





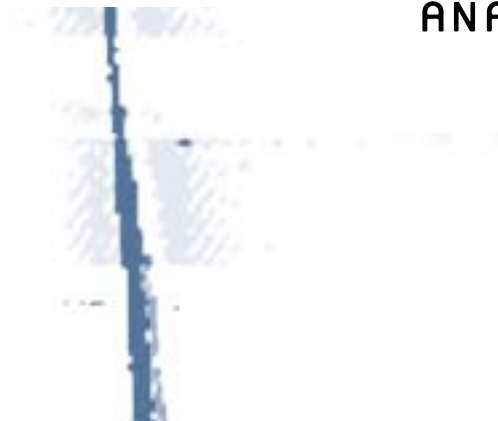
Κ Ε Φ Α Λ Α

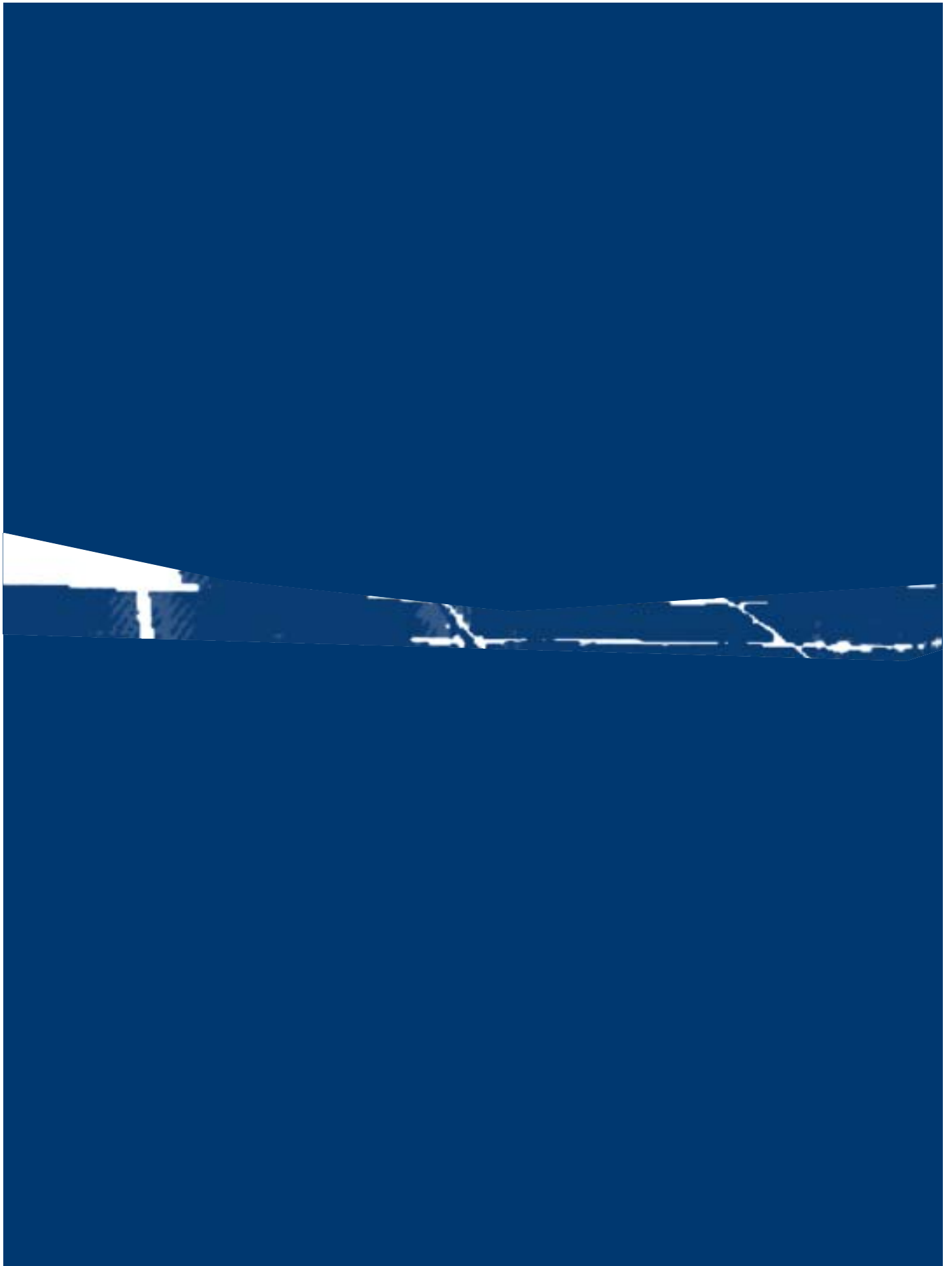
Ι Ο

ΥΛΙΚΑ

ΟΔΙΚΩΝ

ΑΝΑΠΛΑΣΕΩΝ





## Υλικά οδικών αναπλάσεων <sup>2</sup>

### 2.1 Ρευστό ασφαλτόμιγμα

Προκύπτει από ανάμιξη σε σταθερή εγκατάσταση και σε θερμοκρασίες μεταξύ 220° και 260°, μασίχας (ασφαλτικού και λεπτόκοκκων) και ενός ορυκτού σκελετού που αποτελείται από άμμο και αδρανή μέγιστης διάστασης 14 χιλ. Είναι υλικό αδιάβροχο, διαστρώνεται εν θερμώ και δεν απαιτείται συμπίκνωση. Είναι σημαντική όμως η εξασφάλιση μιας δύσκαμπτης βάσης, η οποία συνήθως κατασκευάζεται από ισχνό σκυρόδεμα. Στην περίπτωση λεωφορειοδρόμων με απαιτήσεις μεγαλύτερης αντοχής, είναι σκόπιμη η προσθήκη πολυμερών, ινών κλπ.

#### ■ πάχος

Το πάχος της στρώσης είναι 1,5 – 2,5 εκ. στην περίπτωση της μη διέλευσης φορτηγών, 3 εκ. για ημερήσιες διελεύσεις φορτηγών < 300 ανά κατεύθυνση και 3,5 - 4 εκ. για ημερήσιες διελεύσεις φορτηγών > 300 ανά κατεύθυνση.

#### Παράδειγμα σύνθεσης για τον τύπο 0/10 (CETUR, 1990a, σελ. 40)

Ασφαλτικό 40/50	6,5 – 8,5%
Ασβεστολιθικά λεπτόκοκκα	20%
Άμμος 0/4	20%
Θραυστά αδρανή 6/10	32%
Θραυστά αδρανή 2/6	20%
Συνολική περιεκτικότητα σε λεπτόκοκκα	22 – 30%

#### ■ προετοιμασία του υποστρώματος

Πριν από τη διάστρωση του ρευστού ασφαλτομίγματος επιβάλλεται η διάστρωση ενός λεπτού πάχους άμμου 0/2 σε αναλογία 0,5-1 χλγ/μ<sup>2</sup> (η θερμοκρασία μηχανικής διάστρωσης είναι 220°-240° και λίγο μεγαλύτερη αν γίνει χειρωνακτικά). Δεν επιτρέπεται η κατασκευή υπό βροχή και σε θερμοκρασία μικρότερη των 20°C.

<sup>2</sup> Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία υλικών που χρησιμοποιούνται για την αισθητική αναβάθμιση του δρόμου. Στην Ελλάδα, η τεχνολογική υστέρηση σε αυτόν τον τομέα είναι σοβαρή. Η κάλυψη του θέματος σπηρίστηκε στην ξένη βιβλιογραφία. Ιδιαίτερα χρήσιμες γι' αυτό το σκοπό ήταν οι εκδόσεις του CETUR, *Matériaux d' Aménagement sur Chaussée – Guide Technique* και *Pistes Cyclables – Conception des Structures*.

### ■ χρώμα

Το ρευστό ασφαλτόμιγμα χρωματίζεται καστανοκόκκινο με εισαγωγή οξειδίων του σιδήρου. Με τη χρησιμοποίηση ροζ αδρανών εξασφαλίζεται ότι όταν το χρώμα της ασφάλτου φθαρεί, η κόκκινη απόχρωση θα παραμείνει. Με ειδικά ασφαλτικά αποκτώνται γκρι και άλλα χρώματα με χαμηλότερο κόστος. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να προτιμώνται αδρανή από άσπρους χαλαζίες.

### ■ συντήρηση

Το ρευστό ασφαλτόμιγμα δεν χρειάζεται μεγάλη συντήρηση. Η λείανση των επιφανειακών αδρανών, που καθιστά το δρόμο ολισθηρό, αντιμετωπίζεται με επάλειψη ασφαλτικού με αδρανή 6/10. Στην περίπτωση επιφανειακών παραμορφώσεων απαιτείται εξομάλυνση με αδρανή 4/6 και 6/10 και κατασκευή νέας στρώσης 2 εκ. Σε 1-3 ώρες από τη διάστρωση η επιφάνεια δίνεται στην κυκλοφορία.

### ■ χρήση

Σε ευρωπαϊκές χώρες, το ρευστό ασφαλτόμιγμα χρησιμοποιείται συστηματικά για την επίστρωση πεζοδρομίων. Στην Ελλάδα, ανάλογη χρήση του θα ήταν δύσκολη διότι ένα μεγάλο ποσοστό της επιφάνειας των πεζοδρομίων καλύπτεται από φρεάτια, άτακτα κωροθετημένα. Αυτά, στην περίπτωση διάστρωσης χυτού υλικού, θα πρέπει να καλυπώνονται.

66

## 2.2 Σκυρόδεμα τσιμέντου

Όταν επιλέγεται σκυρόδεμα για την επιφανειακή στρώση τότε αυτή, λόγω της αντοχής της, παίζει και ρόλο βάσης. Η υπόβαση κατασκευάζεται από ισχνό σκυρόδεμα. Το πάχος της πλάκας κυμαίνεται από 22-25 εκ. και η αντοχή της σε κάμψη (την 28η μέρα) είναι μεγαλύτερη των 4,5MPa. Στην περίπτωση που απαιτούνται μεγάλες αντοχές η στρώση από σκυρόδεμα (ελάχ. πλάτους 10 εκ.) ενισχύεται με πλέγμα ή ίνες προφυλλε- νίου.

### Παράδειγμα σύνθεσης (CETUR, 1990a, σελ. 44)

Τσιμέντο	330 κλγ/μ <sup>3</sup>
Άμμος 0/5	50-850 κλγ/μ <sup>3</sup>
Χαλίκια 6/20	1000-1300 κλγ/μ <sup>3</sup>
Κενά	3-6%

*Η συνήθης κλίμακα αδρανών είναι 0/20*

### ■ ΚΑΤΑΣΚΕΥΉ

Το σκυρόδεμα διαστρώνεται χειρωνακτικά σε ξυλότυπο. Αν η επιφάνεια επιδιώκεται να είναι άγριας υφής δεν χρησιμοποιείται δονητικός πήχυς. Η επιφάνεια, πριν το μπετόν αποκτήσει μεγάλη σκληρότητα, τεμαχίζεται με τροχό σε πλάκες μέγιστης επιφάνειας 20 μ<sup>2</sup>. Οι αρμοί έχουν πλάτος 5 χιλ. και βάθος το 1/5 του πάχους της πλάκας. Οι αρμοί πληρούνται με ασφαλικό συνδετικό εμπλουτισμένο με ελαστομερές. Οι ορθές γωνίες των αρμών θα είναι ανθεκτικότερες αν είναι στρογγυλεμένες στις ακμές τους. Γενικά όλες οι εύθραυστες περιοχές πρέπει να ενισχύονται είτε με μεταλλικό πλέγμα είτε με ίνες. Με επεξεργασία της επιφάνειας του σκυροδέματος προσδίδεται η επιδιωκόμενη τραχύτητα. Αυτό γίνεται είτε απλά με βούρτσισμα είτε με αδρανοποίηση και ξέπλυμα για την αποκάλυψη των αδρανών (όταν περάσουν 6-12 ώρες από τη διάστρωση).

Το έργο δίνεται στην κυκλοφορία σε είκοσι μέρες από τη διάστρωση αν πρόκειται να διέλθουν και φορτηγά (με χρήση επιπαχυντού πήξης μπορεί αυτό το διάστημα να μειωθεί στο μισό). Ούτως ή άλλως διευκολύνεται η λειτουργία του δρόμου αν η διάστρωση γίνει κατά λωρίδες.

### ■ χρωματισμός

Ο χρωματισμός σε ώχρα, κόκκινο ή κίτρινο επιτυγχάνεται με οξειδία του σιδήρου (σε αναλογία 4-6% του βάρους του τσιμέντου). Άσπρο χρώμα αποκτάται με χρήση λευκού τσιμέντου και λευκών αδρανών. Η βαφή είναι οικονομικότερο να γίνεται μόνο στα ανώτερα 5 εκ. του πάχους. Στην περίπτωση αυτή, η διάστρωση εκτελείται σε δύο φάσεις, με χρονική απόσταση 30 έως 60 λεπτών. Όταν το σκυρόδεμα πρόκειται να χρωματιστεί είναι προτιμότερο να επιλέγεται το γκριζό τσιμέντο και όχι το λευκό, διότι το δεύτερο επηρεάζει τις αποχρώσεις.

### ■ συντήρηση

Η συντήρηση της επιφάνειας γίνεται με εκτόξευση νερού υπό πίεση ανά πενταετία. Οι αρμοί χρειάζονται άνοιγμα, καθαρισμό και πλήρωση με ασφαλικό.

- *Σταμπωτό σκυρόδεμα. Συνήθως τα καλούπια που συμπίεζονται στην επιφάνεια του νωπού σκυροδέματος σχηματίζουν μια εικόνα επίστρωσης από κυβόλιθους ή από φυσικούς λίθους. Πρόκειται για μια λύση φτηνή αλλά όχι αυθεντική.*

## 2.3 Ρητινόμιγμα εν ψυχρώ

Προκύπτει με σύνθεση δύο μερών, ρητίνης και καταλύτη, που δρουν με πολυμερισμό. Χρησιμοποιείται για να δίνεται έμφαση σε μικρές επιφάνειες, όπως σε διαβάσεις πεζών, σε τμήματα λωρίδων ποδηλάτου που διέρχονται από διασταυρώσεις κλπ.

### ■ κατασκευή

Η επάλειψη σε αναλογία 5-10 κλγ/μ<sup>2</sup> γίνεται σε στρώση κυκλοφορίας από ασφαλτόμιγμα. Μετά την επάλειψη προστίθεται άμμος για την ενίσχυση της επιφάνειας. Το συνολικό πάχος δεν ξεπερνά τα μερικά χιλιοστά.

### ■ χρωματισμός

Εκτός από λευκό μπορεί να αποκτήσει χρώμα κίτρινο, ώχρας ή κόκκινο με πρόσμιξη οξειδίων του σιδήρου. Η διάρκεια ζωής τους εξαρτάται από τις διελεύσεις βαρέων οχημάτων. Κυμαίνεται από 10 χρόνια (ημερήσιες διελεύσεις φορτηγών 5-150) μέχρι 2 χρόνια (αν οι ημερήσιες διελεύσεις φορτηγών είναι της τάξης των 750-1000). Περισσότερες διελεύσεις δεν είναι καθόλου συμβατές με την ανάπλαση.

Οι ελαστικοί τάπτες από πολυουρεθανική ελαστομερή ρητίνη, αναμεμιγμένη με αδρανή, που χρησιμοποιούνται για επιστρώσεις ανοικτών αθλητικών γηπέδων είναι εφικτό σημειακά να χρησιμοποιούνται και στις οδικές αναπλάσεις.

## 2.4 Ασφαλτομίγματα και μίγματα συνθετικού συνδετικού

Τα ασφαλτομίγματα αποτελούνται από αδρανή και συμβατικό ή συνθετικό ασφαλτικό. Για την αποφυγή ρωγμών λόγω συστολής ξήρανσης της βάσης, αυτή είναι καλύτερα να κατασκευάζεται από ασφαλτόμιγμα ισχνού τύπου.

### Συνήθης τύπος ασφαλτομίγματος (CETUR, 1990a, σελ. 52)

Ασφαλτικό	60/70 ή 40/50
Ελάχιστη περιεκτικότητα σε συνδετικό για κοκκομετρία 0/10	5,8%
Ελάχιστη περιεκτικότητα σε συνδετικό για κοκκομετρία 0/14	5,6%
Περιεκτικότητα σε λεπτόκοκκα	7-10%

### ■ κατασκευή

Γίνεται μηχανικά με διαστρωτήρα ή χειρωνακτικά σε μικρές επιφάνειες. Η συμπύκνωση γίνεται με οδοστρώτρες ελαστικών τροχών, ή δονητικούς λείας ζάντας.

Το ελάχιστο απαιτούμενο πάχος είναι 4 εκ. Αυτό είναι το καλύτερο πάχος για τα έγχρωμα ασφαλτομίγματα. Για κοκκομετρία 0/10 το κατάλληλο πάχος είναι 6 εκ., για κοκκομετρία 0/14, 8 εκ. Για πάχη που ξεπερνούν τα 8 εκ. η διάστρωση πρέπει να γίνεται σε δύο φάσεις.

### ■ χρωματισμός

Ο χρωματισμός των ασφαλτομιγμάτων επιτυγχάνεται με προσμίξεις:

- *Οξειδίων του σιδήρου (κόκκινο ή άχρα). Είναι ο πιο φτηνός χρωματισμός και με τη καλύτερη συμπεριφορά στο χρόνο.*
- *Οξειδίων τιτανίου (άσπρο).*
- *Οξειδίων κοβαλτίου (μπλε).*

Είναι σημαντικό τα αδρανή να επιλέγονται με κριτήριο και το χρώμα τους. Το χρώμα του αδρανούς πρέπει να πλησιάζει στο χρώμα που επιδιώκεται να αποκτήσει το ασφαλτόμιγμα, διότι με την παρέλευση ενός έτους το χρώμα των αδρανών είναι αυτό που κυρίως διαμορφώνει το τελικό χρωματικό αποτέλεσμα. Το ασφαλτόμιγμα δίνεται στην κυκλοφορία αμέσως μετά την ολοκλήρωση της συμπύκνωσης.

69

### ■ συντήρηση

Δεν απαιτούνται συχνές παρεμβάσεις συντήρησης αν η βάση είναι ισχυρή. Σε περίπτωση παραμορφώσεων προστίθεται νέα λεπτή στρώση 2-4 εκ.

Η χρησιμοποίηση ασφαλικών υλικών είναι μια οικονομική λύση. Το ασφαλικό σκυρόδεμα που διαστρώνεται εν θερμώ, ανταποκρίνεται στα χαρακτηριστικά κύλισης του ποδηλάτη παρουσιάζοντας ελάχιστη αντίσταση.

Σε γενικές γραμμές για ποδηλατόδρομους από ασφαλτόμιγμα χρησιμοποιούνται αδρανή ίδιας κατηγορίας με αυτά που χρησιμοποιούνται στην οδοποιία, με μόνη διαφορά την ενσωμάτωση ενός μέρους άμμου που προέρχεται από τοπικά υλικά (πυρπικά, ασβεστούχα, πυρπικά - ασβεστούχα κλπ) ή από υλικά ανακύκλωσης. Είναι σκόπιμο επίσης να αποφεύγονται τα μεγάλης διαμέτρου αδρανή για να διευκολύνονται οι χειρωνακτικές εργασίες. Για την άνεση του ποδηλάτη τα χρησιμοποιούμενα ασφατικά δεν πρέπει να είναι πολύ σκληρά αλλά ούτε και ιδιαίτερα μαλακά γιατί στα θερμά κλίματα





70

παραμορφώνονται, ιδίως αν η υποδομή του ποδηλάτου χρησιμοποιείται και από βαρύτερα οχήματα.

- *Σταμπωτή ασφάλτος.* Με τη χρήση ασφάλτου δεν προκύπτει αναγκαστικά μόνο μια ενιαία, επίπεδη και ομοιόμορφη επιφάνεια. Έχουν αναπτυχθεί τεχνικές που μέσω δονητικής πλάκας συμπιέζουν καλούπια που αποτυπώνουν επί της ασφάλτου, αμέσως μετά τη διάστρωσή της και όσο ακόμη είναι ζεστή, χαράξεις αρμών σε βάθος 6 – 8 χιλ. Δίνεται έτσι η εντύπωση ότι πρόκειται για επίστρωση κυβόλιθων. Υλοποιείται οποιασδήποτε μορφής σχέδιο (Φωτογραφία 2.1). Το ελάχιστο πάχος του στρώματος ασφάλτου για να γίνει σταμπωτή είναι 3 – 6 εκ. Μετά τη χάραξη και αφού κρυώσει η ασφάλτος καλύπτεται με ακρυλικά/πολυμερή υλικά, που περιέχουν χρωστικές ουσίες και ποσοτήτα τσιμέντου. Το πάχος της επίστρωσης με αυτά τα υλικά είναι 1 – 1.5 χιλ. για κάθε στρώση. Σε υφιστάμενους ασφαλτοστρωμένους δρόμους απαιτείται για την εφαρμογή αυτής της τεχνικής φρεζάρισμα 3 εκ. και διάστρωση νέας ασφαλικής στρώσης στην οποία θα εφαρμοστεί το καλούπι.

Φωτ. 2.1. Σταμπωτή ασφάλτος σε λεωφορειόδρομο

## 2.5 Πορώδες ασφαλτόμιγμα

Πρόκειται για ασφαλτόμιγμα κοκκομετρίας 0/10 ή 0/14 που περιλαμβάνει 20% κενά. Τα κενά πληρούνται στο σύνολο του σώματος της στρώσης με τσιμεντοκονία που μπορεί να εμπλουτίζεται με συνθετική ρητίνη. Το ασφαλτόμιγμα γίνεται έτσι ιδιαίτερα ανθεκτικό στις διατρήσεις. Το σύνηθες πάχος του ασφαλτομίγματος είναι 4 εκ. και διαστρώνεται σε αναλογία 100 χλγ/μ<sup>2</sup>.

**Τα χαρακτηριστικά του πορώδους ασφαλτομίγματος είναι παρόμοια με τα αντίστοιχα των αποστραγγιστικών ασφαλτομιγμάτων (CETUR, 1990α, σελ. 56)**

Περιεκτικότητα σε συνδετικό	4,3 – 5,5 %
Χρήση κατά προτίμηση σκληρού ασφαλτικού	60/70 ή 40/50
Περιεκτικότητα σε λεπτόκοκκα	3 – 6 %

### ■ κατασκευή

Το πορώδες ασφαλτόμιγμα παρασκευάζεται σε μόνιμες εγκαταστάσεις και διαστρώνεται μηχανικά. Προηγουμένως στην επιφάνεια της βάσης διαστρώνεται στρώση αγκύρωσης από ασφαλτικό διάλυμα. Η συμπίκνωση γίνεται μέσω οδοστρωτήρα λείας ζάντας. Η διείδυση του τσιμεντοκονιάματος, που πρέπει να είναι αρκούτως υδαρές, διευκολύνεται με τη χρήση δονητή.

71

Λόγω της παρουσίας τσιμέντου το ασφαλτόμιγμα είναι δύσκαμπτο. Είναι επομένως απαραίτητο να υπάρχει μια βάση ημιάκαμπτη. Αποφεύγεται η χρήση ισχνού σκυροδέματος διότι λόγω της απόλυτης κόλλησης της βάσης με το πορώδες ασφαλτόμιγμα η συστολή ξήρανσης του σκυροδέματος θα οδηγούσε σε μεταφορά των ρωγμών στην επιφάνεια. Είναι προτιμότερη η κατασκευή της βάσης με ασφαλτόμιγμα ισχνού τύπου. Το οδόστρωμα δίνεται στην κυκλοφορία μετά την παρέλευση 7 ημερών. Το διάστημα αυτό περιορίζεται με τη χρήση τσιμέντου ταχείας πήξης.

### ■ χρωματισμός

Λόγω του τσιμέντου το πορώδες ασφαλτόμιγμα αποκτά γκριζό χρώμα. Όμως το κονίαμα πλήρωσης των κενών χρωματίζεται με την πρόσμιξη οξειδίων σιδήρου.

### ■ συντήρηση

Ο καθαρισμός του υλικού γίνεται με εκτόξευση νερού υπό πίεση.

## 2.6 Ασφαλτική επάλειψη

Συνίσταται σε μια ή περισσότερες επαλείψεις συνδετικού ασφαλτικού και μια ή περισσότερες στρώσεις χαλικιών. Το πάχος της στρώσης εξαρτάται από τις διαστάσεις των αδρανών που κυμαίνονται από 0,5 – 1,5 εκ.

### ■ ΑΣΦΑΛΤΙΚΕΣ ΕΠΑΛΕΪΨΕΙΣ

Οι ασφαλτικές επαλείψεις είναι χαμηλού κόστους, όμως απαιτείται μεγάλη προσοχή κατά την κατασκευή. Είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται θραυστά αδρανή. Οι επαλείψεις διπλής στρώσης εξασφαλίζουν ποιότητα κύλισης ανάλογη αυτής που αποκτάται με τα ασφαλτομίγματα. Θέλει προσοχή ώστε να απομακρύνονται τα αδρανή που κατά την κατασκευή δεν ενσωματώθηκαν στο στρώμα της επιφανειακής στρώσης και παρέμειναν ελεύθερα, διότι αντιπροσωπεύουν ένα μεγάλο κίνδυνο για τον ποδηλάτη, τόσο για ανατροπή, όσο και για τραυματισμό σε περίπτωση πτώσης.

- Τύποι ασφαλτικών επαλείψεων (η αρίθμηση είναι με σειρά από πάνω προς τα κάτω)

- επάλειψη μονής στρώσης: 1. συνδετικό 2. αδρανή 4/6 ή 6/10,
- επάλειψη μονής στρώσης με διπλή στρώση αδρανών: 1. συνδετικό 2. αδρανή 6/10 3. μικρότερα αδρανή 2/4,
- επάλειψη διπλής στρώσης: 1. συνδετικό 2. αδρανή 6/10 ή 4/6 3. συνδετικό 4. αδρανή 6/10 ή 4/6 (η χρήση του 2/4 είναι δυσκολότερη),
- επάλειψη σάντουιτς: 1. αδρανή 6/10 2. συνδετικό 3. μικρότερα αδρανή 2/4.

### ■ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Τα συνδετικά πρέπει να είναι υψηλού ιξώδους και τροποποιημένα με ελαστομερή. Η διάστρωση γίνεται μηχανικά και γι' αυτό πρέπει να υλοποιούνται μεγάλες επιφάνειες ή μεγάλου μήκους λωρίδες. Η συμπύκνωση γίνεται με ελαστικούς τροχούς και με τουλάχιστον 5 διελεύσεις.

Η ακαμψία της βάσης θα καθορίσει τη δοσολογία σε ασφαλτικό της επάλειψης. Η δοσολογία θα εξαρτηθεί επίσης και από τον προβλεπόμενο αριθμό διελεύσεων φορτηγών και από τον τύπο συνδετικού (θερμό ή διάλυμα). Ένα παράδειγμα δοσολογίας φαίνεται στον Πίνακα 2.1.

πίνακας 2.1. Δοσολογία συνδετικού για επάλειψη σε βάση μέσης αντοχής (γίνεται η υπόθεση ότι κατά τον πρώτο χρόνο κυκλοφορίας θα διέρχονται 50-300 φορτηγά/ημέρα/κατεύθυνση) (CETMA, 1990a, σελ. 60).

	Θερμό συνδετικό $\text{κλγ/μ}^2$	Διάλυμα $\text{κλγ/μ}^2$
Επάλειψη μονής στρώσης 4/6	1	0,9
Επάλειψη μονής στρώσης 6/10	1,3	1,2
Επάλειψη μονής στρώσης με διπλή στρώση αδρανών 6/10-2/4	1,3	1,2
Επάλειψη διπλής στρώσης 6/10-2/4	1,0-0,8	0,7-1,0
Επάλειψη σάντουιτς 6/10-2/4	1,2	1,1

Με τις ασφαλικές επαλείψεις αποκτάται επαρκής αντοχή σε καταπονήσεις θλιπτικές ακόμη και από τη διέλευση φορτηγών. Όμως το πολύ μικρό τους πάχος, δεν τους επιτρέπει να απορροφούν εφαιπομενικές καταπονήσεις από στρέφουσες κινήσεις και γι' αυτό σε περιοχές διασταυρώσεων πρέπει να αποφεύγονται.

#### ■ χρωματισμός

Το χρώμα εξαρτάται από το χρώμα των αδρανών που θα χρησιμοποιηθούν. Αυτά που η μηχανική τους αντοχή είναι επαρκής για επιφανειακή επάλειψη έχουν την παρακάτω ορυκτολογική προέλευση και χρώμα:

- μικροδιορίτες ή διορίτες, χρώμα κόκκινο,
- χαλαζίες, χρώμα άσπρο,
- βασάλτες, χρώμα μαύρο,
- ασβεστοπυρρικά, χρώμα άχρα.

## 2.7 Πέτρα

### 2.7.1 Κυβόλιθοι από πέτρα

Οι κυβόλιθοι από πέτρα προέρχονται από μαγματικά πετρώματα δηλαδή γρανίτες, βασάλτες, διορίτες, πορφυρίτες κλπ. Η γεωμετρία τους χαρακτηρίζεται από την αναλογία: εμβαδόν επιφάνειας (σε  $\text{εκ}^2$ ) προς πάχος (σε εκ). Ο λόγος αυτός πρέπει να έχει τιμή μικρότερη του 100. Η αντοχή τους σε θλίψη πρέπει να είναι μεγαλύτερη των 150 MPa. Η κοκκομετρική σύνθεση της άμμου είναι 0/4 ή 0/6, με διέλευση από κόσκινο 2

χιλ. του 10-25% και από κόσκινο 0,08 χιλ. < 10%. Στην περίπτωση που προβλέπονται ισχυρές καταπονήσεις, όπως σε καμπύλα ή κεκλιμένα τμήματα, είναι δυνατή η σταθεροποίηση της άμμου με τσιμέντο σε αναλογία 100 χιλ/μ<sup>3</sup>.

#### ■ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Η βάση πρέπει να είναι κατά το δυνατόν δύσκαμπτη, γι' αυτό χρησιμοποιείται κατά προτίμηση ισχνό σκυρόδεμα. Το ελάχιστο πάχος των κυβόλιθων είναι 8 εκ., για κυκλοφορία φορτηγών < των 150/ημέρα κατά την έναρξη λειτουργίας του έργου και 10 εκ. αν η κυκλοφορία είναι μεγαλύτερη. Οι κυβόλιθοι τοποθετούνται σε στρώμα άμμου 3 εκ. Για να μην υπάρχουν απώλειες στην άμμο και παραμορφώσεις στην επιφάνεια του στρώματος η βάση καλό είναι να παρουσιάζει απολύτως κλειστή επιφάνεια.

Οι αρμοί μεταξύ των κυβόλιθων δεν πρέπει να είναι μεγαλύτεροι των 5 χιλ. Στα όρια της επενδύμενης επιφάνειας, για να ενισχυθούν, είτε τοποθετούνται δοκοί κρασπέδου, μήκους μέχρι 50 εκ., είτε διπλή σειρά κυβόλιθων, τοποθετημένων με τη μεγάλη πλευρά παράλληλη στη φορά κίνησης. Η πλήρωση των αρμών γίνεται με άμμο μέχρι το μισό ή τα 2/3 του ύψους τους. Ακολουθεί συμπύκνωση με κύλινδρο λείας ζάντας και οι κυβόλιθοι βυθίζονται κατά 0,5 εκ. περίπου.

Το υπόλοιπο του αρμού μπορεί να πληρωθεί με τρεις τρόπους:

- *Με ασφαλτικό διάλυμα. Αρχικά γίνεται διάστρωση αδρανών 2/4 στο σύνολο της επιφάνειας και στη συνέχεια απλώνεται ένα όξινο διάλυμα με 60% ασφαλτικό σε αναλογία 0,7 – 1 χιλ/μ<sup>2</sup>. Το περίσσειμα απομακρύνεται με ειδική σκούπα. Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι οι κυβόλιθοι λερώνονται.*
- *Με τσιμεντοκονία. Η αναλογία της άμμου στο κονίαμα είναι 500 χιλ/μ<sup>3</sup>. Μετά την παρέλευση 2-3 ωρών το κονίαμα στερεοποιείται και πλένεται η επιφάνεια με νερό. Είναι σκόπιμη η προσθήκη ρητίνης στη βάση ελαστομερούς, ώστε ο αρμός να αποκτήσει μια σχετική ευκαμψία και να αντιμετωπίζει καλύτερα τις καταπονήσεις από την κυκλοφορία.*
- *Με ξηρά άμμο, απαλλαγμένη αργιλικών στοιχείων. Είναι κοκκομετρίας 0/2 ή 0/4 και με διέλευση μεγαλύτερη του 15% από κόσκινο 0,08 χιλ.*

#### ■ χρώμα

Το χρώμα της επιφάνειας είναι το χρώμα της πέτρας (Φωτογραφία 2.2):



*Φωτ. 2.2. Bremen. Γερμανία. Μια από τις σπάνιες περιπτώσεις διάσρωσης ποδηλατόδρομου με κυβόλιθους από πέτρα. Η σήμανσή του επιτυγχάνεται με τη χρήση κυβόλιθων από πέτρα πολλών χρωμάτων. Μια ανάλογη λύση οριοθέτησης με λωρίδες από κυβόλιθους έντονου χρώματος δίνεται και στο παρακείμενο οδοστρώμα.*

- γκρι από γρανίτες (μπεζ γρανίτες χρησιμοποιούνται για δρόμους με χαμηλούς φόρτους),
- μαύρο από βασάλτες,
- ώχρα έως γκρι από μικροδιορίτες,
- ροζ ή γκρι από διορίτες.

Αξίζει να υπομνησθεί η περίπτωση των παλαιών ή και νεότερων επιστρώσεων με κυβόλιθους από σκληρή πέτρα (ρανές), σε δρόμους ιστορικών ευρωπαϊκών πόλεων (Φωτογραφίες 2.3 και 2.4). Οι κυβόλιθοι αυτοί επέδειξαν τεράστια αντοχή και είχαν πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής. Οι φθορές τους ήταν ελάχιστες. Οι όποιες ανωμαλίες στην επιφάνεια αυτών των οδοστρωμάτων οφείλονται σε καθιζήσεις του εδάφους έδρασης και όχι στους ίδιους τους κυβόλιθους. Για την αποκατάσταση της επιπεδότητας και την απόκτηση μιας πιο άνετης επιφάνειας κυκλοφορίας, τις τελευταίες δεκαετίες, τα ρανές



**Φωτ. 2.3.** Βρεμεν. Γερμανία. Κυβόλιθοι από πέτρα σε κεντρικό πεζόδρομο της πόλης. Ο διάδρομος διέλευσης του τραμ σημαίνεται με μια σειρά από πλάκες.

76



**Φωτ. 2.4.** Lisboa. Πορτογαλία. Πεζοδρόμηση στην Βαίχα, στον κεντρικό ιστορικό πυρήνα της πόλης. Άσπροι και μαύροι μικροί ασβεστολιθικοί κυβόλιθοι σε περίτεχνα σχέδια.



Φωτ. 2.5. Berlin. Γερμανία. Γραμμές τραμ που διακόπονταν από το τείχος αλλά συντηρούσαν την ιστορία της ενιαίας πόλης.

καλύφθηκαν κατά κανόνα με άσφαλτο και οι κυβόλιθοι ανέλαβαν το ρόλο της δύσκαμπτης βάσης. Ωστόσο η προσκόλλησή της ασφαλτικής στρώσης με την άσφαλτο ήταν συνήθως κακή και οι αποκολλήσεις τμημάτων συχνό φαινόμενο.

Τα σημερινά προγράμματα αποκατάστασης της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς και ανάπλασης των ιστορικών πυρήνων θα πρέπει να περιλαμβάνουν την αποκάλυψη και συντήρηση των στοιχείων εκείνων που ανήκουν στην ιστορία της υποδομής των μεταφορών. Και οι μεταφορές είναι μέρος της αρχιτεκτονικής ιστορίας και της ιστορίας της ζωής της πόλης: παλιά οδοστρώματα, παλιές γραμμές τραμ κλπ (Φωτογραφία 2.5).

77

#### ■ τα παραδοσιακά λιθόστρωτα

Ό,τι έχει απομείνει από τους λιθοστρωμένους δρόμους των πόλεων και των οικισμών, κουβαλά εικόνες που τείνουν να εκλείψουν, αποτελεί μαρτυρία ιστορίας, τέχνης, λαϊκής αρχιτεκτονικής και παράδοσης. Τα λιθόστρωτα αποτελούν συστατικό στοιχείο των έργων ανάδειξης μιας οικιστικής περιοχής.

Η κατασκευή καινούριων λιθόστρωτων, στη θέση ή συμπληρωματικά των παλιών θέλει, ιδιαίτερη προσοχή διότι μπορεί να οδηγήσει σε άχαρα αισθητικά αποτελέσματα. Πράγματι, τα παλιά λιθόστρωτα με τις φθορές τους είναι ζωντανά, αντανακλούν την ιστορία τους. Τα νέα λιθόστρωτα στις ευρωπαϊκές πόλεις συχνά έχουν μια βιομηχανική τελειότητα. Απέναντι σ' αυτό το πρόβλημα



είναι χαρακτηριστική η πρόσφατη κήρυξη διατηρητέων των λιθόστρωτων της Σύρου ώστε να διασωθούν οι παλιές πέτρες που κινδύνευαν να χαθούν από τις εργασίες ανακατασκευής με χρησιμοποίηση νέας πέτρας.

### ■ ΤΥΠΟΙ ΛΙΘΟΣΤΡΩΤΩΝ

Οι τύποι λιθόστρωτων είναι πολλοί, όσα και τα πετρώματα που χρησιμοποιούνται και όσες και οι τεχνικές κατασκευής τους. Άλλα είναι ελεύθερα και άλλα κανονικά. Τα κανονικά λιθόστρωτα κατασκευάστηκαν συνήθως στα κέντρα πόλεων ή οικισμών.

Τα ελεύθερα ή ακανόνιστα λιθόστρωτα είναι κατασκευασμένα από μαρμαρίνη, πωρολιθική ή σχιστολιθική πέτρα λατομείων, από λίθους ακανόνιστου σχήματος, από πέτρες χειμάρρων, ποταμών ή ακτών (κροκάλες). Ταξινομούνται σε:

- *Κλιμακωτά και επίπεδα.* Τα κλιμακωτά συναντώνται σε οικισμούς κτισμένους σε κεκλιμένα εδάφη. Στην κλίμακα το πάτημα είναι πολύ μεγάλο από 50 εκ. έως 1 μ. ενώ το σκαλοπάτι (ρίχτι) δεν ξεπερνά τα 17εκ. Για το σκαλοπάτι χρησιμοποιούνται μεγάλοι λίθοι (αγκωνάρια).
- *Σχιστολιθικά και βοτσαλωτά.* Τα πρώτα κατασκευάζονται από σχιστολιθικά πετρώματα. Ανάλογα με την ανθεκτικότητα των πετρωμάτων οι διαστάσεις των πλακών που χρησιμοποιούνται ποικίλλουν από 20-30 εκ. έως 1-1,5 μ. Τα δεύτερα κατασκευάζονται από βότσαλα. Συναντώνται σε εσωτερικές πλατείες ή αυλές, στον περιμετρικό χώρο εκκλησιών και δημόσιων κτηρίων. Όταν τα βότσαλα "φυτεύονται" όρθια, σφινώνουν καλύτερα μεταξύ τους κι έχουν μεγαλύτερη αντοχή.

### ■ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Η αισθητική του λιθόστρωτου επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τη χάραξη και τη γεωμετρία του δρόμου. Φαρδύς ή στενός, σταθερού ή μεταβαλλόμενου πλάτους, ευθύγραμμος ή καμπυλόγραμμος, οριζόντιος ή κεκλιμένος, με σκαλοπάτια ή χωρίς σκαλοπάτια, σε οικισμό ή εκτός οικισμού, με διαμορφώσεις για το νερό ή το χιόνι (ρίχτια που εξέχουν για να μη γλιστράς), η παρόδια αρχιτεκτονική, όλα αυτά είναι χαρακτηριστικά που διαμορφώνουν τη φυσιογνωμία του λιθόστρωτου. Όμως, η τελική εικόνα του εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την πέτρα και τον τρόπο επεξεργασίας της (προέλευση, χρώμα, υφή, διαστάσεις και τεχνική τοποθέτησης). Το γεγονός ότι οι πέτρες που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των λιθόστρωτων δρόμων προέρχονται συνήθως από τη γύρω περιοχή εγγυάται μια αισθητική συνέχεια ανάμεσα στο λιθόστρωτο και το άμεσο φυσικό του περιβάλλον.



**Φωτ. 2.6.** Ερμούπολη. Σύρος. Λιθόστρωτη κλίμακα όπου συνδυάζεται πλακόστρωση στον άξονα, αγκωνάρια στα ρίχτια και μικροί λίθοι στα ενδιάμεσα τμήματα.

Η τεχνική της κατασκευής των ελεύθερων ή ακανόνιστων λιθόστρωτων είναι σχετικά απλή και αποτελείται από τα εξής στάδια:

- Εξομάλυνση και συμπύκνωση του εδάφους που θα διαστρωθεί.
- Στρώσιμο της πέτρας με την επίπεδη επιφάνεια προς τα πάνω και με χρήση οδών και αλφαδιού. Διαστρώνονται πρώτα οι ακραίες σειρές με γωνιόλιθους.
- Γέμισμα των αρμών με χώμα.
- Διαβροχή της κατασκευής.

Μια συνήθης χαρακτηριστική κατασκευαστική λεπτομέρεια των λιθόστρωτων είναι το αυλάκι απορροής των νερών στον άξονα του δρόμου. Δεξιά και αριστερά στον κεντρικό αρμό τοποθετούνται στενόμακρες πέτρες ή πλάκες που ξεχωρίζουν από τις άλλες ακανόνιστες και μικρότερες πέτρες του λιθόστρωτου για το μέγεθος και τη λεία επιφάνειά τους. Ο αρμός με τις μεγάλες κατά μήκος του πέτρες γίνεται ο οδηγός κατασκευής του δρόμου (Φωτογραφία 2.6, δείτε επίσης και τη Φωτογραφία 1.26).

Το τελικό τεχνικό και αισθητικό αποτέλεσμα ενός λιθόστρωτου δρόμου καθορίζεται από την ικανότητα, την εμπειρία, την επιμέλεια και την ευαισθησία του τεχνίτη. Όλα αυτά με μια λέξη είναι η μαστοριά που φαίνεται στα ρείθρα, στα τελειώματα, στα σκαλοπάτια, στην επιλογή της κάθε πέτρας, στο γέμισμα των αρμών.

Για να πελεκάς την πέτρα χρειάζεται μεράκι. Η κάθε πέτρα είναι διαφορετική από τις άλλες. Η δημιουργία μιας σχέσης ανάμεσά τους δεν είναι εύκολη υπόθεση.

### 2.7.2 Πλακοστρώσεις με πέτρα

Οι πλάκες προέρχονται από μαγματικά πετρώματα (γρανίτες, βασάλτες, διορίτες, πορφυρίτες) (Φωτογραφία 2.7). Μπορούν επίσης εδώ να αναφερθούν και τα πλακίδια τεχνητού γρανίτη που παρουσιάζουν υψηλές αντοχές. Με τη χρήση γρανιτών κλπ προκύπτουν θεαματικά αποτελέσματα. Γι' αυτό συχνά συναντώνται σε οδικά έργα ξεχωριστής σημασίας (Φωτογραφία 2.8). Πρόκειται για υλικά που είναι σπάνια στην Ελλάδα γι' αυτό και δεν χρησιμοποιούνται συχνά στις οδικές αναπλάσεις. Στις πλάκες, η σχέση της επιφάνειας (σε εκ<sup>2</sup>) ως προς το πάχος (σε εκ) είναι > 100. Σκόπιμο είναι να έχουν πάχος 8 εκ. για περισσότερες από 150 διελεύσεις φορτηγών την ημέρα και 10 – 12 εκ. για ημερήσιες διελεύσεις μέχρι 300 φορτηγών. Η αντοχή σε θλίψη των πλακών πρέπει να είναι >150 ΜΡα.

#### ■ κατασκευή

Η βάση πρέπει να είναι ιδιαίτερα δύσκαμπτη. Κατά προτίμηση κατασκευάζεται από ισχυρό σκυρόδεμα.

80



**Φωτ. 2.7.** Βολογνα, Ιταλία. Πεζοδρόμιο και οδόστρωμα βρίσκονται στην ίδια στάθμη αλλά ξεχωρίζουν με διαφοροποίηση της λιθόστρωσης (πλακόστρωση στο πρώτο και κυβόλιθοι στο δεύτερο). Πρέπει να σημειωθεί η αισθητική ασάφεια του ορίου μεταξύ πλακών και κυβόλιθων.

Για την τοποθέτηση των πλακών σε στρώση άμμου 3 εκ. ακολουθούνται δύο μέθοδοι. Αν η επιφάνεια της βάσης δεν είναι επαρκώς ομαλή τότε το πάχος της στρώσης πρέπει να αυξάνεται σε 5 εκ. Η άμμος πρέπει να έχει τα παρακάτω ελάχιστα χαρακτηριστικά: κοκκομετρία 0/4 ή 0/6, με διέλευση 10 – 25% από κόσκινο 2 κιλ. και <10% με διέλευση από κόσκινο 0,08 κιλ.

Οι αρμοί, πλάτους 5 κιλ., πληρούνται με άμμο 0/2 ή 0/4. Ακολουθεί συμπύκνωση με δονητική πλάκα σε στρώση τσιμεντοκονίας 250 κιλ/μ<sup>3</sup> και πάχους 3 εκ. Πριν να τοποθετηθούν οι πλάκες διαβρέχονται και κολούν στη βάση με κόλα τσιμέντου. Οι αρμοί είναι πλάτους 5 – 8 κιλ. και πληρούνται με τσιμεντοκονία 500 κιλ/μ<sup>3</sup> και άμμο 0/2 ή 0/4. Αν η τοποθέτηση γίνει σε άμμο, η επιφάνεια δίνεται στην κυκλοφορία αμέσως. Αν γίνει σε τσιμεντοκονία τότε πρέπει να περάσουν 7 μέρες. Οι αρμοί επαναπληρούνται με άμμο κάθε 2 – 4 χρόνια. Ο καθαρισμός γίνεται με εκτόξευση νερού υπό πίεση.

## 2.8 Κυβόλιθοι από σκυρόδεμα τσιμέντου

Πρόκειται για τυποποιημένα βιομηχανικά προϊόντα με σχέση επιφάνειας (σε εκ<sup>2</sup>) προς

81



**Φωτ. 2.8.** Havana. Κούβα. Paseo de Martí. Μνημειακός πεζόδρομος στην περίμετρο της παλιάς πόλης (La Havana Vieja), που οδηγεί από το Καπιτώλιο στην είσοδο του λιμανιού. Είναι υπερυψωμένος ως προς το οδόστρωμα το οποίο έχει 2 λωρίδες σε κάθε πλευρά. Κατά μήκος του πεζόδρομου υπάρχουν πέτρινα καθιστικά που παίζουν και το ρόλο σπηλαίου. Έχει πλάτος περίπου 40μ. και μήκος 800μ. Ο όλος σχεδιασμός δεν είναι τελείως ξένος με τον σχεδιασμό της La Rambla της Βαρκελώνης.

πάχος (σε εκ)  $< 100$ . Οι κυβόλιθοι μπορεί να είναι παραλληλεπίπεδοι με μικρή στρωγύλλευση στις ακμές για την οπτική ανάδειξη των αρμών. Στο εμπόριο διατίθενται επίσης κυβόλιθοι με απόλυτα επίπεδες πλευρές οι οποίοι έχοντας στις δύο απέναντι πλευρές τους σχήμα τέρμου και εντορμίας “κουμπώνουν” μεταξύ τους σχηματίζοντας μια αρκετά ομαλή επιφάνεια που δεν προκαλεί κραδασμούς στα οχήματα και δεν είναι δυσάρεστη στον ποδηλάτη (Φωτογραφία 2.9). Το σχήμα αυτό κάνει φανερό ότι πρόκειται για κυβόλιθους από σκυρόδεμα που κατασκευάστηκαν βιομηχανικά με καλούπι.

Η βάση είναι σκόπιμο να είναι αρκετά δύσκαμπτη. Χρησιμοποιείται συνήθως ισχνό σκυρόδεμα.

### ■ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Το πάχος των κυβόλιθων που κουμπώνουν μεταξύ τους είναι συνήθως 8 εκ. Για τους άλλους εξαρτάται από την αναμενόμενη κυκλοφορία βαρέων οχημάτων. Αν είναι μικρότερη των 300/ημέρα τα 6 εκ. αρκούν. Αλλοιώςτικα επιλέγονται πάχνη 10 ή και 12 εκ.

82

Οι κυβόλιθοι τοποθετούνται σε στρώμα πυριτικής ή ασβεστοπυριτικής άμμου, πάχους 3 εκ. Η επιφάνειά του εξομαλύνεται αλλά δεν γίνεται συμπύκνωση. Ο ρόλος του είναι να μεταβιβάζει στη βάση τις καταπονήσεις από την κυκλοφορία και να διευκολύνει την αποστράγγιση των νερών που διέρχονται από τους αρμούς. Η κοκκομετρική σύνθεση της άμμου είναι 0/4 ή 0/6, με διέλευση από κόσκινο 2 χιλ. του 25% και από κόσκινο 0,08 χιλ. μικρότερη του 10%. Στην περίπτωση που προβλέπονται ισχυρές καταπονήσεις, όπως σε καμπύλα ή κεκλιμένα τμήματα, είναι δυνατή η σταθεροποίηση της άμμου με τσιμέντο σε αναλογία 100 χλγ/μ<sup>3</sup>.

Μεταξύ των κυβόλιθων αφήνονται αρμοί της τάξης των 1 ή 2 χιλ., που σχηματίζουν πλέξη όπως και στην περίπτωση της λιθοδομής (Φωτογραφίες 2.10 και 2.11). Η μεγάλη πλευρά τοποθετείται κάθετα στη φορά της κυκλοφορίας. Οι κυβόλιθοι που βρίσκονται στα όρια της επενδύμενης επιφάνειας πρέπει να βρίσκονται σφικτά εγκιβωτισμένοι με τη γειονική στρώση έτσι ώστε το σύνολο να συμπεριφέρεται στατικά ως ενιαίο σώμα. Μετά την τοποθέτηση των κυβόλιθων ακολουθεί συμπύκνωση με δονητική πλάκα που προκαλεί τη βύθισή τους κατά 0,5 εκ.

Η συμπύκνωση αρχίζει από το κέντρο της επιφάνειας και οδηγείται προοδευτικά προς τα άκρα. Μετά από κάθε πέρασμα, οι αρμοί επαναπληρούνται με λεπτή άμμο, διαφορετική από αυτήν που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του στρώματος έδρασης



**Φωτ. 2.9.**

Sacramento. California. ΗΠΑ.  
Κεντρικός πεζόδρομος με διά -  
στρωση από κυβόλιθους τσιμέ -  
ντου. Ο διάδρομος διέλευσης του  
τραμ οριοθετείται με μεγάλο  
πλάτους κίτρινη λωρίδα από θερ -  
μοπλαστική βαφή πάνω στους  
κυβόλιθους. Στο βάθος διακρίνε -  
ται ράμπα που ανεβάζει ανάπη -  
ρους και ποδηλάτες στη στάθμη  
του δαπέδου του τραμ.



**Φωτ. 2.10.**

Bruxelles. Βέλγιο. Στην πόλη  
αυτή γίνεται μια συστηματική  
προσπάθεια να αντικατασταθεί η  
άσφαλτος με κυβόλιθους. Στη  
φωτογραφία διακρίνονται οι  
κυβόλιθοι κανονικής πλέξης και  
ο ποδηλατόδρομος που παρεμ -  
βάλλεται του οδοστρώματος και  
της ζώνης στάθμευσης.  
Ποδηλατόδρομος, ζώνη στάθμευ -  
σης και πεζοδρόμιο έχουν ενιαία  
στάθμη.



**Φωτ. 2.11.**

Birmingham. Αγγλία.  
Συνδυασμός κυβόλιθων σε πλέξη  
και σε κανονική διάταξη. Στην  
αισθητική της διαμόρφωσης συμ -  
βάλλει το διαφορετικό χρώμα των  
αρμών. Το Birmingham είναι μια  
πόλη που στις προηγούμενες  
δεκαετίες είχε δώσει προτεραιότη -  
τα στο αυτοκίνητο. Σήμερα, δια -  
θέτει ένα ευρύτατα πεζοδρομημέ -  
νο κέντρο.

(κοκκομετρία 0/2, διέλευση από κόσκινο 2 χιλ. του 100% και από κόσκινο 0,08 χιλ. περισσότερη του 20%) και απαλλαγμένη από αργιλικά στοιχεία.

Μετά από κάθε καθαρισμό με απορροφητήρα και συστηματικά κάθε 2 έως 4 χρόνια, οι αρμοί πρέπει να επαναπληρούνται με άμμο χρησιμοποιώντας δονητή ώστε να διευκολύνεται η εισχώρηση της άμμου βαθύτερα. Καθαρισμός γίνεται και με εκτόξευση νερού υπό πίεση όμως αυτό απαιτεί μετά επαναπλήρωση των αρμών.

Χρώμα στους κυβόλιθους από σκυρόδεμα δίνεται με οξειδία του σιδήρου (σε όλη την γκάμα από άσπρα μέχρι κόκκινο). Πρέπει να υπογραμμιστεί ότι γενικά τα χρώματα δεν έχουν μια ικανοποιητική συμπεριφορά στο χρόνο σε πεζόδρομους και οδοστρώματα. Γι' αυτό πρέπει να επιλέγονται έντονες αποχρώσεις και τα υλικά να πλένονται συχνά.

#### ■ το ζήτημα της 'αναπνοής' του εδάφους

Οι κυβόλιθοι σε κάποιες περιπτώσεις τοποθετούνται σε εύκαμπτες βάσεις. Ένα παράδειγμα είναι οι πεζόδρομοι στην Αθήνα. Κατασκευάζονται με βάσεις από 3Α που έχουν πάχος 30 εκ. και με υποβάσεις από κροκάλες. Η δομή αυτή είναι διαπερατή και επιτρέπει στο χώμα να 'αναπνέει'. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για πόλεις πολύ πυκνές, όπως η Αθήνα, που έχουν καλύψει με ασφάλτο και σκυρόδεμα το συντριπτικό ποσοστό της επιφάνειάς τους με αποτέλεσμα, σε περιπτώσεις έντονων βροχοπτώσεων, να προκαλούνται σοβαρά προβλήματα απορροής και πλημμύρες.

Όπως η κατασκευή πεζόδρομων, έτσι και η ένταξη του τραμ, που αποφασίζεται τα τελευταία χρόνια σε όλο και περισσότερες πόλεις, δίνει την ευκαιρία δημιουργίας λωρίδων μέσα στην πόλη διαπερατών από το νερό. Πράγματι, εκτός της ίδιας της σιδηροτροχιάς, ο υπόλοιπος χώρος του διαδρόμου κίνησης του τραμ μπορεί να καλύπτεται από οποιοδήποτε υλικό (ασφάλτο, κυβόλιθους, αδρανή, γκαζόν κλπ) (Φωτογραφίες 2.12, 2.13 και 2.14).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η στρατηγική μετατροπής των δρόμων κατοικίας σε δρόμους ήπιας κυκλοφορίας, πέραν του μεγάλου οφέλους που θα έχει για την ποιότητα ζωής των κατοίκων, θα δώσει τη δυνατότητα αύξησης των διαπερατών επιφανειών της πόλης. Αυτό θα γίνει με περιορισμό της ασφάλτου και χρήση ευγενέστερων υλικών.

Για την κατασκευή πεζόδρομων αντί βάσης με 3Α είναι δυνατή η τοποθέτηση των κυβόλιθων απ' ευθείας σε συμπυκνωμένο χώμα. Στους αρμούς φυτρώνει σύντομα πρασι-



*Φωτ. 2.12. Strasbourg, Γαλλία. Διάδρομος διέλευσης του τραμ σε χαμηλότερη στάθμη ως προς το πεζοδρόμιο, επιστρωμένος με κυβόλιθους.*

85



*Φωτ. 2.13. Porto, Πορτογαλία. Παραλιακή γραμμή τραμ. Τμήματα του διαδρόμου είναι καλυμμένα με γκαζόν.*





α



β

**Φωτ. 2.14.** Strasbourg, Γαλλία. Avenue Colmar. Κάλυψη του διαδρόμου του τραμ διαπερατή από το νερό με στρώση αδρανών. Στις δύο φωτογραφίες φαίνεται η λεωφόρος πριν (α) και μετά (β) την κατασκευή του τραμ. (Η φωτογραφία ανήκει στην *Communauté Urbaine de Strasbourg*).

86



**Φωτ. 2.15.** Ερμούπολη, Σύρος. Λιθόστρωτη κλίμακα με χαρακτηριστική πλακόστρωση στον άξονα. Ο υπόλοιπος χώρος των σκαλοπατιών καλύπτεται από μικρούς λίθους που εγκιβωτίζονται ανάμεσα στα κράσπεδα και τις πλάκες. Σε πολλά σημεία ανάμεσα στους λίθους διακρίνεται το πράσινο. Η όλη κατασκευή της λιθόστρωτης κλίμακας εντάσσεται αρμονικά σε ένα περιβάλλον όπου η πέτρα είναι κυρίαρχη.

νάδα και το αισθητικό αποτέλεσμα είναι πολύ ενδιαφέρον. Με χρήση διάτρητων κυβόλιθων από τσιμέντο (‘κυψελωτών’) (δείτε επίσης στην παρ. 4.1.2, τη Φωτογραφία 4.6, από διαμόρφωση της οδού Ρ. Φεραίου στο Βόλο), δηλαδή κυβόλιθων που είναι κενοί στο κέντρο τους και γεμίζουν με χώμα, η παρουσία του πρασίνου στην επιφάνεια γίνεται πιο έντονη. Τα στοιχεία αυτά είναι κατάλληλα και για τη σταθεροποίηση των χωμάτων των πρανών.

Με την επιλογή της τοποθέτησης κυβόλιθων απ’ ευθείας σε συμπακνωμένο χώμα, όπως της πέτρας στα λιθόστρωτα, δίνεται επίσης η ευκαιρία στο δρόμο να αποκτήσει λίγο πράσινο ανάμεσα στις πέτρες (Φωτογραφία 2.15). Ωστόσο αυτό προϋποθέτει ότι δεν υπάρχουν απαιτήσεις για απολύτως ομαλή επιφάνεια. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι σε αστικούς δρόμους και ειδικότερα στις γειτονικές στα κτίρια ζώνες, σε πλάτος τουλάχιστον 1,5 μ., είναι σκόπιμο η επιφάνεια να μην είναι διαπερατή για την προστασία της δόμησης από την υγρασία.

Στην περίπτωση μετατροπής ασφαλτοστρωμένων δρόμων σε πεζόδρομους, το υφιστάμενο οδόστρωμα χρησιμοποιείται ως άκαμπτη βάση. Η στάθμη του πρώην πεζοδρομίου είναι η τελική στάθμη του πεζόδρομου και πρέπει να γίνεται απόλυτα σεβαστή διότι αλλοιώτικα δημιουργούνται προβλήματα στις εισόδους των παρόδιων χρήσεων. Το κενό συμπληρώνεται με 3Α ή ισχνό σκυρόδεμα. Η επίστρωση γίνεται αφού αφαιρεθούν οι πλάκες και τα κράσπεδα του πεζοδρομίου.

Πολλές φορές η διαμόρφωση του πεζόδρομου ή του δρόμου ήπιας κυκλοφορίας περιλαμβάνει σημεία φύτευσης. Στα σημεία αυτά αναγκαστικά το υφιστάμενο οδόστρωμα θα αφαιρεθεί, αφού το ελάχιστο πάχος φυτευτικού χώματος για δέντρα είναι 60 εκ. και για θάμνους 40 εκ. Αν το πλάτος του δρόμου είναι μικρό τότε είναι πιο πρακτικό να αποζηλώνεται το οδόστρωμα στο σύνολό του.

Για την επιλογή των θέσεων φύτευσης δέντρων σε περιοχές ανάπτυξης δεν πρέπει να υποτιμάται ότι η ανάπτυξη του ριζικού τους συστήματος μπορεί να προκαλέσει σοβαρές ζημιές στις διάφορες στρώσεις του οδοστρώματος. Αν η επιφανειακή στρώση δεν επιτρέπει την αναπνοή του εδάφους τότε εγκλωβίζεται ζέση και υγρασία που ευνοούν την ανάπτυξη των ριζών.

#### ■ κυβόλιθοι και ρύπανση

Η επιφάνεια του οδοστρώματος δέχεται πρώτη τους ρύπους από τις εξατμίσεις των

αυτοκινήτων. Οι ρύποι είναι είτε αέριοι είτε σωματίδια διαφόρων μεγεθών. Τα τελευταία πέφτουν στο οδόστρωμα, στη συνέχεια διασκορπίζονται στον αέρα παρασυρόμενα από τους στροβιλισμούς που προκαλούν οι διελεύσεις των οχημάτων και αυτός ο κύκλος επαναλαμβάνεται αδιάκοπα.

Τα σωματίδια που αιωρούνται, λόγω του μικρού τους μεγέθους (είναι πολύ μικρότερα από τις σκόνες), εισπνεόμενα εισέρχονται και εγκλωβίζονται οριστικά στους πνεύμονες.

Τα σωματίδια που παγιδεύονται στις ανωμαλίες των κόκκων της επιφάνειας του οδοστρώματος ή στους πόρους της, στην περίπτωση βροχής παρασύρονται και αν οδηγηθούν σε μεγάλες συγκεντρώσεις στη θάλασσα ή σε ποταμούς προκαλούν σημαντική ζημιά στη ζωή του υδάτινου περιβάλλοντος. Τα οδοστρώματα “ταμειυτήρες” δίνουν απάντηση σε αυτό το πρόβλημα επιβραδύνοντας την απομάκρυνση των ρυπασμένων νερών. Αποτελούνται από υπόβαση πάχους 40 – 50 εκ. θραυστού υλικού 20/70 το οποίο σχηματίζει κενά της τάξεως του 35 – 40%. Η επιφανειακή στρώση μπορεί να είναι είτε πορώδης είτε όχι. Η πορώδης επιτρέπει την άμεση αποστράγγιση των νερών αλλά έχει το μειονέκτημα ότι στους αστικούς δρόμους οι πόροι γεμίζουν εύκολα από χώματα κλπ, έτσι ώστε να απαιτείται πολύ συχνός καθαρισμός με εκτόξευση νερού υπό πίεση. Στην περίπτωση της μη πορώδους επιφανειακής στρώσης, τα νερά οδηγούνται στην υπόβαση αφού συγκεντρωθούν σε πλευρικές τάφρους.

Ως προς τους αέριους ρύπους τα οδοστρώματα θα έπαιζαν θετικότερο ρόλο αν κατάφεραν έστω και μερικά να τους εξουδετερώνουν κατά την επαφή τους με τα καυσαέρια αμέσως μετά την έξοδό τους από τις εξατμίσεις των αυτοκινήτων. Προς αυτήν την κατεύθυνση η έρευνα έχει κάνει κάποια βήματα. Σήμερα στην Ιαπωνία δοκιμάζονται κυβόλιθοι από σκυρόδεμα τσιμέντου που εξουδετερώνουν τα οξειδία του αζώτου (NOx). Αυτό επιτυγχάνεται με την πρόσμιξη διοξειδίου του τιτανίου στο τσιμέντο της επιφάνειας των κυβόλιθων. Υπό την επίδραση του ήλιου, το διοξείδιο του τιτανίου λειτουργεί ως φωτοκαταλύτης που συμβάλλει στη διάσπαση του NOx σε άζωτο και οξυγόνο, τα οποία είναι στοιχεία αβλαβή.

## 2.9 Κεραμικοί κυβόλιθοι

Οι κεραμικοί κυβόλιθοι είναι χρώματος κόκκινου προς καστανό. Παράδειγμα διαμόρφωσης με κεραμικούς κυβόλιθους σε συνδυασμό με κόκκινους κυβόλιθους από τσι-

μέντο, καφασωτούς κυβόλιθους και φιλέτα από άσπρο μάρμαρο αποτελεί η οδός Ρ. Φεραίου στο Βόλο (δείτε στην παρ. 4.1.2, Φωτογραφία 4.6). Η βάση πρέπει να είναι κατά το δυνατόν άκαμπτη. Εδώ είναι υποχρεωτική η χρήση ισχνού σκυροδέματος. Το πάχος τους είναι τουλάχιστον 8 εκ. Όταν χρησιμοποιούνται συμπληρωματικά για την αισθητική της διαμόρφωσης σε απολύτως άκαμπτη βάση, μπορούν να είναι λεπτότεροι. Ένα σημαντικό κριτήριο που πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη για την επιλογή τους είναι η ευαισθησία τους στον παγετό και η ολισθηρότητά τους κατά τη βροχή. Πάντως, επειδή πρόκειται για ένα όμορφο υλικό, αξίζει να χρησιμοποιούνται ακόμη και για την καλυψη μικρών επιφανειών ή για εκτέλεση γραμμικών σχεδίων στην επιφάνεια.

#### ■ κατασκευή

Τοποθετούνται σε στρώση 3 εκ. ελαφράς τσιμεντοκονίας, αναλογίας 300 κλγ/μ<sup>3</sup> άμμου. Η άμμος είναι κοκκομετρίας 0/4 ή 0/6 με διέλευση 10-25% από κόσκινο 2 χιλ. και <10% από κόσκινο 0,08 χιλ. Οι κεραμικοί κυβόλιθοι διαβρέχονται και τοποθετούνται σε κόλα τσιμέντου που απλώνεται στην επιφάνεια της τσιμεντοκονίας. Αφήνονται αρμοί πλάτους 5-10 χιλ. Οι αρμοί πληρούνται με τσιμεντοκονία αναλογίας 500 κλγ τσιμέντου ανά κυβικό μέτρο άμμου 0/2. Η επιφάνεια των αρμών έχει κοίλη μορφή για να διευκολύνεται η απορροή των νερών. Βάση, τσιμεντοκονία έδρασης και κεραμικοί κυβόλιθοι σχηματίζουν ένα μονολιθικό σώμα. Απαιτείται για αυτό η πρόβλεψη αρμών διαστολής που θα διαχωρίζουν την επιφάνεια σε τμήματα το πολύ 20 μ<sup>2</sup>. Επιφάνειες που καλύπτονται με κεραμικούς κυβόλιθους δίνονται στην κυκλοφορία 7 μέρες μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής.

89

#### ■ συντήρηση

Οι παρεμβάσεις συντήρησης είναι δύσκολο να γίνουν με αφαίρεση μεμονωμένων κυβόλιθων. Ανακατασκευάζονται κάθε φορά μικρά ή μεγαλύτερα τμήματα. Για να ξαναζωντανεύουν τα χρώματα και να απομακρύνονται οι λεκέδες από τα λάδια απαιτείται κάθε 2-3 χρόνια πλύσιμο με εκτόξευση νερού υπό πίεση.

## 2.10 Πλακοστρώσεις με πλάκες τσιμέντου, βοτσαλόπλακες, ψηφιδόπλακες

Στην Ελλάδα, που είναι παραγωγός χώρα τσιμέντου, οι τσιμεντόπλακες αφθονούν. Έχουν συνήθως πάχος 4 εκ. και τοποθετούνται σε τσιμεντοκονία 2 εκ. Η βάση είναι σκόπιμο να κατασκευάζεται από ισχνό σκυρόδεμα πάχους 10 εκ. και η υπόβαση από κροκάλες.