

Αδρανή για ασφαλτικά μείγματα

Ουρανία Τσιούλου

Αδρανή σε ασφαλτικά μείγματα

Απαιτήσεις:

- Επαρκής αντοχή και αντοχή στις καιρικές επιδράσεις
- Επαρκής αντοχή στην τριβή και στη στίλβωση (λείανση) από την κυκλοφορία
- Κατάλληλη γεωμετρία κόκκων (διαβάθμιση, σχήμα και μέγεθος)

Δοκιμές:

1. Δοκιμές αντοχής
2. Κοκκομετρική διαβάθμιση
3. Δοκιμές σχήματος
4. Αντοχή στην τριβή
5. Αντοχή στη στίλβωση

1. Δοκιμές αντοχής

1. 1 Δείκτης Θραύσης Αδρανών (Aggregate Crushing Value (ACV))

- Ένα δείγμα αδρανών 14-10 mm
- υποβάλλεται σε εφαρμοζόμενο φορτίο το οποίο αυξάνεται με σταθερό ρυθμό: 400kN σε 10 λεπτά



<http://www.capco.co.uk>

Δείκτης Θραύσης Αδρανών (ACV)

είναι η αναλογία του αδρανούς υλικού που διέρχεται από κόσκινο 2,36 mm μετά τη φόρτωση

Η υψηλότερη τιμή ACV ➡ Τόσο πιο αδύναμα είναι τα αδρανή

Το $ACV < 35$ είναι κατάλληλο για οδοποιία

1. Δοκιμές αντοχής

1.2 Δείκτης Κρουστικής Αντοχής Αδρανών Aggregate Impact Value (AIV)

➤ Ένα δείγμα αδρανών υλικών υποβάλλεται σε 15 χτυπήματα από ένα τυπικό φορτίο 14 κιλά που πέφτει από ύψος 380 mm

Aggregate Impact value (AIV)

είναι η αναλογία του αδρανούς που περνά από κόσκινο 2,36 mm μετά τη δοκιμή πρόσκρουσης



INDIAMART

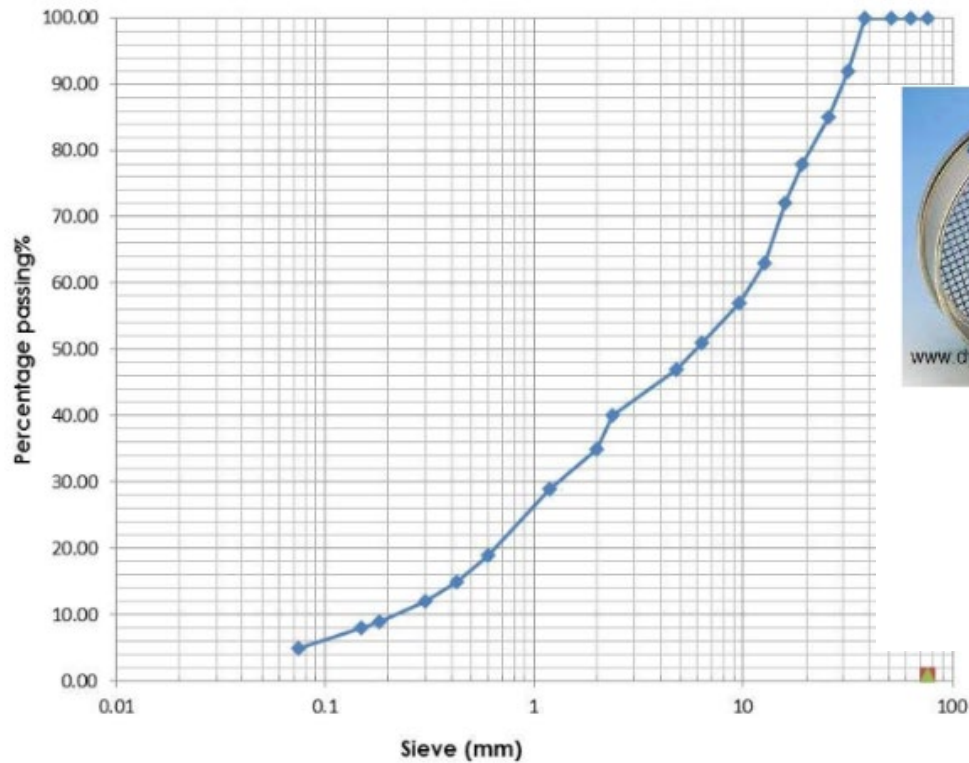
Η υψηλότερη τιμή AIV



Τόσο πιο αδύναμο είναι τα αδρανή

2. Κοκκομετρική διαβάθμιση

Sieve analysis



sieves

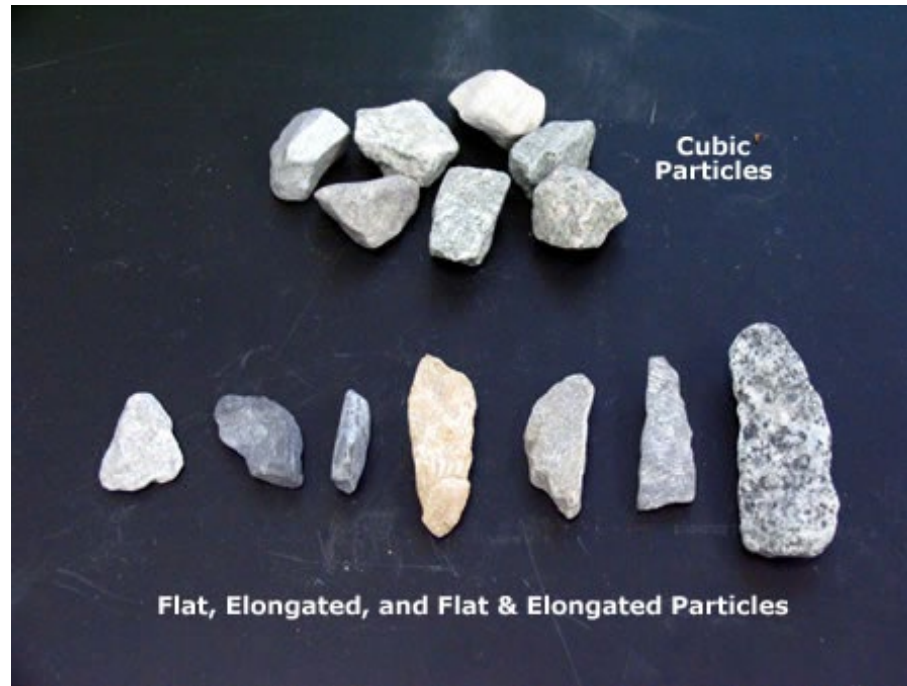


<http://www.humboldtmanfg.com/sieves.php>

3. Δοκιμές σχήματος αδρανών

Λόγος για δοκιμές σχήματος αδρανών:

Ύπαρξη μεγάλου ποσοστού επιμήκων ή πλακοειδών κόκκων οδηγεί σε χαμηλή συνοχή



Pavement Interactive <http://www.pavementinteractive.org>
Bituminous Mixes and Flexible Pavements – An Introduction, BACMI, London, 1992

3. Δοκιμές σχήματος αδρανών

3.1 Δείκτης πλακοειδούς κόκκου Flakiness Index (FI)

Ειδικά κόσκινα με σχισμές χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του δείκτη πλακοειδούς κόκκου

Πλακοειδείς κόκκοι: Κόκκοι με τη μικρότερη διάσταση μικρότερη από 0,6 φορές τη μέση διάσταση

Μέση διάσταση: ο μέσος όρος του μικρότερου κόσκινου άνοιγμα από το οποίο διέρχεται το σωματίδιο και το μεγαλύτερο άνοιγμα κόσκινου στο οποίο συγκρατείται το σωματίδιο



<https://tsquarecivil.com>

<http://www.controls-group.com/eng/aggregates-testing-equipment/flakiness-sieves.php>

Διαδικασία

1. Πραγματοποιήστε κοσκίνισμα
(χρησιμοποιώντας κόσκινα
τετράγωνης ή κυκλικής οπής)

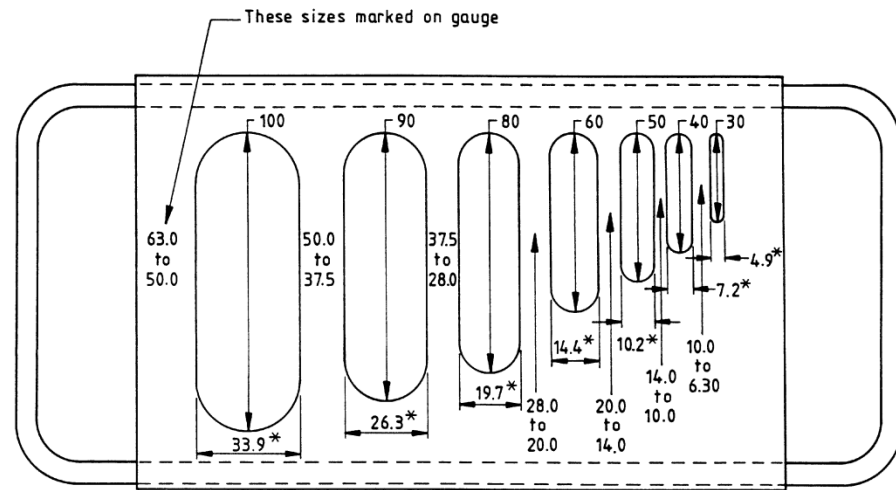


2. Ζυγίζεται καθεμία από τις μάζες που συγκρατούνται σε κάθε κόσκινο.
Η συνολική μάζα είναι M1

3. Υπολογίστε το ποσοστό που συγκρατείται σε
κάθε κόσκινο

4. Απορρίπτεται κάθε μάζα που είναι ίση ή μικρότερη από το 5 % της μάζας M1.
Καταγράφεται η μάζα που απομένει (M2).

5. Επιλέξτε το ειδικό κόσκινο που
είναι κατάλληλο για το μέγεθος
των αδρανών που εξετάζετε



British Standards: BS 812-105.1:1989

6. Ζυγίστε και αθροίστε τις μάζες των αδρανών που παίρνουν μέσα από το ειδικό κόσκινο (πλακοειδείς κόκκοι) (M_3)



Δείκτης πλακοειδών κόκκων
Flakiness Index

$$= \frac{M_3}{M_2} \cdot 100$$

<https://tsquarecivil.com>

Όριο για ασφαλτικά μίγματα $\leq 35\%$

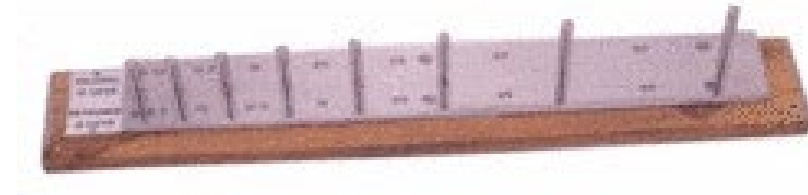
<http://www.wala.com/asphalt.htm>

3. Δοκιμές σχήματος αδρανών

3.2 Δείκτης επιμήκυνσης (EI)

Επιμήκη αδρανή:

Αδρανή με μεγαλύτερη διάσταση μεγαλύτερη από 1,8 φορές τη μέση διάστασή τους



[Everestscissors/
http://www.indiamart.com/everestscissors/aggregate-
testing-equipment.html](http://www.indiamart.com/everestscissors/aggregate-testing-equipment.html)

Διαδικασία (παρόμοια με τον δείκτη πλακοειδούς κόκκου)

1. Πραγματοποιήστε κοσκίνιση
(χρησιμοποιώντας κόσκινα τετράγωνης ή κυκλικής οπής)

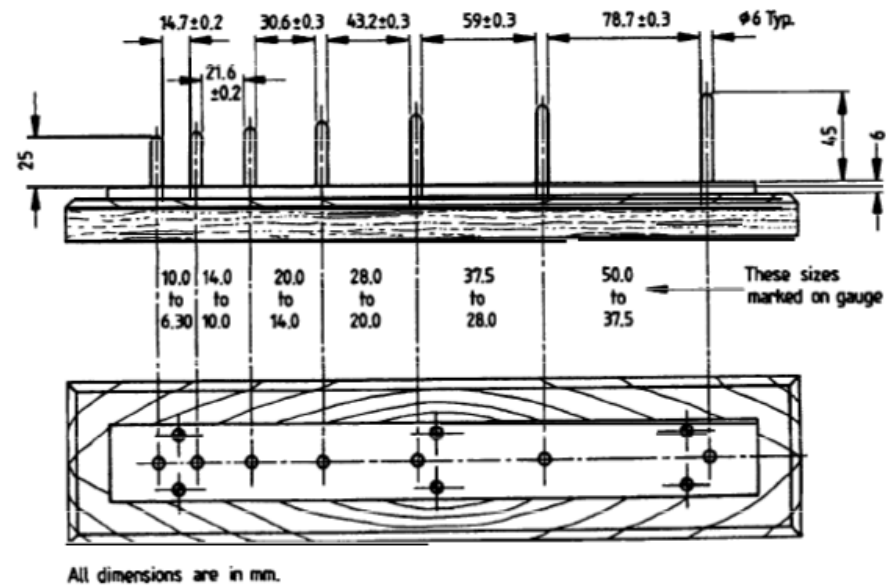
2. Ζυγίζεται καθεμία από τις μάζες που συγκρατούνται σε κάθε κόσκινο.

Η συνολική μάζα είναι $M1$

3. Υπολογίστε το ποσοστό που συγκρατείται σε
κάθε κόσκινο

4. Απορρίπτεται κάθε μάζα που είναι ίση ή μικρότερη από το 5 %
της μάζας $M1$. Καταγράφεται η μάζα που απομένει ($M2$).

5. Επιλέξτε το ειδικό κόσκινο που είναι κατάλληλο για το μέγεθος των αδρανών που εξετάζετε



6. Ζυγίστε και αθροίστε τις μάζες των επιμήκη αδρανών (**M3**)

$$\Delta\epsilon\Omega\kappa\tau\eta\varsigma\ \epsilon\pi\iota\mu\psi\kappa\upsilon\nu\sigma\eta\varsigma = \frac{M_3}{M_2} \cdot 100$$

4. Αντοχή στην τριβή

Aggregate Abrasion Value (AAV) test

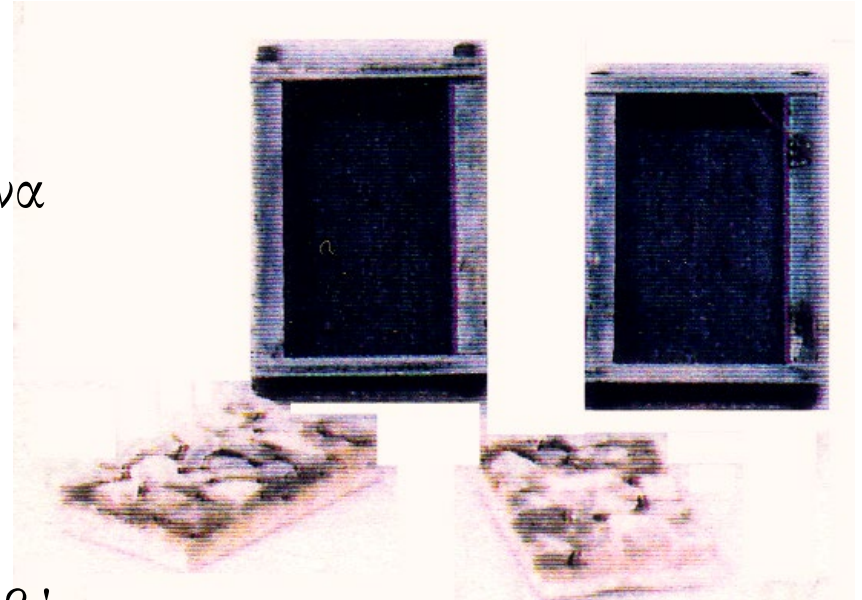
AAV είναι μια εμπειρική μέθοδος σύγκρισης της αντοχής στην τριβή διαφορετικών αδρανών

➤ Αυτό δίνει ένα μέτρο της αντίστασης των αδρανών στην επιφανειακή φθορά λόγω τριβής.

Προετοιμασία δείγματος

➤ Δύο δείγματα που αποτελούνται από επιλεγμένα και σωστά προσανατολισμένα αδρανή:

- Εμποτισμένα με ρητίνη;
- στερεώνονται περιφερειακά σε περιστρεφόμενη ρόδα



➤ Τα δείγματα δοκιμάζονται υπό τριβή

➤ Η τιμή τριβής των αδρανών προσδιορίζεται από τις διαφορές στη μάζα των δειγμάτων **πριν** και **μετά** την δοκιμή.

Εξοπλισμός - Διαδικασία

- Μηχανή τριβής αδρανών υλικών
- Χαλύβδινος δίσκος που περιστρέφεται με οριζόντια επίπεδη ταχύτητα από 28 r/min έως 30 r/min,
- Άμμος που τροφοδοτείται από χοάνες

Δύο δείγματα πιέζονται στην επιφάνεια ενός χαλύβδινου δίσκου που περιστρέφεται σε οριζόντιο επίπεδο

Η άμμος, που τροφοδοτείται από χοάνες, χρησιμοποιείται ως λειαντικό

Μετά από 500 περιστροφές δίσκου, η ποσότητα του υλικού που τρίβεται μετράται με τον υπολογισμό της απώλειας βάρους των αδρανών.



https://www.researchgate.net/figure/Abrasion-resistance-test-on-concrete-paving-blocks_fig4_299368288

«Τιμή τριβής αδρανών υλικών» (AAV)

$$\text{Τιμή τριβής αδρανών υλικών} = \frac{3(A - B)}{d}$$

A: η μάζα του δείγματος πριν την δοκιμή

B: η μάζα του δείγματος μετα' την δοκιμή

d: η πυκνότητα των αδρανών

(AAV) > 16 Μη αποδεκτή

Ο μέσος όρος των δύο δειγμάτων είναι η τιμή τριβής των αδρανών (εκτός εάν τα μεμονωμένα αποτελέσματα διαφέρουν περισσότερο από 0,2 φορές τη μέση τιμή.)

5. Αντοχή σε στίλβωση



Η αντοχή σε στίλβωση στα αδρανή λόγω της κυκλοφορίας, είναι κρίσιμη για την επαρκή αντοχή ολίσθησης της επιφάνειας

<http://www.pavementinteractive.org>

Τα αδρανή με χαμηλή αντοχή στη στίλβωση θα γίνουν πολύ γρήγορα λεία και ολισθηρά υπό έντονη κυκλοφορία



<http://www.pavementinteractive.org>

5. Αντοχή σε στίλβωση

Τιμή στίλβωσης αδρανών (PSV)

PSV χρησιμοποιείται για τη σύγκριση των ιδιοτήτων στίλβωσης διαφορετικών αδρανών

Αρχή:

PSV είναι ένα μέτρο της αντοχής των χονδρόκοκκων αδρανών στη στίλβωτική δράση των ελαστικών οχημάτων υπό συνθήκες παρόμοιες με αυτές που εμφανίζονται στην επιφάνεια ενός δρόμου.

Πραγματοποιείται σε δύο μέρη:

1. Τα δοκίμια υποβάλλονται σε στίλβωτική δράση σε **μηχανή επιταχυνόμενης στίλβωσης**.
2. Η κατάσταση στίλβωσης στην οποία φθάνει κάθε δείγμα μετράται με τη βοήθεια **Δοκιμή τριβής**.

5. Αντοχή σε στίλβωση

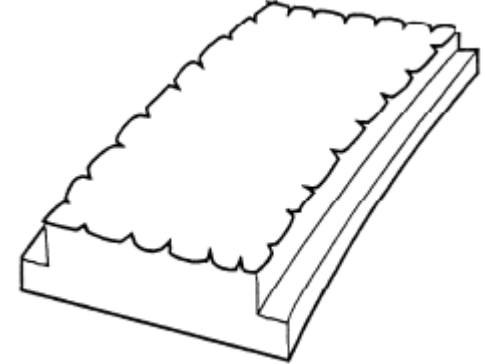
5.1 Μηχανή επιταχυνόμενης στίλβωσης

Διαδικασία:

Προετοιμασία των δειγμάτων:

Οι κόκκοι του αδρανούς τοποθετούνται σε καμπύλα χυτά καλούπια

BS EN 1097-8:2009



Μηχανή στίλβωσης



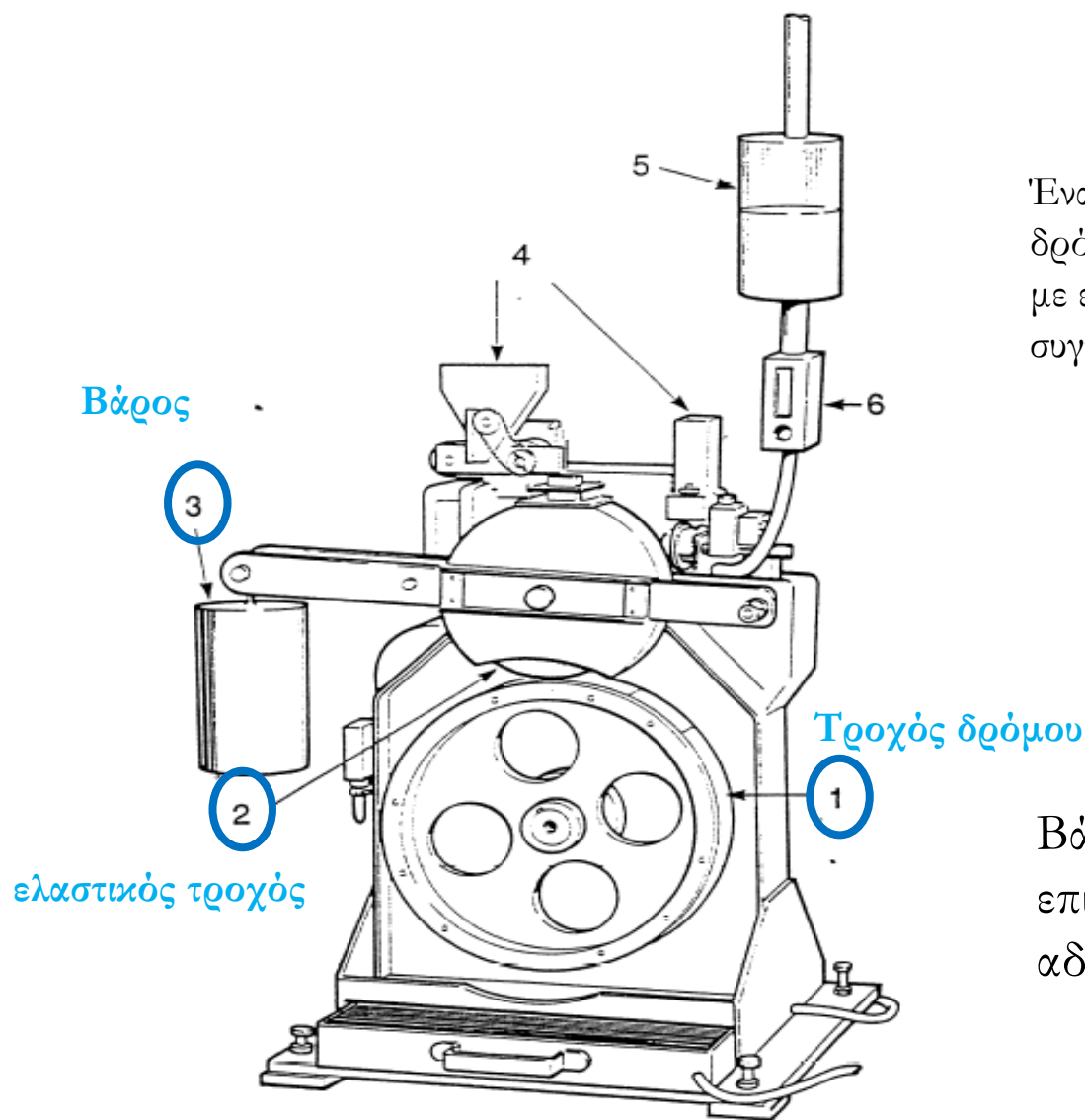
Capco test equipment

- Ένας τροχός στην περιφέρεια του οποίου στερεώνονται τα δείγματα των αδρανών

14 δείγματα στερεώνονται στην περιφέρεια έτσι ώστε να σχηματίσουν μια επιφάνεια από αδρανή

-12 δείγματα από τα αδρανή που θέλουμε να δοκιμάσουμε

-2 δείγματα αναφοράς



1. Τροχός δρόμου:

Ένας τροχός, που αναφέρεται ως «τροχός δρόμου», με επίπεδη περιφέρεια και διάταξη για να συγκρατεί 14 δείγματα αδρανών

2. Ελαστικός τροχός

Ελαστικά από καουτσούι με ειδική σκληρότητα

3. Βάρος

Βάρος για να φέρει σε επαφή την επιφάνεια του τροχού με τα δείγματα αδρανών



Πώς να μετρήσετε την τριβή αυτών των δειγμάτων;

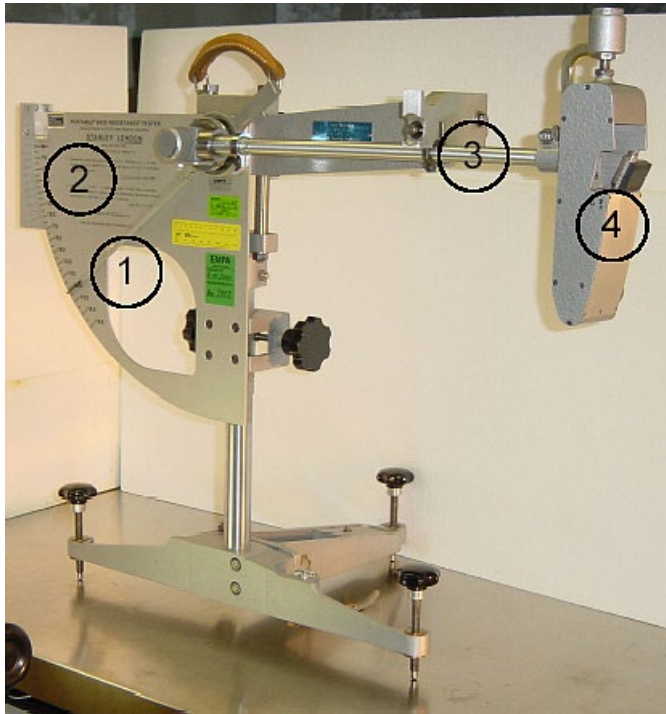
ΔΟΚΙΜΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ

Η κατάσταση στίλβωσης που επιτυγχάνεται από κάθε δείγμα μετράται μέσω δοκιμής τριβής



5. Δοκιμή στίλβωσης

5.2 Δοκιμή τριβής



Marcello Stimolo, EMPA Dübendorf, **Visualisation of the Sliding Friction Heat during the Skid Resistance Test through Infrared (IR) Thermography**, International Symposium (NDT-CE 2003) Non-Destructive Testing in Civil Engineering 2003

1. Δείκτης ένδειξης

Μικρός δείκτης που σταματά στην κλίμακα στο σημείο της μέγιστης απόκλισης του εκκρεμούς.

Δείχνει την τελική μετρούμενη τιμή.

2. Κλίμακα Ενδειξης

Διαβαθμισμένη κλίμακα που δείχνει την **Τιμή Ολισθηρότητας**

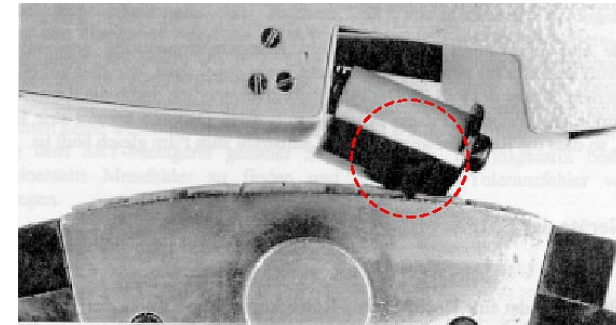
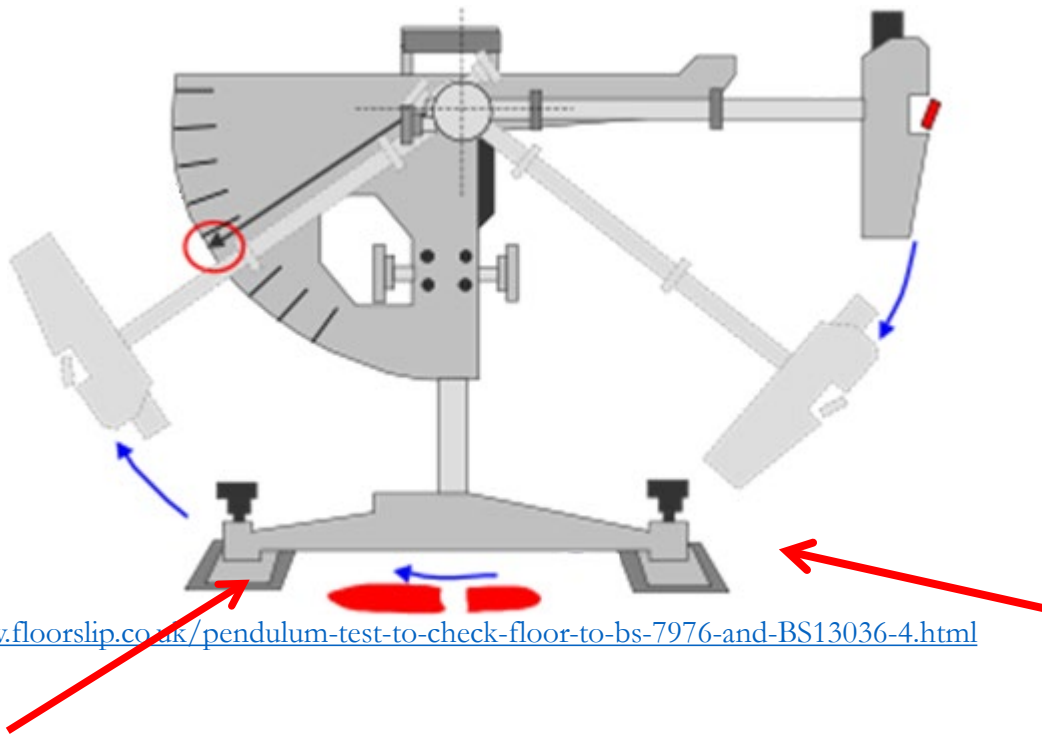
3. Εκκρεμές

Μεταλλικός βραχίονας που αιωρείται γύρω από σταθερό άξονα.

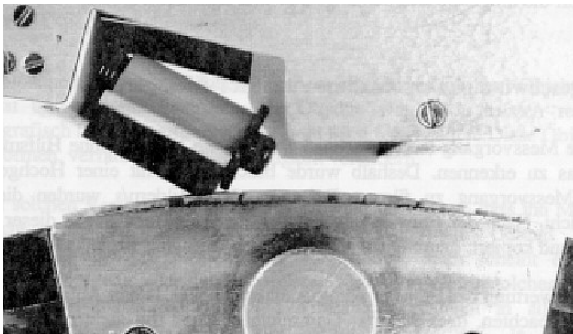
Κατά την πτώση χτυπά το δοκίμιο και επιτρέπει την αξιολόγηση της ολισθηρότητας μέσω της απώλειας ενέργειας.

4. Ελαστικό Ολισθητήρα

Ειδικό τυποποιημένο ελαστικό τεμάχιο που έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια δοκιμής.



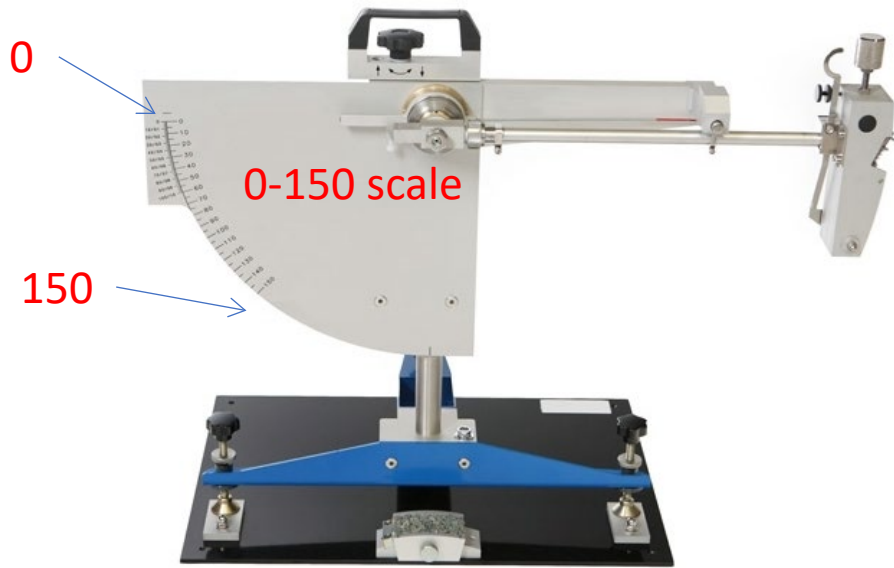
First contact between
rubber slider and
surface of specimen



Subsequent contact between rubber slider and
surface of specimen

VIDEO

<http://www.youtube.com/watch?v=O95xKkUzxQ>



Certified-Material testing products

Δείκτης στίλβωσης (PSV)

$$PSV = S + 52.5 - C$$

- S είναι η μέση τιμή για τέσσερα δοκίμια αδρανούς
- C είναι η μέση τιμή για τα δύο PSV δοκίμια αναφοράς

PSV τιμές

- 20-30 : Χαμηλή αντοχή στίλβωσης
- 55-60 : Reasonable αντοχή στίλβωσης
- >70 : Πολύ καλή αντοχή στίλβωσης

(Only in expensive artificial aggregates or special natural aggregates)