



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

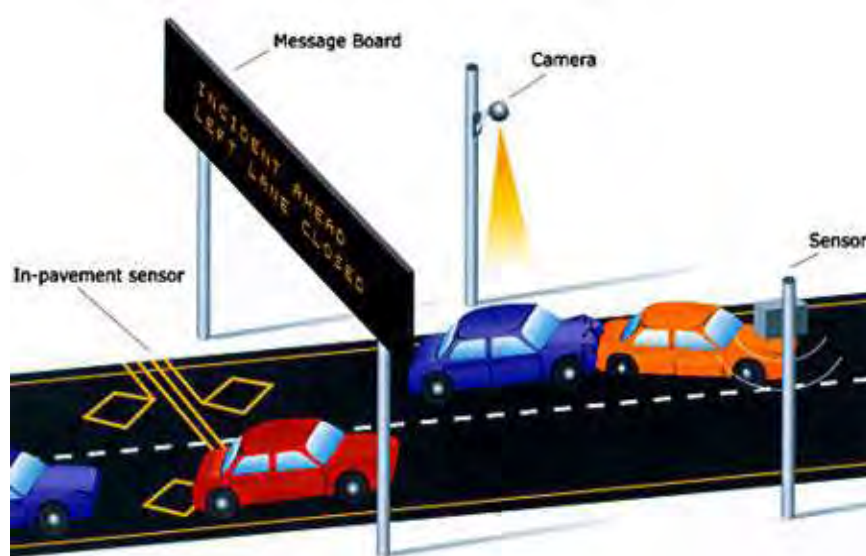
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ & ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Δ.Π.Μ.Σ. : ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΣ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

## Η Χρήση των Πινακίδων Μεταβλητών Μηνυμάτων στη Διαχείριση Κυκλοφορίας και Συμβάντων



Παυλίνα Γ. Νέσση

Βόλος 2018

© 2018 Παυλίνα Νέσση

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Διαχείριση έργων, Συγκοινωνιακός και Χωρικός Σχεδιασμός » δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του/της συγγραφέα (Ν.5343/32 αρ.202 παρ.2).

## **Εγκρίθηκε από τα μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής επιτροπής :**

Πρώτος εξεταστής (Επιβλέπων )

**Δρ .Παντελής Κοπελιάς**

Επίκουρος Καθηγητής , Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος εξεταστής

**Δρ .Ευτυχία Ναθαναήλ**

Αν. Καθηγήτρια , Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος εξεταστής

**Δρ .Κωνσταντίνος Βογιατζής**

Αν. Καθηγητής , Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή, Δρ.Παντελή Κοπελιά, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την βοήθεια, υπομονή, καθοδήγηση κατά τη σύνταξη της παρούσας διπλωματικής εργασίας όλους αυτούς τους μήνες.

## Περίληψη

Σε διεθνές επίπεδο, τα Ευφυή Συστήματα Μεταφορών (ITS), συνδυάζοντας τις τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών, αποτελούν σημαντικό στοιχείο της διαχείρισης κυκλοφορίας σε αστικό και υπεραστικό δίκτυο. Βασικός εξοπλισμός ITS για μια οδική υποδομή, είναι οι Πινακίδες Μεταβλητών Μηνυμάτων (VMS, DMS , CMS). Πρόκειται, για πινακίδες - συσκευές, που παρέχουν πληροφορίες χρόνου ταξιδιού, ειδοποιήσεις ατυχημάτων, συνθήκες συμφόρησης, ειδοποίησης εργοταξιακών ζωνών, εναλλακτικές διαδρομές, θέσεις parking, ανακοινώσεις για τις καιρικές συνθήκες κτλ. Υπάρχουν διάφορα είδη και τύποι VMS , όπως οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε μεγάλα οδικά δίκτυα ( αυτοκινητόδρομους , σήραγγες , γέφυρες, αεροδρόμια , λιμάνια ), σε κεντρικές αρτηρίες κοντά σε αυτοκινητοδρόμους (RTIS /RC3) , τα αστικά VMS κλπ.

Στην εργασία γίνεται εκτενής αναφορά σε όλα τα είδη, στις προδιαγραφές τοποθέτησης, τους τύπους, τους τρόπους χρήσης και τις συνήθειες πρακτικές διαχείρισης κυκλοφορίας μέσω των Πινακίδων Μεταβλητών Μηνυμάτων. Συγκεκριμένα, γίνεται αναλυτική παρουσίαση των κλασικών VMS σε αυτοκινητόδρομους αλλά και αστικά δίκτυα καθώς και των εργοταξιακών και των φορητών πινακίδων, των συστημάτων διαχείρισης λωρίδας, των πινακίδων σε σήραγγες και γέφυρες καθώς και συνδυασμούς αυτών. Τέλος παρουσιάζονται, με βάση την διεθνή βιβλιογραφία, συνήθειες πρακτικές καθώς και συγκεκριμένες οδηγίες για την αποτελεσματική χωροθέτηση, χρήση και λειτουργία τους.

## Abstract

Internationally, Intelligent Transport Systems, (ITS), which combine the technologies of computer science and communications, should internationally become a key component for the future transport policy. One of the key component of ITS , which is widely used at transport networks , are the variable message signs , known as VMS/DMS/CMS. VMSs are signs – traffic control devices used to provide travel time information, incident notifications, congestion conditions, construction notices, parking lots , alternative routes , pending severe weather announcements etc. There are different kinds and types of VMSs, such as Variable message signs in major road networks (Freeways, tunnels ,bridges , airports, ports), in arterial roads near Freeways (RTIS), and urban VMSs, Portable PVMS etc .

In this assignment extensive reporting is made in all kinds, in mounting specifications, in types, in usage pattern and usual practices of transport management via variable message signs. In particular, specific presentation of classic VMS is made not only for freeways, but also for urban transport network as well as construction and portable signs, the lane use systems, the signs in tunnels and bridges and the combination of them. Finally, based on international bibliography, effective practices are presented as well as the specific guidelines for effective location, usage and operation of VMS.

## Περιεχόμενα

<b>1. Εισαγωγή</b> .....	<b>9</b>
1.1. Ευφυή Συστήματα Μεταφορών .....	9
1.2 Ιστορική Αναδρομή των ΕΣΜ.....	11
1.3 Δομή της εργασίας .....	15
<b>2. Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων</b> .....	<b>16</b>
2.1 Γενικά για τα VMS.....	16
2.2. Τύποι πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων .....	17
2.2.1 Γενικά.....	17
2.2.2 Διαχωρισμός πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων ως προς την τεχνολογία.....	20
2.2.3 Διαχωρισμός πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων ως προς την διάταξη και εμφάνιση ..	21
2.2.4 Δίγλωσσες πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων .....	22
<b>3. Διαδικασία σχεδιασμού Τοποθέτησης VMS</b> .....	<b>24</b>
3.1 Γενικά .....	24
3.2 Συλλογή δεδομένων για τα μεταβλητά μηνύματα .....	25
3.3 Απόφαση τύπου VMS .....	26
3.4 Επιλογή θέσης και τοποθέτησης VMS.....	26
3.5 Κατασκευαστικές λεπτομέρειες πινακίδων .....	31
<b>4. Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε αυτοκινητόδρομους, σήραγγες και γέφυρες</b> .....	<b>34</b>
4.1 Γενικά για τα μηνύματα VMS σε αυτοκινητόδρομους.....	34
4.2 Ιεράρχηση και προτεραιότητα μηνυμάτων σε VMS.....	34
4.3 Διάταξη (επίδειξη) των μηνυμάτων VMS σε αυτοκινητόδρομους .....	36
4.4 Διάφορα είδη VMS σε αυτοκινητόδρομους.....	37
4.5 Πινακίδες μεταβλητών ορίων VSL .....	38
4.5.1 Γενικά για τα VSL .....	38
4.5.2 Θέση των VSL σε αυτοκινητόδρομους .....	39
4.5.3 Επίδραση του VSL στο περιβάλλον .....	40
4.5.4 Παράδειγμα έρευνας εφαρμογής τριπλής εγκατάστασης σε αυτοκινητόδρομο με VMS και VSL.....	40
4.6 Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε σήραγγες .....	42
4.7 Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε γέφυρες.....	45
4.8 Παράδειγμα εφαρμογής VMS σε αυτοκινητόδρομο στις ΗΠΑ.....	47
<b>5. Μεταβλητά μηνύματα για χρήση λωρίδας και διαχείριση ατυχήματος</b> .....	<b>50</b>
5.1 Στρατηγικά σήματα μεταβλητών μηνυμάτων .....	50

5.2 Ενσωματωμένες λωρίδες χρήσης και διαχείρισης ταχύτητας .....	52
5.3 Πινακίδες χρήσεων λωρίδας.....	53
5.4 Απεικόνιση σημάτων λωρίδας και τα χαρακτηριστικά τους .....	53
5.5 Σήματα για τον έλεγχο λωρίδας σε Σήραγγες με ελάχιστα όρια ύψους .....	54
5.6 Πρότυπα και αρχές σχεδιασμού διαχείρισης λωρίδας.....	55
<b>6. Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε κεντρικές αρτηρίες, αστικές περιοχές, αεροδρόμια και λιμάνια .....</b>	<b>57</b>
6.1 Γενικά για τα VMS σε κεντρικές αρτηρίες.....	57
6.2 Αρχές τοποθέτησης αρτηριακού VMS .....	57
6.3 Έλεγχος εισόδου με το RC3 -RTIS .....	58
6.4 Εμφάνιση μηνυμάτων RC3-RTIS .....	60
6.5 Εγκατάσταση RTIS /RC3 σε απομακρυσμένες περιοχές .....	61
6.6 Άλλου τύπου VMS σε κεντρικές αρτηρίες .....	63
6.7 Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε αστικές περιοχές .....	66
6.7.1 Γενικά για τα αστικά VMS.....	66
6.7.2 Τύποι αστικών VMS.....	66
6.7.3 Εφαρμογές αστικού VMS.....	69
6.8 Εφαρμογές VMS σε αεροδρόμια και λιμάνια .....	71
6.9 Παράδειγμα λειτουργίας VMS μετά από έκτακτο συμβάν .....	72
<b>7. Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε εργοταξιακές περιοχές (PVMS).....</b>	<b>74</b>
7.1 Γενικά για PVMS .....	74
7.2 Τεχνολογία Φορητών πινακίδων .....	74
7.3 Μέγεθος Φορητών πινακίδων.....	75
7.4 Τύποι μήτρας PVMS .....	75
7.5 Τύποι βάσεων φορητών πινακίδων PVMS.....	77
7.6 Παροχή ενέργειας PCMS .....	78
7.7 Οδηγίες μηνυμάτων PCMS.....	79
7.8 Τοποθέτηση Φορητών πινακίδων .....	80
7.9 Κόστος των PVMS.....	82
7.10 Παραδείγματα χρήσης PVMS σχετικά με διαχείριση λωρίδας .....	83
<b>8.Σύγχρονες Τεχνολογίες VMS /DMS με VDMS.....</b>	<b>86</b>
<b>9.Συμπεράσματα.....</b>	<b>89</b>
<b>10.Βιβλιογραφία .....</b>	<b>91</b>



# 1. Εισαγωγή

## 1.1. Ευφυή Συστήματα Μεταφορών

Η κινητικότητα αποτελεί βασική κοινωνική ανάγκη και προϋπόθεση για την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη. Όσο οι ανάγκες για κινητικότητα αυξάνονται δυναμικά, τόσο είναι πλέον αναγκαία η διαχείριση του όγκου των μεταφορών, με αειφόρο, περιβαλλοντολογικό και κοινωνικά δίκαιο τρόπο. Η ποιότητα ζωής και η προστασία του περιβάλλοντος στις αστικές περιοχές βασίζονται, μεταξύ άλλων σε ένα αποτελεσματικό σύστημα μεταφορών, βασικό στόχο τόσο για την κεντρική κυβέρνηση όσο και για τις τοπικές αρχές. Η βελτίωση του επιπέδου οδικής ασφάλειας, με ιδιαίτερη έμφαση στη μείωση των ατυχημάτων, αποτελεί στρατηγικό στόχο και βασική εθνική προτεραιότητα κάθε χώρας. Συγκεκριμένα, ένα σημαντικό στοιχείο για τη μείωση των ατυχημάτων είναι η βελτίωση της ροής της κυκλοφορίας χρησιμοποιώντας ευφυή συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας, για να βοηθούν τους χρήστες να ταξιδεύουν κάτω από ομαλότερες συνθήκες, να μειώνουν τις απρόβλεπτες συμπεριφορές και να αποτρέπονται τα τροχαία ατυχήματα. Τα συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας, η επιβολή ελέγχου ταχύτητας, η χρήση των συνεργατικών συστημάτων, το e-Call ,η παροχή πληροφοριών στους οδηγούς σχετικά με τα εμπόδια , τους κινδύνους , τις καιρικές συνθήκες , την καθυστέρηση κτλ , μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά στην πρόληψη οδικών ατυχημάτων.

Τα Ευφυή Συστήματα Μεταφορών (Intelligent Transportation Systems ITS), όπως περιγράφονται στην έκθεση προόδου τον Σεπτέμβριο του 2014,[1] από το ελληνικό υπουργείο Υποδομών Μεταφορών και Δικτύων έθεσαν τη βάση για περισσότερα πλεονεκτήματα στο μέλλον, μειώνοντας το διοικητικό κόστος, αυξάνοντας την παραγωγικότητα και την ανταγωνιστικότητα, ενισχύοντας την εθνική οικονομία, την κοινωνική συνοχή και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής. Γι αυτό το λόγο τα ITS θα πρέπει να αποτελέσουν βασικό στοιχείο της μελλοντικής πολιτικής μεταφορών.

Τα Ευφυή Συστήματα Μεταφορών (ΕΣΜ), σύμφωνα με το υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών στην Ελλάδα [2], αποτελούν δυναμικό τομέα με έντονες αναπτυξιακές διαστάσεις, που συνδυάζουν τις τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών, παρέχοντας υψηλή προστιθέμενη αξία στους χρήστες των μεταφορικών μέσων και καθιστώντας τις μεταφορές στο σύνολό τους πιο ασφαλείς, αποτελεσματικές και φιλικές προς το περιβάλλον.

Καθώς τα σύγχρονα μεταφορικά συστήματα εμφανίζουν σημαντικές απαιτήσεις ως προς την ασφάλεια, την οικονομία και την αποτελεσματικότητα, τα ΕΣΜ στοχεύουν στην παροχή καινοτόμων υπηρεσιών που σχετίζονται με τους διάφορους τρόπους μεταφοράς, όπως είναι η επιβολή των κανόνων και η διαχείριση της κυκλοφορίας, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπουν στους χρήστες (εταιρείες, διαχειριστές ή πολίτες) να

ενημερώνονται καλύτερα και να κάνουν ασφαλέστερη και «εξυπνότερη» χρήση των μεταφορικών δικτύων και των διαθέσιμων πόρων.

Σύμφωνα με το εγχειρίδιο “Mobilizing Intelligent Transportation Systems” της GSMA Connected Living Programme στις ΗΠΑ, [3] η έρευνα για την εφαρμογή του ελέγχου και της πληροφόρησης μέσω τεχνολογίας ξεκίνησε ήδη από τη δεκαετία του 1959. Αργότερα, στα τέλη της δεκαετίας του 1980 μια συνεργασία ιδιωτικών, δημόσιων και ακαδημαϊκών οργανώσεων έπεισε το Κογκρέσο να νομοθετήσει την υποστήριξη για ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα ευφών συστημάτων οχημάτων- αυτοκινητοδρόμων (μετονομασμένα Ευφυή Συστήματα Μεταφορών ή ITS το 1994) για να καλύψουν μια ευρύτερη αποστολή, που συμπεριλαμβάνει όλα τα είδη των μέσων μαζικής μεταφοράς .

Στην Ευρώπη , τα ΕΣΜ σύμφωνα με τον οδηγό “Εξυπνα συστήματα Μεταφορών” της Ευρωπαϊκής Ένωσης [4](EC, 2017), είναι ζωτικής σημασίας για την αύξηση της ασφάλειας και την αντιμετώπιση των αυξανόμενων προβλημάτων εκπομπών ρύπων και κυκλοφοριακής συμφόρησης. Μπορούν να καταστήσουν τις μεταφορές ασφαλέστερες, αποδοτικότερες και πιο βιώσιμες εφαρμόζοντας διάφορες τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών σε όλους τους τρόπους μεταφοράς επιβατών και εμπορευμάτων. Επιπλέον, η ενσωμάτωση των υφιστάμενων τεχνολογιών μπορεί να δημιουργήσει νέες υπηρεσίες. Τα ITS είναι βασικά για την υποστήριξη της απασχόλησης και της ανάπτυξης στον τομέα των μεταφορών. Όπως περιγράφεται στο «σχέδιο Δράσης για τα ΕΣΜ» ,το 2017 , στην Ευρωπαϊκή Ένωση , που δρομολόγησε η Ευρωπαϊκή επιτροπή με στόχο τη δημιουργία της απαραίτητης ώθησης για τη διεύθυνση στην αγορά ώριμων εφαρμογών ΕΣΜ , θα πρέπει τα ΕΣΜ να είναι :

1. Καθαρότερα: Τα ΕΣΜ μπορούν να συμβάλουν στη μείωση των εκπομπών ρύπων και στην εξοικονόμηση ενέργειας μέσω καλύτερης διαχείρισης της ζήτησης, συμπεριλαμβανομένης της χρέωσης, της χρήσης της οδικής υποδομής και διαχείρισης της πρόσβασης. Ένα παράδειγμα είναι τα ηλεκτρονικά συστήματα είσπραξης τελών μέσω των οποίων η χρέωση των οδικών οχημάτων μπορεί να είναι ευέλικτη, π.χ. ανάλογα με τον τύπο του οχήματος και την κατηγορία εκπομπών. Είναι ζωτικής σημασίας τα συστήματα αυτά να είναι διαλειτουργικά πέραν των εθνικών συνόρων.
2. Πιο αποδοτικά: Η συμφόρηση μπορεί να μειωθεί με την καλύτερη διαχείριση της ζήτησης και της χωρητικότητας και θα είναι προς όφελος όλων των χρηστών του οδικού δικτύου. Για παράδειγμα :
  - i. η δυναμική διαχείριση κυκλοφορίας βασισμένη σε δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από οδούς, οχήματα και ακόμη και κινητά τηλέφωνα και η χρήση προσομοιώσεων θα βελτιώσει τις στρατηγικές για τον μετριασμό της συμφόρησης .

- ii. η χρήση συστημάτων πλοήγησης στο αυτοκίνητο μειώνει τις αποστάσεις προορισμού και μπορεί να οδηγήσει σε μια πιο χαλαρή και επομένως ασφαλέστερη οδήγηση.
3. Πιο ασφαλή: Τα νέα συστήματα ασφάλειας οχημάτων και συστήματα υποβοήθησης οδηγού μπορούν να παρεμβαίνουν πριν συμβεί κάποιο ατύχημα. Σαν παραδείγματα γίνεται αναφορά στο:
- i. ηλεκτρονικό έλεγχο ευστάθειας (ESC) , που εκτιμάται ότι μειώνει τον αριθμό των τραυματισμών σε ατυχήματα κατά 7-11% και μειώνει τους θανάτους κατά 15-20%.
  - ii. στο e-call, που καλεί αυτόματα τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης και μεταδίδει δεδομένα θέσης από τη σκηνή ατυχήματος. Συνεπώς, ο χρόνος απόκρισης των υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης μειώνεται δραστικά, μειώνοντας τους θανάτους από τροχαία ατυχήματα κατά περίπου 5-10% και οδηγώντας σε λιγότερο σοβαρούς τραυματισμούς.
  - iii. συνδεδεμένη και αυτοματοποιημένη οδήγηση, οι οποίες με την τεχνολογία θα βελτιώσουν σημαντικά τις συμφορήσεις, θα μειώσουν την επίπτωση κρίσιμων καταστάσεων, θα ανακουφίσουν την επιπτώσεις στους οδηγούς και το περιβάλλον και θα στηρίξουν θέσεις εργασίας και ανάπτυξη.

Στην έκθεση προόδου ITS του ΥΠΟΜΕΔΙ (2014), [2] αναφέρεται ότι τα ITS έχουν ως στρατηγικό στόχο να είναι οι μεταφορές ασφαλέστερες και καθαρότερες , αλλά επίσης να υπάρξει ορθός σχεδιασμός και εφαρμογή , ως τεχνολογικές λύσεις στη βελτίωση της αποδοτικότητας και της βιωσιμότητας των ελληνικών μεταφορικών συστημάτων. Η στρατηγική για τον σχεδιασμό με χρήση ITS και οι εθνικές προτεραιότητες , όπως ορίζονται στο σχέδιο δράσης είναι:

- 1.Οδική ασφάλεια
- 2.Απόδοση και αποτελεσματικότητα των μεταφορικών συστημάτων
- 3.Βιώσιμη κινητικότητα
- 4.Ανάπτυξη , απασχόληση και κοινωνική συνοχή

## 1.2 Ιστορική Αναδρομή των ΕΣΜ

Όπως αναλυτικά φαίνεται στο κείμενο History of Intelligent Transportation system, 2016, [5], στην Αμερική, κατά τη διάρκεια έκθεσης το 1939-1940 οι επισκέπτες είχαν την ευκαιρία να δουν "τον κόσμο του αύριο". Το Futurama, μετέφερε τους επισκέπτες σε ρεαλιστικά τοπία , επικεντρώνοντας για το πώς θα είναι σε εκείνα τα μέρη οι μεταφορές σε 20 χρόνια. Ο αφηγητής περιέγραφε το σχεδιασμό

εξελιγμένων αυτοκινητόδρομων που διέσχιζαν αγροτικές απομονωμένες περιοχές έξω από τις πόλεις. Εκεί, έγινε για πρώτη φορά αναφορά σε αυτοματοποιημένα οχήματα με κεραία ελέγχου , προκειμένου να διατηρηθεί μια σταθερή απόσταση μεταξύ τους. Το 1939 στην Αμερική δεν υπήρχε οργανωμένο σύστημα αυτοκινητοδρόμων και δεν υπήρχε η έννοια του ιδιωτικού οχήματος. Οι πρώτοι σηματοδότες στις ΗΠΑ εγκαταστάθηκαν το 1914 και ο πρώτος μετρητής στάθμευσης το 1935. Από τότε υπήρχε ανοδική πορεία στην πώληση επιβατικών οχημάτων. Μετά τον 2ο παγκόσμιο πόλεμο οι ΗΠΑ γνώρισαν μεγάλη οικονομική ανάπτυξη και οι πωλήσεις των οχημάτων αυξήθηκαν φτάνοντας το 1959 τα 49 εκατομμύρια. Οι αυτοκινητόδρομοι ανέπτυξαν τα προάστια και η ανάπτυξη άρχισε να μεταφέρεται και στις άκρες των πόλεων. Από το 1950 και μετά άρχισαν να αυξάνονται και οι ταχύτητες, η συμφόρηση (πολλοί μετακινούνταν από το ένα προάστιο στο άλλο) με αποτέλεσμα να έχουμε και τα πρώτα ορατά προβλήματα, όπως η αύξηση των τροχαίων ατυχημάτων.

Το 1970 ιδρύθηκε, η Εθνική Υπηρεσία Οδικής Ασφάλειας (NHTSA). Έτσι στις ΗΠΑ ξεκίνησε σιγά σιγά η χρήση έξυπνων συστημάτων μεταφοράς. Ο G .Nowacki (2012) [6] , ανέλυσε τις 3 βασικές φάσεις στα ITS. Η πρώτη φάση είναι η αρχή της έρευνας ITS στη δεκαετία του 1970 – 1980. Στη Γερμανία, το ARI, ένα ραδιοσύστημα αυτοκινητοδρόμων που χρησιμοποιούσε FM (Modulation Frequency), εισήχθη το 1974 για να μετριάσει την κυκλοφοριακή συμφόρηση στους βόρειους αυτοκινητόδρομους κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών διακοπών. Στην Αυστραλία , από το 1970, το Τμήμα Κεντρικών Οδών εγκατέστησε το πρώτο σύστημα που περιλάμβανε 30 σηματοδοτούμενες διασταυρώσεις με κεντρικό έλεγχο και TRC (δυνατότητα ανταπόκρισης στην κυκλοφορία ). Στις Ηνωμένες Πολιτείες, το κυβερνητικό σύστημα πλοήγησης και οριζόντιας καθοδήγησης στο οδικό δίκτυο - ERGS Electronic Route Guidance System ήταν το αρχικό στάδιο μιας μεγαλύτερης προσπάθειας έρευνας και ανάπτυξης που ονομάζεται ITS (Dingus & 1996). Το 1973, το Υπουργείο Διεθνούς Εμπορίου και Βιομηχανίας (MITI) στην Ιαπωνία χρηματοδότησε το Σύστημα Ελέγχου Αυτοκινήτου (CACCS)- Comprehensive Automobile Control System (Dingus 1996 & Tokuyama 1996). Τα συστήματα αφορούσαν στην καθοδήγηση των διαδρομών και βασίστηκαν σε κεντρικά συστήματα επεξεργασίας με υπολογιστές και συστήματα επικοινωνιών. Λόγω περιορισμών, αυτά τα συστήματα δεν οδήγησαν σε πρακτική εφαρμογή.

Στη δεύτερη φάση από το 1981 έως το 1994 προσδιορίστηκαν οι συνθήκες για την ανάπτυξη των ITS. Οι τεχνολογικές μεταρρυθμίσεις, καθιστούν την επεξεργασία πληροφοριών φθηνότερη. Στην Ευρώπη ολοκληρώθηκαν ταυτόχρονα δύο έργα: το πρόγραμμα για ένα ευρωπαϊκό σύστημα κυκλοφορίας με υψηλότερη απόδοση και ασφάλεια (PROMETHEUS), το οποίο δημιουργήθηκε κυρίως από τους κατασκευαστές αυτοκινήτων και το Dedicated Road Infrastructure (DRIVE I και II), που έχει συσταθεί από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα. Η πρωτοβουλία PROMETHEUS ξεκίνησε το 1986 και ως μέρος του προγράμματος EUREKA, μιας

πανευρωπαϊκής πρωτοβουλίας με στόχο τη βελτίωση της ανταγωνιστικής δύναμης της Ευρώπης με την τόνωση της ανάπτυξης σε τομείς όπως η τεχνολογία των πληροφοριών, οι τηλεπικοινωνίες, η ρομποτική και η τεχνολογία των μεταφορών. Το έργο ήταν υπό την καθοδήγηση 18 ευρωπαϊκών εταιρειών αυτοκινήτων, κρατικών αρχών και πάνω από 40 ερευνητικών ιδρυμάτων. Λίγο αργότερα το 1991 δημιουργήθηκε η ERTICO (Ευρωπαϊκή Οργάνωση Συντονισμού Εφαρμογής Τηλεματικής Οδικής Μεταφοράς) με την υποστήριξη της ΕΚ και ήταν ανοιχτή σε όλες τις ευρωπαϊκές οργανώσεις ή διεθνείς οργανισμούς που δραστηριοποιούνται στην Ευρώπη με ενδιαφέρον για τα ITS. Το όραμα της ERTICO ήταν ένα ευρωπαϊκό σύστημα μεταφορών που θα ήταν ασφαλέστερο, πιο αποτελεσματικό και πιο βιώσιμο. Η τεχνολογία ITS, σε συνδυασμό με την κατάλληλη επένδυση σε υποδομές, θα είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και των ατυχημάτων, ενώ ταυτόχρονα θα καθιστούσε ασφαλέστερα τα δίκτυα μεταφορών και θα μείωνε τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον.

Στην Ιαπωνία, το έργο RACS, το οποίο αποτέλεσε τη βάση για το τρέχον σύστημα πλοήγησης αυτοκινήτων, ξεκίνησε το 1984. Το 1985 εγκαταστάθηκε στην Αυστραλία ένα σύστημα διαχείρισης κυκλοφορίας δεύτερης γενιάς. Αυτό ήταν γνωστό ως TRACS (Traffic Responsive Adaptive Control System).

Το 1989 στις ΗΠΑ σχηματίστηκε ο όμιλος Mobility 2000 και το 1990 κατέληξε στο σχηματισμό του IVHS (Intelligent Vehicle Highway Systems) Αμερικής, η αποστολή του οποίου ήταν να λειτουργήσει ως ομοσπονδιακή συμβουλευτική επιτροπή για το αμερικανικό υπουργείο μεταφορών.

Το 1991 η ITS America ιδρύθηκε ως μη κερδοσκοπικός οργανισμός για την προώθηση της χρήσης προηγμένων τεχνολογιών στα συστήματα επιφανειακών μεταφορών. Τα μέλη της ήταν ιδιωτικές εταιρείες, δημόσιοι οργανισμοί, ακαδημαϊκά ιδρύματα και ερευνητικά κέντρα. Ο κοινός στόχος ήταν η βελτίωση της ασφάλειας, της αποτελεσματικότητας του συστήματος μεταφοράς των ΗΠΑ μέσω ITS.

Η τρίτη φάση ξεκίνησε το 1994. Τότε παρατηρήθηκαν και οι πρακτικές εφαρμογές των παλαιότερων προγραμμάτων και τα ευφυή συστήματα μεταφορών επεκτάθηκαν στις διατροπικές μεταφορές και όχι μόνο στην κυκλοφορία αυτοκινήτων. Τα ITS, πλέον, έχουν αρχίσει να αναγνωρίζονται ως κρίσιμα στοιχεία στην εθνική και διεθνή κατάσταση τεχνολογίας πληροφοριών.

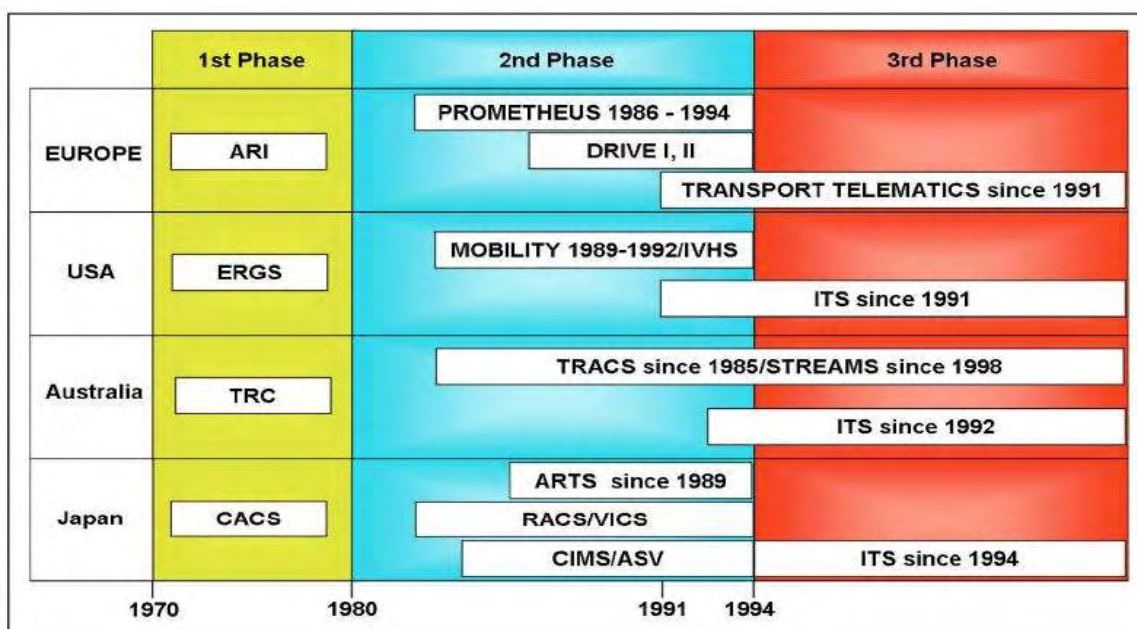
Το 1994, το πρόγραμμα IVHS (ΗΠΑ) μετονομάστηκε σε ITS (Intelligent Transportation Systems) που δείχνει ότι εκτός από την κυκλοφορία αυτοκινήτων βρίσκει εφαρμογή και σε άλλες μορφές μεταφορών. Κατά τη διάρκεια του πρώτου παγκοσμίου συνεδρίου στο Παρίσι, ο όρος - Intelligent Transport Systems , έγινε δεκτός.

Στην Ευρώπη η ανάπτυξη της τηλεματικής των μεταφορών και των εφαρμογών ITS σχεδιάστηκε στο πλαίσιο του IV Προγράμματος Πλαισίου της ΕΕ (1994-1998).

Το 4ο Πρόγραμμα Πλαίσιο που εγκρίθηκε από το Συμβούλιο και το Κοινοβούλιο το 1994 περιελάμβανε την τηλεματική ως σημαντικό θέμα της έρευνας. Κάλεσε , δε την Επιτροπή να εκπονήσει, στις 4 Νοεμβρίου 1994, το πρόγραμμα «Τηλεματικές εφαρμογές για τις μεταφορές στην Ευρώπη» ,τα απαιτούμενα μέτρα σε κοινοτικό επίπεδο για την εφαρμογή της τηλεματικής στον τομέα των μεταφορών (σχέδιο δράσης) και να υποστηρίξει το έργο της τυποποίησης στη διαχείριση της κυκλοφορίας μέσω όλων των κατάλληλων μέτρων, συμπεριλαμβανομένης της έρευνας και της ανάπτυξης.

Η νέα ανάπτυξη των ΕΣΜ ανοίγει με το πρόγραμμα μιας κοινής πολιτικής μεταφορών της ΕΕ για τα έτη 2001-2010. Παράλληλα, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή είχε ξεκινήσει τις διαπραγματεύσεις προκειμένου να επιτευχθεί συναίνεση για την εισαγωγή ενός συστήματος έκτακτης ανάγκης ηλεκτρονικών κλήσεων σε όλα τα καινούρια αυτοκίνητα , το οποίο ακόμα και τώρα δεν έχει ολοκληρωθεί (η προθεσμία ήταν μέχρι το 2014).

Η ITS Japan που ιδρύθηκε το 1994 προωθεί την έρευνα, την ανάπτυξη και την υλοποίηση των ITS σε συνεργασία με πέντε συναφή εθνικά υπουργεία στην Ιαπωνία και έχει επαφή σχετικά με τις δραστηριότητες των ITS σε όλη την περιοχή του Ασίας-Ειρηνικού. Στην Αυστραλία το 1998, τα συστήματα TRACS και South East Freeway συγχωνεύθηκαν για να δημιουργήσουν ένα Ολοκληρωμένο Σύστημα Ευφών Μεταφορών (STREAMS), που παρείχαν διαχείριση κυκλοφορίας, διαχείριση σε αυτοκινητόδρομο, πληροφορίες για ταξιδιώτες, καθοδήγηση στάθμευσης κλπ.



**Εικόνα1** Η ιστορία της ανάπτυξης των ITS σε Ευρώπη , ΗΠΑ ,Αυστραλία και Ιαπωνία σύμφωνα με τον G .Nowacki (2012)

### 1.3 Δομή της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παροχή μιας ολοκληρωμένης εικόνας σχετικά με τις πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων VMS, που παρέχουν πληροφορίες σχετικά με το χρόνο ταξιδιού, με ειδοποίηση ατυχημάτων, με συνθήκες συμφόρησης , με ειδοποίηση εργοταξιακών ζωνών ,με εναλλακτικές διαδρομές, με θέσεις parking, με ανακοινώσεις για τις καιρικές συνθήκες κτλ., βελτιώνοντας ταυτόχρονα και την λειτουργία του οδικού δικτύου. Αρχικά στο κεφάλαιο 2 , αναλύονται οι τύποι και τα είδη VMS και ο διαχωρισμός ανάλογα με την εμφάνιση , την διάταξη , την τεχνολογία και τη γλώσσα των VMS.

Το κεφάλαιο 3 , αναλύει τη διαδικασία σχεδιασμού τοποθέτησης VMS, σε βήματα.

Το κεφάλαιο 4 , πραγματεύεται τις πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε μεγάλα οδικά δίκτυα ( αυτοκινητόδρομους , σήραγγες , γέφυρες) , καθώς και τις πινακίδες μηνυμάτων ορίων ταχύτητας VSL. Παρουσιάζεται και παράδειγμα εφαρμογής VMS σε αυτοκινητόδρομο.

Στο κεφάλαιο 5, περιγράφονται οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων για χρήση Λωρίδας στη Διαχείριση Κυκλοφορίας. Εδώ περιλαμβάνονται τα στρατηγικά σήματα μεταβλητών μηνυμάτων, οι πινακίδες χρήσεων λωρίδας, καθώς και τα πρότυπα και αρχές διαχείρισης λωρίδων.

Στο κεφάλαιο 6, αναλύονται τέσσερα είδη πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων , σε κεντρικές αρτηρίες, σε αστικές περιοχές, σε αεροδρόμια και σε λιμάνια. Ειδική ανάλυση γίνεται στα VMS σε κεντρικές αρτηρίες (RTIS).

Στο κεφάλαιο 7, γίνεται εκτενής αναφορά στα εργοταξιακά VMS ,φορητές πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων γνωστά ως PVMS, που έχουν εφαρμογή σε αυτοκινητόδρομους και όχι μόνο.

Το κεφάλαιο 8,δίνεται ο συνδυασμός των VDMS με VMS με έξυπνες κινητές συσκευές σε οχήματα.

Το κεφάλαιο 9, περιλαμβάνει μια σύνοψη των συμπερασμάτων από την εφαρμογή των VMS και τις θετικές του συνέπειες στα οδικά δίκτυα.

## 2. Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων

### 2.1 Γενικά για τα VMS

Στην ορολογία , οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (ΠΜΜ), είναι τα VMS, CMS ή DMS. Τα VMS , όπως θα αναφέρονται ,είναι ένα ηλεκτρονικό σήμα κυκλοφορίας που χρησιμοποιείται συχνά σε οδούς για να παρέχουν στους ταξιδιώτες πληροφορίες. Σύμφωνα με το Road Network Operations & Intelligent Systems [7] ,το VMS είναι μια πινακίδα ικανή να εμφανίζει προκαθορισμένα ή ελεύθερα προγραμματιζόμενα μηνύματα τα οποία μπορούν να αλλάξουν εξ αποστάσεως. Το CMS /VMS, στο εγχειρίδιο 'United States Department of Transportation '[8] , περιγράφεται σαν ένα σήμα ικανό να εμφανίζει προκαθορισμένα σταθερά μηνύματα, τα οποία μπορούν να τροποποιηθούν από απόσταση. Αυτές οι πινακίδες που χρησιμοποιούνται σε μεγάλες αρτηρίες και αυτοκινητοδρόμους είναι τοποθετημένες σε μεγάλες κατασκευές, σε γερανογέφυρες και πάνω από το δρόμο, ενώ μερικές πινακίδες τοποθετούνται σε ιστούς πλευρικά της οδού. Τα συστήματα VMS/CMS απαιτούν τροφοδοσία ρεύματος και αξιόπιστες επικοινωνίες μεταξύ του κέντρου ελέγχου και της εγκατάστασης VMS.

Σύμφωνα με την ιστορική αναφορά, τα VMS, αναπτύχθηκαν ήδη από τη δεκαετία του 1950 στο New Jersey Turnpike και είναι προσανατολισμένα να προειδοποιούν τους οδηγούς να επιβραδύνουν: πχ «ΜΕΙΩΣΤΕ ΤΑΧΥΤΗΤΑ», ακολουθούμενη από προειδοποίηση είτε για κατασκευή, ατύχημα, συμφόρηση, πάγο, χιόνι ή ομίχλη σε κάποια απόσταση μπροστά.

Σύμφωνα με μια άλλη αναφορά , το 2016 στο (History of Intelligent transportation system ) [9], το DMS (Πινακίδα δυναμικών μηνυμάτων), αποτελεί ένα ηλεκτρονικό σήμα κυκλοφορίας που παρέχει πληροφορίες και προειδοποιήσεις σε ταξιδιώτες. Αυτές οι πινακίδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ποικίλους σκοπούς απεικόνισης μηνυμάτων, περιλαμβανομένης της ενημέρωσης των οδηγών για κυκλοφοριακή συμφόρηση, ατυχήματα, ζώνες οδικών έργων ή αλλαγή ορίων ταχύτητας. Αν και αναπτύχθηκαν στη δεκαετία του 1960, τα DMS συνεχίζουν να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες για τις οδούς σήμερα. Οι πινακίδες αυτές αποτελούσαν βοήθημα και σε εφαρμογές που δεν σχετίζονται με την κυκλοφορία, όπως πχ το σύστημα AMBER Alert , για ειδοποιήσεις απαγωγής παιδιών .

Γενικά οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (ΠΜΜ), όπως αναλύονται στο εγχειρίδιο του Wisconsin Depart of Transport [10] το 2000, είναι συσκευές ελέγχου κυκλοφορίας , που χρησιμοποιούνται για να παρέχουν πληροφορίες σε οδηγούς και επιβάτες αυτοκινήτων σχετικά με την διαδρομή .Οι πληροφορίες που δίνουν είναι σε πραγματικό χρόνο και μπορεί να δίνονται είτε από μια απομακρυσμένη κεντρική θέση , είτε από τοπική. Τα 'ευφυή' αυτά σήματα, είναι σχεδιασμένα να επηρεάζουν τις συμπεριφορές των οδηγών και να βελτιώνουν την κυκλοφορία και τη λειτουργία του οδικού δικτύου. Οι πληροφορίες που παίρνουν οι ταξιδιώτες



από τις πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων μπορεί να προέρχονται από προγραμματισμένο ή μη προγραμματισμένο συμβάν .Παραδείγματα πληροφοριών ταξιδιωτών είναι :

- Ειδοποίηση ατυχημάτων
- Χρόνος ταξιδιού σε γνωστές αποστάσεις
- Συνθήκες συμφόρησης κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου
- Ειδοποίηση εργοταξιακών περιοχών
- Ειδική ειδοποίηση συμβάντος και οδηγίες οδηγού
- Προγραμματισμός Συντήρησης
- Ανακοινώσεις για τις καιρικές συνθήκες

Παρόλα αυτά υπάρχουν και περιπτώσεις όπου τοποθετούνται VMS για περιβαλλοντολογικούς λόγους όπως στην Πόλη Suceava της Ρουμανίας ,όπου ο εξοπλισμός VMS εγκαταστάθηκε στο ιστορικό και κεντρικό σημείο της πόλης για να μετράει τους δείκτες και τον βαθμό ρύπων .Κάτι τέτοιο έχει παρατηρηθεί ότι έχει θετικό αντίκτυπο στο κοινό και στην ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος σύμφωνα με την αναφορά στο κείμενο της CIVITAS (2007), Suceava Variable message signs[11].

Τέλος ο συγγραφέας M.Wardman et al (1996) [12], αναφέρει ότι στους αυτοκινητόδρομους για μερικά χρόνια, οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων τοποθετούνται πάνω ή δίπλα από το οδόστρωμα για να μεταδίδουν σύντομα μηνύματα στους οδηγούς. Οι περισσότερες από αυτές τις εφαρμογές αφορούσαν την προειδοποίηση κινδύνου και τις συμβουλές ταχύτητας.

## 2.2. Τύποι πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων

### 2.2.1 Γενικά

Συμφώνα με τον οδηγό σχεδιασμού του Wisconsin Department Intelligent Transportation Systems (ITS), το 2000, [10], υπάρχουν τέσσερις διαφορετικοί τύποι πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων:

α)Τα VMS στους αυτοκινητόδρομους, που βρίσκονται σε σημεία τέτοια ώστε να ενημερώνουν για την ταχύτητα ,τις καιρικές συνθήκες ,τις περιοχές συμβάντων , εναλλακτικές διαδρομές, πληροφορίες κτλ

β)Τα αρτηριακά VMS , βρίσκονται κατά μήκος των κεντρικών αρτηριών ή αρτηριών που οδηγούν σε αυτοκινητόδρομους και που οι ταχύτητες είναι πιο χαμηλές.


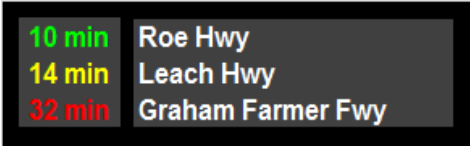
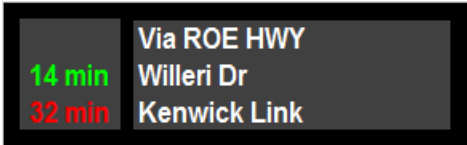
γ)Τα VMS τύπου matrix που είναι ειδικά σχεδιασμένα για να ενσωματωθούν σε υφιστάμενα VMS.

δ) Φορητά VMS. Τα VMS αυτά προορίζονται για να λειτουργούν σε μια θέση για μικρό χρονικό διάστημα και στη συνέχεια να μετακινούνται σε άλλη θέση .

Σε μια άλλη πηγή το 2015, στο Guidelines for Variable Message Signs -Main Roads Western Australia ,[13] γίνεται ένας παρόμοιος διαχωρισμός των VMS με βάση την επισκόπηση από τυπικές πληροφορίες ταξιδιωτών προς τους μετακινούμενους. Τυπικά παραδείγματα των σημάτων αυτών, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 1. Αυτά περιλαμβάνουν τα VMS στο κυρίως ρεύμα (mainline) του αυτοκινητοδρόμου και το VMS αρτηριακού οδικού δικτύου σε δρόμους που προσεγγίζουν διασταυρώσεις αυτοκινητοδρόμων ή άλλες θέσεις αρτηρίας που απαιτούνται για τη διαχείριση της κυκλοφορίας. Η περιοχή όπου χρησιμοποιούνται αυτές οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων είναι στη Δυτική Αυστραλία .

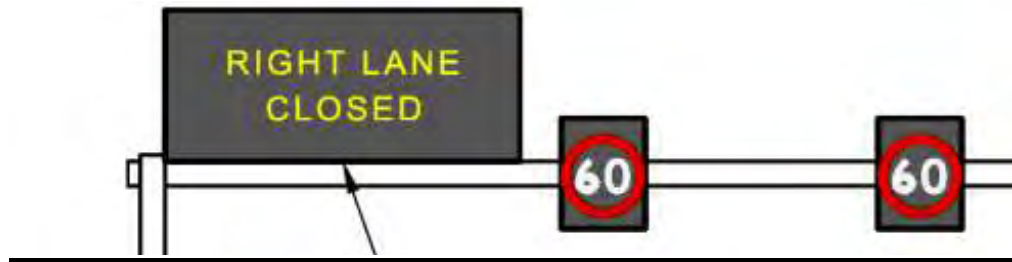
### 1) Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε αυτοκινητόδρομους

Πίνακας 1: Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε αυτοκινητόδρομους

1	Πινακίδα μεταβλητού μηνύματος -εργοτάξια (εργασίες )	
2	Χρόνος διαδρομής σε κεντρικό αυτοκινητόδρομο για διάφορους προορισμούς	
3	Μήνυμα: χρόνος ταξιδιού στον αυτοκινητόδρομο εναλλακτική διαδρομή	

### 2) Στρατηγικά δυναμικά μηνύματα

Πληροφορίες κατάστασης λωρίδας που χρησιμοποιούνται ως μέρος ενός συστήματος διαχείρισης λωρίδων:



**Εικόνα 2** Στρατηγικά μεταβλητά μηνύματα

### 3) Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε κεντρικές αρτηρίες

Χρόνος ταξιδιού και πληροφορίες περιστατικών για αυτοκινητιστές που εισέρχονται στον αυτοκινητόδρομο (πχ RC3), όπως φαίνονται στην εικόνα 3.

<b>Kwinana - Light</b>	Min	<b>Kwinana - Incident</b>	
Roe Hwy	11	Roe Hwy	19
Leach Hwy	15	Leach Hwy	25

**Εικόνα 3** Πινακίδες RC3, πριν την εισαγωγή σε αυτοκινητόδρομο

Συστήματα VMS για άλλες εφαρμογές διαχείρισης αρτηριακής οδικής κυκλοφορίας, είναι όπως φαίνεται στην εικόνα 4.



**Εικόνα 4** Αρτηριακά VMS

### 4) Φορητές πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων

Χρησιμοποιούνται συνήθως για κατασκευές (εργοτάξια) και για διαχείριση έκτακτων γεγονότων.



**Εικόνα 5** Εργοταξιακά VMS

### 2.2.2 Διαχωρισμός πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων ως προς την τεχνολογία

Σύμφωνα με τον οδηγό σχεδιασμού Wisconsin Department Intelligent Transportation Systems (ITS) of Transportation [14], υπάρχει επίσης και ένας άλλος διαχωρισμός ανάμεσα στις πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων, ως προς την τεχνολογία :

#### α) Τα VMS flip disk

Αυτή είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιεί ένα σύστημα μικρών κυκλικών τετραγώνων και ορθογώνιων δίσκων, οι οποίοι περιστρέφονται ξεχωριστά ή μετακινούνται για να σχηματίσουν χαρακτήρες στο VMS. Κάθε δίσκος έχει αντανακλαστικό υλικό από τη μια πλευρά και όταν γυρίσει εκτίθεται για να σχηματίσει το μήνυμα.

Πλεονεκτήματα είναι: η δοκιμασμένη τεχνολογία, οι απαιτήσεις χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και παροχή εμφανούς ευανάγνωστου μηνύματος. Μειονεκτήματα είναι: τα κινητά μέρη χρειάζονται συντήρηση και οι επιφάνειες αντανάκλασης του δίσκου μπορούν να ξεθωριάσουν με την πάροδο του χρόνου .Τέλος ένα άλλο μειονέκτημα είναι ότι δεν είναι πολύ ορατό σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού σε μεγάλες αποστάσεις.

#### β) Τα VMS με Δίοδο εκπομπής φωτός (LED)

Η τεχνολογία LED χρησιμοποιεί συστάδες στερεές διόδων , που σχηματίζουν μόνο ένα ιχνοστοιχείο. Όταν εφαρμόζεται, κάθε δίοδος ανάβει. Ανάβοντας ή κλείνοντας την τάση, κάθε συστοιχία εικονοστοιχείων συντελεί στη διαμόρφωση των χαρακτήρων ή του απεικονιζόμενου μηνύματος. Πλεονεκτήματα είναι η καλή ορατότητα κάτω από τις περισσότερες συνθήκες φωτισμού, λιγότερα κινούμενα μέρη , λιγότερη συντήρηση και διάρκεια ζωής έως 100.000 ώρες. Μειονέκτημα

αποτελεί ότι ο μικρότερος κώνος όρασης μειώνει την καθαρότητα ανάγνωσης μηνύματος σε κοντινή απόσταση και το ότι οι δίοδοι μπορεί να είναι ευαίσθητες στη θερμότητα.

#### γ) τα VMS με οπτικές ίνες

Η τεχνολογία οπτικών ινών VMS χρησιμοποιεί δέσμες οπτικών ινών βιδωμένες μεταξύ κάθε εικονοστοιχείου και μιας πηγής λαμπτήρων. Μια απλή πηγή λαμπτήρων θα τροφοδοτήσει πολλά εικονοστοιχεία. Για να ελεγχτούν ποια εικονοστοιχεία εμφανίζονται, τα ειδικά μαγνητικά παράθυρα τοποθετούνται μπροστά από κάθε εικονοστοιχείο. Όταν εμφανιστεί ένα μήνυμα, ανοίγουν τα μαγνητικά ελεγχόμενα παράθυρα ή παραμένουν κοντά για να σχηματίσουν έναν χαρακτήρα ή ένα πρότυπο.

Πλεονεκτήματα είναι η καλή ορατότητα υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας και ότι παρέχει ένα καλό ευανάγνωστο μήνυμα. Μειονεκτήματα ότι τα κινούμενα μηνύματα οδηγούν σε επιπλέον συντήρηση, οι λάμπες έχουν χρόνο ζωής 8.000-10.000 ώρες και ότι δεν είναι δυνατή η ρύθμιση έντασης φωτισμού για διάφορες συνθήκες φωτισμού.

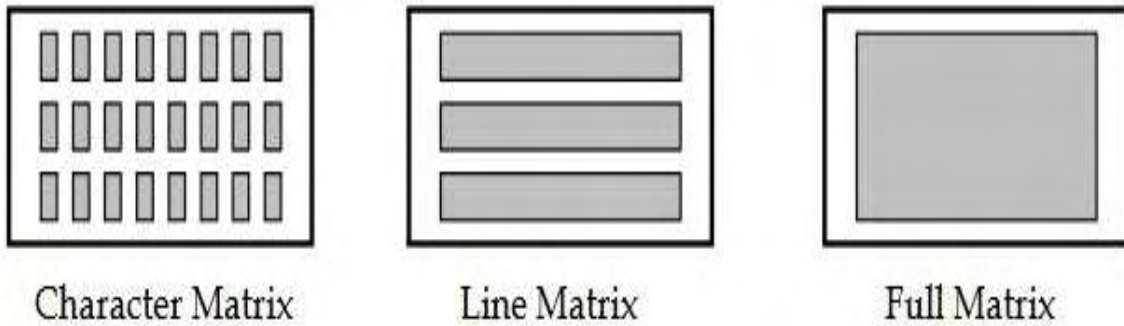
#### δ) Υβριδικό σύστημα VMS

Ένα τυπικό υβριδικό σύστημα VMS χρησιμοποιεί τόσο δίσκο flip όσο και οπτικό ή LED τεχνολογία. Κάθε δίσκος flip έχει μια οπή στο κέντρο του για να περάσει το φως. Το φως παράγεται από δέσμη οπτικών ινών ή συστοιχία LED. Όταν είναι ενεργοποιημένο το εικονοστοιχείο, ο δίσκος αναστρέφεται, επιτρέποντας στο φως να περάσει μέσα από την οπή κατά την εμφάνιση του αντανάκλαστική πλευρά του δίσκου στην κυκλοφορία. Όταν το εικονοστοιχείο είναι εκτός της ανακλαστικής επιφάνειας του, περιστρέφεται ή αναστρέφεται, εμποδίζοντας την πηγή φωτός .

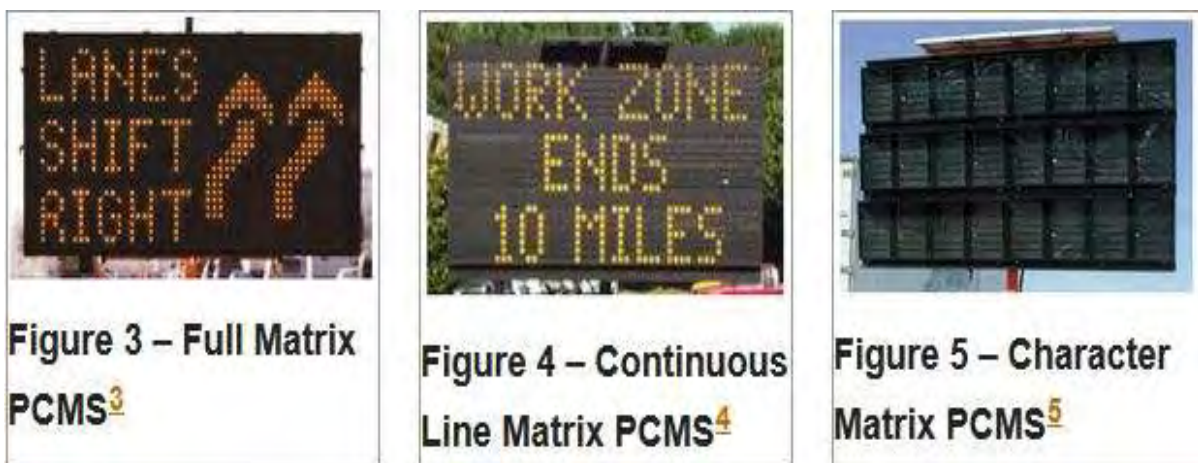
Στα πλεονεκτήματα αυτού του τύπου συγκαταλέγεται το ότι μπορεί να το χρησιμοποιήσει κανείς, αν η πηγή φωτός αποτύχει και ότι παρέχει ένα ευανάγνωστο μήνυμα. Στα μειονεκτήματα είναι ότι τα κινητά μέρη θέλουν και περισσότερη συντήρηση και ότι οι επιφάνειες αντανάκλασης μπορεί να ξεθωριάσουν με την πάροδο του χρόνου .

### 2.2.3 Διαχωρισμός πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων ως προς την διάταξη και εμφάνιση

Τα μηνύματα περιορίζονται από τον τύπο VMS και τη διαμόρφωση του χώρου προβολής του ή τη «μήτρα» .Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι που διαμορφώνουν την τελική διάταξη μιας πινακίδας εικόνες 6 και 7: χαρακτήρας, γραμμή και πλήρης.



Εικόνα 6 Τύποι οθόνης Μήτρας



Εικόνα 7 Τύποι οθόνης μήτρας σε εργοταξιακά VMS

Τα μηνύματα που εμφανίζονται σε ένα VMS χρησιμοποιούν μία ή περισσότερες φάσεις. Μηνύματα που απαιτούν περισσότερες πληροφορίες από ό,τι μπορεί να εμφανιστεί σε ένα μόνο χώρο εμφάνισης απαιτούν τη χρήση πολλαπλών φάσεων. Οι πολλαπλές φάσεις επιτρέπουν την προβολή περισσότερων από ένα μηνύματα σε μια πινακίδα.

#### 2.2.4 Δίγλωσσες πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων

Στο άρθρο 'Visual Demand of bilingual signs displaying alternating text messages' του Virpi Anttil et al, (1999), [15] γίνεται αναφορά για την μελέτη και αφορά στις δίγλωσσες πινακίδες. Αξιολογήθηκαν τρεις τύποι μηνυμάτων :

α) σήμα που εμφανίζει σε 2 γλώσσες μήνυμα εναλλάξ (σουηδικά και φιλανδικά) πχ LOOSE GRAVEL (Δρόμος με Χαλίκι)

β) ένα σήμα που εμφανίζει ταυτόχρονα και τα 2 μηνύματα γ) και ένα σήμα που εμφανίζει θερμοκρασία στα Φινλανδικά.

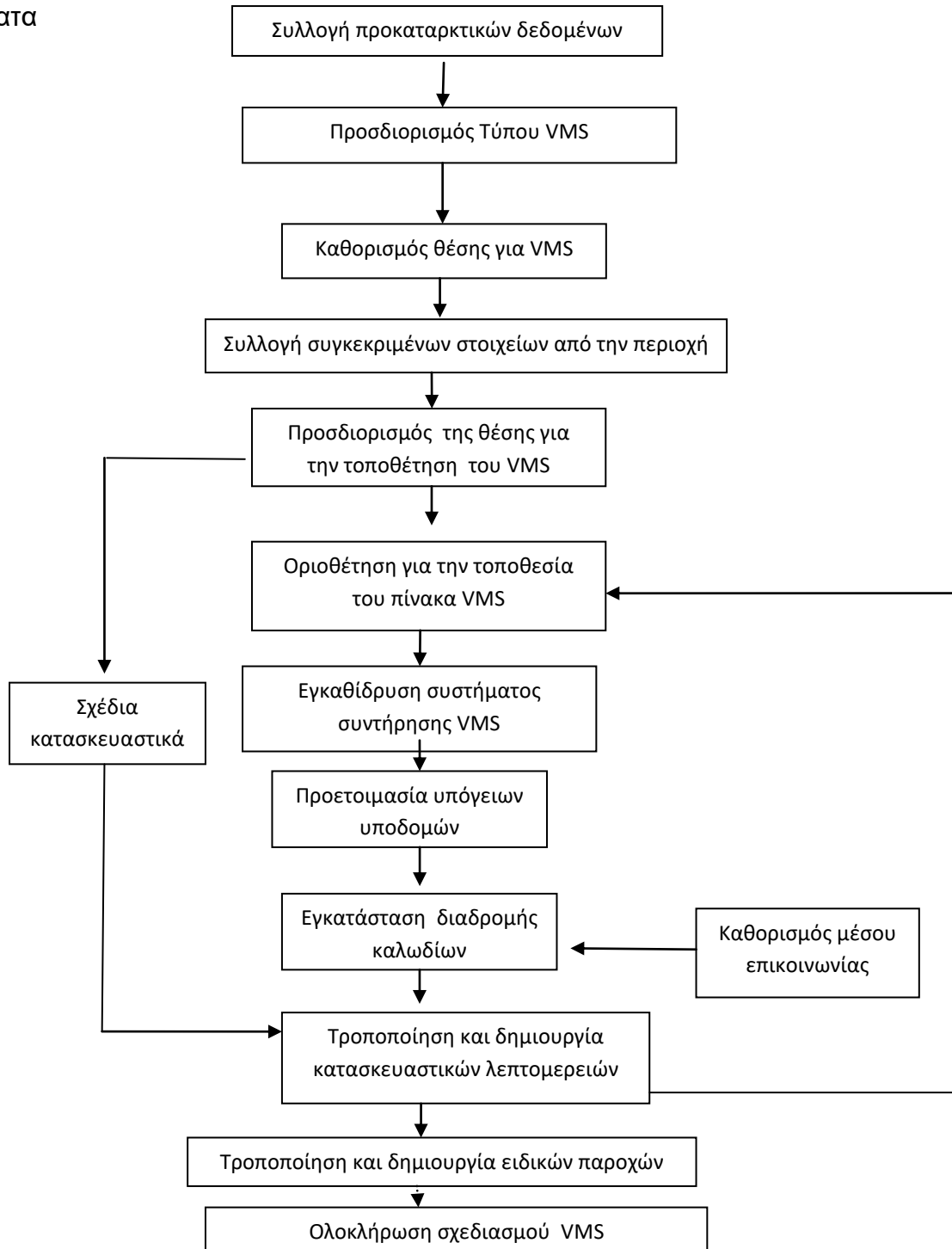
Το φόντο των οθονών ήταν μαύρο, το τρίγωνο στο προειδοποιητικό σήμα ήταν κόκκινο, τα γράμματα στο μήνυμα κειμένου ήταν κίτρινα και το εικονόγραμμα στο σήμα προειδοποίησης ήταν λευκό. Το ύψος του σήματος προειδοποίησης ήταν 1414 mm και πλάτους 1633 mm. Η ενότητα μηνυμάτων κειμένου αποτελούνταν από δύο γραμμές γραμμάτων με 10 χαρακτήρες το καθένα. Οι χαρακτήρες της ενότητας μηνυμάτων κειμένου είχαν ύψος 225 mm και σχηματίστηκαν με 10(pixels) διόδους εκπομπής φωτός (LED) ανά εικονοστοιχείο. Οι δοκιμές έγιναν στη νότια Φινλανδία στον υπεραστικό δρόμο E18, με όριο ταχύτητας 80 ή 100 km / h και μέση ημερήσια κυκλοφορία (ΜΗΚ ) 9900 οχημάτων. Σαν αποτέλεσμα, φάνηκε ότι το 89-100% των οδηγών εστίαζαν στα μεταβλητά σήματα. Τα βασικά αποτελέσματα δείχνουν ότι το σήμα που εμφανίζει εναλλασσόμενα δίγλωσσα μηνύματα δεν είναι πιο απαιτητικό από ένα VMS που εμφανίζει εναλλασσόμενα δίγλωσσα μηνύματα ταυτοχρόνως. Ωστόσο, το συμπέρασμα αυτό αφορά ειδικά σήματα (με απλά μηνύματα που περιλαμβάνουν μόνο μία λέξη σε δύο γλώσσες), στη διάρκεια εμφάνισης και τοποθεσία, (δρόμοι υπεραστικοί σε σχετικά απλό περιβάλλον), και απαιτείται περισσότερη έρευνα για σχετικές εφαρμογές .

Σύμφωνα με το εγχειρίδιο του U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, Intelligent Transportation Systems in Europe and in Japan[16], το 2006, οι Ευρωπαίοι βασίζονται στις πινακίδες VMS για να παρέχουν στο όχημα πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες κυκλοφορίας, και άλλες καταστάσεις που επηρεάζουν την ασφαλή και αποδοτική χρήση του. Και στη Γαλλία και στη Γερμανία, γίνεται χρήση διεθνών συμβόλων (όπως και σε άλλες χώρες της ΕΕ). Αυτά τα σύμβολα, τα οποία ξεπερνούν το εμπόδιο της γλώσσας μεταξύ των χωρών, επιτρέπουν την ακριβή και σαφή επικοινωνία των οδηγών όταν χρειάζονται πληροφορίες για ασφαλείς δρόμους και αυτοκινητόδρομους.

### 3. Διαδικασία σχεδιασμού Τοποθέτησης VMS

#### 3.1 Γενικά

Όπως αναφέρεται στο Wisconsin Department Intelligent Transportation Systems (ITS) of Transportation [14], υπάρχει μια συγκεκριμένη διαδικασία σχεδιασμού VMS (σχήμα 1). Στις επόμενες παραγράφους αναλύονται μερικά από αυτά τα βήματα



**σχήμα 1** Βήματα σχεδιασμού τοποθέτησης



## 3.2 Συλλογή δεδομένων για τα μεταβλητά μηνύματα

Η συλλογή δεδομένων που απαιτείται για τη ανάπτυξη του VMS , χωρίζεται σε δυο τομείς :

### **A. Προκαταρκτική συλλογή δεδομένων**

Σύμφωνα με την προκαταρκτική συλλογή θα πρέπει να ληφθούν υπόψη στοιχεία όπως :

- i. ο καθορισμός της ευρύτερης περιοχής
- ii. η λωρίδα
- iii. ο τύπος του μεταβλητού μηνύματος
- iv. εναλλακτικά σημεία εκτροπής διαδρομής

### **B. Δεδομένα για την επιλογή ακριβούς θέσης για το VMS**

Κατά τη συλλογή δεδομένων για συγκεκριμένες τοποθεσίες θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα ακόλουθα στοιχεία για να προσδιοριστεί η ακριβής θέση του μεταβλητού μηνύματος.

- Η σύνδεση του τοπικού δικτύου οδών με το υπό εξέταση τμήμα .
- Η οριζόντια διαγράμμιση οδοστρώματος.
- Η κατακόρυφη σήμανση

Τα σημεία , όπου υπάρχει ελεύθερος χώρος για τοποθέτηση VMS

Οι αποτυπώσεις των οριζόντιων, κάθετων σημάνσεων καθώς όλων των προαναφερθέντων είναι απαραίτητες, καθώς υπάρχουν πολλές φορές περιορισμοί για την τοποθέτηση ενός VMS. Για παράδειγμα VMS που είναι τοποθετημένο σε απόσταση 1 Km από την οδική σήμανση εξόδου, δεν πρέπει να εμφανίζει πληροφορίες αλλαγής λωρίδας, εκτός εάν είναι απαραίτητο να διαχειριστεί συμβάντα σύμφωνα με το 'Highways Agency policy for the use of Variable Signs and Signals (VSS)', το 2011 [17]. Επιπλέον, σε μια τέτοια θέση θα εμφανίζονται μόνο στρατηγικά μεταβλητά μηνύματα ή μηνύματα εκτροπής και δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται άλλες επιγραφές όπως καμπάνιες, μελλοντική ειδοποίηση οδικών έργων, ειδικά γεγονότα.

### 3.3 Απόφαση τύπου VMS

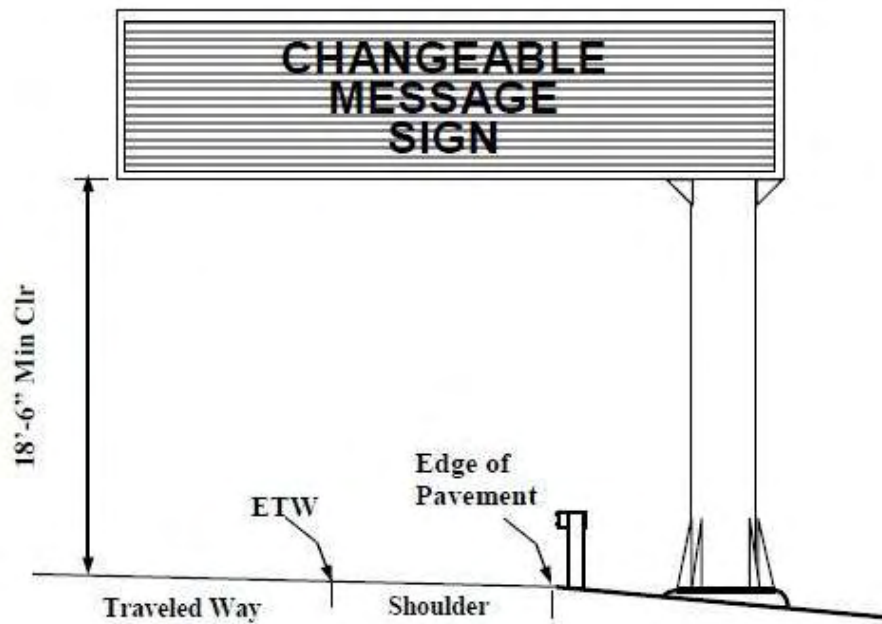
Πριν αποφασιστεί η θέση του VMS κατά μήκος ενός τμήματος, πρέπει να ληφθούν κάποιες τεχνικές αποφάσεις και να επιλεγεί ο τύπος VMS. Σύμφωνα με το Highways Agency policy for the use of Variable Signs and Signals (VSS), [18] ο πιο ορατός τύπος VMS στους οδηγούς είναι το σταθερό VMS και αυτή η επιλογή πρέπει να εξαντλείται πάντοτε πριν ληφθεί απόφαση για χρήση ενός φορητού VMS. Το φορητό VMS θα επιλεγεί μόνο στις περιπτώσεις που :

- α) πρέπει να συμπληρωθεί ένα κενό ανάμεσα στα σταθερά VMS , όπως πχ ένα ατύχημα ή μια εργοταξιακή περιοχή
- β) στην περίπτωση που απαιτείται διαθεσιμότητα μιας πινακίδας 24 ώρες την εβδομάδα .

### 3.4 Επιλογή θέσης και τοποθέτησης VMS

Σύμφωνα με τον Robert Gordon, το (2009 ) στο βιβλίο του “ Intelligent Freeway Transportations Systems” [19], σχετικά με τη θεώρηση σχεδιασμού για την τοποθέτηση CMS/VMS, οι πινακίδες μεταβαλλόμενων μηνυμάτων μπορούν να λάβουν μια σειρά από μορφές, από απλές πινακίδες σήμανσης και φορητές πινακίδες, τοποθετημένες στο όριο της οδού ή πινακίδες τοποθετημένες σε μεγάλες εγκαταστάσεις, όπως γερανογέφυρες σε σήραγγες και γέφυρες, που απαιτούν σημαντική επένδυση. Είναι συνεπώς σημαντικό να επιλέγεται ο αριθμός και η θέση των CMS με βάση και τις οικονομικές παραμέτρους. Η ακριβής θέση ενός συστήματος διαχείρισης CMS εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως οι εκτιμήσεις της απόστασης, οι περιορισμοί στην εγκατάσταση λόγω των χαρακτηριστικών κατασκευής της οδού, τα περιβαλλοντικά ζητήματα, από την πρόσβαση σε ενέργεια, η διαθεσιμότητα πρόσβασης σε ηλεκτρική ενέργεια και τα ζητήματα συντήρησης.

Σε μια αναφορά στο εγχειρίδιο Changeable message Signs, το 2013 [20], γίνεται διαχωρισμός της λειτουργίας της κυκλοφορίας, της συντήρησης και του σχεδιασμού, που θα πρέπει να συνεργάζονται στενά για να προσδιορισθεί η κατάλληλη θέση κάθε μόνιμου CMS προτού σχεδιαστεί και εγκατασταθεί. Οι πιο κατάλληλες τοποθεσίες για εγκατάσταση ή τοποθέτηση ενός CMS είναι πριν από σημαντικά σημεία λήψης αποφάσεων, όπως κυκλοφοριακοί κόμβοι ή διασταυρώσεις όπου οι οδηγοί μπορούν να ανταποκριθούν σε συγκεκριμένες πληροφορίες που εμφανίζονται στο CMS. Ένα CMS πρέπει να βρίσκεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στην άκρη της διαδρομής ETW (Edge of the travelled way) για να μεγιστοποιείται η ορατότητα (Σχήμα 2).



Σχήμα 2 Θέση CMS

Παρακάτω παρατίθενται οι προτεινόμενες τοποθεσίες για την εγκατάσταση ή την τοποθέτηση του μόνιμου και φορητού CMS.

- Πριν από τις χρήσεις που έλκουν σημαντική ζήτηση, όπως γήπεδα, συνεδριακά κέντρα κτλ
- Πριν από τοποθεσίες που εκδηλώνονται δυσμενείς καιρικές συνθήκες (ομίχλη, σκόνη, άνεμος, πάγος ή χιόνι).
- Πριν από τοποθεσίες, που είναι κατάλληλες για πληροφορίες σχετικά με τους χρόνους μετακίνησης και τις καθυστερήσεις.

Σύμφωνα με τις οδηγίες του τμήματος Κυκλοφορίας του Oregon (2008) και στο εγχειρίδιο 'Guidelines for the Operation of Variable Message Signs on State Highways ODOT'[21], κατά την εγκατάσταση μόνιμων πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθοι παράγοντες:

- Ο εντοπισμός πριν από γνωστά σημεία συμφόρησης και θέσεων με υψηλή συχνότητα εμφάνισης συμβάντων/ατυχημάτων.
- Ο εντοπισμός στα αρχικά στάδια των σημαντικών σημείων απόφασης εκτροπής, όπως στους κυκλοφοριακούς κόμβους.
- Η αποφυγή τοποθεσίας εντός ανισόπεδων ή ισόπεδων κόμβων.
- Η αποφυγή τοποθεσίας όταν η πληροφόρηση προς στους οδηγούς είναι ήδη αρκετή λόγω πινακίδων και άλλων ειδών πληροφοριών.

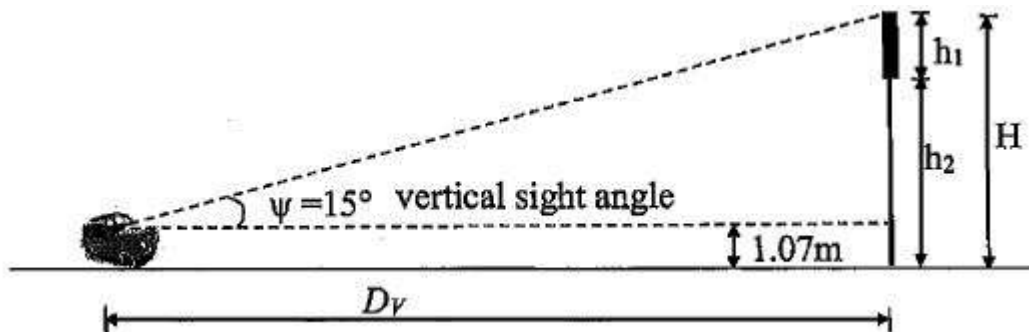
- Η αποφυγή θέσεων όπου οι οδηγοί συχνά εκτελούν ελιγμούς αλλαγής λωρίδας σε αντίδραση στις πληροφορίες των στατικών πινακίδων ή λόγω συνθηκών συγχώνευσης ή ελιγμών.

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα και τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια του βήματος επιλογής τύπου VMS, η επιλογή της θέσης είναι δυνατή, όπως αναλύεται κατά τον σχεδιασμό Wisconsin Department Intelligent Transportation Systems (ITS) of Transportation [22]. Τα παρακάτω στοιχεία δείχνουν πώς χρησιμοποιούνται αυτές οι πληροφορίες κατά την επιλογή τοποθεσιών:

- **Εναλλακτικά σημεία εκτροπής διαδρομής:** Σε αστικό οδικό δίκτυο, το VMS θα πρέπει να βρίσκεται πριν από τα σημεία πρόσβασης της εναλλακτικής διαδρομής στο δίκτυο για να επιτρέπει στους αυτοκινητιστές να λάβουν μέτρα και να ανταποκριθούν στο μήνυμα. Σε ένα αστικό περιβάλλον υπάρχουν συνήθως πολλά αλλά σήματα για να αποσπούν την προσοχή των οδηγών και το VMS θα πρέπει να τοποθετείται εκεί που θα έχει τη μέγιστη ορατότητα και επιρροή στον οδηγό. Για κεντρική αρτηρία ένα VMS θα πρέπει να τοποθετείται τουλάχιστον ένα μίλι (1,6km) μακριά πριν από αυτοκινητόδρομο. Σε τμήμα κεντρικής λεωφόρου, η απόσταση μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τα όρια ταχύτητας, τους τοπικούς παράγοντες και τους περιορισμούς προτεραιότητας.
- **Ισχύοντα δεδομένα οριζόντιας διαγράμμισης:** Για να επιβεβαιωθεί η σωστή προβολή του VMS, οι θέσεις των μηνυμάτων πρέπει να βρίσκονται εφαιπόμενες στα τμήματα του οδοστρώματος. Η ύπαρξη μικρών στροφών κατά μήκος της οδού μπορεί να επηρεάσει την ορατότητα καθώς μικρές αλλαγές στην ευθυγραμμία ενδέχεται να κάνουν το μήνυμα δυσανάγνωστο. Ο μηχανικός μελέτης πρέπει ψάξει για τοποθεσίες VMS που βρίσκονται εφαιπόμενες στο δρόμο, έτσι ώστε να επιτρέπει ορατότητα σε έναν οδηγό τουλάχιστον από 274-304 m μακριά και να ταξιδεύει με 88km/ώρα. Εάν ο οδηγός ταξιδεύει με 48-72 km/ώρα, τότε η ελάχιστη απαιτούμενη απόσταση για την τοποθέτηση VMS είναι 152 m.
- **Ισχύοντα δεδομένα κάθετης διαγράμμισης:** Η κάθετη διαγράμμιση κατά μήκος του οδοστρώματος επηρεάζει επίσης την ορατότητα του VMS. Ο κώνος της ορατότητας, περιορίζει την ορατότητα γενικά. Ιδανικές θέσεις είναι οι θέσεις με κλίσεις ίσες ή λιγότερες του 1%. Τα σήματα VMS καλό είναι, να μην τοποθετούνται σε κλίσεις οδοστρώματος μεγαλύτερες από 4%.
- **Υφιστάμενο σήμα και έλεγχος της Κυκλοφορίας :** Ο μελετητής θα πρέπει αρχικά να προβεί στην καταγραφή όλων των σημάτων και των διατάξεων ελέγχου κυκλοφορίας κατά μήκος ενός δρόμου, έτσι ώστε να μπορεί να τοποθετηθεί σωστά ένα VMS. Βασισμένο σε αυτήν την απογραφή, ενδέχεται να χρειαστεί η μετακίνηση υπαρχόντων σημάτων σε άλλα

σημεία, έτσι ώστε να γίνει η σωστότερη τοποθέτηση VMS. Στον αυτοκινητόδρομο, η ελάχιστη απόσταση μεταξύ σημάτων στατικών σημάτων και VMS είναι 800 πόδια (245 μέτρα). Σε κεντρικούς δρόμους η απόσταση αυτή μεταξύ απλής πινακίδας και πινακίδας VMS θα πρέπει να είναι 400 πόδια (121 μέτρα). Δεδομένου ότι τα σήματα VMS έχουν τυπικά εγκατασταθεί σε υπερυψωμένες θέσεις, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη από τον μελετητή το ενδεχόμενο ότι η νέα συσκευή VMS εμποδίζει άλλες στατικές σημάνσεις.

Ο Zhongren Wang et al, (2015) στο άρθρο τους "Placement Design of Changeable Message Signs on Curved Roadways", [23] περιγράφουν τον σχεδιασμό των VMS που αφορά διαμήκη, κατακόρυφη και πλευρική τοποθέτηση σε έναν δρόμο. Ο στόχος είναι να εξασφαλιστεί με την τοποθέτηση, επαρκής χρόνος, ώστε προσεγγίζοντας το, οι αυτοκινητιστές να διαβάζουν και να αντιδρούν στα εμφανιζόμενα μηνύματα. Τα CMS/VMS θα πρέπει να είναι ευανάγνωστα και ορατά. Ένα CMS είναι ορατό όταν το πλάτος και το ύψος του βρίσκονται στο πλευρικό και στον κάθετο κώνο όρασης του οδηγού, αντίστοιχα. Σύμφωνα με το εγχειρίδιο MUTCD, ο πλευρικός κώνος όρασης ενός οδηγού είναι  $20^\circ$ . Για την κατακόρυφη εγκατάσταση VMS και όχι την πλευρική, ο κατακόρυφος κώνος όρασης ενός οδηγού (κάθετη γωνία), περιορίζεται από την κορυφή του παρμπρίζ σε περίπου  $15^\circ$ , όπως φαίνεται και στο σχήμα 3. Ως εκ τούτου, ένα CMS αρχίζει να εξαφανίζεται από την όραση όταν ο πλευρικός κώνος όρασης είναι μεγαλύτερος από  $20^\circ$ . Με τον ίδιο τρόπο, ένα CMS αρχίζει να εξαφανίζεται από την όραση όταν ο κάθετος κώνος όρασης είναι μεγαλύτερος από  $15^\circ$ .

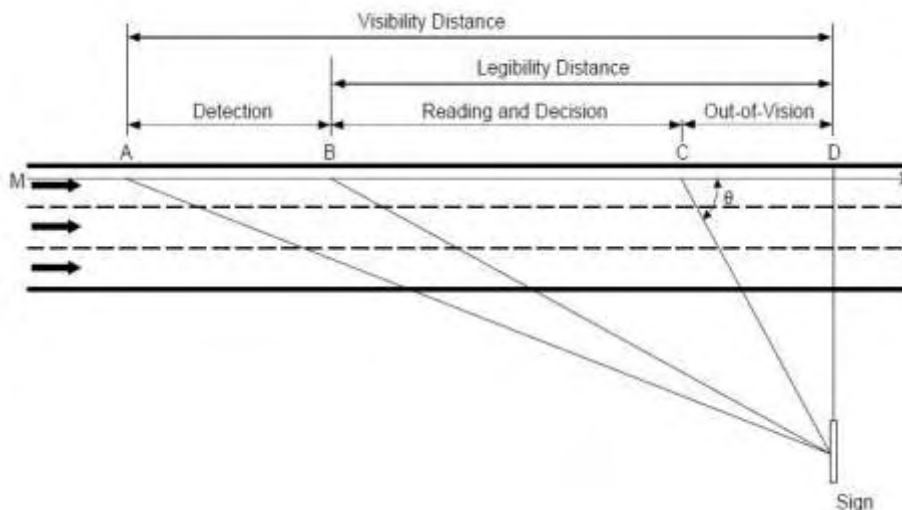


Σχήμα 3 Κατακόρυφος κώνος όρασης ενός οδηγού

Εκτός από τη γωνία, απαραίτητο ρόλο παίζει το VMS να βρίσκεται μέσα στην ευανάγνωστη απόσταση, η οποία καθορίζεται από το ύψος χαρακτήρων. Ο Δείκτης Ευκρίνειας (LI) είναι μια αριθμητική τιμή που αντιπροσωπεύει την απόσταση σε μέτρα, στην οποία μπορεί να αναγνωσθεί ένα σημείο για κάθε εκατοστό ύψους του κεφαλαίου γράμματος. Ένας δείκτης ευκρίνειας 4.8 είναι αποδεκτός σύμφωνα με το MUTCD. Εάν το ύψος χαρακτήρων που εμφανίζεται είναι πχ 45,7 cm (18 ίντσες), τότε η απόσταση ευκρίνειας είναι  $45,7 \times 4,8 = 219,5\text{m}$ . Στις Ελληνικές οδηγίες ΟΜΟΕ σχετικά με τις στατικές πληροφοριακές πινακίδες, το ύψος των γραμμάτων είναι 350 mm.

Τέλος σύμφωνα με το εγχειρίδιο του Federal Highway Administration, (2004) , [24], το μέγιστο μήκος μηνύματος που πρέπει να εμφανίζεται σε ένα CMS, εξαρτάται όχι μόνο από τις δυνατότητες αντίληψης και επεξεργασίας πληροφοριών των αυτοκινητιστών, αλλά και από το πόσο μακριά μπορούν να ανιχνεύσουν το σημείο και πόσο μακριά μπορούν να διαβάσουν επαρκώς το μήνυμα. Σε αυτοκινητόδρομους, οι πινακίδες θα πρέπει να προβάλλουν ένα μήνυμα ώστε ο οδηγός να μπορεί αρχικά να εντοπίσει το μήνυμα, να το διαβάσει, να το κατανοήσει και να λάβει τις απαραίτητες αποφάσεις και αν κριθεί απαραίτητο να ξεκινήσει τις ενέργειες αντίδρασης και να κάνει τον απαραίτητο ελιγμό. Οι απαιτήσεις της απόστασης λοιπόν εξαρτώνται από τις παραπάνω πέντε συνιστώσες.

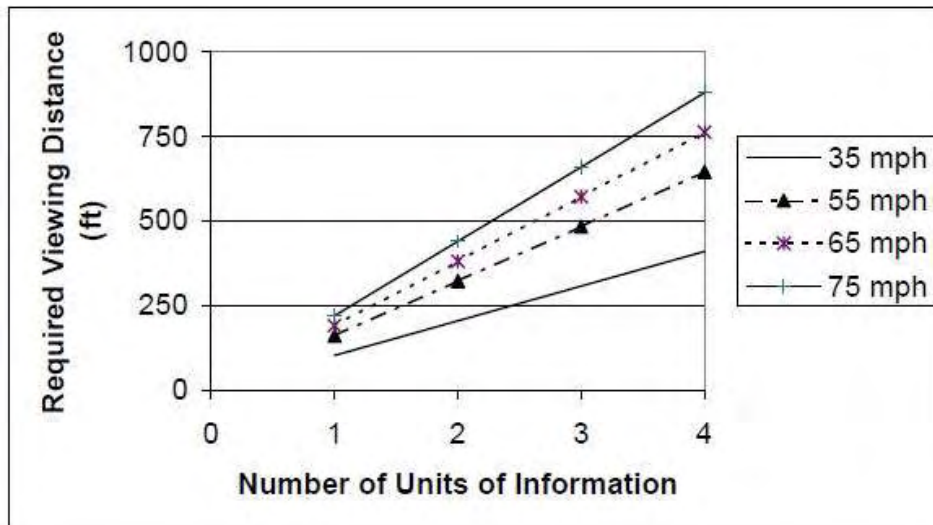
Στο σχήμα 4, δίνεται ένα παράδειγμα κατά το οποίο δεν απαιτείται από τον οδηγό να ξεκινήσει και να ολοκληρώσει έναν ελιγμό πριν φτάσει στο σημείο. Συγκεκριμένα δίνονται, η απόσταση(A-B)-ανίχνευσης σημείου (detection), η απόσταση (BC) ανάγνωσης (reading) και απόφασης(Decision) –και η απόσταση (C-D) εκτός ορατότητας (out of vision). Οι αποστάσεις που διανύει ο οδηγός κατά τη διάρκεια καθεμιάς από αυτά τα τμήματα καθορίζονται σε μεγάλο βαθμό από την ταχύτητα του οχήματος. Η απόσταση κατά την οποία ένας οδηγός μπορεί να διαβάσει το μήνυμα CMS (σε συνδυασμό με την ταχύτητα που ταξιδεύει ο οδηγός) ,καθορίζει το χρόνο που έχει στη διάθεσή του για να διαβάσει ένα CMS.



**Σχήμα 4** Σημεία Ανίχνευσης , απόφασης και ανάγνωσης και εκτός ορατότητας ενός CMS

Η απόσταση παρακολούθησης του μηνύματος, που είναι απαραίτητη για την ανάγνωση ενός μηνύματος δεδομένου μήκους (σε όρους μονάδων πληροφοριών που παρουσιάζονται) απεικονίζεται στο Σχήμα 5. Οποιαδήποτε παρεμπόδιση μεταξύ του οδηγού και του σημείου , έχει ως συνέπεια να μην επιτρέψει στον οδηγό την ανάγνωση ολόκληρου του μηνύματος. Σε υψηλότερες ταχύτητες,

χρειάζονται αποστάσεις μέχρι και 800 ft (243 m) για τα μηνύματα που περιέχουν 4 μονάδες πληροφοριών.



Σχήμα 5 Απαιτούμενη Προβολή αποστάσεων σε μήνυμα CMS

### 3.5 Κατασκευαστικές λεπτομέρειες πινακίδων

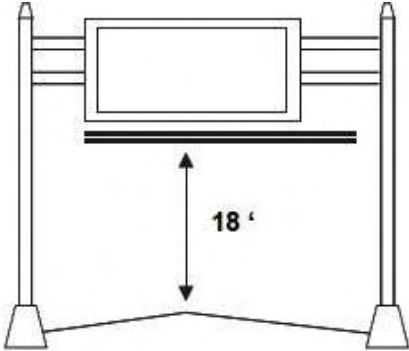
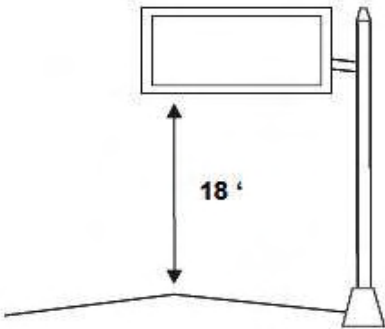
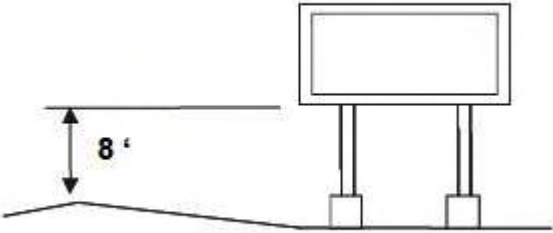
Για τον σχεδιασμό της τοποθέτησης ενός VMS, σύμφωνα με την ανάλυση σχεδιασμό Wisconsin Department Intelligent Transportation Systems (ITS) of Transportation λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

#### I. Στήριξη / θέση

Για τη στήριξη εναέριων πινακίδων είναι προτιμώμενες οι πλευρικές στηρίξεις ή οι δοκοί. Τα εναέρια VMS είναι γενικά πιο ευανάγνωστα. Πρέπει να παρέχεται προστασία στήριξης, καθώς η κάθετη στήριξη βρίσκεται κοντά σε ζώνη κυκλοφορίας. Συνήθως πλευρικά VMS είναι τοποθετημένα έξω από το έρεισμα της οδού και προστατεύονται από τα συμβατικά στηθαία ασφαλείας ή από τα στηθαία από σκυρόδεμα, τα οποία είναι και πιο ακριβά. Τα VMS που τοποθετούνται σε τοπικούς δρόμους έχουν αναπτυχθεί, χρησιμοποιώντας στηρίγματα που βρίσκονται έξω από το οδόστρωμα.

#### II. Προδιαγραφές ύψους VMS

Σύμφωνα με το εγχειρίδιο (MUTCD), η ελάχιστη απόσταση ανάμεσα στην επιφάνεια της οδού και στο κάτω μέρος της πινακίδας του αυτοκινητόδρομου είναι 18 πόδια (5.48 m). Το ελάχιστο ύψος των 18 ποδιών (5.48m), χρησιμοποιείται επίσης για τα αρτηριακά VMS που είναι τοποθετημένα σε ένα είδος γέφυρας. Στο παρακάτω σχήμα 6 φαίνονται με γραφικές αναπαραστάσεις οι απαιτήσεις ύψους τοποθέτησης για τους διάφορους τύπους ανάπτυξης του VMS.

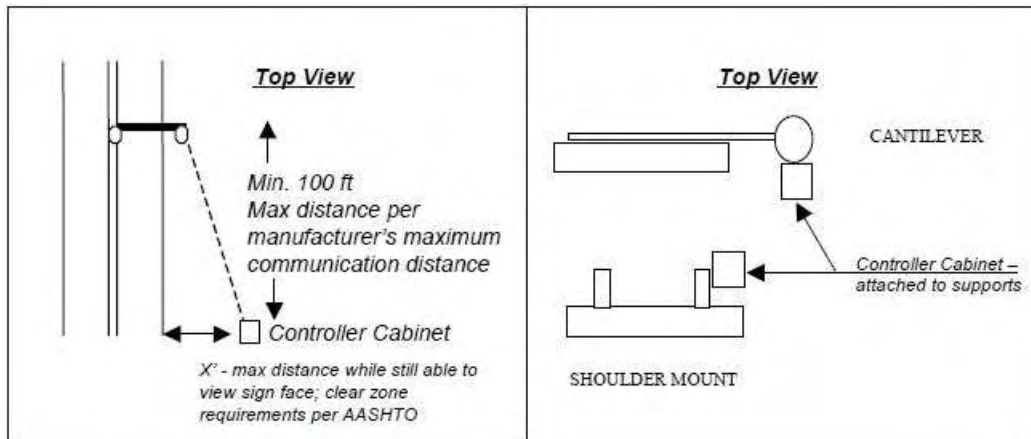
Εναέρια πινακίδα μηνυμάτων σε γέφυρα	18-πόδια (5,48μ) από το την επιφάνεια οδοστρώματος μέχρι το χαμηλότερο σημείο στην πινακίδα .	
Πινακίδα μηνυμάτων σε πρόβολο	18-πόδια (5,48 m) από το την επιφάνεια του οδοστρώματος μέχρι το χαμηλότερο σημείο στην πινακίδα .	
Πινακίδα Μηνυμάτων σε εγκατεστημένο πλαίσιο	8-πόδια (2,43 m) από την επιφάνεια μέχρι το χαμηλότερο σημείο στην πινακίδα .	

Σχήμα 6 Απαιτήσεις ύψους τοποθέτησης VMS

### III. Τοποθέτηση ερμαριού VMS

Η τοποθέτηση ερμαριού VMS γίνεται διαφορετικά για αυτοκινητόδρομους και διαφορετικά για αστικές οδούς. Οι καμπίνες των αρτηριακών VMS, βρίσκονται τυπικά σε άμεση γειτνίαση με το σήμα ή τοποθετείται απευθείας στη δομή στήριξης. Τα 30μ είναι μια απόσταση που για τους περισσότερους κατασκευαστές VMS, είναι ικανή ώστε να μπορεί να γίνεται σωστά η επικοινωνία του VMS με το ερμάριο ελέγχου. Στο σχήμα 7, φαίνεται η γραφική απεικόνιση των θέσεων του ερμαριού ελέγχου για διάφορους τύπους VMS.





**Σχήμα 7** Θέση κέντρου ελέγχου VMS σε αυτοκινητόδρομο (γερανογέφυρα ) και σε αρτηριακή οδό (μονόπατο και πλευρικό)

## 4. Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε αυτοκινητόδρομους, σήραγγες και γέφυρες

### 4.1 Γενικά για τα μηνύματα VMS σε αυτοκινητόδρομους

Όσον αφορά στις πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε αυτοκινητόδρομους, σε γέφυρες και σήραγγες, αυτές περιλαμβάνουν εφαρμογές που σχετίζονται με :

- Πληροφορίες οδηγού .
- Μεταβλητά όρια ταχύτητας.
- Δείκτες ελέγχου λωρίδας.

Όπως αναφέρονται στο εγχειρίδιο Managed Freeways (2013) της Vicroads [25] , τα VMS είναι σήματα μεταβλητών μηνυμάτων σε μόνιμα σημεία και δίνουν πληροφορίες στον οδηγό για την κατάσταση της κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο, όπως προειδοποιήσεις περιστατικών. Χαρακτηριστικά VMS είναι αυτά που φαίνεται στην εικόνα 8 και δείχνουν προειδοποίηση συμβάντος και χρόνο διαδρομής σε έναν αυτοκινητόδρομο.



Εικόνα 8 Προειδοποίηση ατυχήματος και χρόνος Διαδρομής

Τα χαρακτηριστικά αυτής της 1<sup>ης</sup> εικόνας είναι ότι υπάρχει ένα μήνυμα σε αλφαριθμητική μορφή σε ένα πίνακα εικονοστοιχείων LED μέχρι 18 χαρακτήρες έως 3 γραμμές κειμένου. Οι χαρακτήρες έχουν ύψος 400 mm με (ελάχιστο 320 mm για οδό ταχύτητας 80 km/h) και αναλόγια ύψους /πλάτους 7:5. Η 2<sup>η</sup> εικόνα απεικονίζει τον χρόνο διαδρομής στην κεντρική γραμμή αυτοκινητοδρόμου Kwinana.

### 4.2 Ιεράρχηση και προτεραιότητα μηνυμάτων σε VMS

Σύμφωνα με τον οδηγό Managed Freeways (2013) της Vicroads [25], όσον αφορά στην ιεράρχηση και στην προτεραιότητα μηνυμάτων , ο πρωταρχικός ρόλος ενός VMS είναι να εμφανίζει στους οδηγούς πληροφορίες, σε πραγματικό χρόνο, σχετικά με απρόβλεπτες κυκλοφοριακές συνθήκες. Οι πληροφορίες που έχουν την μεγαλύτερη επίδραση στη διαδρομή, έχουν και τη υψηλότερη προτεραιότητα. Μια δευτερεύουσα λειτουργία των VMS, σύμφωνα με τις οδηγίες της Mainroads

Western Australia (2015) «Guidelines for Variable Message Signs» [26], είναι η εμφάνιση μηνυμάτων, σχετικά με απρόβλεπτες κυκλοφοριακές συνθήκες, όπως πχ σε έργα οδικά. Άλλα μηνύματα, όπως ασφαλείας (καμπάνιες) έχουν συνήθως χαμηλή προτεραιότητα και πρέπει να εμφανίζονται όταν δεν υπάρχει άλλη πληροφορία με υψηλότερη προτεραιότητα. Για να εξασφαλιστεί ότι το κάθε VMS αξιοποιείται στο μέγιστο βαθμό και σύμφωνα με την πρωταρχική λειτουργία του, έχει καθιερωθεί η ακόλουθη ιεράρχηση μηνυμάτων , μαζί με κατευθυντήριες γραμμές για τη χρήση τους Managed Freeways (2013) της Vicroads [25].

1 <sup>η</sup> προτεραιότητα: Μηνύματα συμβάντων
2 <sup>η</sup> προτεραιότητα :Μηνύματα ασφάλειας διαδρομής
3 <sup>η</sup> προτεραιότητα: Μηνύματα κυκλοφοριακών συνθηκών (περιλαμβάνεται και χρόνος ταξιδιού)
4 <sup>η</sup> προτεραιότητα: Μηνύματα Προγραμματισμένων εργασιών και γεγονότων
5 <sup>η</sup> προτεραιότητα: Μηνύματα διαφήμισης και προώθησης .

### I. Μηνύματα συμβάντων

Όσον αφορά τα μηνύματα συμβάντων, αυτά παρέχουν πληροφορίες στους χρήστες για τα ατυχήματα ή για μη προγραμματισμένα γεγονότα. Τα μηνύματα αυτά αναρτώνται στα σημεία όπου διέρχεται σημαντικός αριθμός οδηγών. Τα μηνύματα αυτά σχετίζονται επίσης και με την αλλαγή ορίων ταχύτητας ή με την αλλαγή λωρίδας LUMS (lane Use Management ). Εξαίρεση αποτελούν γενικά απρόβλεπτα γεγονότα, όπως ισχυρές καταιγίδες , φωτιές και πλημμύρες , που θεωρούνται ότι εντάσσονται στην κατηγορία μηνυμάτων οδικής ασφάλειας. Όσο αφορά στην ιεράρχηση, αυτός ο τύπος μηνύματος έχει την μεγαλύτερη προτεραιότητα. Όταν υπάρχουν πολλαπλά μηνύματα ατυχημάτων, το αναρτώμενο μήνυμα πρέπει να είναι αυτό που θα έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στο μέγιστο αριθμό των χρηστών της οδού που θα το αναγνώσει.

### II. Μηνύματα οδικής ασφάλειας

Αφορούν σε απρόβλεπτα γεγονότα σε ευρεία περιοχή, όπως ισχυρές καταιγίδες , φωτιές, πλημμύρες κτλ. Εξαιρέσεις εδώ αποτελούν τα μηνύματα που δεν σχετίζονται με βασικά απρόβλεπτα γεγονότα, όπως για παράδειγμα οδηγίες για αλλαγή οδικής συμπεριφοράς ή για βελτίωση της οδικής ασφάλειας.

### III. Μηνύματα κυκλοφοριακών συνθηκών

Είναι πληροφορίες σχετικά με κυκλοφοριακές συνθήκες, περιλαμβανομένων των πληροφοριών του χρόνου ταξιδιού συγκρίνοντας τις με τον πραγματικό χρόνο του ταξιδιού. Επιπλέον, σε αστικές οδούς δίνουν και άλλου είδους πληροφόρηση όπως πχ την διαθεσιμότητα των Parking.

### IV. Προγραμματισμένες εργασίες και γεγονότα

Αυτά τα μηνύματα είναι για τους δρόμους που κατασκευάζονται ή για τις λωρίδες αποκλεισμού, για εργασίες στους δρόμους ή για άλλα οδικά γεγονότα.

### V. Μηνύματα καμπάνιας και προώθησης

Αυτά τα μηνύματα τίθενται όταν οι συνθήκες συμφόρησης είναι χαμηλές.

## **4.3 Διάταξη (επίδειξη) των μηνυμάτων VMS σε αυτοκινητόδρομους**

Πρέπει να γίνεται σωστή διάταξη των VMS, έτσι ώστε να διατηρείται η αξιοπιστία των μηνυμάτων και να επιβεβαιώνεται ότι οι οδηγοί τα διαβάζουν και αντιδρούν σε αυτά. Γενικά όσον αφορά τις οδηγίες για το VMS και συγκεκριμένα της Mainroads Western Australia (2015) «Guidelines for Variable Message Signs» [26],

1. Τα μηνύματα θα πρέπει να αρμόζουν στην τοποθεσία, ώρα της μέρας, στο περιβάλλον του δρόμου και στις επικρατούσες οδικές συνθήκες.
2. Τα μηνύματα θα πρέπει να είναι γραμμένα με βάση τις οδηγίες του κέντρου Διαχείρισης .
3. Θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο σύντομα και να είναι ευδιάκριτα, προάγοντας έτσι την γρήγορη κατανόηση τους από τον οδηγό.
4. Η ικανότητα οπτικής επεξεργασίας ενός μέσου οδηγού είναι μια λέξη με 8 γράμματα .
5. Λέξεις περισσότερες από οκτώ, θα πρέπει να αποφεύγονται, εκτός από τα ονόματα τοποθεσίας.
6. Καμιά γραμμή δεν θα πρέπει να περιέχει πάνω από 2 πληροφορίες και μια πληροφορία δεν θα πρέπει να διαιρείται σε 2 γραμμές.
7. Να γίνεται η χρήση του ελάχιστου απαραίτητου αριθμού λέξεων πχ 18-21 Sep είναι η σωστή αναγραφή και όχι 18Sep-21Sep.
8. Τα 'γεμάτα' μηνύματα (καμπάνιες /προωθήσεις), δεν θα πρέπει να περιορίζονται σε μια μόνο οθόνη/φάση.
9. Όταν μήνυμα προβάλλεται σε 2 φάσεις , ο χρόνος προβολής , δεν θα πρέπει να είναι λιγότερο από 3 δευτερόλεπτα η κάθε μια.

10. Δεν θα πρέπει να υπάρχει ακατάλληλη γλώσσα ή συντομογραφία που ενδέχεται να προκαλέσει σύγχυση στο κοινό.
11. Ειδικές περιπτώσεις θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ως μηνύματα και να περιγράφονται συνοπτικά στον οδηγό.

#### 4.4 Διάφορα είδη VMS σε αυτοκινητόδρομους

Σύμφωνα με κατασκευαστές VMS [27] , ένα είδος στρατηγικών σημάτων είναι ο τύπος MS3 (εικόνα 9). Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει την εμφάνιση ελεύθερης ροής μηνυμάτων, παρέχοντας σε χρήστες της οδού πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την κατάσταση που επικρατεί, συμβάλλοντας έτσι στη μείωση της συμφόρησης και στη βελτίωση της ασφάλειας. Τυπικά τα μηνύματα αυτού του τύπου εμφανίζονται με 2 ή 3 γραμμές σε διάφορα χαρακτηριστικά μεγέθη, με ύψος γραμμάτων στα 400mm. Συνήθως οι πινακίδες αυτές στηρίζονται σε γερανογέφυρες ή σε δοκούς προβόλων και ελέγχονται μέσω συστήματος αυτοκινητοδρόμων.



Εικόνα 9 MS3

Ένας άλλος τύπος πινακίδας μηνυμάτων , είναι η MS 4 [28] .Αυτός ο τύπος έχει σχεδιαστεί για να βελτιώσει την ποιότητα της πληροφορίας σε οδηγούς σε κεντρικούς αυτοκινητοδρόμους και λειτουργεί με διπλό χρώμα ή με 5 μεμονωμένα χρώματα (εικόνα 10).



**Εικόνα 10 MS4**

Τέλος ένα άλλο σύστημα μηνυμάτων , σύμφωνα με την αγγλική εταιρεία Πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων VMS είναι AMI (Advanced Motorway Indicator ). Πρόκειται για μια προηγμένη πινακίδα στους αυτοκινητόδρομους και προσφέρει ανατροφοδότηση της οθόνης. Οι πληροφορίες που δίνει είναι σχετικά με τα όρια ταχύτητας , με τον έλεγχο της λωρίδας.

## **4.5 Πινακίδες μεταβλητών ορίων VSL**

### 4.5.1 Γενικά για τα VSL

Το σύστημα μεταβλητών ορίων ταχύτητας VSL (Variable Sign Limit) έχει εφαρμοστεί σε πολλούς αυτοκινητόδρομους , σήραγγες και αστικές αρτηρίες. Οι στόχοι για την ανάπτυξη συστημάτων VSL μπορεί να περιλαμβάνουν προειδοποίηση, σταθεροποίηση και ομαλή κυκλοφορία (δηλαδή εναρμόνιση).

Βελτιωμένη ασφάλεια με μεταβλητά όρια ταχύτητας επιτυγχάνεται :

- μειώνοντας τη διαφορά ταχύτητας μεταξύ οχημάτων.
- ελαχιστοποιώντας τις παραλλαγές ταχυτήτων μεταξύ επιθετικών και συντηρητικών οδηγών.
- Ελαχιστοποιώντας την αλλαγή λωρίδας και το φρενάρισμα που προκαλείται από τη διαφορά ταχύτητας.
- παρέχοντας πιο ομοιογενή ροή.

Τα μεταβλητά μηνύματα ορίου ταχύτητας είναι φωτισμένα σήματα τα οποία που έχουν μορφή και τα χρώματα. Μεταβλητές πινακίδες ορίων ταχύτητας είναι σαν

τις στατικές πινακίδες , αλλά φωτισμένες με λευκούς αριθμούς μέσα σε μια φωτεινή κόκκινη στεφάνη με μαύρο φόντο από πίσω.

Τα μεγέθη αυτών των πινακίδων εξαρτώνται από τα όρια ταχύτητας

- με όριο ταχύτητας <90km/h , έχουμε το μέγεθος B , δηλαδή 600mm
- με όριο ταχύτητας 90km/h , έχουμε μέγεθος C, δηλαδή 900mm.

Οι θεμελιώδεις αρχές σχεδιασμού των πινακίδων VSL είναι παρόμοιες με τις αρχές σχεδιασμού των αντιστοιχών σταθερών πινακίδων. Είναι τοποθετημένες στο πλάι ή εγκατεστημένες σαν ένα τμήμα του συστήματος Διαχείρισης της Χρήσης της Λωρίδας (LUMS).

Όταν ένα τμήμα του αυτοκινητόδρομου είναι ελεγχόμενο από μεταβλητά σήματα ορίων ταχύτητας θα πρέπει να τοποθετηθούν σταθερά σήματα ορίου ταχύτητας στην αρχή και στο τέλος της ελεγχόμενης ζώνης ορίου ταχύτητας, δηλαδή στη ζώνη όπου θα ναι ενδιάμεσα τοποθετημένα τα μεταβλητά όρια ταχύτητας VSL.

#### 4.5.2 Θέση των VSL σε αυτοκινητόδρομους

- **VSL πλευρικά τοποθετημένα:** Συνήθως τα σήματα VSL εγκαθίστανται σε βάση όπως φαίνεται και στη εικόνα 11. Δεδομένου ότι υπάρχουν στηθαία ασφαλείας μπορούν να εγκατασταθούν από την μέσα πλευρά καθώς επίσης και σε κατάλληλες εγκατεστημένες υποδομές. Οι πινακίδες VSL που είναι τοποθετημένες στο πλάι είναι γενικά εγκατεστημένες και στις δύο πλευρές της κύριας οδού. Γενικά τα σήματα VSL είναι κατάλληλα για σήραγγες αν περιορίζεται η ορατότητα και σε δρόμους με τρεις λωρίδες ανά κατεύθυνση .



**Εικόνα 11** VSL μέσα από στηθαία ασφαλείας εγκατεστημένα στο πλάι

- **VSL πάνω από το δρόμο**

Τα μεταβλητά σήματα ορίου ταχύτητας που είναι τοποθετημένα πάνω από τον δρόμο, είναι συνήθως τοποθετημένα σε γερανογέφυρες και είναι πιο εύκολο να τα παρατηρήσουν οι αυτοκινητιστές κάτω από δύσκολες κυκλοφοριακές συνθήκες. Αυτά είναι κατάλληλα για δρόμους με δυο και παραπάνω λωρίδες κυκλοφορίας – τμήμα ενός συστήματος διαχείρισης χρήσης λωρίδας (LUMS) και στην περίπτωση δρόμου με τρεις λωρίδες, όταν χρησιμοποιείται με LUMS και στην περίπτωση χρήσεως βαρέων οχημάτων.

#### 4.5.3 Επίδραση του VSL στο περιβάλλον

Ο Germà Bel και ο Jordi Rosell, το 2013, [29] αναλύουν ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πλεονέκτημα από τη χρήση VSL και γενικότερα των συστημάτων της μείωσης του ορίου ταχύτητας, που μελετήθηκαν από σχετική εφαρμογή στην Βαρκελώνη. Η εφαρμογή αυτή για την πρόσβαση στην πόλη, είχε ως αποτέλεσμα σημαντική μείωση των ρύπων. Η ανάλυση έδειξε ότι ένα όριο ταχύτητας 80 km/h υποβαθμίζει την ποιότητα του αέρα, ενώ το σύστημα μεταβλητής ταχύτητας την βελτιώνει. Στην 1<sup>η</sup> περίπτωση αυξάνεται η συγκέντρωση PM 10 κατά 5,3% έως 5,9%, ενώ στην 2<sup>η</sup> μειώνεται η συγκέντρωση των σωματιδίων κατά 14,5-17,3%. Στην περίπτωση του ορίου ταχύτητας 80 km / h αυξάνονται οι συγκεντρώσεις NOx μεταξύ 1,7% και 3,2%, ενώ το σύστημα μεταβλητής ταχύτητας τις μειώνει κατά 7,7% έως 17,1%. Διαπιστώνεται λοιπόν ότι το σταθερό όριο ταχύτητας έχει αρνητικό αποτέλεσμα, όσο αφορά τις εκπομπές των ρύπων. Αντιθέτως, η εφαρμογή ενός συστήματος μεταβλητής ταχύτητας έχει θετικές περιβαλλοντικές συνέπειες, γεγονός που φαίνεται να οφείλεται στη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης στις ώρες αιχμής.

#### 4.5.4 Παράδειγμα έρευνας εφαρμογής τριπλής εγκατάστασης σε αυτοκινητόδρομο με VMS και VSL

Έρευνα του A.J. Filtness et al, (2017) [30], εξέτασε το σενάριο εγκατάστασης τριπλής τοποθέτησης μεταβλητών μηνυμάτων σε αυτοκινητόδρομο. Ήταν σημαντικό να καθοριστεί, αν οι οδηγοί θα μπορούσαν να εξάγουν τις κρίσιμες πληροφορίες από εκεί. Το συμπέρασμα ήταν ότι αυτή η μελέτη προσομοίωσης της τριπλής εγκατάστασης σημάτων δεν εντόπισε υψηλότερους κινδύνους σε σχέση με τα σημερινά σενάρια μη συνεγκατάστασης ή των διπλών εγκατεστημένων σημάτων. Ωστόσο, πρέπει να ληφθούν περαιτέρω στοιχεία από δοκιμές σε οδικό δίκτυο για την επιβεβαίωση αυτών των ευρημάτων. Η συνεγκατάσταση των οδικών πινακίδων είναι μια πρακτική επιλογή για την



εμφάνιση περισσότερων οδικών πινακίδων χωρίς να καταλαμβάνουν περισσότερο χώρο. Αυτό έχει θετικές οικονομικές συνέπειες, καθώς η χρήση υφιστάμενων γερανογέφυρων για την εμφάνιση πολλαπλών πινακίδων θα μείωνε το κόστος κατασκευής και συντήρησης. Μπορεί επίσης να υπάρχουν οφέλη για την ασφάλεια, καθώς τα σήματα συνεγκατάστασης δημιουργούν περισσότερο χώρο τοποθέτησης επιπλέον πινακίδων. Για παράδειγμα, η συνεγκατάσταση μπορεί να διευκολύνει τη χρήση του VSL, το οποίο έχει αποδειχθεί προηγουμένως ότι μειώνει τον κίνδυνο ατυχήματος. Από την άλλη, κάθε νέα πινακίδα ή γερανογέφυρα που εισάγεται στο οδικό δίκτυο μπορεί να παρουσιάσει έναν νέο δυνητικό κίνδυνο εάν ο δρόμος δεν έχει ήδη διαχωριστεί από τις λωρίδες κυκλοφορίας ή από ένα στηθαίο ασφαλείας. Αυτό μπορεί να συμβεί, διότι οι γερανογέφυρες είναι μεγάλες κατασκευές, θέλουν προσοχή κατά την εγκατάστασή τους και πρέπει να περιβάλλονται από στηθαία ασφαλείας. (εικόνα 12)



**Εικόνα 12** Διπλή συστέγαση σημάτων κατεύθυνσης και VSL / LCS./ Διπλή συστέγαση VMS και VSL / LCS.

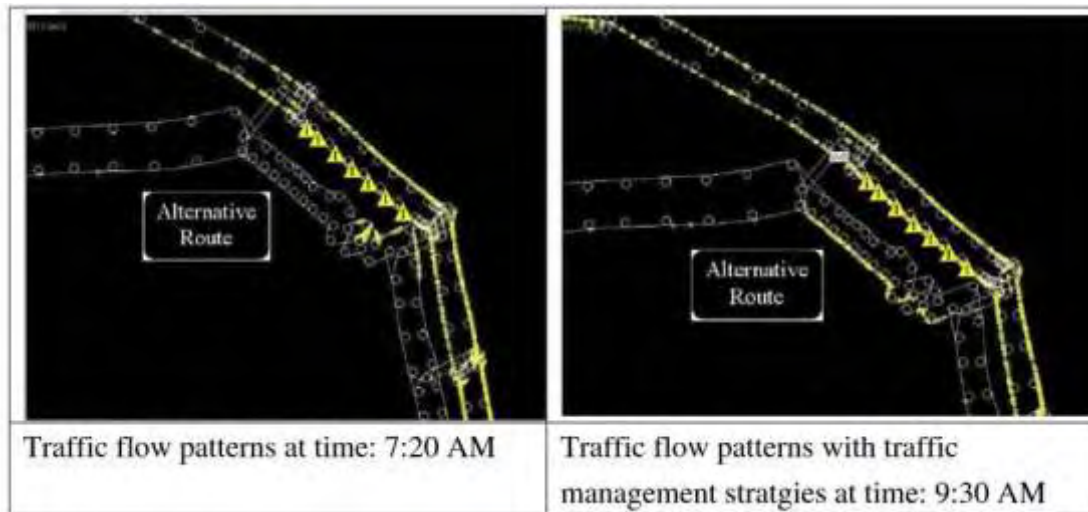


**Εικόνα 13** Τριπλή συστέγαση VMS, σήματα κατεύθυνσης και VSL / LCS

#### 4.6 Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε σήραγγες

Μια άλλη σημαντική κατηγορία πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων είναι αυτή που τοποθετείται στις σήραγγες. Σύμφωνα με εταιρεία κατασκευής VMS [31], στις σήραγγες υπάρχει μια σειρά από πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων, ξεκινώντας αρχικά με πινακίδες για την προσέγγιση στην είσοδο της σήραγγας. Επιπρόσθετα χρησιμοποιούνται τα σήματα ελέγχου λωρίδας πάνω από κάθε λωρίδα κυκλοφορίας κατά την προσέγγιση ή την είσοδο σε μια σήραγγα και επαναλαμβάνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα μέσα σε αυτήν. Όπου το όριο ταχύτητας μπορεί να ποικίλει σε μια σήραγγα, χρησιμοποιούνται δείκτες επαναλήψεως ορίου ταχύτητας, ανάλογα με τις συνθήκες κυκλοφορίας και ασφάλειας. Υπάρχει και μια άλλη σημαντική παράμετρος, πέρα από τα όρια ταχύτητας ή την διαχείριση λωρίδας σε σήραγγες, που εφαρμόζεται και αυτή είναι η διαχείριση της εναλλακτικής διαδρομής πριν την είσοδο στη σήραγγα σε περίπτωση ατυχήματος μέσα σ αυτήν. Ο Tsai-Yun Liao et al, (2011) [32], ερεύνησε τις συσκευές ελέγχου και καθοδήγησης στην σήραγγα Hsueh-Shan στην Ταϊβάν, που περιελάμβαναν έλεγχο πορείας, καθοδήγηση διαδρομής, έλεγχο λωρίδων και μεικτές στρατηγικές. Για το σκοπό της έρευνας έγινε προσομοίωση της κυκλοφορίας αιχμής (6:30-10:30 πμ) και για 2 τύπους οχημάτων (επιβατικά και τα φορτηγά). Κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης ατυχήματος, δημιουργήθηκε ουρά των οχημάτων για να παρατηρηθεί η ροή. Το υποτιθέμενο ατύχημα ήταν σοβαρό μέσα στη σήραγγα και η δεξιά λωρίδα ήταν κλειστή. Για να αντιμετωπιστεί η περίπτωση ατυχήματος μέσα στη λωρίδα λήφθηκαν υπόψη κάποιες παραδοχές όπως: ο έλεγχος της ράμπας εισόδου, το άνοιγμα της λωρίδας έκτακτης ανάγκης, οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων, ο

συνδυασμός των πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων με την είσοδο κτλ. Σε αυτήν την περίπτωση, απαραίτητη ήταν η χρήση VMS. Τα αποτελέσματα δείχνουν με ή χωρίς VMS τα οχήματα μπορούν να βρουν την εναλλακτική διαδρομή, όμως, τα περισσότερα οχήματα μεταβαίνουν νωρίτερα στην εναλλακτική διαδρομή με τη βοήθεια ενός VMS.



**Σχήμα 8** Κυκλοφοριακή ροή σε σήραγγα

Το συμπέρασμα για τη σήραγγα είναι ότι όταν υπάρχει ένα ατύχημα, πρέπει να υπάρχει σχέδιο εκκένωσης και να εκτελεστούν αμέσως οι στρατηγικές διαχείρισης κυκλοφορίας για να εξομαλυνθούν οι επιπτώσεις. Η χρήση του VMS δεν ήταν σημαντική στην συγκεκριμένη περίπτωση για την εναλλακτική διαδρομή που θα ακολουθούσαν τα οχήματα, αλλά η χρήση του υφίστατο για τη βελτίωση του χρόνου εισόδου στην εναλλακτική διαδρομή (σχήμα 8).

Σχετικά με τις μεταβλητές πινακίδες μηνυμάτων σε σήραγγες για εκκενώσεις έκτακτης ανάγκης, στην έρευνα με τίτλο 'Variable Message Signs for road tunnel emergency evacuations', ο Enrico Ronchi et al.(2015), [33], αναφέρει ότι υπάρχουν κάποιες άλλες περιπτώσεις που η χρήση VMS στην σήραγγα δεν είχε το αναμενόμενο θετικό αποτέλεσμα όπως πχ στην περίπτωση της πυρκαγιάς που εκδηλώθηκε στη Σήραγγα Södra Länken στη Στοκχόλμη το 2008. Εκεί παρουσιάστηκε VMS μήνυμα «ΕΚΕΝΩΣΤΕ ΤΗ ΣΗΡΑΓΓΑ » και το μήνυμα αυτό οδήγησε πολλούς οδηγούς να οδηγήσουν το αυτοκίνητό τους μέσα από πυκνό καπνό, αντί να αφήσουν το όχημά τους και να κινηθούν με τα πόδια. Είναι ένα παράδειγμα στο οποίο το μήνυμα ερμηνεύτηκε διαφορετικά από ό,τι περίμεναν.

Στην περίπτωση εκκενώσεων οδικών σήραγγων, τα VMS μπορούν να παρέχουν τρεις διαφορετικούς τύπους πληροφοριών όπως:

- i. το πρόβλημα (δηλαδή το ατύχημα)
- ii. τη θέση του προβλήματος

iii. την προτεινόμενη δράση του οδηγού.

Παρ' όλα αυτά, δεδομένου του χώρου των πινακίδων και των περιορισμών ευκρίνειας, δεν είναι πάντοτε δυνατό να παρέχονται πληροφορίες για όλα τα γεγονότα. Στις παρακάτω εικόνες (14 και 15), απεικονίζονται τα προειδοποιητικά μηνύματα σε μια και δυο γραμμές, που χρησιμοποιείται σε σήραγγες, όπως στην προαναφερόμενη έρευνα.

Προειδοποιητικό μήνυμα δύο γραμμών:

Στη γραμμή 1: STANNA MOTORN (σουηδικά), STOP ENGINE (αγγλικά)

Στη γραμμή 2: UTRYM TUNNELN (σουηδικά), LEAVE TUNNEL (αγγλικά)

Προειδοποιητικό μήνυμα μια γραμμής:

Στη γραμμή: UTRYM TUNNELN (σουηδικά), LEAVE TUNNEL (αγγλικά)



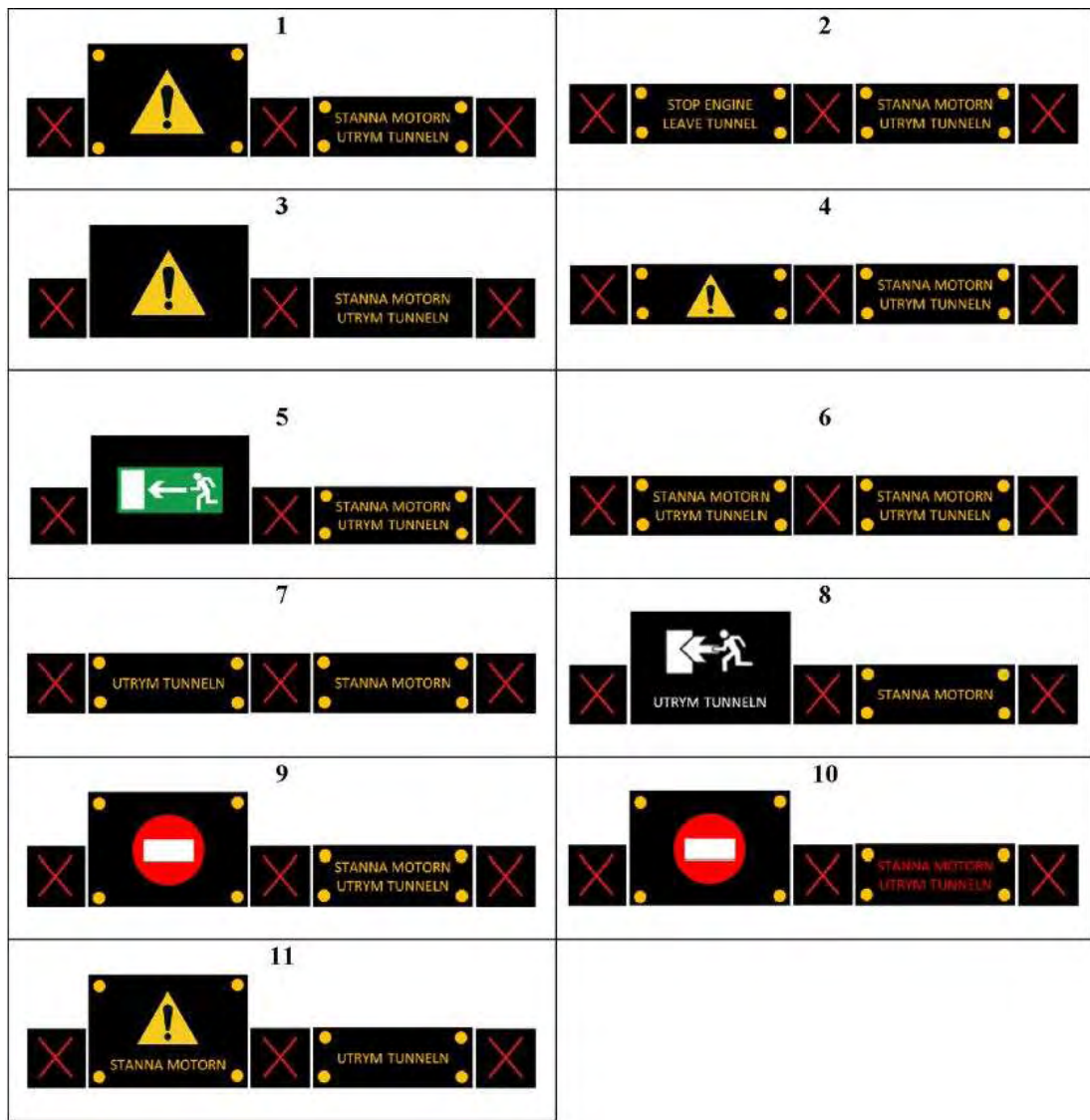
**Εικόνα 14** Από σήμα VMS με προειδοποιητικό μήνυμα σε 1 ή 2 γραμμές



**Εικόνα 15** VMS σε τούνελ – σήραγγες

Οι σήραγγες είναι ένα περιβάλλον με περιορισμούς στην κατακόρυφη και οριζόντια σήμανση. Συνήθως χρησιμοποιούνται μικρότερα σήματα ελέγχου λωρίδας (LCS) με όχι τόσο καλή ορατότητα λόγω του κατακόρυφου ελεύθερου ύψους. Η επιθυμητή απόσταση των LCS σημάτων στις σήραγγες καθιστούν ικανούς τους οδηγούς να δουν τη διάταξη των σημάτων. Η απόσταση μεταξύ

τους επίσης σχετίζεται από την καθαρή απόσταση του μεγέθους των σημάτων. Τυπική απόσταση– αραίωση των σημάτων LCS στις σήραγγες είναι τα 100 έως τα 200μ. Τέλος στα παρακάτω σχήματα (Εικόνα 16) απεικονίζονται εναλλακτικές προτάσεις χρήσεων VMS, που χρησιμοποιούνται συγκεκριμένα σε σήραγγες στη Σουηδία, καθώς και η εικόνα 15, που δείχνει VMS κατά την είσοδο έξοδο σήραγγας.



Εικόνα 16 Σχηματική αναπαράσταση των VMS σε σήραγγα

#### 4.7 Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε γέφυρες

Στις γέφυρες οι απαιτήσεις διαχείρισης πινακίδων VMS, μπορεί να είναι παρόμοιες με τις σήραγγες, αλλά επιπλέον πληροφορίες πρέπει να αφορούν τις καιρικές συνθήκες. Οι γέφυρες βρίσκονται συνήθως σε θέσεις τέτοιες που επικρατούν ακραίες καιρικές συνθήκες και ως εκ τούτου απαιτούνται αξιόπιστα

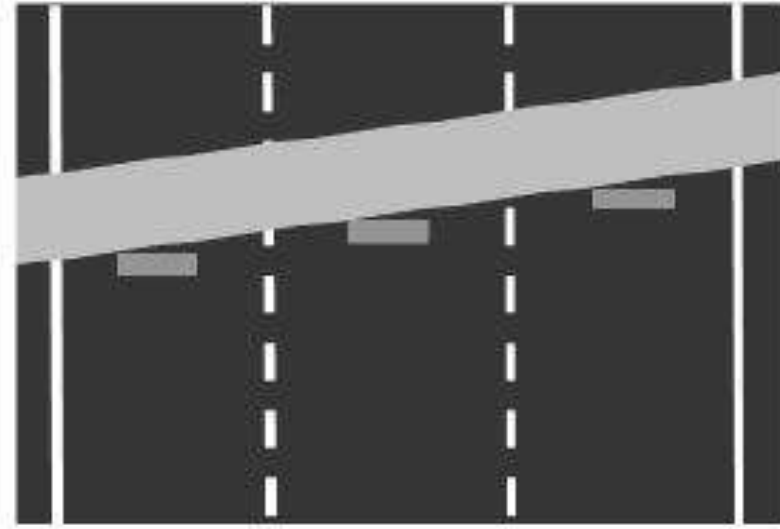
συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου. Σε μια τέτοια περίπτωση το κέντρο διαχείρισης , διαθέτει τα μέσα για τον εντοπισμό των καιρικών συνθηκών και σε συνδυασμό με τις κυκλοφοριακές συνθήκες στη γέφυρα ή κοντά στη γέφυρα μέσω των ΠΜΜ ενημερώνει τους οδηγούς για τις προγραμματισμένες συντηρήσεις, πχ, ολικό ή μερικό αποκλεισμό λόγω ισχυρών ανέμων κτλ. Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται σε μεγάλες γέφυρες όπως στη Forth Road στη Μ. Βρετανία και στο Ρίο Αντίρριο (εικόνα 17).



**Εικόνα 17** Γέφυρα Forth Road

Σύμφωνα με Vicroads ( 2013) , Managed Freeways [34] βασικές αρχές για τα VMS σε γέφυρες είναι:

- Να τοποθετούνται οι πινακίδες κάθετα στην κατεύθυνση ροής εάν η κατασκευή είναι λοξή για να ελαχιστοποιείται η διαμήκης μετατόπιση μεταξύ γειτονικών λωρίδων, όπως στο σχήμα 9.
- Να τοποθετούνται οι πινακίδες κεντρικά πάνω από κάθε λωρίδα με μέτωπο της πινακίδας κάθετα στην κατεύθυνση της λωρίδας κυκλοφορίας.
- Το κατακόρυφο ελεύθερο ύψος ανάμεσα στην κατασκευή (δρόμος) και της πινακίδας VMS θα πρέπει να ταιριάζει με τα καθορισμένα ύψη .
- Τα σήματα να είναι προστατευμένα από τυχόν βανδαλισμούς.



**Σχήμα 9** Τοποθετημένα σήματα VSL/LUS σε μια γέφυρα ή αιωρούμενη κατασκευή

#### 4.8 Παράδειγμα εφαρμογής VMS σε αυτοκινητόδρομο στις ΗΠΑ

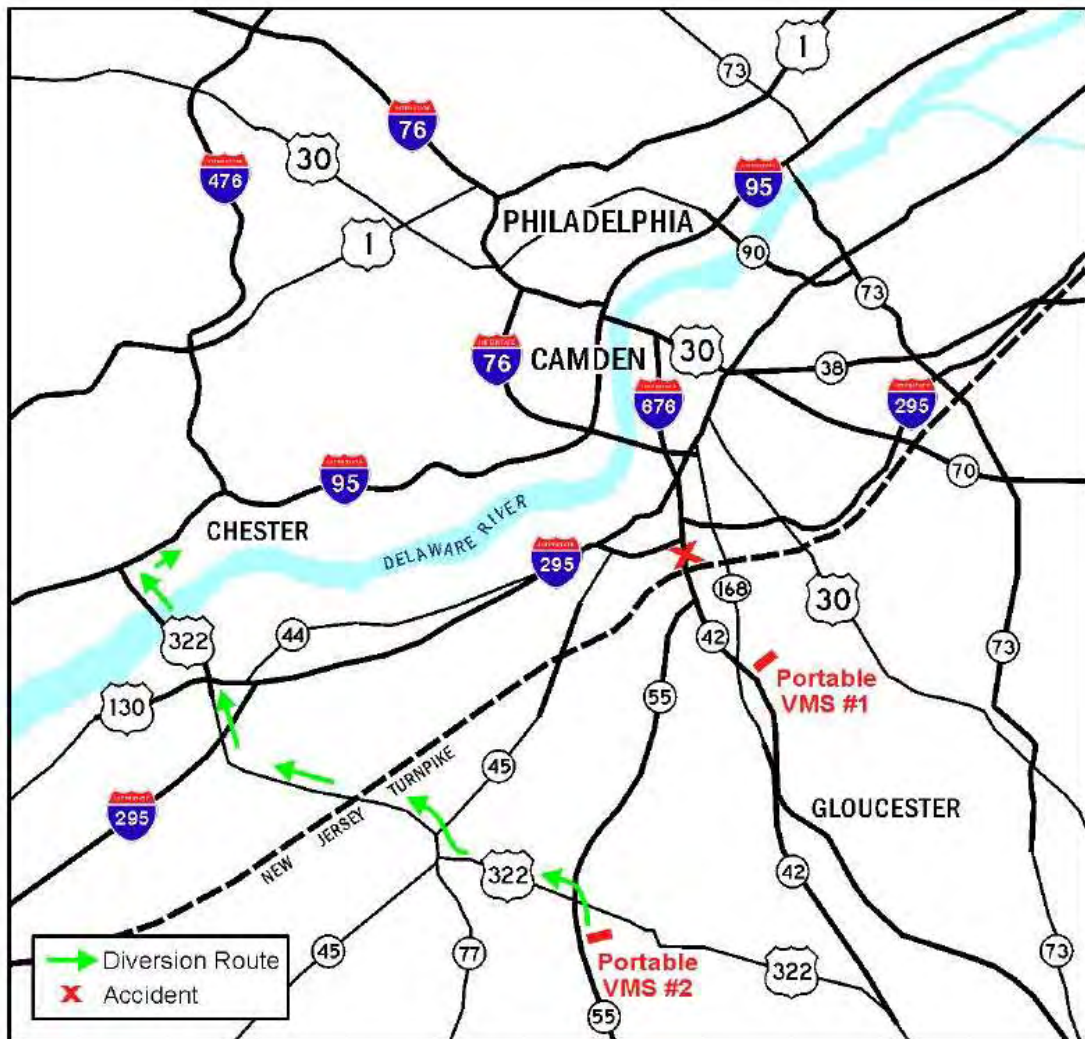
Ο Conrad L. Dudek , (2001) στο εγχειρίδιο Variable Message Sign Operations Manual [35], δίνει ως παράδειγμα χρήσης 2 φορητών VMS, λόγω ατυχήματος σε δρόμο προς την περιοχή Camden στις ΗΠΑ , μετά την παρέμβαση της Τροχαίας. Η θέση του ατυχήματος και των δυο φορητών VMS , καθώς δεν υπάρχουν σταθερά , εμφανίζονται στο Σχήμα 10.

- Φορητό μεταβλητό μήνυμα VMS # 1 ,στην διαδρομή 42 βόρεια πριν από τη διαδρομή 168.
- Φορητό μεταβλητό μήνυμα VMS # 2 ,στην διαδρομή 55 βόρεια πριν από τη διαδρομή 322.

Σ αυτή την περίπτωση το Κέντρο Επιχειρήσεων Κυκλοφορίας (TOC) , επιβεβαίωσε ότι συνέβη ένα θανατηφόρο ατύχημα και συγκεκριμένα στη βόρεια διαδρομή 42, προς τα πάνω του I-295.

Τρεις από τις τέσσερις λωρίδες ήταν κλειστές και αυτές ήταν που επηρεάστηκαν .Η ώρα του ατυχήματος ήταν 6.00 π.μ. Η φύση του ατυχήματος με θάνατο έδειξε ότι το ατύχημα θα μπλόκαρε τρεις λωρίδες μέχρι τις 8:00 π.μ. Ο αντίκτυπος στην κυκλοφορία ήταν μεγάλος και η συμφόρηση θα ήταν σοβαρή, καθώς η διαδρομή 42 βορείως είχε υψηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους κατά τις πρωινές ώρες αιχμής. Οι πρωταρχικοί προορισμοί είναι η Φιλαδέλφεια και η I-95 μέσω I-76. Η τροχαία έφτασε εκεί για να ρυθμίσει την κυκλοφορία. Στη συνέχεια η ομάδα επέμβασης μετέφερε 2 φορητές πινακίδες VMS για να συμβουλευσει τους οδηγούς . Ένα VMS τοποθετήθηκε στη διαδρομή 42 βόρεια , πριν την διαδρομή

168 και το άλλο στη διαδρομή 55, πριν την διαδρομή 322. Στο σημείο αυτό θα αναλυθεί μόνο η περίπτωση του VMS #1.



**Σχήμα 10** Τοποθεσίες με το ατύχημα και τις θέσεις των μεταβλητών μηνυμάτων

### Μήνυμα σχεδιασμού στον ίδιο τον αυτοκινητόδρομο (Φορητό VMS #1)

Σημαντικός παράγοντας για τη σωστή λειτουργία του VMS #1, είναι η θέση που βρίσκεται αυτό σε σχέση με το περιστατικό στη διαδρομή 42 βόρεια, πριν από την έξοδο Route 168. Αυτή η τοποθεσία βρίσκεται στην ίδια εθνική οδό με το περιστατικό και σχετικά κοντά του. Χρησιμοποιήθηκε μεταβλητό μήνυμα εκπομπής φωτός (LED) και είχε 3 σειρές με 8 χαρακτήρες σε κάθε σειρά.

### Συνθήκες αναθεώρησης της θέσης VMS

Η ταχύτητα κίνησης των οχημάτων στη θέση του VMS #1 ήταν 50μίλια/ωρα. Προηγούμενες αξιολογήσεις εναλλακτικών διαδρομών και πληροφορίες σχετικά με τις πινακίδες σε αυτές τις διαδρομές οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει εναλλακτική διαδρομή για τους οδηγούς που ταξιδεύουν στην διαδρομή 42 βόρεια και που σχεδιάζουν να συνδεθούν με το I-76 και να διασχίσουν τη



γέφυρα του Walt Whitman στη Φιλαδέλφεια και /ή I-95. Η προηγούμενη ανασκόπηση των σημείων καθοδήγησης έδειξε ότι η έξοδος Route 168 North εμφανίζεται σε μια πλευρική πινακίδα καθοδήγησης και στο σήμα εξόδου.

Η κύρια εναλλακτική διαδρομή για τους αυτοκινητιστές είχε ως εξής:

- RT-42 Βόρεια έως RT-168 Βόρεια.
- RT-168 Βόρεια έως I-295 Νότια.
- I-295 Νότια σε I-76 Δυτικά μετά από τη γέφυρα του Walt Whitman στη Φιλαδέλφεια και I-95.

Σ αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί ότι οι εναλλακτικές διαδρομές είναι πιο πολύπλοκες από την προηγούμενη κύρια. Είναι τόσες πολλές πληροφορίες που δέχεται ο οδηγός που ταξιδεύει στην διαδρομή 42 βόρεια με 45 μίλια/h. Έχουν οι οδηγοί την εναλλακτική, αφού εγκαταλείψουν την διαδρομή 42 και την 168, να περάσουν το ποτάμι και να εισέλθουν στον αυτοκινητόδρομο I95. Όλες αυτές οι πληροφορίες είναι πολλές για να μπορέσουν να απεικονιστούν στο VMS. Η τροχαία ελέγχει σε αυτό το σενάριο τις αρτηριακές οδούς και όχι τους αυτοκινητόδρομους. Με βάση όλα τα παραπάνω το VMS #1, α) θα ενημερώσει τους οδηγούς για το περιστατικό και την τοποθεσία του συμβάντος. β) θα προτείνει τους αυτοκινητιστές που χρησιμοποιούν την διαδρομή 42, μέσω της 168, να εισέλθουν στον αυτοκινητόδρομο I-95 για Φιλαδέλφεια ή άλλες διαδρομές. Το παραπάνω παράδειγμα, αναλύοντας το, δείχνει την μεγάλη ποσότητα πληροφορίας που δέχονται οι οδηγοί, όταν χρησιμοποιείται ένα φορητό VMS. Ο παρακάτω πίνακας 1 δείχνει την σύγκριση του βασικού VMS #1 για να ικανοποιηθούν οι ανάγκες πληροφόρησης των αυτοκινητιστών σε σχέση με το τελικό μήνυμα, ύστερα από την άφιξη της αστυνομίας μετά το ατύχημα.

**Πίνακας 1** Σύγκριση του τελικού μηνύματος με το βασικό μήνυμα πληροφοριών του οδηγού σε ένα φορητό VMS, ύστερα από ατύχημα και μετά την παρέμβαση της τροχαίας

Basic VMS Message Elements	Basic VMS Message to Satisfy Motorist Information Needs	Final Message
<i>Incident Descriptor</i>	MAJOR ACCIDENT	3 LANES CLOSED
<i>Incident Location</i>	NEAR I-295	NEAR 295
<i>Lanes Blocked</i>	3 LANES CLOSED	
<i>Audience for Action</i>	PHILADELPHIA I-95	
<i>Action</i>	USE OTHER ROUTES	USE OTHER ROUTES
	<i>(6 Units of Information)</i>	<i>(3 Units of Information)</i>

## 5. Μεταβλητά μηνύματα για χρήση λωρίδας και διαχείριση ατυχήματος

### 5.1 Στρατηγικά σήματα μεταβλητών μηνυμάτων

Ο οδηγός Guidelines for Variable Message Signs [36] αναλύει τα στρατηγικά VMS, που παρέχουν προειδοποίηση και οδηγίες σε πραγματικό χρόνο στους οδηγούς ως μέρος των LUMS (συστήματα διαχείρισης χρήσης λωρίδων). Εγκαθίστανται γενικά στις γερανογέφυρες των LUMS (Lane Use Management Systems) και χρησιμοποιούνται για να βοηθήσουν τους οδηγούς να κατανοήσουν το κλείσιμο λωρίδων ή τη μείωση του ορίου ταχύτητας. Τα σήματα αυτά είναι συνήθως κίτρινα (σαν προειδοποιητικά μηνύματα) και εμφανίζουν μηνύματα σε 2 γραμμές των 12 χαρακτήρων. Τα στρατηγικά σήματα είναι πιο μικρά από τα δυναμικά σήματα μηνυμάτων των αυτοκινητοδρόμων και έχουν περιορισμένη λειτουργικότητα σε σχέση με τα μηνύματα που εμφανίζονται.

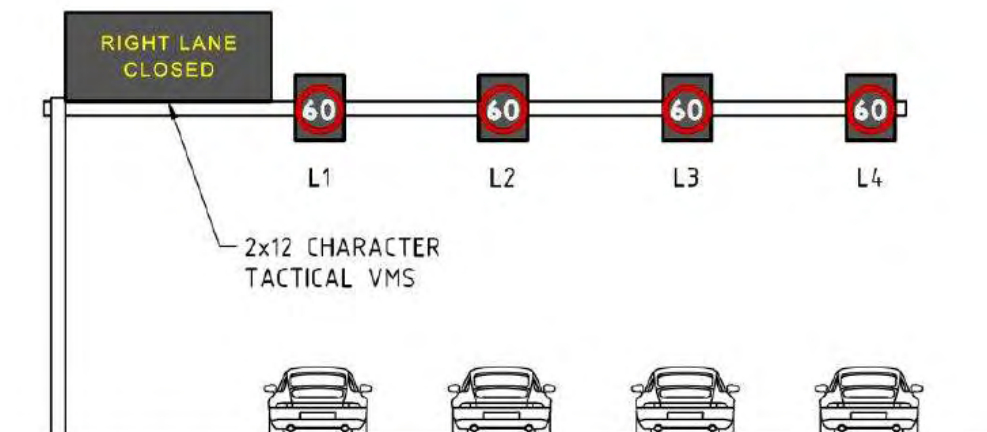
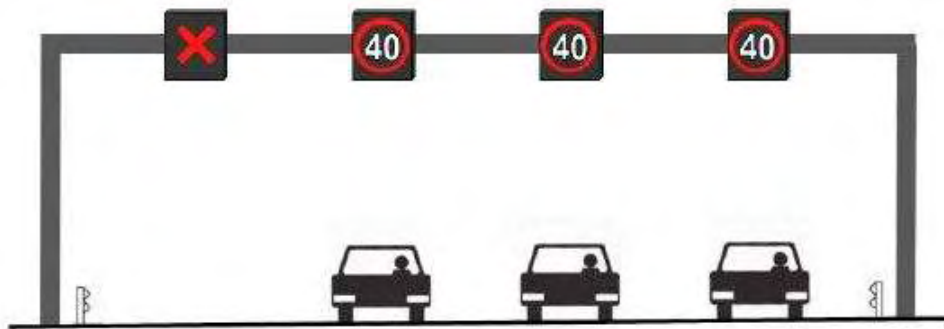


Figure 3.1 Tactical VMS used as part of a LUMS scheme

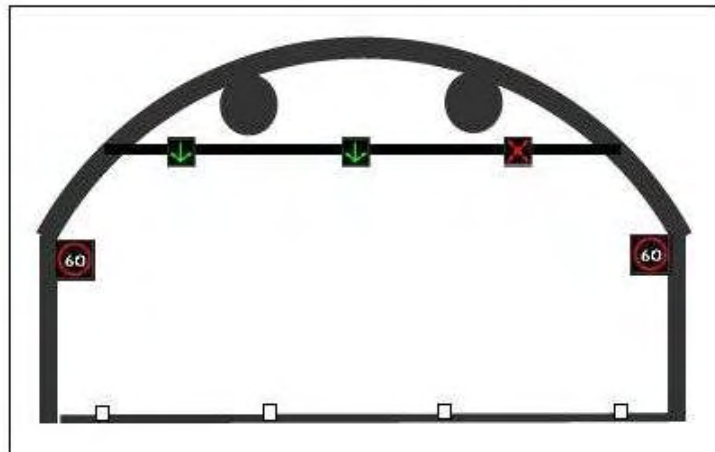
**Εικόνα 18** Τοποθετημένο στρατηγικό σήμα σε μια γέφυρα που χρησιμοποιείται και για σύστημα διαχείρισης χρήσης λωρίδας.

Σε συνδυασμό με ένα σύστημα διαχείρισης χρήσεων λωρίδων, είναι εγκατεστημένα σε κάθε 2<sup>η</sup> γέφυρα και είναι τοποθετημένα να παρέχουν μηνύματα σχετικά με την κυκλοφορία. Υπάρχει βέβαια προβληματισμός σχετικά με τον συνδυασμό ενός τέτοιου VMS και ενός LUMS στην ίδια θέση, διότι υπάρχουν πολλές πληροφορίες σε ένα σημείο. Πχ μπορεί να υπάρχουν πληροφορίες σε ένα VMS για κλείσιμο μιας λωρίδας, ένα μειωμένο όριο ταχύτητας και μια επεξήγηση. Αυτός μπορεί να είναι ο λόγος για να χαθούν μηνύματα ή να προκύψει ζήτημα ασφάλειας, καθώς αποσπάται η προσοχή των οδηγών από τον δρόμο για περισσότερο από το επιθυμητό χρόνο, διαβάζοντας την πλήρη

πληροφορία. Είναι προτιμότερο να εμφανίζει αυτό το VMS μια οθόνη κειμένου σε 1 φάση. Η εμφάνιση δυο εναλλασσόμενων οθονών, μπορεί να είναι αποδεκτή, εάν οι οθόνες των συστημάτων λωρίδας βρίσκονται σε προεπιλεγμένη κατάσταση (δεν υπάρχουν αλλαγές στη λωρίδα ή στο όριο ταχύτητας). Συνίσταται επίσης να περιοριστεί η χρήση αυτών των σημάτων σε περιπτώσεις ατυχημάτων. Όταν η λειτουργία των αυτοκινητόδρομων, δεν απαιτεί την χρήση μηνυμάτων προτεραιότητας 1 και 2, τότε το σήμα θα πρέπει να είναι κενό. Μικρότερης προτεραιότητας μηνύματα δεν εμφανίζονται σε αυτά τα στρατηγικά σήματα. Αυτό μεγιστοποιεί τη δυνατότητα των αυτοκινητιστών να παρατηρούν το μήνυμα υψίστης προτεραιότητας.



**Εικόνα 19** Ενσωματωμένη ταχύτητα και λωρίδα διαχείρισης κυκλοφορίας



**Εικόνα 20** Σήματα έλεγχου λωρίδας σε ένα τούνελ με περιορισμούς στο πάνω μέρος

Στις εικόνες 19, 20 και 21, φαίνεται η τυπική λωρίδα χρήσης και η ρύθμιση ταχύτητας σε αυτοκινητόδρομο και σε είσοδο σε σήραγγα όταν υπάρχουν υψομετρικοί περιορισμοί και δεν επιτρέπουν την τοποθέτηση των πινακίδων χρήσεων λωρίδας. Σε σήραγγα που το ελεύθερο διαθέσιμο ύψος είναι επαρκές,

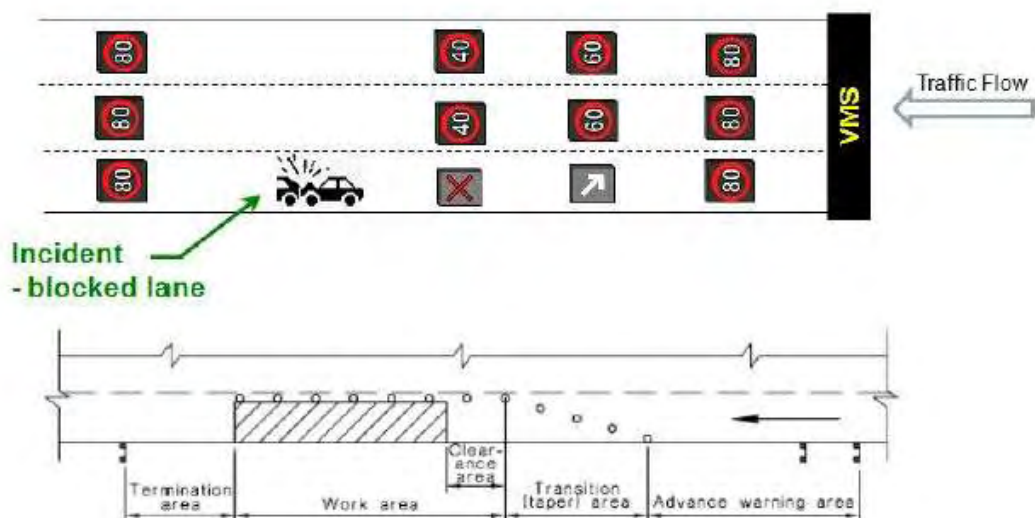
είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθούν ενσωματωμένες VSL πινακίδες / και πινακίδες χρήσεων λωρίδας LUS (lane use signs).



Εικόνα 21 Μεταβλητά μηνύματα ορίων ταχύτητας

## 5.2 Ενσωματωμένες λωρίδες χρήσης και διαχείρισης ταχύτητας

Το εγχειρίδιο Vicroads ( 2013), Managed Freeways [34], αναφέρει ότι η χρήση από τα ενσωματωμένα σήματα χρήσεων λωρίδας , γνωστά σε αγγλική ορολογία ως LUS (Lane Use Signs), συντελούν στην αποτελεσματική διαχείριση της κυκλοφορίας. Τα σήματα αυτά, χρησιμοποιούνται για να διαχειρίζονται τις ταχύτητες ή τις εργοταξιακές περιοχές με παρόμοιο τρόπο που κάνουν και οι σταθερές πινακίδες .Στο παρακάτω σχήμα 11 φαίνεται μια τυπική διάταξη από σήματα χρήσεων λωρίδας σε ένα ατύχημα.



Σχήμα 11 Σύγκριση από σύστημα διαχείρισης χρήσεων λωρίδας και σήμανση σε ένα εργοταξιακό χώρο

### 5.3 Πινακίδες χρήσεων λωρίδας

Τα σήματα χρήσεων λωρίδας (LUS), είναι μέρος των LUMS (συστήματα διαχείρισης χρήσης λωρίδων), για να διαχειρίζονται την ταχύτητα και τη χρήση λωρίδων κατά τη διάρκεια προγραμματισμένων ή έκτακτων γεγονότων. Σε έναν αυτοκινητόδρομο, όσον αφορά τα σήματα αυτά θα πρέπει να υπάρχει:

- *Κόκκινος διαγώνιος σταυρός* : Οι οδηγοί απαγορεύεται να κινηθούν σε αυτή την λωρίδα .
- *Πράσινο ή λευκό βέλος* : Οι οδηγοί μπορούν να χρησιμοποιούν τη λωρίδα . Τα άσπρα βέλη χρησιμοποιούνται σε ενσωματωμένα σήματα διαχείρισης λωρίδας (LUS) , και τα πράσινα βέλη κατά τη διάρκεια ελέγχου λωρίδων (LCS) .

### 5.4 Απεικόνιση σημάτων λωρίδας και τα χαρακτηριστικά τους





#### Όρια ταχύτητας

Το σήμα της χρήσης λωρίδας (LUS) αποτελείται στην μπροστινή απεικόνιση από λευκά νούμερα που βρίσκεται μέσα μια κόκκινη στεφάνη και σε μαύρο υπόβαθρο. Η απεικόνιση των ορίων ταχύτητας μέσα σε σταθερή κόκκινη στεφάνη υποδεικνύει ότι η λωρίδα είναι ανοιχτή για χρήση για το σύνθημα – (προεπιλεγμένο) όριο ταχύτητας. Όταν εφαρμόζεται το μειωμένο όριο ταχύτητας, τότε το εσωτερικό τμήμα της κόκκινης στεφάνης, αναβοσβήνει. Όταν πολλαπλά σήματα LUS είναι στην ίδια γερανογέφυρα, όλες οι κόκκινες στεφάνες θα αναβοσβήνουν συγχρονισμένα.

#### Λευκά βέλη

Το σήμα απεικονίζει λευκά βέλη ένδειξης πορείας πάνω στην εσωτερική λευκή οθόνη led. Αυτά τα λευκά σύμβολα βέλη καταλαμβάνουν τη λευκή οθόνη led σε όλο το ύψος και το πλάτος της . Τα βέλη θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να αναβοσβήνουν. Παρόλα αυτά σύμφωνα με την ισχύουσα πρακτική τα βέλη προβάλλονται σε σταθερή κατάσταση. Κατ ελάχιστο, το σήμα έχει τη δυνατότητα να παρουσιάσει τα βέλη που φαίνονται παρακάτω. Στον πίνακα 2 φαίνονται τα αντίστοιχα βέλη που δείχνουν πχ την κίνηση « Υποχρεωτική Πορεία αριστερά, δεξιά »

**Πίνακας 2** Υποχρεωτικές πορείες

Description	Symbol
Merge left	
Merge right	
Down arrow (may be used in tunnel applications)	
Traffic in the lane to use the exit ramp	

### Κόκκινος σταυρός

Για να κλείσει μια λωρίδα, το σήμα αυτό μπορεί να απεικονίσει έναν κόκκινο Χ. Έχει τη δυνατότητα να αναβοσβήνει για να υποδείξει στον οδηγό ότι πρέπει να εγκαταλείψει τη λωρίδα.

### Μεγέθη πινακίδων






Τα μεγέθη για το LUS αθροίζονται από το μέγεθος των σημάτων ορίου ταχύτητας, που ισχύουν για το προεπιλεγμένο όριο ταχύτητας για το τμήμα του αυτοκινητόδρομου.

- <90 km /h όριο ταχύτητας : 600mm πλάτος
- >=90km/h όριο ταχύτητας : πλάτος 900mm

## **5.5 Σήματα για τον έλεγχο λωρίδας σε Σήραγγες με ελάχιστα όρια ύψους**

Όταν το κατακόρυφο ελεύθερο ύψος περιορίζει την εγκατάσταση πινακίδας χρήσης λωρίδας, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της λωρίδας, μικρότερα σήματα ελέγχου λωρίδας. Το επιθυμητό μέγεθος των σημάτων έλεγχου λωρίδας στα τούνελ με ελάχιστα όρια ύψους (εκεί που τα σήματα VSL είναι αναρτημένα στο πλάι), είναι 300mm (200mm το ελάχιστο). Ένα μαύρο φόντο είναι επιθυμητό να βοηθήσει να είναι ευδιάκριτα τα σήματα.

**Πίνακας 3** Υποχρεωτικές πορείες και σύμβολα για σήραγγες

Description	Symbol
Merge left	
Merge right	
Down arrow • Green: current practice • White: may be considered for future use (consistent with LCS)	 or 
Lane closed	

## 5.6 Πρότυπα και αρχές σχεδιασμού διαχείρισης λωρίδας

Βασικό στοιχείο για τη διαχείριση κάθε λωρίδας ξεχωριστά, είναι τα σήματα να βρίσκονται ανηρτημένα σε γερανογέφυρα ή γέφυρα πάνω από κάθε λωρίδα. Στις παρακάτω εικόνες 22 και 23 φαίνονται τέτοιες γερανογέφυρες με τα σήματα χρήσης λωρίδας. Το δοκάρι της γερανογέφυρας είναι προτιμότερο να είναι οριζόντιο πάνω από τον αυτοκινητόδρομο.



www.alamy.com - B9187H

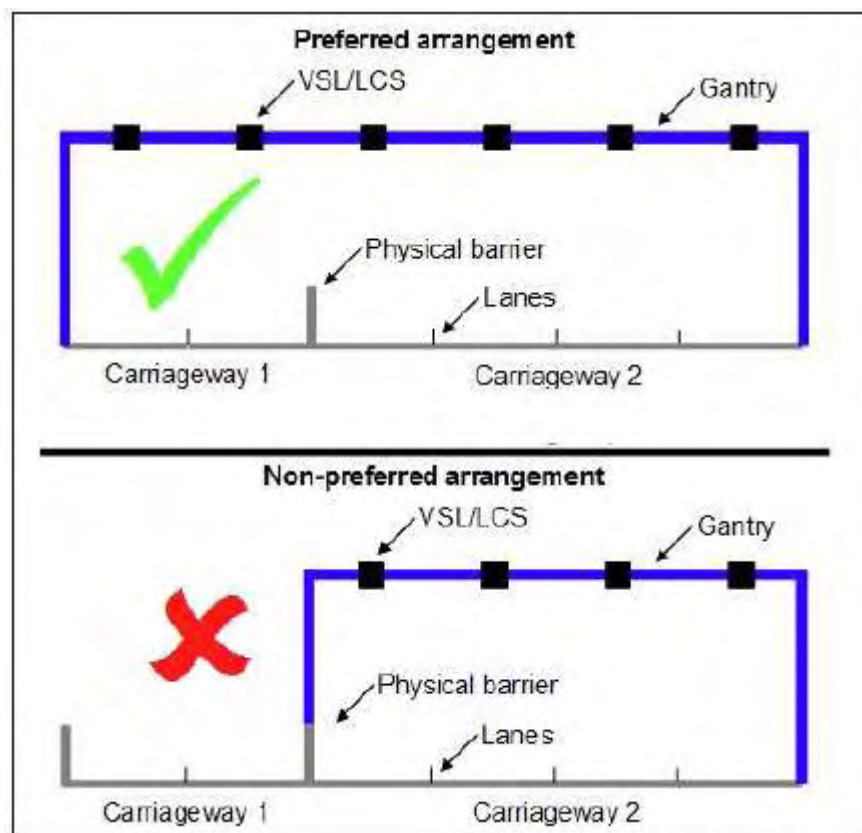
**Εικόνα 22** LUS σε γερανογέφυρα σε αυτοκινητόδρομο

Όπου υπάρχει έξοδος ή διαχωρισμός της κύριας οδού με παράπλευρο δρόμο, θα πρέπει να δοθεί έμφαση στη μελέτη θέσεων των πινακίδων LUS για να μειωθεί η σύγχυση των οδηγών. Όπου οι πινακίδες LUS είναι σε διασταύρωση και είναι

εμφανείς από τη διασταύρωση των διοδίων, τα σήματα αυτά θα πρέπει να τοποθετούνται εγκάρσια στις δυο διασταυρώσεις στην κατά μήκος θέση για να αποφευχθεί τυχόν σύγχυση στους οδηγούς, όπως φαίνεται και στο σχήμα 12.



**Εικόνα 23** LUS σε γερανογέφυρα σε αυτοκινητόδρομο.



**Σχήμα 12** Διάταξη γέφυρας για διπλανή λωρίδα συλλογής-διανομής



## 6. Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε κεντρικές αρτηρίες, αστικές περιοχές, αεροδρόμια και λιμάνια

### 6.1 Γενικά για τα VMS σε κεντρικές αρτηρίες

Σε οδηγίες από το Guidelines for Variable Message Signs [37] γίνεται εκτενής αναφορά σχετικά με τα VMS σε κεντρικές αρτηρίες. Το αρτηριακό σύστημα δυναμικών μηνυμάτων παρέχει πληροφορίες για τους ταξιδιώτες σε πραγματικό χρόνο και προειδοποιητικά μηνύματα. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τους τύπους των πινακίδων στην Αυστραλία και τις προδιαγραφές της οθόνης. Υπάρχουν τύποι μηνυμάτων : οι A , B και C .

**Πίνακας 4** Αυστραλιανός τύπος VMS και οι απαιτήσεις εμφάνισης

ΤΥΠΟΣ ΜΕΓΕΘΟΥΣ	V85 ταχύτητα μελέτης	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΝΑΓΝΩΣΙΜΟΤΗΤΑ(m)	ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ ΥΨΟΣ (mm)
<b>A</b>	<b>&gt;=50 και &lt;=60</b>	<b>100</b>	<b>200</b>
<b>B</b>	<b>&gt;60 και &lt;=90</b>	<b>200</b>	<b>320</b>
<b>C</b>	<b>&gt;90</b>	<b>300</b>	<b>400</b>

Ο τύπος A και B χρησιμοποιείται κυρίως σε κεντρικές αρτηρίες ενώ ο C σε αυτοκινητόδρομους.

### 6.2 Αρχές τοποθέτησης αρτηριακού VMS

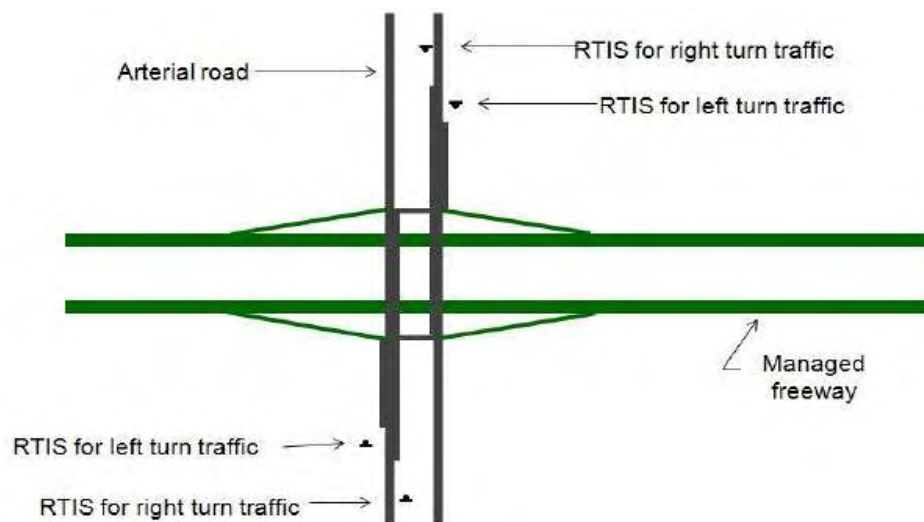
Η τοποθέτηση αρτηριακού οδικού VMS, θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε οι οδηγοί να μπορούν να ανταποκριθούν στα μηνύματα και επομένως να τοποθετηθούν σε επαρκή απόσταση από τα σημεία λήψης απόφασης του οδηγού. Οι επιθυμητές ελάχιστες αποστάσεις :

**Πίνακας 5** Θέση αρτηριακού οδικού σημείου πριν από το σημείο δράσης και απόσταση σε σχέση με άλλες πινακίδες

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ(ΚΜ/Η)	
	60 και 70	80
Απόσταση πριν από το σημείο δράσης	60 έως 80μ	80 έως 120μ
Διαχωρισμός σε άλλες πινακίδες	50μ	60μ
	Ελάχιστο 0,60V (Όπου V είναι η ταχύτητα σε km/h)	

### 6.3 Έλεγχος εισόδου με το RC3 -RTIS

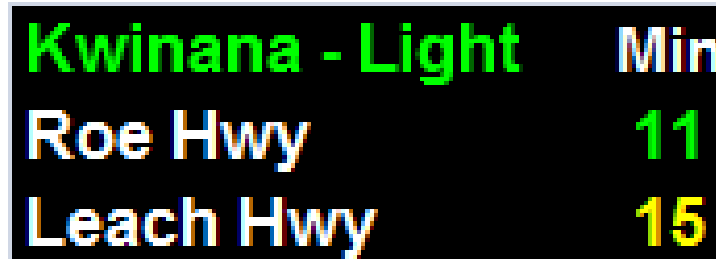
Σύμφωνα με το εγχειρίδιο της Vicroads Managed FreeWay Guidelines, chapter 4[37], υπάρχουν VMS σε σημεία προτού ένα όχημα εισέλθει σε αυτοκινητόδρομο από μια βασική αρτηρία. Αυτά είναι κάποια συστήματα που ονομάζονται RTIS (Real Time Information Systems), δηλαδή συστήματα πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο.



**Σχήμα 13** τυπικές τοποθεσίες για VMS RTIS (ή RC3)

Συνήθως είναι τοποθετημένα στην κεντρική αρτηρία κοντά στον κόμβο και πριν τις αριστερές και δεξιές λωρίδες στροφής, όπως και φαίνεται στο σχήμα 13. Τα VMS σε κεντρικές αρτηρίες για τον έλεγχο της εισόδου (που ονομάζονται και RC3), αποτελούν βασικό εξοπλισμό ITS για την είσοδο σε αυτοκινητόδρομο.

Τα σήματα αυτά παρουσιάζουν πληροφορίες για τις κυκλοφοριακές συνθήκες σε πραγματικό χρόνο πριν τα οχήματα εισέλθουν στον αυτοκινητόδρομο. Αυτό επιτρέπει στους χρήστες να ενημερώνονται σχετικά με τη χρήση του αυτοκινητόδρομου πριν πάρουν απόφαση για την είσοδο. Επίσης τα RC3 υποστηρίζουν τη διαχείριση της εισόδου, όταν αυτά λειτουργούν, σε περίπτωση περιστατικού (ατυχήματος, καιρικών συνθηκών), κατά τη διάρκεια εργασιών και κυκλοφοριακής συμφόρησης.



Kwinana - Light	Min
Roe Hwy	11
Leach Hwy	15

**Εικόνα 24** RC3-VMS σε κυκλοφοριακές συνθήκες /μηνύματα χρόνου ταξιδιού

Τα RTIS, όπως παρουσιάζονται στο εγχειρίδιο, [34] Managed Freeway Guidelines (August 2014), τοποθετούνται κοντά στην είσοδο αυτοκινητοδρόμων και γνωστοποιούν πληροφορίες σχετικά με το ταξίδι και την είσοδο στον αυτοκινητόδρομο σε πραγματικό χρόνο, όταν ένα απλό VMS δεν είναι εφικτό να το κάνει. Όπου υπάρχουν στον αυτοκινητόδρομο τα LUMS ή τα μεγάλα VMS, τα σήματα RC3/RTIS πρέπει να ενσωματωθούν στο γενικότερο σύστημα ελέγχου του αυτοκινητόδρομου, να είναι απόλυτα συνδεδεμένα και συντονισμένα με τα υπόλοιπα VMS του αυτοκινητόδρομου, για να παρέχουν συνεπή και ακριβή μηνύματα (εικόνα 24 και 25).



**Εικόνα 25** RTIS για την προσέγγιση στην είσοδο

Στη διαδικασία ανάπτυξης σημάτων RC3 λαμβάνονται υπόψη ο διαθέσιμος χώρος για την τοποθέτηση σημάτων, το κόστος εγκατάστασης, η σύγχυση που μπορεί να υπάρξει από την εμφάνιση των στατικών σημάτων και η αναγνωσιμότητα για τις διαφορετικές ταχύτητες προσέγγισης (όταν οι οδηγοί επιβραδύνουν και εισέρχονται στη λωρίδα εισόδου).

## 6.4 Εμφάνιση μηνυμάτων RC3-RTIS

Οι τύποι μηνυμάτων περιλαμβάνουν:

- Πληροφορίες στον οδηγό σχετικά με:
  - a. Χρόνο ταξιδιού
  - b. Κατάσταση αυτοκινητόδρομου, όπως το επίπεδο συμφόρησης.
  - c. Ατυχήματα και συμβάντα.
  
- Πληροφορίες κλεισίματος αυτοκινητόδρομου (πχ λόγω καιρικών συνθηκών)

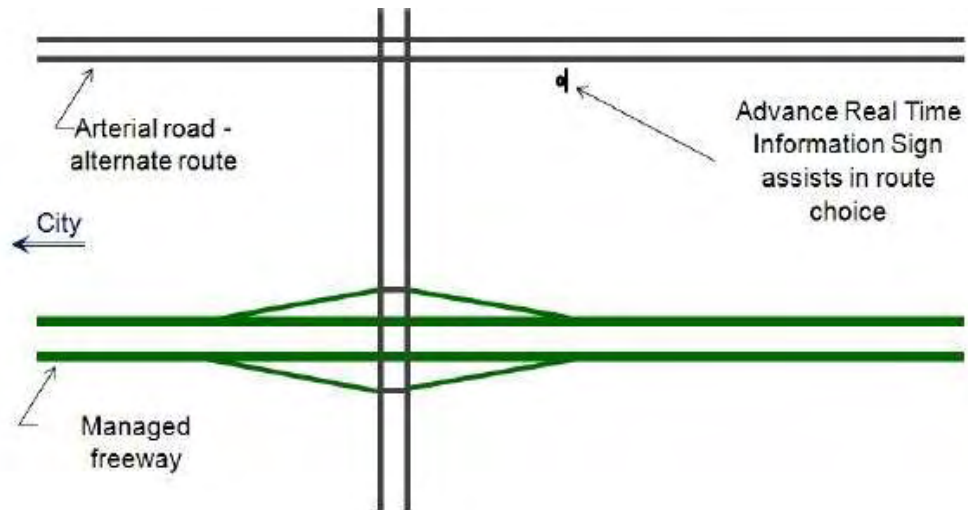


**Εικόνα 26** RC3-VMS για μηνύματα σε πραγματικό χρόνο ατυχημάτων /εργασιών /κλεισίματος δρόμου/πληροφορίες διαδρομής σε πραγματικό χρόνο

Τα σήματα παρέχουν κατά κανόνα εκτιμώμενο χρόνο ταξιδιού προς δυο κατευθύνσεις όπως αναφέρονται στο Vicroads Managed FreeWay Guidelines, chapter4[37]. Σε διασταυρώσεις(διχάλα) ή σε κυκλοφοριακό κόμβο (πχ αυτοκινητόδρομος με αυτοκινητόδρομο), όπου οι οδηγοί μπορούν να ταξιδεύουν σε διαφορετικές κατευθύνσεις, τέσσερεις βασικοί προορισμοί (2 προορισμοί ανά κατεύθυνση), μπορούν να παρέχονται με δυο πινακίδες VMS σε κάθε θέση.

## 6.5 Εγκατάσταση RTIS /RC3 σε απομακρυσμένες περιοχές

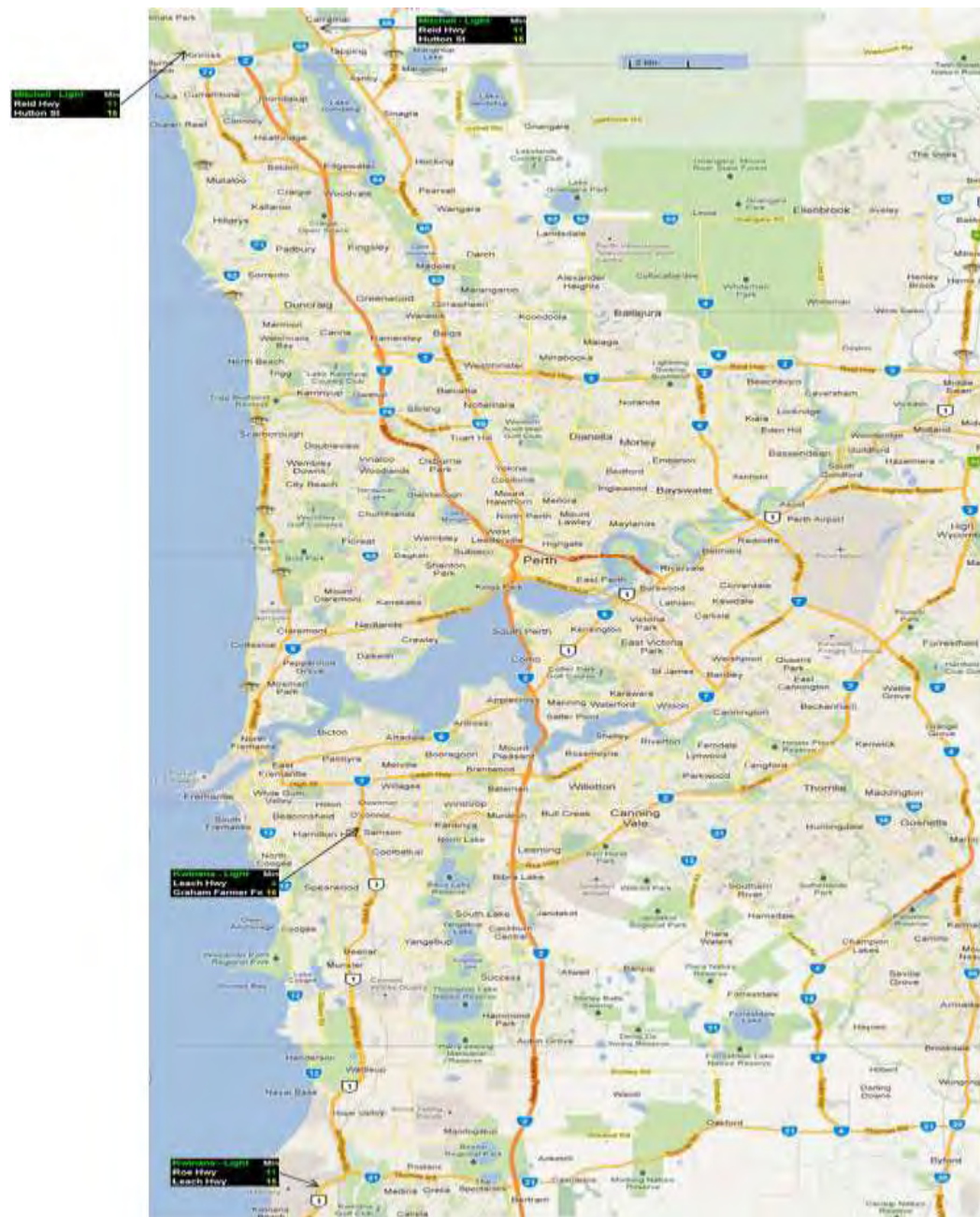
Υπάρχουν επίσης τα μηνύματα RTIS σε πιο απομακρυσμένες περιοχές από διασταυρώσεις και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον αρτηριακό οδικό δίκτυο. Αυτά τα μηνύματα τοποθετούνται σε στρατηγικές θέσεις, όπου η επιλογή διαδρομής είναι διαθέσιμη λόγω της εναλλακτικών οδών προς τον αυτοκινητόδρομο (σχήμα 14).



**Σχήμα 14** Τυπική απομακρυσμένη τοποθεσία για VMS σε αρτηριακή οδό

Τα σήματα βρίσκονται γενικά σε κάποια απόσταση μακριά από τον αυτοκινητόδρομο, όπου διατίθενται επιλογές διαδρομής πριν από μια μεγάλη αρτηριακή οδική διασταύρωση. Τα σήματα σε αυτές τις θέσεις είναι συνήθως χρήσιμα για διαδρομές που συνδέονται με την πόλη ειδικά για πρωινή περίοδο αιχμής, αλλά μπορούν επίσης να είναι ωφέλιμα και σε άλλες χρονικές στιγμές όπως είναι η χρήση εναλλακτικών οδών, π.χ. κατά τη διάρκεια συμβάντος. Οι συγκριτικοί χρόνοι ταξιδιού μέσω του αυτοκινητόδρομου και μιας εναλλακτικής διαδρομής μπορεί επίσης να εμφανιστούν εάν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα.

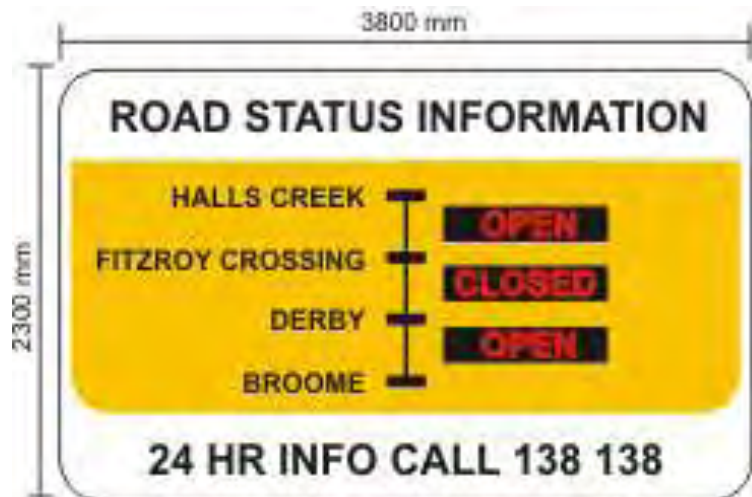
Η αρχή για την τοποθέτηση των σημάτων είναι ότι παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες των αυτοκινητοδρόμων στο σημείο λήψης απόφασης πριν δεσμευθεί ο οδηγός να εισέλθει στον αυτοκινητόδρομο. Αυτό επιτρέπει στους αυτοκινητιστές να ακολουθήσουν μια εναλλακτική διαδρομή εάν το επιθυμούν, διότι γνωρίζοντας αυτή την πληροφορία, μπορεί να αποφύγουν την είσοδο και τα διόδια (όπου υπάρχουν) και να επιλέξουν εξ αρχής μια εναλλακτική διαδρομή εκτός αυτοκινητόδρομου. Στην εικόνα 27, φαίνονται θέσεις VMS σε αρτηριακούς δρόμους σε περιοχή των ΗΠΑ .



Εικόνα 27 Θέσεις VMS –RC3 σε αρτηριακούς δρόμους στις ΗΠΑ

## 6.6 Άλλου τύπου VMS σε κεντρικές αρτηρίες

Σύμφωνα με το εγχειρίδιο Vicroads Managed FreeWay Guidelines (2015), μπορεί να απαιτηθούν κάποια άλλοι τύποι VMS για τη διαχείριση κυκλοφορίας στο αρτηριακό οδικό δίκτυο. Παραδείγματα όπου τα μηνύματα VMS συνδυάζονται μέσα σε ένα σταθερό σύμβολο φαίνονται στις εικόνες 28,29 και 30.



**Εικόνα 28** Πινακίδα VMS κεντρικής αρτηρίας με συγκεκριμένη εφαρμογή FCS



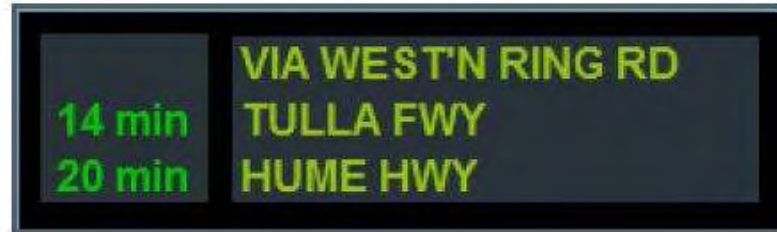
**Εικόνα 29** Πινακίδα FCS με πινακίδα κατεύθυνσης που συναντάται συνήθως με τα RTIS

Τα σήματα που έχουν αυτή τη μορφή, δείχνουν την κατάσταση στον αυτοκινητόδρομο, τοποθετούνται σε αρτηριακή οδό και σε κάποια απόσταση από τον αυτοκινητόδρομο και ονομάζονται «Σήματα κατάστασης Αυτοκινητόδρομου» ή « Freeway condition signs (FCS)». Βρίσκονται σε κοντινή απόσταση για να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τον πραγματικό χρόνο και τις συνθήκες κυκλοφορίας στους αυτοκινητόδρομους. Γενικά τοποθετούνται κοντά σε κόμβους ή τοποθετούνται σε κάποια απόσταση μακριά από τον αυτοκινητόδρομο, σε διασταυρώσεις της κεντρικής αρτηρίας, όπου οι επιλογές διαδρομής είναι διαθέσιμες. Τα FCS, σύμφωνα με τις οδηγίες των Managed Freeways στην Μελβούρνη, αποτελούνται από μια ηλεκτρική οθόνη εντός ενός σταθερού σήματος διεύθυνσης, όπως φαίνεται στην εικόνα 29. Το μεταβλητό σχήμα μπορεί να δώσει με ένα δυναμικό χρώμα κωδικοποιημένες γραμμές μηνυμάτων – LIGHT (πράσινο), Heavy (Κόκκινο) CLOSED (κόκκινο), σύμφωνα με τις κυκλοφοριακές συνθήκες στους αυτοκινητόδρομους. Εκεί όταν οι κυκλοφοριακές συνθήκες είναι πολύ δύσκολες και ισοδυναμούν στις "τεράστιες καθυστερήσεις"

*Η χρήση πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων στη διαχείριση κυκλοφορίας και συμβάντων*

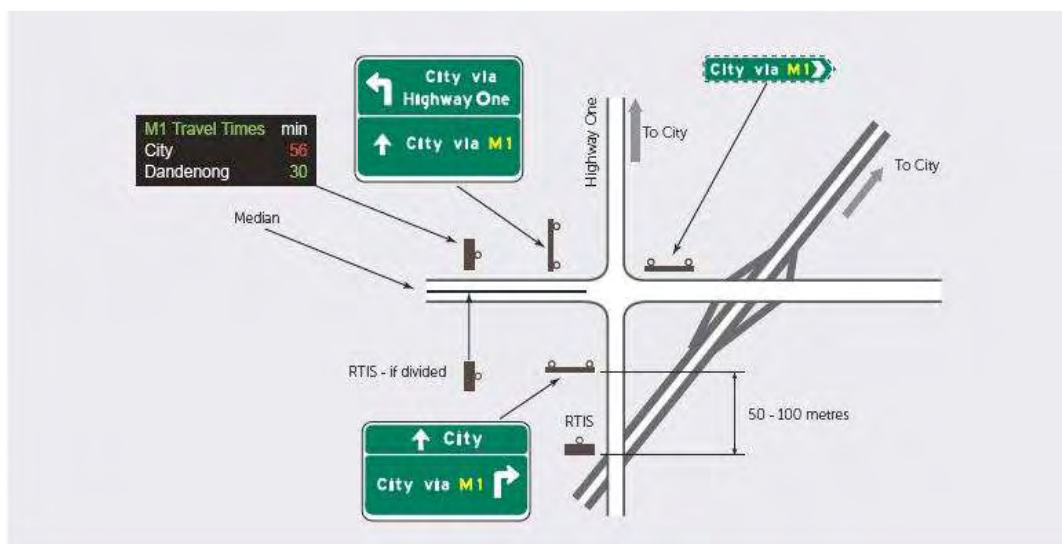


και με την ‘ αναζήτηση άλλης διαδρομής ‘ , τότε αυτή η αντίστοιχη πινακίδα και το μεταβλητό μήνυμα της απεικονίζει τη λέξη HEAVY (Κόκκινο). Το σταθερό τμήμα της πινακίδας διαθέτει οδηγίες κατεύθυνσης για εναλλακτικές διαδρομές.



**Εικόνα 30** Παράδειγμα πινακίδας για πληροφορίες ταξιδιού σε διασταύρωση

Σε μια άλλη αναφορά (Managed Freeway Guidelines, 2014), [38] τα σήματα FCS αντικαθίστανται από τα σήματα πληροφοριών πραγματικού χρόνου (RTIS), επιτρέποντας την εμφάνιση περισσότερων πληροφοριών (βλ. εικόνα 30). Σε αυτή την περίπτωση το RTIS δίνει παρόμοιες πληροφορίες με τα VMS, τις συνθήκες κυκλοφορίας και τις εναλλακτικές διαδρομές. Αυτές οι πινακίδες «εκ των πρότερων RTIS», δεν απαιτούνται εάν δεν υπάρχει εναλλακτική διαδρομή πριν από τον αυτοκινητόδρομο και υπάρχουν σήματα RTIS στις ράμπες εισόδου των αυτοκινητοδρόμων, όπως στην περίπτωση (6.3). Επίσης οι πινακίδες (Advance RTIS), τοποθετούνται πάντα στην άκρη του οδοστρώματος και δεν είναι κατάλληλες για διαχείριση λωρίδων κατεύθυνσης (σχήμα 15).



**Σχήμα 15** Παράδειγμα εκ των προτέρων πινακίδες πραγματικού χρόνου

## 6.7 Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε αστικές περιοχές

### 6.7.1 Γενικά για τα αστικά VMS

Στις αστικές περιοχές, τα συστήματα VMS χρησιμοποιούνται για ποικίλους σκοπούς όπως πχ σαν συστήματα καθοδήγησης και πληροφόρησης στάθμευσης αυτοκινήτων. Μπορούν επίσης να οδηγήσουν τα οχήματα να ακολουθήσουν εναλλακτικές διαδρομές, να περιορίσουν την ταχύτητα κίνησης, να προειδοποιήσουν για τη διάρκεια και τον τόπο των συμβάντων (ατυχημάτων, κυκλοφοριακή συμφόρηση) ή απλά να ενημερώσουν για τις συνθήκες κυκλοφορίας. Σύμφωνα με τους K.Chatterjee και N.B.Hounsel, το 2000, [39] στο Λονδίνο οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων τοποθετήθηκαν για να ειδοποιούν τους οδηγούς για προβλήματα στο δίκτυο και για προγραμματισμένα γεγονότα. Επιπλέον, οι πληροφορίες ήταν σχετικές με κινδύνους, κυκλοφοριακές συνθήκες, παρκινγκ, δημόσια συγκοινωνία και περιβάλλον. Είναι πολύ χρήσιμα επίσης για ειδοποίηση ατυχήματος και εργοταξιακές εργασίες και γενικά σε περιπτώσεις που οδηγός δεν έχει προβλέψει κάτι στην διαδρομή του. Οι πληροφορίες αυτές βοηθούν τους οδηγούς να έχουν μια άλλη εναλλακτική διαδρομή για να αποφύγουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση.

### 6.7.2 Τύποι αστικών VMS

Σχετικές οδηγίες της εταιρείας VMS [40,41,42], αναφέρουν το VMS σε αστικό οδικό δίκτυο, πρέπει να βρίσκεται σε σημείο πρόσβασης, πριν από την εναλλακτική διαδρομή για να ανταποκριθεί ο οδηγός στο μήνυμα της πινακίδας. Υπάρχουν δε πολλά αλλά σήματα που αποσπούν την προσοχή των οδηγών και γι αυτό θα πρέπει να τοποθετείται το VMS σε σημείο με μέγιστη ορατότητα. Όσον αφορά τα VMS που αναφέρονται σε χώρους στάθμευσης υπάρχουν προγράμματα καθοδήγησης, όπως πχ στο Ηνωμένο Βασίλειο, ο Έλεγχος διαχείρισης της αστικής κυκλοφορίας, UTMC. Αυτός είναι συμβατός και αυτόνομος και λειτουργεί με τα κατάλληλα αστικά VMS. Τα σήματα στάθμευσης αυτοκινήτων VMS διατίθενται σε δύο τύπους κατασκευών:

1. Πλήρως περικλεισμένες πινακίδες με ενόπιτες επίδειξης εύκολης πρόσβασης όπως της εικόνας 31.



**Εικόνα 31** Αστική περικλεισμένη πινακίδα για στάθμευση οχημάτων

## 2. Επίπεδες πινακίδες με αρθρωτά (modular) γράμματα. (εικόνα 32)



**Εικόνα 32** Αστικές πινακίδες κατεύθυνσης διαδρομής

Σ αυτή την κατηγορία των αστικών μεταβλητών μηνυμάτων ανήκουν και άλλου είδους πινακίδες όπως οι PEGASUS. Είναι μια ομάδα πινακίδων με ευέλικτη οθόνη μήτρας προσαρμοσμένη στις αστικές εφαρμογές (εικόνα 33).



**Εικόνα 33** Αστικές πινακίδες τύπου Pegasus

### 3.Πινακίδες Ταχύτητας

Η προειδοποιητική πινακίδα ταχύτητας ενεργοποιείται με την ανίχνευση οχήματος, χρησιμοποιώντας ανιχνευτές μικροκυμάτων πάνω από το έδαφος ή με επαγωγικούς βρόχους που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του οδοστρώματος.



**Εικόνα 34** Αστικά οδικά ενεργοποιημένα VMS

Οι πινακίδες αυτές, λειτουργούν κατά τη διάρκεια προκαθορισμένων ωρών, όπως για παράδειγμα οι πινακίδες κοντά σε σχολεία λειτουργούν, με το άνοιγμα και το κλείσιμο του σχολείου (Εικόνα 34). Υπάρχουν επίσης και άλλου είδους αστικά VMS , που έχουν τις ίδιες ιδιότητες με τα στατικά σήματα, απλά χρησιμοποιούνται σε ενεργοποιημένη μορφή (εικόνα 35).



**Εικόνα 35** Αστικά οδικά ενεργοποιημένα VMS

### 6.7.3 Εφαρμογές αστικού VMS

Σύμφωνα με τους K.Chatterjee και N.B.Hounsel, το 2000, [39], η μέση ταχύτητα στο κέντρο του Λονδίνου, κατά τη διάρκεια της ημέρας, είναι μεταξύ 11-13 μίλια /ώρα (21-24Km/h). Περίπου 4000 ατυχήματα /χρόνο καταγράφηκαν πριν το 1990 στο Λονδίνο. Γι αυτό το λόγο εγκαταστάθηκαν οι πρώτες 12 πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων το 1994 με σταθερό υπόβαθρο για να ειδοποιούν τους οδηγούς για συμβάντα. Δυο βασικοί τύποι μηνυμάτων χρησιμοποιήθηκαν:

α. άμεσο προειδοποιητικό μήνυμα

β. Προειδοποιητικό μήνυμα κατόπιν συμβάντος .

Η 1<sup>η</sup> γραμμή του κειμένου της οθόνης απεικόνισης είναι δεσμευμένη για την ημερομηνία/χρόνο του συμβάντος ή την τοποθεσία. Η 2<sup>η</sup> γραμμή αναφέρει την αιτία του προβλήματος και η 3<sup>η</sup> ή 4<sup>η</sup> γραμμή δίνει σύσταση για το τι θα κάνει ο οδηγός ή τι θα πρέπει να περιμένει. Η εικόνα 36 δείχνει μια πινακίδα μεταβλητών μηνυμάτων στην πόλη του Λονδίνου με άμεσο προειδοποιητικό μήνυμα. Κυρίως αυτό που ενδιέφερε ήταν να υπάρχει άμεση προειδοποίηση μέσω των μεταβλητών πινακίδων των οδηγών για τα απροειδοποίητα συμβάντα.



**Εικόνα 36** Άμεση προειδοποιητική πινακίδα μεταβλητών μηνυμάτων

Για την αποδοχή και την αποτελεσματικότητα του μέτρου υλοποιήθηκε έρευνα ερωτηματολογίων. Ταυτόχρονα, αποτελέσματα από τις απαντήσεις χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία κυκλοφοριακού μοντέλου που αφορούσε την πιθανότητα των εκτροπών κατόπιν σύστασης από τις πινακίδες. Τα αποτελέσματα έδειξαν:

- Οι περισσότεροι οδηγοί θεωρούν την χρήση των VMS σημαντική και το ένα τρίτο αυτών προτείνει να τοποθετηθούν περισσότερες πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων.
- Τα μοντέλα που πρόέκυψαν επιβεβαιώνουν ότι η θέση του ατυχήματος και τα ικανοποιητικά μηνύματα επηρεάζουν σημαντικά την πιθανότητα εκτροπής. Μόνο το ένα τρίτο των οδηγών είδαν την παρουσίαση της πληροφορίας όταν ρωτήθηκαν αμέσως μετά την ενεργοποίηση των μηνυμάτων και λίγοι από αυτούς, έκαναν την παράκαμψη, αν και βρήκαν την πληροφορία χρήσιμη.
- Το ποσοστό της εκτροπής είναι το ένα πέμπτο από τα νούμερα που προβλέφθηκαν από τα καθορισμένο στόχο.

## 6.8 Εφαρμογές VMS σε αεροδρόμια και λιμάνια

Αυτές οι πινακίδες παρέχουν πληροφορίες με εξειδικευμένα μηνύματα σε μια περιοχή που απαιτείται πληροφόρηση για την κυκλοφορία αλλά και καθοδήγηση της στάθμευσης, ακριβή χρόνο πρόσβασης στις εγκαταστάσεις κλπ (εικόνα 37)



Εικόνα 37 Πινακίδα μεταβλητών μηνυμάτων σε αεροδρόμια

Σύμφωνα με το εγχειρίδιο του Highway Agency[43], στις πινακίδες αυτές παρουσιάζονται πληροφορίες σχετικά με το κλείσιμο τερματικών σταθμών αεροδρομίων ή χώρων στάθμευσης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με VMS που βρίσκονται είτε σε δρόμους τους οποίους οι οδηγοί χρησιμοποιούν για προσέγγιση του αεροδρομίου, είτε σε άλλες τοποθεσίες, καθώς οι οδηγοί πρέπει να χρησιμοποιούν άλλη διαδρομή πρόσβασης για το αεροδρόμιο. Σε περίπτωση μη λειτουργίας του αεροδρομίου τα VMS θα πρέπει να ειδοποιούν εγκαίρως. Οι πινακίδες VMS, δεν εμφανίζουν τυχόν καθυστερήσεις εφόσον το αεροδρόμιο είναι ανοιχτό, αλλά παρόλα αυτά σε μεγάλες καθυστερήσεις, μπορεί να παρέχουν τέτοιου είδους πληροφορίες (εικόνα 38).



Εικόνα 38 Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων για αεροδρόμια

## 6.9 Παράδειγμα λειτουργίας VMS μετά από έκτακτο συμβάν

Σύμφωνα με το ITS Progress Report for Greece (2014),[44] μια άλλη περίπτωση είναι η τοποθέτηση πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων στην Αθήνα και η επίδραση τους και λειτουργία τους σε κεντρικούς άξονες της. Στις 16/12/2005 η Λεωφόρος Μεσογείων έκλεισε από τις 11:30 πμ, εξαιτίας ενός υπόπτου πακέτου μπροστά από το Υπουργείο Άμυνας. Όσο αφορά τη "χρήση μεταβλητών σημάτων" από το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας της Αθήνας, αυτό ενημέρωνε τους οδηγούς που διέρχονται από το σημείο αυτό μέσω του VMS17. (σχήμα 16)

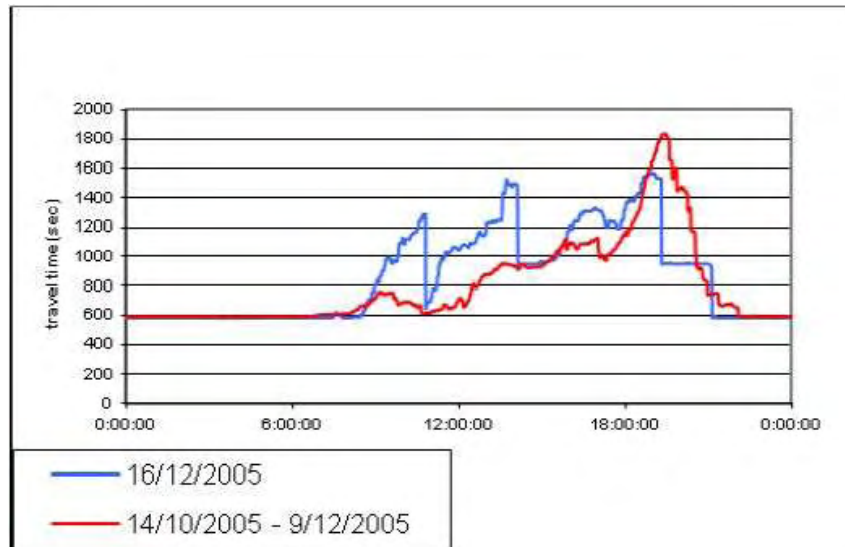


**Σχήμα 16** Εικονογράφηση 2 εναλλακτικών διαδρομών του VMS17 στην Αθήνα

Αυτό το VMS γενικά παρείχε πληροφορίες στους οδηγούς για δύο διαδρομές. Όταν εντοπίστηκε το περιστατικό, στάλθηκε ένα μήνυμα άμεσης προειδοποίησης και στο VMS17 ενημερώνοντας τους οδηγούς για το κλείσιμο της Λεωφόρου Μεσογείων μπροστά από το Υπουργείο Άμυνας. Αυτό το μήνυμα δεν πρότεινε όμως εναλλακτικές διαδρομές. Το περιστατικό διαγράφηκε στις 12:15 και συγχρόνως το μήνυμα άμεσης προειδοποίησης άλλαξε σε αυτόματο μήνυμα πληροφοριών ταξιδιού. Το κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας της Αθήνας ATMC προέβη σε ανάλυση πριν και μετά την εκτίμηση της απόκρισης του οδηγού στο περιστατικό. Τα δεδομένα κίνησης που συλλέχθηκαν την ίδια ημέρα συγκρίθηκαν με τα αντίστοιχα δεδομένα κίνησης που συλλέχθηκαν από τους ίδιους βρόχους για μια τυπική Παρασκευή (μέσες τιμές όλων των Παρασκευών σε διάστημα δύο μηνών). Από την ανάλυση προέκυψε ότι στο κοινό τμήμα του οδικού δικτύου δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική αλλαγή. Από την άλλη πλευρά, τα δεδομένα κίνησης που συλλέχθηκαν από την 1<sup>η</sup> διαδρομή (μετά την κοινή οδική διαδρομή), έδειξαν ότι υπήρξε μείωση της κυκλοφορίας κατά 40%. Ταυτόχρονα, τα δεδομένα κίνησης που συλλέχθηκαν από τη 2<sup>η</sup> διαδρομή έδειξαν ελαφρά αύξηση (10%) στη ροή της κυκλοφορίας. Η αύξηση αυτή δεν θα μπορούσε να είναι μεγαλύτερη, διότι σε αυτή τη διαδρομή ο δρόμος λειτουργεί κοντά στο επίπεδο της ικανότητάς



του κατά τη διάρκεια αυτής της ημέρας. Ως εκ τούτου, η μεγάλη επίδραση της μείωσης κατά 40% της κυκλοφοριακής ροής στην 1<sup>η</sup> διαδρομή δεν μπορούσε να βρεθεί στην ροή της 2<sup>ης</sup>, αλλά μόνο στη μείωση της μέσης ταχύτητας του οχήματος στη 2<sup>η</sup> διαδρομή, η οποία ήταν περίπου 15%. Αυτή η μείωση της ταχύτητας, οδήγησε σε σημαντική αύξηση του χρόνου ταξιδιού της 2<sup>ης</sup> διαδρομής, η οποία φαίνεται στο σχήμα 17.



**Σχήμα 17** Διανομή του χρόνου διαδρομής της 2<sup>ης</sup> διαδρομής

Το εύρος της αύξησης του χρόνου ταξιδιού ήταν από 30% έως 60% και διήρκεσε μέχρι τις 14:00, υποδεικνύοντας ότι χρειάστηκε πολύ περισσότερος χρόνος από τον πραγματικό χρόνο. Περαιτέρω ανάλυση των κυκλοφοριακών ροών της τελευταίας διασταύρωσης του κοινού οδικού τμήματος των δύο διαδρομών έδειξε ότι η μείωση της κυκλοφοριακής ροής της πρώτης διαδρομής κατά 40% αντιστοιχούσε στο 60% των οδηγών που πέρασαν από το VMS17 με προορισμό που περιελάμβανε την πρώτη διαδρομή. Αυτό σήμαινε ότι τουλάχιστον το 60% των οδηγών που περνούσαν από το VMS17 ενημερώθηκαν από το μήνυμα άμεσης προειδοποίησης και αποφάσισαν να αλλάξουν τη διαδρομή τους. Για τον ακριβή υπολογισμό των οδηγών που διαβάζουν το μήνυμα, τον αριθμό των οδηγών που δεν μπορούσαν να αλλάξουν τη διαδρομή τους (λόγω του τελικού προορισμού τους) και τον αριθμό των οδηγών που δεν γνώριζαν με ακρίβεια το οδικό δίκτυο (και επομένως δεν μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν μια εναλλακτική διαδρομή) είναι απαραίτητο αλλά δεν μπορεί να εκτιμηθεί.

## 7. Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων σε εργοταξιακές περιοχές (PVMS)

### 7.1 Γενικά για PVMS

Στις ΗΠΑ σχεδόν ένα ποσοστό 2% των ατυχημάτων συμβαίνουν σε εργοταξιακές ζώνες. Σε ζώνες εργασίας το 2010 καταγράφηκαν 600 θάνατοι και 37.000 τραυματίες. Στις οδηγίες του Federal Highway Administration (2013),[45] αναφέρεται ότι οι ζώνες εργασίας, που εμφανίζονται προσωρινά και σε μικρά τμήματα του οδοστρώματος, συνδέονται με υψηλότερο αριθμό συγκρούσεων σε σύγκριση με τοποθεσίες εκτός ζώνης εργασίας. Αυτό συμβαίνει μεταξύ άλλων, επειδή μεταβάλλονται τα όρια ταχύτητας. Οι συγκρούσεις σε εργοταξιακή ζώνη επηρεάζουν τους οδηγούς, τους επιβάτες, τους πεζούς και τους εργαζόμενους σε αυτές. Επιπλέον, μπορούν να οδηγήσουν σε δευτερογενή ατυχήματα, με αποτέλεσμα μεγάλες καθυστερήσεις αλλά και επιπτώσεις στις ίδιες τις εκτελούμενες εργασίες (πχ χρονοδιάγραμμα της κατασκευής). Ορισμένες αιτίες σύγκρουσης στην εργοταξιακή ζώνη είναι :

- Υψηλές ταχύτητες οχήματος(περισσότερο από 30% των ατυχημάτων σε συγκρούσεις σε εργοταξιακές ζώνες )
- Μεγάλη διαβάθμιση ταχύτητας .
- Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος μέσω της εργοταξιακής ζώνης.
- Απροσεξία οδηγού
- Σύγχυση οδηγού σχετικά με την εργοταξιακή σήμανση και τις μεταβαλλόμενες κυκλοφοριακές συνθήκες του δρόμου.

Μερικές από αυτές τις αιτίες, μπορούν να μετριαστούν με τη χρήση φορητών μεταβλητών πινακίδων μηνυμάτων, δηλαδή με τις PCMS (Portable changeable Message Signs) σύμφωνα με τον οδηγό Guidelines for the Operation of Variable Message Signs on State Highways. [46]

### 7.2 Τεχνολογία Φορητών πινακίδων

Ο διαχωρισμός αυτών των πινακίδων ως προς την εμφάνιση γίνεται με παρόμοιο τρόπο με αυτόν που αναπτύχθηκε στο κεφάλαιο (2.2.2). Όσον αφορά τον διαχωρισμό PVMS/PCMS ως προς την τεχνολογία είναι ο εξής :

- Δίοδοι εκπομπής φωτός (LED). Τα περισσότερα σύγχρονα PCMS χρησιμοποιούν LED για την εμφάνιση μηνυμάτων. Οι λυχνίες LED είναι διατεταγμένες σε ένα πλέγμα στο οποίο ένα σύμπλεγμα από πολλαπλά LED φτιάχνει ένα εικονοστοιχείο.



**Εικόνα 39** Τεχνολογία flip disk

- Τεχνολογία Flip-δίσκου. Αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιεί ένα πλέγμα από τετράγωνους, ορθογώνιους ή κυκλικούς "δίσκους", που ο καθένας έχει ανακλαστική επιφάνεια από τη μια πλευρά. Όταν προγραμματίζεται ένα μήνυμα, οι συγκεκριμένοι δίσκοι ανοίγουν να δείξουν την αντανακλαστική πλευρά τους, δημιουργώντας ένα ευανάγνωστο μηνύματα PCMS.(εικόνα 39)
- Οι πρόσθετες τεχνολογίες περιλαμβάνουν οπτικές ίνες και υβριδικές, αλλά αυτά τα μοντέλα δεν χρησιμοποιούνται τόσο ευρέως .

### 7.3 Μέγεθος Φορητών πινακίδων

Σύμφωνα με την αναφορά Guidance for the Use of Portable Changeable Message Signs in Work Zones[45], το μέγεθος των σημάτων PCMS κυμαίνεται σε μέγεθος από: μικρό (περίπου 6 ft πλάτος έως 4 ft ύψος ) έως μεγάλο (περίπου 10 ft πλάτος από 6-7 ft ύψος). Για να επιλέγει το σωστό PCMS , πρέπει να εξεταστούν οι ταχύτητες των οχημάτων , καθώς και ο αριθμός των λέξεων και των χαρακτήρων στο μήνυμα .

### 7.4 Τύποι μήτρας PVMS

Όπως περιγράφηκε και πιο πάνω έχουμε τρεις βασικούς τύπους στις φορητές πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων . Αυτοί είναι :

- Το πλήρες matrix: αποτελείται από εικονοστοιχεία ατομικού φωτισμού διατεταγμένα σε πλέγμα πλήρους μεγέθους. Αυτός

*Η χρήση πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων στη διαχείριση κυκλοφορίας και συμβάντων*

ο τύπος μήτρας, που φαίνεται στην εικόνα 40. Η πλήρης PCMS μήτρα είναι αυτή που χρησιμοποιείται συνήθως για την υποστήριξη ειδικών γραμματοσειρών ή μεγεθών γραμματοσειρών, γραφικών ή άλλων πιο περίπλοκων μηνυμάτων.



**Εικόνα 40** Matrix PVMS

- Η Μήτρα συνεχούς γραμμής: αποτελείται από μια μεμονωμένη μήτρα γραμμών για κάθε γραμμή κειμένου εντός της οποίας οι χαρακτήρες μπορούν να τοποθετηθούν με οποιονδήποτε τρόπο. Μια μήτρα συνεχούς γραμμής, που φαίνεται στο εικόνα 41.



**Εικόνα 41** Μήτρα συνεχούς γραμμής

- Αρθρωτός πίνακας / χαρακτήρας αποτελείται από μεμονωμένα μπλοκ χαρακτήρων με έναν χαρακτήρα ανά μπλοκ σε ένα προκαθορισμένο

*Η χρήση πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων στη διαχείριση κυκλοφορίας και συμβάντων*

πλέγμα. Η PCMS μήτρα χαρακτήρων, που φαίνεται στην εικόνα 42 χρησιμοποιείται για μηνύματα με μικρό αριθμό χαρακτήρων ενός μεγέθους και τύπου γραμματοσειράς.



Εικόνα 42 Μήτρα αρθρωτού πίνακα

## 7.5 Τύποι βάσεων φορητών πινακίδων PVMS

Ρυμουλκούμενη βάση: Ένα PCMS μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα ρυμουλκούμενο (βλ. εικόνες 43,44), έτσι ώστε να μπορεί να ρυμουλκείται στο πεδίο με φορητό ή όχημα. Παραδοσιακά το PCMS παραμένει τοποθετημένο στη βάση του ρυμουλκούμενου. Σύμφωνα με τον συντάκτη του Federal Highway Administration (2013) , Guidance for the Use of Portable Changeable Message Signs in Work Zones, κάποια χαρακτηριστικά από αυτά τα VMS είναι διάστασης (80\*56 ) ή 115\*80 με 3 γραμμές ( έχοντας ως βάση 12 χαρακτήρες ), 8 χαρακτήρες σε κάθε γραμμή.



Εικόνα 43 Guidance for the Use of Portable Changeable Message Signs in Work Zones



**Εικόνα 44** Προειδοποίηση σε φορητό VMS

Πλαισιωμένο σε όχημα –φορητό : Ένα PCMS μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα μικρό όχημα (βλέπε εικόνα 45) ή φορητό. Αυτά τα VMS είναι διάστασης με πλάτος 80 cm και ύψος 56 cm ,με 2-3 γραμμές, 8 χαρακτήρες σε κάθε γραμμή.



**Εικόνα 45** PCMS σε φορητό για ειδοποίηση ατυχήματος

Σε άλλη αναφορά Guidelines for the Operation of Variable Message Signs on State Highways [46], τα PVMS είναι τυπικά μικρότερα σήματα με τρεις σειρές επτά ή οκτώ χαρακτήρων η κάθε μία. Ορισμένες πινακίδες που τοποθετούνται σε φορητά μπορεί να έχουν δύο γραμμές ανά πίνακα.

## 7.6 Παροχή ενέργειας PCMS

### Ι. Τροφοδοτούμενο με ηλιακή ενέργεια

Το PCMS τροφοδοτούνται με ηλιακούς συλλέκτες που είναι εγκατεστημένοι στη συσκευή. Αυτή η λύση μπορεί να εξοικονομήσει κόστος μακροπρόθεσμα, αλλά απαιτεί συγκεκριμένες καιρικές συνθήκες (ηλιοφάνεια) για την τροφοδοσία του

*Η χρήση πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων στη διαχείριση κυκλοφορίας και συμβάντων*

PCMS για παρατεταμένες χρονικές περιόδους. Συνήθως, οι πλακέτες PCMS με ηλιακή ενέργεια διαθέτουν ενσωματωμένες μπαταρίες για την αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας κερδίζοντας κατά τη διάρκεια της ημέρας και χρησιμοποιώντας την ενέργεια τη νύχτα. Αυτές οι μπαταρίες μπορούν να ενεργοποιηθούν σε περίπτωση εξάντλησης της ηλιακής ενέργειας (π.χ. κατά τη διάρκεια της νύχτας, κατά τη διάρκεια συνεφιασμένων περιόδων).

### II. Τροφοδοσία με μπαταρία

Το PCMS τροφοδοτείται μόνο με μπαταρίες. Συνήθως, μια πλήρης φόρτιση διαρκεί μεταξύ δύο ημερών και μιας εβδομάδας. Όταν η μπαταρία αποφορτιστεί πλήρως, πρέπει να αντικατασταθεί με άλλη μπαταρία ή να επαναφορτιστεί.

### III. Με Γεννήτρια

Ένα PCMS μπορεί να συνδεθεί με μια γεννήτρια ως πηγή ενέργειας. Συνήθως, αυτή η λύση δεν θα διαρκέσει όσο στην περίπτωση της ηλιακής ενέργειας. Επιπλέον, η γεννήτρια απαιτεί επιπλέον χώρο δίπλα στο PCMS που μπορεί να περιορίσει την εφαρμογή του.

## **7.7 Οδηγίες μηνυμάτων PCMS**

Για να είναι αποτελεσματικό ένα PCMS , βάσει του Guidance for the Use of Portable Changeable Message Signs in Work Zones ,[45] πρέπει να διαβαστεί και να κατανοηθεί από τους οδηγούς σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Τα μηνύματα PCMS εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων και της κατάστασης που περιγράφει το μήνυμα, τον αριθμό των λωρίδων , την ταχύτητα κυκλοφορίας, κλπ. Κάποιες από τις οδηγίες για τα μηνύματα PCMS περιγράφονται παρακάτω:

### I. Περιεχόμενο μηνύματος

Το μήνυμα θα πρέπει να περιγράφει το πρόβλημα, τη θέση του και τις πιθανές ενέργειες που μπορούν να υλοποιήσουν οι οδηγοί.

### II. Μήκος μηνύματος

Το μήνυμα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν συντομότερο, χωρίς να γίνεται σύγχυση, να μην είναι ελλιπές ή με ακατάλληλες συντομογραφίες.

- Μια ή δύο φράσεις είναι αποδεκτές.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια τρίτη φράση, αλλά δεν είναι προτιμητέα.

Πρέπει να αποφεύγονται τα γενικά μηνύματα ,γιατί τα μηνύματα αυτά ,θεωρούνται λιγότερο ενημερωτικά και εφαρμόζονται σε πολλά διαφορετικά σενάρια, γεγονός που συχνά σημαίνει ότι δεν παρέχουν μεγάλη αξία στους οδηγούς. Ως αποτέλεσμα, τα "γενικά μηνύματα μπορούν να προκαλέσουν απώλεια της αποτελεσματικότητας των PCMS/PVMS από τους αυτοκινητιστές".

## 7.8 Τοποθέτηση Φορητών πινακίδων

Στο εγχειρίδιο *Guidance for the Use of Portable Changeable Message Signs in Work Zones*, [45] αναφέρεται ότι η τοποθέτηση PCMS στη ζώνη εργασίας θα πρέπει να γίνεται ως εξής :

- Πλησιέστερα στη λωρίδα για την οποία ισχύει το μήνυμα.
- Στη λωρίδα έκτακτης ανάγκης, κατά προτίμηση πίσω από προστατευτικά κιγκλιδώματα ασφαλείας ή στηθαία από σκυρόδεμα. Σε περιπτώσεις που δεν υπάρχουν στηθαία ή προστατευτικά (όπως πχ New Jersey πλαστικά), τα PVMS θα πρέπει να οριοθετούνται με κώνους ή άλλο εξοπλισμό για να είναι ορατά.
- Θα πρέπει να είναι περιστρεφμένα 3 μοίρες κάθετα προς το δρόμο για μείωση αντανάκλασης.
- Μετά τις αρχικές προειδοποιητικές πινακίδες ζώνης εργασίας, αλλά πριν από τη ζώνη εργασίας.
- Να μην εμποδίζει την ορατότητα σε άλλα προειδοποιητικά σήματα.
- Να είναι ευανάγνωστο.

Κάθε PCMS έχει προδιαγραφές για τις αναμενόμενες / δοκιμασμένες αποστάσεις αναγνωσιμότητας. Αυτές οι αποστάσεις επηρεάζονται από την φωτεινότητα της οθόνης και την αντίθεση χαρακτήρων στο φόντο, τη φωτεινότητα του περιβάλλοντος (ειδικά τις συνθήκες κατά τη διάρκεια της ημέρας έναντι της νύχτας), από την όραση του οδηγού και πώς τοποθετείται το PCMS κατά μήκος του δρόμου (πχ η γωνία με την οποία προορίζεται το PCMS, τόσο κάθετα όσο και οριζόντια). Η τοποθέτηση του PCMS πρέπει να γίνεται κοντά στο οδόστρωμα για να βελτιώνεται η αναγνωσιμότητα.

Σύμφωνα με τις οδηγίες της CALTRANS και του εγχειριδίου *Changeable Message Signs*, (2013), [47] όταν ένα PCMS τοποθετείται σε ρυμουλκούμενη βάση θα πρέπει να βρίσκεται :

- Στην δεξιά ή αριστερή λωρίδα έκτακτης ανάγκης του αυτοκινητόδρομου.
- Στρατηγικά ανάντη των σημείων συμφόρησης.
- Η απόσταση μεταξύ τους εξαρτάται από την ταχύτητα, το έδαφος και την ορατότητα. Θα πρέπει να υπάρχει απόσταση μεταξύ των πινακίδων τουλάχιστον 1.000 ft (304,80 μέτρα).
- Πίσω από ένα υπάρχον στηθαίο, μεταλλικό ή από σκυρόδεμα.
- Πριν ή στην κορυφή των οριζοντιογραφικών στροφών για να διατηρηθεί η μέγιστη ορατότητα.



- Τοποθετείται πριν από ένα συμβάν ή μια κατάσταση για να δοθεί επαρκής χρόνος για να αντιδράσουν οι οδηγοί (πρωταρχική λειτουργία ενός CMS τοποθετημένου σε φορητό).

Σύμφωνα με την Oregon Department of Transportation (June 2008), [46] για την τοποθέτηση PVMS πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής :

- Τα σήματα πρέπει να τοποθετούνται όπου είναι ορατά αρκετά για να τα αναγνωρίζουν οι οδηγοί, να τα διαβάζουν τουλάχιστον δύο φορές και να αντιδρούν κατάλληλα και ομαλά στην αναγραφόμενη ή επικρατούσα ταχύτητα. Πχ στα 55 μίλια /ώρα (88 km/h) το σήμα θα πρέπει να είναι ορατό από ½ μίλι (0,8 km) μακριά κάτω από συνθήκες ημέρας και νύχτας και θα πρέπει να είναι ευανάγνωστο για τουλάχιστον 650 ft. (198 μέτρα).
- Σε δρόμους πολλαπλών λωρίδων με επαρκές πλάτος, μπορούν να τοποθετηθούν πινακίδες ενδιάμεσα για πρόσθετη ορατότητα. Οι πινακίδες πρέπει να προστατεύονται από κώνους και προσωρινά στηθαία.
- Η πινακίδα πρέπει να τοποθετηθεί έτσι ώστε το κάτω μέρος της πινακίδας μηνυμάτων να είναι τουλάχιστον 7ft (2,13 m) πάνω από το οδόστρωμα .
- Επιλογή μιας θέσης πριν από τα σημαντικά σημεία λήψης απόφασης της διαδρομής (π.χ. ράμπες και διασταυρώσεις αυτοκινητοδρόμων) για να μπορούν οι οδηγοί να ακολουθήσουν μια εναλλακτική διαδρομή. Ο οδηγός πρέπει να έχει χρόνο για να διαβάσει το μήνυμα, να το καταλάβει και να κάνει όποια ενέργεια απαιτείται με έναν ασφαλή και άνετο τρόπο πριν φτάσει στο σημείο λήψης αποφάσεων. Αυτό είναι συνήθως 1½ -3 μίλια (2,4 -4,8 Km) μπροστά από κυκλοφοριακό κόμβο αυτοκινητόδρομου προς αυτοκινητόδρομο.
- Τοποθέτηση του PVMS σε απόσταση τουλάχιστον 1000 ft (304,80μ) πριν από τις προειδοποιητικές ή κρίσιμες πινακίδες σε οποιονδήποτε δρόμο που η ταχύτητα είναι πάνω από 45μιλια/ωρα (72,42 km/h) και μεγαλύτερη. Αυτή η απόσταση πρέπει να είναι μεγαλύτερη εάν υπάρχουν περισσότερες από δύο λωρίδες στην κατεύθυνση της πινακίδας . Σε οδούς ή κύριες αρτηρίες πολλαπλών λωρίδων χαμηλότερης ταχύτητας, τοποθετείται το PVMS σε απόσταση τουλάχιστον 350 ft (106,68 μ) από άλλες κρίσιμες προειδοποιητικές πινακίδες. Σε αστικούς δρόμους με ταχύτητα 25 μίλια/h (40,23 km/h ) ή λιγότερο, τα σήματα μπορεί να βρίσκονται σε απόσταση έως και 100 ft (30,48μ) από άλλα κρίσιμα σημεία.
- Ο χώρος θα πρέπει να είναι προσβάσιμος με ασφάλεια από οχήματα συντήρησης.
- Εάν η πινακίδα βρίσκεται σε μια λωρίδα κυκλοφορίας, στην λωρίδα έκτακτης ανάγκης ή οπουδήποτε στην εργοταξιακή ζώνη , θα πρέπει να προστατεύεται με στηθαίο ασφαλείας ή με κώνους.

## 7.9 Κόστος των PVMS

Τα PCMS μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλο το χρόνο σε ποικίλες τοποθεσίες και καταστάσεις, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης περιστατικών και γεγονότων που σχετίζονται με τις καιρικές συνθήκες. Τα PCMS φτάνουν αν έχουν έως και διάρκεια ζωής 10 χρόνια. Στον παρακάτω πίνακα 6 φαίνεται μια κοστολόγηση αυτών των σημάτων. Στις οδηγίες του εγχειρίδιου *Guidance for the Use of Portable Changeable Message Signs in Work Zones*, [45] υπάρχουν τρεις κατηγορίες PCMS, ανάλογα το μέγεθος, την τοποθέτηση, τη μήτρα, τις λειτουργίες, την ενέργεια κτλ.

**Πίνακας 6** Σχέση κόστους αγοράς με τυπικές προδιαγραφές PVMS

Κόστος αγοράς(εύρος)	Τυπικές προδιαγραφές του PCMS
Γύρω στα 10\$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μικρότερο μέγεθος συνήθως ξεκινώντας από 2.5 ft πλάτος έως 5 ft ύψος)</li> <li>• Φορητό</li> <li>• Συνήθως τοποθετημένο σε φορτηγό</li> <li>• Μπορεί να έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της μπαταρίας λόγω της χαμηλότερης κατανάλωσης ρεύματος.</li> <li>• Μπορεί να περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά όπως πηγή ηλιακής ενέργειας.</li> </ul>
\$12.000-\$14.000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Χαρακτήρας ή γραμμή- μήτρα</li> <li>• Μεσαίο μέγεθος, συνήθως περίπου 8 ft (w) x 5 ft (h)</li> <li>• Περιλαμβάνει τις λειτουργίες, όπως ασύρματο έλεγχο μέσω κυψελοειδούς, μόντεμ ή κεραία.</li> </ul>
>= \$14.000-\$16.000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Γραμμική ή πλήρης μήτρα</li> <li>• Μεγαλύτερο μέγεθος, τυπικά περίπου 10 ft x 6 ft (h)</li> <li>• Συνήθως σε ρυμουλκούμενο</li> <li>• Με ηλιακή ενέργεια, περιλαμβανομένου και την ισχύ μπαταρίας</li> <li>• Καλύτερη ορατότητα και πιο ευανάγνωστο</li> <li>• Μπορεί να περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες: φρένα ρυμουλκούμενων, ευρεία γωνία θέασης, δυνατότητα αποθήκευσης μηνυμάτων, στοιχείο ραντάρ για τον υπολογισμό των ταχυτήτων του οχήματος, ασύρματο έλεγχο μέσω κυψελοειδούς, μόντεμ ή κεραία.</li> </ul>

## 7.10 Παραδείγματα χρήσης PVMS σχετικά με διαχείριση λωρίδας

### I. Περιγραφή ενός συστήματος τρέιλερ με την υπερκατασκευή και τις οθόνες led

#### α) Τρέιλερ

Σύμφωνα με την εταιρεία Top Vision [48], γίνεται χρήση ρυμουλκούμενου οχήματος για την κάλυψη των μη σταθερών οδικών πληροφοριακών αναγκών. Πρόκειται για ένα διαξονικό πλαίσιο (όχημα), μικτού φορτίου 2350 kg. Η μορφή του πλαισίου δύο αξόνων με ενσωματωμένο σύστημα αναδιπλούμενης ηλεκτρονικής πινακίδας πληροφόρησης, και σύστημα αδιάλειπτης λειτουργίας (γεννήτρια – συσσωρευτές) & φωτοβολταϊκά πάνελ για την ενημέρωση των οδηγών. Όσο αφορά το σύστημα φωτισμού και οπτικής το ρυμουλκούμενο όχημα είναι σύμφωνα με τον κώδικα οδικής κυκλοφορίας (Κ.Ο.Κ) της Ε.Ε. είναι εξοπλισμένο με: 1. Ηλεκτρική εγκατάσταση 2. Φανούς θέσης πίσω, ερυθρού χρώματος 3. Φανούς αλλαγής κατεύθυνσης (θέσης) πίσω, κίτρινου χρώματος 4. Φανούς στάθμευσης (θέσης) πίσω, ερυθρού χρώματος 5. Φανούς αριθ. Κυκλοφορίας πίσω, λευκού χρώματος. Τα φωτιστικά αυτά σημεία συνδέονται με επταπολική ζεύξη (Ρευματοδότη – Ρευματολήπτη) που με τους αντίστοιχους φανούς του ρυμουλκού πληροί τους όρους των άρθρων 73 & 80 του Κ.Ο.Κ. της Ε.Ε.

#### β) Υπερκατασκευή

Κατασκευή μεταλλικού υδραυλικού μηχανισμού, μεταφοράς και στήριξης πινακίδας (PVMS) και φωτοβολταϊκών πάνελ σε ρυμουλκούμενο όχημα. Όλος ο εξοπλισμός είναι κατασκευασμένος εξ ολοκλήρου από επιψευδαργυρωμένο χαλυβδοέλασμα St-37.2 πάχους 2mm και κοχλιωτικής συναρμολόγησης. Επισημαίνεται ότι δεν υπάρχει κανένα τμήμα της κατασκευής το οποίο είναι συγκολλημένο. Το αμάξωμα είναι σχεδιασμένο έτσι που να φέρει την βάση στήριξης με το μηχανισμό ανάκλησης με ασφάλεια και αξιοπιστία για ανύψωση των φωτοβολταϊκών πάνελ σε κατάλληλο ύψος. Όλος ο ηλεκτρολογικός και επικοινωνιακός εξοπλισμός που θα ενσωματώνεται και θα ανυψώνεται θα φέρει ειδικούς χώρους και ειδικά εξαρτήματα απελευθέρωσης και περισυλλογής των καλωδιοταινιών με τρόπο που να μην είναι ορατά. Εντός του δαπέδου σε ειδικά διαμορφωμένες κρύπτες θα τοποθετηθούν όλα τα παρελκόμενα για την αποθήκευση, τροποποίηση και μεταφορά της ενέργειας (συσσωρευτές μεταλλάκτες κτλ) που θα λαμβάνεται από τις διάφορες πηγές ενέργειας

#### γ) Ηλεκτρουδραυλικός Μηχανισμός

Ο μηχανισμός ανύψωσης και προβολής είναι αναδιπλούμενος. Η ανύψωση είναι μηχανική και λειτουργεί με κύκλωμα ανεξάρτητης λειτουργίας συνεχούς τάσης. Το σύστημα για την ανύψωση του ιστού που εμπεριέχει την πινακίδα (PVMS) και τα φωτοβολταϊκά πάνελ επιτυγχάνεται με την υποβοήθηση συστήματος

τηλεσκοπικής λειτουργίας. Το σύστημα εμπεριέχει, τα όργανα ελέγχου, το χειριστήριο εντολών & τους ανυψωτήρες.

δ ) Πινακίδα led 2 χρωμάτων pictogram και πινακίδα led ενός χρώματος



**Εικόνα 46** Εικόνες τρέιλερ με υπερκατασκευή για τοποθέτηση οθονών τύπου LED σε 2 όψεις

## II. Περιγραφή Κυκλοφορίας αντίθετης ροής με τη χρήση Pnms και ITPC σε Γέφυρα

Ο Χαλκιάς (2005), [49], αναλύει μια περίπτωση κυκλοφορίας αντίθετης ροής, που εφαρμόζεται σε ελληνικούς αυτοκινητόδρομους με τη χρήση PVMS, αλλά και με την πρόβλεψη τμημάτων ITPC, σε περίπτωση έκτακτων συμβάντων, όπως στη Γέφυρα Ρίου – Αντιρρίου. Αυτή καθαυτή η «φύση» της Γέφυρας, από την κατασκευή της, συνεπάγεται κάποιες ιδιαιτερότητες σε σχέση με ένα χερσαίο οδικό έργο. Η πρόσβαση στα περισσότερα σημεία της Γέφυρας είναι εφικτή μόνο μέσω της ίδιας της Γέφυρας. Δεν υπάρχουν παράπλευρες οδοί, πρηνή, άνω ή κάτω διαβάσεις. Η δυνατότητα τροποποίησης των κατασκευαστικών χαρακτηριστικών είναι πολύ περιορισμένη σε σύγκριση με έναν χερσαίο αυτοκινητόδρομο. Στη Γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου υπάρχει δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ των δύο κατευθύνσεων κυκλοφορίας σε περίπτωση ανάγκης, καθώς δεν υπάρχει σιδηροδρομικός διάδρομος στο μέσον. Κατά μήκος της Γέφυρας υπάρχουν (ανά 560μ κατά μέγιστο) ειδικά ανοίγματα έκτακτης ανάγκης (ITPC), τα

οποία μπορούν να ρυθμιστούν με σχετική ευκολία ώστε να επιτρέπουν την αναστροφή έκτακτης ανάγκης, την πρόσβαση οχήματος επέμβασης (π.χ. πυροσβεστικού, ασθενοφόρου, περιπολικού) στο άλλο ρεύμα ή την εφαρμογή κυκλοφορίας αντίθετης ροής (contraflow) ανάλογα με την περίπτωση. (εικόνα 47)



**Εικόνα 47** Κυκλοφορία αντίθετης ροής –Ειδικά ανοίγματα έκτακτης ανάγκης (ΙΤΡC) με τη βοήθεια φορητών VMS στη γέφυρα Ρίου- Αντίρριου

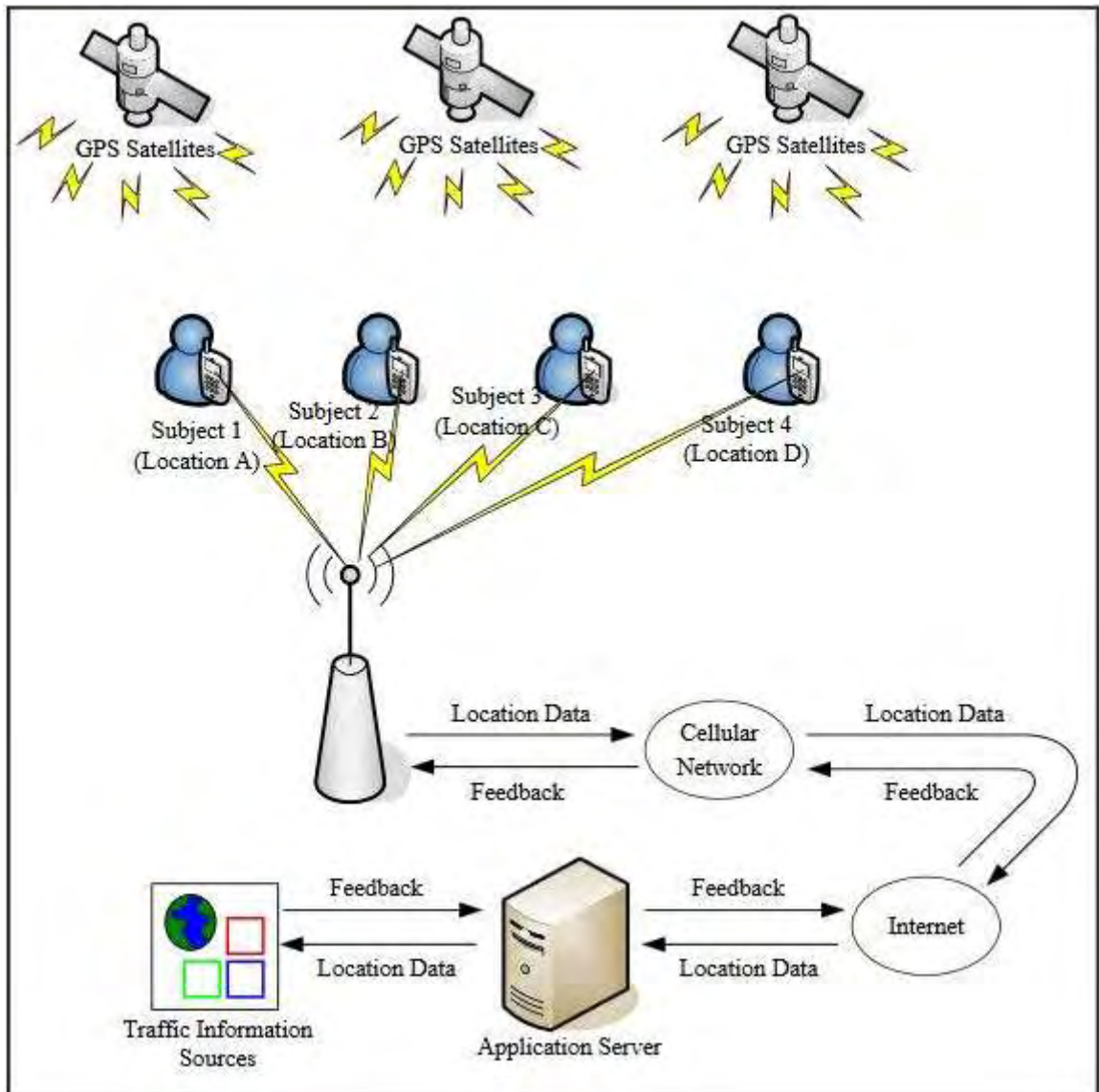
## 8.Σύγχρονες Τεχνολογίες VMS /DMS με VDMS

Σύμφωνα με τον Brian L. Smith et al. (2015),[50] τα DMS/VMS, σχεδιάζονται μέσω πληροφοριακών συστημάτων και παρέχουν πληροφορίες στους ταξιδιώτες σχετικά με την κυκλοφορία σε πραγματικό χρόνο, δίνοντας την επιλογή στον οδηγό να αποφασίσει την καλύτερη διαδρομή. Παρά την αποτελεσματικότητά τους, είναι δαπανηρά και περιορισμένα όσον αφορά την ποσότητα πληροφοριών. Η ευρεία διαθεσιμότητα έξυπνων κινητών συσκευών μπορεί να παρέχει πληροφορίες για ταξιδιώτες μέσω συσκευών οχημάτων (χωρίς να επιβαρύνονται με τεράστιο κόστος υποδομής) και με πιο ευέλικτο τρόπο σε άτομα και τοποθεσίες χωρίς γεωγραφικούς περιορισμούς. Σύμφωνα με τη Somitumo Electric [51], αλλά και με άλλες πρόσφατες μελέτες και έρευνες, στο μέλλον θα ενισχυθεί ο ρόλος των VDMS (Virtual dynamic messages signs), που χρησιμοποιούν εφαρμογές βασισμένες σε έξυπνες συσκευές για να ένα νέο σύστημα μετάδοσης σημαντικών πληροφοριών κυκλοφορίας στους χρήστες της οδού .

Σχετική έρευνα της Virtual Dynamic Message Sign Operational Field Testing, της συγγραφέως Brittany N. Hungate ' το 2015 ,[52] έδειξε πως υπάρχει θετική στάση απέναντι σε ένα VDMS τόσο από άποψη χρησιμότητας όσο και από άποψη ικανοποίησης. Η συγκεκριμένη έρευνα έδειξε ότι το 81% των χρηστών αντιλαμβάνονται το VDMS σαν ένα ασφαλή τρόπο πληροφορίας. Επιπλέον πολλοί οδηγοί αισθάνθηκαν ασφαλέστερα με ένα ακουστικό μήνυμα (66,70%) σε σχέση με την ανάγνωση ενός DMS.

Το αρχιτεκτονικό σύστημα του συγκεκριμένου VDMS απεικονίζεται στο σχήμα 18.Είναι σχεδιασμένο να επιτρέπει αμφίδρομη επικοινωνία ανάμεσα στο έξυπνο κινητό και τον διακομιστή .Τα πέντε κύρια στοιχεία του σχεδιασμού είναι :

- α)ο Πελάτης (με το κινητό τηλέφωνο) ,
- β)το δίκτυο κυψελοειδούς επικοινωνίας(cellular Network ) ,
- γ)το διαδίκτυο ,
- δ) ο διακομιστής και το DMS ,
- ε)υπηρεσίες web (πηγές πληροφορίας κυκλοφορίας)



**Σχήμα 18** Αρχιτεκτονικό σύστημα ενός VDMS.

Η λειτουργία εντοπισμού θέσης του έξυπνου κινητού, ενεργοποιείται, μόλις ενεργοποιηθεί η εφαρμογή και καθορίζει τη θέση του οχήματος σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Αυτά τα δεδομένα τοποθεσίας, μαζί με τις πληροφορίες χρόνου, αποστέλλονται πίσω στο διακομιστή μέσω του δικτύου. Το Διαδίκτυο είναι το τρίτο στοιχείο, μεταφοράς δεδομένων εφαρμογών μεταξύ του κυψελοειδούς δικτύου και του διακομιστή. Το επόμενο στοιχείο του σχεδιασμού του συστήματος, είναι ο διακομιστής που ελέγχει τις πληροφορίες θέσης σε πραγματικό χρόνο του κάθε οχήματος και στέλνει το σχετικό μήνυμα DMS πίσω στον χρήστη/οδηγό. Το τελευταίο στοιχείο είναι οι πηγές πληροφοριών κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο.

Αυτή η έρευνα έδειξε και κάποια άλλα συμπεράσματα για τα οφέλη της χρήσης αυτού του νέου συστήματος. Αυτά φαίνονται κυρίως στον Πίνακα 7 που ακολουθεί:

**Πίνακας 7** Οφέλη της χρήσης του νέου συστήματος

<b>Αποψη</b>	<b>Σύγκριση ανάμεσα στο VMS και VDMS</b>
Αντίληψη	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Για σύντομα μηνύματα και απλές συνθήκες αντίληψης δεν υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στο DMS και VDMS . Το VDMS έχει σημαντικά υψηλότερο ρυθμό κατανόησης όταν ο όγκος πληροφοριών είναι υψηλός ή όταν οι συνθήκες οδήγησης γίνονται περίπλοκες.</li> </ul>
Αντίδραση οδηγού	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ο χρόνος φρεναρίσματος με το VDMS είναι 0.39 δευτερόλεπτα μικρότερος από ότι το DMS υπο απλές και σύνθετες συνθήκες .</li> <li>• Οι σύνθετες συνθήκες οδήγησης αύξησαν σημαντικά τον χρόνο πέδησης με το DMS , ενώ ο χρόνος πέδησης δεν αυξήθηκε σημαντικά στην περίπλοκη οδήγηση με το VDMS.</li> </ul>
Δυσκολία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Το VDMS είχε ένα σημαντικά χαμηλότερο επίπεδο δυσκολίας για τους οδηγούς από το DMS , εκτός από τις απλούστερες συνθήκες.(μικρό όγκο πληροφόρησης και απλές συνθήκες οδήγησης ).</li> </ul>



## 9. Συμπεράσματα

- ✓ Η ανάγκη για την εξέλιξη των Ευφυών Συστημάτων Μεταφοράς, υπήρξε αρχικά από την ραγδαία αύξηση των οχημάτων κυρίως στις ΗΠΑ, ύστερα από τον 2<sup>ο</sup> Παγκόσμιο Πόλεμο. Απαραίτητη προϋπόθεση ήταν η εφαρμογή του έλεγχου και της πληροφόρησης μέσω τεχνολογίας.
- ✓ Για να αναπτυχθούν τα Ευφυή Συστήματα Μεταφοράς, πολλές χώρες συνεργάστηκαν και δημιούργησαν διεθνείς οργανισμούς, με τη βοήθεια ιδιωτικών και δημόσιων φορέων, ακαδημαϊκών ιδρυμάτων, ερευνητικών κέντρων και αποφάσεων Κρατών.
- ✓ Ένα από τα πιο σημαντικά και συνηθισμένα ITS είναι οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων VMS, που είναι συσκευές- πινακίδες ελέγχου κυκλοφορίας, που χρησιμεύουν στην ειδοποίηση ατυχήματος, στον χρόνο ταξιδιού, στην ενημέρωση συνθηκών συμφόρησης, στις εναλλακτικές διαδρομές, στις καιρικές συνθήκες, στην ειδοποίηση εργοταξιακών περιοχών, στα μεταβλητά όρια ταχύτητας, στην διαχείριση κυκλοφορίας μέσω μεταβλητών μηνυμάτων χρήσης λωρίδων κτλ.
- ✓ Ο σχεδιασμός τοποθέτησης VMS ακολουθεί σημαντικά βήματα, που πρέπει να ληφθούν υπόψη, όπως η συλλογή προκαταρκτικών δεδομένων, ο προσδιορισμός του τύπου VMS, ο καθορισμός της θέσης, πληροφορίες από την γύρω περιοχή κτλ.
- ✓ Υπάρχουν πολλά οδικά τμήματα που χρησιμοποιούνται τα VMS. Οι αυτοκινητόδρομοι, οι σήραγγες και οι γέφυρες είναι από τα πιο σημαντικά πεδία εφαρμογής. Εδώ παίζει σημαντικό ρόλο η ιεράρχηση και η προτεραιότητα μηνυμάτων των VMS, τα μεταβλητά όρια ταχύτητας, τα σήματα ελέγχου λωρίδας.
- ✓ Τα στρατηγικά σήματα μεταβλητών μηνυμάτων, παρέχουν μέσω των LUMS (Συστήματα διαχείρισης χρήσης λωρίδας), σημαντικές πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τη μείωση ταχύτητας ή για τον κλείσιμο μιας λωρίδας. Επίσης πολλές φορές τοποθετούνται σε μια γερανογέφυρα, μαζί με τα σήματα έλεγχου λωρίδας LUS και έχουν συγκεκριμένες προδιαγραφές μεγέθους και συμβόλων.
- ✓ Σε ένα αρτηριακό οδικό δίκτυο, η θέση τοποθέτησης VMS σχετίζεται με την ταχύτητα μελέτης, την απόσταση από άλλες πινακίδες καθώς και ο τύπος μεγέθους των πινακίδων. Τα RTIS (Real Time Information Systems), χρησιμοποιούνται πολλές φορές σε βασική αρτηρία πριν τον αυτοκινητόδρομο. Παρουσιάζουν πληροφορίες για τις κυκλοφοριακές συνθήκες στον αυτοκινητόδρομο ή ακόμα και την πληροφόρηση για ατύχημα, καιρικές συνθήκες κτλ.

- ✓ Υπάρχουν εναλλακτικά και τα RTIS σε απομακρυσμένες περιοχές (εκ των προτέρων), σε στρατηγικές θέσεις, έτσι ώστε να επιλέγονται εναλλακτικές διαδρομές αν οι οδηγοί το επιθυμούν και να αποφύγουν τα διόδια του αυτοκινητόδρομου.
- ✓ Στην ίδια κατηγορία ανήκουν και τα FCS που είναι τα λεγόμενα σήματα κατάστασης Αυτοκινητόδρομου που αποτελούνται από μια ηλεκτρική οθόνη εντός ενός σταθερού σήματος διεύθυνσης.
- ✓ Στις αστικές περιοχές υπάρχουν οι πινακίδες για την εύκολη καθοδήγηση στο κέντρο ή για την χωρητικότητα και τη θέση των parking. Επίσης ειδικά στο εξωτερικό είναι διαδεδομένα τα αστικά VMS με την ανίχνευση οχήματος και την επίδειξη μείωση ταχύτητας, ειδικά σε περιοχές με σχολεία.
- ✓ Σπουδαία χρησιμότητα έχουν τα αστικά VMS σε περιπτώσεις άμεσης ή έμμεσης προειδοποίησης ατυχήματος και την καθοδήγηση χρήσης εναλλακτικής διαδρομής.
- ✓ Τα VMS σε αεροδρόμια, εκτός από τις περιπτώσεις θέσεων parking, μπορούν να έχουν και πιο χρήσιμη εφαρμογή στην περίπτωση που ένα αεροδρόμιο, λόγω έκτακτων γεγονότων είναι κλειστό ή ακόμα και σε σπάνιες περιπτώσεις στις καθυστερήσεις αεροπλάνων κατά την προσέγγιση οχημάτων στο αεροδρόμιο.
- ✓ Τα φορητά VMS είναι διαδεδομένα στις εργοταξιακές περιοχές. Υπάρχουν ποικίλα PVMS, άλλα σε ρυμουλκούμενη βάση, άλλα πλαισιωμένα σε φορητό με διαφορετική παροχή ενέργειας κάθε φορά. Το περιεχόμενο του μηνύματος θα ρέπει με μια ή δυο φράσεις. Η τοποθέτηση επίσης είναι σημαντική, καθώς οι κανονισμοί πρέπει να τηρούνται.
- ✓ Τα VMS αν και πολύ σημαντικά, είναι δαπανηρά. Γίνεται προσπάθεια στο μέλλον με τον συνδυασμό των VDMS, δηλαδή των ηλεκτρονικών μεταβλητών μηνυμάτων και τη χρήση των κινητών συσκευών, να εξελιχθεί ένα νέο σύστημα μετάδοσης σημαντικών πληροφοριών κυκλοφορίας στους χρήστες της οδού χωρίς γεωγραφικούς περιορισμούς.

## 10.Βιβλιογραφία

- [1] ITS Progress Report for ITS (September 2014), Hellenic Ministry of Infrastructure, Transport and Network
- [2] Υπουργείο Υποδομών και μεταφορών, online reports at <http://www.yme.gov.gr/?getwhat=1&oid=1271&id=&tid=1357>
- [3] “Mobilizing Intelligent Transportation Systems” της GSMA Connected Living Programme σελίδα 6 @2015
- [4] European Commission (2017), *Transport themes - Intelligent transport systems -Road*, online reports at [https://ec.europa.eu/transport/themes/its/road\\_en](https://ec.europa.eu/transport/themes/its/road_en)
- [5] *History of Intelligent Transport system (2016) – The early History 1 (1-2)*
- [6] G .Nowacki (2012), *Development and Trandardization of Intelligent transport System, Development phases of ITS (404-407)*
- [7] World Road Association, Road Network Operations & Intelligent Transport Systems, online reports at <https://rno-its.piarc.org/en/network-control-traffic-management/traffic-control-measures>
- [8] United States Department of Transportation, online reports at <https://www.its.dot.gov/index.htm>
- [9] *History of Intelligent Transport system (2016)- The early History -Research and Technology Developments (4)*
- [10] Wisconsin Depart of Transport (2000), *Variable message signs 6*, (6-1), online reports at <http://www4.uwm.edu/cuts/itsdm/chap6.pdf>
- [11] CIVITAS (2007), *Suceava Variable message signs*, online reports at <http://civitas.eu/content/suceava-variable-message-signs>
- [12] M.Wardman, P .W.Bonsall και J.D .Shires (1996), *Driver response to variable message signs : a stated preference investigation*
- [13] *Guidelines for Variable Message Signs (October 2015)-Main Roads Western Australia*
- [14] Wisconsin Department Intelligent Transportation Systems (ITS) of Transportation (2000), *Variable message signs 6*, (6-3).
- [15] Virpi Anttil, Juha Luoma, Pirkko Raam, (2000), Transportation Research Part F *Visual Demand of bilingual signs displaying alternating text messages.*
- [16] *Intelligent transportation systems in Europe and in Japan, (2006).*

- [17] Highways Agency, (2011) *Highways Agency policy for the use of Variable Signs and Signals (VSS)* ,
- [18] Highways Agency, (2011), *signs and Signals policy guidance notes (8)*
- [19] Robert Gordon (2009 ) , “ Intelligent Freeway Transportations Systems” , *Design Considerations for CMS Locations*, ΗΠΑ
- [20] CALTRANS (2013), *Changeable message Signs* , location, chapter 2 (8)
- [21] Oregon Department of Transportation (June 2008), *Guidelines for the Operation of Variable Message Signs on State Highways ODOT* , *VMS Site Considerations (4)*
- [22] Wisconsin Department Intelligent Transportation Systems (ITS) of Transportation (6,-8)
- [23] Zhongren Wang, Hiep Nguyen, Chiu Liu ,(2015) *Placement Design of Changeable Message Signs on Curved Roadways*
- [24] Federal Highway Administration (2004) , *Changeable Message Sign Operation and Messaging Handbook*
- [25] Vicroads ( 2013) , *Managed Freeways* , Chapter 4, traveller information(41-53)
- [26] Mainroads Western Australia (2015) *Guidelines for Variable Message Signs*
- [27] VMS , online reports at [www.vmslimited.co.uk/downloads/MS3.pdf](http://www.vmslimited.co.uk/downloads/MS3.pdf)
- [28] VMS, online reports at <http://www.vmslimited.co.uk/ms4.htm>
- [29] Germà Bel, Jordi Rosell ,(2013) ,*Effects of the 80 km/h and variable speed limits on air pollution in the metropolitan area of Barcelona.*
- [30] A.J. Filtness, G. Larue, A. Schramm, J. Fulle, A. Rakotonirainy,C. Han,P. Cairney ,(2017) Transportation Research Part F, A driving simulator investigation- *Safety implications of co-locating road signs* .
- [31] VMS , online reports at [http://www.vmslimited.co.uk/tunnels\\_bridges.htm](http://www.vmslimited.co.uk/tunnels_bridges.htm)
- [32] Tsai-Yun Liao, Ta-Yin Hu, Wei-Ming Ho (2011), Tunnelling and Underground Space Technology, *Simulation studies of traffic management strategies for a long tunnel*
- [33] Enrico Ronchi, Daniel Nilsson , Henric Modig, Anders Lindgren Walter (2015), Applied Ergonomics, *Variable Message Signs for road tunnel emergency evacuations*
- [34] Vicroads ( 2013) , *Managed Freeways* , Chapter 2, *Lane use and incident management traveller information*
- [35] Conrad L. Dudek , (2001) , Variable Message Sign Operations Manual , *Module 16, Message designs example for incident :portable Vmss (16-page 2-22)*

- [36] Guidelines for Variable Message Signs (October 2015), *Chapter 3 Tactical Variable message signs*
- [37] Guidelines for Variable Message Signs (October 2015), *Chapter 4 Arterial Road variable message signs*
- [38] Managed Freeway Guidelines (August 2014), *Real Time Information Signs (14)*
- [39] K.Chatterjee, N.B.Hounsel, P.E. Firmin, P.W.Bonsall (2000) – Transportation Research part C- ‘*Driver response to variable message sign information in London*’
- [40] VMS, online reports at <http://www.vmslimited.co.uk/carpark.ht>
- [41] VMS, online reports at <http://www.vmslimited.co.uk/pegasus.htm>
- [42] VMS, online reports at <http://www.vmslimited.co.uk/vas.htm>
- [43] Highway Agency (2011), Strategic signs policy requirements, *multi modal Legends*
- [44] ITS Progress Report for Greece (2014), Athens TMC (26-29)
- [45] Federal Highway Administration (2013), *Guidance for the Use of Portable Changeable Message Signs in Work Zones*.
- [46] Oregon Department of Transportation (June 2008), Guidelines for the Operation of Variable Message Signs on State Highways ODOT, *portable vms (3)*
- [47] CALTRANS (2013), *Changeable message Signs*, equipments, chapter 4 (23)
- [48] Top vision – τεχνική προσφορά για τρέιλερ και υπερκατασκευή Πληροφορίες από την top vision-ηλεκτρονικά συστήματα – πινακίδες led <http://www.topvision.com.gr/>
- [49] Β. Χαλκιάς, (2005), Διαχείριση Συμβάντων σε αυτοκινητόδρομους με παραχώρηση. Η περίπτωση της Αττικής οδού και της γέφυρας Ρίου Αντιρρίου
- [50] Brian L. Smith, Thomas Dingus, Jiaqi Ma, Hyungjun Park, (2015), Connected Vehicle/Infrastructure, *Utc Prototyping and evaluating smartphone*
- [51] Somitumo Electric, online reports at <http://globalsei.com/its/products/utms.html>
- [52] Brittany N. Hungate, (2015), Virtual Dynamic Message Sign Operational Field Testing