

AV '21 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2021

Zkoušení materiálů a konstrukcí vozovek II. část

Michal Varaus, Vysoké učení technické v Brně

23. – 24. listopadu 2021, České Budějovice

Motto: Bez kvalitních vozovek Evropu nedoženeme

AV '21 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2021

Poznátky s uplatněním hodnocení filerů dle ČSN EN 1744-4, příloha A

Ing. Jan Valentin, PhD., Ing. Václav Nežerka, PhD.,
Ing. Jan Trejbal, PhD., Ing. Petr Gallo, ČVUT v Praze

Problematika filerů

Tradice

- ➔ Vápencové filery = vápencové moučky
= cement dle ČSN EN 206-1

Alternativa

- ➔ Vratné filery → devalvace odvozem na skládky
 - ➔ Lomy → odprašky
 - ➔ Popílký ze spalování uhlí
 - ➔ Uhelný prach
-
- ➔ Běžné zkoušky filerů – propad sítem 0,063 mm, methylenová modř, Δ KK, obsah vody

Postup dle ČSN EN 1744-4 Citlivost filerů na vodu

Zkoušení

- ➔ Cílem → hodnocení alternativních filerů
- ➔ 5 různých filerů + 3 zdroje kameniva → Návrh asfaltových směsí
- ➔ Kamenivo: spilit, žulový porfyr a fonolit
- ➔ Asfalt: 160/220
- ➔ Zkoušky: ITSr, pokles Marshallovy stability, Modul tuhosti

Postup dle ČSN EN 1744-4 Citlivost filerů na vodu

Zkoušení

- ➔ Zkoumala se charakteristika rentgenové spektrometrie
→ poměr SiO_2/CaO
- ➔ V návrhu směsí se ukázalo, že různé filery ovlivňují M % směsí
- ➔ M % ~ 4,8 % - 6,7 %
- ➔ Byly nalezeny dílčí korelace mezi zkoušenými parametry
- ➔ Nejlepší výsledky dosáhly filery lomových odprašků, ne vždy však tyto materiály dosáhly nejlepších ztužujících účinků
- ➔ Autoři doporučují se této problematice i do budoucna intenzivně věnovat

AV '21 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2021

Pevnost v tahu za ohybu – alternativní metody měření

Ing. Pavla Vacková, PhD., Ing. Jan Valentin, PhD.
ČVUT v Praze

Pevnost v tahu za ohybu

Odkaz na předpisy

- ➔ TP151 Asfaltové směsi s vysokým modulem tuhosti
- ➔ ČSN 73 6120 Ostatní asfaltové směsi

Změna okrajových podmínek

- ➔ Standardní → rychlost 1,25 mm/min
→ rozpětí podpor 250 mm
- ➔ Alternativní → rychlost 50 mm/min (zkouška relaxace)
→ rozpětí podpor 200 mm, 100 mm

Pevnost v tahu za ohybu

Zkoušené asfaltové směsi

- ➔ SAL 8, 10 typů pojiv, 1/2 pojiv modifikována pryží
- ➔ VMT 22 s nemodifikovaným asfaltem

Vliv rychlosti pro SAL 8

- ➔ 1,25 mm/min x 50 mm/min → 6 % pokles až 164 % nárůst

Vliv rychlosti pro VMT 22

- ➔ 1,25 mm/min x 50 mm/min → 50 % pokles, 50 % nárůst
- ➔ Nejednoznačné výsledky

Pevnost v tahu za ohybu

Zkoušené asfaltové směsi z pokusného úseku

- ➔ SMA 22 L
- ➔ SMA 8 NH
- ➔ BBTM 8 NH
- ➔ R-materiál 0 – 50 %
- ➔ Rychlost zatěžování 1,25 mm/min.

Vliv rozpětí podpor

- ➔ 250 mm x 100 mm → nárůst pevností o cca 50 %

Vliv u ACO 11S

- ➔ Kratší rozpětí trámek dosáhlo dokonce nižších pevností

Závěr ➔ Nejednoznačné výsledky, porovnání – stejné okraj. podmínky

Vliv stárnutí na nízkoteplotní vlastnosti asfaltových směsí

Ing. Pavla Vacková, PhD., Ing. Jan Valentin, PhD.,
Majda Belhaj, MSc. ČVUT v Praze

Vliv stárnutí na lomové parametry

Stárnutí

- ➔ Termooxidační proces
- ➔ Ultrafialové záření
- ➔ Vliv modifikantů
- ➔ Tloušťka asfaltového filmu
- ➔ Přítomnost R-materiálu

Vliv na hodnocené parametry

- ➔ Nárůst pevnosti a tuhosti
- ➔ Zlepšení odolnosti proti trvalým deformacím
- ➔ Křehčí pojivo → vznik mrazových a únavových trhlin
- ➔ Index stárnutí: Poměr zestárlého/nezestárlého parametru
Čím blíže k 1,0 → směs méně náchylná ke stárnutí

Použité směsi a zkoušky

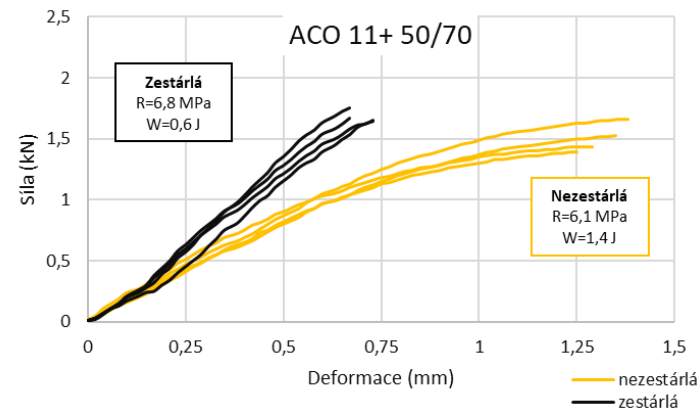
Asfaltové směsi a zkušební metody

- ➔ 100 variantách pro půlválcová tělesa → SCB test
- ➔ 150 variantách na trámečcích → 3PB
- ➔ Vzorokly z laboratoře, obalovny nebo stavby
- ➔ AC, SMA, SMA NH, BBTM NH, X % R-materiálu
- ➔ Vliv přítomnosti R-materiálu
- ➔ Nemoifikovaná pojiva, modifikovaná pojiva – SBS/pryž
- ➔ Stárnutí → 5 dní při 85°C

Výsledky

Pevnost v tahu za ohybu

➔ Po stárnutí → pevnost narůstá, lomová práce klesá



➔ Index stárnutí pro pevnost > 1 , pro lomovou práci < 1

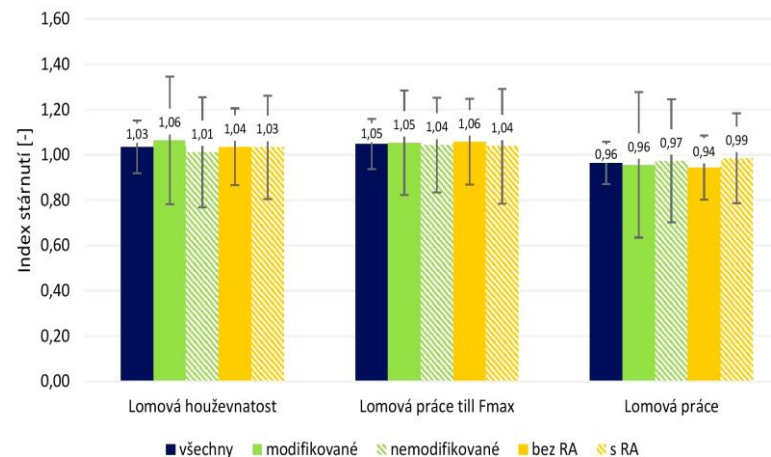
➔ Zestárlá asfaltová tělesa v oboru nízkých teplot → menší energie k lomu

➔ Modif. asfalty vykazovaly horší výsledky jak nemodif. asfalty - překvapivé

Výsledky

Odolnost vůči šíření mrazové trhliny (SCB test)

- ➔ Po stárnutí → lomová houževnatost po stárnutí narůstá,
 - lomová práce do F_{max} dtto,
 - celková lomová práce klesá



- ➔ **Závěr:** Analýza výsledků, např. modif. asfalty ovlivněny stárnutím více, přítomnost R-materiálu nemá negativní vliv na index stárnutí atd.

AV '21 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2021

RULYFALT® - Nová technologie litého asfaltu

Bruno Marcant, MSc., PhD., ValoChem SARL, Francie

RULYFALT

Moderní technologie litého asfaltu

- ➔ **Litý asfalt** → vodonepropustný, vysoká odolnost proti únavě
 - odolný proti otěru, rozmrazovacím látkám
 - nízká údržba, vysoká životnost
 - nevýhoda: Vysoké teploty zpracování

- ➔ **RULYFALT** → výrazně zlepšuje zpracovatelnost (snížení obsahu asf.)
 - snížení teploty 240°C → 175°C (naftenické pojivo)
 - = snížení uhlíkové stopy
 - nezhoršení odolnosti proti trvalým deformacím
 - pozitivně ovlivňuje smršťování

Problematika vodostavebních asfaltových betonů pro těsnění vodních děl

Prof. Ing. Jan Kudrna, CSc., Ing. Květoslav Urbanec, MBA, LL.M.
CONSULTEST s.r.o.,

Prof. Ing. Jaromír Říha, CSc., Ing. Miroslav Špano, PhD.,
Ing. Pavel Šperka, VUT v Brně

Vodní nádrž Dlouhé Stráně

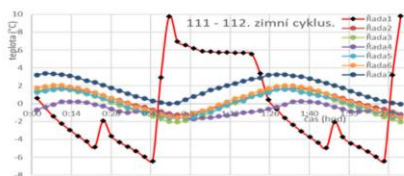
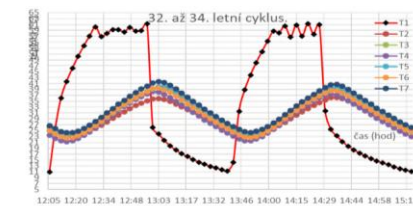
- ➔ Přečerpávací elektrárna v pohoří Jeseníky → 1995
- ➔ Kolísání hladiny vody
- ➔ Konstrukce → Asfaltový mastix 2 mm
 - Těsnící AC 0/16 80 mm
 - Podkladní AC 0/16 60 mm
- ➔ 4 roky po zahájení používání → poruchy
- ➔ 2007 Celková oprava těsnění odfrézováním
- ➔ Opakování poruch po opravě
- ➔ Poruchy ve formě puchýřků vyplněných vodou → účinky tepla 60°C a mrazu → kaverny



Vodní nádrž Dlouhé Stráně

Poruchy povrchu nádrže

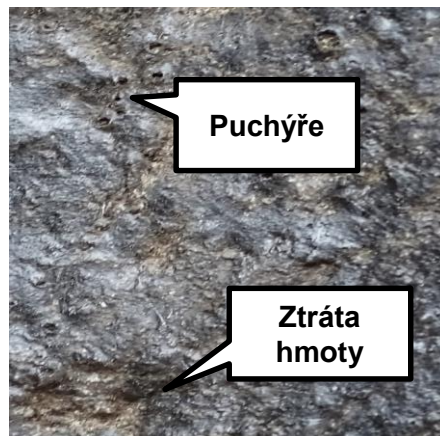
- ➔ Původní materiál čedič, jednoznačná příčina poruch nenalezena
- ➔ Čedič obsahuje zeolit, který může uvolňovat vodu
- ➔ 2007 oprava těsnění CH-WALO, použita droba → stejné poruchy vysvětlení poruch WALO → puchýře jako u litého asfaltu nepravděpodobné → poruchy jsou odshora dolů
- ➔ Projekt TAČR → výroba zařízení na provádění funkčních zkoušek → simulace cyklování v létě i zimě



Vodní nádrž Dlouhé Stráně

Zkoušení v cyklovacím zařízení

- ➔ Zkoušení souvrství vyrobeného laboratorně podle receptur WALO
- ➔ Segmentový zhutňovač → těsnící vrstva hutněna na/pod mezerovitou vrstvou
- ➔ Vývrty souvrství 150 mm → zkušební zařízení, 100 mm → M %, ITS
- ➔ Vývrty opatřeny vrstvou mastixu → 84 letních cyklů, 314 zimních cyklů
- ➔ Posouzení stavu povrchu těles po odstranění mastixu a dalším cyklování



Vodní nádrž Dlouhé Stráně

Fyzikálně mechanické vlastnosti

- ➔ Modifikovaná zkouška přilnavosti se zmrazováním
- ➔ Modif. zkouška mrazuvzdornosti kameniva → nejlepší mramor, nejhorší žula
- ➔ Stanovení mezerovitosti a míry zhutnění obou polovin těles
- ➔ ITS, ITSR



Závěr

- ➔ Osvědčil se systém přípravy a zkoušení těles
- ➔ Na porušení těsnící vrstvy VABT se podílí :
 - Mezerovitost vrstvy, v reálu zestárnutí mastixového potěru, trhliny po válci
 - Nižší odolnosti kameniv proti zmrazování
 - Nedostatečná přilnavost asfaltu ke kamenivu

Inovativní zkušební metoda pro posouzení přínosu vyztužování asfaltových vrstev sklovláknitými mřížemi

Ing. Pavel Šperka, Ing. Dominik Sadil, Ing. Josef Holomek, PhD.

Prof. Ing. Jan Kudrna, CSc., VUT v Brně

Ing. Štěpán Bohuš, PhD., SAINT-GOBAIN ADFORS CZ s.r.o.

Ing. Tomáš Helan, Labtech s.r.o.

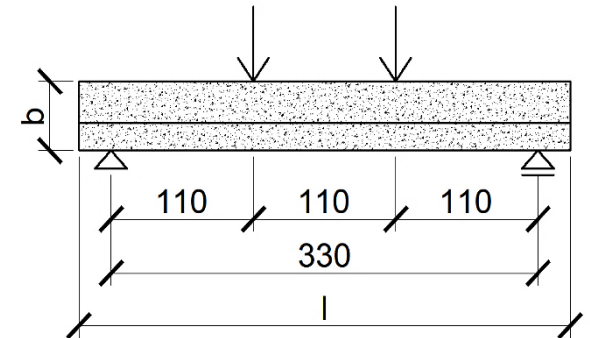
Vyztužování asfaltových vrstev

Význam výztuže

- ➔ Využití u netuhých vozovek k omezení šíření trhlin
- ➔ Podkladní vrstvy → zvýšení únosnosti
- ➔ Pod obrusné vrstvy → v zahraničí již od 70. let
- ➔ V ČR zatím není rozšířené

Zkoušení

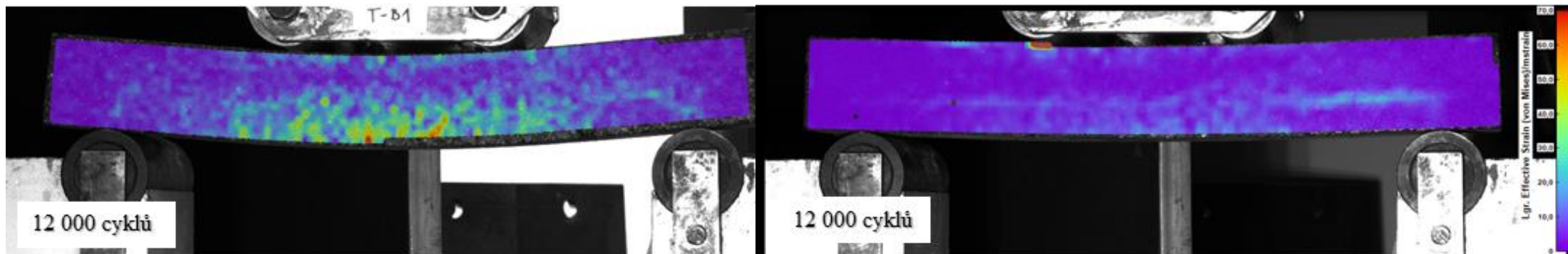
- ➔ Čtyřbodový ohyb → únavová zkouška s dotvarováním
- ➔ Zatížení silou 350 N, frekvence 10 Hz, 4PB
- ➔ Konec zkoušky → max. průhyb 30 mm nebo lom
- ➔ Pro vyhodnocení → digitální korelace obrazu



Vyztužování asfaltových vrstev

Metoda digitální korelace obrazu

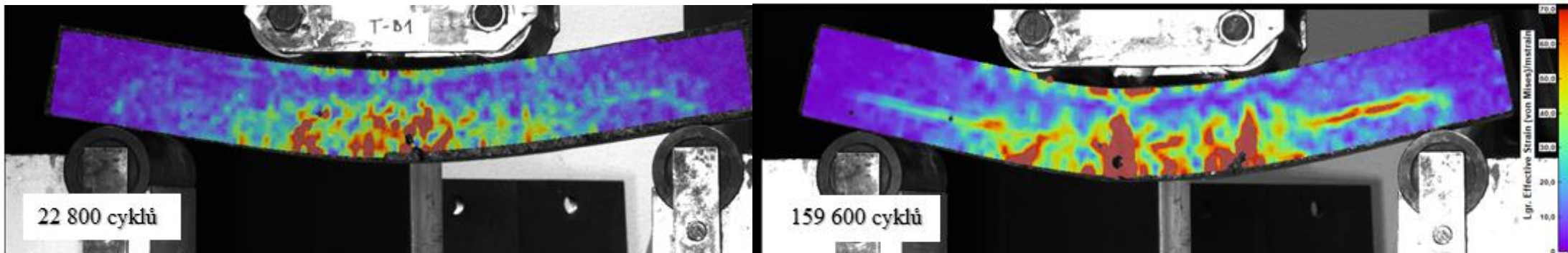
- ➔ Optická technika, která určuje deformaci změnami obrazu deform. předmětu
- ➔ Ideální metoda pro zobrazení průběhu funkčních zkoušek
- ➔ Provádění snímání bodů na vzorku po 30 s
- ➔ Software → napětí v dané oblasti vzorku, sledování trhlin v momentě vzniku
- ➔ Pro posouzení sloužila nevyztužená i vyztužená tělesa



Vyztužování asfaltových vrstev

Zkoušení vzorků – vyztužených / nevyztužených

- ➔ Souvrství dvou desek ACO 11+ hutněných v segment. zhutňovači
- ➔ Na spodní desku položena sklovláknitá mříž + 60 % KAE
- ➔ Simulace namáhání okraje vozovky 21 mm obrusná + 31 mm ložní vrstva
- ➔ Max průhyb 30 mm → nevyztužené 22 800 cyklů, vyztužené 159 600 cyklů



Vyztužování asfaltových vrstev

Závěry

- ➔ Hlavní výhoda metody DIC → bezkontaktní stanovení přetvoření
- ➔ Demonstrativní zobrazení chování výztužných prvků
- ➔ Jasně potvrzení vlivu sklovláknitých mříží na prodloužení životnosti asf. vrstev

Faktory ovlivňující kvalitu spojení asfaltových vrstev

Ing. Pavel Šperka, Ing. Dominik Sadil, Ing. Josef Holomek, PhD.
Prof. Ing. Jan Kudrna, CSc., VUT v Brně
Ing. Štěpán Bohuš, PhD., SAINT-GOBAIN ADFORS CZ s.r.o.
Ing. Jakub Valenta, VIALIT SOBĚSLAV spol.s r.o.
RNDr. Svatopluk Stoklásek

Kvalita spojení asfaltových vrstev

Význam spojení

- ➔ Vliv na únosnost vozovky
- ➔ Ovlivnění životnosti a trvanlivosti
- ➔ Nespojení vrstev → mozaikové a následně síťové trhliny
- ➔ Význam spojení se zvyšuje → při vkládání geosyntetik → kopírování trhlin

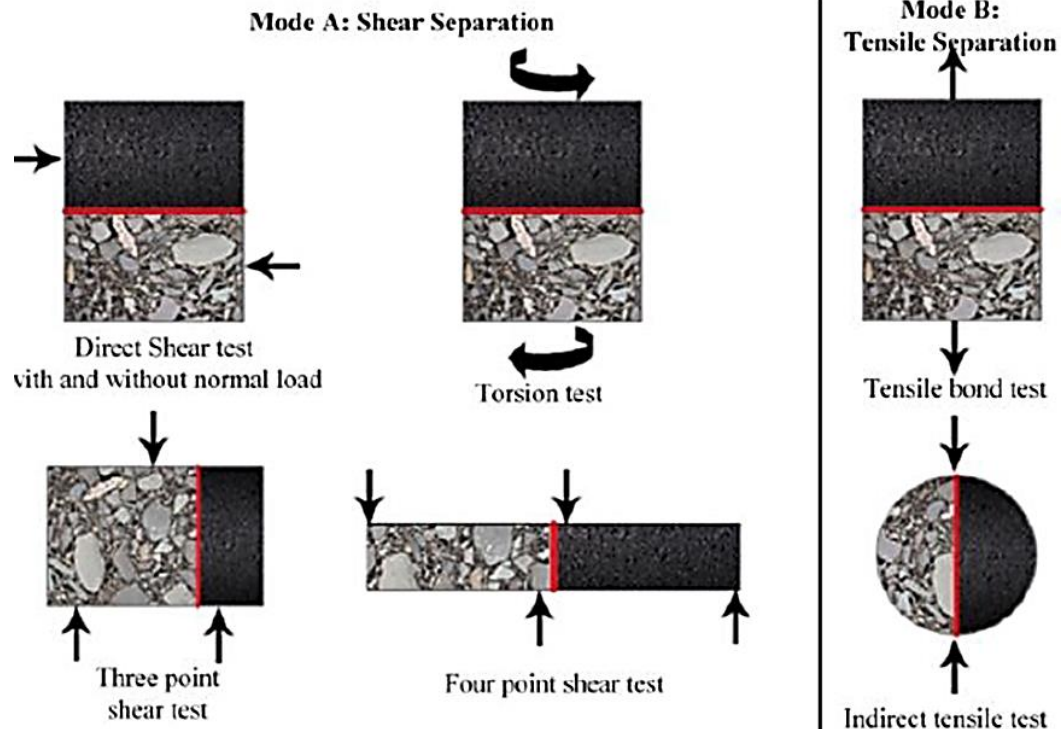
Faktory ovlivňující spojení vrstev při vkládání geosyntetik

- ➔ Typ pokládané vrstvy a spojovací emulze
- ➔ Druh výztužného prvku
- ➔ Povrch ložní vrstvy – nefrézovaná / frézovaná
- ➔ Míra zhutnění asfaltových vrstev

Kvalita spojení asfaltových vrstev

Zkoušení spojení

- ➔ Popsány v ČSN EN 12697-48
- ➔ A. Smykové zkoušky / torzní zkoušky – nejčastěji Leutnerův test (vývrty)
- ➔ B. Tahové zkoušky



Kvalita spojení asfaltových vrstev

Okrajové podmínky zkoušek

- ➔ Směsi pro desky → ACO 11 s nemodif. asfaltem
- ➔ Desky 300 x 500 mm hutněné v laboratoři, tloušťka 30 – 40 mm
- ➔ Spojovací materiály → výztužné mříže – 2 druhy nebo geokompozit
- ➔ 4 druhy emulzí → A: 60 % nemodif., B, C, D: 50 %, 60 %, 70 % modif.
- ➔ Vyztužené - zbytkové pojivo vždy 0,6 kg/m², nevyztužené 0,25 kg/m²
- ➔ Povrch spodní desky – hladký / frézovaný
- ➔ Vliv míry zhutnění horní obrusné vrstvy 95 – 102 %



Výsledky experimentu

Závěry výzkumu

- ➔ Použití samolepící výztužné mříže zlepšuje spojení vrstev
- ➔ Vyšší smykové pevnosti se dosáhne s emulzí s vyšším obsahem pojiva (70 %) → asfaltová emulze nestéká z povrchu
- ➔ U nevyztužených spojů se pozitivně projevuje frézování – zaklínění zrn
- ➔ Při míře zhutnění desek nad 97 % → splnění minimálních požadavků na pevnost
- ➔ Lze dosáhnout spojení vrstev i nejsilnější sklovláknité geomříže a geokomp.
- ➔ Prokázána odolnost proti trhlinám na okrajích vozovek s malou únosností

AV '21 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2021

Deformačné charakteristiky asfaltových vrstiev vozovky odvodené z meraní deflektometrom FWD počas výstavby vozovky

Ing. Zsolt Boros, TPA s.r.o., Bratislava

Prof. Dr. Ing. Jozef Komačka, TPA s.r.o., Bratislava

Ing. Filip Buček, TPA s.r.o., Bratislava

Deformačné charakteristiky asfaltových vrstev

2 způsoby stanovení modulů

- ➔ 1. Měření FWD na vrstvách po dobu výstavby – CBGM ($SC_{5/6}$) + Asf. vrstvy
→ měření průhybu pod středem zatěžovací desky
- ➔ 2. Výpočet modulů asfaltových vrstev z průhybové čáry na povrchu vozovky

Výsledky

- ➔ Odlišné hodnoty modulů vypočtené oběma metodami
- ➔ Rozbor okrajových podmínek měření
- ➔ Porovnání s návrhovými hodnotami ve slovenské a české návrhové metodě

Děkuji za pozornost !