

ΚΑΘΕΤΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΟΔΩΝ-ΠΙΝΑΚΙΔΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ (VMS)

4.1 Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάστηκαν διεξοδικά οι συμβατικές πινακίδες κάθετης σήμανσης των οδών και τονίστηκε ο καθοριστικός τους ρόλος στην ασφάλεια και λειτουργικότητα του οδικού δικτύου. Βασικό χαρακτηριστικό, όμως, των εν λόγω συστημάτων -χωρίς να υποβαθμίζεται σε καμία περίπτωση ο ρόλος τους- είναι ότι το μήνυμα που παρουσιάζουν στον οδηγό είναι πάντα σταθερό, οπότε αναγκαστικά αφορά αποκλειστικά και μόνο στην κατάσταση της οδικής υποδομής και των μόνιμων κυκλοφοριακών ρυθμίσεων που επιβάλλονται. Για παράδειγμα, μπορούν να δοθούν προειδοποιήσεις για επικίνδυνες θέσεις της χάραξης μίας οδού ή για τις σταθερές κατευθύνσεις ενός κόμβου, ή να επισημανθούν οι, επίσης μόνιμες, κυκλοφοριακές ρυθμίσεις σε μία θέση.

Τα τελευταία χρόνια η εξέλιξη της τεχνολογίας και της τηλεματικής, σε συνδυασμό με την υιοθέτηση της φιλοσοφίας διαχείρισης των οδικών δικτύων, επέτρεψαν την ανάπτυξη νέων συστημάτων κάθετης σήμανσης, που έρχονται να λειτουργήσουν συμπληρωματικά στο πεδίο των συμβατικών πινακίδων, ικανοποιώντας την ανάγκη για, κατά περίπτωση, πιο ευέλικτη και καιρία σήμανση. Τα συστήματα αυτά είναι γνωστά ως *Συστήματα Μεταβλητής Σήμανσης*, οι δε πινακίδες ως *Πινακίδες Μεταβλητών Μηνυμάτων (VMS-Variable Message Signs)*. Χαρακτηριστικό της μεταβλητής σήμανσης είναι ότι δεν δεσμεύεται σε κάποιο σταθερό μήνυμα, αλλά μπορεί να σημάνει οποιοδήποτε μήνυμα είναι επιθυμητό, αρκεί να πληρούνται κάποιες βασικές αρχές, και βέβαια όσο επιτρέπει η διαμόρφωση της κατά περίπτωση χρησιμοποιούμενης πινακίδας.

Έτσι, μπορεί, για παράδειγμα, να εφαρμοστεί μεταβλητή σήμανση σε εισόδους σιράγγων για ενημέρωση σχετικά με την κατάσταση που επικρατεί στο εσωτερικό τους, σε υπεραστικές οδούς για ενημέρωση σχετικά με κυκλοφοριακές συνθήκες, εργασίες και ατυχήματα που έπονται, σε αστικές αρτηρίες για πληροφόρηση σχετικά με τη συμφόρηση του δικτύου και τις προτεινόμενες διαδρομές, και, εν γένει, όπου επιθυμείται ενημέρωση και ειδοποίηση του οδηγού σε πραγματικό χρόνο.

Οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (VMS), που αποτελούν την αιχμή του δόρατος σε ένα σύστημα μεταβλητής σήμανσης, είναι κατ' ουσία οθόνες που μπορούν να απεικονίζουν γράμματα, αριθμούς και σύμβολα, συνθέτοντας τα προκαθορισμένα μηνύματα, και τοποθετούνται συνήθως επάνω από την οδό. Οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων συναντώνται στη βιβλιογραφία και ως *CMS (Changeable Message Signs)* ή *DMS (Dynamic Message Signs)*, λόγω, ακριβώς, της παρεχόμενης δυνατότητας να απεικονίζουν μηνύματα που μπορούν να μεταβάλλονται με δυναμικό και άμεσο τρόπο, καθοριζόμενα από κάποιο κέντρο ελέγχου.

Τέλος, αξίζει να τονιστεί ότι η μεταβλητή σήμανση είναι μία νέα τεχνική στα πλαίσια της διαχείρισης της κυκλοφορίας, η οποία εν γένει βρίσκεται ακόμη στα πρώτα της βήματα, σε όλον τον κόσμο. Κατά συνέπεια, δεν υπάρχει ακόμη ενιαία

στρατηγική αντιμετώπισης του προβλήματος της εφαρμογής, τοποθέτησης και επιβολής τεχνικών προδιαγραφών στον εν λόγω χώρο.

4.2 Πεδίο εφαρμογής

Ένα από τα προβλήματα που απορρέουν από την προαναφερθείσα στην Εισαγωγή νεανικότητα των συστημάτων μεταβλητής σήμανσης είναι και το γεγονός της έλλειψης εξοικείωσης των οδηγών με τις πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων. Αυτό καθιστά την εφαρμογή των εν λόγω πινακίδων μία αρκετά ευαίσθητη διαδικασία, καθώς είναι άγνωστος ο βαθμός κρισιμότητας των μηνυμάτων που μπορούν να σημειωθούν, δεδομένου ότι οι οδηγοί, για παράδειγμα, μπορεί να μην λάβουν σοβαρά υπόψη το μήνυμα, ή και να μην το προσέξουν καθόλου. Η μορφή της πινακίδας και η νέα επικοινωνιακή τεχνική, με νέα σύμβολα και με ολόγραφα μηνύματα, είναι μία πρωτόγνωρη, για τους χρήστες της οδού, προσέγγιση της σήμανσης.

Έτσι, οι διάφοροι φορείς που είναι κατά περίπτωση επιφορτισμένοι με την τοποθέτηση και διαχείριση συστημάτων μεταβλητής σήμανσης επιχειρούν να τυποποιήσουν το πεδίο τόσο της εφαρμογής, όσο και της μη εφαρμογής μεταβλητών σημάτων. Αν και κάθε ένας από αυτούς τους φορείς -ακόμη και μέσα στο ίδιο κράτος- έχει καταλήξει στα δικά του πρότυπα εφαρμογής, που εξαρτώνται από τα τοπικά δεδομένα και τη φιλοσοφία που ακολουθείται, σε γενικές γραμμές μία κοινή διερεύνηση μπορεί να καταλήξει στο ότι ***ο σκοπός της εφαρμογής μεταβλητής σήμανσης είναι η προειδοποίηση των οδηγών σχετικά με απρόσμενες κυκλοφοριακές, οδικές και περιβαλλοντικές συνθήκες, με την παροχή κατάλληλων, καίριων και μη δεσμευμένων πληροφοριών.***

Παραδείγματα περιπτώσεων που η μεταβλητή σήμανση μπορεί να αποβεί ***αποτελεσματική*** είναι [30]:

- Περιορισμοί και μεταβολές στη χάραξη και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού, καθώς και στις επιφανειακές συνθήκες του οδοστρώματος.
- Δυσμενείς συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης και καθυστερήσεων.
- Αναγγελίες τρεχουσών ή προγραμματισμένων για το εγγύς μέλλον εργασιών κατασκευής ή συντήρησης.
- Πληροφόρηση για παρακάμψεις και εναλλακτικές διαδρομές.
- Προειδοποιήσεις για δυστυχήματα και πάσης φύσεως συμβάντα που επηρεάζουν την κυκλοφορία και την ασφάλεια στην οδό.
- Προειδοποιήσεις για εξαιρετικά δυσμενή καιρικά φαινόμενα.
- Πληροφορίες σχετικά με χρόνους διαδρομής.
- Πληροφόρηση ***σε πραγματικό χρόνο*** σχετικά με τις κυκλοφοριακές συνθήκες.

Αντίθετα, η εφαρμογή μεταβλητής σήμανσης ***αντενδείκνυται*** και θα πρέπει να αποφεύγεται στις εξής περιπτώσεις [30]:

- Για αντικατάσταση πάσης φύσεως συμβατικού συστήματος οριζόντιας ή κατακόρυφης σήμανσης, όπως συμβατικές πινακίδες ή διαγραμμίσεις.
- Για διαφημίσεις.
- Για μετάδοση γενικής φύσεως, αυτονόητων ή αχρείαστων για τον οδηγό μηνυμάτων (όπως, για παράδειγμα, μηνύματα καλωσορίσματος σε πόλεις ή για προειδοποίηση βροχής).

- Για απεικόνιση ημερομηνίας, ώρας και θερμοκρασίας.
- Για μετάδοση δοκιμαστικών μηνυμάτων.

Τονίζεται η εξαιρετική σημασία της πρώτης από τις προαναφερθείσες αντενδείξεις, που αφορά στην αποφυγή αντικατάστασης συμβατικής σήμανσης, καθώς από τα όσα εκτέθηκαν παραπάνω είναι φανερό ότι ο προσανατολισμός της μεταβλητής σήμανσης είναι διαφορετικός από το πεδίο της αντίστοιχης συμβατικής. Ξεκαθαρίζεται ότι μία οδός θα πρέπει πρωτίστως να σημαίνεται ορθά με σταθερή σήμανση, η δε μεταβλητή να έρχεται να λειτουργήσει εντελώς συμπληρωματικά, και κατά τρόπο ώστε η οδός να είναι όσο ασφαλής και λειτουργική απαιτείται, χωρίς την απαραίτητη εφαρμογή της τελευταίας.

4.3 Τεχνικά στοιχεία εγκαταστάσεων πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων

Οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων είναι οι τερματικές συσκευές ενός συστήματος μεταβλητής σήμανσης, αποτελώντας το μοναδικό και κρίσιμο μέσο αλληλεπίδρασης του οδηγού με αυτό. Κατά συνέπεια, τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εκάστοτε εφαρμοζόμενης πινακίδας είναι και αυτά που καθορίζουν την ποιότητα της σήμανσης.

Μία επιτόπια εγκατάσταση πινακίδας μεταβλητών μηνυμάτων περιλαμβάνει, εκτός από την πινακίδα, τη *διάταξη στήριξης* της, το *κουτί ελέγχου* της σήμανσης, το *δίαιλο επικοινωνίας* με το κέντρο ελέγχου και, βέβαια, την *ηλεκτρική εγκατάσταση*.

4.3.1 Είδη πινακίδων μεταβλητής σήμανσης και θέση τους στην οδό

Οι πινακίδες μεταβλητής σήμανσης διακρίνονται σε *σταθερές* και *φορητές (PVMS-Portable VMS)*. Οι πρώτες καλύπτουν όλες τις συνήθεις περιπτώσεις που έχουν προαναφερθεί, ενώ οι δεύτερες εφαρμόζονται σε περιπτώσεις που απαιτείται προσωρινή μεταβλητή σήμανση.



Εικόνα 4.1: Πινακίδα VMS σε γέφυρα σήμανσης επάνω από το οδόστρωμα.



Εικόνα 4.2: Πινακίδα VMS δίπλα από την οδό.

Η θέση των πινακίδων μεταβλητής σήμανσης είναι είτε, συνήθως, σε βραχίονες στήριξης ή γέφυρες υπεράνω της οδού, **Εικόνα 4.1**, είτε δίπλα από αυτήν, **Εικόνα 4.2**. Οι φορητές πινακίδες τοποθετούνται στο πλάι της οδού, ή και επάνω σε υπηρεσιακά οχήματα. Εκτενέστερα στοιχεία σχετικά με την τοποθέτηση των πινακίδων μεταβλητής σήμανσης παρατίθενται στην **Παράγραφο 4.4**.

4.3.2 Πινακίδες και διατάξεις στήριξης

Η συσκευή της πινακίδας περιλαμβάνει την οθόνη απεικόνισης μαζί με το προστατευτικό της περίβλημα και τα συστήματα εξαερισμού. Οι οθόνες απεικόνισης είναι ευαίσθητα μηχανικά ή ηλεκτρομαγνητικά μέσα, τα οποία είναι επιφορτισμένα με την προβολή στην κυκλοφορία του εκάστοτε μηνύματος. Ως εκ τούτου, υπάρχει ανάγκη για επιμελή παρακολούθηση και συντήρησή τους. Περισσότερα σχετικά με τις οθόνες απεικόνισης παρατίθενται στις **Υποπαραγράφους 4.3.3 και 4.3.4**.

Το περίβλημα της πινακίδας πρέπει να παρέχει επαρκή προστασία από σκόνη, υγρασία, χιόνι και έντομα, διαθέτοντας ταυτόχρονα μία αποδεκτή αισθητική. Το συνηθέστερο υλικό κατασκευής είναι το αλουμίνιο, με μαύρη επικάλυψη. Για την προστασία από υπερθέρμανση, το περίβλημα πρέπει να διαθέτει σχισμές εξαερισμού με προστατευτικά φίλτρα, καθώς και ανεμιστήρες ρυθμιζόμενους από θερμοστάτη, ενώ για την απορροή τυχόν εισρεόντων υδάτων μπορεί να υπάρχουν οπές στη βάση της πινακίδας. Μπροστά από την οθόνη απεικόνισης, οι πινακίδες φέρουν σκούρο διαφανές ακρυλικό ή πολυκαρβονικό φύλλο, κατάλληλα επεξεργασμένο κατά της υπεριώδους ακτινοβολίας και με αντιθαμβωτική επικάλυψη. Το φύλλο αυτό μπορεί να είναι και θερμαινόμενο, για την παρεμπόδιση σχηματισμού πάγου επάνω στην επιφάνειά του.

Τέλος, οι διατάξεις στήριξης των πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων δεν διαφέρουν από τις αντίστοιχες των συμβατικών πινακίδων σταθερής σήμανσης (βλ. **Κεφάλαιο 3**), απλά σημειώνεται ότι σε πολλές περιπτώσεις οι εν λόγω διατάξεις περιλαμβάνουν και πλατφόρμες για την πρόσβαση προσωπικού συντήρησης στην πινακίδα.

4.3.3 Τεχνολογίες απεικόνισης μηνυμάτων

Οι εφαρμοζόμενες τεχνολογίες για την απεικόνιση των μηνυμάτων στις πινακίδες VMS είναι οι ακόλουθες:

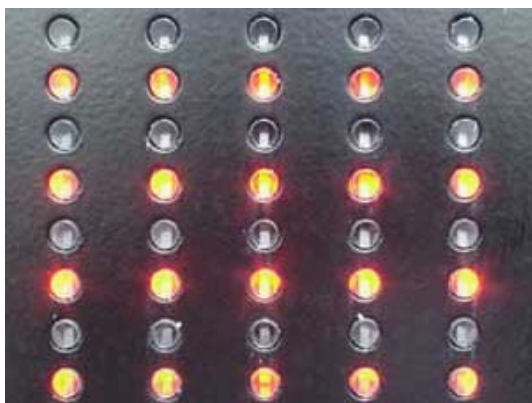
- **Περιστρεφόμενοι δίσκοι (flip disk):** Το μήνυμα συντίθεται με τη βοήθεια κυκλικών, τετραγωνικών ή ορθογωνικών δίσκων, οι οποίοι στη μία τους πλευρά φέρουν φωσφορίζουσα αντανακλαστική επικάλυψη. Για το σχεδιασμό των χαρακτήρων περιστρέφονται οι κατάλληλοι δίσκοι, ενώ οι υπόλοιποι μένουν στραμμένοι με τη μαύρη τους όψη. Βασικό μειονέκτημα αυτής της μεθόδου απεικόνισης είναι το ότι η πινακίδα δεν είναι αυτόφωτη, οπότε κατά τη διάρκεια της νύχτας είναι επιθυμητός ο εξωτερικός φωτισμός της. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της τεχνολογίας αποτελούν οι πινακίδες δρομολογίου επάνω στα λεωφορεία του ΟΑΣΘ.
- **Δίοδοι τύπου LED:** Σε αυτήν την περίπτωση, κάθε εικονοστοιχείο (pixel) της οθόνης της πινακίδας συντίθεται από μία ή περισσότερες λυχνίες LED, οι οποίες φωτοβολούν όταν διαρρέονται από ηλεκτρική ενέργεια, και οι οποίες μπορεί να είναι κόκκινου, κίτρινου, πράσινου ή λευκού χρώματος. Στην **Εικόνα 4.3** δίνεται μία πινακίδα με διόδους LED.



Εικόνα 4.3: Πινακίδα Μεταβλητών Μηνυμάτων με διόδους LED.

- **Οπτικές ίνες (fiber optics):** Η τεχνολογία αυτή αξιοποιεί δέσμες οπτικών ινών, τοποθετημένων ανάμεσα σε κάθε εικονοστοιχείο (pixel) της οθόνης, που φωτίζονται από λαμπτήρα. Ένας μεμονωμένος λαμπτήρας χρησιμοποιείται για να φωτίσει πολλά γειτονικά εικονοστοιχεία ταυτόχρονα, οπότε για τον έλεγχο της φωτοβολίας κάθε μεμονωμένου εικονοστοιχείου, καθένα από αυτά καλύπτεται από ένα κλείστρο. Έτσι, στην πραγματικότητα όλα τα εικονοστοιχεία είναι πάντοτε ενεργοποιημένα και απλώς ανοίγουν τα κατάλληλα κλείστρα για τη διαμόρφωση του μηνύματος.
- **Υβριδικές τεχνολογίες:** Συνδυάζεται η εφαρμογή περιστρεφόμενων δίσκων με διόδους LED ή οπτικές ίνες. Κάθε δίσκος έχει μία οπή στο κέντρο του για τη διέλευση του φωτός, το οποίο παράγεται από τη λυχνία LED ή το σύστημα οπτικών ινών. Όταν το εικονοστοιχείο είναι ενεργοποιημένο, ο δίσκος είναι στραμμένος με την αντανακλαστική του πλευρά προς την κυκλοφορία, ενώ επιτρέπεται η διέλευση του φωτός από την οπή. Με την απενεργοποίηση του εικονοστοιχείου ο δίσκος περιστρέφεται κατά τέτοιον τρόπο, ώστε να αποτρέπει τη διέλευση του φωτός.

Η εφαρμογή μέχρι σήμερα των διαφόρων τεχνολογιών απεικόνισης καταδεικνύει τη σταδιακή επικράτηση των διόδων LED, είτε αυτούσιων, είτε σε υβριδικό σύστημα μαζί με περιστρεφόμενους δίσκους. Επιπλέον, έχουν αναπτυχθεί και συστήματα LED με ικανότητα απεικόνισης δύο διαφορετικών χρωμάτων για κάθε εικονοστοιχείο (dual colour LED matrix), που αναβαθμίζουν τις δυνατότητες απεικόνισης της πινακίδας, **Εικόνες 4.4 και 4.5**, καθώς και πλήρως έγχρωμες οθόνες, με τεχνολογία διαφορετική, πλέον, από τις προαναφερθείσες.



Εικόνα 4.4: Λεπτομέρεια από σύστημα απεικόνισης dual colour LED.



Εικόνα 4.5: Εφαρμογή του συστήματος dual colour LED.

Στον **Πίνακα 4.1** γίνεται μία ενδεικτική σύγκριση μεταξύ των τεσσάρων συνηθέστερων τεχνολογιών που περιγράφηκαν παραπάνω.

Πίνακας 4.1: Σύγκριση εφαρμοζόμενων τεχνολογιών απεικόνισης σε Πινακίδες Μεταβλητών Μηνυμάτων [31].

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

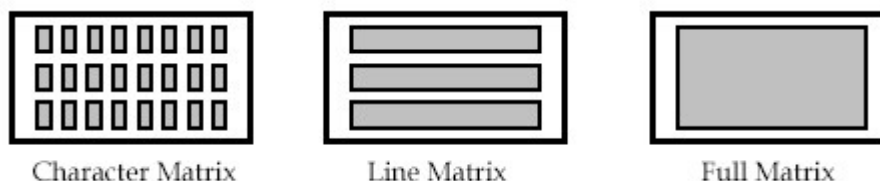
4.3.4 Διατάξεις ταξινόμησης εικονοστοιχείων

Για την ταξινόμηση επάνω στην οθόνη (matrix) των εικονοστοιχείων που ενεργοποιούνται προς σχηματισμό του μηνύματος, μπορούν να εφαρμοστούν οι παρακάτω διατάξεις:

- **Διάταξη χαρακτήρα (character matrix):** Τα εικονοστοιχεία ομαδοποιούνται ανά χαρακτήρα που απεικονίζεται, δηλαδή αυτές οι οθόνες μπορούν ουσιαστικά να απεικονίσουν μόνο κείμενο και αριθμούς. Συνήθως υπάρχουν μέχρι τρεις γραμμές κειμένου, με αριθμό στοιχείων ανά γραμμή ποικίλο από 8 έως 16 στοιχεία. Τέτοιου είδους οθόνη είναι αυτή της **Εικόνας 4.3**.
- **Διάταξη γραμμής (line matrix):** Τα εικονοστοιχεία ομαδοποιούνται ανά γραμμή κειμένου, υπάρχει, δηλαδή, διαχωρισμός μόνο μεταξύ των γραμμών. Και σε αυτήν την περίπτωση διατίθενται συνήθως μέχρι τρεις γραμμές.
- **Διάταξη πλήρους οθόνης (full matrix):** Σε αυτήν την περίπτωση δεν υπάρχει κανένας περιορισμός από ομαδοποίηση των εικονοστοιχείων.

Οι επιμέρους διατάξεις φαίνονται στην **Εικόνα 4.6**. Ουσιαστικά, στις δύο πρώτες διατάξεις υπάρχει περιορισμός ως προς το δυνατό μέγεθος των χαρακτήρων, ενώ στη διάταξη χαρακτήρα υπάρχει επιπλέον περιορισμός και ως προς τον αριθμό τους. Στη διάταξη πλήρους οθόνης δεν υπάρχει περιορισμός στο μέγεθος ή στο διαθέσιμο αριθμό χαρακτήρων, ενώ είναι δυνατόν να απεικονίζονται και γραφικά,

κάτι που καθιστά τις εν λόγω οθόνες ιδιαίτερα ευέλικτες. Ωστόσο, οι δύο πρώτοι τύποι εξακολουθούν να είναι πάντα στο προσκήνιο, καθώς ούτως ή άλλως σε πολλές περιπτώσεις μεταβλητής σήμανσης δεν υπάρχει απαίτηση για κάτι παραπάνω από κείμενο, και μάλιστα σύντομο.



Εικόνα 4.6: Οι τρεις δυνατές διατάξεις ταξινόμησης εικονοστοιχείων σε πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων.

4.3.5 Σύστημα αυτόματης ρύθμισης φωτεινής έντασης (dimming)

Καθώς οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων καλούνται να λειτουργήσουν αποτελεσματικά, όντας ορατές στον οδηγό κάτω από ένα ευρύ φάσμα συνθηκών ορατότητας και φωτισμού, κάθε πινακίδα εφοδιάζεται με ένα ειδικό σύστημα που ρυθμίζει αυτόματα τη φωτεινή ένταση της απεικόνισης. Τη δυνατότητα αυτή, βέβαια, μπορούν να παρέχουν μόνο οι οθόνες με διόδους LED.

Το σύστημα αποτελείται από μία σειρά φωτοηλεκτρικών αισθητήρων, τοποθετημένων στο εμπρός, πίσω και άνω μέρος της πινακίδας, ώστε να γίνεται ανά πάσα στιγμή αισθητή η ένταση του περιβάλλοντος φωτισμού και η θέση του ήλιου. Οι εν λόγω αισθητήρες θα πρέπει να τοποθετούνται σε στεγανά σημεία και να έχουν τη δυνατότητα να μην φθείρονται από τη συνεχή έκθεσή τους στο άμεσο ηλιακό φως.

Οι ενδείξεις των αισθητήρων αποστέλλονται συνεχώς στο κουτί ελέγχου της εγκατάστασης, το οποίο αποτελεί τον τοπικό σταθμό επεξεργασίας της πινακίδας, και το οποίο αποφασίζει για την υιοθέτηση του κατάλληλου επιπέδου φωτεινής έντασης της σήμανσης. Συνήθως η οθόνη παρέχει τη δυνατότητα για έναν ορισμένο αριθμό διαδοχικών διακριτών φωτεινών εντάσεων.

4.3.6 Κουτί ελέγχου και επικοινωνίες

Το **κουτί ελέγχου** αποτελεί το ηλεκτρονικό κέντρο επεξεργασίας σε μία εγκατάσταση πινακίδας μεταβλητών μηνυμάτων, που είναι επιφορτισμένο με τη διαρκή ρύθμιση του περιεχομένου της οθόνης απεικόνισης της πινακίδας. Το εν λόγω κουτί περιέχει ένα μικροϋπολογιστικό σύστημα, το οποίο μπορεί να χειριστεί το υπεύθυνο προσωπικό **είτε επί τόπου, είτε από το απομακρυσμένο κέντρο ελέγχου**, μέσω κατάλληλου τηλεπικοινωνιακού διαύλου.

Για τον **επιτόπιο χειρισμό** της σήμανσης, το κουτί ελέγχου περιλαμβάνει ένα πληκτρολόγιο και μία οθόνη, μαζί με το κατάλληλο λογισμικό διαχείρισης του συστήματος. Το σύστημα έχει συνήθως μία σειρά από εργοστασιακά αποθηκευμένα μηνύματα, οπότε μπορεί να επιλεγεί από το χειριστή η απεικόνιση κάποιου από αυτά, ή ο προγραμματισμός της διαδοχής κάποιων από αυτά. Επίσης, μέσω του πληκτρολογίου είναι δυνατή η σύνθεση και αποθήκευση νέων μηνυμάτων, ενώ παρέχεται και δυνατότητα σύνδεσης με συνήθη υπολογιστή, για εύκολη εισαγωγή προαποθηκευμένων εκεί μηνυμάτων. Επίσης, το σύστημα παρέχει στον επιτόπιο χειριστή τη δυνατότητα να ρυθμίσει ο ίδιος το επίπεδο φωτεινής έντασης (dimming)

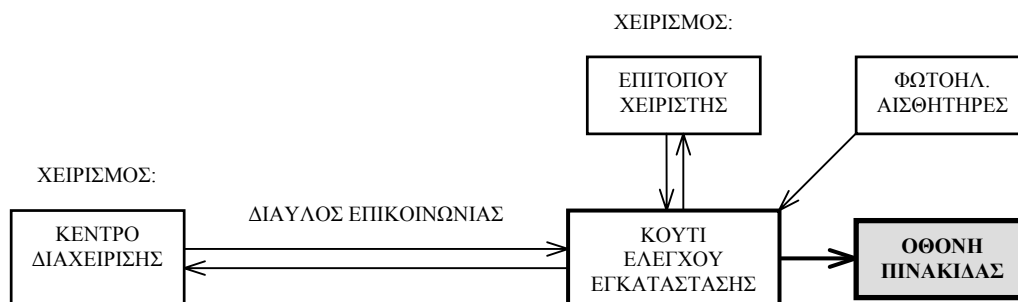
των ενδείξεων της πινακίδας, ενώ υπάρχει και αυτοδιαγνωστικό πρόγραμμα για την παρακολούθηση της σωστής λειτουργίας της οθόνης.

Το κουτί ελέγχου τοποθετείται σε σημείο και ύψος που να επιτρέπει εύκολη πρόσβαση και χειρισμό από το προσωπικό χειρισμού. Σε αστικές και συνήθεις υπεραστικές οδούς, λόγω αναγκαστικών περιορισμών η θέση αυτή είναι συνήθως δίπλα από την πινακίδα, συχνά δε και επάνω σε κάποιο κατακόρυφο στοιχείο της διάταξης στήριξής της. Σε αυτοκινητοδρόμους προτείνεται η τοποθέτησή του έξω από την παράπλευρη ελεύθερη ζώνη, και σε μία απόσταση της τάξης των 30 m από την πινακίδα [31], ώστε αυτή να είναι άμεσα ορατή από το χειριστή. Αποστάσεις μεγαλύτερες της προαναφερθείσας, ωστόσο, θα πρέπει να αποφεύγονται, λόγω επικοινωνιακών δυσχερειών μεταξύ του κουτιού ελέγχου και της πινακίδας.

Όλα όσα αναφέρθηκαν σχετικά με τον επιτόπιο χειρισμό της πινακίδας μέσω του κουτιού ελέγχου της εγκατάστασης θα πρέπει να ισχύουν και για τη **διαχείρισή της και από απόσταση**, ήτοι από το **απομακρυσμένο κέντρο ελέγχου**. Ούτως ή άλλως, όπως τονίστηκε και στην Εισαγωγή, αυτή είναι και η πεμπτουσία της μεταβλητής σήμανσης, ο έλεγχος, δηλαδή, του μεταβλητού σήματος από ένα κέντρο που συλλέγει ανά πάσα στιγμή τα απαραίτητα στοιχεία και προβαίνει στη διαχείριση της κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο. Έτσι, είναι παρομοίως δυνατή από το απομακρυσμένο κέντρο ελέγχου η επιλογή του σήματος που θα απεικονιστεί, η αποστολή νέων μηνυμάτων, η επιλογή του επιπέδου φωτεινής έντασης και η παρακολούθηση της κατάστασης της πινακίδας. Τονίζεται ότι σε αυτήν την περίπτωση της διαχείρισης από απόσταση δεν λαμβάνει χώρα άμεσος έλεγχος της πινακίδας από το απομακρυσμένο κέντρο, παρακάμπτοντας το κουτί ελέγχου της επιτόπιας εγκατάστασης, αλλά ο έλεγχος εξακολουθεί να πραγματοποιείται από το τελευταίο. Το απομακρυσμένο κέντρο απλώς αποστέλλει εντολές στο κουτί ελέγχου, το οποίο αναλαμβάνει να τις εκτελέσει, ενώ ακόμη και στην περίπτωση που επιθυμείται η προβολή ενός νέου μηνύματος που δεν υπάρχει αποθηκευμένο στο κουτί, πρώτα αποστέλλεται και αποθηκεύεται το μήνυμα σε αυτό και στη συνέχεια αιτείται από το απομακρυσμένο κέντρο η προβολή του.

Ασφαλώς, για την πραγματοποίηση της εν λόγω διαχείρισης της πινακίδας μεταβλητών μηνυμάτων από απόσταση είναι απαραίτητη η ύπαρξη κάποιου **διαύλου επικοινωνίας** μεταξύ του κουτιού ελέγχου και του απομακρυσμένου κέντρου διαχείρισης. Για το σκοπό αυτό μπορεί να αξιοποιηθεί μία κοινή τηλεφωνική γραμμή σταθερής ή κινητής τηλεφωνίας, δηλαδή επίγειου ή κυψελικού τύπου αντίστοιχα, ή και ενδεχόμενη ιδιωτική γραμμή συνήθους ή ομοαξονικού καλωδίου, οπτικών ινών ή ασύρματης ραδιοεπικοινωνίας.

Στην **Εικόνα 4.7** παρατίθεται το διάγραμμα αλληλεπιδράσεων κατά τη λειτουργία και διαχείριση μίας πινακίδας μεταβλητής σήμανσης.



Εικόνα 4.7: Διάγραμμα αλληλεπιδράσεων κατά τη λειτουργία και διαχείριση μίας πινακίδας μεταβλητής σήμανσης.

4.4 Τοποθέτηση πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων

Όπως αναφέρθηκε και στην Υποπαράγραφο 4.3.1, οι πινακίδες μεταβλητής σήμανσης τοποθετούνται υπεράνω της οδού ή δίπλα από αυτήν. Η συνήθης πρακτική επιβάλλει για λόγους ορατότητας την τοποθέτησή τους κατά την πρώτη έννοια, οπότε συνήθως δίπλα από την οδό συναντώνται μόνο φορητές πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (PVMS).

Αν και σε σχέση με τις αντίστοιχες συμβατικές, οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων έχουν παρόμοια μεγέθη, τοποθετούνται σε παρόμοιες θέσεις ως προς την οδό και έχουν παρόμοιο σκοπό (την υπόδειξη κάποιου μηνύματος μέσα στα όριά τους), μεταξύ των δύο τύπων υπάρχουν κάποιες ουσιώδεις διαφορές, που επιβάλλουν μία ειδική αντιμετώπιση του θέματος της τοποθέτησης των πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων. Το βασικό χαρακτηριστικό των εν λόγω πινακίδων είναι ότι τα μηνύματα που απεικονίζουν είναι συνήθως γραπτά κείμενα, τα οποία πρέπει να διαβαστούν και να κατανοηθούν έγκαιρα από τον οδηγό. Επιπλέον, η φύση της μεταβλητής σήμανσης επιβάλλει συχνά και την έγκαιρη λήψη μίας απόφασης από τον οδηγό για κάποια απρόσμενη κατάσταση, ενώ, συν τοις άλλοις, τίθεται και το ζήτημα της έλλειψης εξοικείωσης του τελευταίου με τις εν λόγω πινακίδες, που παρουσιάστηκε και στην Παράγραφο 4.2. Έτσι, λαμβάνοντας υπόψη τις ειδικές αυτές συνθήκες, παρακάτω επιχειρείται μία προσέγγιση του θέματος της τοποθέτησης των συγκεκριμένων πινακίδων.

4.4.1 Τοποθέτηση πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων και χάραξη της οδού

Για τη διασφάλιση της επαρκούς ορατότητάς τους, οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων θα πρέπει να βρίσκονται σε ευθυγραμμίες, όπως επίσης ευθύγραμμο θα πρέπει να είναι και ένα επαρκές τμήμα πριν από την πινακίδα, έτσι ώστε ο οδηγός να βλέπει την τελευταία κάθετα, και όχι υπό γωνία. Η ύπαρξη έστω και μικρής οριζόντιας καμπύλης πριν από την πινακίδα μπορεί να περιορίσει την **ικανότητα ανάγνωσης** του μηνύματός της από τον οδηγό, καθώς οι σύγχρονες τεχνολογίες απεικόνισης με διόδους LED, που είναι και οι συνηθέστερες, επιτρέπουν μόνο ένα μικρό κώνο ορατότητας από το πλάι. Οι αμερικανικές προδιαγραφές [8] επιβάλλουν την επαρκή ορατότητα του μηνύματος από όλες τις λωρίδες κυκλοφορίας σε μία απόσταση τουλάχιστον 200 m πριν από αυτό, ενώ για αυτοκινητοδρόμους η απόσταση αυτή προτείνεται να είναι τουλάχιστον 300 m [30], [31]. Οι απαιτούμενες αυτές αποστάσεις κρίνεται ότι καλύπτουν και την απαίτηση για **επαρκή χρόνο ανάγνωσης** του μηνύματος, καθώς, όπως προαναφέρθηκε, στη μεταβλητή σήμανση είναι αρκετά συνηθισμένα τα μηνύματα κειμένου. Μάλιστα, όπως επιβάλλουν και οι περισσότεροι σχετικοί φορείς, τα μηνύματα θα πρέπει να είναι αναγνώσιμα τουλάχιστον δύο φορές.

Παρόμοιο πρόβλημα, λόγω του περιορισμένου κώνου ορατότητας, υφίσταται όσον αφορά και στην κατακόρυφη χάραξη της οδού. Στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι περισσότερο επιθυμητές οι ανωφέρειες, και γενικά τμήματα με **κλίσεις μικρότερες από 1%**. Η τοποθέτηση των πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων σε τμήματα με κλίση μεγαλύτερη από 4% θα πρέπει να αποφεύγεται.

4.4.2 Τοποθέτηση πριν από κομβικά σημεία

Τόσο σε αστικά, όσο και σε υπεραστικά δίκτυα, μία από τις συνηθέστερες εφαρμογές των πινακίδων μεταβλητής σήμανσης αφορά στην ενημέρωση του οδηγού

σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τις κυκλοφοριακές και ειδικές συνθήκες που επικρατούν, με προφανή σκοπό την προτροπή του στη λήψη μίας απόφασης για την επικείμενη κίνησή του. Πολλές φορές, μάλιστα, η ίδια η σήμανση προτείνει ή επιβάλλει αλλαγή του δρομολογίου, με χρήση κάποιας εναλλακτικής διαδρομής. Κατά συνέπεια, οι εν λόγω πινακίδες θα πρέπει να τοποθετούνται **πριν από κομβικά σημεία** όπου μπορεί ο οδηγός να αλλάξει την προγραμματισμένη του διαδρομή, και μάλιστα σε **επαρκή απόσταση** από αυτά, ώστε να έχει όσο χρόνο χρειάζεται για να επεξεργαστεί το μήνυμα που έλαβε. Σε αυτοκινητοδρόμους η απόσταση αυτή θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 1600 m [30], ενώ ανάλογη αντιμετώπιση εφαρμόζεται και σε συνήθεις υπεραστικές ή αστικές οδούς.

4.4.3 Αλληλεπίδραση με υφιστάμενες συσκευές ελέγχου κυκλοφορίας

Οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων δεν θα πρέπει να παρενοχλούν τη λειτουργία των **υφιστάμενων διατάξεων σήμανσης και σηματοδότησης**, και ομοίως να μην παρενοχλούνται από αυτές. Κατά συνέπεια, για την τοποθέτηση μίας εν λόγω πινακίδας θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η διάταξη των υφιστάμενων συσκευών κυκλοφοριακού ελέγχου, και μάλιστα όχι τοπικά, αλλά σε ένα τμήμα εκατέρωθεν της εξεταζόμενης θέσης. Στα πλαίσια αυτά ίσως απαιτηθεί και η μετατόπιση κάποιας υφιστάμενης συσκευής, χωρίς, όμως, να επιτρέπεται σε καμία περίπτωση η αφαίρεσή της, ή έστω και η υποβάθμιση της λειτουργικότητάς της μετά από την εφαρμογή της σε νέα θέση. Ενδεικτικά, προτείνεται σε αυτοκινητοδρόμους οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων να απέχουν τουλάχιστον 250 m από λοιπές Πληροφοριακές Πινακίδες, ενώ σε λοιπές υπεραστικές οδούς η απόσταση αυτή να είναι τουλάχιστον 120 m [31].

4.4.4 Τοποθέτηση πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων ως προς την οδό

Η τοποθέτηση σε σχέση με το οδόστρωμα των εν λόγω πινακίδων δεν έχει να παρουσιάσει διαφορές σε σχέση με την αντίστοιχη των συνήθων συμβατικών, οπότε ισχύουν οι αποστάσεις που εφαρμόζονται για τις τελευταίες. Έτσι, αναφέρεται ότι κατά τις αμερικανικές προδιαγραφές [8] οι πινακίδες μεταβλητής σήμανσης που τοποθετούνται επάνω από την οδό θα πρέπει να εξασφαλίζουν ελεύθερο ύψος 5,1 m ως το κατώτατο όριο της διάταξης, ενώ για τοποθέτηση παραπλεύρως το ύψος αυτό θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 2,1 m. Στη δεύτερη περίπτωση ισχύει και η ελάχιστη εγκάρσια απόσταση των 1,8 m από το άκρο του οδοστρώματος, η οποία, πάντως, θα πρέπει να τονιστεί ότι λόγω του προβλήματος του περιορισμένου κώνου ορατότητας, θα πρέπει να περιορίζεται, ώστε να πληρούνται τα όρια ορατότητας της **Υποπαραγράφου 4.4.1**. Προτείνεται μέγιστη απόσταση 6,0 m [30].

4.4.5 Σύνοψη βασικών αρχών τοποθέτησης

Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω σχετικά με τις ιδιαιτερότητες της μεταβλητής σήμανσης, και με όσα προτείνουν οι διάφοροι σχετικοί φορείς [30], παρατίθενται αμέσως παρακάτω συνοπτικά οι βασικές αρχές τοποθέτησης των πινακίδων μεταβλητής σήμανσης:

- Η ύπαρξη της πινακίδας μεταβλητής σήμανσης θα πρέπει να μπορεί να γίνει αντιληπτή από απόσταση τουλάχιστον 800 m σε καλές καιρικές συνθήκες, ημέρα και νύχτα.

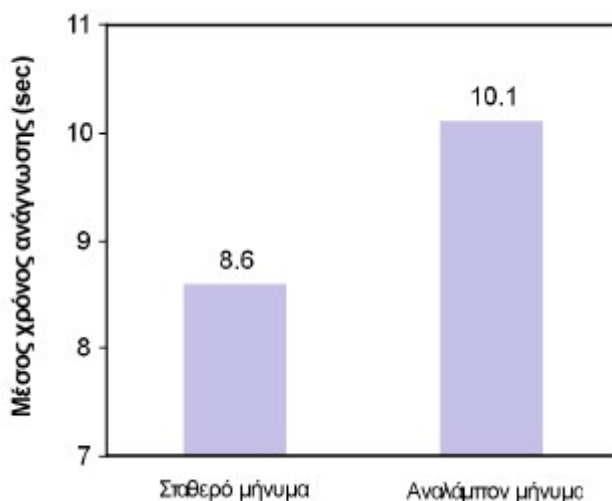
- Το μήνυμα θα πρέπει να είναι αναγνώσιμο από όλες τις λωρίδες κυκλοφορίας από απόσταση τουλάχιστον 300 m σε αυτοκινητοδρόμους και 200 m σε λοιπές υπεραστικές οδούς.
- Οι εν λόγω πινακίδες θα πρέπει να τοποθετούνται κατά το δυνατόν σε σημεία με κλίση μικρότερη από 1%, και πάντως όχι μεγαλύτερη από 4%.
- Τα μηνύματα που οδηγούν σε λήψη απόφασης για αλλαγή δρομολογίου από τον οδηγό θα πρέπει να δίνονται έγκαιρα πριν από το κρίσιμο κομβικό σημείο. Σε αυτοκινητοδρόμους η απόσταση αυτή είναι τουλάχιστον 1600 m.
- Φορητές πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (PVMS) που προειδοποιούν για εργασίες κατασκευής ή συντήρησης, θα πρέπει να τοποθετούνται σε απόσταση τουλάχιστον 300 m πριν από το σημείο έναρξης των εργασιών.
- Δεν πρέπει να τοποθετούνται στο ίδιο σημείο της οδού δύο πινακίδες με σκοπό την υπόδειξη του ίδιου μηνύματος (π.χ. αριστερά και δεξιά).
- Πολλές φορές απαιτούνται για τον ίδιο κύκλο μηνύματος δύο διαδοχικές πινακίδες (βλ. Παράγραφο 4.5). Σε τέτοιες περιπτώσεις τα δύο σήματα πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 300 m μεταξύ τους και να βρίσκονται στην ίδια πλευρά της οδού.
- Πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια ώστε να μην παρενοχλείται η υφιστάμενη σήμανση και σηματοδότηση.
- Το ύψος τοποθέτησης είναι τουλάχιστον 5,1 m για σήματα επάνω από το οδόστρωμα και 2,1 m για πινακίδες δίπλα από αυτό. Επιπλέον, για τη δεύτερη περίπτωση το σήμα θα πρέπει να βρίσκεται σε απόσταση από 1,8 έως 6,0 m από την οριογραμμή του οδοστρώματος και κατά το δυνατόν έξω από την ελεύθερη ζώνη. Σε διαφορετική περίπτωση, η διάταξη στήριξής του προστατεύεται από το κατάλληλο στηθαίο (βλ. Κεφάλαιο 1).
- Οι εν λόγω πινακίδες δεν τοποθετούνται εντελώς κατακόρυφα, αλλά η πρόσοπή τους έχει κλίση $\sim 3^\circ$ ως προς την κατακόρυφη, στραμμένη προς το οδόστρωμα.
- Αν ο προσανατολισμός μίας πινακίδας μεταβλητών μηνυμάτων είναι κατά τον άξονα Ανατολής-Δύσης, θα πρέπει να διασφαλίζεται η μη θάμβωση των οδηγών από αντανάκλαση του ήλιου επάνω της.
- Αν πάψει να χρησιμοποιείται μία πινακίδα μεταβλητής σήμανσης, θα πρέπει να απομακρύνεται.

4.5 Σχεδιασμός μηνυμάτων

Η μορφή των απεικονιζόμενων μηνυμάτων αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές ιδιομορφίες της μεταβλητής σήμανσης. Παρότι στη σταθερή σήμανση τα περισσότερα σήματα έχουν τη μορφή απλών και τυποποιημένων συμβόλων, η σημασία των οποίων γίνεται αμέσως αντιληπτή με ένα γρήγορο βλέμμα, στις περισσότερες περιπτώσεις μεταβλητής σήμανσης απαιτείται η απεικόνιση μηνυμάτων με τη μορφή γραπτού κειμένου. Το γεγονός αυτό ανακινεί αυτομάτως ένα μεγάλο κεφάλαιο, που αφορά στην **αναγνωσιμότητα** και στην απαίτηση επαρκούς **κατανόησης** του μηνύματος, δεδομένου ότι η όλη διαδικασία αλληλεπίδρασης του οδηγού με τη σήμανση γίνεται εν κινήσει και με την προσοχή του στραμμένη πρωτίστως στην οδήγηση. Το ευρύτερο πεδίο ερευνών σχετικά με τη μεταβλητή σήμανση στρέφεται γύρω από τη στρατηγική απεικόνισης των μηνυμάτων.

Η **αναγνωσιμότητα** του μηνύματος, δηλαδή το κατά πόσο είναι δυνατόν σε πρώτη φάση να αναγνωσθεί όλο το μήνυμα, είναι κάτι που εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά τοποθέτησης που αναφέρθηκαν στην Παράγραφο 4.4, από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των χαρακτήρων, καθώς και από την όλη διάταξη του μηνύματος επάνω στην οθόνη απεικόνισης. Η ανάγνωση είναι μία τελείως παθητική διαδικασία, που μοιάζει με φωτογραφική αποτύπωση. Από το περιεχόμενο αυτής της αποτύπωσης εξαρτάται η επιτυχία της διαδικασίας **κατανόησης**, η οποία ακολουθεί αμέσως μετά και η οποία είναι μία επεξεργασία που πραγματοποιείται αυτόνομα, από τον ίδιο τον οδηγό. Κατά συνέπεια, η επιτυχής κατανόηση ενός μηνύματος εξαρτάται από τον τρόπο και το σύνθετο της παρουσιάσής του. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι ο οδηγός θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να αναγνώσει δύο φορές το μήνυμα, ώστε να είναι σε θέση να επαναλάβει την ανάγνωση κατά τη διάρκεια της φάσης επεξεργασίας.

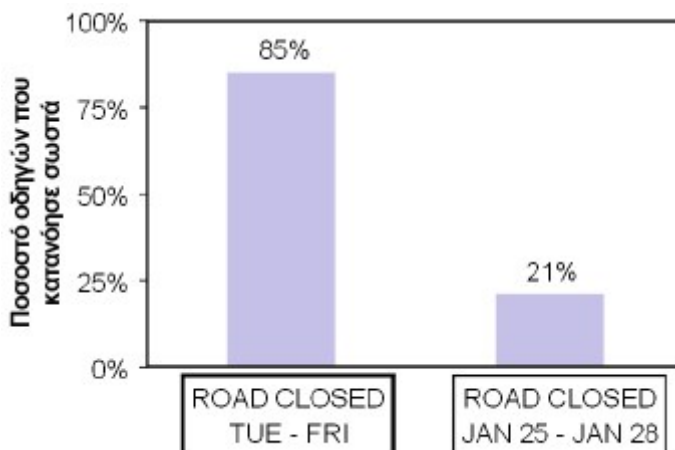
Τη σημασία των παραπάνω παραγόντων στην απεικόνιση των μεταβλητών μηνυμάτων υποδεικνύουν και τα αποτελέσματα διαφόρων στατιστικών ερευνών [32]. Στο **Διάγραμμα 4.1** απεικονίζονται τα αποτελέσματα μίας διερεύνησης της αποτελεσματικότητας διαφόρων οπτικών τεχνασμάτων, και ειδικότερα της αναλαμπής (flashing) ολόκληρου του απεικονιζόμενου μηνύματος, με σκοπό την πρόκληση μεγαλύτερης εντύπωσης. Όπως φαίνεται, ένα αναλάμπον μήνυμα απαιτεί περισσότερο χρόνο ανάγνωσης σε σχέση με το ίδιο σε σταθερή μορφή. Επιπλέον, οι



Διάγραμμα 4.1: Μέσος χρόνος ανάγνωσης για σταθερό και αναλάμπον μήνυμα [32].

έρευνες οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η αναλαμπή εν τέλει δεν προκαλεί απαραίτητα την αίσθηση επείγοντος, οπότε η τεχνική αυτή θα πρέπει να αποφεύγεται, κάτι που ήδη προτείνεται από τους διάφορους φορείς. Αντίστοιχα, στο **Διάγραμμα 4.2** φαίνονται τα αποτελέσματα κατά τη διερεύνηση του τρόπου παρουσίασης μελλοντικών χρονικών περιόδων, όπως για τον προγραμματισμό εργασιών. Είναι φανερό ότι ο οδηγός αντιλαμβάνεται πολύ καλύτερα μηνύματα που προσδιορίζουν ημέρες της εβδομάδας, παρά ημερομηνίες.

Με βάση αυτά τα δεδομένα μπορούν να διαμορφωθούν ορισμένες **βασικές αρχές σχετικά με το περιεχόμενο και τον τρόπο παρουσίασης των μηνυμάτων** στους οδηγούς μέσα από τις πινακίδες μεταβλητής σήμανσης. Οι αρχές αυτές συνοψίζονται συγκεντρωτικά στα παρακάτω σημεία [8], [30], [32], [33]:



Διάγραμμα 4.2: Βαθμός επιτυχημένης κατανόησης για δύο διαφορετικές εκδοχές προσδιορισμού χρονικού διαστήματος.

- Ο οδηγός θα πρέπει να είναι σε θέση να **αναγνώσει το μήνυμα δύο φορές**, κινούμενος με την ταχύτητα μελέτης της οδού. Η απαίτηση αυτή γενικά καλύπτεται από τις αποστάσεις τοποθέτησης της Παραγράφου 4.4, δηλαδή ότι η πινακίδα θα πρέπει να γίνεται αντιληπτή από απόσταση 800 m, και το ίδιο το μήνυμα να είναι αναγνώσιμο από απόσταση 300 m σε αυτοκινητοδρόμους και 200 m σε λοιπές υπεραστικές οδούς.
- Το **ύψος των χαρακτήρων** θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 265 mm, και σε οδούς με ταχύτητα μελέτης άνω των 90 km/h ή υπό δυσμενείς καιρικές και οδικές συνθήκες, τουλάχιστον 450 mm.
- Η οθόνη θα πρέπει να απεικονίζει το πολύ **τρεις γραμμές κειμένου**, και όχι περισσότερους από 20 έως 24 χαρακτήρες ανά γραμμή. Το μήνυμα θα πρέπει να είναι στοιχισμένο στο κέντρο της γραμμής.
- Εάν το μήνυμα το απαιτεί, μπορεί να απεικονίζεται και σε **δύο φάσεις** στην ίδια οθόνη, με επαρκή χρόνο ανάγνωσης για κάθε μία. Κάθε φάση είναι αυτόνομα αναγνώσιμη. Αν ούτε αυτό επαρκεί, μπορεί να τοποθετηθεί και **δεύτερο σήμα**, σε απόσταση τουλάχιστον 300 m και στην ίδια πλευρά της οδού (αυτή η διάταξη εφαρμόζεται κυρίως σε περιπτώσεις φορητών πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων). Πάντως, είναι εν γένει προτιμότερο ένα σήμα σε μία φάση.
- Η εφαρμογή σε μία οθόνη **δύο φάσεων** με περιεχόμενο **άσχετο** μεταξύ τους είναι **ανεπίτρεπτη**.
- Μία προτεινόμενη διαμόρφωση στη συνήθη περίπτωση μηνυμάτων τριών γραμμών και σε μία φάση, είναι η **άνω γραμμή** να παρουσιάζει το **πρόβλημα**, η **κεντρική** τη **θέση ή την απόστασή του** εν όψει, και η **κάτω** την προτεινόμενη **δράση**. Σε κάθε περίπτωση, πάντως, το κείμενο κάθε γραμμής είναι αυτόνομο, χωρίς να συνεχίζεται στην επόμενη.
- Θα πρέπει να **αποφεύγονται οπτικά τεχνάσματα** όλου του μηνύματος ή έστω και μίας μεμονωμένης γραμμής, όπως αναλαμπή (flashing), έκρηξη, κύλιση του κειμένου κλπ.
- Τα μηνύματα θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο **σύντομα, σαφή, ακριβή και καίρια**. Δεν θα πρέπει να επιδιώκεται η διάσπαση σε δύο φάσεις.

- Πρέπει να επιδιώκεται η χρήση **τυποποιημένων εκφράσεων** και η αποφυγή **περιττών λέξεων, άρθρων κλπ.**, ενώ οι τυχόν **συντομογραφίες** θα πρέπει να είναι ευνόητες.
- Οι **χρονικές αναφορές** θα πρέπει να γίνονται σε **ημέρες**, και όχι σε ημερομηνίες (π.χ. «ΔΕΥ-ΤΕΤ» αντί «23-25 ΙΑΝ»).
- Όταν απεικονίζεται ο **εκτιμώμενος χρόνος** μίας διαδρομής, θα πρέπει να δίνεται και η **ώρα** κατά την οποία μετρήθηκε, **Εικόνα 4.8**.
- Εάν η πινακίδα ενημερώνει για κάποια **ειδική κυκλοφοριακή ρύθμιση**, θα πρέπει να δίνεται και η **ώρα** από την οποία αυτή ξεκίνησε, **Εικόνα 4.9**.
- Η ώρα δίνεται σε 12-ωρη μορφή, με χρήση των συντομογραφιών «ΠΜ, ΜΜ».
- Θα πρέπει να αποφεύγεται η απεικόνιση προτεινόμενης ταχύτητας κίνησης σε ειδικές καταστάσεις. Αντί αυτού, είναι προτιμότερη η χρήση των όρων «ΑΡΓΑ» ή «ΜΕΙΩΣΤΕ ΤΑΧΥΤΗΤΑ» (π.χ. «ΠΥΚΝΗ ΟΜΙΧΛΗ / ΜΕΙΩΣΤΕ ΤΑΧΥΤΗΤΑ»).



Εικόνα 4.8: Απεικόνιση της ώρας κατά την οποία μετρήθηκε ο υποδεικνυόμενος χρόνος διαδρομής.



Εικόνα 4.9: Απεικόνιση της ώρας έναρξης ισχύος της κυκλοφοριακής ρύθμισης που μεταδίδει η πινακίδα μεταβλητών μηνυμάτων. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η αίσθηση του αξιόπιστου και καίριου του απεικονιζόμενου μηνύματος.

Πέρα από τις παραπάνω αρχές, που γίνονται εν γένει κοινά παραδεκτές για μία αποτελεσματική μεταβλητή σήμανση, υπάρχει και το ζήτημα των **εκφράσεων** στα απεικονιζόμενα μηνύματα. Όπως αναφέρθηκε, θα πρέπει να επιδιώκεται η χρήση τυποποιημένων, σύντομων και άμεσα κατανοητών εκφράσεων, χωρίς περιττές λέξεις, ενώ και οι προτεινόμενες συντομογραφίες είναι ένα ιδιαίτερο αντικείμενο μελέτης, ώστε να μην συγχέεται η έννοιά τους.

Δυστυχώς, οι εφαρμογές και η ανάλογη εμπειρία στο εξωτερικό, που έχουν οδηγήσει σε σειρές προτεινόμενων εκφράσεων και συντομογραφιών, μοιραία δεν είναι δυνατόν να αξιοποιηθούν και στην Ελλάδα, λόγω διαφορών στη γλώσσα, ενώ και η ανάλογη εγχώρια εμπειρία είναι ανύπαρκτη. Έτσι, το πεδίο της σύνθεσης μηνυμάτων στην Ελλάδα είναι τελείως ανοιχτό, χωρίς να υπάρχει καμία τυποποίηση επιτρεπόμενων εκφράσεων.

Στον **Πίνακα 4.2** που ακολουθεί, γίνεται μία άτυπη καταγραφή εκφράσεων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων. Τονίζεται ότι η καταγραφή αυτή δεν ενέχει το ρόλο πρότασης -κάτι τέτοιο, άλλωστε, μπορεί να γίνει μόνο έπειτα από εμπειρία και ιδιαίτερη μελέτη- αλλά είναι τελείως ενδεικτική, με σκοπό απλώς να δείξει τι είδους μηνύματα μπορεί να συναντήσει κανείς στη μεταβλητή σήμανση.

Πίνακας 4.2: Άτυπη παράθεση δυνατών εκφράσεων σε ενδείξεις μεταβλητής σήμανσης.

| Εκφράσεις υπόδειξης προβλήματος | Εκφράσεις υπόδειξης προτεινόμενης δράσης |
|--|---|
| ΑΤΥΧΗΜΑ ΣΕ *ΧΛΜ ΓΕΦΥΡΑ ΚΛΕΙΣΤΗ ΣΗΡΑΓΓΑ ΚΛΕΙΣΤΗ ΟΔΟΣ ΚΛΕΙΣΤΗ (ΕΠΟΜΕΝΗ) ΕΞΟΔΟΣ ΚΛΕΙΣΤΗ *ΛΩΡΙΔΑ ΚΛΕΙΣΤΗ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ ΠΥΚΝΗ ΟΜΙΧΛΗ ΠΑΓΟΣ ΟΛΙΣΘΗΡΟΤΗΤΑ ΓΕΦΥΡΑ ΟΛΙΣΘΗΡΗ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΤΗΝ ΟΔΟ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΙΣΗΣ ΜΟΝΟΔΡΟΜΟΣ ΜΕΙΩΣΗ ΛΩΡΙΔΩΝ ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ **ΛΕΠ | ΠΡΟΣΟΧΗ ΜΕΙΝΕΤΕ ΑΡΙΣΤΕΡΑ/ΔΕΞΙΑ ΚΙΝΗΘΕΙΤΕ ΑΡΙΣΤΕΡΑ/ΔΕΞΙΑ ΣΤΑΜΑΤΗΣΤΕ ΕΤΟΙΜΑΣΤΕΙΤΕ ΓΙΑ ΣΤΑΣΗ ΜΕΙΩΣΤΕ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΡΓΑ ΕΞΟΔΟΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗ ΜΗΝ ΕΙΣΕΡΧΕΣΤΕ ΜΗΝ ΠΡΟΣΠΕΡΝΑΤΕ ΒΑΛΤΕ ΑΛΥΣΙΔΕΣ |

Σημείωση: Οι εκφράσεις των δύο στηλών δεν αντιστοιχούν μεταξύ τους.

Εκτός από τις πληροφορίες μορφής κειμένου, που κατέχουν τη βασικότερη θέση στη μεταβλητή σήμανση, αρκετά συχνά συναντώνται και **εικονογράμματα**. Το πλεονέκτημα της εν λόγω τεχνικής είναι ότι, σε αντίθεση με το κείμενο, ένα σύμβολο δεν απαιτεί χρόνο ανάγνωσης, παρά με ένα γρήγορο βλέμμα είναι άμεσα αντιληπτό. Εάν, μάλιστα, υπάρχει και τυποποίηση των συμβολισμών, από συνήθεια πλέον ο οδηγός κατανοεί αυτομάτως το σύμβολο που βλέπει. Άλλωστε, αυτά τα χαρακτηριστικά είναι που αξιοποιούνται και στη συμβατική σήμανση.

Έτσι, εικονογράμματα που είναι δυνατόν να απαντηθούν σε μία μεταβλητή σήμανση, μεταξύ άλλων είναι:

- **Το σύμβολο στάθμευσης (P):** Χρησιμοποιείται σε υποδείξεις σχετικές με χώρους στάθμευσης.
- **Το σύμβολο ΑΜΕΑ:** Για πληροφορίες που απευθύνονται στα συγκεκριμένα άτομα, συνήθως σχετικά με χώρους στάθμευσης.

- **Σύμβολα αντίστοιχα με πινακίδες σταθερής σήμανσης:** Για απεικόνιση της αντίστοιχης προειδοποίησης ή πληροφορίας, δεδομένου ότι οι οδηγοί είναι εξοικειωμένοι με τα αντίστοιχα σύμβολα. Πολύ συχνά συναντώνται μεταβλητά όρια ταχύτητας.
- **Διάφορα σύμβολα** για τις ανάγκες της σήμανσης.

Αυτό που θα πρέπει να τονιστεί και πάλι είναι ότι η μεταβλητή σήμανση δεν έχει σκοπό την υποκατάσταση της σταθερής, ήτοι όπου απαιτείται μία συμβατική πινακίδα σήμανσης, δεν μπορεί αυτή να αντικατασταθεί από αντίστοιχη μεταβλητής.

Στην **Εικόνα 4.10** φαίνεται ο επιτυχημένος συνδυασμός γραπτού μηνύματος και εικονογράμματος, για την ενημέρωση σχετικά με επικείμενο ατύχημα. Το κείμενο ενημερώνει σχετικά με το πρόβλημα (ατύχημα) και τις απαιτούμενες ενέργειες που πρέπει να ακολουθήσει σε πρώτη φάση ο οδηγός (επιβράδυνση), ενώ το εικονόγραμμα απεικονίζει την κατάσταση της οδού στο χώρο του ατυχήματος και δίνει, σιωπηρά, οδηγίες και για μία επιπλέον ενέργεια (η αριστερή λωρίδα κλειστή, άρα ο οδηγός πρέπει προφανώς να προσαρμόσει ανάλογα και τη θέση του στο οδόστρωμα). Όλα αυτά επιτυγχάνονται με τη χρήση τριών λέξεων και ενός απλού συμβόλου.



Εικόνα 4.10: Συνδυασμένη χρήση κειμένου και εικονογράμματος, για μετάδοση ολοκληρωμένου μηνύματος.

Στις **Εικόνες 4.11 και 4.12** απεικονίζονται τα μεταβλητά σήματα που χρησιμοποιούνται στα πλαίσια ενός συστήματος προειδοποίησης καιρικών συνθηκών σε αυτοκινητόδρομο της Φινλανδίας [34]. Το σύστημα αυτό αποτελείται από μία σειρά πινακίδων μεταβλητών ορίων ταχύτητας, **Εικόνα 4.11**, καθώς και πινακίδων προειδοποίησης, **Εικόνα 4.12**.



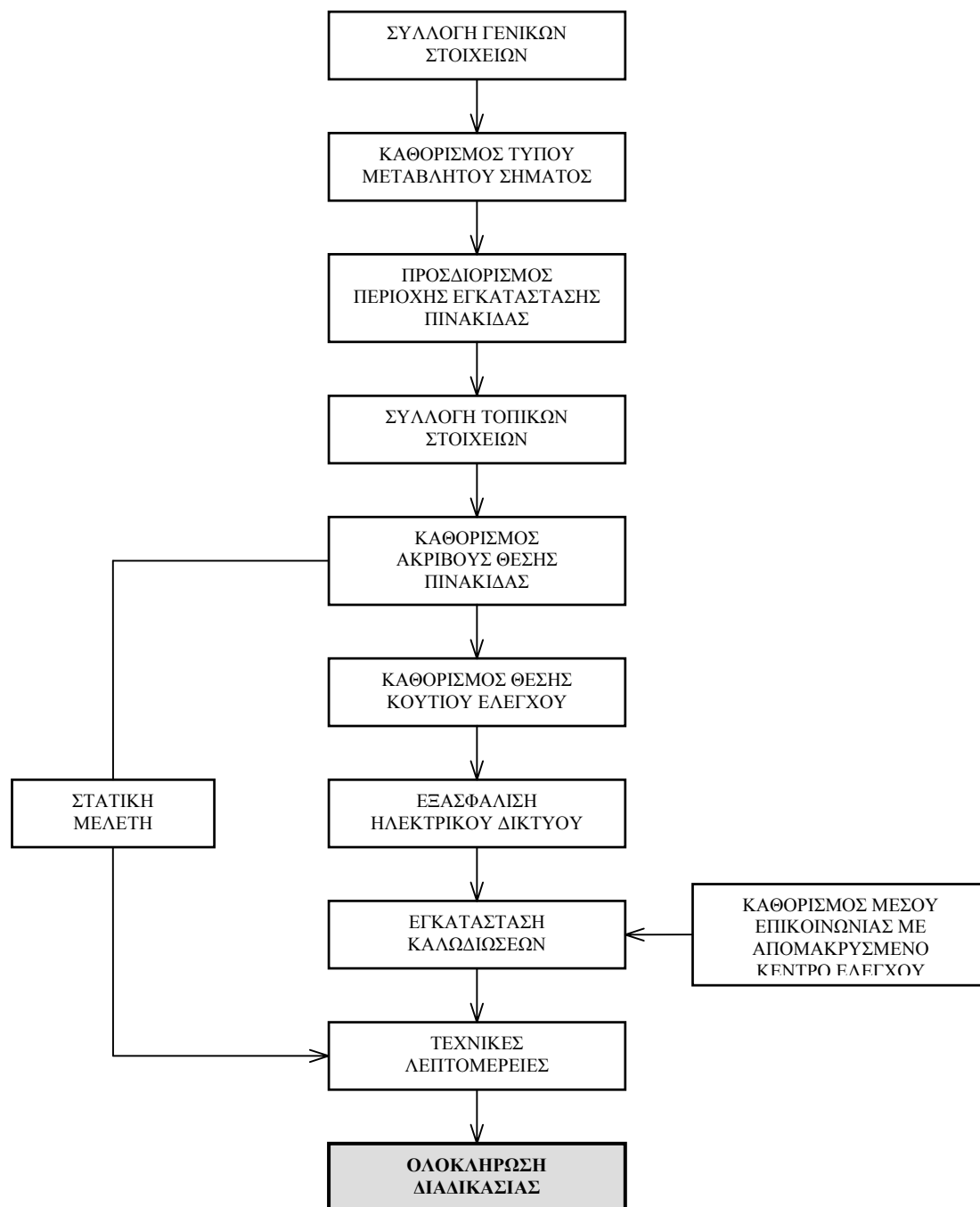
Εικόνα 4.11: Πινακίδα μεταβλητού ορίου ταχύτητας.



Εικόνα 4.12: Προειδοποιητική πινακίδα μεταβλητών μηνυμάτων σε σύστημα προειδοποίησης καιρικών συνθηκών.

4.6 Διαδικασία σχεδιασμού νέας εγκατάστασης

Δεδομένου ότι οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων είναι μία εντελώς νέα τεχνική σήμανσης στον ελληνικό χώρο, δεν υπάρχουν σχετικές οδηγίες ή προτάσεις σχετικά με την εφαρμογή τους. Στην **Εικόνα 4.13** παρατίθεται μία προτεινόμενη διαδικασία σχεδιασμού νέας σχετικής εγκατάστασης [31].



Εικόνα 4.13: Προτεινόμενη διαδικασία σχεδιασμού νέας εγκατάστασης VMS [31].

Τα στοιχεία που συνθέτουν τα περισσότερα από τα βήματα της παραπάνω διαδικασίας έχουν αναλυθεί διεξοδικά στο παρόν Κεφάλαιο. Ειδικότερα, τα βήματα αυτά έχουν ως εξής:

- **Συλλογή γενικών στοιχείων:** Τα στοιχεία αυτά χρησιμεύουν στο μετέπειτα προσδιορισμό του τύπου του σήματος και της περιοχής εγκατάστασής του και συνίστανται στον κύριο λόγο τοποθέτησης του σήματος, στη μορφή και ποικιλία των μηνυμάτων που θα απεικονίζονται και στη διάταξη ενδεχόμενων κομβικών σημείων αλλαγής δρομολογίου στην περιοχή.
- **Καθορισμός τύπου μεταβλητού σήματος:** Πριν από τη χωροθέτηση της πινακίδας κατά μήκος της οδού, υπάρχει ανάγκη να προαποφασιστεί ο τύπος και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του σήματος, καθώς αυτά επηρεάζουν την τοποθέτηση της πινακίδας, όπως αναπτύχθηκε και στην Παράγραφο 4.4. Ο καθορισμός αυτός γίνεται βάσει των στοιχείων του προηγούμενου βήματος και αφορά στην τεχνολογία απεικόνισης που θα εφαρμοστεί (σε συνδυασμό με τα κριτήρια πλεονεκτημάτων-μειονεκτημάτων του Πίνακα 4.1) και στο μέγεθος και σχήμα της πινακίδας.
- **Προσδιορισμός περιοχής εγκατάστασης πινακίδας:** Στο στάδιο αυτό προσδιορίζεται χονδρικά η περιοχή που θα τοποθετηθεί η πινακίδα μεταβλητών μηνυμάτων. Για παράδειγμα, σε ένα αστικό δίκτυο όπου το σήμα θα ενημερώνει σχετικά με την κατάσταση της κυκλοφορίας και θα προτείνει ενδεχόμενες αλλαγές δρομολογίου, θα πρέπει να τοποθετηθεί χονδρικά πριν από τον κρίσιμο κόμβο.
- **Συλλογή τοπικών στοιχείων:** Μετά από το χονδρικό προσδιορισμό της θέσης εγκατάστασης, ακολουθεί η συλλογή ειδικών τοπικών στοιχείων, για τον καθορισμό του ακριβούς, πλέον, σημείου τοποθέτησης της πινακίδας. Τα στοιχεία που συλλέγονται αφορούν στη διάταξη του τοπικού οδικού δικτύου, στα στοιχεία οριζόντιας και κατακόρυφης χάραξης της οδού, στη διάταξη λοιπών διατάξεων ελέγχου της κυκλοφορίας και στη θέση του ηλεκτρικού δικτύου. Η σημασία των περισσότερων από αυτά τα χαρακτηριστικά τονίστηκε στην Παράγραφο 4.4.
- **Καθορισμός ακριβούς θέσης πινακίδας:** Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν στο προηγούμενο στάδιο αξιολογούνται και καθορίζεται η ακριβής θέση τοποθέτησης της πινακίδας.
- **Καθορισμός θέσης κουτιού ελέγχου:** Γίνεται με βάση τα όσα αναφέρθηκαν στην Υποπαράγραφο 4.3.6.
- **Εξασφάλιση ηλεκτρικού δικτύου:** Γίνονται οι απαραίτητες ενέργειες για την εξασφάλιση γραμμής ηλεκτρικής ενέργειας από το σχετικό παροχέα.
- **Καθορισμός μέσου επικοινωνίας με απομακρυσμένο κέντρο ελέγχου:** Σύμφωνα με τα σχετικά της Υποπαραγράφου 4.3.6, ως διάυλος επικοινωνίας μεταξύ κουτιού ελέγχου και απομακρυσμένου κέντρου ελέγχου μπορεί να επιλεγεί δίκτυο σταθερής ή κινητής τηλεφωνίας, ιδιωτική γραμμή ή ασύρματη επικοινωνία.
- **Εγκατάσταση καλωδιώσεων:** Εγκαθίστανται οι γραμμές ενέργειας και επικοινωνίας από τη θέση της πινακίδας στη θέση του κουτιού ελέγχου, και από το κουτί ελέγχου στο ηλεκτρικό δίκτυο και στο απομακρυσμένο κέντρο ελέγχου, αντίστοιχα.
- **Τεχνικές λεπτομέρειες:** Αφορούν τόσο τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες, όσο και τις λοιπές τεχνικές προδιαγραφές της πινακίδας και της λοιπής εγκατάστασης.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Wright P., “Highway Engineering”**, John Willey, New York 1996
2. **Natzschka H., “Strassenbau, Entwurf und Bautechnik”**, B.G. Teubner, Stuttgart 1997
3. **American Association of State Highway Officials, “A Policy On Geometric Design Of Rural Highways”**, 1970
4. **Νικηφοριάδης Α., «Συστήματα αναχαίτισης οχημάτων σε Οδούς-Πεδίο εφαρμογής και κριτήρια επιλογής»**, 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας, Λάρισα, 4-7 Οκτωβρίου 1995
5. **Δρυμαλίτου Δ., «Αντιμετώπιση προβλημάτων σήμανσης και ασφάλισης αυτοκινητοδρόμων»**, 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας, Λάρισα, 4-7 Οκτωβρίου 1995
6. **“Richtlinien für passive Schutzrichtungen an Straßen”**, Ausgabe 1989
7. **Φραντζεσκάκης Ι.Μ., Γιαννόπουλος Γ.Α., «Σχεδιασμός Των Μεταφορών Και Κυκλοφοριακή Τεχνική»**, Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη 1986
8. **U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, “Manual On Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways - Millenium Edition”**, December 2000
9. **Υπουργείο Μεταφορών και Επικοινωνιών, «Σχέδιο του νέου Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας»**, Αθήνα 2001
10. **Connecticut Department of Transportation, Bureau of Engineering and Highway Operations, Division of Traffic Engineering, “Manual of Traffic Control Signal Design”**, 2001
11. **State of California, Business, Transportation and Housing Agency, Department of Transportation, “Traffic Manual”**, July 1996
12. **Υπουργείον Δημοσίων Έργων, Γενική Διεύθυνσις Δημοσίων Έργων, Τμήμα Κυκλοφορίας (Α6), «Διαγραμμίσεις Οδοστρωμάτων»**, Δεκέμβριος 1975
13. **“Richtlinien für die Markierung von Straßen, RMS-1”**
14. **Μουρατίδης Α., «Διαχείριση Οδικών Έργων»**, Θεσσαλονίκη 1994
15. **Harlow A., The NZ Roadmarkers Federation Inc, “Roadmarking Performance Criteria ‘Meeting the needs of drivers’”**, 2000
16. **Υπουργείον Δημοσίων Έργων, Γενική Διεύθυνσις Δημοσίων Έργων, Τμήμα Κυκλοφορίας (Α6), «Πινακίδες Σημάνσεως Οδών»**, Ιανουάριος 1974
17. **«Αντανακλάσεις»**, Περιοδική έκδοση 3Μ, Φύλλο 2/97, Μάιος-Ιούνιος 1997
18. **Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Γενική Διεύθυνση Δημοσίων Έργων, «Προσωρινή Προδιαγραφή Ανακλαστήρων Οδοστρώματος (Μάτια Γάτας)»**, Ιανουάριος 1988
19. **Νικηφοριάδης Α., «Βελτίωση της οδικής ασφάλειας κατά τη νύχτα με τη βοήθεια ανάγλυφων διαγραμμίσεων οδών»**, 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδικής Ασφάλειας, Θεσσαλονίκη, 28-29 Μαρτίου 1994
20. **Κόκκινος Β., «Σχεδιασμός οδικής υποδομής και περιβαλλοντικές επιπτώσεις, Ανάλυση κόστους-ωφελειών στην περίπτωση του οδικού φωτισμού»**,

- Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ., Οκτώβριος 2001
21. **Μπαλόγλου Κ.**, «Συσχετισμός οδικής ασφάλειας και οδικού φωτισμού στην αστική περιοχή Θεσσαλονίκης», Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ., Οκτώβριος 2000
 22. **Minnesota Department of Transportation, Office of Traffic Engineering**, “**Roadway Lighting Design Manual**”, June 2001
 23. **Τσώχος Γ.**, «Περιβαλλοντική Οδοποιία», University Studio Press, 1997
 24. **Kotzen B., English C.**, “**Environmental noise barriers: A guide to their acoustic and visual design**”, E&FN SPON, 1999
 25. **Watts G. R.**, “**Traffic Noise Barriers**”, TRL Annual Review, 1995
 26. **Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Γενική Διεύθυνση Δημοσίων Έργων**, «Προσωρινή Προδιαγραφή Οριοδεικτών Από Πολυμερές Υλικό», Ιούνιος 1988
 27. **Υπουργείο Μεταφορών και Επικοινωνιών**, «**Θεωρητική Εκπαίδευση Υποψήφιων Οδηγών Αυτοκινήτων**», Εκδόσεις Ιδρύματος Ευγενίδου, Αθήνα 2001
 28. **U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration**, “**Improving Traffic Signal Operations**”, November 1995
 29. **Main Roads Western Australia**, “**Guide to the Design of Emergency Telephones**”, Document No. 67-08-6, January 2002
 30. **Walton J., Barrett M., Crabtree J.**, “**Management and Effective Use of Changeable Message Signs (Final Report)**”, Kentucky Transportation Center, June 2001
 31. **Wisconsin Department of Transportation**, “**Intelligent Transportation Systems (ITS) Design Manual - Chapter 6: Variable Message Signs**”, December 2000
 32. **Dudek et al.**, “**Improving Dynamic Message Sign Operations**”, Texas Transportation Institute, February 2001
 33. **Oregon Department of Transportation, Highway Division, Traffic Management Section**, “**Guidelines for the Use of Portable Variable Message Signs on State Highways**”, March 2002
 34. **Finnish National Road Administration**, “**The Traffic Management Policy of Variable Message Signs for Weather-Controlled Road**”, June 1995
 35. **National Technical University of Athens, Department of Transportation Planning and Engineering**, “**Road Work Zone Safety Practical Handbook, Annex I to Final Report for Publication**”, November 1998
 36. **Virginia Department of Transportation**, “**Virginia Work Area Protection Manual**”, January 2003
 37. **Oregon Department of Transportation**, “**Traffic Control on State Highways for Short Term Work Zones**”, 1998 Revised Edition
 38. **Pflugfelder R. P.**, “**Visual Traffic Surveillance Using Real-time Tracking**”, Technical University of Wien, January 2002
 39. **Collins A. et al.**, “**Dynamic Dimming: The Future of Motorway Lighting?**”, The Lighting Journal, September/October 2002
 40. **Minsk L. D.**, “**Snow and ice control manual for transportation facilities**”, McGraw-Hill, 1998
 41. **Lund J.**, “**Pavement Snow Melting**”, Oregon Institute of Technology, 2001
 42. **Yehia S., Tuan C.**, “**Bridge Deck Deicing**”, 1998 Transportation Conference Proceedings