

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební,
Ústav pozemních komunikací

Silniční stavební materiály a technologie na pozemních komunikacích

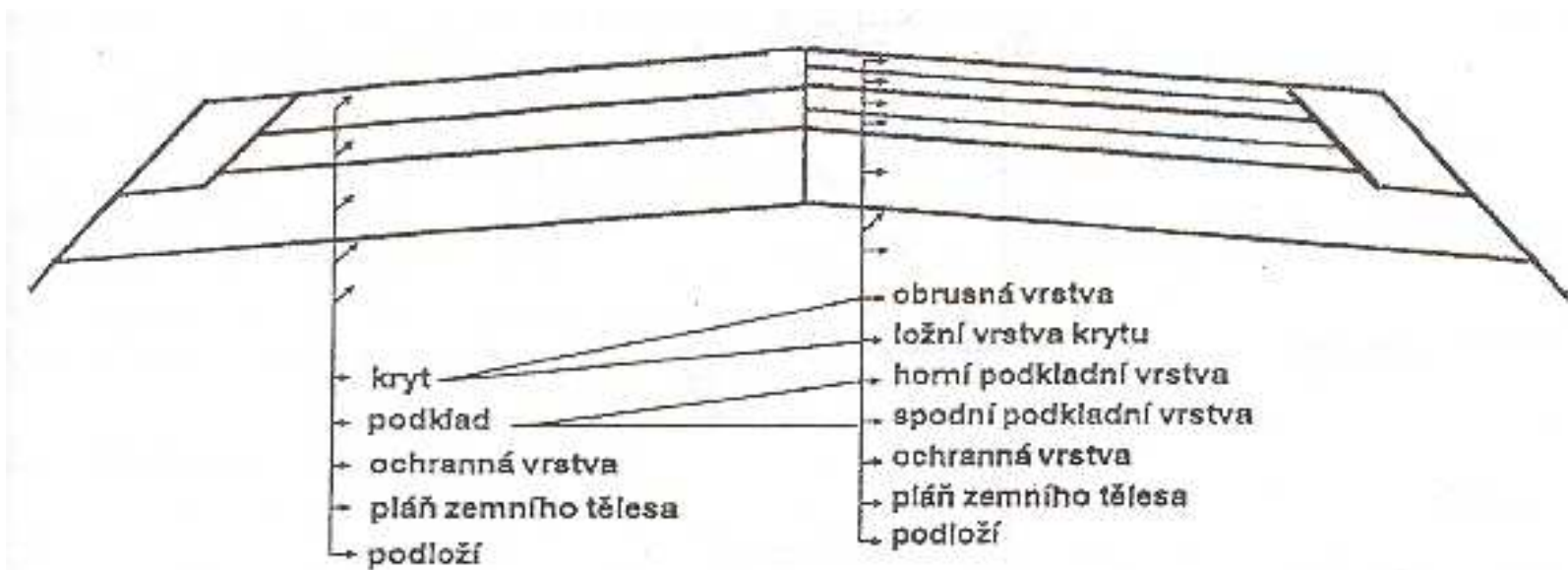
základní rozdělení a vlastnosti

Dušan Stehlík

Obsah

- Rozdělení používaných technologií a silničních materiálů a pojiv.
- Asfalt jako nejpoužívanější pojivo krytových vrstev.
- Zkoušení asfaltových pojiv a asfaltových směsí.
- Funkční zkoušky silničních stavebních materiálů

Příčný řez – grafické vyjádření návrhu vozovky



Katalog vozovek TP 170 – podle návrhového programu LAYEPS

Výstavba, údržba, oprava, recyklace a rekonstrukce užívá:

A.) To co se na daném území nachází:

- horniny (zeminy, skalní horniny),
- kameniva.

B.) Dováží se jen „ušlechtilé“ materiály:

- vápno,
- cement,
- ocel,
- **asfalt**

Vápno

- Nepoužívá se hašené vápno, ale práškovité a nehašené vzdušné (CaO).
- Vápnem se upravují vlastnosti jemnozrnných zemin s obsahem pucolánových, jílových minerálů.
- Vápno reaguje s jílovými minerály, dochází ke shlukování jílových částíček (flokulace) a směs zeminy s pojivem se stává odolnější proti vodě, proti účinkům mrazu a jsou pevnější, „únosnější“.

Zlepšení zemin vápnem - technologie



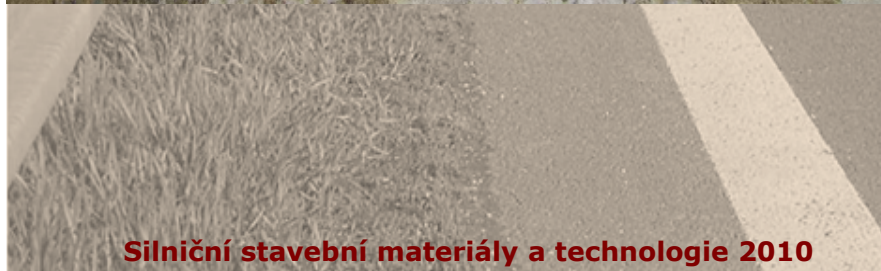
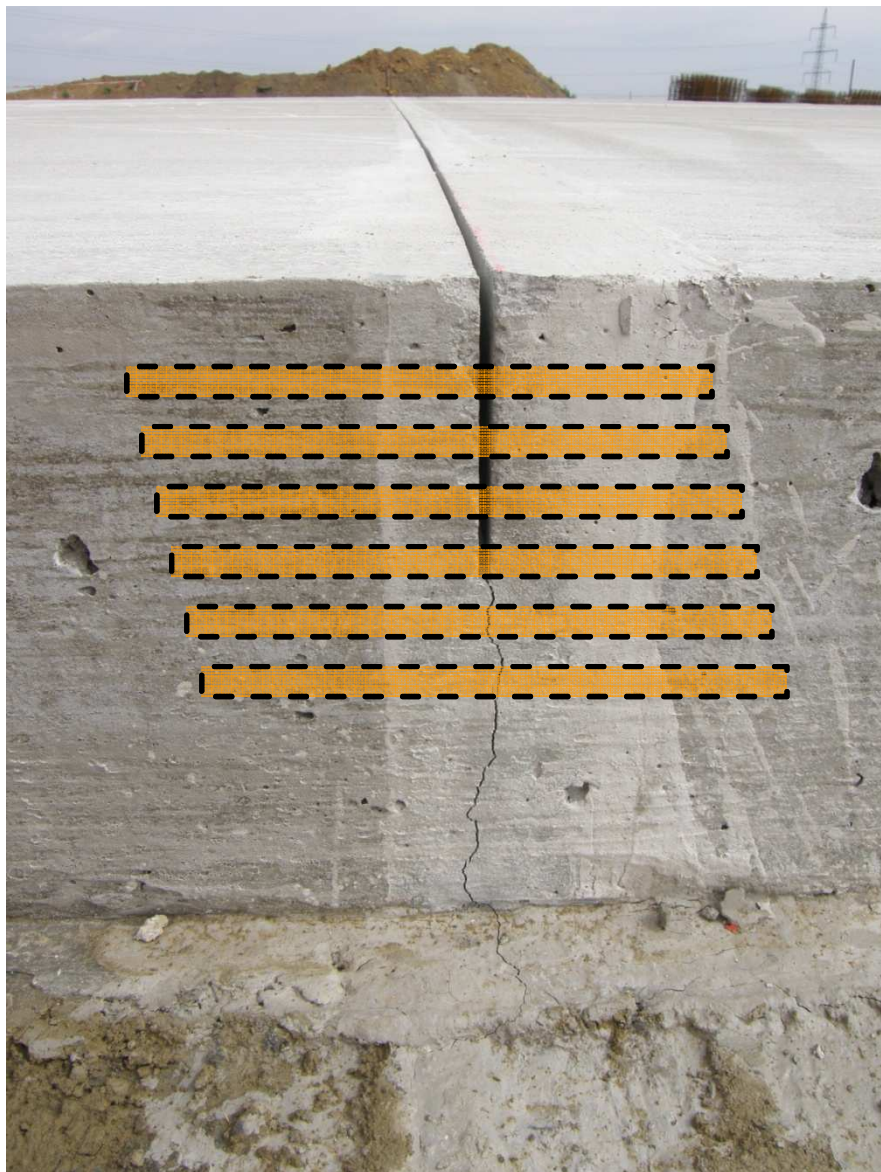
Cement

- pro betony na stavbu mostů a konstrukcí (tunely, propustky, obručníky, odvodňovací zařízení, svodidla),
- pro výrobu dlažby,
- pro stavbu cementobetonových krytů a stmelených podkladních vrstev vozovek pozemních komunikací,
- pro zpevňování problematických písčitých a štěrkovitých zemin v aktivní zóně podloží vozovky.

Pokládka cementobetonového krytu







Ocel

- pro konstrukce ocelových a lanových mostů, dopravních zařízení (značek, portálů, svodidel apod.)
- jako výztuž do betonových konstrukcí (betonové mosty, tunely, propustky, kanalizací, poklopů, svodidel apod.),
- pro kotvy a trny do cementobetonových krytů.

Asfalt

- na izolace proti vlhkosti, podzemní a povrchové vodě
- k těsnění vodohospodářských děl
- k výstavbě vozovek,
- k údržbě vozovek,
- k opravě vozovek,
- k recyklaci vozovek.



Složení asfaltu

- Směs vysokomolekulárních uhlovodíků.
- Složení závisí na místě výskytu (původu ropy).

Uhlovodíky se dělí na oleje, pryskyřice (celkově maltény) a asfaltény:

- Asfaltény jsou tuhé částice, které asfalt zahušťují.
- Maltény fyzikálními a chemickými procesy stárnou (účinkem kyslíku, teploty, ultrafialového záření), stávají se hustší.

Druhy asfaltu

- **Ropné**
 - silniční
 - tvrdé

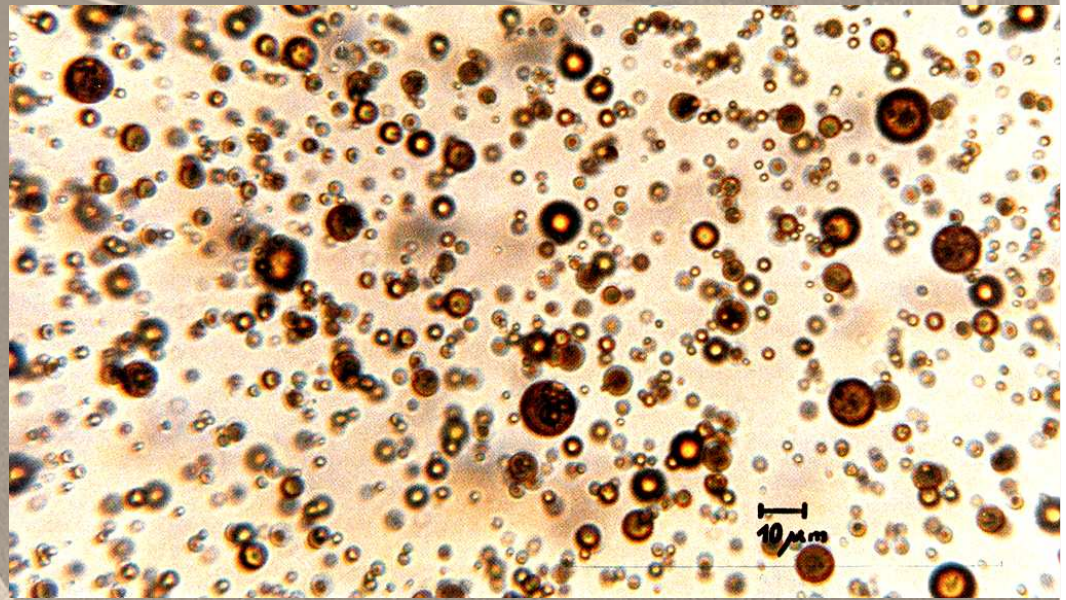
Penetrace
70/100, 50/70, 30/50
10/20,
- **Přírodní**, tvrdé s příměsemi - v ČR se nepoužívají
- **Modifikované**
 - elastomery (kaučukem), AM_e130 , AM_e65 , AM_e45 ,
 - plastomery (PE, EVA) AM_p65 , AM_p45 , AM_p25
 - gumou z ojetých pneumatik
- **Emulze**

30 % a 70 % vody
- **Ředěné asfalty**

nedoporučují se užívat

Výroba a úprava asfaltu

- **Silniční asfalty** - destilací ropy, obvykle vakuová destilace a umělé stárnutí polofoukáním, přidávání zbytků z rafinerie
- **Modifikované asfalty** – vmíchání modifikační přísady, která v asfaltu nabobtná a vytvoří strukturu
- **Emulze** – vmíchání horkého asfaltu do vody



Postřik asfaltem (emulzí)



Konvenční zkoušky asfaltových poživ

1. Stanovení penetrace jehlou
2. Stanovení bodu měknutí metodou KK
3. Stanovení teploty lámavosti podle Fraasse
4. Vratná duktilita

Stanovení penetrace jehlou ČSN EN 1426

Podstata metody: stanovení průniku jehly do vzorku asfaltu (v 0,1 mm) při teplotě lázně 25°C po dobu 5 s. Celkové zatížení na jehlu je 100 g.

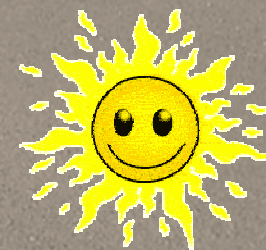
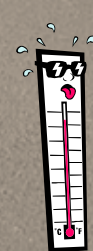


Teplota bodu lámavosti

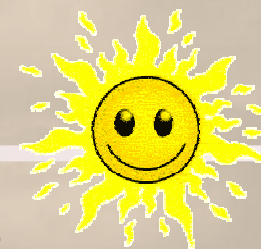
Teplota bodu měknutí

OBOR PLASTICITY

0°C

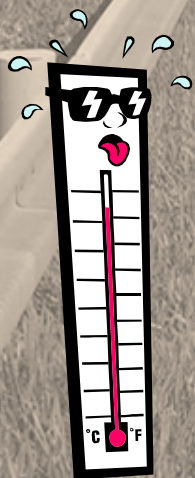


Stanovení bodu měknutí kroužkem a kuličkou ČSN EN 1427



Podstata metody: jde o stanovení teploty, při níž asfalt změkne natolik, že ocelová kulička položená na vrstvě asfaltu o tl. 6,4 mm protáhne tuto vrstvu na délku 25 mm.

(Stanovení horní meze oboru plasticity ve °C)



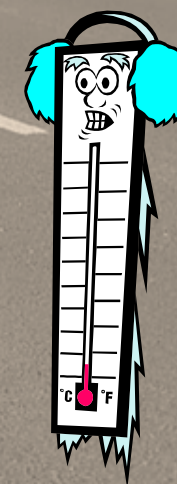
Stanovení bodu lámavosti podle Fraasse

ČSN EN 12593



Podstata metody: Jde o stanovení teploty, při které se tenká vrstva asfaltového pojiva nanesená na ocelový plíšek za definovaných podmínek ochlazování a zatížení zlomí.

(Stanovení spodní meze oboru plasticity ve °C)



Základní vlastnost asfaltu umožňuje (positiva)

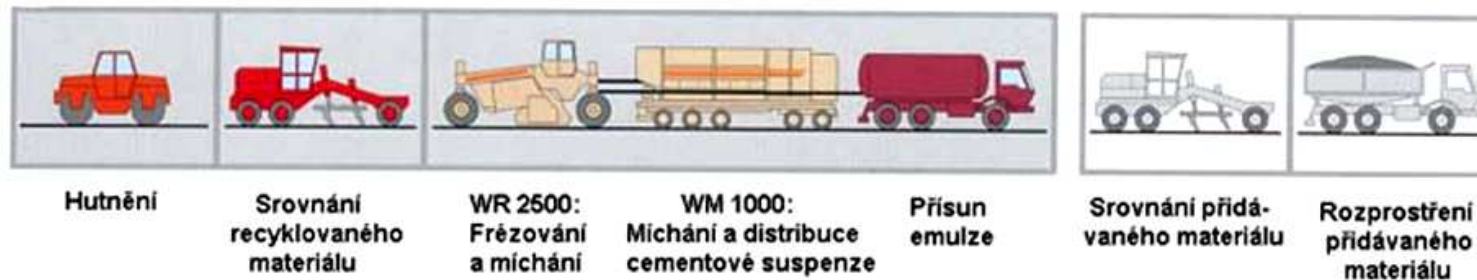
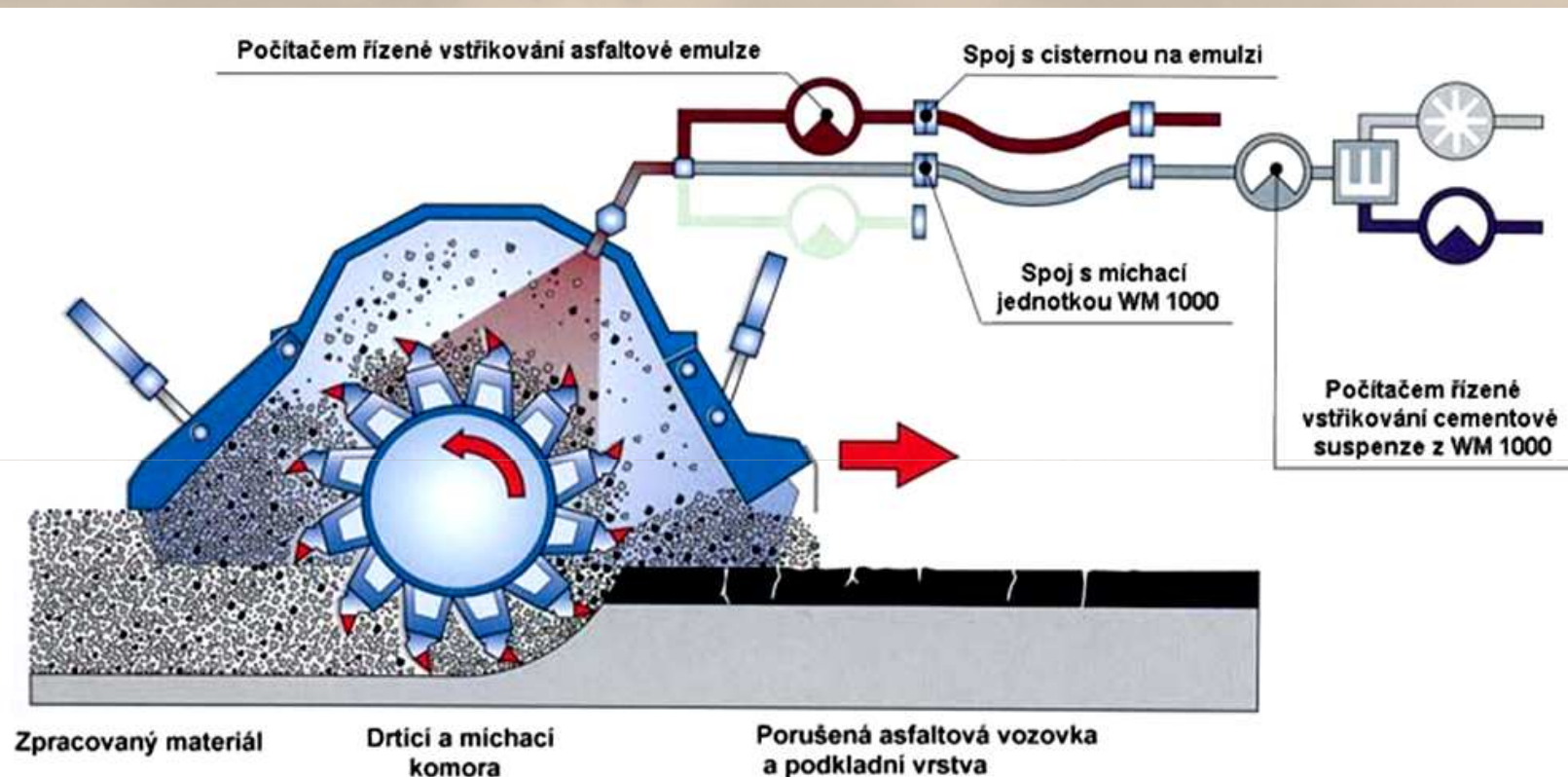
- Jednoduché zpracování (stříkání, míchání, **obalování kameniva**, nanášení na povrch apod.) za vysoké teploty.
- Další zpracování výrobku za snižování teploty.
- Použití výrobku okamžitě po vychladnutí.
- Snadnou údržbu poškozeného materiálu nanesením nejtenčí vrstvy asfaltu nebo asfaltového výrobku.
- Po zahřátí výrobku znovupoužití (recyklaci).

Asfaltová směs = asfalt + kamenivo + (aditiva)

Pokládka vrstvy z asfaltové směsi



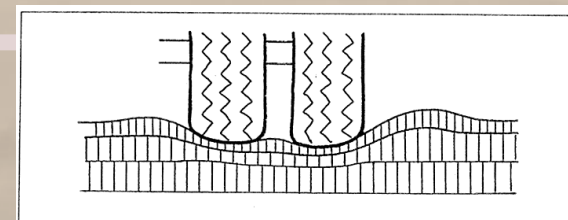
Recyklace vozovky pojivem - asfaltová emulze a cement



Negativní vlastnosti – nízké teploty



Negativní vlastnosti – vysoké teploty

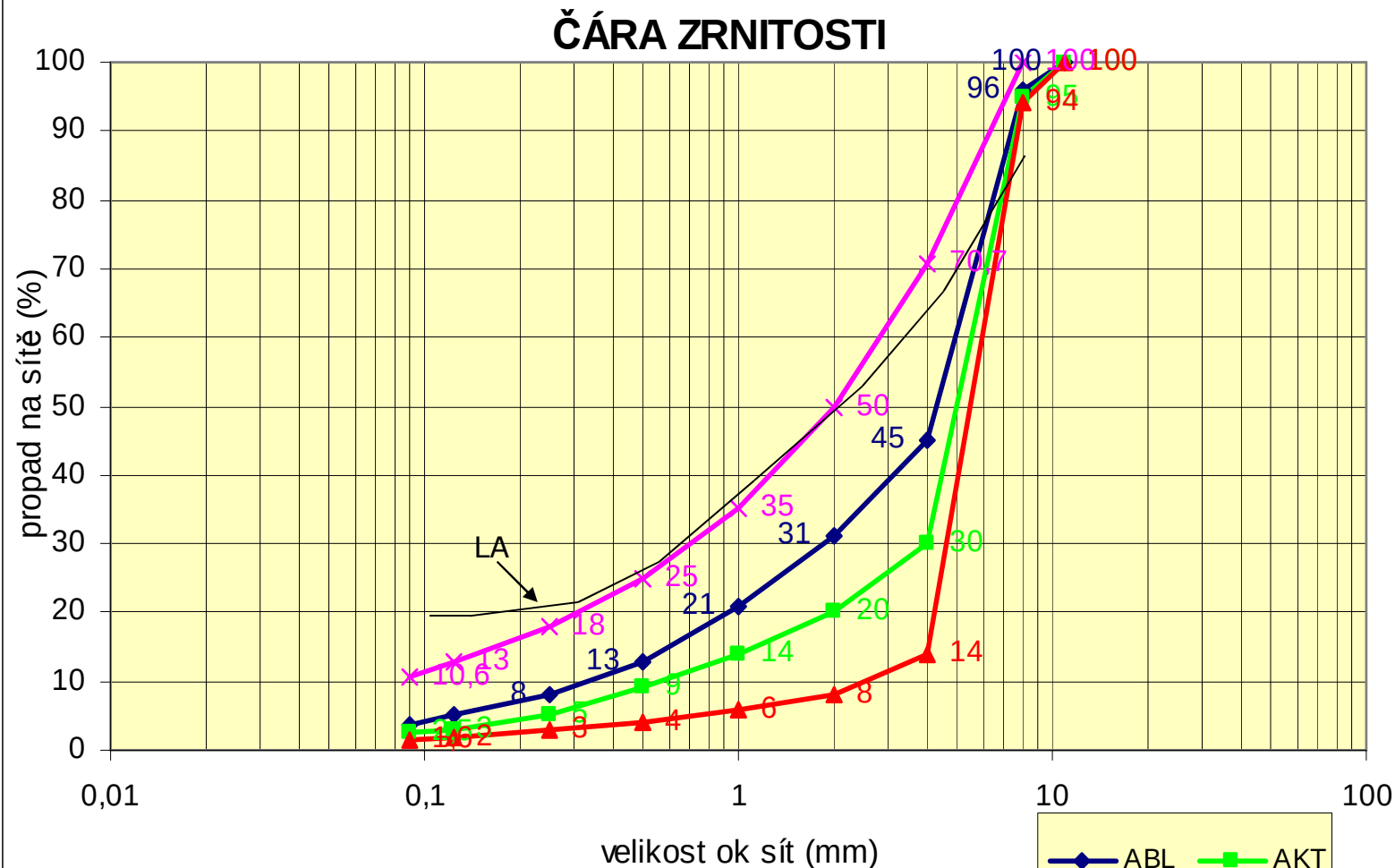


Zkoušení asfaltových směsí pokrývá návrh, výrobu, provedení a funkční vlastnosti

- Návrh (čára zrnitosti, druh a množství asfaltu) a modelování výroby (míchání)
- Zhutňování
- Kontrolu provedení (tloušťky a mezerovitosti)
- Stanovení funkčních vlastností
 - modul tuhosti
 - odolnost proti únavě,
 - odolnost proti tvorbě trvalých deformací,
 - odolnost proti mrazovým trhlinám.

Návrh kameniva asfaltové směsi

Zrnitost kameniva a druhy směsí



- Lity asfalt
- Asfaltový beton obrusný ACO
- Asfaltový koberec tenký BBTM
- Asfaltový beton ložní ACL
- Asfaltový koberec drenážní PA

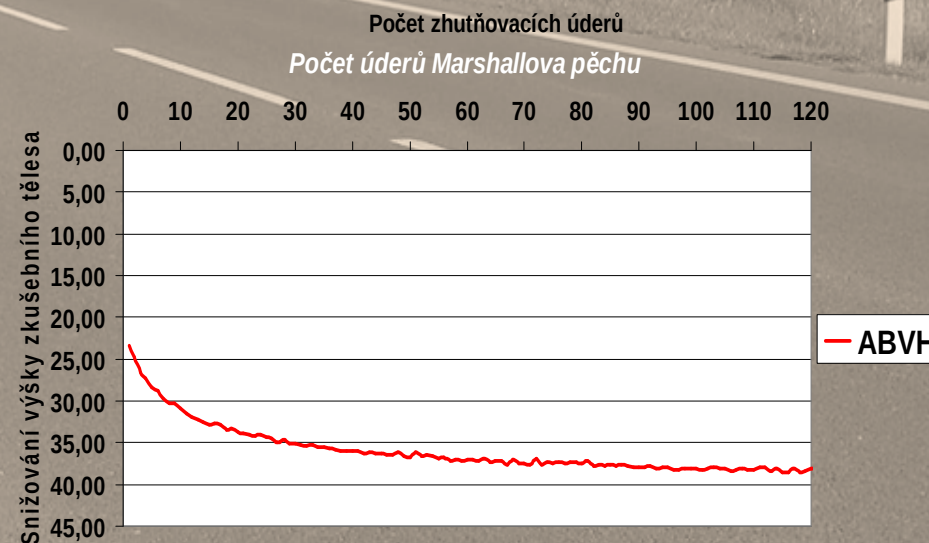
Modelování výroby Zhutňování

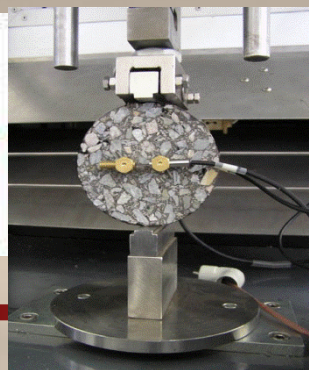


Marshallův
rázový
zhutňovač



Bezdotykový
snímač

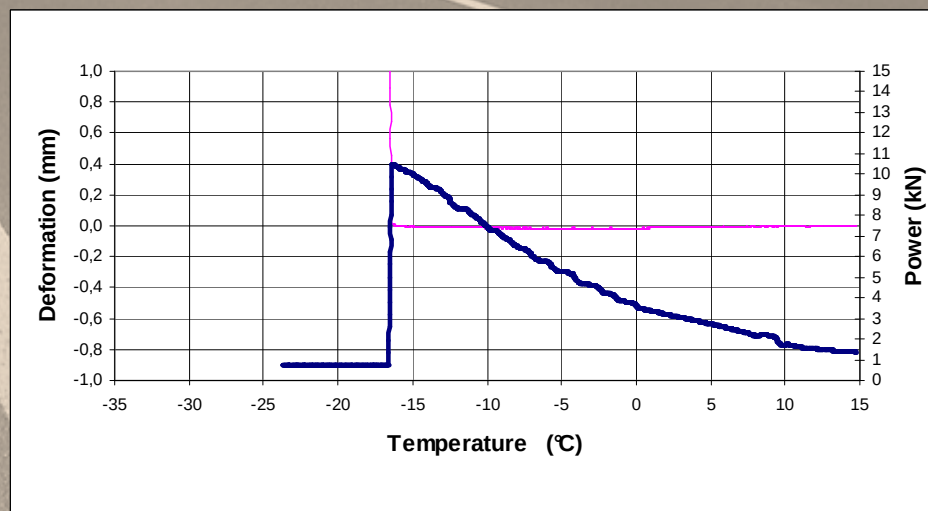
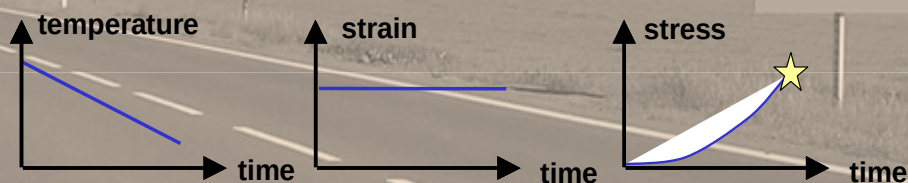
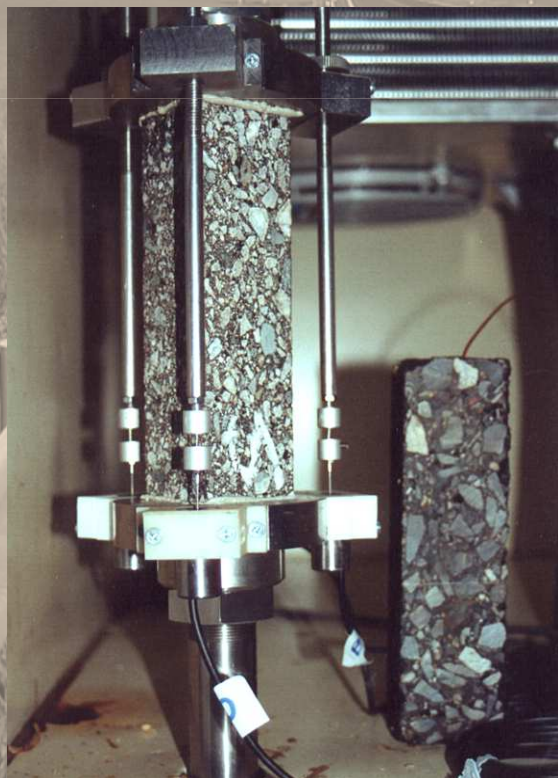




Funkční zkoušky



Nízkoteplotní charakteristiky asfaltových směsí



Odolnost proti trvalým deformacím

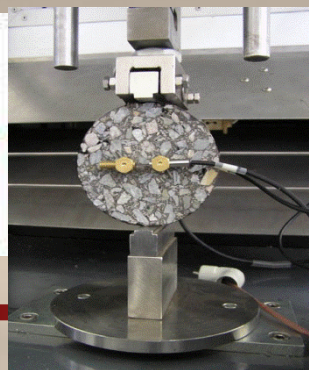


Triaxiální zkouška

Pojíždění kolem při 50 °C



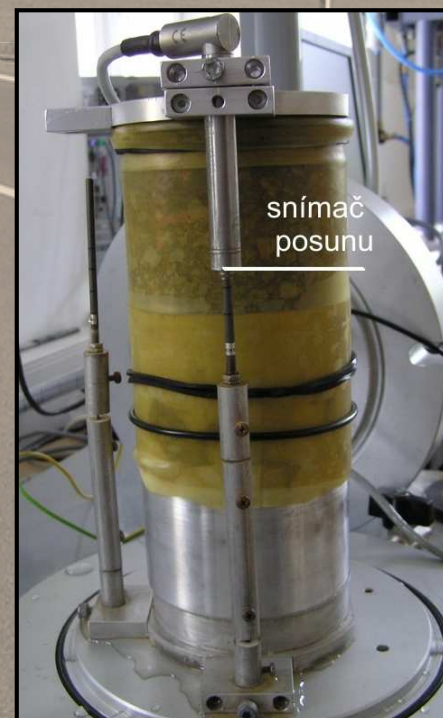
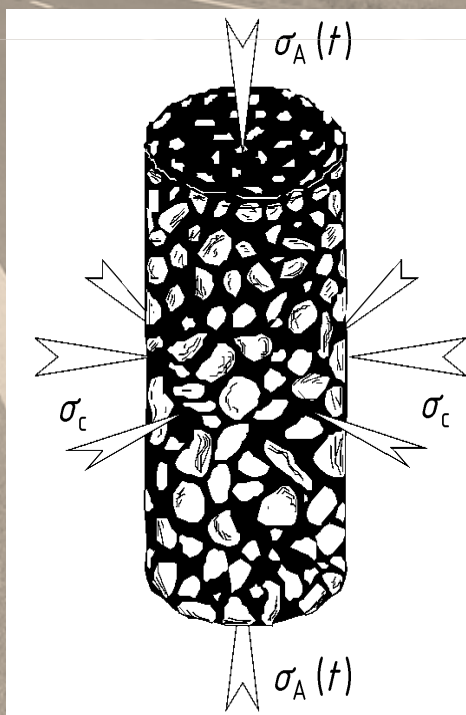
Zkoušky při teplotách 40 °C a 50°C

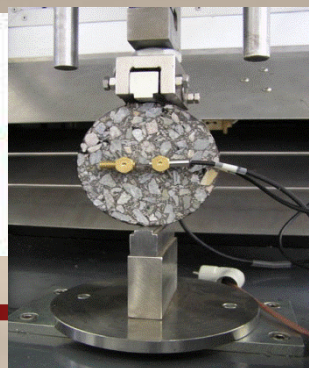


Funkční zkoušky

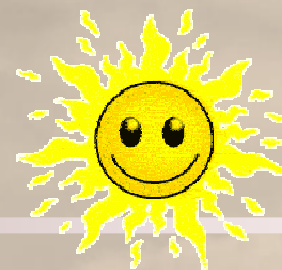


Odolnost asfaltových směsí proti tvorbě TD

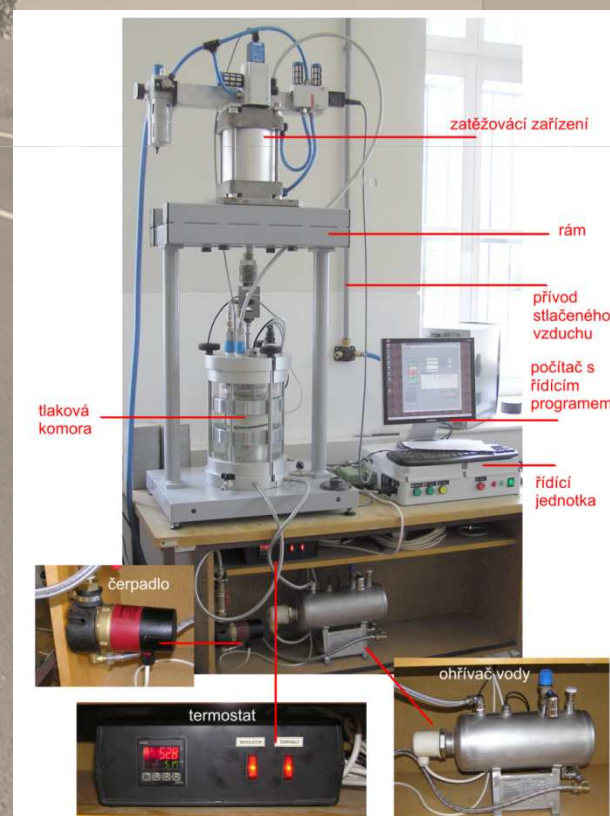
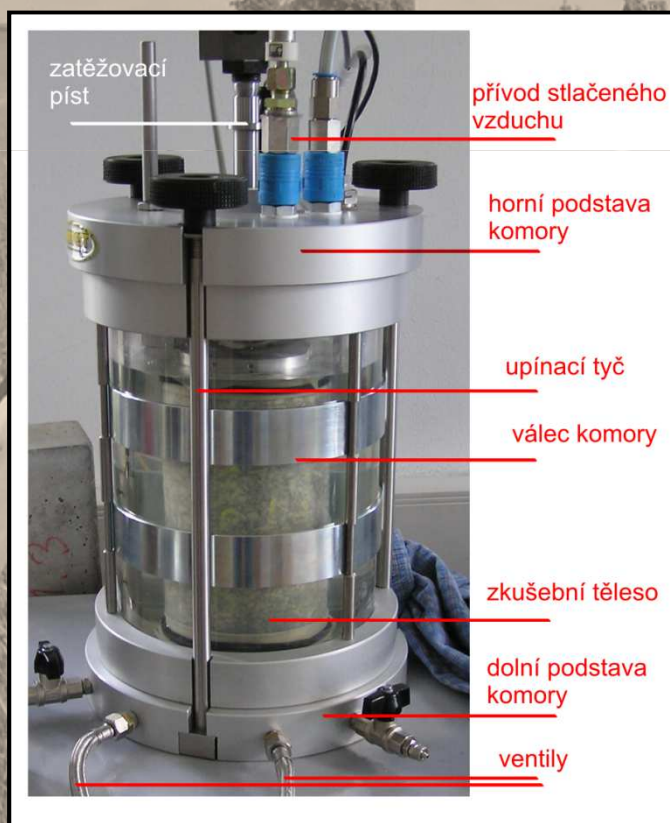




Funkční zkoušky

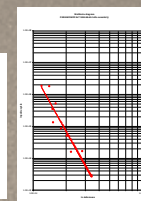
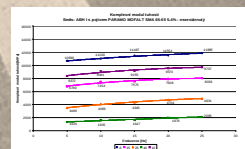
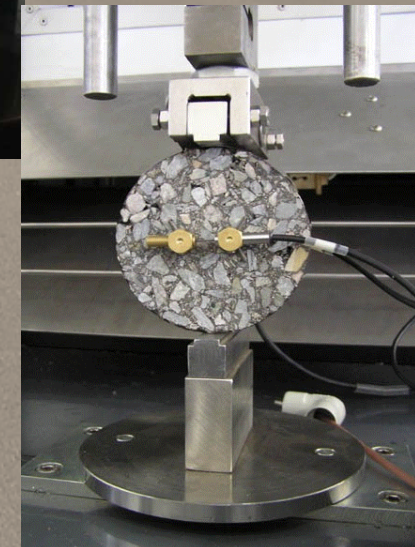
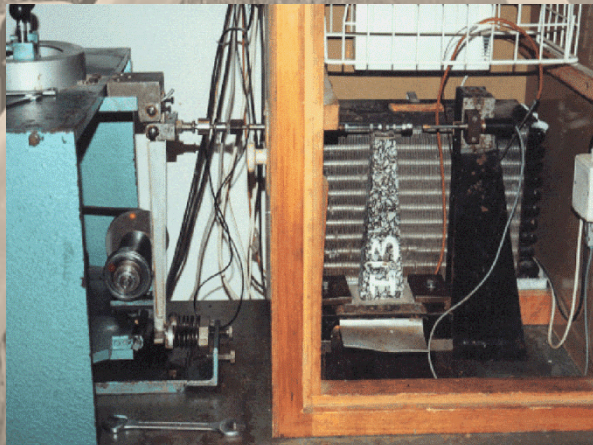
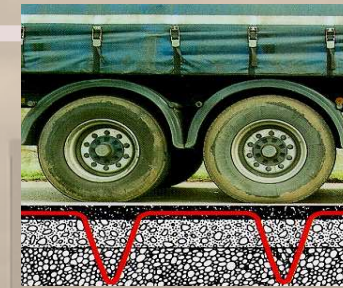
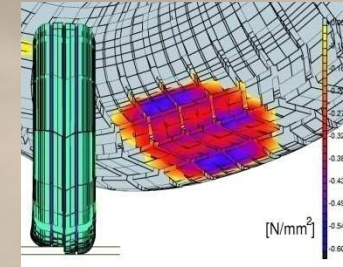
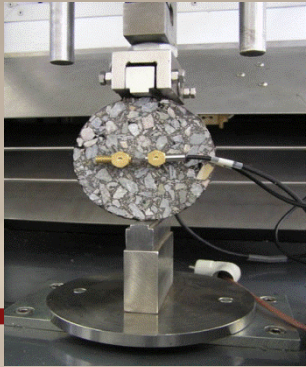


Odolnost asfaltových směsí proti tvorbě TD

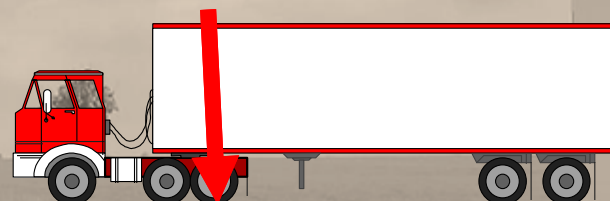
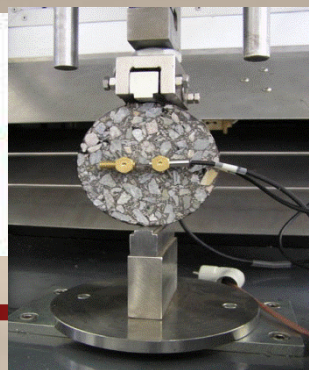


Funkční zkoušky

Stanovení materiálových charakteristik



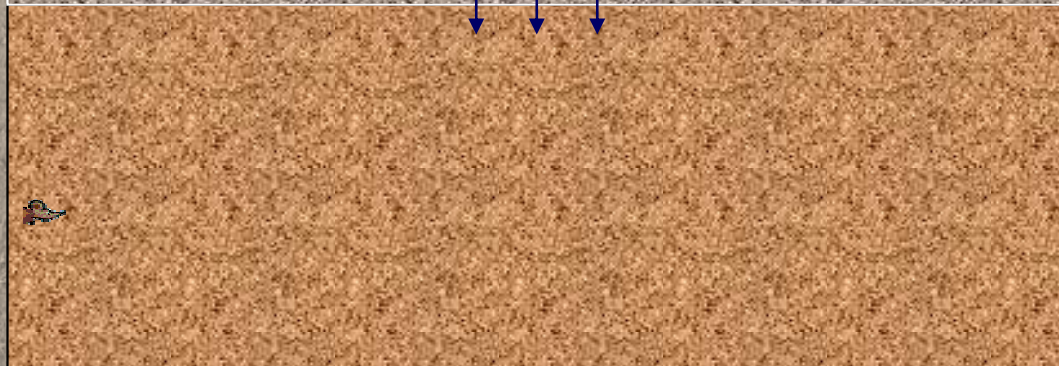
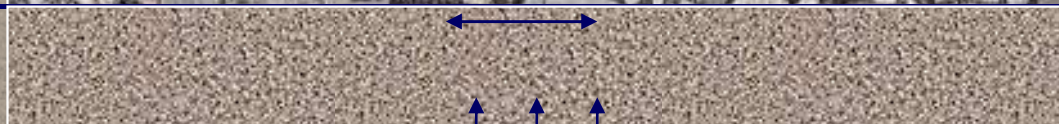
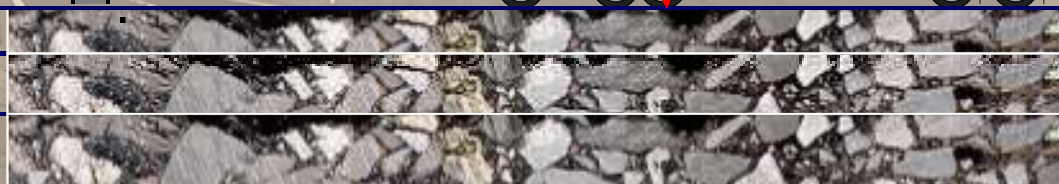
Návrhy a posuzování konstrukcí vozovek, návrhy údržby a oprav



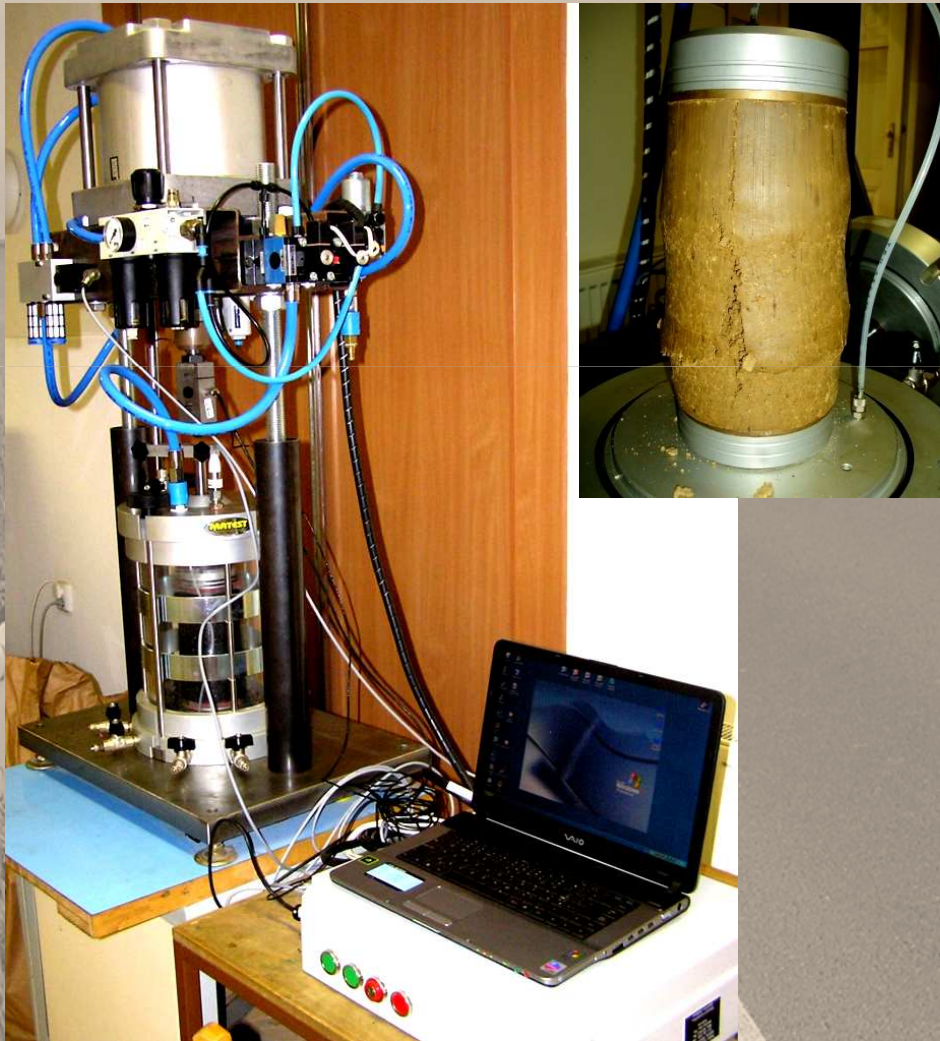
h_1, E_1, μ_1

h_2, E_2, μ_2

h_3, E_3, μ_3



Modul pružnosti a odolnost vůči nárůstu trvalé deformace nestmelených podkladů a podloží



**Opakované dynamické
zatěžování v triaxiálním
namáhání**

**Namáhání silovými pulzy
nebo harmonicky se
měnícím tlakem**

**Boční tlak konstantní
nebo se mění jako
svislý tlak**

**Stanovení modulu
pružnosti v závislosti na
druhu materiál a vlhkosti**

Stanovení namrzavosti jemnozrnných materiálů



Spodní líc zkušebního tělesa je v dotyku s vodou o teplotě 4 °C

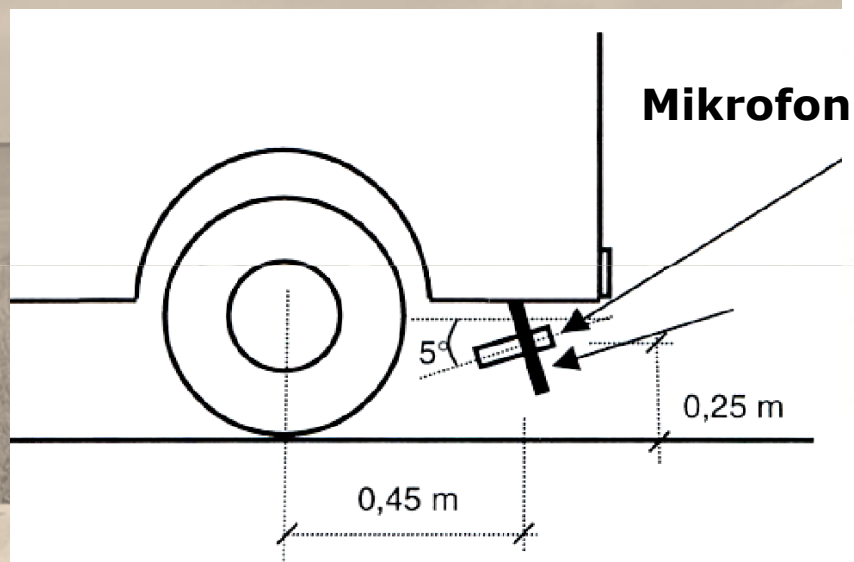
Horní líc je chlazen na teplotu -4 °C

Teplotní spád zvyšuje pohyb vody, která v místě teploty mraznutí vytváří vrstvu ledu

O vrstvy ledu se zvyšuje měřená výška tělesa

Rychlost nárůstu mrazového zdvihu během 5 dní je charakteristikou namrzavosti

Měření hlučnosti a odolnosti proti smyku povrchu vozovky



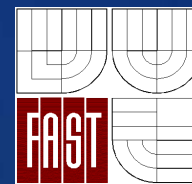
Měřicí kolo (otáčí se rychlostí o 15% nižší než se pohybuje zařízení)

Stanovení hlučnosti a odolnosti proti smyku v závislosti na rychlosti a druhu povrchu (makrotextuře a mikrotextuře povrchu)

Odvození parametrů pro návrh směsi kameniva ohrusné vrstvy a metodika laboratorního stanovení makrotextury

Závěrečné shrnutí

- Asfalt – viskoelastický materiál – stále teče (netuhý);
- Cementobetonové kryty – spáry (tuhé);
- Nosná vrstva vozovky – podkladní vrstva;
- Model - pružný poloprostor;
- Funkční zkoušení – přibližování reálnému namáhání vozovky;
- Bezpečnost a provozní způsobilost.



Děkuji za pozornost