συστημάτων Μεταφορών στην Αερομεταφορές

Στο κεφάλαιο αυτό θα εξεταστούν εφαρμογές ITS στις αερομεταφορές εξετάζοντας υλοποιήσεις και σχεδιασμούς έργων σε τομείς Διαχείρισης Εναέριας Κυκλοφορίας, Διαχείρισης Αεροδρομίων και στις Αεροπορικές Εταιρίες.

4.1 Διαχείριση Εναέριας Κυκλοφορίας

Η ασφαλής και έγκυρη πραγματοποίηση κάθε πτήσης είναι αποτέλεσμα συνδυασμού και συγχρονισμού τεχνολογικών συστημάτων με τις ανθρώπινες δεξιότητες. Η διαχείριση της εναέριας κυκλοφορίας (Air Traffic Management - ATM) αφορά τις απαιτούμενες εργασίες, διαδικασίες και μέσα που συμβάλουν στην διασφάλιση της καθοδήγησης αεροσκαφών στον αέρα και στο έδαφος.

Η διαχείριση της εναέριας κυκλοφορίας, πραγματοποιείται από ένα συμπληρωματικό σύνολο συστημάτων:

- Διαχείριση Εναέριου Χώρου
- Διαχείριση Εναέριας Χωρητικότητας και Ροής Κυκλοφορίας (ATFCM)
- Έλεγχος Εναέριας Κυκλοφορίας (ATC)

Ο ρόλος των παραπάνω συστημάτων είναι πρωταρχικά η ασφάλεια και η χρονική ακρίβεια στην εκτέλεση πτήσεων. Στη Ευρώπη, η διαχείριση της εναέριας κυκλοφορίας έχει ανατεθεί από κοινού στα κράτη μέλη, τους αερομεταφορείς και τα αεροδρόμια, στο EUROCONTROL και σε άλλα Ευρωπαϊκά ιδρύματα.

4.1.1 Διαχείριση Εναέριου Χώρου

Τα αεροσκάφη κατά τη διάρκεια της πτήσης ακολουθούν προκαθορισμένες διαδρομές που προσομοιάζουν στους αυτοκινητόδρομους για τα οχήματα στο έδαφος. Με δεδομένο

το διπλασιασμό της εναέριας κυκλοφορίας κατά την τελευταία δεκαετία και τις προβλέψεις για περαιτέρω αύξηση, ο σχεδιασμός και οι πρακτικές της διαχείρισης του εναέριου χώρου, μια δραστηριότητα που αφορά τη μοντελοποίηση και τον σχεδιασμό αεροδιαδρόμων, πρέπει να επανεξετάζεται συνεχώς.

4.1.2 Διαχείριση Εναέριας Χωρητικότητας και Ροής Κυκλοφορίας (ATFCM)

Σαν συνέχεια του σχεδιασμού των αεροδιαδρόμων, ακολουθεί η διαδικασία ανάθεσης πτήσεων στη διαθέσιμη εναέρια χωρητικότητα. Η διαδικασία αυτή είναι κρίσιμη, καθώς υπάρχουν πρακτικοί περιορισμοί στον αριθμό των πτήσεων τις οποίες μπορεί να διαχειρίζεται ταυτόχρονα κάθε ελεγκτής και κέντρο ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας.

Κάθε αεροσκάφος, υποχρεούται να καταθέσει σχέδιο πτήσης στο αρμόδιο γραφείο ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας (ATC). Όλες οι πτήσεις προς / από και εντός της Ευρώπης, αναλύονται, επεξεργάζονται και επιβεβαιώνεται η ύπαρξη της αναγκαίας χωρητικότητας ώστε να γίνεται η βέλτιστη χρήση των διαθέσιμων χρονοθυρίδων (slots). Η διαδικασία ανάλυσης και επεξεργασίας γίνεται σε διάφορα χρονικά στάδια, αρχικά σε επίπεδο σχεδιασμού, σε δεύτερη φάση την προηγούμενη μέρα από την προγραμματισμένη αναχώρηση και τέλος σε πραγματικό χρόνο αμέσως πριν την αναχώρηση και κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της πτήσης.

Η ευθύνη διαχείρισης της εναέριας χωρητικότητας στον ευρωπαϊκό χώρο ανήκει κεντρικά στο CFMU (Central Flow Management Unit) και τοπικά στα εθνικά κέντρα διαχείρισης εναέριας κυκλοφορίας.

Οι τρεις φάσεις του ATFCM αναλυτικότερα είναι:

Φάση I – Στρατηγικός Σχεδιασμός: Αντιστοίχιση της μακροχρόνιας ζήτησης στη χωρητικότητα του ATC

Φάση II – Προ-επιχειρησιακός Σχεδιασμός: Προγραμματισμός της ζήτησης για το επόμενο 24ωρο

Φάση III – Επιχειρησιακός Σχεδιασμός: Διαχείριση πτήσεων σε εξέλιξη με βάση την υπάρχουσα χωρητικότητα και τον φόρτο του αρμόδιου ATC. Ανάλυση επανορθωτικών ενεργειών και αντιμετώπιση εκτάκτων καταστάσεων.

4.1.3. Έλεγχος Εναέριας Κυκλοφορίας (ATC)

Υπάρχει αυτονόητη ανάγκη χωρικού και χρονικού διαχωρισμού των αεροσκαφών τόσο κατά τη διάρκεια της πτήσης, όσο και στα αεροδρόμια κατά την απογείωση, προσγείωση, τροχοδρόμηση και στάθμευση. Η ευθύνη αυτή ανήκει στα κέντρα ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας κάθε χώρας (ACC) που έχουν το ρόλο να καθοδηγούν τα αεροσκάφη από και προς τα αεροδρόμια αναχώρησης και προορισμού.

4.1.4 Μελλοντική Εξέλιξη στην Διαχείριση Εναέριας Κυκλοφορίας στην Ευρώπη

Το σημερινό σύστημα διαχείρισης εναέριας κυκλοφορίας είναι κατατεταγμένο, έχοντας σαν συνέπεια τη μειωμένη επάρκεια και το αυξημένο κόστος για τις πτήσεις. Η πρόβλεψη είναι για έναν ημερήσιο όγκο 40.000 πτήσεων ημερησίως το 2020 (Eurocontrol, 2011), θέτοντας ένα κρίσιμο ζήτημα επάρκειας του σημερινού τρόπου διαχείρισης της εναέριας κυκλοφορίας. Για το λόγο αυτό, δημιουργούνται Λειτουργικά Τμήματα Εναέριου Χώρου (FAB – Functional Airspace Blocks) στην πορεία προς την υλοποίηση του «Ενιαίου Ουρανού» (Single Sky) στον Ευρωπαϊκό χώρο.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή και οι υπόλοιπες υπεύθυνες αρχές των κρατών μελών της Ε.Ε. συνειδητοποιώντας την ανάγκη αλλαγής του υφιστάμενου συστήματος, με σκοπό την αποτελεσματική αντιμετώπιση της μελλοντικής ζήτησης, δημιούργησαν σε συνεργασία ιδιωτικού και δημόσιου τομέα το πρόγραμμα SESAR για τον ορισμό και την ανάπτυξη του μελλοντικού συστήματος διαχείρισης εναέριας κυκλοφορίας.

4.1.5 Ενιαίος Ευρωπαϊκός Ουρανός

Εξαιτίας της δραματικής αύξησης στον όγκο των αεροπορικών ταξιδιών τελευταίες δύο δεκαετίες, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημιούργησε ένα νομοθετικό πλαίσιο για την αεροναυτιλία αποκαλούμενο «Single Sky» (Ενιαίος Ευρωπαϊκός Ουρανός - SES).

Ο καθημερινός όγκος που χειρίζεται το ευρωπαϊκό σύστημα διαχείρισης εναέριων κυκλοφορίας είναι 26.000 πτήσεις, με πρόβλεψη για διπλασιασμό τους το 2020. Σε σύγκριση με αντίστοιχα συστήματα σε άλλες περιοχές του κόσμου, το σημερινό Ευρωπαϊκό σύστημα διαχείρισης κοστίζει 2-3 εκατομμύρια € (Ευρώ) επιπλέον κάθε χρόνο. Σε απάντηση αυτής της ανεπάρκειας, η πρωτοβουλία SES στοχεύει στην οργάνωση του εναέριου χώρου σε λειτουργικά τμήματα (FAB – Functional Airspace Blocks) με βάση τις κυκλοφοριακές ροές, σε αντικατάσταση των εθνικών εναέριων χώρων με βάση τους οποίους γίνεται σήμερα η διαχείριση. Προφανώς, ένα τέτοιο έργο, απαιτεί κοινούς κανόνες και διαδικασίες σε Ευρωπαϊκό επίπεδο.

Στο επίπεδο της τεχνολογίας και των διαδικασιών, η πρωτοβουλία SES υποστηρίζεται από το πρόγραμμα SESAR (Single European Sky ATM Research Programme), με στόχο τον εκσυγχρονισμό και τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης εναέριων κυκλοφορίας στο μέλλον.

4.1.6. Λειτουργικά Τμήματα Εναέριου Χώρου (FAB)

Ένα πρωταρχικό στοιχείο των κανονισμών της πρωτοβουλίας SES, είναι η μείωση του αριθμού των υαρχόντων τμημάτων εναέριου χώρου (σήμερα 67 με βάση τον κάθε Εθνικό Εναέριο Χώρο), σε 9 υπερ-Εθνικά τμήματα έως το 2012.

Με το σημερινό σύστημα, ο Ευρωπαϊκός ουρανός είναι κατατεμημένος και σημειώνεται έλλειψη συντονισμού ανάμεσα στους παρόχους αεροναυτιλιακής υπηρεσίας, των συστημάτων που αυτοί χρησιμοποιούν και των χρηστών (πολιτικές και στρατιωτικές πτήσεις) του κάθε εναέριου χώρου. Κάθε φορά που ένα αεροσκάφος εισέρχεται στον εναέριο χώρο κάθε κράτους, αλλάζει ο πάροχος αεροναυτιλιακής υπηρεσίας όπως και οι κανόνες και επιχειρησιακές απαιτήσεις. Η κατάτμηση αυτή επηρεάζει αρνητικά την ασφάλεια, περιορίζει την χωρητικότητα και προσθέτει κόστος.

Περίπου 1000 ώρες καθυστερήσεων ημερησίως στην Ευρώπη οφείλονται στον έλεγχο εναέριας κυκλοφορίας και από αυτές ένα σημαντικό τμήμα οφείλεται στην κατάτμηση του εναέριου χώρου. Με την ενοποίηση μέσω της εφαρμογής των FAB, η διαχείριση της ροής της κυκλοφορίας και η παροχή αεροναυτιλιακών υπηρεσιών γίνεται ολοκληρωμένα και καθορίζεται από τις πραγματικές επιχειρησιακές ανάγκες αντί τα εθνικά σύνορα. Ως αποτέλεσμα, θα υπάρξει σημαντική αύξηση της χωρητικότητας και αποτελεσματικότερη χρήση του εναέριου χώρου της Ευρώπης.

Για τη φάση II του SES με ορίζοντα υλοποίησης το 2012, έχουν προβλεφθεί οι τρόποι συνεργασίας και ομαδοποίησης των υπαρχόντων παρόχων και η οργάνωσή τους σε ομάδες. Η μεγαλύτερη ομάδα είναι αυτή της κεντρικής Ευρώπης (FABEC – FAB Europe Central Block), ενώ έχουν δηλωθεί στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή οι 9 ακόμη υπερ-εθνικές ομάδες πρωτοβουλίας, όπως αυτές συνοψίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

FAB (Functional Airspace Block)	Περιλαμβάνει τον Εθνικό Εναέριο Χώρο (ή τμήμα αυτού)
NEFAB (North European FAB)	Δανία, Εσθονία, Φινλανδία, Ισλανδία, Νορβηγία, Σουηδία, Λιθουανία
NUAC (Nordic Upper Airspace Centre)	Ανώτερος Νορβηγικός Εναέριος Χώρος, Δανία, Σουηδία
BALTIC FAB	Πολωνία, Λιθουανία
FABEC (FAB Europe Central)	Γαλλία, Γερμανία, Βέλγιο, Ολλανδία, Λουξεμβούργο και Ελβετία
FABCE (FAB Central Europe)	Τσεχία, Σλοβακία, Αυστρία, Ουγγαρία, Κροατία, Σλοβενία, Βοσνία-Ερζεγοβίνη
DANUBE	Βουλγαρία, Ρουμανία
BLUE MED	Ιταλία, Μάλτα, Ελλάδα, Κύπρος (Αίγυπτος, Τυνησία, Αλβανία, Ιορδανία)
UK-IRELAND	Ηνωμένο Βασίλειο και Ιρλανδία
SW FAB	Ισπανία, Πορτογαλία

Πίνακας 4.1 – Κατανομή Εθνικών Εναέριων Χώρων σε FAB

4.1.7. SESAR, Ευρωπαϊκό Ερευνητικό Πρόγραμμα για την υλοποίηση του Ενιαίου Ευρωπαϊκού Ουρανού στη Διαχείριση Εναέριας Κυκλοφορίας

Το πρόγραμμα SESAR (Single European Sky ATM Research Programme) φιλοδοξεί να αποτελέσει την απάντηση της Ευρώπης στις σύγχρονες προκλήσεις διαχείρισης εναέριας κυκλοφορίας. Η προσπάθεια της κοινής πρωτοβουλίας SESAR JU, στοχεύει στον εκσυγχρονισμό των συστημάτων ATM (Air Traffic Management) και τον συντονισμό και συγκέντρωση των ερευνητικών δραστηριοτήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οδηγώντας σε μια εναρμονισμένη υλοποίηση.

Οι βασικοί στόχοι αναφοράς απόδοσης (KPIs) για το SESAR έως το 2020 είναι:

- Τριπλασιασμός της Χωρητικότητας
- Βελτίωση της ασφάλειας με παράγοντα 10
- Μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης ανά πτήση κατά 10%
- Μείωση του κόστους ATM κατά 10%

Τα προσδοκώμενα οφέλη αφορούν συνολικά όλους τους εμπλεκόμενους στις αερομεταφορές και ειδικότερα, αεροπορικές εταιρίες, επιβάτες, εθνικούς υπόλογους προμηθευτές υπηρεσιών αεροναυτιλίας, ελεγκτές εναέριας κυκλοφορίας, πληρώματα θαλάμου διακυβέρνησης αεροσκαφών και τέλος το περιβάλλον.

Για την προώθηση αυτών των στόχων, δημιουργήθηκε η πρωτοβουλία SESAR JU με τη συμμετοχή της Ευρωπαϊκής Ένωσης και του Eurocontrol ως ιδρυτές. Εκτός από τον ρόλο της SESAR JU στο συντονισμό των δραστηριοτήτων στον Ευρωπαϊκό χώρο, η συνεργασία με αντίστοιχα έργα ανά τον κόσμο είναι στις αρμοδιότητες της.

Αρχικά συμμετείχαν, πλην των ιδρυτικών μελών, 15 ακόμα μέλη (εταιρίες διαχείρισης αεροδρομίων, ιδιωτικές και κρατικές ερευνητικές εταιρίες και βιομηχανίες). Τον Ιούλιο του 2010, έγιναν αποδεκτοί 17 ακόμη συνεργάτες, συμπεριλαμβάνοντας πανεπιστήμια, κρατικές αρχές, κατασκευαστές αεροσκαφών κλπ.

Τα αρχικά παραδοτέα της πρωτοβουλίας (Έλεγχος Εναέριας Κυκλοφορίας «Νέας Γενιάς») είναι προγραμματισμένα για το 2012, ενώ ο ορίζοντας σχεδιασμού επεκτείνεται στην κάλυψη των αναγκών για τα επόμενα 30 χρόνια. Έχουν οριστεί οι ακόλουθοι 7 βραχυχρόνιοι στόχοι, προκειμένου η πρωτοβουλία να αποδείξει την ικανότητά της να πραγματοποιήσει τα προσδοκώμενα οφέλη:

1. Αρχική επικύρωση τροχιάς 4D (4 διαστάσεων) σε επιχειρησιακό περιβάλλον υποστηριζόμενο από δορυφορικές τηλεπικοινωνίες
2. 10.000 πτήσεις με χρήση SESAR, συμπεριλαμβάνοντας 500 στρατιωτικές
3. Δοκιμή του 80% των αποτελεσμάτων έργων που υλοποιούνται στα πλαίσια της πρωτοβουλίας σε πραγματικό επιχειρησιακό περιβάλλον
4. Ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ τουλάχιστον 5 περιοχών με τους πρώτους κυβερνήτες SWIM να έχουν αναλάβει καθήκοντα
5. Επιχειρησιακή ετοιμότητα του πρώτου απομακρυσμένου πύργου ελέγχου
6. Σύνδεση 8 ευρωπαϊκών αεροδρομίων σε ζεύγη για την επαλήθευση των ωφελειών από την υλοποίηση του προγράμματος
7. Αποδοχή των χρηστών του εναέριου χώρου σε λειτουργία βασισμένη σε χρόνο (αντί σκέλος πτήσης)

Συνοπτικά τα οφέλη για τους εμπλεκόμενους με τις αερομεταφορές προβλέπεται να είναι τα ακόλουθα:

- Αεροπορικές Εταιρίες:
 - ανταπόκριση στη ζήτηση, καλύτερη ποιότητα εξυπηρέτησης επιβατών, αποδοτικότερες πτήσεις και χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμων
- Φορείς Παροχής Υπηρεσιών Αεροναυτιλίας (ANSPs):
 - Βελτίωση της ποιότητας στην παρεχόμενη υπηρεσία σε χαμηλότερο κόστος για τους χρήστες του εναέριου χώρου
- Αεροδρόμια:
 - Δυνατότητα παροχής υπηρεσίας ακόμα και με χειρότερες καιρικές συνθήκες, αύξηση χωρητικότητας και βελτίωση της επιχειρησιακής λειτουργίας
- Επιβάτες:

- Καλύτερη υπηρεσία με χαμηλότερο κόστος και αυξημένη προβλεψιμότητα χρόνων άφιξης και αναχώρησης
- Κοινό:
 - Σύστημα διαχείρισης φιλικότερο στο περιβάλλον (μειωμένη συνεισφορά στο φαινόμενο υπερθέρμανσης), λιγότερος θόρυβος και οικονομικά οφέλη λόγω χαμηλότερου κόστους στις αερομεταφορές
- Προμηθευτές και Κατασκευαστές:
 - Τεχνολογική πρωτοπορία, καινοτομία, αυξημένη ανταγωνιστικότητα για την ευρωπαϊκή βιομηχανία στον τομέα της αεροναυπηγικής και διαστήματος. Η σημερινή έρευνα, καθορίζει τα πρότυπα του αύριο, αυξάνοντας την παγκόσμια δυνητική πελατειακή βάση.

4.2. Συστήματα Παρακολούθησης Κινήσεων Εδάφους σε Αεροδρόμια

Εκτός από τα ζητήματα και τις δράσεις στον τομέα της διαχείρισης της εναέριας κυκλοφορίας, όπως αυτά αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, υπάρχουν ζητήματα χωρητικότητας και ασφάλειας στα αεροδρόμια, τα οποία οι εφαρμογές ITS καλούνται να επιλύσουν. Ο αυξημένος όγκος κίνησης στα αεροδρόμια σαν συνέπεια της γενικότερης αύξησης της αεροπορικής κίνησης καθώς και οι φυσικοί περιορισμοί της χωρητικότητας ενός αεροδρομίου, προκαλούν καθυστερήσεις και κινδύνους στην ασφάλεια των πτήσεων.

Σε ότι αφορά τις καθυστερήσεις, ο Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO) προβλέπει μία μέση ετήσια αύξηση της τάξης του 5% στις κινήσεις (από/προσγειώσεις) αεροδρομίων (Heitmeyer, 2001; Piazza, 2002). Επιπρόσθετα, σύμφωνα με το Eurocontrol (European Organization for the Safety of Air Navigation) το ποσοστό των καθυστερήσεων εξαιτίας των αεροδρομίων το 2002 ήταν περισσότερο από 33%, το 2000 ήταν 23% ενώ το αντίστοιχο ποσοστό το 1999 ήταν μόνο 16%.

Η στατιστική υπηρεσία (STATFOR) του Eurocontrol στην έκθεση του Μαΐου του 2011, σε επίπεδο SU (Service Units), προβλέπει σε ετήσια βάση αύξηση 3,8% για το 2012 σε σύγκριση με το 2011 (συνολικός αριθμός 127,4εκ. SU). Έως το 2016, η αύξηση

προβλέπεται να είναι 22% σε σχέση με τα πραγματικά στοιχεία του 2010 (143,8εκ. και 117,4εκ. αντίστοιχα για το 2016 και το 2010). Για την Ελλάδα ειδικότερα, η ίδια έκθεση προβλέπει αύξηση 21% έως το 2016 (συγκρινόμενο με το 2010).

Η αυξημένη κίνηση, αυξάνει πολλαπλασιαστικά τους κινδύνους στο έδαφος κατά τη διάρκεια τροχοδρόμησης, προσγείωσης και απογείωσης αεροσκαφών, δεδομένης της πεπερασμένης χωρητικότητας των αεροδρομίων και των συνθηκών κορεσμού που λειτουργούν αρκετά από αυτά κυρίως σε περιόδους αιχμής αλλά και εκτός αυτών.

Στην προσπάθεια αύξησης της χωρητικότητας και των επιπέδων ασφάλειας των αεροδρομίων, έχουν αναπτυχθεί συστήματα παρακολούθησης των κινήσεων αεροσκαφών και οχημάτων εξυπηρέτησης στο έδαφος. Τα συστήματα αυτά, καλούνται Airport Surface Detection Equipment στις ΗΠΑ ή Advanced Surface Movement Guidance Control Systems A-SMGCS στην Ευρώπη (Bernabei, 2000; Piazza, 2002). Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει ήδη καταλάβει την σημασία των A-SMGCS σε διάφορα έργα όπως το AIRPORT-G, ATHOS, DAFUSA, MANTEA, VISION, EMMA, INTERVUSE, ISMAEL, DEFAMM και BETA (Klein et al, 2001).

Τα συστήματα αυτά, απαιτούν την χωρίς αμφιβολία αναγνώριση όλως ανεξαιρέτως των αεροσκαφών και των οχημάτων εξυπηρέτησης (βυτιοφόρα καυσίμων, ανυψωτικά, ελκυστήρες, λεωφορεία επιβατών κλπ) που κινούνται σε ελεγχόμενες περιοχές του αεροδρομίου.

Επιτρέπουν στους ελεγκτές (και δυνητικά σε πληρώματα θαλάμου διακυβέρνησης -ΠΘΔ αεροσκαφών) να έχουν αποτύπωση σε οθόνη της ακριβούς θέσης και της εικόνας της κίνησης στην περιοχή ευθύνης τους, επιτρέποντας τον διαχωρισμό και την καθοδήγησή τους, ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες και χωρίς να προκαλείται λειτουργική καθυστέρηση ή μειωμένα επίπεδα ασφάλειας.

Συνοπτικά, ένα ευφυές σύστημα παρακολούθησης κινήσεων επιφανείας σε περιοχή αεροδρομίου πρέπει να ενσωματώνει την ακόλουθη λειτουργικότητα:

- **Παρακολούθηση:** Αναγνώριση και ακριβή στοιχεία θέσης αεροσκαφών, οχημάτων και αντικειμένων (εμποδίων) – συνεργαζομένων και μη συνεργαζομένων στόχων– εντός της ελεγχόμενης περιοχής του αερολιμένα. Η

πληροφορία πρέπει να είναι διαθέσιμη σε πραγματικό χρόνο ώστε να επιτρέπονται λειτουργίες ελέγχου και καθοδήγησης. Τέλος, η δυνατότητα ανίχνευσης θα πρέπει να είναι διαθέσιμη ανεξαρτήτως δυσμενών καιρικών συνθηκών ή τοπολογίας του αερολιμένα.

- **Δρομολόγηση:** Διαχείριση διαδρομών και δυνατότητα επιλογής βέλτιστης διαδρομής κατά την τροχοδρόμηση (από τα σημεία από/προσγειώσης έως τα σημεία τελικής στάθμευσης)
- **Έλεγχος:** Καταγραφή κινήσεων, Ανίχνευση και Αποτροπή συνθηκών σύγκρουσης
- **Καθοδήγηση:** Οδηγίες σε ΠΘΔ αεροσκαφών με βάση τα αποτελέσματα της δρομολόγησης

Οι στόχοι ενδιαφέροντος ενός συστήματος παρακολούθησης είναι πρωταρχικά τα αεροσκάφη αλλά στο βαθμό που οχήματα και σταθερά και προσωρινά εμπόδια που βρίσκονται στην ίδια περιοχή με το αεροσκάφος μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο την ασφάλεια του αεροσκάφους και των επιβαινόντων αποτελούν και αυτά στόχους του συστήματος. Η χωρίς αμφιβολία αναγνώριση του αεροσκάφους είναι κρίσιμη, καθώς στους ρόλους του συστήματος είναι η παροχή οδηγιών προς το (σωστό) αεροσκάφος.

Εκτός από το ραντάρ, τα συστήματα A-SMGCS χρησιμοποιούν μια σειρά αισθητήρων για την καταγραφή δεδομένων. Βασικό χαρακτηριστικό των αισθητήρων είναι αν είναι συνεργαζόμενοι ή όχι. Οι συνεργαζόμενοι αισθητήρες βασίζονται στην ύπαρξη εξοπλισμού επί του στόχου για την αναγνώριση και την ανάκτηση πληροφορίας. Οι μη συνεργαζόμενοι, δεν απαιτούν συνεργασία του στόχου.

Σε ότι αφορά τα είδη των αισθητήρων, οι πιο συνηθισμένοι είναι:

- Ραντάρ Επιφανείας (SMR-Surface Movement Radar)
- Differential GPS (dGPS) με χρήση ψηφιακού κυκλώματος επικοινωνίας δεδομένων
- Κλειστό Κύκλωμα Τηλεόρασης (CCTV)
- Συστήματα Multilateration (MS) – συστήματα εντοπισμού στόχου με βάση τον ακριβή υπολογισμό της διαφοράς χρόνου άφιξης (TODA) ενός σήματος μεταξύ τριών ή περισσότερων δεκτών

Οι αισθητήρες CCTV προϋποθέτουν καιρικές συνθήκες επαρκούς ορατότητας (όχι πυκνή ομίχλη, σφοδρή χιονόπτωση κλπ).

ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ	ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ	ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ	ΟΧΗΜΑΤΑ	ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
SMR	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΛΑ	ΟΛΕΣ
dGPS	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΕΞΟΠΛΙΣΜΕΝΑ	ΟΛΕΣ
CCTV	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΛΑ	ΟΧΙ ΟΛΕΣ*
MS	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΕΞΟΠΛΙΣΜΕΝΑ	ΟΛΕΣ

Πίνακας 4.1- Χαρακτηριστικά Αισθητήρων

4.2.1 Ραντάρ Επιφάνειας

Η οθόνη του ραντάρ επιφάνειας είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος και το βασικότερο εργαλείο παροχής πληροφορίας θέσης της κίνησης οχημάτων εξυπηρέτησης και αεροσκαφών σε όλη την περιοχή του αεροδρομίου. Χρησιμοποιούνται διάφορες συχνότητες και τεχνικές, με συγκεκριμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα (Roger, 1993; Vallee, 2001).

Στα ραντάρ επιφάνειας των A-SMGCS χρησιμοποιούνται συνήθως οι μάντες Ku και X. Υποστηρίζεται ικανότητα αναγνώρισης και εντοπισμού συνεργαζόμενων και μη συνεργαζόμενων στόχων. Συνήθη προβλήματα και περιορισμοί στη χρήση ραντάρ επιφάνειας είναι οι αντανάκλασεις, τα πολλαπλά μονοπάτια και οι σκιές εξαιτίας των κτιρίων, μηχανημάτων και άλλων αντικειμένων/εμποδίων που κάνουν αντανάκλαση στην επιφάνεια του αεροδρομίου. Σε αυτές τις περιπτώσεις, πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας άλλου τύπου αισθητήρας για να καλύψει τα κενά.

Ο Brown (2002) παρουσιάζει όλη τη λογική σχεδιασμού των A-SMGCS και μελετά τα προβλήματα που σχετίζονται με την χρήση του ραντάρ για την επίβλεψη της επιφάνειας του αεροδρομίου. Σύμφωνα με αυτήν την μελέτη, παρόλο που το ραντάρ είναι ο βασικός αισθητήρας για παρακολούθηση της επιφάνειας του αεροδρομίου, για συνολική αντίληψη που επιτρέπει τον πλήρη έλεγχο της κίνησης επί του εδάφους απαιτούνται δεδομένα αισθητήρων πολλαπλών τύπων.

Οι Gallati et al. (1999) προτείνουν ένα δίκτυο μικρού εύρους (1.500-3.000 μέτρων) ραντάρ (μίνι-ραντάρ) που λειτουργούν στην μάντα των 94-95 GHz (W-band). Η διαδικασία συγκέντρωσης και επεξεργασίας δεδομένων πολλαπλών αισθητήρων παρέχει ακριβέστερη αναφορά της θέσης των στόχων και αναλυτικότερη πληροφορία για τον στόχο. Ειδικότερα, η παρουσία περισσοτέρων του ενός αισθητήρα, αυξάνει την αξιοπιστία του εντοπισμού καθώς ο εντοπισμός χρειάζεται να είναι διαρκής και χωρίς κενά στην περιγραφή της κίνησης στόχου. Πρακτικά, ένας δευτερεύων αισθητήρας είναι συνήθως φθηνότερος από τον κύριο αισθητήρα του οποίου τα κενά πρέπει να συμπληρωθούν. Μια εναλλακτική λύση για την επιτήρηση της επιφάνειας αερολιμένα, αφορά την χρήση ψηφιακών καμερών βίντεο, που όχι μόνο μπορούν να λύσουν αυτά τα ζητήματα κάλυψης κενών (νεκρών) περιοχών, αλλά αποτελούν επίσης μια οικονομική λύση.

4.2.1 Χρήση Βιντεοκάμερας και Επεξεργασίας Εικόνας

Η χρήση καμερών στην διοίκηση της αεροπορικής κίνησης δεν είναι μια καινούρια ιδέα. Έχουν προταθεί από τους Besada et al (2005) και τους Molina et al (2002) σχετικές υλοποιήσεις για επίβλεψη και ταυτοποίηση αεροσκαφών στο έδαφος. Ο προτεινόμενος αλγόριθμος επίβλεψης είναι βασισμένος σε πολλαπλές κάμερες και χρήση τεχνικών επεξεργασίας βίντεο (προβολή έμπροσθεν και όπισθεν, τμηματοποίηση κινούμενων αντικειμένων και εντοπισμός πολλαπλών στόχων). Συμπληρωματικά προτείνεται ένας αλγόριθμος ταυτοποίησης αεροσκάφους, βασισμένος στην αναγνώριση του αριθμού της ουράς του αεροπλάνου. Ο αλγόριθμος πραγματοποιεί εντοπισμό και επαναπρογραμματισμό των εικόνων και εντοπίζει τον αριθμό της ουράς χρησιμοποιώντας μεθοδολογία σχεδιασμού αναγνώρισης χαρακτήρων στο νούμερο της ουράς, εφόσον υπάρχουν όπως ορίζεται από διεθνείς και εθνικούς κανονισμούς.

Το σύστημα τοποθετήθηκε πειραματικά και αξιολογήθηκε στο αεροδρόμιο της Μαδρίτης Barajas. Κατά την έρευνα, χρησιμοποιήθηκε ένα σύστημα εντοπισμού με χρήση βίντεο, για να παράσχει την ακριβή θέση του στόχου (αεροσκάφος ή όχημα) στο A-SMGCS που λειτουργούσε. Το σύστημα, είναι μέρος ενός συστήματος που αρχικά είχε αναπτυχτεί για έργα Integrated Radar, Flight Plan και Digital Video Data Fusion για SMGCS

(INTERVUSE) και χρησιμοποιεί τεχνικές επεξεργασίας εικόνας και αναγνώρισης χαρακτήρων και σχεδίων που αρχικά είχαν δοκιμαστεί σε εφαρμογές παρακολούθησης της αστικής κίνησης. Έχοντας σκοπό την μείωση ή ακόμα και την εξάλειψη των νεκρών σημείων του A-SMGCS, η χρήση της νέας τεχνολογίας ανίχνευσης θέσης χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην διαχείριση εναέριας κυκλοφορίας. Ο αλγόριθμος σύμπτυξης δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε ήταν καινοτόμος και η λειτουργία του συστήματος ως συμπληρωματικό του A-SMGCS, αξιολογήθηκε θετικά καθώς συνεισφέρει στην βελτίωση της δυνατότητας εξυπηρέτησης φόρτου κυκλοφορίας στα αεροδρόμια και στην διατήρηση της ασφάλειας στο έδαφος, χωρίς ιδιαίτερα υψηλό κόστος.

Αναπτύχθηκε ειδικό λογισμικό για τη συγκέντρωση και επεξεργασία των δεδομένων από τις κάμερες καθώς και το μορφοποίηση των παρατηρήσεων και την μετάδοση των δεδομένων στο ASTERIX (All Purpose Structured Eurocontrol Surveillance Information Exchange) κατηγορίας 10 (ένα πρότυπο αρχικά σχεδιασμένο από το Eurocontrol για την ανταλλαγή δεδομένων ραντάρ που μετέπειτα επεκτάθηκε σε κάθε είδους δεδομένα επιτήρησης). Επίσης για την αξιολόγηση του συστήματος, αναπτύχθηκε ειδικό λογισμικό για να παράγει τη στατιστική ανάλυση της απόδοσης του συστήματος.

4.2.3 Εντοπισμός και αναγνώριση μέσω Βίντεο

Η δομή εντοπισμού μέσω βίντεο αποτελείται από: αισθητήρες, σύστημα επικοινωνιών με αλληλεπίδραση μεταξύ των διαφόρων μονάδων και δυνατότητα επικοινωνίας μέσω τοπικού δικτύου με τον Video Sensor Data Fusion (VSDF) server. Οι A-SMGCS αισθητήρες, είναι σε αυτή την περίπτωση έγχρωμες ψηφιακές κάμερες με ενσωματωμένο μηχανικό επεξεργαστή εικόνας και δυνατότητα που κάνουν ψηφιακά έγχρωμη στόχευση και μεγέθυνση (Autoscope).

Οι αισθητήρες είναι συνδεδεμένοι με τον κεντρικό εξυπηρετητή ελέγχου της εφαρμογής έχουν τη δυνατότητα να στέλνουν και να λαμβάνουν δεδομένα και εντολές ελέγχου από / προς τον κεντρικό εξυπηρετητή της εφαρμογής (Video Sensor Data Fusion Server), όπου τα δεδομένα που παρέχονται από το σύνολο των αισθητήρων συνδυάζονται για να

παράγουν ένα πλήρες μοντέλο της κατάστασης του εδάφους του αερολιμένα σε πραγματικό χρόνο.

Όλοι οι αισθητήρες έχουν IP διεύθυνση και είναι συνδεδεμένοι χρησιμοποιώντας επικοινωνία RS-485. Κάθε αισθητήρας μπορεί να προσδιορίζει αυτόνομα και να επιχειρεί οπτικό εντοπισμό (Visual Detectors), χρησιμοποιώντας το ειδικό λογισμικό που φιλοξενείται στον κεντρικό εξυπηρετητή. Τα Visual Detectors, αφορούν παράθυρα που τοποθετούνται μέσα στην προοπτική της εικόνας της κάμερας, για να εντοπίσουν κάθε κίνηση (στοιχείου) pixel, χρησιμοποιώντας αναγνώριση αντίθεσης σε συνδυασμό με τεχνικές μάθησης. Μέχρι 32 VD μπορούν να ανατεθούν ανά κάμερα.

Οι κάμερες που χρησιμοποιούνται είναι έγχρωμες, υψηλής ανάλυσης, με σκοπό να επιτυγχάνουν τον καλύτερο δυνατό εντοπισμό αντίθεσης για σκοτεινά αντικείμενα. Με δεδομένο ότι η λειτουργία των αεροδρομίων είναι συχνά 24ωρη και σε κάθε περίπτωση λειτουργούν σε ώρες που δεν υπάρχει φυσικό φως, οι αισθητήρες διαθέτουν βελτιωμένη ανάλυση και βελτιωμένα χαρακτηριστικά όρασης νυκτός.

Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας, το λογισμικό αναγνώρισης του σχεδίου μαθαίνει το σχέδιο της αντίθεσης κάθε περιοχής και έτσι έχει δυνατότητα να ανταποκρίνεται επαρκώς σε συνθήκες χαμηλής ορατότητας λόγω καιρικών φαινομένων (ομίχλη, χιόνι, βροχή) όπως άλλωστε συμβαίνει και με τα αντίστοιχα συστήματα στις οδικές μεταφορές. Για αυτόν τον λόγο, είναι σημαντικό ότι το υπόβαθρο του οπτικού πεδίου κάθε κάμερας να είναι όσο πιο ομογενοποιημένο και σταθερό γίνεται.

4.2.4 Θέματα Οπτικών Ανιχνευτών

Είναι απαραίτητη η επικάλυψη των οπτικών πεδίων των αισθητήρων στα άκρα τους ώστε να αποφεύγονται κενά ανάμεσα στα VD των διαφορετικών καμερών. Παρατηρήθηκε επίσης πως η ευαισθησία του καθενός VD είναι ανάλογη του αριθμού των pixel που αλλάζουν από έλεγχο σε έλεγχο (σε κάθε ανάγνωση). Η εμπειρία έχει δείξει ότι η χρήση των μικρών ανιχνευτών είναι προτιμότερη για τον εντοπισμό οχημάτων (αυτοκίνητα που ακολουθούν, ασθενοφόρα κτλ) από ότι η χρήση μεγαλύτερων ανιχνευτών, που δεν είναι εύκολο να εντοπίσουν μικρούς στόχους. Όμως, υπάρχει πάντα η πιθανότητα μικρότεροι

ανιχνευτές να ενεργοποιηθούν από διαφορετικά τμήματα του ίδιου αεροσκάφους, αντιλαμβανόμενα λανθασμένα πολλαπλούς στόχους.

Αυτό το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί αντικαθιστώντας τους μεγάλους ανιχνευτές με περισσότερους μικρούς, που συνδέονται σαν θύρα OR. Οποτεδήποτε ένας ή περισσότεροι ανιχνευτές ενεργοποιούνται, η θύρα OR δείχνει την ύπαρξη του στόχου. Το αποτέλεσμα αυτής της αντικατάστασης είναι ότι ο τελικός ανιχνευτής (θύρα OR) καλύπτει την ίδια περιοχή ως ένας μεγάλος αλλά είναι αρκετά ευαίσθητος για να εντοπίσει μικρούς στόχους. Ένας καλός συμβιβασμός για το μήκος των Visual Detectors είναι τα 15 μέτρα, επιτρέποντας την διάκριση ανάμεσα στους στόχους που είναι μακριά 15 μέτρα ή περισσότερο και παρέχουν μια θεωρητική ακρίβεια της τάξης των 7,5 μέτρων (με το κέντρο του ανιχνευτή θεωρείται ως η θέση του στόχου).

4.2.5. Συμπεράσματα και Αξιολόγηση των ITS Συστημάτων σε Αεροδρόμια

Τα A-SMGCS είναι πρακτικά Intelligent Transportation Systems στις αερομεταφορές, με κύριο σκοπό να βελτιώσουν την χωρητικότητα, την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα της αεροπορικής κίνησης, προσφέροντας στους ελεγκτές εδάφους μια καθαρή εικόνα της κίνησης του αερολιμένα ακόμα και υπό φτωχές συνθήκες ορατότητας.

Η χρήση τεχνολογίας αισθητήρων με βιντεοκάμερες και επεξεργασία εικόνας, είναι ιδανική για να καλύψει τα νεκρά σημεία υπάρχοντων υλοποιήσεων A-SMGCS, αυξάνοντας την αξιοπιστία και αποτελεσματικότητά τους. Οι δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν υπό κανονικές συνθήκες έδειξαν πως το προτεινόμενο σύστημα μπορεί να καλύψει τις απαιτήσεις για ένα ραντάρ κίνησης της επιφανείας (Surface Movement Radar- ICAO Document 9476-AN/ 927), προσφέροντας μια εναλλακτική λύση στα συστήματα ελέγχου της κίνησης επιφανείας που είναι οικονομική, επιτρέποντας στα μεγαλύτερα αεροδρόμια να λειτουργεί συμπληρωματικά σε εγκατάσταση A-SMGCS, ενώ στα μικρότερα που δεν υπάρχει η λύση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως το κύριο σύστημα ελέγχου.

Οι αδυναμίες του συστήματος είναι η φτωχή ανίχνευση υπό συνθήκες βαριάς ομίχλης και λανθασμένου εντοπισμού εξαιτίας των εμποδίων ή ξαφνικών αλλαγών των συνθηκών φωτισμού, ενώ από την άλλη τα πλεονεκτήματα είναι τα εξαιρετικά μειωμένα επίπεδα ακτινοβολίας σε σχέση με τα ραντάρ, το χαμηλότερο κόστος, η δυνατότητα αρχειοθέτησης και προβολής βίντεο και υψηλός βαθμός αναβάθμισης.

Επιπρόσθετα οι παρατηρήσεις που παράγονται από το VSDF μπορούν να χρησιμοποιηθούν από κάθε υπάρχουσα τεχνολογία A-SMGCS με σκοπό να καλύψουν τα νεκρά σημεία και να αυξήσουν την αξιοπιστία του εντοπισμού. Η αξιοπιστία και η ακρίβεια του αποτελέσματος των VSDF εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα της κάμερας, το μέγεθος των VDs και την σωστή τοποθέτηση της κάμερας, που πρέπει να τοποθετούνται όσο το δυνατόν πιο ψηλά και κοντά στην περιοχή που είναι να επιτηρηθεί με σκοπό να μειωθεί η σκιά και τα αποτελέσματα των εμποδίων.

Η κατασκευή της ανάρτησης της κάμερας πρέπει να είναι ενισχυμένη, ώστε να αποφεύγονται ακούσιες κινήσεις εξαιτίας ισχυρών ανέμων. Επιπρόσθετα η ύπαρξη του ορίζοντα στο πεδίο της κάμερας πρέπει να αποφεύγεται καθώς οι ανιχνευτές είναι ευαίσθητοι στις ξαφνικές αλλαγές των συνθηκών φωτισμού.

Τέλος το πεδίο όρασης της κάμερας πρέπει μερικώς να επικαλύπτεται με γειτονικούς ανιχνευτές με σκοπό να αποφεύγονται τα κενά μεταξύ των VDs των διαφορετικών καμερών που μπορεί να οδηγήσουν σε αδυναμία εντοπισμού.

Μετά την επιτυχή εφαρμογή του έργου INTERVUSE, το προτεινόμενο σύστημα βίντεο εγκαταστάθηκε στο αεροδρόμιο της Πράγας για περαιτέρω έλεγχο υπό πραγματικές συνθήκες. Το σύστημα ενσωματώθηκε για πρώτη φορά στο υπάρχον A-SMGCS για να καλύψει συγκεκριμένες προβληματικές περιοχές. Ένα δίκτυο τριών καμερών χρησιμοποιήθηκε για αυτόν τον σκοπό επιδεικνύοντας την μεγάλη δυναμική αυτής της προτεινόμενης λύσης.

5. Συμπεράσματα

5.1 Ανασκόπηση

Στην εργασία επιχειρείται μια προσέγγιση των ευφών συστημάτων μεταφορών (ITS) σε τρία διαφορετικά επίπεδα.

Σε πρώτο επίπεδο (Κεφάλαιο 1) και σε συνέχεια της εισαγωγής, επιχειρείται μια επισκόπηση των προσεγγίσεων εκτός Ελλάδας για τις οποίες υπάρχει επιστημονική βιβλιογραφία. Έτσι, δίνεται η ευκαιρία να αναφερθούν όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν τους σκοπούς, το σχεδιασμό, την υλοποίηση και τα αποτελέσματα των ITS.

Σε δεύτερο επίπεδο, εξετάζονται αντίστοιχες υλοποιήσεις στην Ελλάδα με ειδικότερες αναφορές σε τομείς στους οποίους τα ITS έχουν ευρύτερη διείσδυση και πληθώρα εφαρμογών στις αναπτυγμένες χώρες.

Σε τρίτο επίπεδο (Κεφάλαιο 4), εξετάζονται αναλυτικότερα εφαρμογές ITS στις αερομεταφορές, σε τομείς όπως ο έλεγχος της εναέριας κυκλοφορίας που έχουν πανευρωπαϊκή εφαρμογή και σε εφαρμογές ITS σε αεροδρόμια που έχουν άμεση αναγωγή στα αντίστοιχα οδικά συστήματα, όπως αυτά εξετάστηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο.

Σε αυτό το κεφάλαιο, επιχειρείται η σύνδεση των τριών επιπέδων ανάγνωσης και προτείνονται άλλοι τομείς των ITS για τους οποίους θα μπορούσε να τεκμηριωθεί η τρέχουσα κατάσταση και οι προοπτικές εξέλιξης.

5.2 Συμπεράσματα

Σε σχέση με την σκοπιμότητα και το δυνητικό όφελος από εγκαταστάσεις ITS, είναι αυταπόδεικτο ότι, με προϋπόθεση το σωστό τεχνικό και οικονομικό σχεδιασμό, τα συστήματα ITS συνεισφέρουν στην βελτίωση της μετακίνησης ποιοτικά (επίπεδο υπηρεσίας, άνεση, ασφάλεια) και ποσοτικά (χρόνος, κόστος), αυξάνοντας την κινητικότητα και μειώνοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Καθώς το πεδίο εφαρμογής τους έχει διευρυνθεί και συνεχίζει να διευρύνεται σημαντικά με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, οι υλοποιήσεις ITS γίνονται ευκολότερες όταν είναι προϊόν ενός συνολικού και μακροχρόνιου σχεδιασμού αντί να είναι αποσπασματικές αντιμετωπίσεις ακόμα και οξυτάτων συγκεκριμένων προβλημάτων. Σε αυτόν το τομέα παίζει ρόλο η ύπαρξη νομικού και κανονιστικού πλαισίου καθώς και η λειτουργία ενός αναγνωρισμένου συντονιστικού φορέα.

Η αποδοχή τους από τους χρήστες, ενώ γίνεται ευκολότερη με την τεχνολογική εξέλιξη που είναι παγκόσμιο φαινόμενο, εξαρτάται επίσης από την οικονομική ανάπτυξη της συγκριμένης χώρας, την κοινωνική διάρθρωση ή ακόμα και το μορφωτικό επίπεδο της κοινωνικής ή επαγγελματικής ομάδας που αφορά η υλοποίηση.

Παρά το γεγονός ότι οι επενδύσεις σε ITS στην πραγματικότητα αυξάνονται, συγκρινόμενες άμεσα με αυτές των συμβατικών υποδομών μοιάζουν να μειώνονται, ειδικά στις αναπτυγμένες οικονομίες με πεπαλαιωμένες συμβατικές υποδομές.

Η ραγδαία τεχνολογική ανάπτυξη στους τομείς της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών και η παρεπόμενη μείωση του κόστους των αντίστοιχων υπηρεσιών και εξοπλισμού, καθιστούν τις υλοποιήσεις των ITS όχι μόνο φθηνότερες και ευκολότερες αλλά, λόγω της εξοικείωσης των χρηστών με την τεχνολογία, πολύ πιο εύκολα αποδεκτές.

Η επίδραση του ηλεκτρονικού εμπορίου στον τομέα που αφορά την άμεση αγορά αγαθών (εκτός από υπηρεσίες) που πρέπει να παραδοθούν σε σημείο επιλογής του αγοραστή, επεκτείνει την ευθύνη μεταφοράς των προμηθευτών από μαζικές σε καταστήματα ή αποθηκευτικούς χώρους σε εξειδικευμένες στο τελικό σημείο κατανάλωσης. Η χρήση

των ITS καθίσταται έτσι αναγκαία για την αύξηση της επάρκειας και τη μείωση του κόστους αυτής της απαιτητικής διαδικασίας.

Στον τομέα των ιδιωτικών μετακινήσεων, τα αυτόματα διόδια αποτελούν πλέον καθημερινότητα για όλο και περισσότερους οδηγούς, η πλοήγηση με χρήση GPS είναι απολύτως συνηθισμένη στις αναπτυγμένες χώρες, ενώ σταδιακά ενσωματώνονται στα οχήματα και εγκαθίστανται στους αυτοκινητόδρομους συστήματα ITS που στοχεύουν στη βελτίωση της ασφάλειας στη μετακίνηση.

Σε ότι αφορά τις μετακινήσεις με μέσα μαζικής μεταφοράς, τα ITS έχουν πλέον καθιερωθεί τόσο στον σχεδιασμό (πληροφορίες για διαθεσιμότητα) και την αγορά (ηλεκτρονικές πληρωμές) της μετακίνησης, όσο και στην πληροφόρηση κατά την αναμονή και κατά τη διάρκεια της μετακίνησης (αναμενόμενοι χρόνοι άφιξης και διάρκεια μετακίνησης).

Στην Ελλάδα παρατηρείται ευρεία υλοποίηση εφαρμογών ηλεκτρονικών διοδίων, συστημάτων οδικής ασφάλειας, διαχείρισης κυκλοφορίας και πληροφόρησης των οδηγών. Ταυτόχρονα, έχοντας καλύψει την απόστασή της από τις πλέον αναπτυγμένες χώρες στη διεύθυνση του διαδικτύου και των ηλεκτρονικών συναλλαγών, έχει πλέον πλήρη διαθεσιμότητα υπηρεσιών τηλεματικής, ηλεκτρονικής πληροφόρησης και ηλεκτρονικών συναλλαγών.

Ωστόσο, κάποιες εφαρμογές ITS στα οδικά δίκτυα (πληροφόρηση συμβάντων και διαχείριση κυκλοφορίας), περιορίζονται στις ευρύτερες περιοχές της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης με εξαίρεση τους αυτοκινητόδρομους.

Στις μετακινήσεις με μέσα μαζικής μεταφοράς, σε ότι αφορά την αεροπορική μετακίνηση το επίπεδο των προσφερόμενων υποδομών ITS είναι πανομοιότυπο με τις πλέον προηγμένες χώρες στον τομέα εκτέλεσης της πτήσης, σχεδιασμού μετακίνησης, πληροφόρησης διαθεσιμότητας, επιχειρησιακής κατάστασης (καθυστερήσεις / ακυρώσεις), δυνατότητας αγοράς εισιτηρίου ηλεκτρονικά και σε άλλες υπηρεσίες επιβατών (ηλεκτρονικός έλεγχος, επιβίβαση με ηλεκτρονική κάρτα επιβίβασης σε κινητό κλπ).

Στις σιδηροδρομικές, οδικές και ακτοπλοϊκές συγκοινωνίες, παρατηρείται μια σχετική υστέρηση στις υπηρεσίες παροχής επιχειρησιακής πληροφορίας πραγματικού χρόνου

(καθυστερήσεις, ακυρώσεις) προς τον τελικό καταναλωτή (επιβάτη), ενώ στον τομέα σχεδιασμού, διαθεσιμότητας και ηλεκτρονικής αγοράς της μετακίνησης, η υστέρηση είναι σημαντικά μικρότερη. Στον τομέα επιχειρησιακής διαχείρισης των μέσων μεταφοράς από τους φορείς παροχής της μεταφορικής υπηρεσίας, η διείσδυση των ITS είναι πολύ μικρή έως ανύπαρκτη.

Στις αστικές μετακινήσεις με μέσα μαζικής μεταφοράς, υπάρχουν ή σχεδιάζονται ή είναι σε φάση υλοποίησης εφαρμογές ITS που αφορούν πληροφορίες διαθεσιμότητας (δρομολόγια, πληροφόρηση σε στάσεις και εντός του μεταφορικού μέσου), κυρίως στην Θεσσαλονίκη αλλά και στο νομό Αττικής. Όμως, εφαρμογές για ηλεκτρονική αγορά και κατανάλωση δικαιώματος μετακίνησης (εισιτηρίου) είναι εξαιρετικά περιορισμένες έως ανύπαρκτες.

Σε ότι αφορά τις εμπορευματικές μεταφορές, οι υλοποιήσεις ITS είναι περιορισμένες, συνήθως με πρωτοβουλία του ιδιωτικού τομέα και περιορίζονται κυρίως σε διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας.

Τέλος, για την Ελλάδα οι δομικές αδυναμίες εντοπίζονται στη μη ύπαρξη κεντρικής ή εθνικής βάσης δεδομένων ή εθνική υπηρεσίας για πολυτροπική πληροφόρηση ή δεδομένα κυκλοφορίας. Επίσης παρατηρείται η έλλειψη κεντρικού σχεδιασμού για την ανταλλαγή και χρήση δεδομένων κυκλοφορίας και μέσων μαζικής μεταφοράς και μάλιστα με χρήση σχετικών προτύπων. Υπάρχουν κάποιες υλοποιήσεις ανταλλαξιμότητας στοιχείων, μεταξύ υπηρεσιών του Υπουργείου Υποδομών που εποπτεύουν τη λειτουργία των αυτοκινητόδρομων και έχουν απ' ευθείας σύνδεση με τα Κέντρα Ελέγχου, λαμβάνοντας σε πραγματικό χρόνο τα κυκλοφορικά στοιχεία καθώς και τα στοιχεία συναλλαγών διοδίων για κάθε αυτοκινητόδρομο. Υστέρηση επίσης παρατηρείται στον τομέα υλοποίησης συστημάτων υποβοηθούμενης οδήγησης.

Στο πεδίο των εφαρμογών ITS στις αερομεταφορές, τα υπάρχοντα συστήματα διαχείρισης εναέριας κυκλοφορίας στην Ευρώπη βρίσκονται σε φάση επανασχεδιασμού καθώς έχει αναγνωριστεί ότι αντιμετωπίζουν ζητήματα χωρητικότητας και λειτουργούν με αυξημένο κόστος.

Η διαχείριση εναέριας κυκλοφορίας είναι ένα τυπικό ITS μεγάλης κλίμακας, περιλαμβάνοντας λειτουργίες πρόβλεψης όγκου κίνησης, διαχείριση ροής και αντιμετώπιση εκτάκτων καταστάσεων.

Ο όγκος εναέριας κυκλοφορίας από/προς και εντός της Ευρώπης είναι σήμερα 26.000 πτήσεις ημερησίως με πρόβλεψη να φτάσει τις 40.000 έως το 2020. Για την αποτελεσματική αντιμετώπιση του σημερινού και του μελλοντικού όγκου, έχουν ήδη αναληφθεί πρωτοβουλίες για ενοποίηση των εθνικών εναέριων χώρων σε 9 λειτουργικά τμήματα έως το τέλος του 2012 στην πορεία για την ενοποίηση του ευρωπαϊκού ουρανού.

Το πρόγραμμα SESAR (Single European Sky ATM Research Programme) στοχεύει στον εκσυγχρονισμό των συστημάτων διαχείρισης εναέριας κυκλοφορίας και τον συντονισμό και συγκέντρωση ερευνητικών δραστηριοτήτων στην Ε.Ε. με βασικούς στόχους μέχρι το 2020 τον τριπλασιασμό της χωρητικότητας, την βελτίωση της ασφάλειας, τη μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης ανά πτήση 10% όπως και τη μείωση του κόστους κατά 10%. Σε πιο βραχυχρόνιο ορίζοντα, εντός του 2012, φιλοδοξεί ανάμεσα σε άλλους στόχους να επικυρώσει τη χρήση τροχιάς 4D, να εξυπηρετηθούν 10.000 πτήσεις και να ενώσει 8 ευρωπαϊκά αεροδρόμια με τον νέο τρόπο λειτουργίας ώστε να επαληθευθούν οι ωφέλειες από την υλοποίηση του προγράμματος.

Οι ωφέλειες του Ενιαίου Ευρωπαϊκού Ουρανού (SES) και του προγράμματος SESAM αφορούν αεροπορικές εταιρίες, φορείς παροχής υπηρεσιών αεροναυτιλίας, αεροδρόμια, επιβάτες, κατασκευαστές, προμηθευτές και τέλος το σύνολο των πολιτών της Ε.Ε. Διαπιστώνεται πλήρης ταύτιση των στόχων με τους γενικούς στόχους κάθε ITS όπως αυτοί διατυπώθηκαν και αναλύθηκαν αρχικά, καθώς αφορά βελτίωση της μετακίνησης ποιοτικά (επίπεδο υπηρεσίας, άνεση, ασφάλεια) και ποσοτικά (χρόνος, κόστος), αυξάνοντας την κινητικότητα και μειώνοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Σε ότι αφορά την παρακολούθηση κινήσεων εδάφους στα αεροδρόμια, τα A-SMGCS είναι πρακτικά Intelligent Transportation Systems στις αερομεταφορές, με κύριο σκοπό να βελτιώσουν την χωρητικότητα, την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα της αεροπορικής κίνησης, προσφέροντας στους ελεγκτές εδάφους μια καθαρή εικόνα της κίνησης του αερολιμένα ακόμα και υπό φτωχές συνθήκες ορατότητας.

5.3 Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη

Η εργασία αυτή δεν αναφέρεται σε ευφυή συστήματα μεταφορών που χρησιμοποιούνται στα σύγχρονα αεροσκάφη. Όλες οι βασικές αρχές των ITS με έμφαση στην ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα έχουν εφαρμογή σε συστήματα που είναι ήδη ενσωματωμένα στα σύγχρονα αεροσκάφη. Η σύγκριση τους με αντίστοιχα συστήματα στις οδικές, τις σιδηροδρομικές μεταφορές και στη ναυσιπλοΐα θα μπορούσε να αναγνωρίσει τομείς στους οποίους μπορεί να επιτευχθεί μεταφορά τεχνολογίας, καθώς η αεροναυπηγική βιομηχανία έχει την πρωτοπορία στην εφαρμογή τεχνολογιών αιχμής.

Σε ότι αφορά συστήματα εξυπηρέτησης και πληροφόρησης επιβατών, παρά τη σταδιακή επέκταση των υπηρεσιών που απολαμβάνουν επιβάτες στον τομέα των μεταφορών και στα υπόλοιπα μέσα μεταφοράς (όπως τα ηλεκτρονικά εισιτήρια, η δυνατότητα αναζήτησης διαθεσιμότητας, κράτησης θέσης, έκδοσης και πληρωμής εισιτηρίου από απόσταση), υπάρχει σημαντική υστέρηση των επίγειων μέσων στον τομέα πληροφόρησης των επιβατών τους σε πραγματικό χρόνο.

Τέλος, στην αεροπορική βιομηχανία εφαρμόζονται πρωτοποριακές μέθοδοι μεγιστοποίησης του εσόδου και διαχείρισης διαθεσιμότητας, με συνεχή αναπροσαρμογή των ναύλων στη ζήτηση. Η σε πραγματικό χρόνο αναπροσαρμογή της προσφοράς στη ζήτηση, είναι ζητούμενο στα ITS ενώ υπάρχει εκτεταμένη επιστημονική βιβλιογραφία για τον τρόπο με τον οποίο αυτό επιτυγχάνεται στις αεροπορικές εταιρίες,

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΔΑΝ

Βιβλιογραφικές Αναφορές

Abdulhai Baher και Katann Lina (2003) Reinforcement learning: Introduction to theory and potential for transportation applications, Canadian journal of civil engineering, Vol.30: 981-991

Vahid Homayoun και Sayed Tarek (2003) Using the Canadian ITS architecture for evaluating the safety benefits of intelligent transportation systems, Canadian Journal of civil engineering, Vol.30: 970-981

Schulze Ing. Habil L., Behling S. και Buhr S. (2008) Intelligent Transportation Systems: Automated guided vehicle systems in changing logistics environments, Intelligent systems and automation, 1st Mediterranean Conference

Lansdow T.C (2000) Driver visual allocation and the introduction of intelligent transport systems, Proc. Instn. Mech.Engrs, Volume 214, Part D

Nelson John D., Blundell Steve, Pettitt Phil και Thomson Stephen (2001) Intelligent transport systems solution in transitional countries: the case of Korea, Transport Reviews, 2001, Vol.21, No.1, 51-74

Annino Julie E. και Cromley Robert (2005) Intelligent transportation systems and travel behavior in Connecticut, The Professional Geographer, 57 (1) 2005, pages 106-114

Leviakangas Pekka και Lahesmaa Jukka (2002) Profitability evaluation of Intelligent transport system investments, Journal of transportation engineering, May/June 2002

Nissan (1998) Automotive Transportation in Perspective, 7 (2) Environment and Transportations Research Laboratory, Nissan Research Center, Tokyo

OECD (1992) Advanced Logistics and Road Freight Transport, OECD Publications and Information Center, Paris

Bergan A.T, C.F. Berthelot and B. Taylor (1995) Effect on weight in motion accuracy on weight enforcement efficiency, Proceeding ITS World Congress, Vol. I, pp.504-508, Yokohama, VERTIS

Karuo S. and Y. Koyasu (1995) Automatic measuring system for heavy freight vehicles, Proceedings 2nd World Congress on ITS, Vol.I, pp.497-503, VERTIS, Yokohama

Kurosaki H., M. Yagi, and H. Yokosuka (1993) Vehicle licence number recognition system for measuring travel time, Journal of Robotics and Mechatronics, 5(2), 192-7

Takahashi Y., K.Ikenoue, K.Yasui and Y.Kunikata (1996) Travel-Time-Information Systems (TTIS) in Mie Prefecture, Proceedings 3rd ITS World Congress, ITS America, Orlando (CD ROM)

Vincent E. (1986) Vehicle classification and mass data collection systems, Proceedings 13th ARRB Conference, 13 (8), 96-108

Traffic Bureau, National Police Agency (1998) ITS developed by Japanese Police, Institute of Urban Traffic Research, Osaka

Kloot G. (1999) Melbourne's arterial travel system, Proceedings 6th ITS World Congress on Intelligent Transportation Systems, Berlin (CD ROM)

Laakso J. and H. Rauhamaki (1999) The development of telematics for small and medium sized trucking enterprises (KANTELE). Proceedings 6th ITS World Congress, Toronto (CD ROM)

Bowyer D. and M.A.P. Taylor (1985) Traffic and Transport Information Systems. In: Microcomputers in Traffic and Transport (D.P. Bowyer, ed.) REAAA Workshop, Singapore, Australian Road Research Board, pp.151-60

Hellaker J. (1996) DYNAFLEET Info System- at service to commercial users. Proceedings 3rd ITS World Congress, Orlando (CD-ROM)

Suzuki K. (1999) Car navigation based car computer for commercial vehicles. Proceedings 6th ITS World Congress, Toronto (CD ROM)

Kakihara M.Y., Y. Furuta, H. Terada, and Y. Aoki (1999) Toyota VPS based ERP system, Proceedings 6th ITS World Congress, Toronto (CD ROM)

Li C., D. Hunt, P. Pretorius and S. Capecchi (1999) Deploying a CVO traveler information system in Arizona. Proceedings 6th ITS World Congress, Toronto (CD ROM)

Just U. and Krug S. (1999) From truck guidance to truck navigation- experiences in the city of Bremen, Germany. Proceedings 6th ITS World Congress, Toronto (CD ROM)

Wild D. and Moller K. (1997) A set of freight telematics applications in City Logistics and freight centers: SURFF. Proceedings 4th ITS World Congress, Berlin (CD ROM)

Wild D. and Moller K. (1998) Experiences from the initiation, installation and integration of telematic applications for city logistics and freight centers, Proceedings 5th ITS World Congress Seoul (CD ROM)

Eibl P. (1996) Computerized vehicle routing and scheduling in road transport, Avebury

Calogero V. (1994) GIS in logistics and freight planning, Proceedings of PTRC European Transport Forum, Seminar N, P385, University of Warwick, pp.123-146

Keenan P.B. (1998) Spatial decision support systems for vehicle routing, Decision support systems, 22, 65-71

Thomson R.G., Y. Wang, and I. Bishop (1999) Stochastic vehicle and routing using GIS, Proc. International Conference on Computers in Planning, Venice

Kim S. (1998) GIS based risk assessment of truck hazardous materials movements in Korea, Proceedings 4th ITS World Congress, Seoul (CD ROM)

Kim J.H, J.H. Lee and B.S. Park (1998) Development of the risk assessment methodology for NRHM on highway application to CVO. Proceedings 4th ITS World Congress Seoul (CD ROM)

Wang R., (1998) A real time fleet management via GIS/ GPS platform, Proceedings 5th ITS World Congress, Seoul, VERTIS (CD ROM)

Wang Y., R.G. Thomson and I. Bishop (1999) A GIS based information integration framework for dynamic vehicle routing and scheduling. Proceedings IEEE International Vehicle Electronics Conference

HIDO (1996) ITS Handbook in Japan, Highway Industry Development Organization, Tokyo

Yamamura Y., S. Iwasaki, J. Matoba and F. Kogure (1998) Test operation of traffic management in the ETC system of Japan, Proceedings 5th ITS World Congress, Seoul (CD ROM)

Fujimori Y., Y. Yamada and Y. Hirabayashi (1999) Outline of ETC system introducing plan and standards draft, Proceedings 6th ITS World Congress, Toronto (CD ROM)

Laasko J. and H. Rauhamaki (1999) The development of telematics for small and medium trucking enterprises (KANTELE). Proceedings of 6th ITS World Congress, Toronto (CD ROM)

Heitmeyer R. (2001) Biometric ID and MRTDs will help generate future airport capacity, International Airport Review, 5, 60-63

Bernabei C. (2000) Air Traffic Jam: European commission research activities searching for solutions, International Airport Review, 4, 21-24

Piazza E. (2002) Increasing airport efficiency: Injecting new technology, IEEE Intelligent Transportation Systems, 17, 10-13

Klein K., Roeder M, Maycroft H. (2001) Current research projects on airport surface movement guidance and control systems, Air and Space Europe, 3, (3), 271-274

Roger S.R. (1993) Statistical tests for surveillance radars, IEEE Transaction on Aerospace and Electronic Systems, 29, 988-994

Vallee J. (2001) Development in surveillance of surface movements at airports, Technical review 61, STNA- Service Technique de la Navigation Aerienne

Brown A.K. (2002) A review of radar as a sensor for advanced surface movement guidance and control systems (A-SMGCS). IEEE Aviation Surveillance Systems, 7/1-7/4, 54, 7-8

Gallati G., Naldi M., Ferri M. (1999) Airport surface surveillance with a network of miniradars. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 35, 331-338

Besada J.A, Garcia J., Portillo J., Molina J.M., Varona A. and Gonzalez G. (2005) Airport surface surveillance based on video images, IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 41 (3), 1075-1082

Molina J.M., Garcia J., Berlanga A., Besada J. and Portilio J. (2002) Automatic video system for aircraft identification. Fifth International Conference on Information Fusion, 2, 1387-1394

Fan Yingling, Khattak Asad J. and Shay Elizabeth (2007) Intelligent Transportation Systems: What do publications and patents tell us? Journal of intelligent transportation systems, 11 (2): 91-103, 2007

Chen C.-Y. (2005) California intersection decision support: A systems approach to achieve nationally interoperable solutions, California Partners for Advanced Transit and Highways (PATH) research reports

Weissenberger S. (1998) Why ITS projects should be small, local and private, California Partners for Advanced Transit and Highways (PATH) research reports

Pierce Julia (2006) The route to cleaner air, the engineer, 7-20 August 2006

Department of Environment, Transport and Religion, (1995 – 1998 -1999)

Capes Andrew (1998) Passenger Transport in Britain

Church Andrew and Reid Peter (1996) Urban power, International networks and competition: The example of cross-border cooperation in Urban Studies, Vol.33, No. 8, 1297-1318

Juan A. Besada, Jesús García, Javier Portillo, José M. Molina, Angeles Varona, German Gonzalez (2002), Airport surface surveillance based on video images
Dimitropoulos Kosmas, Grammalidis Nikos, Simitopoulos Dimitris and Strintzis Michael (2007) Video system for surface movement surveillance at airports, Journal of intelligent transportation systems, 11(4): 169-180, 2007

ITS Hellas (2011) Έκθεση της ITS Hellas σχετικά με τις ελληνικές εθνικές δραστηριότητες και έργα στους τομείς προτεραιότητας της Οδηγίας 2010/40/EU

European Commission, Directorate General for Mobility and Transport (2011), *Task Force for supporting the commission in defining a deployment strategy for the Single European Sky*, Technological Pillar, Draft Final Report, http://ec.europa.eu/transport/air/sesar/deployment_en.htm

Belobaba, P.P. (1987a) *Air travel demand and airline seat inventory management*. Report R87-7, Flight Transportation Laboratory, MIT, Cambridge, MA.

Belobaba, P.P. (1987b) ‘‘*Airline yield management: an overview of seat inventory control*’’, *Transportation Science* 21, 66–73.

Belobaba, P.P. (1989) ‘‘*Application of a probabilistic decision model to airline seat inventory control*’’, *Operations Research* 37, 183–197.

EUROCONTROL, *Long-Term Forecast, Flight Movements 2008-2030*, STATFOR, the EUROCONTROL Statistics and Forecast Service, <http://www.eurocontrol.int/statfor>