

## ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΗΜΑΝΣΗ ΟΔΩΝ-ΔΙΑΓΡΑΜΜΙΣΕΙΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

### 2.1 Εισαγωγή

Η οριζόντια σήμανση των οδών είναι το τμήμα της σήμανσης που αποτελείται από ενδείξεις επάνω στο οδόστρωμα. Σκοπός της είναι, είτε από μόνη της, είτε σε συνδυασμό με άλλες διατάξεις ελέγχου της κυκλοφορίας, να καθοδηγήσει τον οδηγό, να ρυθμίσει την κυκλοφορία, να καθορίσει ειδικές περιοχές του οδοστρώματος και να καταστήσει εμφανή ορισμένα επικίνδυνα σημεία της οδού. Οι βασικές διατάξεις που αποτελούν την οριζόντια σήμανση είναι οι *διαγραμμίσεις* και οι *ανακλαστήρες οδοστρώματος*.

Οι διαγραμμίσεις συναντώνται σχεδόν σε οποιοδήποτε οδικό περιβάλλον, σε αστικές ή υπεραστικές οδούς, και διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη λειτουργικότητα και ασφάλεια της κίνησης. Διαγραμμίσεις που υποδεικνύουν τα άκρα της οδού και διαχωρίζουν τις λωρίδες κίνησης προσφέρουν σημαντική βοήθεια στον οδηγό, όσον αφορά στο έργο του ελέγχου της θέσης επάνω στο οδόστρωμα, τόσο σε σχέση με τα άκρα του οδοστρώματος και των λωρίδων κυκλοφορίας, όσο και προς τα άλλα αυτοκίνητα που βρίσκονται γύρω του. Τα πλεονεκτήματα της διαγράμμισης για την οπτική καθοδήγηση γίνονται ιδιαίτερα σημαντικά όταν οι καιρικές συνθήκες δεν είναι καλές, ή τη νύχτα, όταν το μάτι δεν μπορεί να διακρίνει τα στοιχεία που περιβάλλουν την οδό. Επίσης, αν ο οδηγός θαμνωθεί από τους φανούς αυτοκινήτου που έρχεται από τη αντίθετη κατεύθυνση, μπορεί να ελέγχει τη θέση του με βάση τη διαγράμμιση στην άκρη της οδού, αποφεύγοντας έτσι να κοιτά εμπρός.

Οι διαγραμμίσεις τοποθετούνται, επίσης, για να ρυθμίζουν την κυκλοφορία στην οδό, υποδεικνύοντας, για παράδειγμα, τις λωρίδες επιτάχυνσης, επιβράδυνσης ή στάθμευσης, ή σαν απαγορευτικά σήματα, όπως συνεχής γραμμή που απαγορεύει τη διάβασή της. Ιδιαίτερα σημαντικός είναι ο ρόλος τους και για τη διεύθυνση της κυκλοφορίας σε διασταυρώσεις, όπου συναντώνται βέλη, επιφάνειες αποκλεισμού και γραμμές στάσης. Όλες αυτές οι διαγραμμίσεις καθοδηγούν την κυκλοφορία, διευκολύνουν ή επιβάλλουν τη λήψη αποφάσεων για την πορεία του αυτοκινήτου και προειδοποιούν τον οδηγό για τον κίνδυνο που αντιμετωπίζει αφήνοντας μια συγκεκριμένη λωρίδα.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερή η σημασία τόσο του ορθού σχεδιασμού των διαγραμμίσεων, όσο και της πρόσδοσης σε αυτές των επιθυμητών χαρακτηριστικών που θα διατηρούν τη χρηστικότητα τους σε υψηλά επίπεδα. Η σημασία αυτή γίνεται περισσότερο έντονη, δεδομένου ότι οι διαγραμμίσεις καλούνται να λειτουργήσουν ικανοποιητικά σε ένα ευρύ φάσμα καιρικών συνθηκών και ορατότητας.

Συνοπτικά αναφέρεται ότι τα βασικά χαρακτηριστικά στοιχεία μίας διαγράμμισης είναι το χρώμα, η λαμπρότητα, η οπισθανάκλαση, η αντίσταση σε ολίσθηση και η διάρκεια ζωής. Ως *οπισθανάκλαση* χαρακτηρίζεται η ικανότητα του υλικού της διαγράμμισης να αντανακλά το προσπίπτον φως στην ίδια διεύθυνση της πρόσπτωσης, και είναι μία ιδιότητα καθοριστικής σημασίας στη νυχτερινή οδήγηση.

Στο παρόν Κεφάλαιο παρουσιάζονται οι μορφές και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των διαγραμμίσεων, γίνεται νύξη σχετικά με τις ιδιότητές τους και παρατίθενται στοιχεία σχετικά με τα υλικά και τις μεθόδους εφαρμογής τους.

## 2.2 Μορφές διαγραμμίσεων

Από την καθημερινή εμπειρία, εύκολα διαπιστώνεται ότι υπάρχει ένα ευρύ φάσμα ειδών και χρωμάτων διαγραμμίσεων στα οδοστρώματα κυκλοφορίας.

Ως προς τις μορφές τους, οι διαγραμμίσεις διακρίνονται *σε διαμήκεις, εγκάρσιες και ειδικές διαγραμμίσεις*. Παρακάτω παρουσιάζονται οι μορφές που συναντώνται στην Ελλάδα, σύμφωνα με τον Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας [9] και σχετική Υπουργική Απόφαση [12]. Παρόμοιες είναι και οι διαγραμμίσεις στο εξωτερικό.

Οι *διαμήκεις διαγραμμίσεις* συνιστώνται από γραμμές που σχεδιάζονται κατά μήκος της οδού, συνήθως στον άξονα ή στις οριογραμμές της:

- *Συνεχής γραμμή στο άκρο του οδοστρώματος*, που λειτουργεί ως οριογραμμή.
- *Συνεχής μονή ή διπλή γραμμή στον άξονα της οδού*, που διαχωρίζει τις αντίθετες κατευθύνσεις κυκλοφορίας και απαγορεύει την υπέρβασή της.
- *Διακεκομμένη γραμμή στον άξονα της οδού*, που διαχωρίζει τις αντίθετες κατευθύνσεις και επιτρέπει το προσπέρασμα.
- *Μικτή γραμμή στον άξονα της οδού*, αποτελούμενη από μία συνεχή και μία διακεκομμένη γραμμή, που διαχωρίζει τις αντίθετες κατευθύνσεις και ρυθμίζει ανάλογα το προσπέρασμα.
- *Διακεκομμένες γραμμές διαχωρισμού λωρίδων ίδιας κατεύθυνσης*, που χαράσσονται σε οδούς με πολλαπλές λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση.
- *Διακεκομμένη γραμμή διαχωρισμού λωρίδας επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης*, που διαχωρίζει τις εν λόγω λωρίδες από την κυρίως οδό, και έχει πυκνότερη διάταξη από τις συνήθεις διακεκομμένες γραμμές των προηγούμενων περιπτώσεων.
- *Διακεκομμένη γραμμή προειδοποίησης*, σε προσέγγιση διπλής ή συνεχούς γραμμής, ή σε άλλο τμήμα της οδού με ιδιαίτερο κίνδυνο, και έχει ακόμα πιο πυκνή διάταξη.
- *Διπλές διακεκομμένες γραμμές διαχωρισμού λωρίδων*, όταν η κατεύθυνση σε αυτές δύναται να αντιστραφεί.

Οι *εγκάρσιες διαγραμμίσεις* είναι διαγραμμίσεις τις οποίες ο οδηγός συναντάει εγκάρσια προς την πορεία του:

- *Συνεχής γραμμή κάθετη στη λωρίδα κυκλοφορίας*, που λειτουργεί ως γραμμή στάσης.
- *Διακεκομμένη γραμμή κάθετα στη λωρίδα κυκλοφορίας*, που επιβάλλει παραχώρηση προτεραιότητας (π.χ. σε ισόπεδους κόμβους).
- *Διαγραμμίσεις διαβάσεων πεζών*
- *Γραμμή αποτελούμενη από τετράγωνα ή παραλληλόγραμμα σύμβολα*, σε διαβάσεις ποδηλατιστών.

Τέλος, υπάρχουν και οι λοιπές **ειδικές διαγραμμίσεις**, οι οποίες περιλαμβάνουν είτε γραμμές, είτε επιγραφές, είτε διάφορα σύμβολα επάνω στο οδόστρωμα:

- *Παράλληλες λοξές συνεχείς γραμμές*, που υποδηλώνουν επιφάνεια αποκλεισμού επάνω στο οδόστρωμα, **Εικόνα 2.1**.
- *Τεθλασμένη γραμμή στο άκρο του οδοστρώματος*, που απαγορεύει τη στάθμευση, **Εικόνα 2.2**.
- *Συνεχής ή διακεκομμένη γραμμή*, είτε για διαχωρισμό λωρίδας αποκλειστικής κίνησης οχημάτων, είτε κίτρινου χρώματος στο άκρο του οδοστρώματος για περιορισμό στάσης και στάθμευσης.
- *Βέλη εκτροπής ή επιλογής λωρίδας*, όπως στην **Εικόνα 2.3**.
- *Αναγραφές λέξεων στο οδόστρωμα*, όπως STOP, BUS, TAXI κλπ.
- *Διάφορα σύμβολα ή σχήματα*, όπως ποδήλατο, λεωφορείο, σύμβολο για ΑΜΕΑ, ή τρίγωνα, ρόμβοι κλπ., αντίστοιχα.
- *Διαγραμμίσεις χώρων στάθμευσης*
- *Πλέγμα διαγώνιων γραμμών σε ισόπεδους κόμβους*, όπως στην **Εικόνα 2.4**.
- *Σύμβολα πινακίδων κυκλοφορίας επάνω στο οδόστρωμα*, από ειδικές μεμβράνες, τα οποία επαναλαμβάνουν αντίστοιχα σήματα πινακίδων, όπως στην **Εικόνα 2.5**.



**Εικόνα 2.1:** Διαγράμμιση επιφάνειας αποκλεισμού οδοστρώματος.



**Εικόνα 2.2:** Τεθλασμένη γραμμή στο άκρο του οδοστρώματος.



**Εικόνα 2.3:** Βέλη επιλογής λωρίδας.



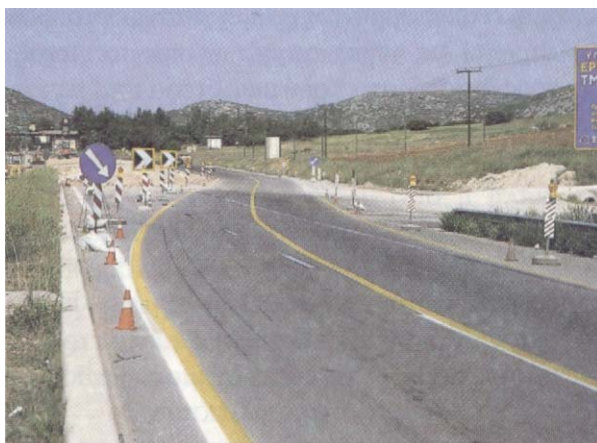
**Εικόνα 2.4:** Πλέγμα γραμμών σε πολυσύχναστο ισόπεδο κόμβο. Η είσοδος στην περιοχή απαγορεύεται εάν το όχημα πρόκειται να παραμείνει εκεί.



**Εικόνα 2.5:** Επανάληψη επάνω στο οδόστρωμα σήματος πινακίδας.

Το **χρώμα** των διαγραμμίσεων μπορεί να είναι **λευκό, κίτρινο ή κυανό**, ενώ στο εξωτερικό χρησιμοποιείται κατά περίπτωση και το κόκκινο.

Στην Ελλάδα το χρώμα που εφαρμόζεται στην πλειοψηφία των διαγραμμίσεων είναι το λευκό. Κίτρινο και κυανό εφαρμόζονται κυρίως σε διαγραμμίσεις που σχετίζονται με έλεγχο στάθμευσης. Κίτρινες είναι, επίσης, διαγραμμίσεις σε περιοχές με συχνές ομίχλες, καθώς και οι προσωρινές διαγραμμίσεις σε περιοχές έργων, οι οποίες υπερισχύουν των υπαρχουσών λευκών, όπως φαίνεται χαρακτηριστικά στην **Εικόνα 2.6**.



**Εικόνα 2.6:** Κίτρινη διαγράμμιση σε περιοχή εκτελούμενων έργων, η οποία υπερισχύει της λευκής.

### 2.3 Γεωμετρικά στοιχεία διαγραμμίσεων

Τα γεωμετρικά στοιχεία των εφαρμοζόμενων διαγραμμίσεων είναι τα χαρακτηριστικά που ουσιαστικά προσδιορίζουν τη μορφή και «προσωπικότητά» τους. Τα γεωμετρικά αυτά στοιχεία είναι το πάχος των γραμμών, τα μήκη και οι αποστάσεις των διακεκομμένων γραμμών, η διαμόρφωση των διαβάσεων και διαγραμμίσεων αποκλεισμού, και η μορφή των συμβόλων, γραμμάτων και σχημάτων που χρησιμοποιούνται. Για την Ελλάδα όλα τα παραπάνω στοιχεία καθορίζονται από σχετική Υπουργική Απόφαση [12]. Ανάλογες προδιαγραφές εφαρμόζονται και στο εξωτερικό.

Ειδικότερα, κατά τις **ελληνικές προδιαγραφές** ισχύουν, μεταξύ άλλων, και τα εξής:

- Το πλάτος των γραμμών που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 cm. Οι γραμμές που διαχωρίζουν μια λωρίδα κυκλοφορίας από μια λωρίδα επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης πρέπει να έχουν ελάχιστο πάχος 20 cm.

-Η απόσταση μεταξύ δύο γειτονικών κατά μήκος γραμμών πρέπει να είναι μεταξύ 10 και 18 cm.

-Σε μία διακεκομμένη γραμμή που χρησιμοποιείται για να διαχωρίσει δυο λωρίδες κυκλοφορίας, ο λόγος του μήκους της γραμμής προς το μήκος του διάκενου πρέπει να είναι μεταξύ 1:2 και 1:4, το μήκος της γραμμής μεταξύ 1 και 9 m, το δε μέγιστο μήκος διακένου 12 m. Για τη διαμόρφωση λαμβάνεται υπόψη η ταχύτητα μελέτης της οδού.

-Μία συνεχής απλή ή διπλή διαχωριστική γραμμή δεν πρέπει να έχει μήκος μικρότερο από 20 m. Η ακριβής διαμόρφωση της διαγράμμισης, όσον αφορά τις συνθήκες προσπέρασης, εξαρτάται από την ταχύτητα και ορατότητα στα εν λόγω σημεία (π.χ. οριζόντιες και κατακόρυφες καμπύλες).

-Το πάχος της γραμμής διακοπής πορείας κυμαίνεται μεταξύ 20 και 60 cm (συνιστάται πάχος 30 cm). Η εγκάρσια γραμμή διακοπής πορείας μπορεί να συνοδεύεται και από κατά μήκος διαγράμμιση, καθώς επίσης και από την λέξη STOP που αναγράφεται επάνω στο οδόστρωμα.

-Το πάχος των διακεκομμένων γραμμών παραχώρησης προτεραιότητας πρέπει να είναι μεταξύ 20 και 60 cm, το δε μήκος τους τουλάχιστο διπλάσιο του πλάτους.

-Στις διαβάσεις πεζών τύπου “Zebra” το διάστημα μεταξύ των ραβδώσεων πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το πλάτος των γραμμών και όχι μεγαλύτερο από το διπλάσιό του. Το πλάτος μίας τέτοιας γραμμής και ενός κενού μαζί πρέπει να είναι μεταξύ 80 και 140 cm. Σαν ελάχιστο πλάτος της διαβάσεως συνιστώνται για τις μεν οδούς με όριο ταχύτητας μέχρι 60 km/h τα 2,5 m, για τις δε οδούς με όριο ταχύτητας μεγαλύτερο από 60 km/h, τα 4,0 m.

Παρατηρείται ότι οι ελληνικές προδιαγραφές παρουσιάζουν γενικά μία ασάφεια σε κάποια χαρακτηριστικά μεγέθη, και ειδικά όσον αφορά το πάχος των γραμμών και τη διάταξη των διακεκομμένων λωρίδων, αφήνοντας την επιλογή στην κρίση του μελετητή. Το αποτέλεσμα είναι να έχουν διαμορφωθεί στην Ελλάδα διαγραμμίσεις μεταβλητών γεωμετρικών στοιχείων σε παρόμοιες μεταξύ τους οδούς.

Οι **γερμανικές τεχνικές οδηγίες** [13] είναι πιο συγκεκριμένες στο εν λόγω πεδίο. Κατά τις οδηγίες αυτές, ορίζονται δύο ονομαστικά πάχη **διαμήκων** γραμμών, οι λεπτές με πάχος 12 cm και οι φαρδιές με πάχος 25 cm. Ειδικά για τους αυτοκινητοδρόμους, τα εν λόγω πάχη είναι 15 cm και 30 cm αντίστοιχα. Εν γένει, οι λεπτές συνεχείς γραμμές εφαρμόζονται ως οριογραμμές σε συνήθεις οδούς, καθώς και για το διαχωρισμό λωρίδων κυκλοφορίας. Οι λεπτές διακεκομμένες γραμμές εφαρμόζονται για διαχωρισμό λωρίδων της ίδιας ή διαφορετικής κατεύθυνσης κυκλοφορίας. Αντίστοιχα, οι φαρδιές συνεχείς γραμμές εφαρμόζονται ως οριογραμμές σε αυτοκινητοδρόμους ή για διαχωρισμό ειδικών λωρίδων, ενώ οι φαρδιές διακεκομμένες για διαχωρισμό λωρίδων επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης ή ειδικών λωρίδων.

Συγκεκριμένη είναι και η διαμόρφωση των διακεκομμένων λωρίδων, όπου ορίζονται τρεις λόγοι μήκους γραμμής προς μήκος διακένου, και ειδικότερα 1:2, 1:1 και 2:1. Η αναλογία 1:2 εφαρμόζεται σε διακεκομμένες γραμμές διαχωρισμού συνήθων λωρίδων κίνησης, σε κάθε είδος οδού. Η αναλογία 1:1 εφαρμόζεται στις ίδιες γραμμές σε θέσεις κόμβων, καθώς και για το διαχωρισμό λωρίδων επιτάχυνσης

και επιβράδυνσης, ενώ η αναλογία 2:1 (πυκνή διάταξη) σε ειδικές περιπτώσεις. Συγκεκριμένα είναι και τα αντίστοιχα μήκη των γραμμών και διακένων.

Σαν παράδειγμα αναφέρονται οι εξής περιπτώσεις, πάντα κατά τις γερμανικές τεχνικές οδηγίες:

-Οι οριογραμμές των αυτοκινητοδρόμων είναι συνεχείς, πάχους 30 cm.

-Οι συνήθεις διακεκομμένες γραμμές διαχωρισμού λωρίδων σε αυτοκινητοδρόμους έχουν πάχος 15 cm και διαστάσεις **γραμμής/διακένου** ίσες με 6,0/12,0 (m).

-Οι ίδιες γραμμές σε συνήθεις οδούς έχουν πάχος 12 cm και αντίστοιχες διαστάσεις 4,0/8,0 (m) εκτός κατοικημένων και 3,0/6,0 (m) εντός κατοικημένων περιοχών. Σε θέσεις ισόπεδων κόμβων οι διαστάσεις γίνονται 3,0/3,0 (m).

-Οι γραμμές διαχωρισμού λωρίδων επιτάχυνσης και επιβράδυνσης σε αυτοκινητοδρόμους έχουν πάχος 30 cm και διαστάσεις 6,0/6,0 (m).

-Η απόσταση μεταξύ δύο γειτονικών διαμήκων γραμμών είναι όση και τα πάχος των εν λόγω γραμμών, δηλαδή 12 ή 15 cm.

Ανάλογα γεωμετρικά χαρακτηριστικά ορίζονται και στις **αμερικανικές προδιαγραφές** [8]. Τα πάχη των λεπτών γραμμών είναι 10-15 cm, ενώ των φαρδιών τουλάχιστον το διπλάσιο. Στις συνήθεις διακεκομμένες γραμμές διαχωρισμού λωρίδων η αναλογία μήκους γραμμής/διακένου είναι 1:3 και, ακριβέστερα, τα αντίστοιχα μήκη 3,0/9,0 (m).

## 2.4 Επιθυμητές ιδιότητες διαγραμμίσεων

Ως στοιχείο του οποίου η εγκατάσταση και συντήρηση κοστίζει, και το οποίο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη λειτουργικότητα και ασφάλεια του οδικού περιβάλλοντος, οι διαγραμμίσεις οφείλουν να πληρούν τις προδιαγραφόμενες ιδιότητες, οι δε προδιαγραφές να αναβαθμίζονται στο πέρασμα του χρόνου, ανταποκρινόμενες στις εκάστοτε απαιτήσεις και συνθήκες.

Οι βασικές ιδιότητες που συνήθως σχετίζονται με τις διαγραμμίσεις των οδοστρωμάτων είναι οι ακόλουθες:

- **Χαρακτηριστικά ορατότητας**, το βασικότερο πεδίο ιδιοτήτων, αφού οι διαγραμμίσεις λειτουργούν για τον οδηγό κυρίως βλέποντάς τις.
- **Ανθεκτικότητα**, καθώς οι διαγραμμίσεις έχουν συνήθως πολύ περιορισμένο χρόνο ζωής σε σχέση με τα υπόλοιπα στοιχεία της οδού.
- **Ολισθηρότητα** κατά τη διέλευση των οχημάτων από επάνω τους.
- **Ενόχληση κατά την τοποθέτηση**, καθώς ο περιορισμένος χρόνος ζωής τους επιβάλλει συχνή συντήρηση με αναγκαστική παρενόχληση της κυκλοφορίας.
- **Ευκολία αφαίρεσης**, καθώς πολλές φορές απαιτείται επαναδιευθέτηση της κυκλοφορίας σε μία οδό, ή εφαρμογή προσωρινής διαγράμμισης.

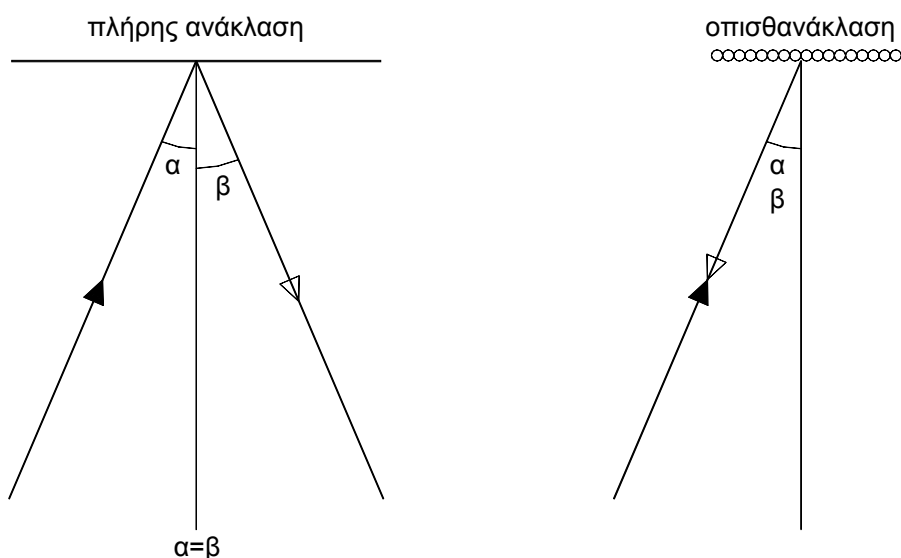
Η σύγχρονη βιομηχανία έχει δημιουργήσει πληθώρα υλικών και μεθόδων εφαρμογής, που καλύπτουν σε διάφορους βαθμούς τις παραπάνω απαιτήσεις. Στη συνέχεια αναπτύσσονται διεξοδικότερα οι προαναφερθείσες ιδιότητες<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Επειδή στις Υποπαραγράφους που ακολουθούν γίνονται μερικές πρωθύστερες αναφορές σε διάφορα υλικά και μεθόδους εφαρμογής, τίθεται υπόψη του αναγνώστη ότι το πεδίο των υλικών καλύπτεται διεξοδικά στην **Παράγραφο 2.5**.

### 2.4.1 Χαρακτηριστικά ορατότητας

Οι διαγραμμίσεις πρέπει να είναι και να παραμένουν ορατές κάθε στιγμή του εικοσιτετραώρου και υπό οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες. Η ορατότητα των διαγραμμίσεων εξασφαλίζεται κυρίως με την **αντίθεση** του χρώματος με την επιφάνεια του οδοστρώματος. Η **φωτεινότητα** των διαγραμμίσεων προέρχεται από την αντανάκλαση του φυσικού φωτισμού την ημέρα, και του φωτισμού των οδών ή των φανών των αυτοκινήτων τη νύχτα, και εξαρτάται όχι μόνο από το χρώμα, αλλά και από την υφή της επιφάνειάς τους και τη διεύθυνση φωτισμού.

Κατά τη διάρκεια της ημέρας υπάρχει διάχυτος φωτισμός, οπότε η αντανάκλαση γίνεται προς όλες τις κατευθύνσεις. Παρομοίως συμβαίνει και σε οδούς που φωτίζονται με συνεχή φωτισμό κατά τη διάρκεια της νύχτας. Όταν, όμως, η οδός δεν φωτίζεται τη νύχτα, θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι η φωτεινή δέσμη των φανών του αυτοκινήτου που προσπίπτει επάνω στη διαγράμμιση, αντανακλάται προς την κατεύθυνση του οδηγού. Η ιδιότητα αυτή είναι γνωστή ως **οπισθανάκλαση** (retroreflection). Όπως φαίνεται στην **Εικόνα 2.7**, η οπισθανάκλαση, μακροσκοπικά, είναι εκ διαμέτρου αντίθετη με την πλήρη ανάκλαση των λείων υλικών, αφού η



**Εικόνα 2.7:** Πλήρης ανάκλαση και οπισθανάκλαση: στη δεύτερη περίπτωση το φως επιστρέφει απευθείας πίσω στον οδηγό.

φωτεινή δέσμη ανακλάται πίσω, προς την ίδια διεύθυνση και με την ίδια γωνία. Για την επίτευξη της οπισθανάκλασης διασπείρονται επάνω στη διαγράμμιση **γυάλινα σφαιρίδια**, κατά τη διέλευση από το εσωτερικό των οποίων οι φωτεινές δέσμες των φανών των οχημάτων υφίστανται διαδοχικές διαθλάσεις και ανακλάσεις, ώστε να ανακλώνται μακροσκοπικά υπό την επιθυμητή γωνία. Τα γυάλινα αυτά σφαιρίδια είτε αναμιγνύονται με το υλικό της διαγράμμισης πριν από την τοποθέτησή του, είτε διασκορπίζονται επάνω του αμέσως μετά, είτε χρησιμοποιείται συνδυασμός των δύο μεθόδων.

Σε περίπτωση βροχής οι διαγραμμίσεις συχνά καλύπτονται από νερό, οπότε τα περισσότερα υλικά χάνουν την αποτελεσματικότητά τους. Σε αυτήν την περίπτωση, περισσότερο επιτυχείς θεωρούνται οι **ανάγλυφες διαγραμμίσεις**, οι οποίες προεξέχουν από το στρώμα του νερού. Οι ανάγλυφες διαγραμμίσεις αναπτύσσονται περαιτέρω στην **Παράγραφο 2.7**.

### 2.4.2 Ανθεκτικότητα και φθορές διαγραμμίσεων

Μία διαγράμμιση αντικαθίσταται πολλές φορές κατά τη διάρκεια ζωής του οδοστρώματος. Γενικεύσεις σχετικά με το χρόνο αντικατάστασης είναι δύσκολο να γίνουν, καθώς οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διάρκεια ζωής της διαγράμμισης είναι πολλοί. Οι σημαντικότεροι από αυτούς θεωρείται ότι είναι **η σύνθεση και πυκνότητα της κυκλοφορίας, το είδος και το πάχος του υλικού της διαγράμμισης, η τεχνική τοποθέτησης και οι καιρικές συνθήκες**.

Ένας αρχικός παράγοντας που μπορεί να προκαλέσει πρόωρη αστοχία της διαγράμμισης είναι η κακή πρόσφυση του υλικού στην επιφάνεια του οδοστρώματος. Συνήθως τα προβλήματα πρόσφυσης σχετίζονται όχι τόσο με τα ασφατικά οδοστρώματα, όσο με αυτά από σκυρόδεμα. Τα τελευταία δημιουργούν συνθήκες που είναι πολύ πιθανό να οδηγήσουν σε αποτυχία της διαγράμμισης λόγω κακής συγκόλλησης. Τέτοιες συνθήκες μπορεί να είναι η τάση του νερού που ανέρχεται στην επιφάνεια, η συγκέντρωση ανόργανων αλάτων, ή η ψύξη του νερού κάτω από τις ταινίες διαγράμμισης. Στα ασφατικά οδοστρώματα αποτυχία στην πρόσφυση μπορεί να εμφανιστεί όταν η εφαρμογή γίνει σε φρεσκοστρωμένη οδό.

Η ανθεκτικότητα της διαγράμμισης επηρεάζεται και από στοιχεία όπως η σκόνη, οι ακαθαρσίες, η λάσπη και τα σημάδια από ελαστικά, που επηρεάζουν σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό την ανθεκτικότητα, ανάλογα και με τη θέση και το υλικό κατασκευής της διαγράμμισης. Για παράδειγμα, η διαγράμμιση των οριογραμμών της οδού καλύπτεται πολύ γρήγορα με λάσπη που εκτινάσσεται από τα διερχόμενα αυτοκίνητα, με αποτέλεσμα να καταστρέφεται γρηγορότερα. Επίσης, έχει διαπιστωθεί ότι μερικά υλικά έχουν μεγαλύτερη τάση να συγκρατούν ακαθαρσίες, όπως τα θερμοπλαστικά, τα οποία παρουσιάζουν τραχεία επιφάνεια, με αποτέλεσμα τη συγκράτηση ακαθαρσιών στους πόρους τους.

Όσον αφορά τις καιρικές συνθήκες, καθοριστικός παράγοντας φθοράς των διαγραμμίσεων είναι οι χιονοπτώσεις, αν και όχι τόσο αυτές καθ'αυτές, όσο οι συνέπειές τους. Έτσι, σε περιοχές με συχνές χιονοπτώσεις τα αποχιονιστικά μηχανήματα, οι αλυσίδες και τα ειδικά ελαστικά χιονιού προξενούν τη γρήγορη φθορά των διαγραμμίσεων, οδηγώντας στην ανάγκη εφαρμογής χαμηλότερων παχών διαγραμμίσεων, όπως με την τεχνική της βαφής, ή του ψεκασμού πλαστικού.

Σχετικά με τις φθορές, τρεις χαρακτηριστικές περιπτώσεις που μπορούν, τελικά, να αχρηστέψουν μία διαγράμμιση, είναι οι εξής:

- **Διήθηση του ασφατικού υλικού (bleeding):** Συμβαίνει συχνά, όταν οι διαγραμμίσεις εφαρμόζονται σε ασφατικό οδόστρωμα. Το ασφατικό υλικό λιώνει λόγω της θερμοκρασίας ή λόγω της επίδρασης κάποιου διαλύτη, και εισχωρεί στη διαγράμμιση. Γενικά, μπορεί να αποφευχθεί με τη χρήση υλικών διαγράμμισης που δεν περιέχουν ενώσεις που διαλύουν τα ασφατικά προϊόντα, ή με τη μείωση της θερμοκρασίας εφαρμογής, για υλικά που τοποθετούνται εν θερμώ.
- **«Σύρσιμο» (greeping):** Είναι η περίπτωση όπου οι διαγραμμίσεις παραμορφώνονται και αλλάζουν σχήμα. Μπορεί να συμβεί όταν, με ζεστό καιρό, θερμοπλαστικές διαγραμμίσεις παραδοθούν στην κυκλοφορία πολύ γρήγορα μετά από την τοποθέτησή τους. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται, επίσης, και στις διαγραμμίσεις από ταινίες, που μπορεί να παραμορφωθούν ή να μετακινηθούν.



- **Ρηγμάτωση (cracking):** Προκαλείται μερικές φορές σε ανάγλυφες διαγραμμίσεις, κάτω από ψυχρές καιρικές συνθήκες. Τα υλικά καθίστανται εύθραυστα και σπάζουν όταν πιεστούν.

### 2.4.3 Ολισθηρότητα

Αν και η διαγράμμιση καταλαμβάνει μικρό μέρος της επιφάνειας του οδοστρώματος, είναι σημαντικό να ελέγχεται η ολισθηρότητά της. Η σημασία της τελευταίας είναι ιδιαίτερη σε κρίσιμα σημεία, όπως οι κόμβοι, οι διαβάσεις πεζών και άλλα σημεία, όπου τα οχήματα καλούνται και να τροχοπεδήσουν επάνω στη διαγράμμιση.

Το υλικό της διαγράμμισης πρέπει κατά το δυνατόν να είναι τουλάχιστον της ίδιας αντίστασης σε ολισθηρότητα σε σχέση με το οδόστρωμα. Έτσι, είναι βασικής σημασίας οποιοδήποτε υλικό να παρουσιάζει τραχιά επιφάνεια, η οποία ενισχύει την πρόσφυση σε στεγνές και υγρές συνθήκες. Η χρήση χρώματος σε παχύ στρώμα δημιουργεί λεία, και συνεπώς ολισθηρή, επιφάνεια. Αντίθετα, τα θερμοπλαστικά υλικά παρουσιάζουν ικανοποιητική αντίσταση σε ολίσθηση.

Για την αντίσταση σε ολίσθηση συνιστάται η εξασφάλιση τιμών SRV=45 για τις διαμήκεις γραμμές και SRV=55 για τις λοιπές διαγραμμίσεις.

### 2.4.4 Ενόχληση κατά την τοποθέτηση

Η πολύ χαμηλή, σχετικά με τα υπόλοιπα στοιχεία που απαρτίζουν ή εξοπλίζουν μία οδό, διάρκεια ζωής των διαγραμμίσεων οδηγεί σε ανάγκη για πολύ συχνή συντήρησή τους, η οποία, αναγκαστικά, προκαλεί και ενόχληση στη κυκλοφορία. Έτσι, εκτός από απαίτηση μεγαλύτερης διάρκειας ζωής, μία διαγράμμιση θα πρέπει και να εφαρμόζεται γρήγορα.

Τα περισσότερα υλικά διαγράμμισης τοποθετούνται σε υγρή ή ημιστερεή μορφή, και για τη στερεοποίησή τους απαιτείται η μεσολάβηση κάποιου χρονικού διαστήματος. Για την ελάττωση του εν λόγω διαστήματος στο ελάχιστο δυνατό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα πρόσμικτα. Θέρμανση της επιφάνειας του οδοστρώματος και του υλικού της διαγράμμισης επιταχύνει την πήξη και, κατά συνέπεια, ελαττώνει και το χρόνο διακοπής της κυκλοφορίας.

Ορισμένες καιρικές συνθήκες μπορούν, επίσης, να σταθούν εμπόδιο ή να καθυστερήσουν την τοποθέτηση της διαγράμμισης. Έτσι, πρέπει, γενικά, να αποφεύγεται η εφαρμογή υπό βροχή, όταν η θερμοκρασία του οδοστρώματος είναι χαμηλή, και, για τα υλικά σε υγρή μορφή, όταν φυσάει αέρας.

### 2.4.5 Ευκολία αφαίρεσης

Η αφαίρεση των διαγραμμίσεων είναι πολλές φορές αναγκαία για κάποια νέα διευθέτηση της κυκλοφορίας, αλλά παρουσιάζει αρκετές δυσκολίες, χωρίς να είναι πάντα και επιτυχημένη. Η αφαίρεση ή εξαφάνιση των διαγραμμίσεων μπορεί να πραγματοποιηθεί με **ξύσιμο ή θρυμμάτισμα, κάψιμο, επεξεργασία με κατάλληλα χημικά μέσα, αμμοβολή, ή κάλυψη με μαύρα χρώματα και ασφαλτικά υλικά**. Πιο αποτελεσματική θεωρείται η μέθοδος της αμμοβολής.

Σε κάθε περίπτωση, πάντως, η αφαίρεση υπάρχουσας διαγράμμισης είναι μία αρκετά επίπονη διαδικασία, οπότε σε περιπτώσεις που προβλέπεται η αλλαγή της

διαγράμμισης στο άμεσο μέλλον, όπως σε περιοχές έργων επάνω στην οδό, μπορεί να χρησιμοποιείται διαγράμμιση από αυτοκόλλητες ταινίες, η οποία αφαιρείται εύκολα.

#### 2.4.6 Ιδιότητες διαγραμμίσεων και σύγχρονα Πρότυπα

Τα τελευταία χρόνια, στο πεδίο των διαγραμμίσεων λαμβάνει χώρα μία νέα εξέλιξη, που μεταβάλλει ουσιαστικά τον τρόπο κατασκευής και συντήρησής τους, παγκοσμίως. Η εξέλιξη αυτή οδηγεί στην αντιμετώπιση των χαρακτηριστικών των διαγραμμίσεων από τη σκοπιά του **τελικού χρήστη**, είναι, δηλαδή, μία αντιμετώπιση ως προς την ποιότητα του τελικού προϊόντος (performance criteria), και όχι πλέον μία αντίληψη συνταγής εφαρμογής και τεχνικών χαρακτηριστικών συγκεκριμένων συστατικών στοιχείων της ίδιας της διαγράμμισης.

Η πορεία προς αυτή την κατεύθυνση είναι σχετικά απλή, και συνίσταται στην ανίχνευση των πραγματικών αναγκών και απαιτήσεων του χρήστη-οδηγού, στη μεταφορά της εν λόγω φιλοσοφίας στις συμβάσεις με τους εκάστοτε υπεύθυνους κατασκευής των διαγραμμίσεων, και στην υλοποίηση της σύμβασης, με τελικό έλεγχο. Έτσι, πλέον, δεν ισχύει η προσέγγιση του παρελθόντος, όπου ορίζονταν σαν συνταγή το τι θα έπρεπε επακριβώς να κάνει ο κατασκευαστής, ο οποίος και επιβλέπονταν σε αυτό, παρά μόνο επιζητείται να πληρούνται τελικά χαρακτηριστικά από την παραγόμενη διαγράμμιση. Η φιλοσοφία αυτή ήδη διακατέχει και τα νέα ευρωπαϊκά Πρότυπα που σχετίζονται με τις διαγραμμίσεις.

Το βασικότερο σχετικό Πρότυπο είναι το **EN 1436**. Το εν λόγω Πρότυπο ορίζει τα χαρακτηριστικά απόδοσης των διαγραμμίσεων από τη σκοπιά των χρηστών (Road marking performance for road users), καθώς και τις μεθόδους μέτρησής τους. Κατά το EN 1436, για κάθε επιμέρους χαρακτηριστικό ορίζονται επίπεδα απόδοσης. Από εκεί και πέρα έγκειται στην κρίση του μελετητή (ή στις απαιτήσεις του ιδιοκτήτη), το ποιο επίπεδο ποιότητας θα πρέπει να διαθέτει κάθε επιμέρους χαρακτηριστικό, ανάλογα με το είδος της οδού. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι:

- Η **αντανακλαστικότητα** κατά τη μέρα, ή με διάχυτο νυχτερινό φωτισμό.
- Η **οπισθανάκλαση** του φωτός των φανών των οχημάτων σε ξηρές συνθήκες, υγρές συνθήκες και συνθήκες βροχής.
- Το **χρώμα** της διαγράμμισης.
- Η **αντίσταση σε ολίσθηση**.

Στον **Πίνακα 2.1** δίνονται ενδεικτικά ορισμένα από αυτά τα χαρακτηριστικά, με τις απαιτούμενες τιμές τους για κάθε επίπεδο απόδοσής τους.

**Πίνακας 2.1:** Χαρακτηριστικά διαγραμμίσεων και αντίστοιχα επίπεδα απόδοσης, κατά το EN 1436.

Οπισθανάκλαση (ξηρές συνθήκες)		Οπισθανάκλαση (υγρές συνθήκες)		Λαμπρότητα		Αντίσταση σε ολίσθηση	
Επίπεδο ποιότητας	Απαιτ. τιμή (mcd)	Επίπεδο ποιότητας	Απαιτ. τιμή (mcd)	Επίπεδο ποιότητας	Απαιτ. τιμή	Επίπεδο ποιότητας	Απαιτ. τιμή (SRV)
R0	-	RW0	-	B0	-	S0	-
R2	100	RW1	25	B2	30	S1	45
R4	200	RW2	35	B3	40	S2	50
R5	300	RW3	50	B4	50	S3	55
				B5	60	S4	60
						S5	65

Κατά το EN 1436 ορίζεται, επίσης, και ένα ακόμη σημαντικό χαρακτηριστικό των διαγραμμίσεων, η **λειτουργική διάρκεια ζωής**, δηλαδή το χρονικό διάστημα κατά το οποίο όλα τα παραπάνω ορισμένα χαρακτηριστικά διατηρούνται αναλλοίωτα.

Άλλο ένα σχετικό ευρωπαϊκό Πρότυπο είναι το **EN 1871**, το οποίο προδιαγράφει τα φυσικά χαρακτηριστικά των υλικών διαγράμμισης. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι, για παράδειγμα, το σημείο μάλθωσης, το σημείο παγοπληξίας και η αντοχή σε αλκαλικά. Τονίζεται ότι οι εν λόγω απαιτήσεις είναι και αυτές απαιτήσεις ποιότητας (physical performance requirements), και όχι απαιτήσεις σχετικές με την ίδια τη σύνθεση των υλικών, όπως θα ήταν, για παράδειγμα, το ποσοστό αδρανών ή γυάλινων σφαιριδίων, και οι οποίες ίσχυαν παλιότερα.

Άλλες προδιαγραφές που ισχύουν είναι η **EN 1824**, που προδιαγράφει τους τελικούς ελέγχους των διαγραμμίσεων, και οι **EN 1423** και **EN 1424**, που προδιαγράφουν τις απαιτήσεις των γυάλινων σφαιριδίων και των αδρανών.

## 2.5 Υλικά και μέθοδοι εφαρμογής διαγραμμίσεων

Στη σύγχρονη οδοσήμανση, οι προαναφερθείσες στην Παράγραφο 2.4 απαιτήσεις των διαγραμμίσεων έχουν οδηγήσει πλέον στην παραγωγή και χρήση συγκεκριμένων ειδών υλικών διαγράμμισης. Καθένα από αυτά τα υλικά έχει τη δική του μορφή και τεχνική εφαρμογή, και τα δικά του προτερήματα και ελαττώματα. Έτσι, τα υλικά που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι τα εξής:

- **Θερμοπλαστικά:** Υλικά των οποίων το συνδετικό υλικό είναι πλαστικό, εφαρμοζόμενο εν θερμώ.
- **Ψυχροπλαστικά:** Παρόμοιας μορφής υλικά, τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν χωρίς θέρμανση.
- **Βαφές:** Διάφορα είδη χρωματικών βαφών, βασισμένα σε οργανικές ενώσεις.
- **Προκατασκευασμένα κολλητά φύλλα:** Έτοιμα για προσκόλληση ή ενσωμάτωση στο οδόστρωμα φύλλα, σε μορφή λωρίδων, συμβόλων, γραμμάτων κλπ.

Εκτός από αυτά, χρησιμοποιούνται σε μικρότερο βαθμό και άλλα υλικά, όπως χρωματισμένες πέτρες και τεχνητοί λίθοι, αλλά όχι σε συνήθεις οδούς.

Καθένα από τα παραπάνω υλικά μπορεί να εφαρμοστεί ως συμβατικά **αντανεκλαστικό** ή μη, με τη χρήση ή μη γυάλινων σφαιριδίων αντίστοιχα, και ως **ανάγλυφο** ή μη, για τη βελτίωση της ορατότητάς του σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες (βλ. **Παράγραφο 2.7**). Ωστόσο, θεωρείται πλέον αδιανόητη η εφαρμογή μη αντανεκλαστικών διαγραμμίσεων σε οδούς με σημαντικούς κυκλοφοριακούς φόρτους.

Τέλος, όσον αφορά στην ακριβή σύνθεση και διαδικασία παραγωγής κάθε είδους διαγράμμισης από τα παραπάνω, υπενθυμίζεται ότι, όπως τονίστηκε και στην Υποπαράγραφο 2.4.6, οι παλιές προδιαγραφές που όριζαν την εφαρμογή υπό μορφή συνταγής, βρίσκονται πλέον υπό εγκατάλειψη. Έτσι, η επιλογή του κατάλληλου υλικού και της κατάλληλης σύνθεσης και τεχνικής εφαρμογής έγκειται πλέον στην κρίση των κατασκευαστών, οι οποίοι, σε συνεργασία με τους παραγωγούς υλικών διαγραμμίσεων οφείλουν να προχωρούν στη δημιουργία των δικών τους βάσεων δεδομένων σχετικά με τα στοιχεία αυτά.

### 2.5.1 Θερμοπλαστικά υλικά

Η εφαρμογή των θερμοπλαστικών υλικών είναι ουσιαστικά η νέα τάση σχετικά με τα υλικά των διαγραμμίσεων, υποσκελίζοντας τις βαφές που μέχρι σήμερα

χρησιμοποιούνται ευρέως. Ήδη σε αρκετές ευρωπαϊκές χώρες οι θερμοπλαστικές διαγράμμισεις είναι κοινός τόπος, σε αντίθεση, ωστόσο, με την Ελλάδα, όπου τη μερίδα του λέοντος διακατέχουν πάντα οι βαφές.

Το υλικό της διαγράμμισης αποτελείται από ένα μίγμα *ελαφρά χρωματισμένων αδρανών, λευκής χρωστικής* (διοξειδιο τιτανίου) και *γυάλινων σφαιριδίων*, τα οποία συνδέονται με τη βοήθεια του *θερμοπλαστικού υλικού*. Τα γυάλινα σφαιρίδια τοποθετούνται είτε κατά τη φάση της ανάμιξης, είτε διασκορπίζονται αμέσως μετά την εφαρμογή στο οδόστρωμα, είτε γίνεται συνδυασμός των δύο μεθόδων. Για την παρασκευή του μίγματος ρίχνονται μέσα στη συσκευή μίξης τα αδρανή, η χρωστική, ενδεχομένως τα γυάλινα σφαιρίδια, καθώς και το συνδετικό θερμοπλαστικό υλικό, μέσα στην πλαστική του συσκευασία. Το μίγμα θερμαίνεται στους 180-200° C.

Η διαγράμμιση από θερμοπλαστικό υλικό μπορεί είτε να εφαρμοστεί απευθείας επάνω στο οδόστρωμα, οπότε έχει πάχος 1-3 mm, είτε να εγκιβωτιστεί μέσα σε αυτό, οπότε απαιτείται η εκσκαφή του οδοστρώματος σε βάθος 7-20 mm και στο πλάτος της διαγράμμισης. Στην πρώτη περίπτωση, το οδόστρωμα όπου θα εφαρμοστεί η διαγράμμιση πρέπει να είναι καθαρό και στεγνό. Η εγκιβωτισμένη μορφή χρησιμοποιείται κυρίως σε αστικές οδούς.

Για την εφαρμογή στο οδόστρωμα του θερμοπλαστικού μίγματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέθοδοι *έγχυσης, εξόλκευσης ή ψεκασμού*.

Κατά τη μέθοδο έγχυσης χρησιμοποιούνται χειροκίνητα (**Εικόνες 2.8, 2.9**) ή αυτοκίνητα μηχανήματα. Η έγχυση στο οδόστρωμα γίνεται από μία μικρή πλάκα ρυθμιζόμενου πλάτους και κλίσης, χαρακτηριστικά τα οποία, σε συνάρτηση με την



**Εικόνα 2.8:** Χειροκίνητος μηχανισμός έγχυσης θερμοπλαστικού υλικού.

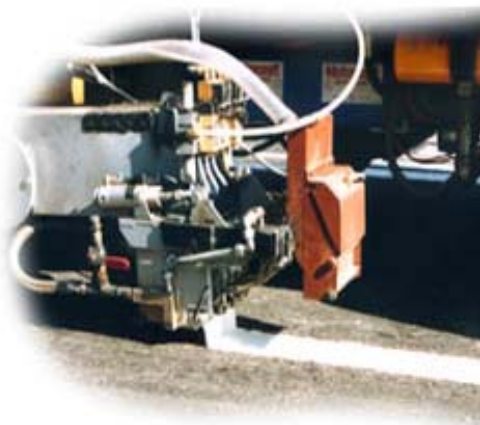


**Εικόνα 2.9:** Λεπτομέρεια του μηχανισμού. Στο πίσω μέρος διακρίνεται η θήκη με τα γυάλινα σφαιρίδια, τα οποία στη συγκεκριμένη περίπτωση διασπείρονται μετά την έγχυση του υλικού στο οδόστρωμα.

ταχύτητα κίνησης του μηχανήματος, καθορίζουν και το πάχος της διαγράμμισης.

Η μέθοδος της εξόλκευσης εξασφαλίζει διαγράμμιση σταθερού πλάτους και πάχους, όντας καταλληλότερη για πιο εκτεταμένες εργασίες. Το θερμοπλαστικό μίγμα εξολκεύεται υπό πίεση μέσα από μία σχισμή ρυθμιζόμενου ανοίγματος, και η όλη εργασία πραγματοποιείται από αυτοκινούμενο μηχανήμα, **Εικόνα 2.10**.

Κατά τη μέθοδο ψεκασμού, το θερμοπλαστικό μίγμα ψεκάζεται από ένα ή περισσότερους ψεκαστήρες, ενώ τα γυάλινα σφαιρίδια διασπείρονται κατόπιν, **Εικόνα 2.11**. Το πάχος της διαγράμμισης εξαρτάται κυρίως από την πίεση ψεκασμού, όπως και από την ταχύτητα κίνησης του μηχανήματος εφαρμογής.



**Εικόνα 2.10:** Εφαρμογή θερμοπλαστικής διαγράμμισης με εξόλκευση.



**Εικόνα 2.11:** Εφαρμογή θερμοπλαστικής διαγράμμισης με ψεκάσμο. Διακρίνεται και η διασπορά των γυάλινων σφαιριδίων.

Βασικό πλεονέκτημα των θερμοπλαστικών υλικών είναι το γρήγορο στέγνωμα. Η σκλήρυνση του χυτού θερμοπλαστικού διαρκεί περίπου 10 min, ενώ με τη μέθοδο ψεκάσμου όχι παραπάνω από 1 min. Έτσι, λόγω της μεγάλης ταχύτητας κατασκευής, η κυκλοφορία διαταράσσεται στο ελάχιστο.

Αρκετά ικανοποιητική είναι και η αντοχή σε φθορά των θερμοπλαστικών, όπως και η διάρκεια ζωής τους, που είναι το λιγότερο 1-3 έτη, ανάλογα με την ποιότητα του υλικού και τον κυκλοφοριακό φόρτο. Για τις εγκιβωτισμένες διαγραμμίσεις η διάρκεια ζωής είναι ακόμη πιο μεγάλη.

Όσον αφορά στην πρόσφυση της διαγράμμισης στο οδόστρωμα, αυτή είναι αρκετά καλή στα ασφαλτικά οδοστρώματα, στα δε από σκυρόδεμα απαιτείται συνήθως μία κατάλληλη υπόστρωση.

Η ορατότητα των θερμοπλαστικών διαγραμμίσεων είναι ελαφρώς μικρότερη από την αντίστοιχη των βαφών, καθώς το χρώμα τους συχνά δεν είναι τόσο έντονο, ενώ ορισμένα υλικά έχουν και την τάση να συγκεντρώνουν ακαθαρσίες. Ωστόσο, η αντανάκλαστικότητά τους είναι πολύ καλή.

Τέλος, η αντίσταση σε ολίσθηση των ελαστικών θεωρείται ικανοποιητική, εκτός από τις πρώτες ημέρες μετά την τοποθέτηση.

### 2.5.2 Ψυχοπλαστικά υλικά

Τα υλικά αυτής της κατηγορίας αποτελούνται από δύο επιμέρους συστατικά και η κατασκευή τους απαιτεί ειδικό εξοπλισμό και εξειδικευμένους χειριστές, όπως, άλλωστε, συμβαίνει και με τα θερμοπλαστικά. Το υλικό πρέπει να τοποθετηθεί αμέσως μετά από την ανάμιξη των συστατικών, σε απόλυτα στεγνή και καθαρή

επιφάνεια. Για διαμήκεις διαγραμμίσεις χρησιμοποιείται ειδικό μηχάνημα που διαθέτει δύο δοχεία, ένα για κάθε συστατικό, και ένα συλλέκτη για την ανάμιξη και εφαρμογή του προϊόντος στο οδόστρωμα. Τα γυάλινα σφαιρίδια εφαρμόζονται αμέσως μετά.

Οι ψυχοπλαστικές διαγραμμίσεις που κατασκευάζονται με αυτόν τον τρόπο έχουν πάχος 1,5-3 mm, ενώ για τις εγκάρσιες και λοιπές ειδικές διαγραμμίσεις η εφαρμογή μπορεί να γίνει με μυστρί, οπότε επιτυγχάνεται πάχος 3 mm. Η εφαρμογή των ψυχοπλαστικών διαγραμμίσεων μπορεί να γίνει σε θερμοκρασίες 0-40° C, ενώ η διάρκεια παρεμπόδισης της κυκλοφορίας μέχρι το στέγνωμα του υλικού είναι περίπου 30 min.

Η διάρκεια ζωής είναι τουλάχιστον 3-4 έτη, ενώ και η συμπεριφορά σε φθορά θεωρείται από τις κορυφαίες. Η προσκόλλησή τους είναι συνήθως καλή και στα ασφαλτικά, και στα από σκυρόδεμα οδοστρώματα.

Η ορατότητα είναι ιδιαίτερα καλή την ημέρα, γιατί το υλικό δεν έχει την τάση να συγκρατεί ακαθαρσίες, όπως και υπό βροχή, λόγω του πάχους τους.

Το κύριο μειονέκτημα των ψυχοπλαστικών είναι ότι με τον καιρό χάνουν την αντίστασή τους σε ολισθηρότητα, καθώς η βαριά κυκλοφορία έχει ως αποτέλεσμα τη λείανση της επιφάνειάς τους.

### 2.5.3 Βαφές

Οι βαφές είναι σχεδόν το μοναδικό υλικό διαγράμμισης που εφαρμόζεται στον ελληνικό χώρο, λόγω του χαμηλού κόστους και της ευχρηστίας τους. Μπορεί να είναι διαφόρων τύπων, όπως αλκυδικές, ακρυλικές, ή βασισμένες σε διάφορα έλαια.

Οι βαφές συνήθως προσκολλώνται καλά, τόσο στα ασφαλτικά, όσο και στα από σκυρόδεμα οδοστρώματα, χωρίς να απαιτείται ιδιαίτερη προετοιμασία της επιφάνειας της οδού, και θεωρούνται κατάλληλες και ανθεκτικές σε περιπτώσεις που το οδόστρωμα είναι σε κακή κατάσταση. Το βασικό τους μειονέκτημα είναι η χαμηλή ορατότητα σε βροχή, ιδίως τη νύχτα. Υπό οποιεσδήποτε άλλες συνθήκες, η ορατότητά τους θεωρείται ικανοποιητική.

Η αντίσταση σε ολίσθηση εξαρτάται από την τραχύτητα της επιφάνειας του υποκείμενου οδοστρώματος, ιδιαίτερα όταν το πάχος της διαγράμμισης είναι μικρό. Γενικά, πάντως, πρέπει να αποφεύγεται μεγάλο πάχος, γιατί έχει ως αποτέλεσμα λεία και ολισθηρή επιφάνεια. Συνήθως το πάχος κυμαίνεται μεταξύ 0,25-0,40 mm.

Το χρώμα εφαρμόζεται με διάφορα μηχανήματα, ανάλογα με την έκταση της εργασίας. Συνήθως χρησιμοποιούνται χειροκίνητες μηχανές για μικρές επιφάνειες, αυτόματες μηχανές για μεγαλύτερες εφαρμογές, ενώ για τη διαγράμμιση αυτοκινητοδρόμων υπάρχουν ακόμη πιο αποδοτικά μηχανήματα, με δοχεία μεγάλης περιεκτικότητας χρώματος και σφαιριδίων, τα οποία, μάλιστα, δεν απαιτούν ιδιαίτερα ειδικευμένο προσωπικό.

Τέλος, ένα ακόμη σοβαρό μειονέκτημα των βαφών είναι και ο περιορισμένος χρόνος ζωής των 6-12 μηνών, ιδιαίτερα κάτω από βαριά κυκλοφορία. Συνιστώνται, επομένως, για διαγράμμιση οδών χαμηλής κυκλοφορίας, και για οριογραμμές.

### 2.5.4 Προκατασκευασμένα κολλητά φύλλα

Τα κολλητά φύλλα είναι προκατασκευασμένη διαγράμμιση που επικολλάται στο οδόστρωμα. Το πάχος των εν λόγω φύλλων είναι μεταξύ 1,5-3 mm και συνήθως έχουν τη μορφή λωρίδων συγκεκριμένου πλάτους.

Τα φύλλα αυτά μπορούν είτε να ενσωματωθούν στο οδόστρωμα κατά την ασφαλτοστρώση, είτε να επικολληθούν σε ήδη υπάρχον οδόστρωμα. Η πρώτη μέθοδος εξασφαλίζει πολύ καλή πρόσφυση και διάρκεια ζωής. Για την επικόλληση επάνω στο οδόστρωμα χρησιμοποιείται κόλλα. Η επιφάνεια επικόλλησης πρέπει να είναι στεγνή, καθαρή και λεία. Μετά την εξάτμιση του διαλύματος της κόλλας οι δύο επιφάνειες, του φύλλου και του οδοστρώματος, θερμαίνονται και το φύλλο πιέζεται με κύλινδρο. Η όλη διαδικασία διαρκεί 30-60 min, ενώ υπάρχει και η δυνατότητα χρήσης αυτοκόλλητων φύλλων, που επιταχύνει την εφαρμογή.

Το προτέρημα των προκατασκευασμένων φύλλων είναι η βιομηχανική τους ελεγχόμενη παραγωγή, που εξασφαλίζει σταθερή ποιότητα.

Η διάρκεια ζωής των εν λόγω διαγραμμίσεων είναι τουλάχιστον 3 έτη, ενώ για τα ενσωματωμένα φύλλα ακόμη μεγαλύτερη. Το κυριότερο πρόβλημα που μπορεί να παρουσιάσουν είναι η αποκόλληση λόγω εξασθένησης της συγκόλλησης. Επίσης, σε ζώνες τροχοπέδησης και επιτάχυνσης είναι πολύ πιθανό οι ταινίες να παραμορφωθούν ή να μετακινηθούν.

Η ορατότητά τους είναι εξαιρετική τόσο την ημέρα, όσο και τη νύχτα για τους αντανακλαστικούς τύπους, αλλά λόγω αποκόλλησης των γυάλινων σφαιριδίων φθίνει μετά τον πρώτο χρόνο. Λόγω του πάχους τους έχουν ικανοποιητική συμπεριφορά και υπό βροχή. Η αντίστασή τους σε ολισθηρότητα δεν θεωρείται ικανοποιητική, επειδή με την πάροδο του χρόνου και την επίδραση της βαριάς κυκλοφορίας η επιφάνειά τους λειαιίνεται.

Τα κολλητά φύλλα χρησιμοποιούνται κυρίως σε αστικές οδούς. Παρά το υψηλό τους κόστος, θεωρούνται πολύ κατάλληλα για προσωρινές διαγραμμίσεις, αφού μπορούν να αφαιρεθούν εύκολα.

## 2.6 Η ελληνική πραγματικότητα - Η επιλογή του κατάλληλου υλικού διαγράμμισης

Για τη διαγράμμιση των ελληνικών οδών έχει επικρατήσει σχεδόν ολοκληρωτικά η χρήση βαφών, ενώ κατά τη δεκαετία του '70 εφαρμόστηκαν σε περιορισμένη κλίμακα θερμοπλαστικά υλικά και κολλητά φύλλα. Μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '90 η εφαρμογή των βαφών, σύμφωνα και με τις ισχύουσες προδιαγραφές, δεν έδινε ικανοποιητικά αποτελέσματα, οπότε ξεκίνησε η χρησιμοποίηση χρωμάτων διαγράμμισης που έχουν υποστεί με επιτυχία δοκιμές πεδίου σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες. Η χρήση στην Ελλάδα των εν λόγω πιστοποιημένων βαφών είχε στις περισσότερες περιπτώσεις θετικά αποτελέσματα, δεν έλειψαν, όμως, οι περιπτώσεις εκτεταμένων αστοχιών, ιδιαίτερα σε οδούς με υψηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους.

Πέρα από όλα αυτά, συγκρινόμενη με την αντίστοιχη άλλων ευρωπαϊκών χωρών, η ποιότητα της ελληνικής διαγράμμισης παραμένει ακόμη σε χαμηλό επίπεδο. Είναι αλήθεια ότι οι βαφές διαγράμμισης παρουσιάζουν μεγάλα πλεονεκτήματα, εξαιτίας κυρίως της εύκολης επεξεργασίας και του χαμηλού κόστους. Παράλληλα, όμως, έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής, που κατά κανόνα δεν ξεπερνάει το 1 έτος, ενώ επιβαρύνουν και το περιβάλλον. Για οδούς με υψηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους, όπως οι περισσότερες ελληνικές εθνικές οδοί, επιβάλλεται η εφαρμογή υλικών με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Τέτοια υλικά είναι τα θερμοπλαστικά, τα ψυχροπλαστικά και τα κολλητά φύλλα. Στον **Πίνακα 2.2** παρέχονται κατευθυντήριες οδηγίες για την επιλογή του κατάλληλου υλικού διαγράμμισης σε υπεραστικές οδούς, ανάλογα με τον κυκλοφοριακό φόρτο. Από τον πίνακα αυτόν είναι φανερή η σχετική

υπεροχή των ψυχροπλαστικών υλικών, τα οποία σε ψεκαζόμενη μορφή παρουσιάζουν, επιπλέον, εξαιρετικά αποτελέσματα αναφορικά με την ταχύτητα και το κόστος εφαρμογής τους.

**Πίνακας 2.2:** Αναμενόμενη διάρκεια ζωής διαγράμμισης διαχωρισμού λωρίδων (διακεκομμένη) σε έτη, ανάλογα με τον κυκλοφοριακό φόρτο σε υπεραστικές οδούς [19].

ΕΜΗΚ (ΜΕΑ/ημέρα)		<2.000	2.000-5.000	5.000-10.000	20.000-30.000	
<b>ΗΜΕΡΗΣΙΟΣ ΦΟΡΤΟΣ ΒΑΡΕΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ</b> [φορτηγά >5 t και λεωφορεία]		<100	100-500	500-3.000	>3.000	
<b>ΥΛΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΙΣΗΣ</b>		*Χάρ. Τετ.	*Χάρ. Καμπ.	*Χάρ. Τετ.	*Χάρ. Καμπ.	Αυτοκινητό- δρόμος
ΒΑΦΗ ΕΝΟΣ Κανονική		2	1-2	1-2	1	-
ΣΥΣΤΑΤΙΚΟΥ Ανθεκτική		3	2	2	1-2	1
ΒΑΦΗ ΔΥΟ Κανονική		3	2-3	2-3	2	1
ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ Ανθεκτική		4	3	3-4	2-3	2
ΨΕΚΑΖΟΜΕΝΟ Κανονικό		5	4	4-5	3	2
ΘΕΡΜΟΠΛΑΣΤΙΚΟ Ανθεκτικό		-	5	6	4	3
ΔΙΑΣΤΡΩΝΟΜΕΝΟ Κανονικό		-	-	6	5	4
ΘΕΡΜΟΠΛΑΣΤΙΚΟ Ανθεκτικό		-	-	-	7	5
ΔΙΑΣΤΡΩΝΟΜΕΝΟ Κανονικό		-	-	-	-	7
ΨΥΧΡΟΠΛΑΣΤΙΚΟ Ανθεκτικό		-	-	-	-	7
ΕΓΚΙΒΩΤΙΣΜΕΝΕΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΙΣΕΙΣ		-	-	-	-	8

\*Χάρ. Τετ.: Χάραξη Τεταμένη  
\*Χάρ. Καμπ.: Χάραξη με Καμπύλες

Καθοριστικός, επίσης, παράγοντας για την καταπόνηση της διαγράμμισης είναι και η θέση της επάνω στο οδόστρωμα. Κατ' αυτήν την έννοια οι διαγραμμίσεις μπορούν εν γένει να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες αναμενόμενης κυκλοφοριακής καταπόνησης:

- **Σπάνια καταπονούμενες διαγραμμίσεις:** Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι διαγραμμίσεις που θεωρητικά δεν καταπονούνται από την κυκλοφορία, επειδή δεν επιτρέπεται η διέλευση οχημάτων επάνω από αυτές. Τέτοιες διαγραμμίσεις είναι οι συνεχείς οριογραμμές, οι περιοχές αποκλεισμού, καθώς και οι συνεχείς απλές ή διπλές αξονικές γραμμές.
- **Συχνά καταπονούμενες διαγραμμίσεις:** Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οι υπόλοιπες διαγραμμίσεις, που επιτρέπουν τη διέλευση οχημάτων επάνω τους. Τέτοιες είναι οι διακεκομμένες γραμμές διαχωρισμού λωρίδων, οι μικτές αξονικές γραμμές, καθώς και οι διακεκομμένες οριογραμμές.
- **Διαρκώς καταπονούμενες διαγραμμίσεις:** Αποτελούνται από τις εγκάρσιες διαγραμμίσεις, οι οποίες υπόκεινται σε συνεχή καταπόνηση από την κυκλοφορία, καθώς όλα τα οχήματα διέρχονται αναγκαστικά επάνω από αυτές. Στις εγκάρσιες διαγραμμίσεις συμπεριλαμβάνονται οι γραμμές αναμονής και οι διαβάσεις πεζών. Η καταπόνηση βελών, συμβόλων και αναγραφών εξαρτάται από τη συγκεκριμένη θέση τους, είναι σκόπιμο, όμως, να συμπεριλαμβάνονται σε αυτήν την κατηγορία, ιδιαίτερα σε οδούς εντός κατοικημένων περιοχών.



## 2.7 Ανάγλυφες διαγραμμίσεις

Η ευκρίνεια της διαγράμμισης κάτω από δυσμενείς καιρικές συνθήκες βελτιώνεται σημαντικά με την εφαρμογή καταλλήλων υλικών, τα οποία δεν παρουσιάζουν επίπεδη επιφάνεια, αλλά εμφανίζουν ανωμαλίες, οι οποίες σε περίπτωση βροχής εξέχουν από το στρώμα του νερού και έτσι είναι ευδιάκριτες από τους οδηγούς, **Εικόνα 2.12**. Για την κατασκευή των ανάγλυφων διαγραμμίσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν **όλα τα συνηθισμένα υλικά**, δηλαδή χρώματα, ψυχοπλαστικά και θερμοπλαστικά υλικά, κολλητά φύλλα.



**Εικόνα 2.12:** Εικόνα ανάγλυφης διαγράμμισης υπό βροχή.

Από τα μέσα της δεκαετίας του '70 μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του '80 πραγματοποιήθηκαν πολλές συστηματικές δοκιμαστικές εφαρμογές των ανάγλυφων διαγραμμίσεων σε πολλές χώρες της Ευρώπης, και κυρίως σε Γαλλία, Γερμανία, Ολλανδία και Μ. Βρετανία. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν κρίθηκαν θετικά, και στα κράτη αυτά άρχισε η συστηματική χρήση των ανάγλυφων διαγραμμίσεων. Παράλληλα με την εφαρμογή τους, συνεχίζονται εργαστηριακές μελέτες με στόχο τη συνεχή βελτίωση και εξέλιξη των διαγραμμίσεων αυτών. Επίσης, βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο η σύνταξη ενιαίων ευρωπαϊκών τεχνικών προδιαγραφών για τις ανάγλυφες διαγραμμίσεις. Όπως προαναφέρθηκε, τα συμπεράσματα είναι θετικά:

-Η ευκρίνειά τους κατά την νύχτα σε βρεγμένο οδόστρωμα είναι πολύ καλύτερη από εκείνη των συμβατικών, επίπεδων διαγραμμίσεων.

-Οι κραδασμοί που προκαλούνται κατά τη διέλευση των τροχών ενός οχήματος πάνω από τις εξάρσεις των ανάγλυφων διαγραμμίσεων αποτελούν μία ακουστική και μηχανική βοήθεια στον οδηγό, όταν το όχημα παρεκκλίνει από την πορεία του.

-Σε περιοχές με συχνό αποχιονισμό παρατηρήθηκαν βλάβες στις εξάρσεις των ανάγλυφων διαγραμμίσεων, οι οποίες είχαν μικρή μόνο επίπτωση στην ποιότητά τους.

Η ανάγλυφη επιφάνεια των διαγραμμίσεων μπορεί να παρουσιάζει διάφορες μορφές. Ανάλογα με την μορφή της επιφάνειας, οι ανάγλυφες διαγραμμίσεις διακρίνονται στους εξής βασικούς τύπους:

- **Ανάγλυφες διαγραμμίσεις με ομοιόμορφες εξάρσεις:** Αρχικά κατασκευάζεται μία επίπεδη διαγράμμιση από ψυχοπλαστικό ή θερμοπλαστικό υλικό, ή χρώμα. Ακολουθεί η δημιουργία ανάγλυφης επιφάνειας από ομοιόμορφες εξάρσεις ψυχοπλαστικού ή θερμοπλαστικού υλικού, που διατάσσονται σε

κανονικές αποστάσεις. Οι εξάρσεις μπορεί να έχουν διάφορες μορφές (σαμαράκια, κυκλικοί πλακούντες, σειρές σβώλων κλπ.), σε εγκάρσια ή λοξή διάταξη. Η κατασκευή τέτοιων διαγραμμίσεων πραγματοποιείται σε μια ή δύο το πολύ φάσεις.

- **Ανάγλυφες διαγραμμίσεις με ανομοιόμορφη τραχεία επιφάνεια:** Η επιφάνεια των διαγραμμίσεων αυτού του τύπου δεν παρουσιάζει ομοιόμορφες ανωμαλίες. Αρχικά κατασκευάζεται μια επίπεδη διαγράμμιση από χρώμα ή ψυχροπλαστικό, και ακολουθεί η ανομοιόμορφη διάστρωση ψυχροπλαστικού υλικού και γυάλινων σφαιριδίων. Η κατασκευή των διαγραμμίσεων αυτών πραγματοποιείται, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, σε μία ή δύο φάσεις.
- **Ανάγλυφες διαγραμμίσεις με ευμεγέθεις κόκκους αδρανών:** Οι εν λόγω διαγραμμίσεις κατασκευάζονται από χρώμα, ψεκαζόμενο θερμοπλαστικό, ή ψεκαζόμενο ψυχροπλαστικό υλικό. Η ανάγλυφη επιφάνεια δημιουργείται χάρη στη διάστρωση κόκκων αδρανούς με μέγεθος μεγαλύτερο των 2 mm.
- **Ανάγλυφες μεμβράνες:** Η ανάγλυφη επιφάνεια στα κολλητά φύλλα δημιουργείται κατά το στάδιο της κατασκευής τους, με τη διαμόρφωση ομοιόμορφων προεξοχών (π.χ πυραμίδες) σε όλη τους την έκταση. Μεμβράνες αυτού του τύπου κατασκευάζονται, επίσης, από επίπεδες ταινίες, πάνω στις οποίες επικολλώνται σε κανονικές αποστάσεις ταινίες που φέρουν φακούς υψηλής οπισθανακλαστικότητας από πλαστικό υλικό.

Παρά τα αδιαμφισβήτητα πλεονεκτήματα των ανάγλυφων διαγραμμίσεων σε σχέση με τις συμβατικές επίπεδες, δεν είναι δυνατή η καθολική εφαρμογή τους, για οικονομικούς και τεχνικούς λόγους. Κατά συνέπεια κρίνεται σκόπιμο η κατασκευή τους να περιορίζεται σε τμήματα ή θέσεις όπου κρίνεται επιτακτική η ανάγκη επαρκούς οπτικής καθοδήγησης υπό δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Σε διαχωρισμένες οδούς τέτοιες περιπτώσεις αποτελούν η δεξιά οριογραμμή σε θέσεις μεταβολής της επίκλισης και η διακεκομμένη γραμμή διαχωρισμού λωρίδων επιτάχυνσης και επιβράδυνσης, ενώ σε οδούς διπλής κατεύθυνσης με υψηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους οι εν λόγω διαγραμμίσεις μπορούν να εφαρμοστούν σε συνεχείς αξονικές γραμμές, σε οριογραμμές οριζόντιων καμπύλων, σε οριογραμμές διαχωρισμού της οδού από γειτονικούς πεζοδρόμους ή ποδηλατοδρόμους, σε διαγραμμίσεις περιοχών στένωσης ή εκτροπής, καθώς και στις περιμετρικές γραμμές περιοχών αποκλεισμού του οδοστρώματος.

## 2.8 Ανακλαστήρες οδοστρώματος

Οι ανακλαστήρες οδοστρώματος, γνωστοί και ως «μάτια γάτας», είναι αντανακλαστικές συσκευές χαμηλού ύψους που τοποθετούνται επάνω στο οδόστρωμα, είτε ως υποκατάστατο των διαγραμμίσεων, είτε, συνήθως, ως συνοδευτική επισημάνσή τους.

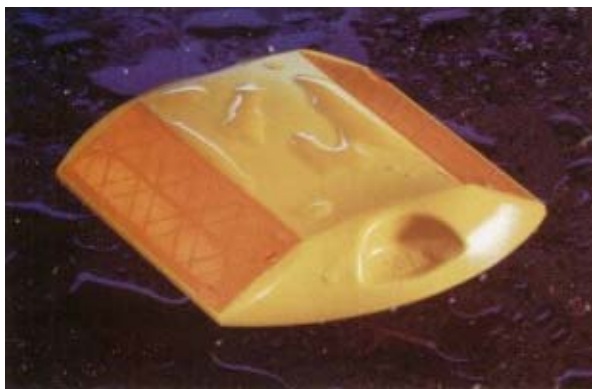
Οι εν λόγω συσκευές λειτουργούν με διπλό τρόπο, αφενός όντας ορατές στον οδηγό, αφετέρου παράγοντας ήχο και κραδασμό κατά τη διέλευση του οχήματος από επάνω τους. Έτσι, οι συσκευές αυτές έχουν ζωηρό χρώμα, ώστε να γίνονται εύκολα ορατές την ημέρα, και φέρουν ένα ή δύο αντανακλαστικά στοιχεία στραμμένα προς τις πλευρές της κυκλοφορίας, ώστε να γίνονται ορατά τη νύχτα, υπό το φως των φανών του αυτοκινήτου. Το χρώμα του ανακλαστήρα και των αντανακλαστικών του στοιχείων μπορεί να είναι λευκό, κόκκινο, πορτοκαλί, πράσινο ή κίτρινο.

Οι διαστάσεις των ανακλαστήρων οδοστρώματος σε κάτοψη είναι κατά μέγιστο 15×20 cm, ενώ το ύψος τους δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 20 mm, ώστε να μην γίνονται επικίνδυνα για τους τροχούς των οχημάτων. Για τον ίδιο λόγο χρειάζεται και όλες οι ακμές τους να είναι στρογγυλεμένες. Το υλικό κατασκευής τους πρέπει να πληροί κάποιες απαιτήσεις αντοχών, καθώς αρκετές φορές οι ανακλαστήρες είναι εκτεθειμένοι σε βαριά κυκλοφορία, συνήθως δε αυτό είναι πλαστικό ή μεταλλικό.

Για τη στερέωσή τους στο οδόστρωμα οι ανακλαστήρες είτε επικολλούνται, είτε επικολλούνται και πακτώνονται με τη βοήθεια κορμού έμπηξης, ταυτόχρονα.

Οι ανακλαστήρες οδοστρώματος μπορεί να τοποθετούνται είτε ανά ένα, επάνω στον άξονα της διαγράμμισης, είτε κατά ζεύγη, εκατέρωθέν της. Η κατά μήκος περίοδος επανάληψής τους είναι, κατά τις αμερικανικές προδιαγραφές [8], ίση με N το πολύ, για συνεχείς γραμμές, και 2N το πολύ, για διακεκομμένες, όπου N η περίοδος της διακεκομμένης που χρησιμοποιείται (μήκος μίας γραμμής και ενός διακένου). Οι αποστάσεις αυτές γίνονται πολύ μικρότερες σε περίπτωση που οι ανακλαστήρες υποκαθιστούν εντελώς τη διαγράμμιση.

Τα μειονεκτήματα των ανακλαστήρων είναι η ταχύτατη απώλεια των, αρχικά εξαιρετικών, φωτοτεχνικών χαρακτηριστικών τους, η συχνή τους βύθιση στο οδόστρωμα λόγω της καταπόνησης από την κυκλοφορία, η δυσχέρεια της διαδικασίας εντοπισμού και αντικατάστασης των φθαρμένων ή κατεστραμμένων από αυτούς, καθώς και η μειωμένη αντοχή στη διέλευση αποχιονιστικών λεπίδων.



**Εικόνα 2.13:** Ανακλαστήρας οδοστρώματος.

**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<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας, Λάρισα, 4-7 Οκτωβρίου 1995
5. **Δρυμαλίτου Δ., «Αντιμετώπιση προβλημάτων σήμανσης και ασφάλισης αυτοκινητοδρόμων»**, 1<sup>ο</sup> 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<sup>ο</sup> 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