

STANDARDNA ISPITIVANJA U TOKU GRAĐENJA

Snežana Paunović, dig.

ISPITIVANJA

TEKUĆA

- Vrši ih izvođač ili druga ovlašćena organizacija za njegov račun
- Obavljaju se u toku građenja i definisana su tehničkim uslovima i standardima
- Cilj je provera kvaliteta materijala, sastava mešavina i samog proizvodnog procesa

KONTROLNA

- Vrši ih nadzorna služba investitora, koja i definiše obim, vrstu i mesto kontrole
- Rezultati ispitivanja služe kao dokaz o stepenu ispunjenja ugovornih obaveza



- ✓ Ispitivanje kolovoznih podloga
- ✓ Ispitivanje asfaltnih zastora
- ✓ Ispitivanje cementno-betonskih zastora

Ispitivanja kolovoznih podloga

❖ **Tamponski sloj** – kompletno ispitivanje navedenih karakteristika na svakih $1\ 000\text{m}^2$

- Vlažnost \Rightarrow na svakih $25\text{-}50\text{m}'$



- **Granulometrijski sastav** \Rightarrow na svakih 4000m^2

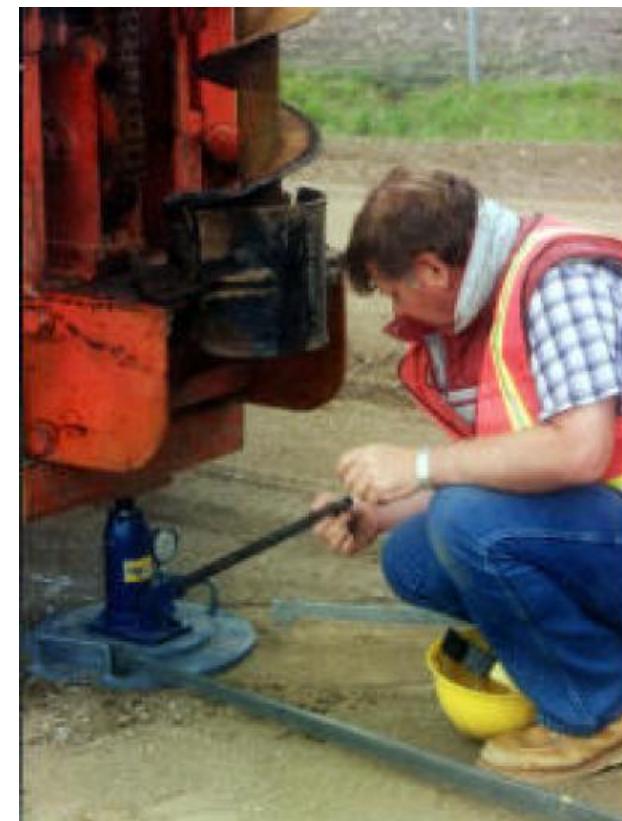
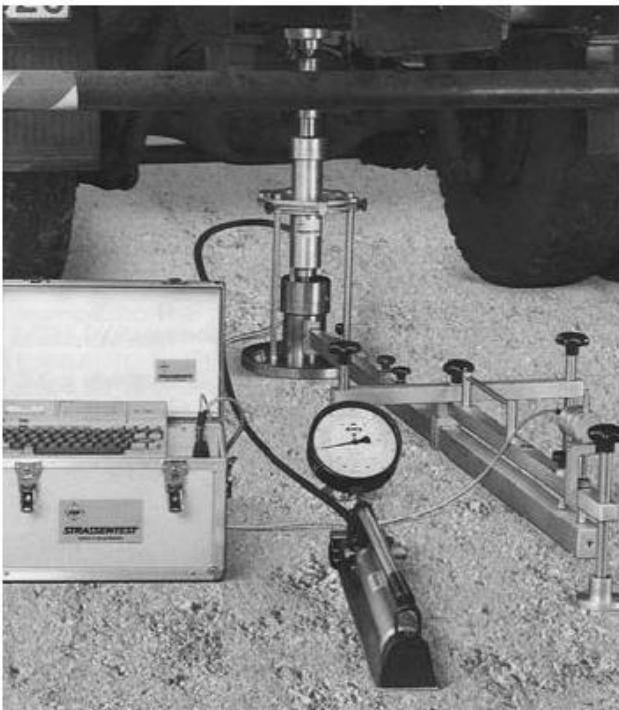
- Sadržaj finih čestica $\Rightarrow 100\text{m}'$



- **Modul stišljivosti** $\Rightarrow 200\text{m}^2 \Rightarrow$ opit kružnom pločom $\Rightarrow M_s \geq 80\text{MN/m}^2$
- **Zbijenost po Proktoru** \Rightarrow modifikovani Proktorov opit $\Rightarrow 95\text{-}98\%$ laboratorijske zbijenosti

Ispitivanja kolovoznih podloga

- ❖ **Modul stišljivosti – opit kružnom pločom** je metoda kojom se vrši ispitivanje nosivosti ugrađenog sloja tako što se utvrđuje sleganje ploče prečnika 30cm, pri određenim pritiscima koji se povećavaju.



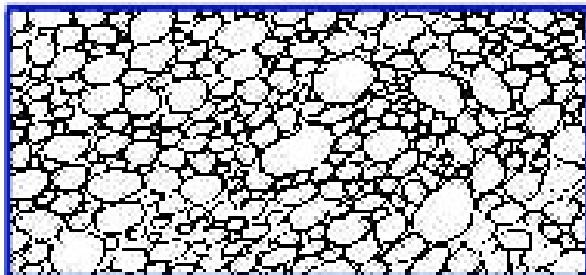
Ispitivanja kolovoznih podloga

- ❖ Ispitivanje modula stišljivosti – opit kružnom pločom na auto-putu Bg-Ns

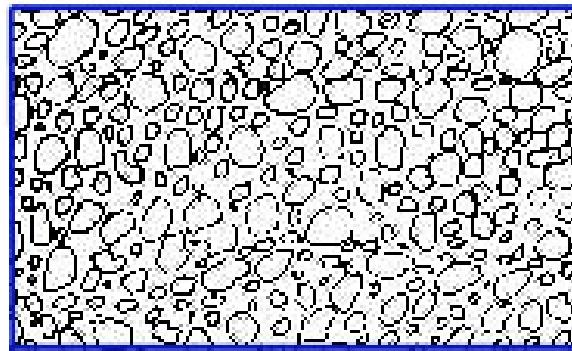


Ispitivanja kolovoznih podloga

❖ **Zbijenost po Proktorу** – ispitivanje se zasniva na određivanju zapreminske mase osušenog uzorka uzetog iz ugrađenog sloja. Poređenjem sa zapreminskom masom istog materijala, ugrađenog tj. zbijenog u laboratoriji dobija se predstava o zapremini šupljina odnosno o stepenu zbijenosti ugrađenog sloja.



Zbijeno tlo



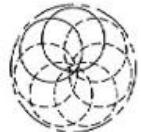
Rastresito tlo

Ispitivanja kolovoznih podloga

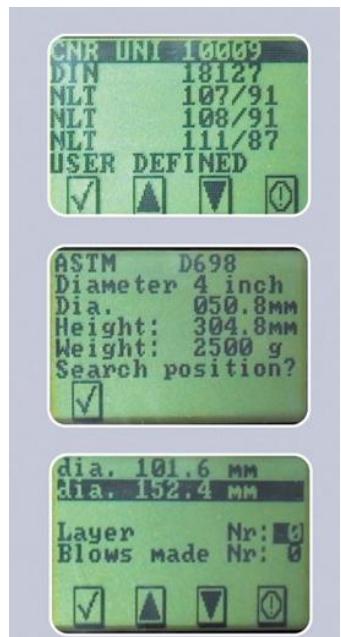
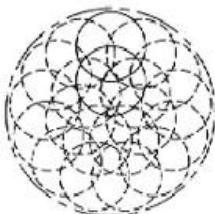
❖ Zbijenost po Proktoru



Mould Ø 101,6 - 105 mm



Mould Ø 150 - 152,4 mm



Ispitivanja kolovoznih podloga

❖ Mineral – beton

- **Modul stišljivosti** \Rightarrow 50-100m[‘] \Rightarrow opit kružnom pločom \Rightarrow $Ms \geq 100\text{MN/m}^2$
- **Zbijenost po Proktorу** \Rightarrow modifikovani Proktorov opit \Rightarrow 98% laboratorijske zbijenosti

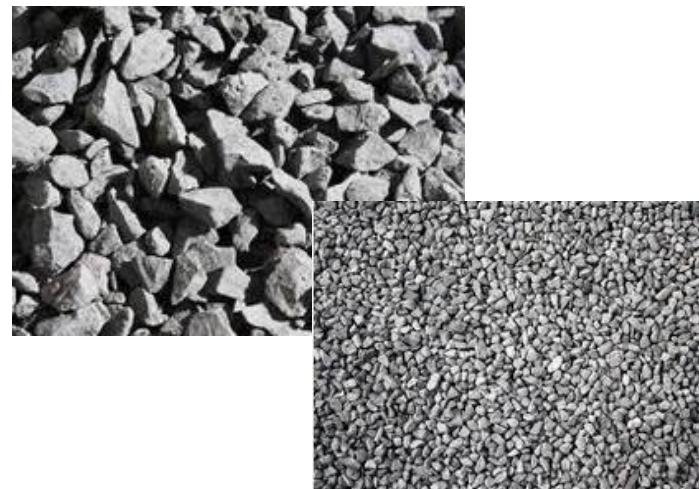
❖ Cementna stabilizacija

- **Probna deonica** \Rightarrow min600m²
- **Granulometrijski sastav** \Rightarrow na svakih 2000m²
- **Modul stišljivosti** \Rightarrow 2000m² \Rightarrow opit kružnom pločom \Rightarrow $Ms \geq 80\text{MN/m}^2$
- **Zbijenost po Proktorу** \Rightarrow modifikovani Proktorov opit \Rightarrow na svakih 500m² \Rightarrow 95-98% laboratorijske zbijenosti

Ispitivanja asfaltnih kolovoza - Mineralni materijali

- ❖ Tekuća ispitivanja mineralnog materijala vrše se prilikom svake isporuke ili na 500m^3 pojedinih frakcija.
- ❖ Da bi se mineralni materijali primenjivali u asfaltnim mešavinama potrebno je da zadovolje fizičko - mehaničke karakteristike:

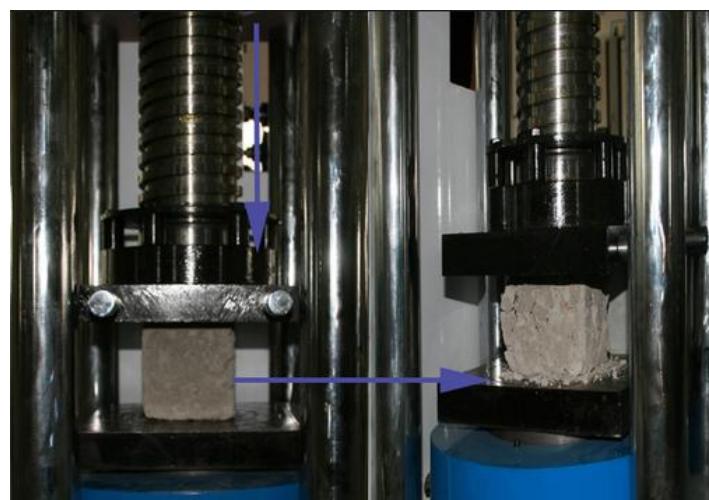
- **Čvrstoća na pritisak,**
- **Habanje brušenjem,**
- **Habanje po LA metodi,**
- **Upijanje vode i dr.**



Ispitivanja asfaltnih kolovoza - Mineralni materijali

❖ **Čvrstoća na pritisak** predstavlja odnos između sile $F(N)$ i površine preseka $A(\text{mm}^2)$ probnog tela.

- Probna tela \Rightarrow kocke stranice $a=50 \pm 1 \text{ mm}$
- Ispitivanje se vrši u 3 serije sa po 5 uzorka koji reprezentuju tri moguća stanja: suvo, vodom zasićeno i posle 25 ciklusa zamrzavanja i odmrzavanja
- Probno telo se opterećuje do loma, ravnomernom silom od $150 \pm 20 \text{ N/sec}$



Ispitivanja asfaltnih kolovoza-Mineralni materijali

❖ **Habanje brušenjem** se ispituje na rotacionoj
brusnoj ploči prečnika 750mm.

- Probno telo \Rightarrow epruveta standardne $7,1 \times 7,1 \text{ cm} = 50 \text{ cm}^2$ površine
- Ispitivanje se vrši u ciklusima sa po 22 obrtaja, nakon čega se menja brusni prah. Epruveta je pritisnuta konstantnom silom od 300N, a ploča se okreće brzinom od 22obrtaja/min.
- Postupak ispitivanja se obavlja do 440 obrta, a rezultat je srednja vrednost smanjenja zapremine ($\text{cm}^3/50\text{cm}^2$) kod min 3 uzorka.



Ispitivanja asfaltnih kolovoza-Mineralni materijali

❖ **Habanje po LA metodi** ispituje se uređajem Los Anđeles, merenjem otpornosti na drobljenje udarcima i habanjem.

- Probno telo ⇒ uzorak agregata određene mase
- Ispitivanje se vrši okretanjem bubenja oko horizontalne ose, sa uzorkom i čeličnim kuglama (pojedinačne mase oko 400gr) oko 500 puta, pri čemu se bitno menja granulacija i proizvodi dosta praha.
- Rezultat ispitivanja se dobija kao koeficijent LA(%) prosejavanjem i merenjem.

Ispitivanja asfaltnih kolovoza

Mineralni materijali



Izgled uzorka pre i posle testiranja



Ispitivanja asfaltnih kolovoza-Mineralni materijali

❖ **Upijanje vode** – indirektno pokazuje procenat otvorenih pora u koje može da prodre voda pri normalnom atmosferskom pritisku.

- Ispitivanje se vrši potapanjem suvog uzorka u vodu sobne temperature. Nakon 24h uzorak se razastire i suši toplim vazduhom, a zatim se meri vagom i upoređivanjem pre i posle potapanja u vodu, utvrđuje se procenat promene tj. sposobnost upijanja vode.

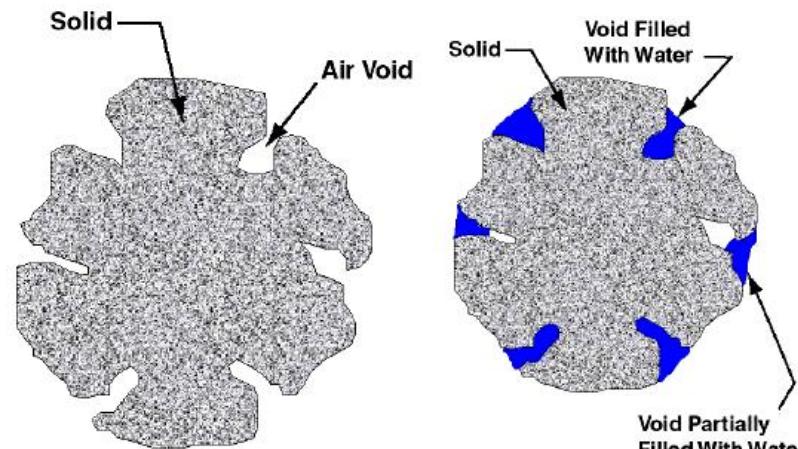


Figure 3.15: Dry Aggregate

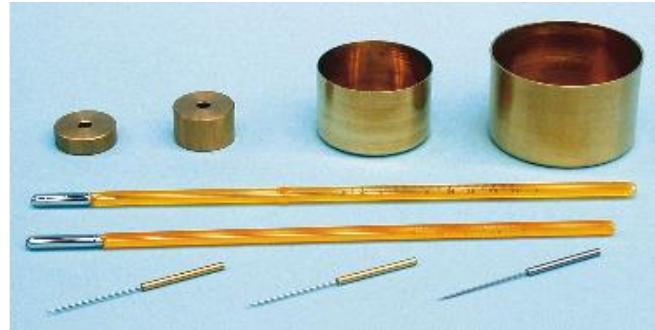
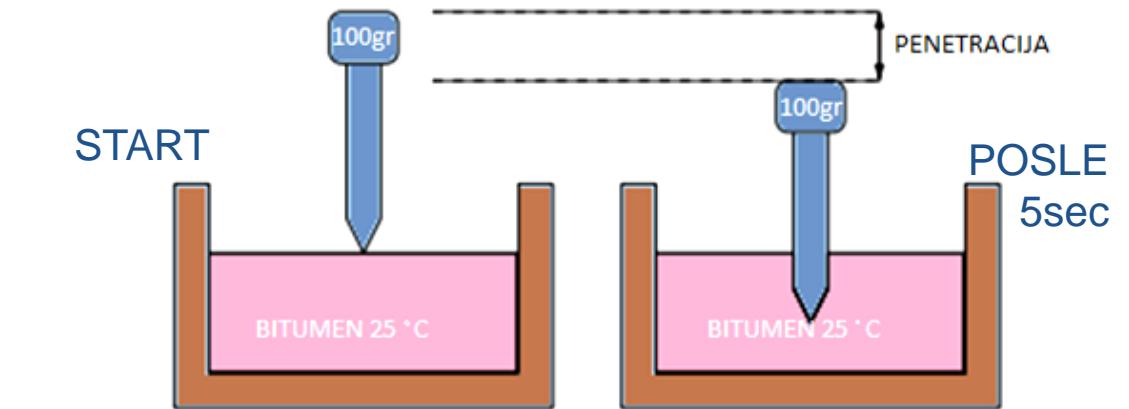
Figure 3.16: Wet Aggregate

Ispitivanja asfaltnih kolovoza-ugljovodonična veziva

❖ **Penetracija na 25°C** –dubina prodiranja standardne igle u bitumensku masu pod određenim opterećenjem (100gr), na temperaturi (25°C) i izražava se dužinom pređenog puta u 1/10mm, u toku 5sec.

- Jedan od najstarijih opita ispitivanja bitumena-1888. Bowen Penetration machine.
- Penetracijski raspon se kreće od max 210dmm do min 10dmm.
- Osnovna pretpostavka je da će igla dublje prodreti u bitumen veće viskoznosti, što je empirijski dovedeno u vezu sa ponašanjem bitumena i asfaltnih mešavina u eksploataciji; **meki bitumeni (sa većom penetracijom) primenjuju se u područjima sa hladnom klimom i obrnuto – tvrdi bitumeni (sa manjom penetracijom) primenjuju se u područjima sa toplijom klimom.**

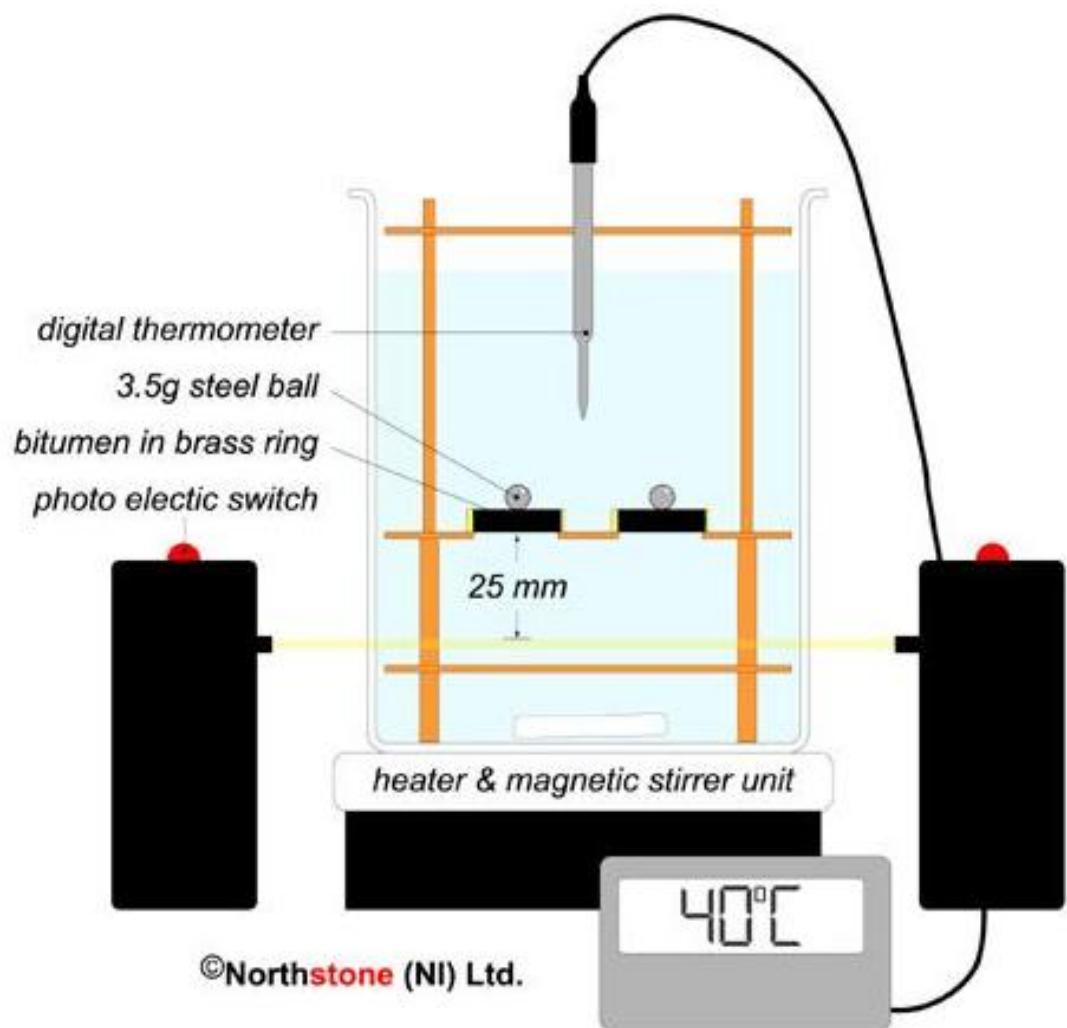
Ispitivanja asfaltnih kolovoza-ugljovodonika veziva



Ispitivanja asfaltnih kolovoza-ugljovodonična veziva

- ❖ **Tačka razmekšavanja** – ispituje se uz pomoć prstena (P) i kuglice (K) po čemu metoda i nosi ime PK.
 - Praktično to je srednja temperatura, izražena u °C, pri kojoj se bitumen iz prstena deformiše za 1" (2.54mm) pod dejstvom opterećenja od čelične kuglice tačno određene mase i prečnika.

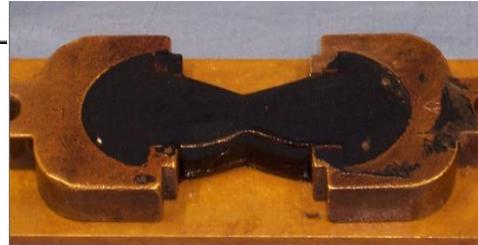
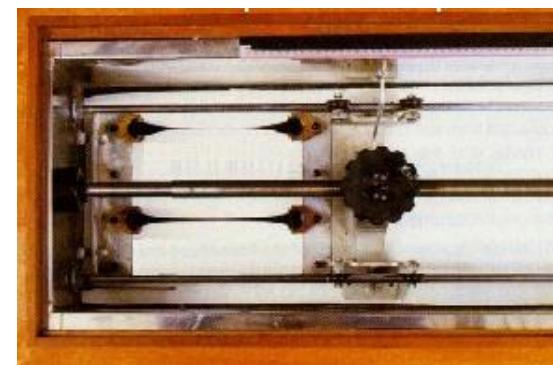
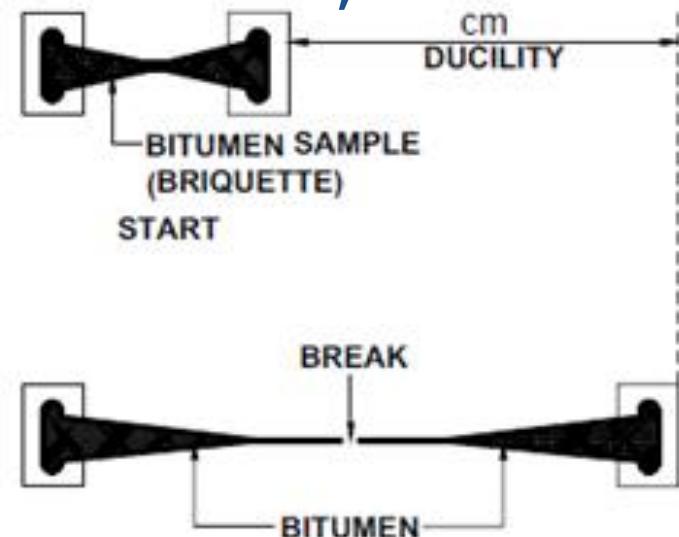
Ispitivanja asfaltnih kolovoza -ugljovodonična veziva



©Northstone (NI) Ltd.

Ispitivanja asfaltnih kolovoza- ugljovodonična veziva

❖ **Duktilitet ili rastegljivost** – sposobnost bitumena da se istegne u niti pod standardnim uslovima ispitivanja ($t=25^{\circ}\text{C}$ i brzina istezanja 5cm/min). Meki bitumeni imaju duktilitet preko 100cm, a tvrdi od 5 do 50cm.

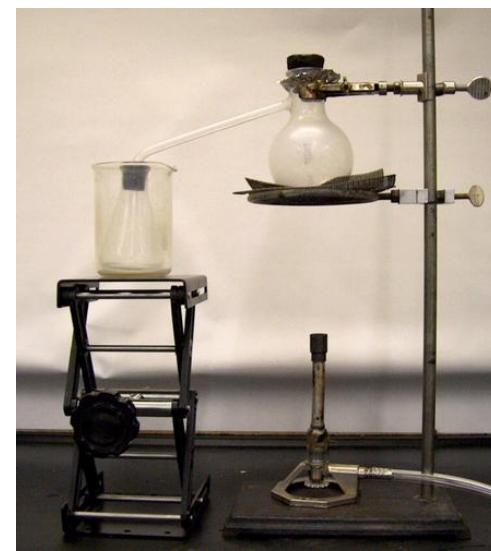


Ispitivanja asfaltnih kolovoza- ugljovodonična veziva

❖ **Tačka loma po Frasu** – je mera za tvrdoću bitumena na niskim temperaturama tj. to je temperatura u °C pri kojoj pukne bitumenski film namazan na metalnu pločicu.



❖ **Sadržaj parafina** – propisan je na 2,5% mase bitumena zato što nije ni lepljiv ni plastičan pa bi njegov veći udeo mogao negativno da utiče na ove bitne osobine bitumena.



Ispitivanja asfaltnih kolovoza-ugljovodonika veziva uticaj bitumena na deformabilnost asfaltne mešavine

Kolotrazi Isplivavanje bitumena



Pukotine usled zamora



Termičke pukotine

Ispitivanja asfaltnih kolovoza- asfaltna mešavina

- ❖ U sastav asfaltne mešavine, kao osnovni materijali, ulaze **mineralni agregat** i **bitumen** i moraju da ispune stroge uslove u pogledu kvaliteta, a isto tako i projektovana asfaltna mešavina mora da ispuni određene uslove.
- ❖ Osnovni princip u komponovanju asfaltnih mešavina:

"ODABRATI GRANULOMETRIJSKI SASTAV KOJI U ZBIJENOM STANJU DAJE NAJMANJE ŠUPLINA, A ONDA, PREMA % ŠUPLJINA, ODREDITI KOLIČINU VEZIVA."

Ispitivanja asfaltnih kolovoza- asfaltna mešavina

Granulometrijski sastav mineralne mešavine - **idealne linije**



Ispitivanja asfaltnih kolovoza- asfaltna mešavina

❖ Granulometrijski sastav mineralne mešavine

Дијаграм гранулометријског састава минералне мешавине



LOŠE



DOBRO



Ispitivanja asfaltnih kolovoza- asfaltna mešavina

Granulometrijski sastav mineralne mešavine - maksimalno zrno agregata ~ 1/2-1/4 debljine asfaltnog sloja (uslov zbijanja).

❖ Krupnozrnije mešavine:

- veća nosivost,
- veća otpornost na trenje,
- veći zapreminske udeo agregata,
- manja specifična površina zrna agregata – potrebno manje veziva za obavljanje zrna,
- veća otpornost na kolotrage i
- veća opasnost od segregacije

❖ Sitnozrnije mešavine:

- manja opasnost od segregacije,
- manji nivo buke i
- manje habanje pneumatika

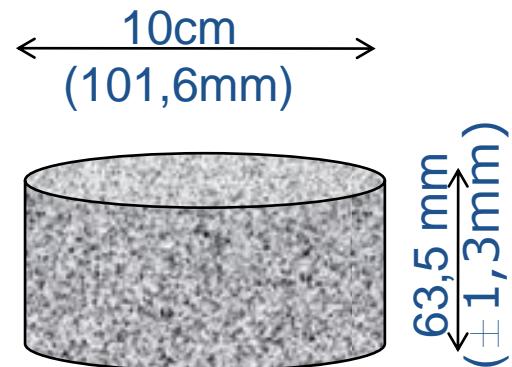
Ispitivanja asfaltnih kolovoza- asfaltna mešavina

- ❖ Reološke karakteristike koje asfaltna mešavina treba da pokaže:
 - **stabilnost i**
 - **tečenje.**
- ❖ Navedena reološka svojstva ispituju se **metodom Maršala**. Iz rezultata merenja i računanjem određuje se stabilnost u kN, deformacija u mm, ukočenost na 60°C u kN/mm, zaostale šupljine u %, zapreminska masa i dr. što nam pruža kriterijume za sastav mineralne mešavine i doziranje veziva.
- ❖ **Metoda Maršala** podrazumeva ispitivanje cilindričnih uzoraka asfaltne mešavine pod dejstvom vertikalnog opterećenja po bočnoj površini na određenoj temperaturi i pri određenoj brzini opterećenja pomoću Maršalove prese.

Ispitivanja asfaltnih kolovoza- asfaltna mešavina

❖ Metoda Maršala – oprema

- **Kalup, nastavak, podložna ploča** – rade se od čelika
- Dimenzije kalupa:
 - $R_u=101,6\text{mm}$
 - $R_{sp}=115\text{mm}$
 - $H=87,3\text{mm}$
- Potrebno je pripremiti min 3 uzorka



Izgled pripremljenih uzoraka



Ispitivanja asfaltnih kolovoza- asfaltna mešavina

❖ Metoda Maršala - oprema



Maršalov nabijač



Sušara



Maršalova presa

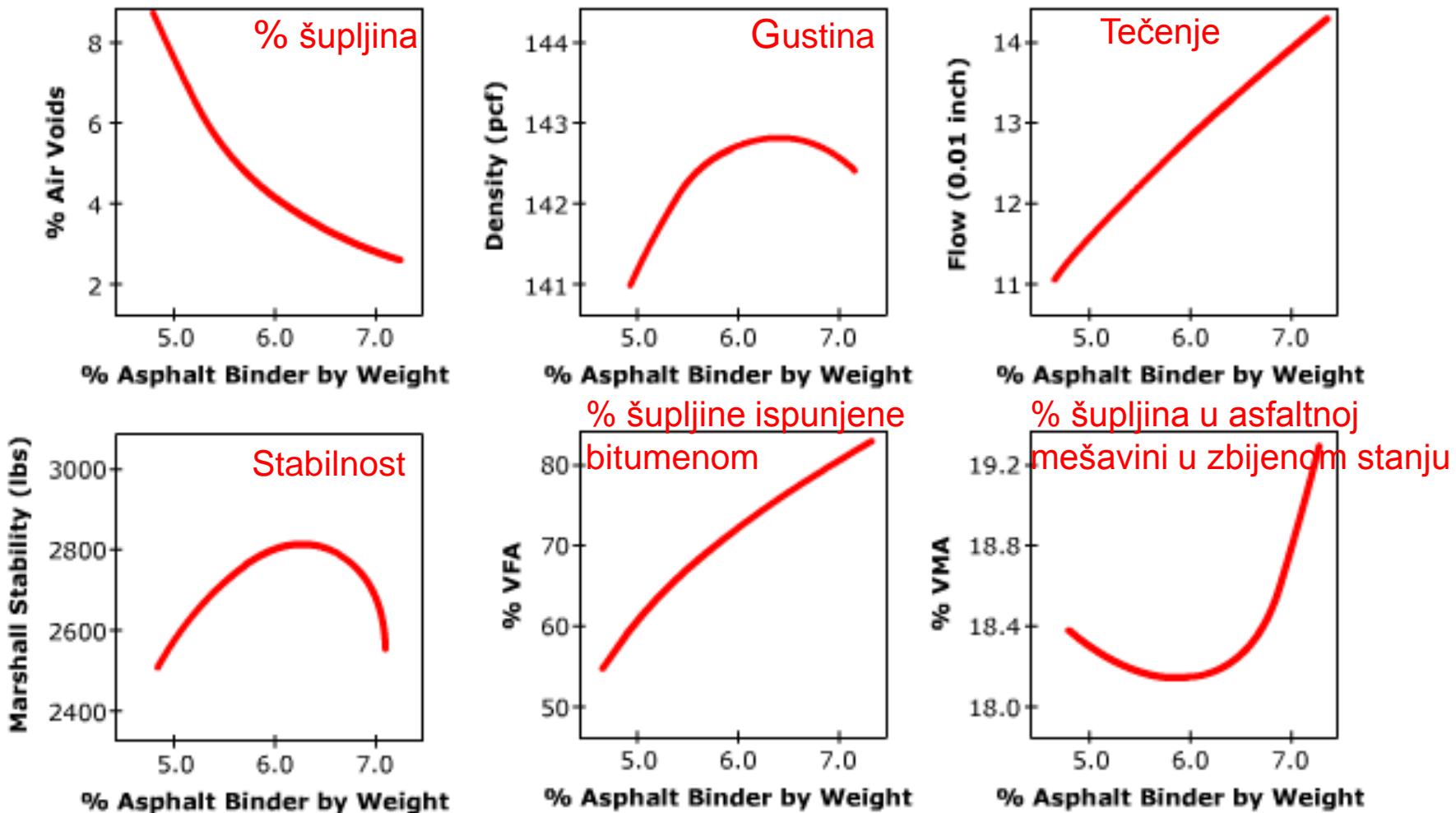


Ispitivanja asfaltnih kolovoza- asfaltna mešavina oprema laboratorije preduzeća Planum



Ispitivanja asfaltnih kolovoza- asfaltna mešavina

Metoda Maršala–dijagrami fizičko-mehaničkih svojstava asfaltne mešavine



See Next Step

Ispitivanja asfaltnih kolovoza- asfaltna mešavina

❖ **Metoda Maršala** - tumačenje dijagrama fizičko-mehaničkih svojstava asfaltne mešavine

- % šupljina se smanjuje sa povećanjem količine bitumena.
- Sa povećanjem količine bitumena raste i gustina, ali samo do određene granice, nakon toga sa povećanjem količine bitumena gustina se smanjuje.
- Sa povećenjem količine bitumena raste i deformacija (tečenje).
- Stabilnost se povećeva sa povećanjem sadržaja bitumena, dostiže maksimum i zatim opada.
- Sa povećanjem količine bitumena u mešavini povećeva se i % šupljina ispunjenih bitumenom.
- Sa povećanjem količine bitumena u mešavini smanjuje se i % šupljina, dostiže minimum i zatim nastavlja da raste.

Hvala na pažnji!