

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με την ΚΥΑ (ΦΕΚ 386/20-3-2007) τα αδρανή υλικά που παράγονται και διατίθενται στην κατασκευή μετά την 1^η Απριλίου 2008 , άρα και τα αδρανή που χρησιμοποιούνται , ή περιέχονται σε υλικά επίχωσης και αποκατάστασης σε υδραυλικά έργα , υποχρεωτικά πρέπει να φέρουν σήμανση CE και ανάλογα με τη χρήση τους να ακολουθούνται τα αντίστοιχα Εναρμονισμένα Ευρωπαϊκά πρότυπα ΕΛΟΤ EN.

Στην παρούσα εργασία γίνεται αναφορά στα αδρανή επίχωσης σε έργα υδραυλικά , άρα ουσιαστικά αδρανή έργων οδοποιίας και στα αδρανή ασφαλτομιγμάτων , με την εξής δομή :

1. Παρουσίαση των απαιτήσεων των υπαρχόντων Ελληνικών κανονισμών για τα παραπάνω αδρανή υλικά .
2. Παρουσίαση του νέου Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ EN 13242 για αδρανή υλικά έργων οδοποιίας , και EN 13043 για αδρανή ασφαλτομιγμάτων .
3. Ανάλυση περιγραφή όλων των απαιτούμενων δοκιμών , με τις αντίστοιχες μεθόδους ελέγχου των , των νέων ΕΛΟΤ EN 13242 , και EN 13043 ανά ελεγχόμενη ιδιότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α **ΑΔΡΑΝΗ ΟΔΟΠΟΪΑΣ**

ΓΕΝΙΚΑ

Αδρανή υλικά ονομάζονται τα κοκκομετρικώς διαβαθμισμένα φυσικής ή βιομηχανικής προέλευσης υλικά που χρησιμοποιούνται με βοήθεια , κάποιου μέσου συγκόλλησης (σκυρόδεμα , ασφαλτόμιγμα) , ή αυτούσια σε μεγάλη σειρά τεχνικών έργων.

Τα αδρανή υλικά προσφέρουν όγκο και υψηλότερη αντοχή στις κατασκευές , δεν αντιδρούν με τις διάφορες συγκολλητικές ύλες και παρουσιάζουν μεγάλη συνοχή εξαιτίας της ποικιλίας της γεωμετρίας των κόκκων των και του βάρους των.

Τα αδρανή υλικά με βάση την πηγή απόληψης των διακρίνονται σε :

A. Φυσικά Αδρανή .

Είναι τα αδρανή που η λήψη τους γίνεται από φυσικές αποθέσεις (π.χ. ποτάμια) , με τα χαλίκια , αμμοχάλικο και άμμο να ανήκουν στην κατηγορία αυτή. Κύρια μειονεκτήματα των αδρανών της κατηγορίας αυτής είναι οι μεγάλες προσμίξεις με χώμα , η πολύ λεία επιφάνεια τους και το εκτεταμένο στρογγυλεμένο σχήμα των κόκκων τους .



**Σχήμα 1.
Μορφή αδρανών**

B. Αδρανή λατομείων .

Ονομάζονται τα αδρανή που προκύπτουν από εξόρυξη και θραύση όγκων πετρωμάτων. Παράγονται σε περιοχές που δεν υπάρχουν αποθέσεις φυσικών αδρανών. Είναι η κύρια κατηγορία αδρανών υλικών που παράγονται στον Ελληνικό χώρο. Έχουν μεγαλύτερη ποικιλία ως προς το μέγεθος των κόκκων , από εκείνα που προέρχονται από φυσικό τεμαχισμό. Περιέχουν ποσοστό παιπάλης πολύ μεγαλύτερο από τα αντίστοιχα φυσικά αδρανή , είναι περισσότερο ομοιογενή , επειδή προέρχονται από το ίδιο πέτρωμα , ενώ και οι ακμές των είναι γωνιώδεις και η επιφάνεια των τραχιά , καθώς δεν έχουν υποστεί κυλινδρισμό .



**Σχήμα 2 .
Αδρανή λατομείων**

1. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΥΠΑΡΧΟΝΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΑΔΡΑΝΗ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ

Οι ελληνικές προδιαγραφές που ισχύουν μέχρι σήμερα χωρίς δίχως καμία αναθεώρηση, παρόλη την υποχρεωτική εφαρμογή του ΕΛΟΤ ΕΝ 13242, για αδρανή οδοποιίας, είναι η Π.Τ.Π. 0 - 150 για «κατασκευή υποβάσεων οδοστρωμάτων με αδρανή υλικά σταθεροποιημένου τύπου» και η Π.Τ.Π. 0 - 155 για «κατασκευή βάσεων οδοστρωμάτων με αδρανή υλικά σταθεροποιημένου τύπου».

1.1. Π.Τ.Π. 0 – 150 .

Η παραπάνω προδιαγραφή αφορά την προμήθεια και μεταφορά αμμοχάλικου, θραυστού ή μη από ποτάμια, χείμαρρους και ορυχεία, ή θραυστού υλικού από λίθους λατομείων, χειμάρρων για την κατασκευή υποβάσεων και οδών. Η παραπάνω προδιαγραφή μεταξύ των άλλων ορίζει :

Το κλάσμα του υλικού που συγκρατείται στο κόσκινο τετραγωνικής οπής 4,76 χλστ. (Νο4) ονομάζεται χονδρόκοκκο υλικό και το διερχόμενο από το ίδιο κόσκινο, λεπτόκοκκο υλικό ή άμμος.

Η κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού πρέπει να ανταποκρίνεται στον παρακάτω **Πίνακα 1** με τα αντίστοιχα όρια διαβάθμισης. Η διαβάθμιση του υλικού πρέπει να είναι ομαλή, ώστε το διάγραμμα της καμπύλης να είναι ομαλό, χωρίς απότομες διακυμάνσεις.

Αριθμός κόσκινου (Αμερικ. Πρότυπα τετραγωνικής οπής, A.A.S.H.O:M-92)		Διερχόμενο % (κατά βάρος)				
Άνοιγμα Βροχίδος εις ίντσας εις χιλιοστά		Διαβάθμι σης Α	Διαβάθ μισης Β	Διαβάθμι σης Γ	Διαβάθμι σης Δ	Διαβάθμι σης Ε
3"	76,2	100				
2"	50,8	65-100	100			
1 1/2"	38,1		70-100	100		
1 1/4"	31,7				100	
1"	25,4	45-75	55-85	70-100	83-100	100
3/4"	19,1		50-80	60-90	65-95	70-100
3/8"	9,52	30-60	40-70	45-75	47-77	50-80
No 4	4,76	25-50	30-60	30-60	33-63	35-65
No 10	2	20-40	20-50	20-50	23-50	25-50
No 40	0,42	10 -25	10 -30	10 -30	13-30	15-30
No 200	0,074	3 - 10	5 - 15	5 - 15	5 - 15	5 - 15

Πίνακας 1
Απαιτούμενες διαβαθμίσεις κατά των Π.Τ.Π. 0-150

Ο έλεγχος της κοκκομετρικής διαβάθμισης γίνεται σύμφωνα με τη μέθοδο AASHO : T-11 και AASHO : T-27.

Η φθορά σε τριβή και κρούση , όπως αυτή προκύπτει με τη μέθοδο Los Angeles , AASHO : T-96 , του χονδρόκοκκου υλικού δεν πρέπει να υπερβαίνει το 50%.

Το ποσό του κλάσματος που διέρχεται από το κόσκινο τετραγωνικής οπής 0,074 χλστ (No 200) πρέπει να είναι λιγότερο του μισού που διέρχεται από το κόσκινο τετραγωνικής οπής 0,42 (No 40).

Το διερχόμενο υλικό από το κόσκινο τετραγωνικής οπής 0,42 χλστ (No 40) , πρέπει να έχει όριο υδαρότητας όχι μεγαλύτερο του 25 και δείκτη πλαστικότητας όχι μεγαλύτερο του 4 , όπως αυτά προκύπτουν από τις μεθόδους AASHO : T-89 και AASHO : T-91.

Το διερχόμενο υλικό από το κόσκινο τετραγωνικής οπής 4,76 χλστ (No 4) πρέπει να έχει ισοδύναμο άμμου όχι μικρότερο του 40 , σύμφωνα με την μέθοδο AASHO : T-176.

Η ανθεκτικότητα σε αποσάθρωση (δοκιμή υγείας) , προσδιορίζεται με τη μέθοδο AASHO : T-104 , με θειϊκό Νάτριο, η δε απώλεια βάρους σε πέντε κύκλους πρέπει να μην ξεπερνά το 12%.

Αμέσως μετά την τελική διάστρωση και μόρφωση κάθε στρώσης , θα συμπυκνώνεται σε ολόκληρο το πλάτος. Η κυλίνδρωση θα συνεχίζεται μέχρι επίτευξης πυκνότητας ίσης προς το 95% της μέγιστης εργαστηριακής τιμής που λαμβάνεται με τη μέθοδο AASHO : T-180 , μέθοδος D. Γι' αυτό κατά τη διάρκεια της εργασίας θα γίνονται έλεγχοι συμπύκνωσης , βάσει της AASHO : T-147 και από τα αποτελέσματα ορίζεται η διάρκεια κυλίνδρωσης.



Σχήμα 3
Εργασία συμπύκνωσης

Τελικά , η Π.Τ.Π. 0 -150 , ορίζει ως αναγκαίες τις παρακάτω δοκιμές , σύμφωνα με τις αντίστοιχες αναγραφόμενες μεθόδους :

A/A	Δοκιμή	Μέθοδος
1	Δειγματοληψία	AASHTO:T-2
2	Κοκκομετρική ανάλυση αδρανών υλικών	AASHTO:T-27
3	Ισοδύναμο άμμου	AASHTO:T-176
4	Φθορά κατά Los Angeles	AASHTO:T-96
5	Ανθεκτικότητα σε αποσάθρωση αδρανών υλικών (υγεία)	AASHTO:T-104
6	Υλικό διερχόμενο από κόσκινο No 200 (παιπάλη)	AASHTO:T-11
7	Όριο υδαρότητας	AASHTO:T-89
8	Όριο πλαστικότητας	AASHTO:T-90
9	Δείκτης πλαστικότητας	AASHTO:T-91
10	Σχέση υγρασίας πυκνότητας (Μέθοδος Δ)	AASHTO:T-180
11	Έλεγχοι συμπίκνωσης	AASHTO:T-147

Πίνακας 2 Δοκιμές επί αδρανών υπόβασης – Μέθοδοι

1.2 Π.Τ.Π. Ο - 155 .

Η παραπάνω προδιαγραφή αφορά την προμήθεια και μεταφορά θραυστού αμμοχάλικου από ποτάμια , χείμαρρους και ορυχεία , ή θραυστού υλικού από λίθους λατομείων , χειμάρρων για την κατασκευή βάσεων οδών.

Η παραπάνω προδιαγραφή μεταξύ των άλλων ορίζει :

Το κλάσμα του υλικού που συγκρατείται στο κόσκινο τετραγωνικής οπής 4,76 χλστ (No 4) ονομάζεται χονδρόκοκκο υλικό και το διερχόμενο από το ίδιο κόσκινο , λεπτόκοκκο υλικό ή άμμος.

Η κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού πρέπει να ανταποκρίνεται στον παρακάτω **Πίνακα 2α** με τα αντίστοιχα όρια διαβάθμισης. Η διαβάθμιση του υλικού πρέπει να είναι ομαλή , ώστε το διάγραμμα της καμπύλης να είναι ομαλό , χωρίς απότομες διακυμάνσεις.

Αριθμός κόσκινου (Αμερικ. Πρότυπα τετραγωνικής οπής, A.A.S.H.O:M-92)		Διερχόμενο % (κατά βάρος)				
Άνοιγμα Βροχίδος εις ίντσας εις χιλιοστά		Διαβάθ μισης Α	Διαβάθμι σης Β	Διαβάθμι σης Γ	Διαβάθμις ης Δ	Διαβάθ μισης Ε
3''	76,2	100				
2''	50,8	65-100	100			
1 1/2''	38,1		70-100	100		
1 1/4''	31,7				100	
1''	25,4	45-75	55-85	70-100	83-100	100
3/4''	19,1		50-80	60-90	65-95	70-100
3/8''	9,52	30-60	40-70	45-75	47-77	50-80
No 4	4,76	25-50	30-60	30-60	33-63	35-65
No 10	2	20-40	20-50	20-50	23-50	25-50
No 40	0,42	10 -25	10 -30	10 -30	13-30	15-30
No 200	0,074	3 - 10	5 - 15	5 - 15	5 - 15	5 - 15

Πίνακας 2α
Απαιτούμενες διαβαθμίσεις κατά των Π.Τ.Π. Ο – 155 .

Ο έλεγχος της κοκκομετρικής διαβάθμισης γίνεται σύμφωνα με τη μέθοδο AASHO : T-11 και AASHO :T-27. Η φθορά σε τριβή και κρούση , όπως αυτή προκύπτει με τη μέθοδο Los Angeles , AASHO : T-96 , το χονδρόκοκκο υλικού δεν πρέπει να υπερβαίνει το 50%.

Το ποσό του κλάσματος που διέρχεται από το κόσκινο τετραγωνικής οπής 0,074 χλστ (No 200) πρέπει να είναι λιγότερο του μισού που διέρχεται από το κόσκινο τετραγωνικής οπής 0,42 χλστ (No 40) .

Το διερχόμενο υλικό από το κόσκινο τετραγωνικής οπής 0,42 χλστ (No 40) , πρέπει να έχει όριο υδαρότητας όχι μεγαλύτερο του 25 και δείκτη πλαστικότητας όχι μεγαλύτερο του 3 , όπως αυτά προκύπτουν από τις μεθόδους AASHO :T - 89 και AASHO : T-91.

Το διερχόμενο υλικό από το κόσκινο τετραγωνικής οπής 4,76 χλστ (No 4) πρέπει να έχει ισοδύναμο άμμου όχι μικρότερο του 50 , σύμφωνα με τη μέθοδο AASHO :T-176.

Η ανθεκτικότητα σε αποσάθρωση (Δοκιμή υγείας) , προσδιορίζεται με τη μέθοδο AASHO : T-104 , με θειϊκό Νάτριο, η δε απώλεια βάρους σε πέντε κύκλους πρέπει να μη ξεπερνά το 12%.

Αμέσως μετά την τελική διάστρωση και μόρφωση κάθε στρώσης , θα συμπυκνώνεται σε ολόκληρο το πλάτος. Η κυλίνδρωση θα συνεχίζεται μέχρι επίτευξης πυκνότητας ίσης προς το 95% της μέγιστης εργαστηριακής τιμής που λαμβάνεται με τη μέθοδο AASHO : T-180 , μέθοδος D.

Γι' αυτό κατά τη διάρκεια της εργασίας θα γίνονται έλεγχοι συμπύκνωσης βάσει της AASHO : T - 147 και από τα αποτελέσματα ορίζεται η διάρκεια κυλίνδρωσης.

Τελικά , η Π.Τ.Π. Ο - 150 ορίζει ως αναγκαίες τις παραπάνω δοκιμές , σύμφωνα με τις αντίστοιχες αναγραφόμενες μεθόδους:

A/A	Δοκιμή	Μέθοδος
1	Δειγματοληψία	AASHO:T-2
2	Κοκκομετρική ανάλυση αδρανών υλικών	AASHO:T-27
3	Ισοδύναμο άμμου	AASHO:T-176
4	Φθορά κατά Los Angeles	AASHO:T-96
5	Ανθεκτικότητα σε αποσάθρωση αδρανών υλικών (υγεία)	AASHO:T-104
6	Υλικό διερχόμενο από κόσκινο No 200 (παιπάλη)	AASHO:T-11
7	Όριο υδαρότητας	AASHO:T-89
8	Όριο πλαστικότητας	AASHO:T-90
9	Δείκτης πλαστικότητας	AASHO:T-91
10	Σχέση υγρασίας πυκνότητας (Μέθοδος Δ)	AASHO:T-180
11	Έλεγχοι συμπύκνωσης	AASHO:T-147

Πίνακας 2β
Δοκιμές επί αδρανών υπόβασης – Μέθοδοι

2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΝΕΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΕΛΟΤ EN 13242 ΓΙΑ ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ ΕΡΓΩΝ ΟΔΟΠΟΪΑΣ.

2.1 ΓΕΝΙΚΑ .

Το νέο ΕΛΟΤ EN 13242 προδιαγράφει ιδιότητες αδρανών που λαμβάνονται με διεργασία φυσικών ή τεχνητών ή ανακυκλωμένων υλικών για σταθεροποιημένα με υδραυλικές κονίες και μη σταθεροποιημένων υλικών για χρήση σε τεχνικά έργα και στην οδοποιία.

2.2 ΟΡΙΣΜΟΣ .

Κατά το παρόν πρότυπο ΕΛΟΤ EN 13242 :

Αδρανές είναι κοκκώδες υλικό που χρησιμοποιείται στη κατασκευή και μπορεί να είναι φυσικό , τεχνητό ή ανακυκλωμένο.

Φυσικό αδρανές είναι αυτό που προέρχεται από φυσικές πηγές και δεν έχει υποστεί τίποτα περισσότερο από μηχανική διεργασία.



Σχήμα 4
Παραγωγή αδρανών υλικών

Τεχνητό είναι το αδρανές ορυκτής προέλευσης , προερχόμενο από βιομηχανική διεργασία που περιλαμβάνει θερμική ή άλλη τροποποίηση.

Μέγεθος αδρανούς. Χαρακτηρισμός του αδρανούς από την άποψη των χαμηλότερων (d) και των υψηλότερων (D) μεγεθών κόσκινων , εκφρασμένος με τη σχέση d/D .

Λεπτόκοκκο αδρανές. Χαρακτηρισμός που δίνεται σε διαβάθμιση αδρανών με $d=0$ και $D \leq 6,3\text{mm}$.

Χονδρόκοκκο αδρανές. Χαρακτηρισμός που δίνεται σε διαβάθμιση αδρανών με $d \geq 1\text{mm}$ και $D > 2\text{mm}$.

Μίγμα αδρανών. Αδρανές που αποτελείται από μίγμα χονδρών και λεπτών αδρανών με $D > 6,3 \text{ mm}$.

Λεπτόκοκκο κλάσμα (παιπάλη). Κοκκομετρικό κλάσμα ενός αδρανούς που διέρχεται από το κόσκινο ανοίγματος $0,063 \text{ mm}$.

Διερχόμενο. Μέρος τους αδρανούς που διέρχεται από το μικρότερο από τα κόσκινα που χρησιμοποιούνται για τον χαρακτηρισμό του μεγέθους του αδρανούς.

Συγκρατούμενο. Μέρος του αδρανούς που συγκρατείται στο μεγαλύτερο από τα κόσκινα που χρησιμοποιούνται για το χαρακτηρισμό του μεγέθους του αδρανούς.

Τα αναφερόμενα παραπάνω για χονδρόκοκκα λεπτόκοκκα και μίγματα , με τις Γενικές απαιτήσεις διαβάθμισης , φαίνονται στον επόμενο **Πίνακα 3**.

Αδρανές	Μέγεθος mm	Διερχόμενο ποσοστό κατά μάζα					Κατηγορία G
		2D	1,4D	D	d	d/2	
Χονδρόκοκκο	$d \geq 1$	100	98 έως 100	85 έως 99	0 έως 15	0 έως 5	G_{c85-15}
	και $D > 2$	100	98 έως 100	80 έως 99	0 έως 20	0 έως 5	G_{c80-20}
Λεπτόκοκκο	$d=0$	100	98 έως 100	85 έως 99			G_f85
	και $D \leq 6,3$	100	98 έως 100	80 έως 99			G_f80
Μίγμα	$d=0$		100	85 έως 99			G_A85
		100	98 έως 100	80 έως 99			G_A80
	και $D > 6,3$	100		75 έως 99			G_A75

Πίνακας 3
Γενικές απαιτήσεις διαβάθμισης

2.3 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

2.3.1 Κατηγορίες αδρανών

Όλα τα αδρανή πρέπει να χαρακτηρίζονται από την άποψη κατηγοριών διαβάθμισης d/D.

Οι κατηγορίες κοκκομετρικής διαβάθμισης πρέπει να καθορίζονται με τη χρήση των ονομαστικών μεγεθών κόσκινων που δίνονται στον επόμενο **Πίνακα 4**.

Βασική σειρά mm	Βασική σειρά +σειρά 1 mm	Βασική σειρά + σειρά 2mm
0	0	0
1	1	1
2	2	2
4	4	4
-	5,6(5)	-
-	-	6,3(6)
8	8	8
-	-	10
-	11,2(11)	-
-	-	12,5(12)
-	-	14
16	16	16
-	-	20
-	22,4	-
31,5(32)	31,5(32)	31,5(32)
-	-	40
-	45	-
-	56	63
63	63	80
-	-	-
-	90	-

Πίνακας 4
Διαστάσεις κόσκινων για τον καθορισμό κοκκομετρικής διαβάθμισης αδρανών.

Ο παραπάνω Πίνακας 4 περιλαμβάνει τη βασική σειρά , τη βασική σειρά πλέον τη σειρά 1 και τη βασική σειρά πλέον τη σειρά 2. Ο συνδυασμός κόσκινων της σειρά 1 και της σειρά 2 δεν επιτρέπεται.

Η σχέση της ανώτερης διάστασης D προς την κατώτερη διάσταση d δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 1,4.

Η διαβάθμιση των μεγεθών του αδρανούς προσδιορίζεται σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 933-1.

2.3.2 Σχήμα χονδρόκοκκων αδρανών .

Το σχήμα των χονδρόκοκκων αδρανών καθορίζεται με βάση το δείκτη πλακοειδούς κατά ΕΛΟΤ EN 933-3. Ο δείκτης πλακοειδούς πρέπει να δηλώνεται σύμφωνα με τη σχετική κατηγορία που καθορίζεται στον επόμενο **Πίνακα 5** και πάντα σύμφωνα με την ιδιαίτερη εφαρμογή και χρήση.

Δείκτης πλακοειδούς	Κατηγορία FI
≤20	FI ₂₀
≤35	FI ₃₅
≤50	FI ₅₀
>50	FI _{Δηλωθείσα}
Δεν απαιτείται	FI _{NR}

Πίνακας 5
Κατηγορίες για μέγιστες τιμές Δείκτη πλακοειδούς

Ο δείκτης μορφής των αδρανών προσδιορίζεται σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 933-4 και δηλώνεται σύμφωνα με την αντίστοιχη κατηγορία του επόμενου **Πίνακα 6** , σύμφωνα δε και με την ιδιαίτερη εφαρμογή και χρήση .

Δείκτης πλακοειδούς	Κατηγορία SI
≤20	SI ₂₀
≤40	SI ₄₀
≤55	SI ₅₅
>55	SI _{Δηλωθείσα}
Δεν απαιτείται	SI _{NR}

Πίνακας 6
Κατηγορίες για μέγιστη τιμές. Δείκτη μορφής.

2.3.3 Ποσοστό συνθλιμμένων ή θραυσμένων κόκκων και τελείως στρογγυλεμένων κόκκων στα χονδρόκοκκα υλικά.

Το ποσοστό συνθλιβόμενων ή θραυσμένων κόκκων και τελείως στρογγυλεμένων κόκκων στα χονδρόκοκκα αδρανή , προσδιορίζεται σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 933-5 και δηλώνεται σύμφωνα με κάποια κατηγορία από τον επόμενο **Πίνακα 7**.

Το ΕΛΟΤ EN 13242 για το ποσοστό των συνθλιβόμενων κόκκων , ορίζει ότι αδρανή προερχόμενα από σύνθλιψη βράχου πρέπει να θεωρούνται ότι είναι κατηγορίας C_{90/3} και δεν χρειάζονται περαιτέρω δοκιμές.

Ποσοστό κατά μάζα συνθλιμμένων ή θραυσμένων κόκκων %	Ποσοστό κατά μάζα τελείως στρογγυλεμένων κόκκων %	Κατηγορία C
90 έως 100	0 έως 3	C _{90/3}
50 έως 100	0 έως 10	C _{50/10}
50 έως 100	0 έως 30	C _{50/30}
-	0 έως 50	C _{NR/50}
-	0 έως 70	C _{NR/70}
Δηλωθείσα τιμή	Δηλωθείσα τιμή	C _{Δηλωθείσα}
Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	C _{NR}

Πίνακας 7
Κατηγορίες του ποσοστού συνθλιμμένων ή θραυσμένων κόκκων

2.3.4 Περιεχόμενο λεπτόκοκκο κλάσμα (παιπάλη) .

Το περιεχόμενο λεπτόκοκκο κλάσμα (παιπάλη) στα χονδρόκοκκα αδρανή , στα λεπτόκοκκα αδρανή και στα μίγματα , δηλώνεται σύμφωνα με κάποια από τις επόμενες κατηγορίες του επόμενου **Πίνακα 8**.

	Ποσοστό κατά μάζα του διερχόμενου το κόσκινο 0,063mm %	Κατηγορία F
Αδρανές		f ₂
	≤2	f ₄
	≤4	f _{Δηλωθείσα}
	>4	f _{NR}
Χονδρόκοκκο	Δεν απαιτείται	f _{NR}
	≤3	f ₃
	≤7	f ₇
	≤10	f ₁₀
	≤16	f ₁₆
	≤22	f ₂₂
	>22	f _{Δηλωθείσα}
Λεπτόκοκκο	Δεν απαιτείται	f _{NR}
	≤3	f ₃
	≤5	f ₅
	≤7	f ₇
	≤9	f ₉
	≤12	f ₁₂
	≤15	f ₁₅
	>15	f _{Δηλωθείσα}
Μίγμα	Δεν απαιτείται	f _{NR}

Πίνακας 8
Κατηγορία για μέγιστες τιμές του περιεχομένου λεπτόκοκκου κλάσματος (παιπάλης) .

Σχετικά με την ποιότητα του λεπτόκοκκου κλάσματος (παιπάλης) , το ΕΛΟΤ EN 13242 ορίζει ότι :

Όταν το ποσοστό παιπάλης στο λεπτόκοκκο αδρανές υπερβαίνει ένα ποσοστό 3% κατά μάζα και εφόσον υπάρχουν αποδείξεις ότι η χρήση του είναι ικανοποιητική , μπορεί να μην είναι αναγκαίες περαιτέρω δοκιμές. Όταν απαιτείται , τα αδρανή αξιολογούνται ως προς την βλαβερότητα της παιπάλης σύμφωνα με το παράρτημα Α της ΕΛΟΤ EN 13242 που ορίζει ότι :

Η παιπάλη πρέπει να θεωρείται ως μη επιβλαβής όταν συντρέχει κάποια από τις τέσσερις ακόλουθες συνθήκες.

Α) Το ολικό περιεχόμενο ποσοστό παιπάλης στο λεπτόκοκκο αδρανές ή στο αδρανές δεν είναι μεγαλύτερο από 3% ή άλλης τιμής σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις στον τόπο χρήσης του αδρανούς.

Β) Η τιμή ισοδύναμου άμμου (SE) , όταν η δοκιμή διεξάγεται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 933-9 , υπερβαίνει ένα καθορισμένο κατώτερο όριο.

Γ) Η δοκιμή μπλε του μεθυλενίου (MB) , όταν η δοκιμή διεξάγεται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 933-9 , δίνει μια τιμή μικρότερη από ένα ιδιαίτερα καθορισμένο όριο.

Δ) Διαπιστώνεται ισοδύναμη επίδοση με γνωστό ικανοποιητικό αδρανές ή υπάρχει απόδειξη ικανοποιητικής χρήσης χωρίς εμπειρία κάποιων προβλημάτων.

2.4. ΦΥΣΙΚΑ – ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το ΕΛΟΤ EN 13242 καθορίζει τις δοκιμές που πρέπει να γίνονται προκειμένου να καθορισθούν οι φυσικές και μηχανικές ιδιότητες των αδρανών , ανάλογα με την ιδιαίτερη εφαρμογή ή τη χρήση, ή την προέλευση του αδρανούς.

2.4.1. Αντίσταση στο θρυμματισμό χονδρόκοκκου αδρανούς.

Η αντίσταση στο θρυμματισμό προσδιορίζεται με το συντελεστή Los Angeles , όπως αυτός καθορίζεται στο ΕΛΟΤ EN 1097-2. Ο συντελεστής Los Angeles έχει τιμή , βάσει του επόμενου **Πίνακα 9** , σύμφωνα με την ιδιαίτερη εφαρμογή ή χρήση του.

Συντελεστής Los Angeles	Κατηγορία LA
≤20	LA ₂₀
≤25	LA ₂₅
≤30	LA ₃₀
≤35	LA ₃₅
≤40	LA ₄₀
≤50	LA ₅₀
≤60	LA ₆₀
>60	LA _{Δηλωθείσα}
Δεν απαιτείται	LA _{NR}

Πίνακας 9
Κατηγορίες για μέγιστες τιμές συντελεστή Los Angeles

Η τιμή κρούσης προσδιορίζεται σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 1097-2 και παίρνει τιμές από τον επόμενο **Πίνακα 10** , σύμφωνα με την εφαρμογή ή τη χρήση του.

Τιμή δοκιμής σε κρούση %	Κατηγορία SZ
≤18	SZ ₁₈
≤22	SZ ₂₂
≤26	SZ ₂₆
≤32	SZ ₃₂
≤35	SZ ₃₅
≤38	SZ ₃₈
>38	SZ _{Δηλωθείσα}
Δεν απαιτείται	SZ _{NR}

Πίνακας 10
Κατηγορίες για μέγιστες τιμές της αντίστασης σε κρούση.

2.4.2. Αντίσταση σε φθορά του χονδρόκοκκου αδρανούς .

Η αντίσταση σε φθορά του χονδρόκοκκου αδρανούς , εκφράζεται με το συντελεστή μικρο –Deval, M_{DE} , προσδιορίζεται με τον ΕΛΟΤ EN 1097-1 , και παίρνει τιμές από τον επόμενο **Πίνακα 11** , ανάλογα με την εφαρμογή ή τη χρήση του.

Συντελεστής μικρο –Deval	Κατηγορία M_{DE}
≤ 20	$M_{DE\ 20}$
≤ 25	$M_{DE\ 25}$
≤ 35	$M_{DE\ 35}$
≤ 50	$M_{DE\ 50}$
> 50	$M_{DE\ \Delta\eta\lambda\omega\theta\epsilon\iota\sigma\alpha}$
Δεν απαιτείται	$M_{DE\ NR}$

Πίνακας 11

Κατηγορίες για μέγιστες τιμές της αντίστασης σε φθορά (Micro – Dival)

2.4.3. Υδατοαπορροφητικότητα .

Η υδατοαπορρόφηση προσδιορίζεται σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 1097-6:2000 , κεφάλαιο 7 , ή από το παράρτημα Β του ΕΛΟΤ EN 1097-6:2000 , ανάλογα με το μέγεθος των αδρανών. Σε κάθε περίπτωση οι κατηγορίες για τις μέγιστες τιμές υδατοαπορρόφησης , ανάλογα με ποια μέθοδο εφαρμόζεται, φαίνονται στους επόμενους **Πίνακες 12 και 13** .

Υδατοαπορρόφηση Ποσοστό κατά μάζα %	Κατηγορία WA_{24}
≤ 1	$WA_{24\ 1}$
≤ 2	$WA_{24\ 2}$

Πίνακας 12

Μέγιστες τιμές υδατοαπορρόφησης (ΕΛΟΤ EN 1097-6, κεφ. 7)

Υδατοαπορρόφηση Ποσοστό κατά μάζα %	Κατηγορία WA_{24}
$\leq 0,5$	$WA_{24\ 0,5}$
$> 0,5$	$WA_{24\ \Delta\eta\lambda\omega\theta\epsilon\iota\sigma\alpha}$
Δεν απαιτείται	$WA_{24\ NR}$

Πίνακας 13

Μέγιστες τιμές υδατοαπορρόφησης (ΕΛΟΤ EN 1097-6, Παράρτημα Β)

2.5. ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το ΕΛΟΤ EN 13242 καθορίζει τις δοκιμές που πρέπει να γίνονται προκειμένου να καθορισθούν οι χημικές ιδιότητες των αδρανών , ανάλογα με την εφαρμογή ή την ιδιαίτερη χρήση των.

2.5.1. Προσδιορισμός Ολικού Θείου .

Το ολικό Θείο στα αδρανή προσδιορίζεται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 1744-1 και οι τιμές του λαμβάνονται από τον επόμενο **Πίνακα 14**.

Αδρανές	Ολικό περιεχόμενο θείο %	Κατηγορία S
Αδρανή αλλά αερόψυκτη σκωρία υψικαμίνων	≤ 1	S_1
	> 1	$S_{\text{δηλωθείσα}}$
	Δεν απαιτείται	S_{NR}
Αερόψυκτη σκωρία υψικαμίνων	≤ 2	S_2
	> 2	$S_{\text{δηλωθείσα}}$
	Δεν απαιτείται	S_{NR}

Πίνακας 14

Κατηγορίες για μέγιστες τιμές του ολικού περιεχομένου θείου

Η ΕΛΟΤ EN 13242 ορίζει ότι εάν υπάρχει παρουσία πυρροτότη στα αδρανή , που είναι μία ασταθής μορφή θειούχου σιδήρου (FeS) , τότε το ολικό περιεχόμενο θείο δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,4%.

2.5.2. Δοκιμές προσδιορισμού ιδιοτήτων αδρανών σε θερμικές και καιρικές μεταβολές .

Η ευπάθεια στη ψύξη – απόψυξη μπορεί να αξιολογηθεί μέσω μιας δοκιμής ψύξης – απόψυξης , που πραγματοποιείται σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 1367-1 , ή μιας δοκιμής θειϊκού μαγνησίου που πραγματοποιείται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 1367-2.

Σε κάθε περίπτωση ο επόμενος **Πίνακας 15** ορίζει τις κατηγορίες των αδρανών για μέγιστη αντοχή σε ψύξη – απόψυξη και ο **Πίνακας 16** στις κατηγορίες για μέγιστη απώλεια στο θειϊκό μαγνήσιο (υγεία αδρανούς).

Ψύξη – Απόψυξη Ποσοστό κατά μάζα %	Κατηγορία F
≤ 1	F_1
≤ 2	F_2
≤ 4	F_4
> 4	$F_{\text{δηλωθείσα}}$
Δεν απαιτείται	F_{NR}

Πίνακας 15

Κατηγορία για μέγιστη αντοχή σε ψύξη απόψυξη

Τιμή θειϊκού μαγνησίου Ποσοστό απώλειας μάζας %	Κατηγορία MS
≤18	MS ₁₈
≤25	MS ₂₅
≤35	MS ₃₅
>35	MS _{Δηλωθείσα}
Δεν απαιτείται	F _{NR}

Πίνακας 16

Κατηγορία για μέγιστη απώλεια στο θειϊκό μαγνήσιο (υγεία αδρανούς)

Τέλος η δοκιμή που μπορεί να οδηγήσει στην ευπάθεια των αδρανών στη ψύξη – απόψυξη , είναι και αυτή της υδατοαπορρόφησης που περιγράφηκε στην παρ. 3.3.

Έτσι , εάν η υδατοαπορροφητικότητα που προσδιορίζεται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 1097-6 , κεφ. 7 , δεν είναι μεγαλύτερη από την τιμή που έχει επιλεγεί από τις κατηγορίες του Πίνακα 12 , το αδρανές πρέπει να θεωρείται ανθεκτικό στη ψύξη – απόψυξη.

Ενώ , όταν η υδατοαπορροφητικότητα , που προσδιορίζεται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 1097-6 , παράρτημα Β , δεν είναι μεγαλύτερη από μία μέγιστη τιμή 0,5% , τότε το αδρανές πρέπει να θεωρείται ανθεκτικό στην ψύξη απόψυξη.

3. ΑΝΑΛΥΣΗ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΚΙΜΩΝ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΕΛΟΤ ΕΝ 13242

3.1 ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΔΡΑΝΩΝ .

Η κοκκομετρική διαβάθμιση αναφέρεται είτε στα επί μέρους κλάσματα που με ανάμειξη δίνουν το τελικό μίγμα των αδρανών , είτε στο τελικό μίγμα προς εφαρμογή.

Ο μέγιστος κόκκος καθορίζει τη δυνατότητα του αδρανούς να διέρχεται από κάποιο άνοιγμα βροχίδος κόσκινου με συγκεκριμένο ποσοστό.

Σε συνδυασμό με τους δείκτες πλακοειδούς και επιμήκυνσης καθορίζει το ποσοστό του όγκου των κενών μεταξύ των κόκκων του συμπυκνωμένου αδρανούς.

Η συνολική διαβάθμιση σε συνάρτηση με το γωνιώδες , την τραχύτητα , τους δείκτες πλακοειδούς και επιμήκυνσης , το ειδικό βάρος και τη φαινόμενη . πυκνότητα καθορίζει τη ρεολογία του μίγματος , τη συνεκτικότητα του και τελικά την ικανότητα του να μεταφέρει κάθετα φορτία στα υποκείμενα στρώματα.

Ο έλεγχος της κοκκομετρικής διαβάθμισης γίνεται σύμφωνα με το πρότυπο EN 933-1 .

Ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός είναι :

- A. Κόσκινα , σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ISO 3310-1 και 3310-2.
- B. Φούρνος , ο οποίος διατηρεί θερμοκρασία $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Γ. Ζυγός , με ευαισθησία 0,1% του βάρους του δείγματος.



Σχήμα 5
Κόσκινα κοκκομετρικής ανάλυσης

Η μάζα του κάθε δείγματος για αδρανή με πυκνότητα μεταξύ 2,00 Mg/m³ και 3,00 Mg/m³ προσδιορίζεται στον επόμενο **Πίνακα 17**.

Μέγιστο μέγεθος αδρανούς D mm	Ελάχιστη μάζα Kg
63	40
32	10
16	2,6
8	0,6
≤4	0,2

Πίνακας 17
Καθορισμός μάζας υλικού αδρανών

Το δείγμα ξηραίνεται μέχρι σταθερού βάρους σε θερμοκρασία $110 \pm 5^\circ\text{C}$, αφήνεται να κρυώσει και ζυγίζεται.

Μετά την ξήρανση και τη ζύγιση , τοποθετείται το δείγμα στο δοχείο και προστίθεται αρκετό νερό (νερό πλύσεως) ώστε να καλυφθεί ολόκληρο με νερό.

Αναδεύεται το δείγμα αρκετά έντονα ώστε να επιτευχθεί πλήρης διαχωρισμός των ψιλών από τα χονδρά σωματίδια με τα ψιλά σωματίδια να αιωρούνται.

Διαβρέχονται και οι δύο πλευρές του κόσκινου με άνοιγμα 63 mm και τοποθετείται για προστασία ένα κόσκινο (πχ 1mm ή 2mm) από πάνω. Αμέσως αποχύνεται το νερό πλύσεως που περιέχει τα αιωρούμενα και διαλυμένα στερεά πάνω στο ζεύγος των κοσκίνων. Προσοχή , όσο είναι δυνατόν, να αποφεύγεται η μετάγγιση χονδρών σωματιδίων. Συνεχίζεται το πλύσιμο μέχρις ότου το νερό πλύσεως να βγαίνει διαυγές.

Ξηραίνονται τα πλυμένα αδρανή μέχρι σταθερού βάρους σε θερμοκρασία $110\pm5^\circ\text{C}$, αφήνονται να κρυώσουν και ζυγίζονται εκ νέου.

Τοποθετούνται τα πλυμένα και ξηρά υλικά (ή απευθείας το ξηρό δείγμα) στη στήλη , η οποία αποτελείται από κόσκινα τοποθετημένα το ένα πάνω στο άλλο , ξεκινώντας από το μεγαλύτερο (πάνω) και καταλήγοντας στο κόσκινο με το μικρότερο άνοιγμα οπών (κάτω) και από καπάκι και δίσκο.

Αρχίζει το κοσκίνισμα χειροκίνητα ή μηχανικά και στη συνέχεια απομακρύνονται τα κόσκινα ένα προς ένα , αρχίζοντας με το κόσκινο με το μεγαλύτερο άνοιγμα οπών. Η κοσκίνιση γίνεται χειροκίνητα για να διασφαλίσει ότι δεν θα χαθεί υλικό. Συνεχίζεται το κοσκίνισμα για τόσο χρονικό διάστημα , ώστε μετά το πέρας του κοσκίνισματος , αν συνεχισθεί το κοσκίνισμα με το χέρι επί ένα λεπτό , το υλικό που θα περάσει από κάθε κόσκινο να μην είναι παραπάνω από 1% του συγκρατούμενου βάρους στο κόσκινο αυτό.

Ζυγίζεται το συγκρατούμενο υλικό στο κόσκινο με το μεγαλύτερο άνοιγμα και καταγράφεται. Συνεχίζεται η ίδια διαδικασία για όλα τα κόσκινα της στήλης (κάθε φορά λαμβάνεται το αμέσως επόμενο κόσκινο) και καταγράφονται οι ποσότητες.

Υπολογίζονται οι συγκρατούμενες ποσότητες κάθε κόσκινου ως ποσοστά του αρχικού ξηρού δείγματος.

Υπολογίζεται το αθροιστικό ποσοστό επί του αρχικού ξηρού δείγματος για κάθε κόσκινο.

Με τα διερχόμενα αθροιστικά ποσοστά σε κάθε κόσκινο και χρησιμοποιώντας κατάλληλο χάρτη κοκκομετρικής ανάλυσης , σχεδιάζεται τελικά η κοκκομετρική καμπύλη των αδρανών.

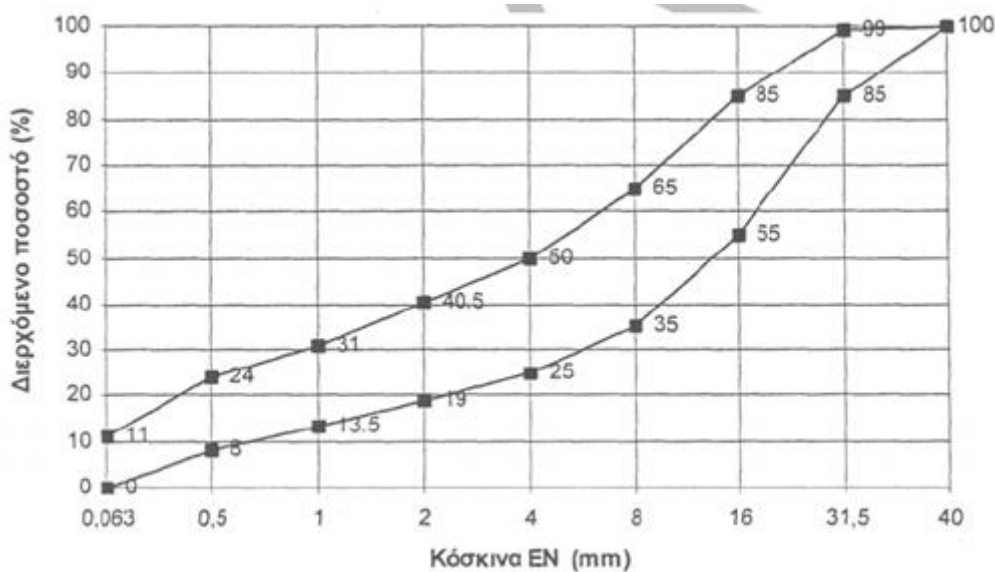
Η κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού κατά την ΠΕΤΕΠ 05-03-03-00 «Στρώσεις οδοστρωμάτων από ασύνδετα υλικά» , θα πρέπει να βρίσκεται εντός των ορίων του επόμενου **Πίνακα 18**.

Ονομαστικό άνοιγμα οπής κόσκινου	Διερχόμενο ποσοστό κατά βάρος	
	Τύπος I	Τύπος II
Κατά EN 933-2:1995		
63mm		100
40mm	100	85-99 ⁽¹⁾
31,5mm	85-99 ⁽¹⁾	
20mm		55-85
16mm	55-85	
10mm		35-65
8mm	35-65	
4mm	25-50	25-50
2mm	19-40,5	19-44
1mm	13,5-31	13,5-38
0,5mm	8 - 2 4	8 - 3 2
0,063mm	0-11	0-12

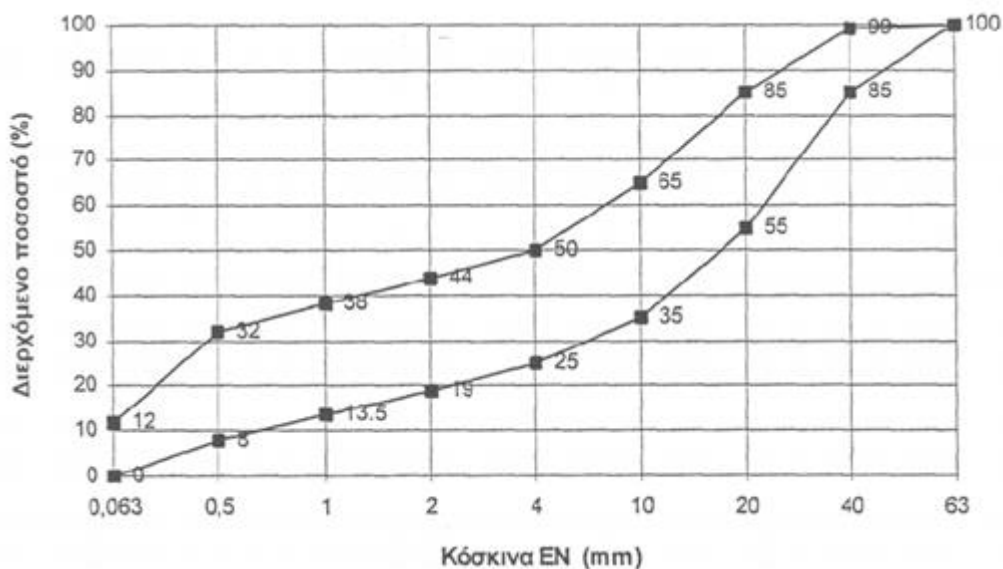
Πίνακας 18
Διερχόμενο ποσοστό κατά βάρος για τους τύπους I και II

(1) Γίνεται αποδεκτό και το ποσοστό 100%.

Ο τύπος I χρησιμοποιείται για την κατασκευή της βάσης ή / και της υπόβασης , ενώ ο Τύπος II αποκλειστικά για την κατασκευή της υπόβασης. Η γραφική απεικόνιση των ορίων του Πίνακα 18 δίνεται στα **Σχήματα 6 και 7**, για τον Τύπο I και II, αντίστοιχα



Σχήμα 6
Όρια κοκκομετρικής διαβάθμισης μίγματος αδρανών υλικών Τύπου Ι



Σχήμα 7
Όρια κοκκομετρικής διαβάθμισης μίγματος αδρανών υλικών Τύπου ΙΙ

Η διαβάθμιση του υλικού πρέπει να είναι ομαλή, έτσι ώστε το σχετικό διάγραμμα να μην παρουσιάζει απότομες διακυμάνσεις.

Η κοκκομετρική διαβάθμιση του μίγματος των αδρανών υλικών που συγκεντρώνονται ή αποθηκεύονται σε σωρούς προς χρήση, ή του μίγματος των αδρανών υλικών που ενσωματώνονται στο έργο, και γενικότερα της κάθε ποσότητας υλικών που παραδίδεται, δεν θα πρέπει να αποκλίνει από την κοκκομετρική διαβάθμιση του μίγματος των αδρανών υλικών που υποβάλλεται από τον Ανάδοχο πριν την έναρξη των εργασιών, εφαρμόζοντας τις επιτρεπτές αποκλίσεις που δίνονται στον **Πίνακα 19**.

Ονομαστικό άνοιγμα οπής κόσκινου	Διερχόμενο ποσοστό κατά βάρος	
	Τύπος I	Τύπος II
Κατά EN 933-2		
63mm		
	0%	0%
40mm	0%	±5%
	±5%	±5%
31,5mm	±5%	±5%
20mm	8%	±8%
	±8%	±8%
16mm	8%	±8%
10mm	±8%	±8%
	±8%	±8%
8mm	±8%	±8%
	±8%	±8%
4mm	±8%	±8%
	±5%	±5%
0,5mm	±5%	±5%
	±3%	±3%
0,063mm	±3%	±3%

Πίνακας 19
Μέγιστες επιτρεπόμενες αποκλίσεις

3.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΚΟΕΙΔΟΥΣ .

Γενικά οι επιμήκεις και πεπλατυσμένοι κόκκοι πρέπει να αποφεύγονται καθώς είναι δυνατόν να υπάρχει ανομοιόμορφη κατανομή τάσεων λόγω σχήματος με τελικό κίνδυνο τη θραύση των αδρανών. Επιπλέον το κυβικό σχήμα επιτυγχάνει τη βέλτιστη γεωμετρική κατανομή των κόκκων με αποτέλεσμα τη μέγιστη δυνατή συμπίκνωση.

Ο προσδιορισμός του δείκτη πλακοειδούς γίνεται σύμφωνα με το πρότυπο EN 933-3.

Ο εξοπλισμός που απαιτείται για τη δοκιμή περιλαμβάνει:

A. Κόσκινα με τετράγωνα διάκενα με τα ακόλουθα μεγέθη διακένων : 80 mm , 50 mm , 40 mm , 31,5 mm , 25 mm , 20 mm , 16 mm , 12,5 mm , 10 mm , 8 mm , 6,3 mm 5 mm και 4 mm.

B. Κόσκινα ράβδων , που περιλαμβάνουν κυλινδρικές ράβδους , με ανοχές που δίνονται στον **Πίνακα 20** που ακολουθεί. Οι ανοχές πλάτους των σχισμών ισχύουν για όλο το μήκος της κάθε σχισμής.

Σωματίδια μεγέθους κλάσματος di/Di mm	Πλάτος σχισμής στο κόσκινο ράβδων mm
63/80	40±0.5
50/63	31.5±0.5
40/50	25±0.4
31.5/40	20±0.4
25/31.5	16±0.4
20/25	12.5±0.4
16/20	10±0.2
12.5/16	8±0.2
10/12.5	6.3±0.2
8/10	5±0.2
6.3/8	4±0.15
5/6.3	3.15±0.15
4/5	2.5±0.15

Πίνακας 20
Κόσκινα Ράβδων

Γ. Ζυγός , ευαισθησίας 0,1% του βάρους του δείγματος.
Δ. Φούρνος , ο οποίος διατηρεί θερμοκρασία 110°C ± 5 °C .



Σχήμα 8
Κόσκινα προσδιορισμού δείκτη πλακοειδούς

Ξηραίνεται το δείγμα δοκιμής μέχρι σταθερού βάρους σε θερμοκρασία 110 ± 5 °C. Αφήνεται να κρυώσει , ζυγίζεται και καταγράφεται η μάζα ως Mo.

Η δοκιμή αποτελείται από δύο στάδια κοσκινίσματος. Καταρχάς με χρήση κόσκινων , το δείγμα διαχωρίζεται σε διάφορα κλάσματα μεγέθους di/Di όπως δίνονται στον Πίνακα 20. Στη συνέχεια καθένα από τα κλάσματα αυτά di/Di κοσκινίζεται με κόσκινα ράβδων τα οποία έχουν παράλληλα ανοίγματα με πλάτος Di/2.

Ζυγίζονται και απορρίπτονται όλα τα σωματίδια που έχουν περάσει το κόσκινο των 4 mm και συγκρατήθηκαν στο κόσκινο των 80mm.

Ζυγίζονται και κρατιούνται ξεχωριστά όλα τα σωματίδια με μέγεθος d_i/D_i μεταξύ των 4 mm και 80 mm.

Κοσκινίζεται κάθε κλάσμα μεγέθους d_i/D_i που λαμβάνεται από την προηγούμενη διαδικασία στο αντίστοιχο κόσκινο ράβδων που δίνεται στον Πίνακα 20.

Ζυγίζεται το υλικό από κάθε κλάσμα που διαπερνά το αντίστοιχο κόσκινο.

Τα αποτελέσματα καταγράφονται στο Έντυπο «Δείκτης Πλακοειδούς κατά ΕΛΟΤ EN 933-3», που επισυνάπτεται στο τέλος της περιγραφής της δοκιμής.

Υπολογίζεται το σύνολο των μαζών των κλασμάτων d_i/D_i και καταγράφεται ως M_1 .

Υπολογίζεται το σύνολο των μαζών των σωματιδίων για κάθε κλάσμα d_i/D_i που διαπερνά το αντίστοιχο κόσκινο ράβδων με πλάτος σχισμών $D_i/2$ και καταγράφεται ως M_2 .

Ο συνολικός δείκτης πλακοειδούς FI υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση :

$$FI = (M_2 / M_1) * 100$$

Όπου :

M_1 είναι το σύνολο των μαζών των σωματιδίων για κάθε κλάσμα d_i/D_i σε γραμμάρια .

M_2 είναι το σύνολο των μαζών των σωματιδίων για κάθε κλάσμα d_i/D_i που διαπερνά το αντίστοιχο κόσκινο ράβδων με πλάτος σχισμών $D_i/2$ σε γραμμάρια.

Ο συνολικός δείκτης πλακοειδούς (FI) στρογγυλοποιείται στον πλησιέστερο ακέραιο αριθμό.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Εγνατίας Οδού ΑΕ για αδρανή αντιολισθηρών στρώσεων , ο δείκτης πλακοειδούς θα πρέπει να είναι < 25%.

ΕΝΤΥΠΟ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΚΟΕΙΔΟΥΣ Κατά ΕΛΟΤ ΕΝ 933-3				
Συνολικό βάρος σε gr,Mo=		Βάρος (gr) παραμένον στο κόσκινο 80mm=		
		Βάρος (gr) διερχόμενο από το κόσκινο 4mm=		
		Συνολικό βάρος (gr) απορριπτομένου δείγματος=		
Κοσκίνιση σε κόσκινα		Κοσκίνιση σε κόσκινα με μπάρες		
Κοκκομετρικό κλάσμα di/Di	Βάρος (Ri) Κοκκομετρικού κλάσματος di/Di	Άνοιγμα κόσκινου με μπάρες (mm)	Βάρος διερχόμενου (mi) κόσκινου με μπάρες (gr)	Fi=(mi/Ri)X100
63/80		40		
50/63		31,5		
40/50		25		
31.5/40		20		
25/31,5		16		
20/25		12,5		
16/20		10		
12,5/16		8		
10/12,5		6,3		
8 / 1 0		5		
6,3/8		4		
5/6,3		3,15		
4/5		2,5		
M ₁ =Σr _i =		M ₂ =Σm _i =		
FI = (M2 / M1) *100 =				

3.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΔΕΙΚΤΗ ΜΟΡΦΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ .

Ο έλεγχος εκτελείται σε αδρανή σύμφωνα με την προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΕΝ 933-4.

Ένας κόκκος αδρανούς τοποθετείται με τη μεγαλύτερη διάστασή του στο μεγαλύτερο άνοιγμα του ειδικού παχυμέτρου , διαστάσεων 320 * 180 mm και το παχύμετρο διατηρείται σε αυτό το άνοιγμα , όπως φαίνεται και στο επόμενο **Σχήμα 9** . Στη συνέχεια ο κόκκος περιστρέφεται και τοποθετείται η μικρότερη διάστασή του εντός του μικρού ανοίγματος. Αν ο κόκκος χωράει να διέλθει από το μικρότερο άνοιγμα θεωρείται επιμήκης. Αθροίζοντας τη μάζα των κόκκων που ικανοποιούν την παραπάνω συνθήκη υπολογίζεται ο δείκτης μορφής του αδρανούς.



Σχήμα 9
Προσδιορισμός δείκτη μορφής αδρανών

3.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΥ ΑΜΜΟΥ .

Η καταλληλότητα των αδρανών υλικών για την κατασκευή της υπόβασης , της βάσης και των ασφαλικών στρώσεων , προσδιορίζεται από διάφορες παραμέτρους – ιδιότητες. Μία από αυτές τις ιδιότητες είναι η «καθαρότητα» αυτών από αργιλικά υλικά. Οι δύο βασικές δοκιμές που προσδιορίζουν την καθαρότητα των αδρανών είναι η δοκιμή ισοδύναμου άμμου και η δοκιμή μπλε του μεθυλενίου.

Ο έλεγχος εκτελείται με σκοπό το γρήγορο καθορισμό της σχετικής αναλογίας της λεπτότατης σκόνης αργιλώδους μορφής και της άμμου στα αδρανή που προορίζονται για υποβάσεις , βάσεις και ασφαλομίγματα , καθώς και στα χαλικομιγή ή αμμώδη εδάφη. Η ύπαρξη χαμηλού ποσοστού ισοδύναμου άμμου χαρακτηρίζει τα αδρανή ως μη «καθαρά» και αποτελεί μια ένδειξη, μόνο της ύπαρξης επιβλαβούς ποσότητας πολύ λεπτών κόκκων διαστάσεων αργίλου.

Ο έλεγχος εκτελείται σε κλάσμα αδρανών υλικών 0/2 mm σύμφωνα με την προδιαγραφή ΕΛΟΤ EN 933-8.

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στη δοκιμή περιλαμβάνει :

A. Αντιδραστήρια από :

A1 Πυκνό διάλυμα παρασκευασμένο από κρυσταλλικό χλωριούχο ασβέστιο ή άνυδρο χλωριούχο ασβέστιο.

A2 Διάλυμα εκπλύσεως που παρασκευάζεται με διάλυση 125ml πυκνού διαλύματος σε 5,0l αποσταγμένο ή απιονισμένο νερό.

B. Εργαστηριακές συσκευές με κυριότερες:

B1 Τους δύο βαθμονομημένους κυλίνδρους από γυαλί ή διάφανο πλαστικό με ελαστικά πώματα.

B2 Το συναρμολογημένο στέλεχος ράβδου μήκους 440mm.

B3 Το βαθμονομημένο κανόνα.

B4 Το σωλήνα έκπλυσης

B5. Τη φιάλη από γυαλί ή πλαστικό, 5l με σιφόνι.

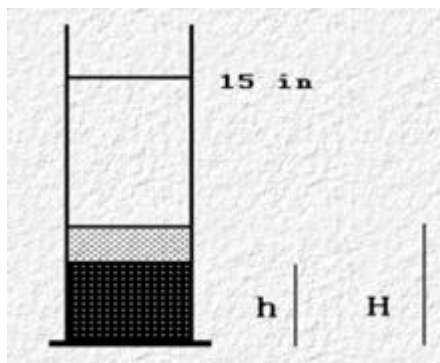
B6. Τη συσκευή ανατάραξης.



Σχήμα 10
Εξοπλισμός προσδιορισμού ισοδυνάμου άμμου

Από αντιπροσωπευτικό δείγμα του υπό δοκιμή υλικού , λαμβάνεται ποσότητα 120 gr και τοποθετείται σε ειδικό διαφανή ογκομετρικό σωλήνα. Ακολούθως , προστίθεται στο σωλήνα ειδικό υδατικό διάλυμα χλωριούχου ασβεστίου , μέχρι το ύψος των 100mm περίπου. Το δείγμα του υλικού και το διάλυμα αφήνονται σε ηρεμία για 10 λεπτά περίπου. Με το πέρας του χρονικού αυτού διαστήματος , το περιεχόμενο του σωλήνα αναταράσσεται με παλινδρομικές κινήσεις για 30 ± 1 δευτερόλεπτα. Κατόπιν προστίθεται επιπλέον ποσότητα διαλύματος από σωλήνα με σύστημα άρδευσης, μέχρι την πάνω στάθμη των 380 ± 0.25 mm. Το διάλυμα με τα αδρανή αφήνεται σε ηρεμία για 20 min και κατόπιν μετράται το ύψος της άμμου (h) και το ύψος της αργίλου (H) θολό αιώρημα. Η τιμή του ισοδυνάμου άμμου (SE) υπολογίζεται από την εξίσωση 1 :

$$SE = h / H * 100 \quad (1)$$



Σχήμα 11
Σχέση υπολογισμού ισοδυνάμου άμμου

Η τιμή του ισοδυνάμου άμμου για το συγκεκριμένο αδρανές προσδιορίζεται από το μέσο όρο δύο ογκομετρικών σωλήνων και το αποτέλεσμα στρογγυλοποιείται στο πλησιέστερο ακέραιο αριθμό.

Οι ελάχιστες επιτρεπτές τιμές ισοδυνάμου άμμου για αδρανή υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ασφαλτομιγμάτων ή στην κατασκευή βάσεων και υποβάσεων δίνονται στον **Πίνακα 21**.

Αδρανή για :	Ισχύουσες Ελληνικές Προδιαγραφές
Ασφαλτομίγματα στρώσεων κυκλοφορίας	≥55
Ασφαλτομίγματα ασφαλικής βάσης	≥50
Βάση από ασύνδετα αδρανή	≥50
Υπόβαση από ασύνδετα αδρανή	≥40
Ψυχρά ασφαλτομίγματα	
Για επιφανειακή στρώση	≥55
Για ασφαλική βάση	≥45
Ασφαλτικές επαλείψεις	≥55

Πίνακας 21
Όρια ισοδυνάμου άμμου

3.5. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΠΛΕ ΤΟΥ ΜΕΘΥΛΕΝΙΟΥ .

Ο έλεγχος μπλε του μεθυλενίου χρησιμοποιείται για την εξακρίβωση των ενεργών αργιλικών ορυκτών στα αδρανή. Τα ενεργά αργιλικά ορυκτά , σε αντίθεση με τα μη ενεργά , έχουν την τάση να διογκώνεται ανάλογα με την περιεκτικότητα τους σε νερό. Η διογκωση αυτή έχει καταστροφικές συνέπειες τόσο για το ασφαλτομίγμα, όσο και στις ασύνδετες στρώσεις του οδοστρώματος.

Ο έλεγχος βασίζεται στην αρχή της προσρόφησης , επί της ενεργής επιφάνειας των αργιλικών ορυκτών , των μορίων του μπλε του μεθυλενίου. Κατά τη δοκιμή μετράται η ποσότητα μπλε του μεθυλενίου για τη μοριακή επικάλυψη όλων των αργιλικών συστατικών των αδρανών. Η δοκιμή εκτελείται σύμφωνα με την προδιαγραφή ΕΛΟΤ EN 933-09.

Κατάλληλη ξηρή ποσότητα του υπό δοκιμή υλικού (200 g – 210 g για κλάσμα 0/2 mm ή $30 \pm 0,1$ g για κλάσμα 0/0 ,125 mm αδρανούς υλικού) προστίθεται σε 500 + 5 ml αποσταγμένου νερού. Το διάλυμα αναδεύεται για 5 min και μετά το πέρας της ανάδευσης εισάγεται μέσα σε αυτό , μία δόση των 5 ml χρωστικής ουσίας (μπλε του μεθυλενίου). Εκτελείται νέα ανάδευση , για τουλάχιστον 1 λεπτό. Στη συνέχεια εκτελείται μια δοκιμή «κηλίδας». Η δοκιμή συνίσταται στο σχηματισμό με μια σταγόνα διαλύματος και πάνω σε διηθητικό χαρτί , μιας κηλίδας που αποτελείται από μία κεντρικά αποτιθέμενη ουσία με γενικά στερεό μπλε χρώμα , που περιβάλλεται από μία άχρωμη ζώνη.



Σχήμα 12
Εξοπλισμός δοκιμής μπλε μεθυλενίου

Η δοκιμή θεωρείται θετική όταν σχηματιστεί , περιφερειακά της κεντρικής απόθεσης , μία στεφάνη από ένα συνεχή δακτύλιο χρώματος ανοικτού μπλε , γύρω στο 1 min. Εάν μετά την προσθήκη της αρχικής ποσότητας των 5 ml χρωστικού διαλύματος δεν εμφανιστεί η στεφάνη , προστίθενται επιπλέον 5 ml χρωστικού διαλύματος , πραγματοποιείται ανάδευση για 1 λεπτό και εκτελείται μία δεύτερη δοκιμή «κηλίδας». Εάν εξακολουθεί να μην εμφανίζεται η στεφάνη η διαδικασία επαναλαμβάνεται κατά τον ίδιο ακριβώς τρόπο , έως ότου αυτή εμφανιστεί. Η στεφάνη πρέπει να παραμείνει για 5 min , ώστε να θεωρήσουμε ότι η δοκιμή περατώθηκε. Αν εξαφανιστεί στα 4 min , προστίθενται επιπλέον 5 ml χρωστικού διαλύματος. Μετά το πέρας της δοκιμής , καταγράφεται ο συνολικός όγκος του χρωστικού διαλύματος. Μετά το πέρας της δοκιμής , καταγράφεται ο συνολικός όγκος του χρωστικού διαλύματος V_i , που προστέθηκε για να παραχθεί η στεφάνη, η οποία διατηρείται για 5 min , με ακρίβεια 1 ml.

Η τιμή του μπλε του μεθυλενίου , MB , εκφρασμένη σε γραμμάρια χρωστικής ουσίας ανά χιλιογράμμο αδρανούς υλικού κλάσματος 0/2 mm δίνεται από την εξίσωση 2 :

$$MB = (V_i / M_i) * 10 \text{ (g / kg)} \quad (2)$$

Όπου M_i είναι η μάζα του δείγματος σε γραμμάρια και V_i , είναι ο συνολικός όγκος του προστιθέμενου χρωστικού διαλύματος σε χιλιοστόλιτρα.

Οι επιτρεπτές τιμές του μπλε του μεθυλενίου , που συνιστώνται από τις Γαλλικές προδιαγραφές (NF X P P 18-540), το προσχέδιο των Ελληνικών προδιαγραφών για ασφατικό σκυρόδεμα κλειστού τύπου (A -1 00) , καθώς και άλλες διεθνείς προδιαγραφές αναλόγως του που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν τα αδρανή, δίνονται στον **Πίνακα 22**.

Επιτρεπτές τιμές μπλε του μεθυλενίου				
Αδρανή υλικά για:	Κατά NF XP P 18-540		Προσχέδια νέων Ελληνικών προδιαγραφών	
	MB	MB _f	MB	MB _f
Βάσεις και υποβάσεις	≤2,0 όταν S.E.<60		-	-
	≤2,5 όταν S.E.<50	≤10	(≤3.0 ^(α))	(≤10 ^(α))
Ασφαλτικές βάσεις, ή Συνδετικές στρώσεις	≤3,0 όταν S.E.<40		-	≤10
Επιφανειακές ασφαλτικές στρώσεις	≤2	≤10		
Σκυροδέματα	≤1	≤10	-	-
Σιδηροδρομικές γραμμές: Βάσεις έδρασης	1ή2	-	-	-
		Επιτρεπτές τιμές μπλε του μεθυλενίου ^(β)		
Ψυχρά ασφαλτομίγματα για μικροεπιφανειακές στρώσεις	≤7 ή ≤8 ή ≤10			

Πίνακας 22
Επιτρεπτές τιμές μπλε του μεθυλενίου

(α) Κατά Εγνατία Οδό ΑΕ, απόφαση 354/12/29.8.03

(β) Σύμφωνα με προδιαγραφές άλλων χωρών

3.6 ΔΟΚΙΜΗ LOS ANGELES .

Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει τον τρόπο εργασίας για τον προσδιορισμό της αντίστασης σε θρυμματισμό αδρανών υλικών με τη μηχανή Los Angeles , σύμφωνα με το πρότυπο EN 1097-2.

Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται συμμορφώνονται με τις γενικές απαιτήσεις του EN 932-5 και περιλαμβάνουν :

A. Κόσκινα , συμμορφούμενα με το EN 933-2 , με ανοίγματα 1.6,10,11.2(ή12.5),14mm.

B. Ζυγό ευαισθησίας 0,1% του βάρους του δείγματος.

Γ. Φούρνο ο οποίος διατηρεί θερμοκρασία 110°C±5°C

Δ. Εξοπλισμό για τη μείωση του εργαστηριακού δείγματος σε δείγμα δοκιμής, όπως περιγράφεται στο EN 932-2.

Ε. Μηχανή Los Angeles, η οποία αποτελείται από τα εξής μέρη :

- Κοίλο χαλύβδινο κύλινδρο , κλειστό στις βάσεις του , με εσωτερική διάμετρο 711 mm (± 5 mm) και εσωτερικό μήκος. Ο κύλινδρος στηρίζεται εσωτερικά πάνω σε έδρανα με τρόπο ώστε να μπορεί να περιστραφεί γύρω από τον άξονα του , σε οριζόντια θέση. Ο κύλινδρος φέρει άνοιγμα 150 mm (± 3 mm) για την εισαγωγή και εξαγωγή του δείγματος. Κατά τη διάρκεια της δοκιμής το άνοιγμα κλείνει με κινητό κάλυμμα , το οποίο είναι κατασκευασμένο με τέτοιο τρόπο, ώστε η εσωτερική επιφάνεια να παραμένει κυλινδρική. Στο εσωτερικό του κυλίνδρου υπάρχει πτερύγιο , το οποίο είναι τοποθετημένο μεταξύ 380 mm και 820 mm από το πλησιέστερο άκρο του ανοίγματος. Η απόσταση μετριέται κατά μήκος της περιφέρειας του κυλίνδρου και κατά τη φορά περιστροφής. Το πτερύγιο έχει ακτινοειδή διάταξη (μήκος ίσο με αυτό του κυλίνδρου , πλάτος 90 mm (± 2 mm) και πάχος 25 mm (± 1 mm) και είναι εδραιωμένο κατά μήκος της εσωτερικής επιφάνειας του κυλίνδρου κατά τέτοιο τρόπο ώστε να διατηρείται σταθερό και άκαμπτο. Το πτερύγιο αντικαθίσταται όταν το πλάτος του σε οποιοδήποτε σημείο είναι μικρότερο από 86 mm και το πάχος του σε οποιοδήποτε σημείο της μπροστινής πλευράς είναι μικρότερο από 23 mm. Η βάση της μηχανής στηρίζεται σε τσιμεντένιο επίπεδο ή πέτρινο πάτωμα.
- 11 χαλύβδινες σφαίρες διαμέτρου μεταξύ 45 mm και 49 mm. Κάθε σφαίρα ζυγίζει μεταξύ 400 g και 445 g και το συνολικό φορτίο ζυγίζει μεταξύ 4690 g και 4860 g.
- Κινητήρα ο οποίος δίνει περιστροφική ταχύτητα στον κύλινδρο μεταξύ 31 r/min και 33 r/min .
- Δίσκο για την ανάκτηση του υλικού και των σφαιρών μετά τη δοκιμή .
- Μετρητή στροφών , ο οποίος σταματά αυτόματα τον κινητήρα μετά τον απαιτούμενο αριθμό περιστροφών .

Η μάζα του δείγματος που αποστέλλεται στο εργαστήριο περιέχει τουλάχιστον 15 kg σωματιδίων μεγέθους από 10 mm ως 14 mm.

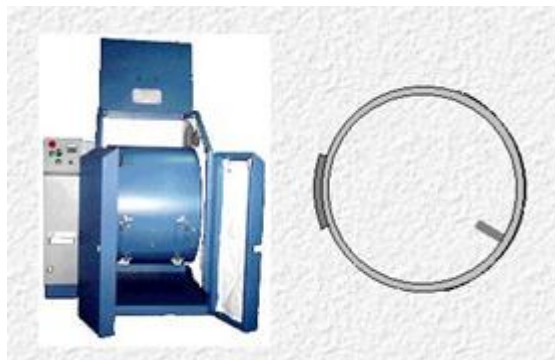
Η δοκιμή πραγματοποιείται σε μίγμα που διέρχεται από κόσκινο 14 mm και συγκρατείται στο κόσκινο των 10 mm. Επιπρόσθετα , η διαχωρισμένη ποσότητα δοκιμής συμμορφώνεται με μία από τις ακόλουθες απαιτήσεις :

A) Μεταξύ 60% και 70% να διαπερνά κόσκινο δοκιμής 12.5 mm ή

B) Μεταξύ 30% και 40% να διαπερνά κόσκινο δοκιμής 11.2 mm.

Το εργαστηριακό δείγμα κοσκινίζεται με χρήση κόσκινων των 10 mm , 11.2 mm (ή 12.5 mm) και 14 mm για τη λήψη ξεχωριστών κλασμάτων σε εύρος 10 mm ως 11.2 mm (ή 12.5 mm) και 11.2 mm (ή 12.5 mm) ως 14 mm. Κάθε κλάσμα πλένεται χωριστά , σύμφωνα με το άρθρο 6 του EN 933-1 και στεγνώνεται σε κλίβανο στους ($110 \pm 5^{\circ}\text{C}$) μέχρι σταθερού βάρους.

Τα κλάσματα αφήνονται να ψυχθούν σε θερμοκρασία δωματίου. Τα δύο κλάσματα αναμιγνύονται ώστε να ληφθεί ένα τροποποιημένο εργαστηριακό δείγμα των 10 mm έως 14 mm , το οποίο συμμορφώνεται με την επιπρόσθετη κατάλληλη απαίτηση διαχωρισμού όπως δίνεται παραπάνω.



Σχήμα 13
Μηχανής Los Angeles

Ελέγχεται η καθαριότητα του κάδου πριν την τοποθέτηση του δείγματος. Προσεκτικά τοποθετούνται οι σφαίρες στη συσκευή και μετά τοποθετείται το δείγμα δοκιμής. Τοποθετείται το κάλυμμα και περιστρέφεται η συσκευή για 500 στροφές σε σταθερή ταχύτητα μεταξύ 31 r/min και 33 r/min.

Το μίγμα αδειάζεται σε δίσκο που βρίσκεται κάτω από τη συσκευή , έτσι ώστε το άνοιγμα να βρίσκεται ακριβώς πάνω από το δίσκο και να αποφευχθεί τυχόν απώλεια υλικού. Καθαρίζεται ο κάδος απομακρύνοντας όλα τα ψήγματα , δίδοντας ιδιαίτερη προσοχή στην περιοχή γύρω από προεξέχον πτερύγιο. Αφαιρούνται προσεκτικά οι σφαίρες από το δίσκο , φροντίζοντας να μην χαθεί κανένα σωματίδιο του μίγματος.

Αναλύεται το υλικό από το δίσκο σύμφωνα με το EN 933-1 , αφού ξεπλυθεί και κοσκινισθεί , με χρήση του κόσκινου με άνοιγμα 1.6 mm. Στεγνώνεται το τμήμα που απέμεινε στο κόσκινο των 1.6 mm μέχρι σταθερού βάρους σε θερμοκρασία $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Υπολογίζεται ο συντελεστής Los Angeles LA από την ακόλουθη εξίσωση :

$$LA = (5000 - m) / 50$$

Όπου m είναι η συγκρατούμενη μάζα στο κόσκινο των 1.6 mm , σε γραμμάρια.

Καταγράφεται το αποτέλεσμα , στρογγυλεμένο στον πλησιέστερο ακέραιο αριθμό. Όσο μικρότερο είναι αυτό το ποσοστό τόσο σκληρότερα και ανθεκτικότερα είναι τα αδρανή.

Κατά τις ελληνικές προδιαγραφές , η μέγιστη επιτρεπτή τιμή όταν τα αδρανή πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε στρώσεις βάσεων και υποβάσεων θεωρείται το 40%.

Όταν τα αδρανή πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για στρώσεις κυκλοφορίας οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές είναι αυτές που δίνονται στον **Πίνακα 23** με την προϋπόθεση ότι πληρούνται και οι άλλες απαιτήσεις του ίδιου πίνακα.

Στον Πίνακα 24 δίνονται οι μέγιστες επιτρεπτές τιμές απώλειας κατά Los Angeles σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Εγνατίας Οδού Α.Ε. ⁽³²⁾ , για τον καθορισμό της καταλληλότητας των αδρανών για αντιστοιχισθείς στρώσεις, υπό την προϋπόθεση ότι πληρούνται και οι άλλες απαιτήσεις του πίνακα.

Κυκλοφορία	Ελαφρά	Μέση	Βαριά	Πολύ βαριά
Ημερήσιος κυκλοφοριακός φόρτος ανά λωρίδα	Μέχρι 500	501-3000	3001-8000	>8000
Μέγιστο ποσοστό φθοράς κατά Los Angeles	30%	28%	26%	24%

Πίνακας 23
Οριακές τιμές Los Angeles σύμφωνα με τις Ελληνικές Τεχνικές Οδηγίες.

Κατηγορία κυκλοφοριακού φόρτου	Ε.Ο./λωρίδα σχεδιασμού ανά ημέρα	< 250	250/1000	1000/1750	1750/2500	2500/3250	>3250
Θρυμματισμός	LA	< 25	< 25	< 20	< 20	< 20	< 20

Πίνακας 24
Οριακές τιμές Los Angeles αντιστοιχισθέντων στρώσεων κατά την Εγνατία ΑΕ

όπου Ε.Ο. = Εμπορικά Οχήματα > 1,5 tn.

3.7 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΣΕ ΦΘΟΡΑ (MICRO – DEVAL).

Η μέθοδος αυτή αναφέρεται στον τρόπο προσδιορισμού της αντίστασης των αδρανών υλικών σε φθορά (Micro Deval) σύμφωνα με το πρότυπο EN 1097-1.

Η μάζα του δείγματος που στέλνεται στο εργαστήριο πρέπει να έχει τουλάχιστον 2 κιλά σωματιδίων στη τάξη μεγέθους 10 mm έως 14 mm.

Η δοκιμή πρέπει να γίνει σε αδρανή τα οποία περνούν το κόσκινο των 14 mm και παρακρατούνται στο κόσκινο των 10 mm. Επιπλέον , η διαβάθμιση του τμήματος δοκιμής πρέπει να πληροί μια από τις ακόλουθες δύο απαιτήσεις :

- Μεταξύ 30% και 40% να περνά κόσκινο 11,2 mm ή
- Μεταξύ 60% και 70% να περνά κόσκινο 12,5 mm

Κοσκινίζεται το εργαστηριακό δείγμα με χρήση των κοσκίνων 10 mm , 11,2 mm (ή 12,5 mm) και 14 mm για να ληφθούν ξεχωριστά κλάσματα στην τάξη μεγέθους 10 mm έως 11,2 mm (ή 12,5 mm) και 11,2 mm (ή 12,5 mm) έως 14 mm. Πλένεται κάθε κλάσμα ξεχωριστά και ξηραίνονται μέσα στον κλίβανο στους $110 \pm 5^{\circ} \text{C}$, μέχρι να αποκτηθεί η σταθερή μάζα.

Αφήνονται τα κλάσματα να ψυχθούν μέχρι τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Αναμιγνύονται τα δύο κλάσματα για να ληφθεί ένα τροποποιημένο εργαστηριακό δείγμα 10 mm έως 14 mm το οποίο να πληροί τις κατάλληλες πρόσθετες απαιτήσεις διαβάθμισης που δίνονται ανωτέρω.

Το κάθε δοκίμιο δοκιμής τοποθετείται μέσα σε ξεχωριστό κυλινδρικό δοχείο. Προστίθεται επαρκής αριθμός ανοξειδωτων σφαιρών σε κάθε δοχείο ώστε να δώσουν αποτριπτικό φορτίο(5000 ± 5) g.

Προστίθενται ($2,5 \pm 0,05$) l νερό σε κάθε δοχείο.

Τοποθετείται το σκέπασμα σε κάθε δοχείο και το κάθε δοχείο στους δύο άξονες.

Περιστρέφονται τα κυλινδρικά δοχεία με ταχύτητα (100 ± 5) min^{-1} για (12.000 ± 10) περιστροφές.

Μετά τη δοκιμή , συλλέγεται το αδρανές υλικό και οι χαλύβδινες σφαίρες σε λεκάνη , φροντίζοντας να αποφευχθεί η απώλεια αδρανούς. Χρησιμοποιώντας φιάλη πλύσης , πλένεται προσεκτικά το εσωτερικό του κυλινδρικού δοχείου και το σκέπασμα , συλλέγοντας τα περιεχόμενα της έκπλυσης.

Αδειάζεται το υλικό και όλα τα περιεχόμενα της έκπλυσης πάνω στο κόσκινο των 1,6 mm , το οποίο έχει προστατευθεί με ένα προστατευτικό κόσκινο των 8 mm. Προστίθεται στον ίδιο δίσκο το υλικό που παρακρατήθηκε στο κόσκινο των 1,6 mm.

Ξηραίνεται ο δίσκος και τα περιεχόμενα του μέσα στον κλίβανο στους ($110 \pm 5^{\circ} \text{C}$).

Καταγράφεται η μάζα m που παρακρατήθηκε στο κόσκινο των 1,6 mm με προσέγγιση gram.

Για κάθε δοκίμιο δοκιμής υπολογίζεται ο συντελεστής Micro-Deval , M_{DE} , με προσέγγιση 0,1 μονάδες και με χρήση της ακόλουθης εξίσωσης:

$$M_{DE} = (500 - m) / 5$$

όπου

M_{DE} είναι ο συντελεστής Micro- Deval (στην υγρή κατάσταση)

m είναι η μάζα του κλάσματος υπερμεγεθών σωματιδίων τα οποία παρακρατήθηκαν σε κόσκινο 1,6 mm , σε gr.

Χρησιμοποιώντας τις τιμές που λαμβάνονται για τα δύο δοκίμια δοκιμής , υπολογίζεται η μέση τιμή του συντελεστή Micro Deval. Η μέση τιμή αναφέρεται ως συντελεστής Micro – Deval για το δείγμα το οποίο παραδόθηκε στο εργαστήριο. Η μέση τιμή πρέπει να εκφράζεται με προσέγγιση ακέραιου αριθμού.

Οι μέγιστες τιμές του συντελεστή Micro Deval , σύμφωνα με τις Γαλλικές προδιαγραφές φαίνονται στον **Πίνακα 25** , ανάλογα με το μέσο ημερήσιο αριθμό οχημάτων με φορτίο μεγαλύτερο των 5 tn , ενώ σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Εγνατίας Οδού ΑΕ , από τον **Πίνακα 26**, με δεδομένο ότι Ε.Ο. = Εμπορικά Οχήματα > 1,5 tn.

Κατηγορία οδού						
	< T3 < 50	T3 50-150 ^(α)	T2 150-300	T1 300-750	T0 750-2000	>T0 >2000
Υποβάσεις	35	25	20	Από μελέτη		
Βάσεις	25	20		Από μελέτη		

Πίνακας 25
Μέγιστες επιτρεπτές τιμές Micro Deval (%) κατά τις Γαλλικές προδιαγραφές.

Κατηγορία κυκλοφοριακού φόρτου	Ε.Ο./λωρίδα σχεδιασμού/ημέρα	< 250	250/100 0	1000/175 0	1750/250 0	2500/325 0	>325 0
Φθορά εκφράζεται ως MDE	MDE	< 45	< 40	< 35	< 30	<25	< 20

Πίνακας 26
Μέγιστες τιμές Micro Deval κατά την Εγνατία Οδό ΑΕ



Σχήμα 14
Συσκευή Micro Deval

3.8 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΘΕΙΪΚΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ (ΥΓΕΙΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ) .

Η δοκιμή ανθεκτικότητας σε αποσάθρωση ή αλλιώς έλεγχος υγείας του πετρώματος των αδρανών , καθορίζει την ανθεκτικότητα τους σε αποσάθρωση λόγω των εναλλασσόμενων καιρικών επιδράσεων και κυρίως της ψύξης και της θέρμανσης. Με την εναλλαγή των εποχιακών θερμοκρασιών ουσιαστικά επέρχεται μεταβολή του όγκου των αδρανών υλικών και στην περίπτωση κατά την οποία τα αδρανή δεν είναι ανθεκτικά (υγιή) επέρχεται θρυμματισμός τους με καταστρεπτικά αποτελέσματα για το οδόστρωμα (απώλεια φέρουσας ικανότητας , ρηγμάτωση , οπές και αποσάθρωση) .

Η προσομοίωση της μεταβολής του όγκου των αδρανών γίνεται με τη κρυσταλλοποίηση αλάτων θειικού μαγνησίου.

Τα αδρανή εμβαπτίζονται σε διάλυμα θειικού μαγνησίου και κατόπιν ξηραίνονται σε θερμοκρασία $110 \pm 5^{\circ} \text{C}$. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται πέντε συνήθως φορές. Μετά το πέρας των επαναλαμβανόμενων βυθίσεων και του στεγνώματος , τα αδρανή ξεπλένονται με νερό , έτσι ώστε να φύγει όλο το θειϊκό μαγνήσιο. Τα ξεπλυμένα αδρανή ξηραίνονται στους $110 \pm 5^{\circ} \text{C}$ και κατόπιν κοσκινίζονται , χρησιμοποιώντας τα ίδια κόσκινα που χρησιμοποιήθηκαν κατά το στάδιο της προετοιμασίας του μίγματος των αδρανών για την εκτέλεση της δοκιμής. Η απώλεια βάρους ανά κόσκινο λόγω της φθοράς που επήλθε, καταγράφεται και εκφράζεται επί τοις εκατό.

Η ποσοστιαία φθορά ανά κόσκινο διορθώνεται με βάση την αρχική διαβάθμιση των αδρανών και το αλγεβρικό άθροισμα των διορθωμένων τιμών εκφράζει την ανθεκτικότητα των αδρανών σε αποσάθρωση.

Το ποσοστό της φθοράς (απώλεια βάρους) εξαρτάται τόσο από το είδος του άλατος που θα χρησιμοποιηθεί όσο και από το μέγεθος των κόκκων των αδρανών. Οι επιτρεπτές τιμές για να χαρακτηριστεί ένα πέτρωμα υγιές και κατάλληλο για οδοστρώση και παραγωγή ασφαλομιγμάτων είναι : α) όταν χρησιμοποιείται διάλυμα θειικού μαγνησίου , για χονδρόκοκκα αδρανή , λεπτόκοκκα αδρανή και για μίγμα αδρανών πρέπει η απώλεια βάρους να είναι μικρότερη του 18%.



Σχήμα 15
Εξοπλισμός δοκιμής υγείας

Επιτρεπτές τιμές υγείας πετρωμάτων , με τη χρήση θειικού μαγνησίου, που συνιστώνται από τις προδιαγραφές της Εγνατίας Οδού Α.Ε. , για τον καθορισμό της καταλληλότητας των αδρανών για αντιολισθηρές στρώσεις , δίνονται στον **Πίνακα 27**.

Κατηγορία κυκλοφοριακού φόρτου	Ε.Ο./λωρίδα σχεδιασμού/ημέρα	< 250	250/1000	1000/1750	1750/2500	2500/3250	>3250
Υγεία	MS	< 18					

Πίνακας 27

Επιτρεπτές τιμές υγείας κατά την Εγνατία Οδό Α.Ε

Με Ε.Ο. = Εμπορικά Οχήματα > 1.5 tn .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β .

4. ΑΔΡΑΝΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΩΝ ΣΤΡΩΣΕΩΝ .

4.1 ΓΕΝΙΚΑ .

Οι ασφαλτικές στρώσεις διακρίνονται σε: επιφανειακή στρώση (στρώση κυκλοφορίας) , συνδετική στρώση , ισοπεδωτική στρώση (εξομαλυντική) στρώση και ασφαλτική βάση.

- Ασφαλτικό σκυρόδεμα είναι το μίγμα ασφάλτου και αδρανών συνεχούς κοκκομετρικής διαβάθμισης. Τα αδρανή σχηματίζουν μία αλληλοσυνδεδεμένη δομή , η οποία έχει τη μεγαλύτερη συμμετοχή στην αντοχή του μίγματος σε ευστάθεια κατά τη φόρτιση.
- Επιφανειακή στρώση είναι η ανώτερη ασφαλτική στρώση που έρχεται σε άμεση επαφή με την κυκλοφορία και ως εκ τούτου πρέπει να παρέχει ομαλή , άνετη και ασφαλή επιφάνεια κύλισης.
- Συνδετική στρώση είναι η ασφαλτική στρώση μεταξύ της επιφανειακής στρώσης και ασφαλτικής βάσης. Η στρώση αυτή παρέχει μια ομαλή επιφάνεια , με τις επιθυμητές κλίσεις , επί της οποίας διαστρώνεται η στρώση κυκλοφορίας. Η συνδετική στρώση έχει συνήθως πάχος 4,0 - 10,0 cm.
- Ισοπεδωτική (εξομαλυντική) στρώση είναι η ασφαλτική στρώση μεταβλητού πάχους που διαστρώνεται πάνω σε υφιστάμενη παλαιά επιφάνεια οδοστρώματος για την επίτευξη της απαιτούμενης επίκλισης του οδοστρώματος , ή την εξάλειψη επιφανειακών ανωμαλιών. Επί της ισοπεδωτικής στρώσης διαστρώνονται οι προβλεπόμενες επικείμενες στρώσεις.
- Η ασφαλτική βάση κατασκευάζεται σε μία ή περισσότερες στρώσεις πάχους 5,0 - 10,0 cm. Συνίσταται η ασφαλτική βάση , σε περίπτωση που έχει πάχος έως 10cm , να διαστρώνεται εφάπαξ.

Το ασφαλτικό σκυρόδεμα χαρακτηρίζεται εν συντομία από τα γράμματα ΑΣ και έναν αριθμό που δηλώνει το κόσκινο διέλευσης των αδρανών , π.χ. ΑΣ 12 δηλώνει ασφαλτικό σκυρόδεμα με αδρανή συγκρατούμενα έως και 10% κατά βάρος από κόσκινο βροχίδας 12 mm.

Κατά τον ίδιο τρόπο καθορίζεται και το ονομαστικό μέγεθος του χονδρόκοκκου και λεπτόκοκκου αδρανούς.

Το συνδετικό υλικό του ασφαλτικού σκυροδέματος για όλες τις στρώσεις, είναι κοινή άσφαλτος οδοστρωσίας τύπου 20/30 , 35/50 , 50/70 ή 70/100. Οι άσφαλτοι οδοστρωσίας ταξινομούνται σε συνάρτηση του βαθμού διεισδυτικότητας αυτών , με μονάδα μέτρησης το pen , όπου 1 pen = 0,1 mm.

Το ασφαλτικό σκυρόδεμα κλειστού τύπου είναι ο μόνος τύπος ασφαλτομίγματος που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα για την κατασκευή στρώσεων κυκλοφορίας ή συνδετικών στρώσεων ή ισοπεδωτικών στρώσεων. Το ασφαλτικό σκυρόδεμα προδιαγράφεται από τις Πρότυπες Τεχνικές προδιαγραφές (ΠΤΠ) Α – 265 .

Για τις ασφαλικές βάσεις, οι Ελληνικές προδιαγραφές που ισχύουν είναι οι ΠΤΠ Α – 260 . Οι προδιαγραφές αυτές περιέχουν μίγματα πυκνής (Τύπος Ε) , μέσης (Τύπος Γ και Δ) και ανοικτής διαβάθμισης (Τύπος Α και Β). Ο τύπος Ε θεωρείται και ως ασφαλικό σκυρόδεμα.

4.2 ΠΤΠ Α - 260 .

Η προδιαγραφή αυτή περιλαμβάνει τη σύνθεση και κατασκευή ασφαλικών βάσεων από ασφαλτόμιγμα που παρασκευάζεται εν θερμώ για την κατασκευή οδών , αεροδρομίων κ.λ.π.

Ως αδρανή υλικά χρησιμοποιούνται λίθοι , θραυστά χαλίκια και άμμος και πρέπει να πληρούν τις εξής απαιτήσεις :

Α. Να είναι καθαρά , ομοιόμορφης ποιότητας , συμπαγή και απαλλαγμένα ξένων ακατάλληλων τεμαχίων.

Β. Να έχουν κόκκους κατά το δυνατόν κυβοειδούς μορφής.

Γ. Η φθορά σε τριβή και κρούση κατά Los Angeles δεν πρέπει να υπερβαίνει το 40%.

Δ. Η απώλεια βάρους κατά τη δοκιμασία σε αποσάθρωση , δοκιμή υγείας , να μην υπερβαίνει το 12%.

Ε. Το ισοδύναμο άμμου του διερχόμενου από κόσκινο τετραγωνικής οπής 4,76 χλστ (Νο4) , να είναι μεγαλύτερο του 50.

ΣΤ. Το όρια κοκκομετρικής διαβάθμισης αδρανών υλικών ασφαλτομίγματος, να υπακούει στον **Πίνακα 28**.

Αριθμός Κόσκινου (Αμερ. Προτ. Κόσκ. Τετρ. Οπής AASHTO M-92)		Διερχόμενο ποσοστό % (κατά βάρος), κατηγορία και Τύπος μίγματος				
Άνοιγμα βροχίδος		Ανοικτής Διαβάθμισης		Μέσης διαβάθμισης		Πυκνής διαβάθμισης
σε in	σε mm	Τύπος Α	Τύπος Β	Τύπος Γ	Τύπος Δ	Τύπος Ε
1 1/2"	38.1	100	-	100	-	100
1"	25.4	70-100	100	75-100	100	80-100
3/4"	19.1	50-80	70-100	60-85	75-100	70-90
3/8"	9.52	25-50	35-60	40-65	45-70	55-75
No4	4.76	1 0-30	15-35	30-50	30-50	45-62
No8	2.38	5 - 2 0	5 -2 0	20-35	20-35	35-50
No30	0.59	-	-	5 - 2 0	5 - 2 0	19-30
No50	0.297	-	-	3 - 1 2	3 - 1 2	13-23
No100	0.149	-	-	2-8	2-8	7- 1 5
No200	0.074	0-4	0-4	0-4	0-4	0-8
Άσφαλτος % (κατά βάρος αδρανών)		3.0-6.0	3.0-6.0	4.5-6.0	4.5-6.0	3.5-7.0
Συνιστώμενο πάχος συμπιεσμένου ασφαλτομίγματος σε cm		7.5-10.0	4.0-7.5	7.5-10.0	4.0-7.5	5.0-7.5

Πίνακας 28
Κοκκομετρική διαβάθμιση αδρανών υλικών βάσης ΠΤΠ Α – 260 .

Η απαιτούμενη ποσότητα ασφάλτου στο ασφαλτομίγμα μπορεί να προκύψει από τον τύπο:

$$P = 0,035 \alpha + 0,045\beta + 0,18\gamma \text{ για } 6-10\% \text{ διερχόμενο από το κόσκινο No200}$$

$$\text{Ή } 0,20\gamma \text{ για } 5\% \text{ ή λιγότερο διερχόμενο από το κόσκινο No 200} + F .$$

Όπου :

P : % ποσοστό ασφάλτου κατά βάρος

α : συγκρατούμενο % αδρανών επί του κόσκινου No8

β: % ποσοστό αδρανών διερχόμενο από το No 8 και συγκρατούμενο επί του No200

γ: % διερχόμενο ποσοστό αδρανών από το No200

F: μεταβλητή με τιμή 0-1,5% .

Ειδικά για τον τύπο Ε του Πίνακα 28 , τα αδρανή πρέπει να εκλέγονται έτσι ώστε τα δοκίμια να έχουν τα χαρακτηριστικά του επόμενου **Πίνακα 29** , εξεταζόμενα κατά τη μέθοδο ευστάθειας MARSHALL.

Χαρακτηριστικά	Τύπος Ε	
	Αμμοχάλικα	Θραυστά αδρανή
Ευστάθεια εις 60οC, LBS (75 κτύποι εφ' εκάστης βάσεως του δοκιμίου)	>500=	>750=
Παραμόρφωση εις 60οC, εις 0,01''	5-16	6-18
Ποσοστό κενών (%) αέρος συμπετυκνωμένου ασφαλτομίγματος	3-10	3-8

Πίνακας 29
Χαρακτηριστικά ασφαλτομίγματος βάσης τύπου Ε

Οι δοκιμές επί αδρανών υλικών και ασφαλτομίγματος που η ΠΤΠ Α - 260 ορίζει , φαίνονται στον επόμενο **Πίνακα 30** .

Επί αδρανών υλικών .

Περιγραφή	Μέθοδος
Δειγματοληψία	AASHO: T-2
Κοκκομετρική ανάλυση	AASHO: T-27
Ισοδύναμο άμμου	AASHO: T176
Φθορά κατά Los Angeles	AASHO: T-96
Ανθεκτικότητα σε υγεία	AASHO: T-104

Επί ασφαλτομίγματος .

Περιγραφή	Μέθοδος
Δειγματοληψία	AASHO:T-168
Ποσοστό ασφάλτου	AASHO:T-164
Κοκκομετρική ανάλυση	AASHO:T-30
Φαινόμενο βάρος και κενά ασφαλτομίγματος	AASHO:T-166
Ευστάθεια κατά Marshall	ASTM:D-1559
Μέθοδος εμβάπτισης	AASHO:T-165

Πίνακας 30
Δοκιμές αδρανών υλικών και ασφαλτομίγματος

4.3 ΠΤΠ Α - 265 .

Η ΠΤΠ Α - 265 περιλαμβάνει τη σύνθεση και κατασκευή στρώσεων από ασφαλτικό σκυρόδεμα για κατασκευή βάσεων οδών , αεροδρομίων κ.λ.π.
Το σύνολο του αδρανούς υλικούς του ασφαλτικού σκυροδέματος , που αποτελεί το τελικό μίγμα αδρανών υλικών θα πρέπει :

Α. Να είναι καλά διαβαθμισμένο , μεταξύ των ορίων του επόμενου **Πίνακα 31** , στον οποίο περιλαμβάνονται τα επιτρεπτά συμπιεστά πάχη και τα ακραία όρια ποσοστού ασφάλτου.

Β. Η φθορά σε τριβή και κρούση κατά Los Angeles δεν πρέπει να υπερβαίνει το 40%.

Γ. Η απώλεια βάρους κατά τη δοκιμασία σε αποσάθρωση , δοκιμή υγείας, να μην υπερβαίνει το 9%.

Δ. Το ισοδύναμο άμμου του διερχόμενου από κόσκινο τετραγωνικής οπής 4,76 χλστ (No 4) , να είναι μεγαλύτερο του 55 .

Αριθμός Κόσκινου (Αμερ. Προτ. Κόσκ. Τετρ. Οπής AASHTO M-92		Διερχόμενο ποσοστό % (κατά βάρος), κατηγορία και Τύπος μίγματος							
Άνοιγμα βροχίδος		Στρώσεις συνδετικές ή ισοπεδωτικές				Στρώσεις κυκλοφορίας			
σε in	σε mm	Τύπος Α	Τύπος Β	Τύπος Γ	Τύπος Δ	Τύπος Α	Τύπος Β	Τύπος Γ	Τύπος Δ
1 1/2"	38.1	100							
1"	25.4	78-100	100			100			
3/4"	19.1		76-100	100		85-10	100		
1/2"	12.7	56-80	64-89	74-100	100		82-100	100	
3/8"	9.52			60-88	74-100	61-90	68-93	84-100	100
No4	4.76	35-58	38-64	42-70	50-80	43-79	48-82	60-85	78-100
No10	2.00	23-46	25-50	28-54	32-62	30-65	32-68	43-70	56-84
No40	0.42	11 - 2 5	1 2 -28	14-30	16-34	16-38	17-44	23-42	26-50
No80	0.177	6 - 1 6	7 - 1 8	8 - 2 0	1 0- 22	1 0-24	1 1-28	13-28	14-32
No200	0.074					5 -1 2	5- 1 2	5 - 1 2	6-1 2
Άσφαλτος % (κατά βάρος αδρανών)		4.0-6.0	4.0-6.5	4.5-7.0	4.5-7.0	5.0-7.5	5.0-8.0	5.5-8.5	6.0-10.0
Συνιστώμενο πάχος συμπιεσμένου ασφαλτομίγματος σε cm		7.5-10.0	3.75-7.5	2.5-5.0		3.75-6.25	2.5-5.0	2.0-3.75	1.25-3.25

Πίνακας 31
Κοκκομετρική διαβάθμιση αδρανών ασφαλτικού σκυροδέματος

Το ασφαλικό σκυρόδεμα δοκιμαζόμενο κατά τη μέθοδο ευστάθειας Marshall , πρέπει να πληρεί τις απαιτήσεις του επόμενου **Πίνακα 32** .

Χαρακτηριστικά	Στρώσεις συνδετικές ή ισοπεδωτικές					
	Αεροδρόμια		Οδοί			
	Πίεσις ελαστ. 100ps i ή 7 χγρ/εκ ²	Πίεσις ελαστ. 200ps i ή 14 χγρ/εκ ²	Ελαφράς κυκλοφ. 0-150 Φορτηγ. Και Λεωφ. Ανά 24ωρον	Μέσης κυκλοφ. 150-450 Φορτηγ. Και Λεωφ. Ανά 24 ώρο	Βαρείας κυκλοφ. ≥450 Φορτηγ. Και Λεωφ. Ανά 24 ώρο	Θέσεις σταθμ. Λεωφ.
Βαθμός συμπίεσ(αρ. κτύπων εφ' εκάστης βάσεως του δοκιμίου	50	75	35	50	75	75
Ευστάθεια εις θερμοκρασίαν 60οC (lbs)	≥1000	≥1500	≥500	≥1000	≥1500	≥2000
Παραμόρφωσις δοκιμιών εις 0,01 ίντσας	10-18	10-18	8-20	10-18	10-16	10-16
Κενά συμπεπυκνωμένων αδρανών υλικών (επί του ολικού μίγματος%)	≥14	≥14	≥14	≥14	≥14	≥14
Κενά αέρος συμπεπυκνωμένου ασφαλομίγματος %	3-8	3-8	3-8	3-8	3-8	3-8

Χαρακτηριστικά	Στρώσεις κυκλοφορίας					
	Αεροδρόμια		Οδοί			
	Πίεσις ελαστ. 100ps ή 7 χγρ/εκ ²	Πίεσις ελαστ. 200ps ή 14 χγρ/εκ ²	Ελαφρά ς κυκλοφ. 0-150 Φορτηγ. και Λεωφ. Ανά 24ωρον	Μέσης κυκλοφ . 150- 450 Φορτη γ. Και Λεωφ. Ανά 24 ώρο	Βαρείας κυκλοφ≥45 0 Φορτηγ. Και Λεωφ. Ανά 24 ώρο	Θέσει ς σταθμ . Λεωφ .
Βαθμός συμπιεσ(αρ. κτύπων εφ' εκάστης βάσεως του δοκιμίου	50	75	35	50	75	75
Ευστάθεια εις θερμοκρασίαν 60oC (lbs)	≥1500	≥1500	≥500	≥1000	≥1500	≥200 0
Παραμόρφωσις δοκιμιών εις 0,01 ίντσας	10-18	10-18	8-20	10-18	10-16	10-16
Κενά συμπεπυκνωμέν ων αδρανών υλικών (επί του ολικού μίγματος%)	≥15	≥15	≥15	≥15	≥15	≥15
Κενά αέρος συμπεπυκνωμένο υ ασφαλτομίγματος %	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5

Πίνακας 32
Χαρακτηριστικά ασφαλτικού σκυροδέματος κατά Marshall

Επίσης το ασφαλτικό σκυρόδεμα δοκιμαζόμενο κατά την μέθοδο εμβάπτισης – θλίψης πρέπει να δείχνει λόγο , μεταξύ της αντοχής των εμβάπτισθέντων δοκιμιών και μη , μεγαλύτερο του 0,70 .

Οι δοκιμές επί αδρανών υλικών και ασφαλτομίγματος που η ΠΤΠ Α - 265 ορίζει , φαίνονται στον επόμενο **Πίνακα 33** .

Επί αδρανών υλικών .

Περιγραφή	Μέθοδος
Δειγματοληψία	AASHO: T-2
Κοκκομετρική ανάλυση	AASHO: T-27
Ισοδύναμο άμμου	AASHO: T176
Φθορά κατά Los Angeles	AASHO: T-96
Ανθεκτικότητα σε υγεία	AASHO: T-104

Επί ασφαλτομίγματος .

Περιγραφή	Μέθοδος
Δειγματοληψία	AASHO:T-168
Ποσοστό ασφάλτου	AASHO:T-164
Κοκκομετρική ανάλυση	AASHO:T-30
Φαινόμενο βάρος και κενά ασφαλτομίγματος	AASHO:T-166
Ευστάθεια κατά Marshall	ASTM:D-1559
Μέθοδος εμβάπτισης	AASHO:T-165

Πίνακας 33
Δοκιμές αδρανών και ασφαλτομίγματος

4.4 ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΕΤΕΠ 05-03-11-04 .

Σύμφωνα με τις ΠΕΤΕΠ 05-03-11-04 :

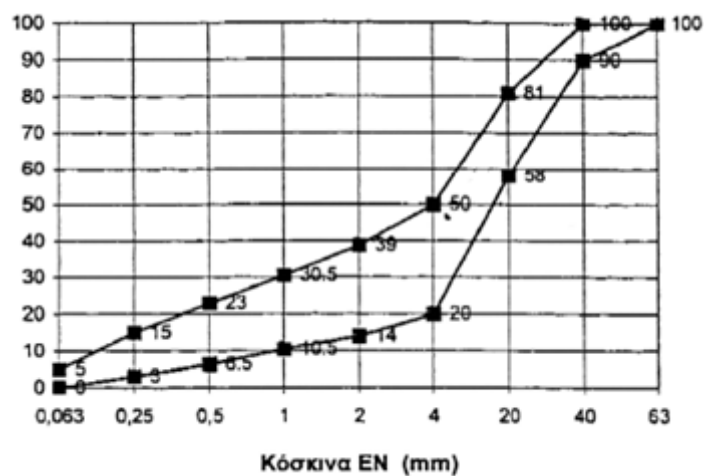
Το μίγμα των αδρανών υλικών που προκύπτει από τη σύνθεση των χονδρόκοκκων , λεπτόκοκκων και παιπάλης πρέπει να έχει κοκκομετρική διαβάθμιση εντός των ορίων που δίνονται στον **Πίνακα 34** για το συγκεκριμένο τύπο ασφαλτομίγματος. Η γραφική απεικόνιση των ορίων του Πίνακα 34 για κάθε ασφαλικό σκυρόδεμα, δίνεται στα επόμενα σχήματα.

Η τελική κοκκομετρική καμπύλη του μίγματος των αδρανών υλικών προερχόμενη από τη σύνθεση αυτών θα πρέπει να είναι ομαλή , παράλληλη με τις οριακές καμπύλες.

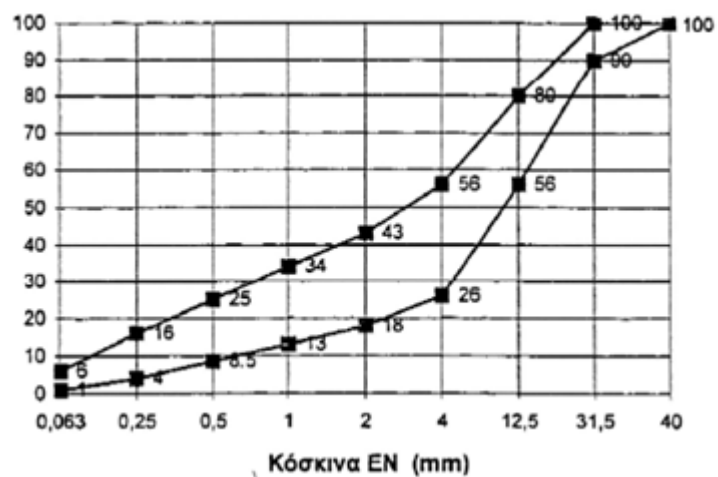
Ονομαστικό άνοιγμα κόσκινου κατά EN 933-2:1995 (mm)	Τύπος ασφαλτομίγματος				
	ΑΣ40	ΑΣ31,5	ΑΣ20	ΑΣ12,5	ΑΣ10
63 (50)	100				
40 (37,5)	90-100	100			
31,5 (25,0)	-	90-100	100		
20 (19)	58-81 (56-80)	-	90-100	100	
12,5 (12,5)	-	56-80	-	90-100	100
10 (9,5)			58-81 (56-80)	-	90-100
4 (4,75)	20-50 (23-53)	26-56 (29-59)	31-61 (35-65)	39-70 (44-74)	49-80 (55-85)
2 (2,36)	14-39 (15-41)	18-43 (19-45)	21-46 (23-49)	25-55 (25-58)	29-63 (32-67)
0,25 (0,30)	3-15 (4-16)	4-16 (5-17)	4-18 (5-19)	4-19 (5-21)	6-21 (7-23)
0,063 (0,075)	0-5 (0-6)	1-6 (1-7)	1-7 (2-8)	1-9 (2-10)	1-9 (2-10)

Πίνακας 34
Κοκκομετρική διαβάθμιση μίγματος αδρανών υλικών για ασφαλτικό
σκυρόδεμα κλειστού τύπου.

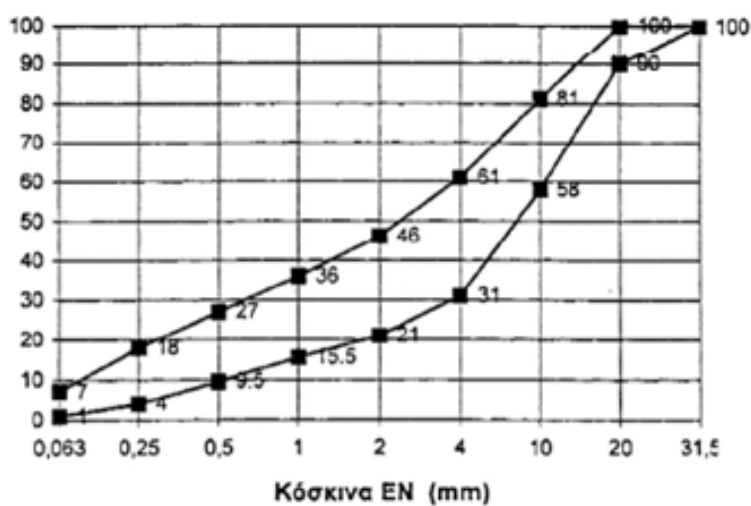
ΑΣΦΑΛΤΙΚΕΣ ΣΤΡΩΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ					
Ονομαστικό άνοιγμα οπής κόσκινου κατά EN 933- 2:1995(mm)	Τύπος ασφαλτομίγματος				
	ΑΣ 40	ΑΣ 31,5	ΑΣ 20	ΑΣ 12,5	ΑΣ 10
	Προτεινόμενα μεγέθη χονδρόκοκκων αδρανών				
	X-40 & X-25	X-25	X-20	X-12,5	X-10
	Συνιστώμενα πάχη μεμονωμένης στρώσης (mm)				
	70-100	50-80	40- 60	25-40	< 30
	Προτεινόμενη χρήση				
				Ισοπεδωτική στρώση	
			Επιφανειακή στρώση		
			Συνδετική στρώση		
	Ασφαλτική βάση				



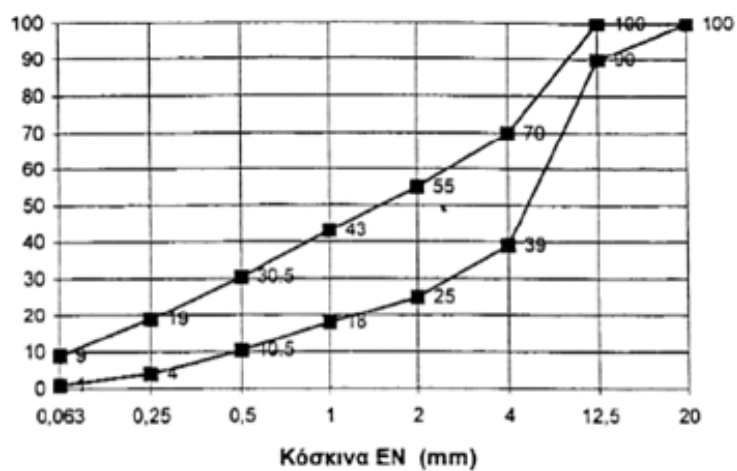
Σχήμα 16
Ασφαλτικό Σκυρόδεμα Τύπου ΑΣ – 40 .



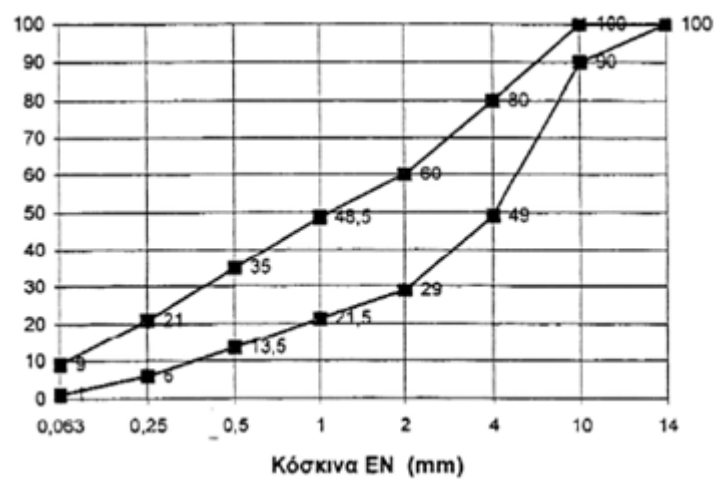
Σχήμα 17
Ασφαλτικό Σκυρόδεμα Τύπου ΑΣ – 31,5 .



Σχήμα 18
Ασφαλτικό Σκυρόδεμα Τύπου ΑΣ – 20 .



Σχήμα 19
Ασφαλτικό Σκυρόδεμα Τύπου ΑΣ – 12,5 .



Σχήμα 20
Ασφαλτικό Σκυρόδεμα Τύπου ΑΣ – 10 .

4.5. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΝΕΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΕΛΟΤ EN 13043 ΓΙΑ ΑΔΡΑΝΗ ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ ΟΔΩΝ.

4.5.1 Γενικά .

Το ΕΛΟΤ EN 13043 προδιαγράφει ιδιότητες αδρανών ασφαλτομιγμάτων και επιφανειακών επιστρώσεων οδών , αεροδρομίων και άλλων περιοχών κυκλοφορίας οχημάτων.

4.5.2 Προδιαγραφές – Ιδιότητες .

Κατ' αντιστοιχία των όσων έχουν γραφεί σε προηγούμενες σελίδες για το ΕΛΟΤ EN 13242 των αδρανών οδοποιίας , το ΕΛΟΤ EN 13043 ορίζει τον **Πίνακα 35** για τις γενικές απαιτήσεις κοκκομετρικής διαβάθμισης.

Αδρανέ ς	Μέγε θος mm	Ποσοστό διέλευσης κατά μάζα					Κατηγορί α G
		2D	1,4D	D	d	d/2	
Χονδρό κοκκο	D>2	100	100	90 έως 99	0 έως 10	0 έως 2	G _c 90/10
		100	98 έως 100	90 έως 99	0 έως 15	0 έως 5	G _c 90/15
		100	98 έως 100	90 έως 99	0 έως 20	0 έως 5	G _c 90/20
		100	98 έως 100	85 έως 99 ^Υ	0 έως 15	0 έως 2	G _c 85/15
		100	98 έως 100	85 έως 99 ^Υ	0 έως 20	0 έως 5	G _c 85/20
		100	98 έως 100	85 έως 99 ^Υ	0 έως 35	0 έως 5	G _c 85/35
Λεπτόκ οκκο	D ≤ 2	100	-	85 έως 99	-	-	G _f 85
Πλήρου ς διαβάθ μισης	D ≤ 45 και d=0	100 100	98 έως 100 98 έως 100	90 έως 99 85 έως 99	-	-	G _A 90 G _A 85

Πίνακας 35
Γενικές απαιτήσεις κοκκομετρικής διαβάθμισης

Τον **Πίνακα 36** για τις διαστάσεις κόσκινων για τον καθορισμό της κοκκομετρικής διαβάθμισης.

Βασική Ομάδα mm	Βασική Ομάδα και Ομάδα 1 mm	Βασική Ομάδα και Ομάδα 2 mm
0	0	0
1	1	1
2	2	2
4	4	4
-	5,6(5)	-
8	-	6,3(6)
-	8	8
-	-	10
-	11,2(11)	-
-	-	12,5(12)
16	-	14
-	16	16
-	-	20
31,5(32)	22,4(22)	-
-	31,5(32)	31,5(32)
-	-	40
-	45	-
63	63	63

Πίνακας 36
Μεγέθη κόσκινων για τον καθορισμό των μεγεθών του αδρανούς

Τον **Πίνακα 37** με τις κατηγορίες τιμών τον δείκτη πλακοειδούς.

Δείκτης Πλακοειδούς	Κατηγορία FL
≤10	Fl ₁₀
≤15	Fl ₁₅
≤20	Fl ₂₀
≤25	Fl ₂₅
≤30	Fl ₃₀
≤35	Fl ₃₅
≤50	Fl ₅₀
>50	Fl _{Δηλωμένη}
Δεν απαιτείται	Fl _{NR}

Πίνακας 37
Κατηγορίες των μέγιστων τιμών του δείκτη πλακοειδούς

Τον **Πίνακα 38** με τις κατηγορίες τιμών του δείκτη μορφής.

Δείκτης Μορφής	Κατηγορία SL
≤15	Sl ₁₅
≤20	Sl ₂₀
≤25	Sl ₂₅
≤30	Sl ₃₀
≤35	Sl ₃₅
≤50	Sl ₅₀
>50	Sl _{Δηλωμένα}
Δεν απαιτείται	Sl _{NR}

Πίνακας 38
Κατηγορίες για μέγιστες τιμές του δείκτη μορφής

Τον **Πίνακα 39** με τις κατηγορίες ποσοστών συνθλιμμένων και θραυσμένων επιφανειών.

Ποσοστό εντελώς συνθλιμμένων ή θραυσμένων κόκκων κατά μάζα	Ποσοστό εντελώς συνθλιμμένων ή θραυσμένων και μερικώς συνθλιμμένων ή θραυσμένων κόκκων κατά μάζα	Ποσοστό ολοκλήρου σφαιρικών κόκκων κατά μάζα	Κατηγορία C
90 έως 100	100	0	C _{100/0}
30 έως 100	95 έως 100	0 έως 1	C _{95/1}
30 έως 100	90 έως 100	0 έως 1	C _{90/1}
-	50 έως 100	0 έως 10	C _{50/10}
-	50 έως 100	0 έως 30	C _{50/30}
-	<50	> 30	C _{Δηλωμένα}
Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	C _{NR}

Πίνακας 39
Κατηγορίες ποσοστών συνθλιμμένων και θραυσμένων επιφανειών

Τον **Πίνακα 40** με τις κατηγορίες για τις μέγιστες τιμές σε παιπάλη.

Αδρανές	Ποσοστό που διέρχεται από κόσκινο 0,063mm	Κατηγορία F
Χονδρόκοκκο	$\leq 0,5$	$F_{0,5}$
	≤ 1	F_1
	≤ 2	F_2
	≤ 4	F_4
	> 4	$f_{\Delta\eta\lambda\omega\mu\acute{\epsilon}\nu\eta}$
	Δεν απαιτείται	f_{NR}
Λεπτόκοκκο	≤ 3	F_3
	≤ 10	F_{10}
	≤ 16	F_{16}
	≤ 22	F_{22}
	> 22	$f_{\Delta\eta\lambda\omega\mu\acute{\epsilon}\nu\eta}$
	Δεν απαιτείται	f_{NR}

Πίνακας 40
Κατηγορίες για μέγιστες τιμές της περιεκτικότητας σε παιπάλη

Τον **Πίνακα 41** με τις κατηγορίες για τις μέγιστες τιμές του συντελεστή Los Angeles.

Συντελεστής Los angeles	Κατηγορία LA
≤ 15	LA_{15}
≤ 20	LA_{20}
≤ 25	LA_{25}
≤ 30	LA_{30}
≤ 40	LA_{40}
≤ 50	LA_{50}
> 50	$LA_{\Delta\eta\lambda\omega\mu\acute{\epsilon}\nu\eta}$
Δεν απαιτείται	LA_{NR}

Πίνακας 41
Κατηγορίες για τις μέγιστες τιμές του συντελεστή Los Angeles

Τον **Πίνακα 42** με τις κατηγορίες για τις μέγιστες τιμές αντίστασης σε κρούση.

Τιμή Κρούσης	Κατηγορία SZ
≤ 18	SZ_{18}
≤ 22	SZ_{22}
≤ 26	SZ_{26}
≤ 32	SZ_{32}
> 32	$SZ_{\Delta\eta\lambda\omega\mu\acute{\epsilon}\nu\eta}$
Δεν απαιτείται	SZ_{NR}

Πίνακας 42
Κατηγορίες για τις μέγιστες τιμές της αντίστασης στην κρούση

Τον **Πίνακα 43** με τις κατηγορίες για τις μέγιστες τιμές αντίστασης σε φθορά.

Συντελεστής micro-Deval	Κατηγορία M_{DE}
≤ 10	M_{DE10}
≤ 15	M_{DE15}
≤ 20	M_{DE20}
≤ 25	M_{DE25}
≤ 35	M_{DE35}
> 35	M_{DE} Δηλωμένη
Δεν απαιτείται	M_{DE} NR

Πίνακας 43

Κατηγορίες για τις μέγιστες τιμές της αντίστασης σε φθορά (Micro Deval)

Τον **Πίνακα 44** με τις κατηγορίες για τις μέγιστες τιμές της απορρόφησης νερού κατά ΕΛΟΤ EN 1097-6:2000 , κεφάλαιο 7.

Απορρόφηση νερού Ποσοστό κατά μάζα	Κατηγορία WA_{24}
$\leq$	WA_{241}
$\leq$	WA_{242}
ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η δοκιμή απορρόφησης νερού δεν εφαρμόζεται στην σκωρία υψικαμίνου.	

Πίνακας 44

**Κατηγορίες για τις μέγιστες τιμές της απορρόφησης νερού
(EN1097 – 6 : 2000 , κεφάλαιο 7) .**

Τον **Πίνακα 45** με τις κατηγορίες για τις μέγιστες τιμές στη ψύξη – απόψυξη.

Ψύξη Απόψυξη Ποσοστό απώλειας μάζας	Κατηγορία F
≤ 1	F_1
≤ 2	F_2
≤ 4	F_4
> 4	$F_{\text{Δηλωμένη}}$
Δεν απαιτείται	F_{NR}

Πίνακας 45

Κατηγορίες για τις μέγιστες τιμές της αντίστασης στη ψύξη / απόψυξη

Τον **Πίνακα 46** για τις κατηγορίες για μέγιστη απώλεια στο θειϊκό μαγνήσιο (υγεία αδρανούς)

Τιμή θειϊκού μαγνησίου Ποσοστό απώλειας μάζας	Κατηγορία MS
≤18	MS ₁₈
≤25	MS ₂₅
≤35	MS ₃₅
>35	MS _{Δηλωμένη}
Δεν απαιτείται	MS _{NR}

Πίνακας 46
Κατηγορίες για μέγιστες τιμές σταθερότητας θειϊκού μαγνησίου (Υγεία)

4.6 ΣΥΝΘΕΣΗ ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ MARSHALL

4.6.1. Γενικά .

Η Μέθοδος Marshall χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της βέλτιστης περιεκτικότητας ασφάλτου ασφαλτομιγμάτων πυκνής διαβάθμισης . Η Μέθοδος Marshall προδιαγράφεται τόσο από το Asphalt Institute όσο και από τις Αμερικανικές προδιαγραφές AASHTO T - 245. Αρχικά αναπτύχθηκε για τα ασφατικά σκυροδέματα (συνεχούς κοκκομετρικής διαβάθμισης) αλλά σήμερα βρίσκει εφαρμογή και στα μη συνεχούς κοκκομετρικής διαβάθμισης ασφαλτομίγματα.

Η μέθοδος Marshall συνίσταται στην παρασκευή συγκεκριμένης διαμέτρου δοκιμιών και στον έλεγχο αυτών , με την ειδική συσκευή Marshall , για ευστάθεια και παραμόρφωση. Παράλληλα ελέγχονται και άλλες ιδιότητες που όλες μαζί είναι γνωστές ως ιδιότητες Marshall. Οι ιδιότητες αυτές θα πρέπει να έχουν ορισμένες οριακές τιμές αναλόγως του κυκλοφοριακού φόρτου της θέσεως που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί το ασφαλτομίγμα.

4.6.2. Παρασκευή δοκιμιών .

Το τελικό μίγμα των αδρανών (μετά από σύνθεση αυτών) τοποθετείται σε θερμαινόμενο φούρνο για ξήρανση και για να αποκτήσει την επιθυμητή θερμοκρασία. Επαρκής ποσότητα μίγματος αδρανών μεταφέρεται στο θερμαινόμενο κάδο ανάμιξης και επ' αυτού προστίθεται η επιθυμητή ποσότητα θερμής ασφάλτου. Η ποσότητα των αδρανών που απαιτείται για την παρασκευή ενός δοκιμίου Marshall είναι περίπου 1,2 kg. Η ποσότητα της ασφάλτου είναι τέτοια ώστε να παραχθούν πέντε τουλάχιστον ασφαλτομίγματα με διαφορετική περιεκτικότητα σε άσφαλο (με βήμα 0.5%) . Από το κάθε μίγμα παρασκευάζονται κατ' ελάχιστο τρία , προτιμότερο πέντε , δοκίμια. Η θερμοκρασία ανάμιξης καθορίζεται από τον τύπο της ασφάλτου που χρησιμοποιείται.



Σχήμα 21
Δείγματα ασφάλτου

Μετά την ανάμιξη , όπου ο χρόνος ανάμιξης είναι τόσος όσος να επιτευχθεί ομοιόμορφη και πλήρης κάλυψη των αδρανών με άσφαλτο , το θερμό ασφαλτόμιγμα τοποθετείται σε ειδικές κυλινδρικές μεταλλικές μήτρες (καλούπια) διαμέτρου 101.6 mm (4'') ή 100 mm. Η ποσότητα του ασφαλτομίγματος είναι τόση ώστε να παραχθεί δοκίμιο ύψους 63.5 mm περίπου. Η ποσότητα του ασφαλτομίγματος τοποθετείται σε δύο στρώσεις και η κάθε στρώση δέχεται μια ελαφρά προσυμπύκνωση με μεταλλική ράβδο (15 φορές περιμετρικά και 10 φορές στο κέντρο περίπου) . Κατόπιν η μήτρα με το ασφαλτόμιγμα τοποθετείται σε ειδικό μηχάνημα συμπύκνωσης (κόπανος Marshall) και συμπυκνώνεται. Κατά τη συμπύκνωση το ασφαλτόμιγμα δέχεται από 35 ή 50 ή 75 κτυπήματα στην κάθε πλευρά. Ο αριθμός των κτυπημάτων είναι ανάλογος του που θα χρησιμοποιηθεί το ασφαλτόμιγμα. Για δρόμους ελαφράς κυκλοφορίας το δοκίμιο δέχεται 35 κτυπήματα , για δρόμους μέσης κυκλοφορίας 50 και για δρόμους βαριάς κυκλοφορίας ή αεροδρόμια 75 κτυπήματα.

Το συμπυκνωμένο δοκίμιο αφήνεται να κρυώσει μέσα στη μήτρα και κατόπιν εξάγεται με ειδικό εξολκέα. Τα δοκίμια αφού ελεγχθούν ως προς την επιπεδότητα των δύο όψεων, αριθμηθούν, ζυγιστούν στον αέρα και στο νερό και μετρηθεί το ύψος τους είναι έτοιμα να ελεγχθούν σε ευστάθεια και παραμόρφωση κατά Marshall.

4.6.3. Έλεγχος δοκιμών σε ευστάθεια και παραμόρφωση κατά Marshall

⋮

Τα δοκίμια τοποθετούνται σε λουτρό ύδατος $60^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ για 30 έως 40 λεπτά πριν τοποθετηθούν στην ειδική συσκευή Marshall για θραύση. Η συσκευή Marshall συμπιέζει διαμετρικά το δοκίμιο με σταθερό ρυθμό (50.8 mm / min) μέχρι τελικής θραύσεως. Η μέγιστη δύναμη κατά τη θραύση του δοκιμίου δίνει την ευστάθεια Marshall του μίγματος , μετρούμενη σε N (ή lb). Η παραμόρφωση που έχει υποστεί το δοκίμιο κατά το σημείο της θραύσης καταγράφεται σαν παραμόρφωση Marshall , μετρούμενη σε mm (ή in). Η καταγραφή των παραπάνω τιμών στις σύγχρονες συσκευές Marshall γίνεται αυτόματα από ειδικό καταγραφέα. Η συσκευή Marshall φαίνεται στο επόμενο **Σχήμα 22 .**



Σχήμα 22
Συσκευή Marshall

4.6.4. Υπολογισμός βέλτιστης περιεκτικότητας ασφάλτου .

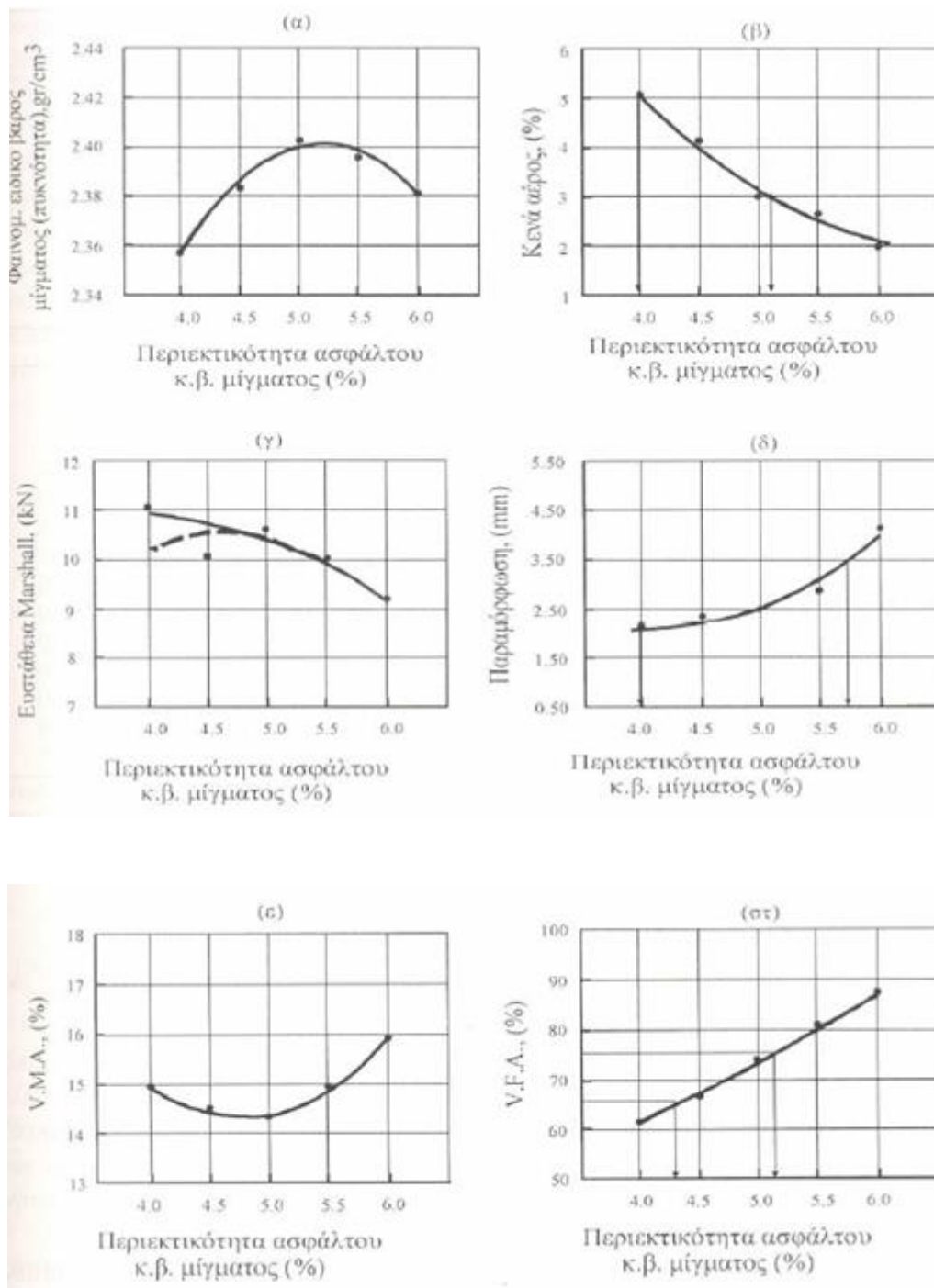
Για τον υπολογισμό της βέλτιστης περιεκτικότητας ασφάλτου στο ασφαλτόμιγμα είναι απαραίτητο , εκτός από την ευστάθεια και την παραμόρφωση του μίγματος , να υπολογιστούν και οι παρακάτω ιδιότητες του μίγματος: το φαινόμενο ειδικό βάρος (G_m) , το ποσοστό των κενών αέρος (V_a) , το ποσοστό των κενών στο «σκελετό» των αδρανών του συμπυκνωμένου μίγματος (VMA) (επίσης γνωστό ως κενά συμπυκνωμένων αδρανών υλικών) και το ποσοστό των κενών που πληρώθηκαν με άσφαλτο (VFA) .

Οι παραπάνω παράμετροι χαρακτηρίζουν πλήρως το ασφαλτόμιγμα και υποβοηθούν στον καθορισμό του βέλτιστου ασφαλτομίγματος. Με τον καθορισμό της ευστάθειας διασφαλίζεται ότι το ασφαλτόμιγμα έχει την απαιτούμενη αντοχή , ενώ με τον καθορισμό της παραμόρφωσης διασφαλίζεται ότι το ασφαλτόμιγμα δεν πρόκειται να παραμορφωθεί υπερβολικά.

Το ποσοστό των κενών καθορίζει το αναμενόμενο ποσοστό κενών του τάπητα μετά από παρέλευση n -χρόνων. Στην περίπτωση που το ασφαλτοσκυρόδεμα κατά τη σύνθεση έχει κενά αέρος μικρότερα του επιτρεπτού είναι σίγουρο ότι αυτό θα παραμορφωθεί πρόωρα , παρουσιάζοντας έντονη τροχοαυλάκωση με εκατέρωθεν αυτής πλευρική υπερύψωση του τάπητα ή απώθηση (shoving) .

Το VMA και VFA είναι πρόσθετες παράμετροι διασφάλισης καλής συμπεριφοράς του ασφαλτομίγματος. Με το VMA διασφαλίζεται ότι ο διαθέσιμος χώρος μεταξύ των αδρανών είναι επαρκής για να παραλάβει (να χωρέσει) την ποσότητα της ασφάλτου , ενώ με το VFA διασφαλίζεται ότι επαρκής αριθμός κενών πληρώθηκαν με άσφαλτο. Το τελευταίο είναι ουσιαστικής σημασίας διότι έμμεσα καθορίζει την απολύτως αναγκαία ποσότητα ασφάλτου στο μίγμα.

Δηλαδή , την ελάχιστη για να υπάρχει καλή συνεκτικότητα των κόκκων και κυρίως τη μέγιστη που μπορεί να παραλάβει η δεδομένη κοκκομετρική διαβάθμιση του μίγματος για να μην εμφανισθεί ανάδυση ασφάλτου και πρόωρη παραμόρφωση του μίγματος. Αφού υπολογιστούν οι παραπάνω ιδιότητες , σχεδιάζονται έξι διαγράμματα που έχουν στους οριζόντιους άξονες την περιεκτικότητα της ασφάλτου και στους κατακόρυφους τις παραπάνω ιδιότητες. Τυπικό παράδειγμα διαγραμμάτων φαίνεται στο παρακάτω **Σχήμα 23**.



Σχήμα 23
Τυπικά διαγράμματα ιδιοτήτων Marshall

Οι προηγούμενες καμπύλες σχεδιάζονται με βάση κάποιο ονομαστικό μέγεθος κόκκων που ισχύει για τα αδρανή του ασφαλτομίγματος, αλλά και τον επόμενο **Πίνακα 47** του Asphalt Institute.

Κριτήρια Marshall	Μικρός κ/φ ITA < 10 ⁴	Μεσαίος κ/φ ITA 10 ⁴ – 10 ⁶	Μεγάλος κ/φ ITA > 10 ⁶
Στρώσεις κυκλοφορίας και βάσεις			
Συμπύκνωση, κτύποι	2*35	2*50	2*75
Ελάχιστη ευστάθεια, KN, (lb)	3.34 (750)	5.34 (1200)	8.01 (1800)
Παραμόρφωση, mm	2,0 – 4,5	2,0 – 4,0	2,0 – 3,5
Κενά αέρος, %	3 – 5	3 – 5	3 – 5
Κενά που γέμισαν με άσφαλτο, VFA %	70 – 850	65 – 78	65 – 75

Για όλες τις περιπτώσεις				
	Ονομαστικό μέγεθος αδρανών	Ελάχιστο VMA, % για κενά αέρος		
Κενά στο σκελετό των αδρανών, VMA, %.		3%	4%	5%
	63	9	10	11
	50	9,5	10,5	11,5
	37,5	10	11	12
	25	11	12	13
	19	12	13	14
	12,5	13	14	15
	9,5	14	15	16
	4,75	16	17	18
	2,36	19	20	21
	1,18	21,5	22,5	23,5

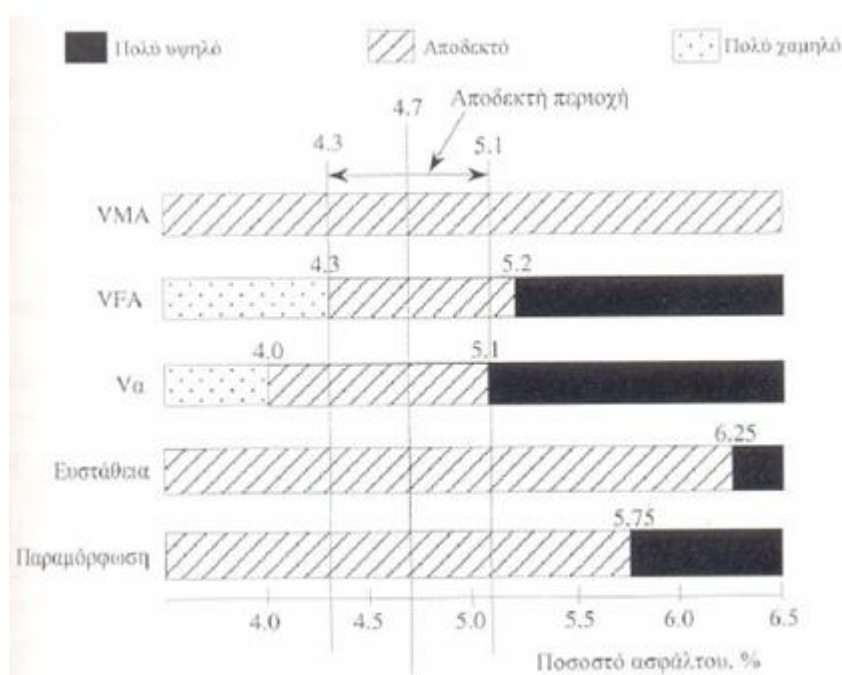
Πίνακας 47
Κριτήρια Marshall για οδοστρώματα οδών κατά Asphalt Institute

Η καμπύλη του φαινομένου ειδικού βάρους παρουσιάζει, σχεδόν πάντοτε, μια μέγιστη τιμή καθώς αυξάνει το ποσοστό της ασφάλτου. Όμοιας μορφής είναι και η καμπύλη της ευστάθειας με μόνη τη διαφορά ότι η μέγιστη τιμή εμφανίζεται σχεδόν πάντοτε σε χαμηλότερο ποσοστό ασφάλτου από αυτό για μέγιστο φαινόμενο ειδικό βάρος. Τα κενά αέρος, καθώς αυξάνεται το ποσοστό της ασφάλτου, μειώνονται συνεχώς.

Αντίστοιχα, με την αύξηση του ποσοστού της ασφάλτου η παραμόρφωση αυξάνεται, ενώ τα κενά στο σκελετό των αδρανών (VMA) αρχικά μειώνονται μέχρι μιας ελάχιστης τιμής και κατόπιν αυξάνονται. Τέλος, καθώς αυξάνει το ποσοστό της ασφάλτου, τα κενά που γέμισαν με άσφαλτο (εκφραζόμενα επί τοις εκατό) (VFA) συνεχώς αυξάνονται.

Κατά το Asphalt Institute , επιλέγονται σαν τελικό μίγμα αυτό που ικανοποιεί ταυτόχρονα όλες τις απαιτήσεις όλων των κριτηρίων.

Τέτοια μίγματα υπάρχουν πλέον του ενός. Για να μειωθεί ο αριθμός των μιγμάτων και να επιλεγεί το τελικό μίγμα συνιστάται όπως σχεδιάζεται το διάγραμμα του επόμενου σχήματος. Στο διάγραμμα αυτό τοποθετούνται τα κριτήρια VMA , VFA , Va , ευστάθειας και παραμόρφωσης, με τις αντίστοιχες οριακές τιμές του ποσοστού ασφάλτου στο μίγμα. Η κοινή περιοχή μέσα στην οποία οποιαδήποτε περιεκτικότητα ασφάλτου δίνει μίγμα που ικανοποιεί όλα τα κριτήρια marshall , καθορίζει και το αποδεκτό μίγμα. Το τελικό μίγμα ή η βέλτιστη περιεκτικότητα της ασφάλτου , είναι η μέση τιμή ασφάλτου της περιοχής αυτής. Τα ακραία όρια της κοινής περιοχής καθορίζουν το απολύτως μέγιστο και ελάχιστο επιτρεπτό ποσοστό ασφάλτου στο μίγμα, για καλή συμπεριφορά.

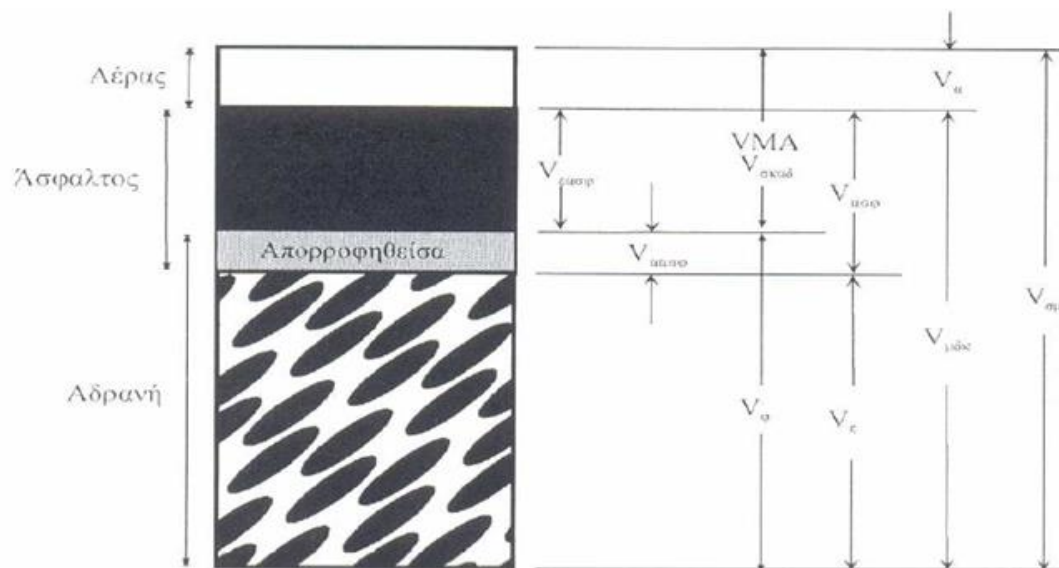


Σχήμα 24

Γραφική απεικόνιση οριακών τιμών ποσοστού ασφάλτου ανά κριτήριο Marshall.

4.6.5. Ορισμοί για τη σύνθεση ασφαλτομιγμάτων κατά Marshall .

Το ασφαλτόμιγμα αποτελείται , όπως είναι γνωστό , από αδρανή και άσφαλτο. Μετά την ανάμιξη και συμπύκνωση του ασφαλτομίγματος, ο συνολικός όγκος του συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος αποτελείται από τον όγκο που καταλαμβάνουν τα αδρανή , τον όγκο που καταλαμβάνει η άσφαλτος και τον όγκο των κενών αέρος. Ο όγκος που καταλαμβάνεται από την άσφαλτο και τα κενά αέρος είναι γνωστός ως όγκος των κενών στο σκελετό των αδρανών (ή VMA). Τα παραπάνω μεγέθη φαίνονται παραστατικά στο **Σχήμα 25** .



Σχήμα 25
Ογκομετρική απεικόνιση ασφαλτομίγματος.

$V_{\sigma\mu}$	=	Όγκος συμπυκνωμένου μίγματος
V_{α}	=	Όγκος κενών αέρος
$V_{ασφ}$	=	Όγκος ασφάλτου
$V_{σκαδ}$	=	Όγκος κενών στο «σκελετό των αδρανών» (ή VMA)
V_{φ}	=	Όγκος αδρανών (φαινόμενος), για τον υπολογισμό του φαινομένου ειδικού βάρους
V_{ε}	=	Όγκος αδρανών (ενεργός), για τον υπολογισμό του ενεργού ειδικού βάρους.
$V_{εασφ}$	=	Όγκος ενεργού ποσότητας ασφάλτου
$V_{μδκ}$	=	Όγκος μίγματος δίχως κενά
$V_{αασφ}$	=	Όγκος απορροφηθείσης ασφάλτου

Τα αδρανή λόγω των πόρων που πιθανόν να διαθέτουν, απορροφούν μία ποσότητα ασφάλτου με αποτέλεσμα η εναπομένουσα ποσότητα ασφάλτου να είναι ουσιαστικά αυτή που πρόκειται να περιβάλλει τα αδρανή, να γεμίσει τα κενά μεταξύ των αδρανών και να δώσει τη συνοχή στο μίγμα. Η ποσότητα αυτή της ασφάλτου ονομάζεται ενεργός ποσότητα ασφάλτου και είναι μικρότερη της αρχικής ποσότητας που προστέθηκε στο μίγμα.

Κατ' επέκταση και ο αντίστοιχος όγκος της ασφάλτου ονομάζεται ενεργός όγκος ασφάλτου ($V_{εασφ}$) και είναι πάντοτε μικρότερος του $V_{ασφ}$. Εξυπακούεται ότι, όταν η απορροφητικότητα των αδρανών είναι μηδενική, ο ενεργός όγκος ισούται με τον όγκο της συνολικής ποσότητας της ασφάλτου ($V_{ασφ}$).

Τέλος, τα κενά αέρος στο συμπυκνωμένο ασφαλτόμιγμα, δηλαδή, το ποσοστό των κενών αέρος στο συμπυκνωμένο ασφαλτόμιγμα υπολογίζεται από τη εξίσωση :

$$V_a = [(G_{\mu\mu} - G_{\phi\mu}) / G_{\mu\mu}] * 100, (\%)$$

Όπου $G_{\mu\mu}$ = μέγιστο ειδικό βάρος «χαλαρού» ασφαλτομίγματος , gr / cm^3
 $G_{\phi\mu}$ = φαινόμενο ειδικό βάρος του συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος , gr / cm^3 .

Τα κενά στο σκελετό των αδρανών (VMA) , δηλαδή τα κενά στο σκελετό των αδρανών (ή κενά στα συμπυκνωμένα αδρανή) , ορίζονται ως ο όγκος που καταλαμβάνουν τα κενά αέρος και ο όγκος που καταλαμβάνει η άσφαλτος , - η ενεργός άσφαλτος , δηλαδή αυτή που απέμεινε μετά την πιθανή απορρόφηση κάποιας μικρής ποσότητας από τα αδρανή. Το VMA εκφράζεται σε ποσοστό επί του συνολικού φαινόμενου συμπυκνωμένου όγκου του ασφαλτομίγματος και υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση :

$$VMA = 100 - (G_{\phi\mu} \times P_{\alpha\delta\rho} / G_{\phi}) , (\%)$$

Όπου $G_{\phi\mu}$ = φαινόμενο ειδικό βάρος του συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος
 G_{ϕ} = φαινόμενο ειδικό βάρος του μίγματος των αδρανών
 $P_{\alpha\delta\rho}$ = ποσοστό των αδρανών στο ασφαλτόμιγμα

Ενώ το ποσοστό κενών που πληρώθηκαν με άσφαλτο από τον τύπο :

$$VFA = [(V_{\epsilon\alpha\sigma\phi} \text{ ή } V_{\alpha\sigma\phi}) / VMA] * 100 \% .$$

Όπου

$V_{\alpha\sigma\phi}$ = Όγκος ασφάλτου ,

$V_{\epsilon\alpha\sigma\phi}$ = Όγκος ενεργού ποσότητας ασφάλτου

4.6.6. Προσδιορισμός ποσοστού ασφάλτου .

Η σημαντικότερη ιδιότητα ενός ασφαλτομίγματος είναι το ποσοστό της περιεχόμενης ασφάλτου. Ο εκχυλιστήρας ασφαλτομίγματος χρησιμεύει στον προσδιορισμό αυτής ακριβώς της ιδιότητας. Μέσω της διαδικασίας διάλυσης της ασφάλτου σε άφλεκτο διαλύτη και της φυγοκέντρισης επιτυγχάνεται με ψυχρή εκχύλιση ο διαχωρισμός των συστατικών του ασφαλτομίγματος : των αδρανών υλικών και της ασφάλτου.

Πριν την εκχύλιση ασφαλτομίγματος το ασφαλτόμιγμα τοποθετείται προηγουμένως σε φούρνο ξήρανσης , προκειμένου να μαλακώσει και να έρθει σε μορφή όπου ρέει εύκολα. Ζυγίζεται εν συνεχεία η απαιτούμενη ποσότητα ασφαλτομίγματος και τοποθετείται στον κάδο του εκχυλιστήρα. Εκεί καλύπτεται πλήρως με διαλύτη και αφήνεται για διάστημα περίπου 45 λεπτών.

Η συσκευή εκχύλισης ασφαλτομίγματος είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις των προτύπων :

- ASTM D 2172
- AASHTO T 164
- EN 12697.01 και
- EN 12697.02

Ο εκχυλιστήρας ασφαλτομίγματος είναι κατασκευασμένος από ατσάλι . Επιπλέον φέρει σήμανση ασφαλείας CE καθώς πληροί τις απαιτήσεις ασφαλείας της Ε.Ε. Το κύριο μέρος του εκχυλιστήρα είναι ένας περιστρεφόμενος κάδος , στον οποίο τοποθετείται το ασφαλτομίγμα. Ο κάδος καλύπτεται από προσθαφαιρούμενο κάλυμμα ώστε να πληρούνται οι απαιτήσεις ασφαλείας. Επιπλέον η συσκευή διαθέτει σωλήνα απορροής για την απομάκρυνση του διαλύτη και της ασφάλτου.

Η συσκευή περιλαμβάνει μονάδα ελέγχου της λειτουργίας της. Αυτή η μονάδα ελέγχου είναι ξεχωριστή από το κυρίως σώμα του εκχυλιστήρα και δίνει τη δυνατότητα ελέγχου της ταχύτητας περιστροφής , η οποία μπορεί να φτάσει μέχρι και 3000 rpm- στροφές το λεπτό. Ακόμη η μονάδα ελέγχου φέρει διάταξη μείωσης ταχύτητας ώστε να επισπεύδει την πλήρη παύση της περιστροφής του κάδου αλλά και διάταξη ασφαλείας.



Σχήμα 26
Εκχυλιστήρας ασφαλτομίγματος

Στην ελεύθερη επιφάνεια του κάδου προστίθεται ειδικό φίλτρο , το οποίο θα συγκρατήσει τους πολύ λεπτούς κόκκους αδρανών που ενδεχομένως απομακρυνθούν μαζί με το εκχύλισμα. Τότε ο εκχυλιστήρας τίθεται σε λειτουργία και απομακρύνεται σε διάφανο δοχείο από τη διατιθέμενη απορροή ο διαλύτης μαζί με τη διαλυμένη άσφαλτο. Προστίθεται μετά ποσότητα περίπου 250 ml διαλύτη και η συσκευή τίθεται και πάλι σε λειτουργία για την απομάκρυνση διαλύτη και διαλυμένης ασφάλτου.

Οι προσθήκες 250 ml διαλύτη επαναλαμβάνονται τόσες φορές όσες απαιτείται ώστε από την απορροή της συσκευής να εξέρχεται καθαρός διαλύτης , γεγονός που σημαίνει ότι έχει απομακρυνθεί όλη η περιεχόμενη ασφαλτος. Σε αυτό το σημείο η διαδικασία της εκχύλισης έχει ολοκληρωθεί και τα καθαρά αδρανή απομακρύνονται από τον κάδο και τοποθετούνται σε φούρνο ξήρανσης. Όταν ολοκληρωθεί η ξήρανση τα καθαρά αδρανή ζυγίζονται. Γνωρίζοντας την αρχική ποσότητα ασφαλτομίγματος και την ποσότητα των αδρανών –αυτών που παρέμειναν στον κάδο και αυτών που συγκρατήθηκαν στο φίλτρο- υπολογίζεται από τη διαφορά τους η ποσότητα της περιεχόμενης ασφάλτου.

Καθώς μια ποσότητα πολύ λεπτών κόκκων καταφέρει να απομακρυνθεί με το εκχύλισμα, διατίθεται και δεύτερος εκχυλιστήρας , ο εκχυλιστήρας συνεχούς ροής. Σε αυτή τη συσκευή γίνεται διαχωρισμός της λεπτής σκόνης που απομακρύνθηκε μαζί με το διαλύτη και την ασφαλτο. Η ποσότητα της σκόνης , όπως ζυγίζεται στο τέλος της δοκιμής, προστίθεται στην ποσότητα των αδρανών. Με τον τρόπο αυτό προκύπτει αποτέλεσμα μεγαλύτερης ακρίβειας για την περιεχόμενη ασφαλτο.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η Ομάδα σύνταξης της παραπάνω εργασίας θεωρεί ότι με το σύνολο των αναγραφομένων , σχετικά με τους ισχύοντες Ελληνικούς Κανονισμούς για τα' αδρανή υλικά Οδοποιίας και Ασφαλικών , τα νέα Ευρωπαϊκά πρότυπα που έχουν τεθεί ήδη σε ισχύ και με τις αναφορές για τις αντίστοιχες εργαστηριακές δοκιμές , που με βάση τα προηγούμενα απαιτούνται , δημιουργείται ένα πολύ καλό εργαλείο στην λειτουργία συναδέλφων μηχανικών στις ΔΕΥΑ , τόσο κατά την σύνταξη των Τεχνικών Προδιαγραφών των παραπάνω υλικών , όσο και με την ποιοτική παρακολούθηση εκτέλεσης έργων , με την πραγματοποίηση των καθορισμένων εργαστηριακών δοκιμών .

**Η
Ομάδα Σύνταξης**

**ΣΠΥΡΟΥ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ , Δ.Ε.Υ.Α. ΣΕΡΡΩΝ
ΠΕΛΤΕΚΗΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ , Δ.Ε.Υ.Α. ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ
ΒΟΓΙΑΤΖΗΣ ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΣ , Δ.Ε.Υ.Α. ΔΡΑΜΑΣ**