

AV '19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

Téma 2 – Zkoušení a výkonové hodnocení materiálů a konstrukcí vozovek

Ing. Petr Bureš, VIALAB CZ s.r.o.

26. – 27. listopadu 2019, České Budějovice

Motto: Po asfaltových vozovkách k černým zítřkům

SDRUŽENÍ
PRO VÝSTAVBU
SILNIC

ČESKÁ SILNIČNÍ SPOLEČNOST

CZECH ROAD SOCIETY


EAPA


PRAGOPROJEKT

AV 19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

Filerická frakce drobného kameniva a metody pro posouzení jejího vlivu na ztužení mastixové malty v asfaltových směsích

RNDr. Svatopluk Stoklásek, VUT v Brně

Ing. Ondřej Dašek, Ph.D., VUT v Brně

Doc. Dr. Ing. Michal Varaus, VUT v Brně

Ing. Zdeněk Hegr, Skanska Asfalt s.r.o.

Ing. Miloš Kašpárek, Colas CZ, a. s.

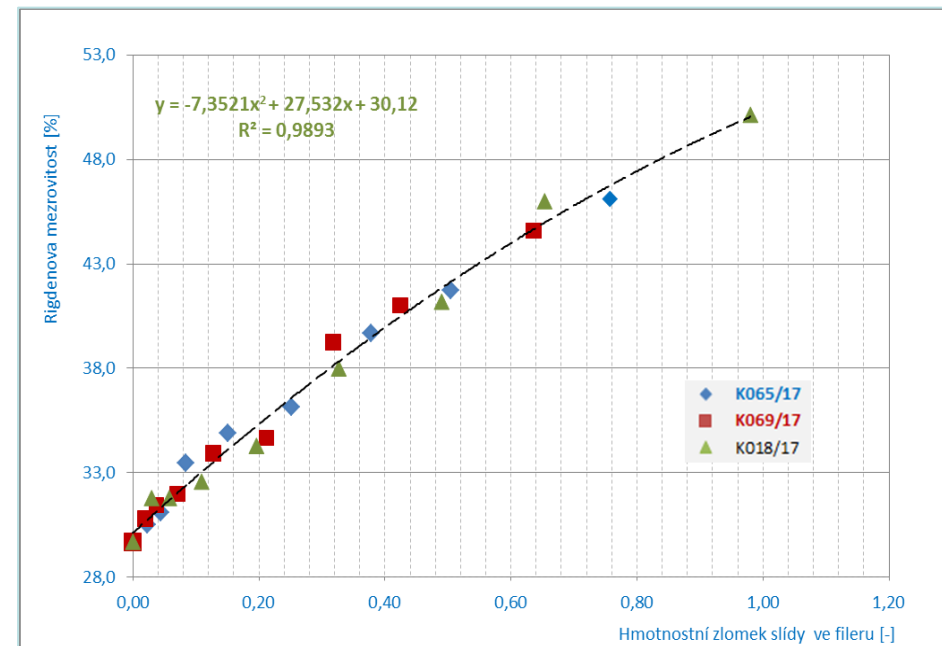
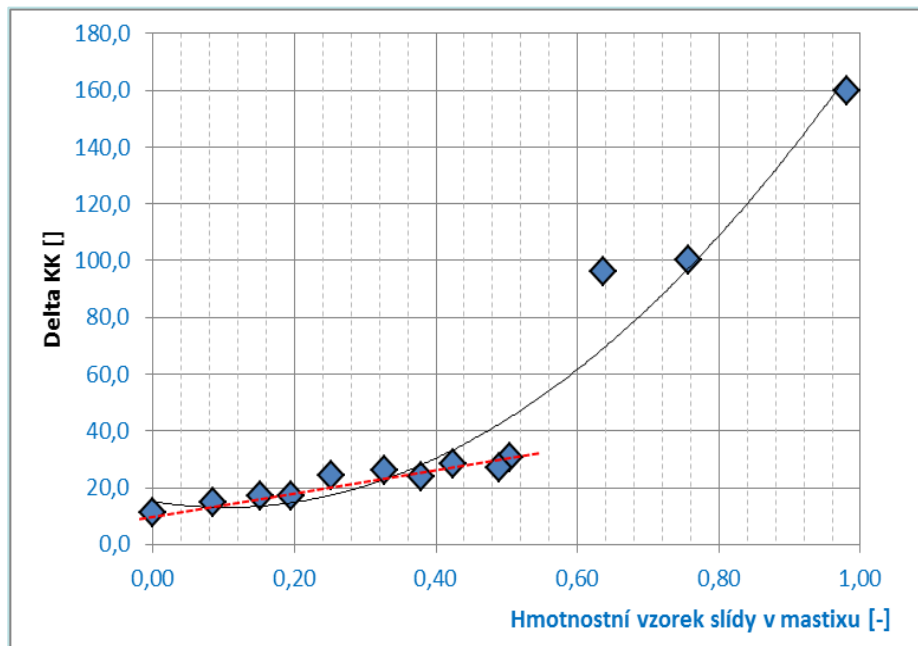
Filerická frakce drobného kameniva a metody pro posouzení jejího vlivu na ztužení mastixové malty

- ➔ **Ztužující schopnost fileru je z hlediska pokládky asfaltové směsi klíčová vlastnost a ukazuje na souvislosti s nestandardním chováním asfaltových směsí během pokládky**
 - Špatná zpracovatelnost směsi
 - Směs se chová plasticky pod běhounem válců
 - Dochází k rozvalování směsi
 - Trhliny za běhouny válců
- ➔ **V příspěvku jsou představeny výsledky laboratorních zkoušek filerických materiálů a mastixových malt ve vztahu k petrografickému složení použitého kameniva**
 - Důraz je kladen na hodnocení ztužujících vlastností filerických částic
 - Petrografické složení filerů

Filerická frakce drobného kameniva a metody pro posouzení jejího vlivu na ztužení mastixové malty

➔ Použité metody k posouzení ztužení mastixové malty filerem

- Empirické zkoušky
 - Delta kroužek a kulička (ČSN EN 13179-1)
 - mezerovitost suchého zhuťněného fileru - Rigenova mezerovitost (ČSN EN 1097-4)
 - mezerovitosti volně sypaného jemně zrnitého materiálu - řezy nad 0,063 mm (AASHTO T304)

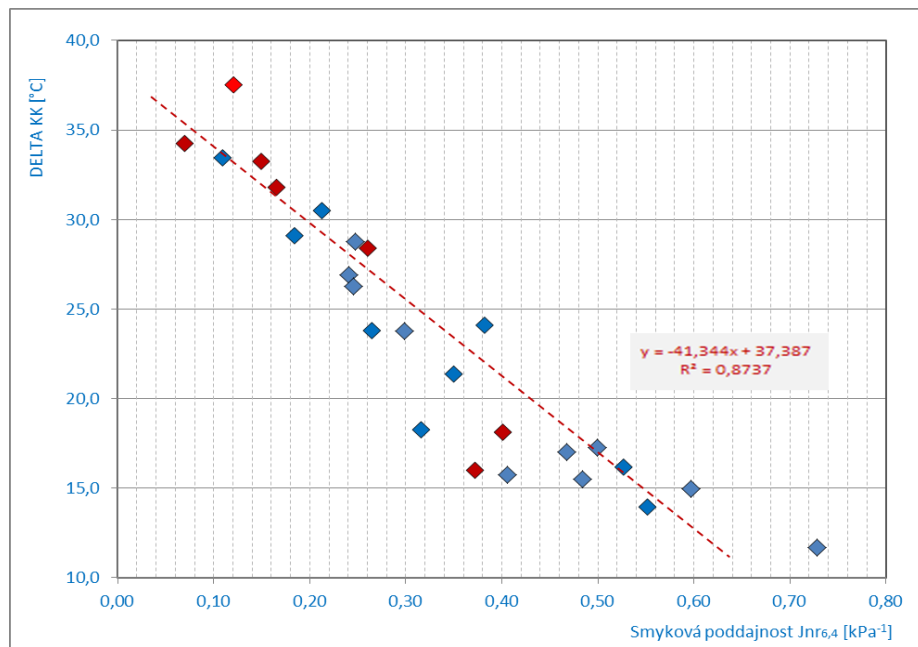
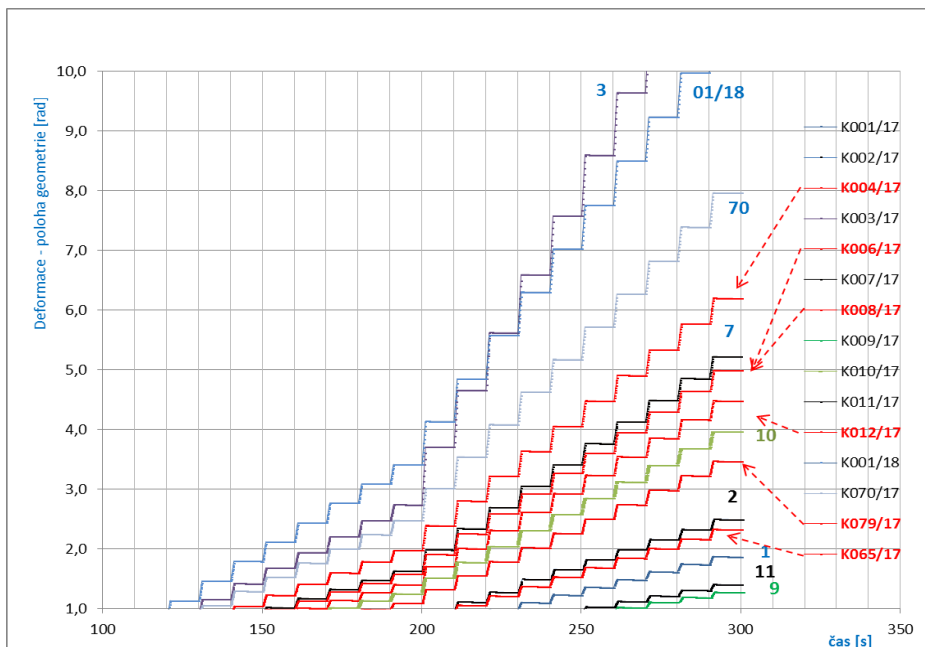


Filerická frakce drobného kameniva a metody pro posouzení jejího vlivu na ztužení mastixové malty

➔ Použité metody k posouzení ztužení mastixové malty filerem

■ Funkční zkoušky

- Metoda MSCR (ČSN EN 16659) s přidáním třetí úrovně napětí při 6,4 kPa
- stanovení komplexního smykového modulu G^* a fázového úhlu δ



Filerická frakce drobného kameniva a metody pro posouzení jejího vlivu na ztužení mastixové malty

➔ Shrnutí

- Pro popis ztužujících vlastností filerů se dá s velmi dobrým výsledkem použít zkouška MSCR doplněná o další úroveň smykového napětí na hladině 6,4 kPa.
- Zkouška MSCR, posuzující odolnost pojiva (či mastixu) vůči deformaci, má souvztažnost k dalším funkčním zkouškám, které je možné provádět pomocí přístroje DSR, jako je stanovení komplexního smykového modulu G^* a fázového úhlu δ
- Zkouška MSCR jako funkční zkouška poměrně významně koreluje s ostatními používanými empirickými zkouškami reprezentovanými stanovením mezerovitosti suchého zhutněného fileru (Rigdenova mezerovitost) nebo zkouškou delta kroužek a kulička.
- Zkušební soubor vzorků drobného kameniva byl zaměřen především na minerální materiály s výskytem slídových minerálů. Potvrdilo se, že slída do značné míry určuje vlastnosti těchto hornin a některé parametry s koncentrací inkriminovaných komponent znatelně koreluje.

Vliv soli na vlastnosti asfaltových vrstev

Ing. Silvia Cápayová, Ph.D., STU v Bratislavě

Ing. Denisa Cihlářová, Ph.D., VŠB-TU Ostrava

Ing. Petr Mondschein, Ph.D., ČVUT v Praze

Ing. Vladimíra Pchálková, TPA ČR, s.r.o., Ostrava

Ing. Jan Suda, Ph.D., Fakulta stavební, ČVUT v Praze

Vliv soli na vlastnosti asfaltových vrstev

- ➔ **Legislativa zimní údržby v ČR a SR**
 - Obdobné předpisy v obou státech

Parametry posypové soli

Parametr	Slovensko	Česká republika
Koncentrace roztoku při chemickém posypu (%)	20-25	18-21
Obsah účinné rozpouštěcí substance (%)	98	96
Obsah prachových částic (%)	max. 15	max. 5
Obsah vody (%)	max. 2	max. 2
Podíl protispékací látky (g/kg)	10 až 200	-

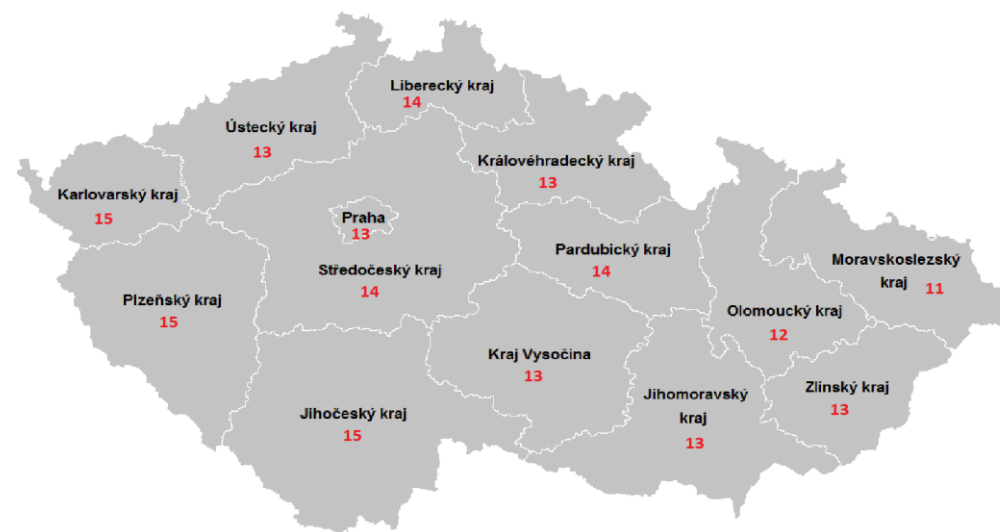
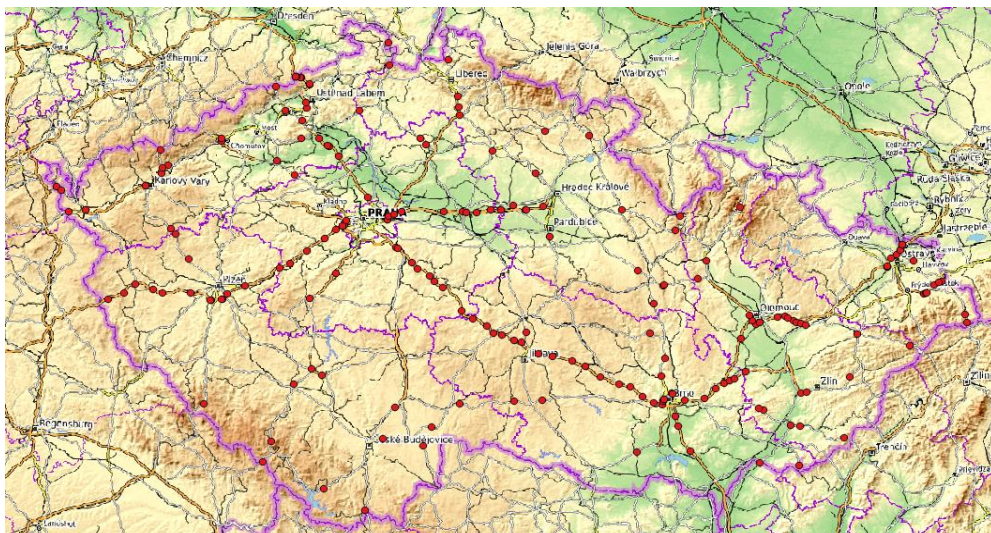
Vliv soli na vlastnosti asfaltových vrstev

➔ Klimatické podmínky

- Počet mrazivých dní v roce, průměr za období 1961-1990
 - ČR 112
 - SK 121

➔ Počty zmrazovacích cyklů

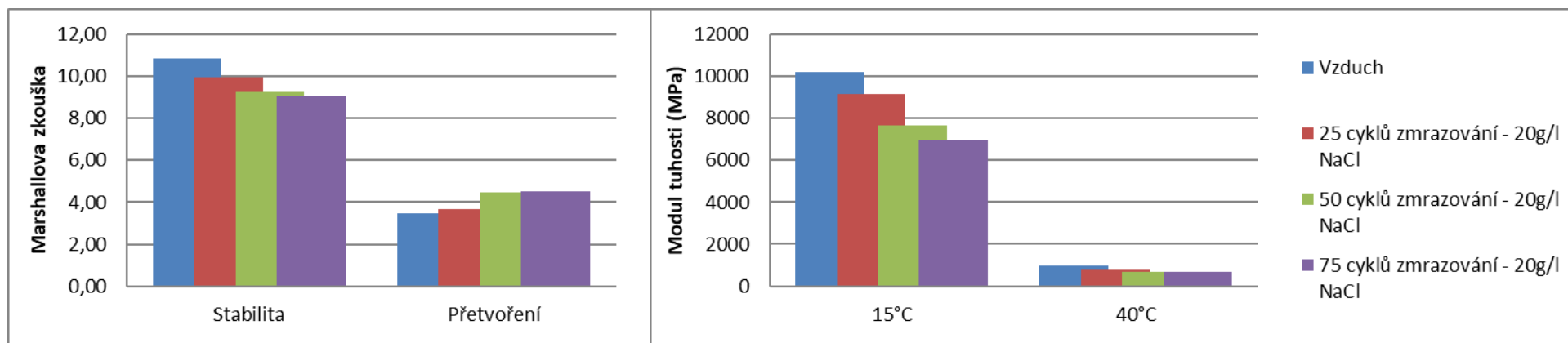
- Údaje ze 199 silničních meteostanic za období 2008-2014
- Na území ČR dojde průměrně ke 13 cyklům mráz - tání



Vliv soli na vlastnosti asfaltových vrstev

➔ Experiment

- Ze směsi ACO 11+ vyrobeno 12 Marshallových těles
- Tělesa rozdělena do 4 skupin a vystavena 25, 50 a 75 cyklům zmrazování
- Zmrazovací cyklus min. 4hod. -20°C a min 4hod. $+20^{\circ}\text{C}$
- Stanovení obsahu chloridů v závislosti na počtu zmrazovacích cyklů
- Stanovení pevnostní a deformační charakteristiky
 - Pokles tuhosti podle Marshalla o 36%
 - Pokles modulu tuhosti při 15°C o 32% a při 40°C o 31%



Vliv soli na vlastnosti asfaltových vrstev

➔ Zhodnocení

- K významnému poklesu pevnostních a deformačních charakteristik dochází až po 50 a 75 cyklu mráz / tání
- Se zvyšujícím se počtem mrazových cyklů dochází ke zvyšování obsahu chloridu na povrchu zkušebních vzorků
- Příliš vysoká mezerovitost obrusné vrstvy může negativně ovlivnit životnost konstrukce vozovky, případně trvanlivost obrusné vrstvy v lokalitách, kde dochází k častějšímu spadu sněhových srážek a k opakované chemické zimní údržbě

➔ Vliv vlastních zmrazovacích cyklů x vliv soli na výsledné chování směsi ???

Ověřování odolnosti asfaltové směsi proti účinkům vody s uplatněním zmrazovacích cyklů a roztoku chloridu sodného

Ing. Jan Valentin, Ph.D., ČVUT v Praze

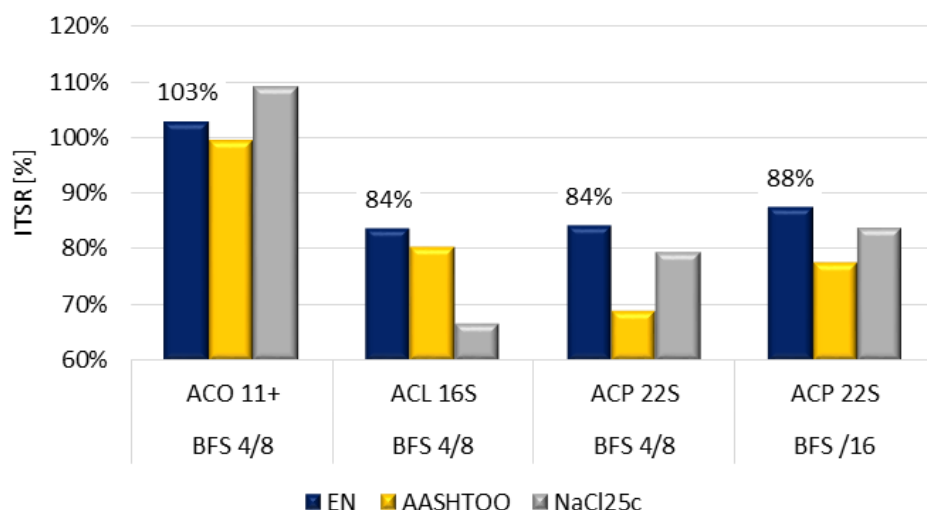
Ing. Pavla Vacková, ČVUT v Praze

Ing. Tereza Valentová ČVUT v Praze

Ověřování odolnosti asf. směsi proti účinkům vody s uplatněním zmrazovacích cyklů a roztoku NaCl

- ➔ **Ověření trvanlivosti různých typů asfaltových směsí zkouškou ITS v závislosti na odlišných podmínkách uložení zkušebních těles**
 - Standardní metoda dle ČSN EN 12697-12 @ 72 hodin ve vodní lázni při 40°C
 - Metoda dle AASHTO T283-3 s jedním zmrazovacím cyklem při -18°C po dobu 18 hodin a následné uložení do vodní lázně na 24 hodin při 60°C
 - Metoda s roztokem NaCl a 25 (20, 5) zmrazovacími cykly -18°C a 20°C po dobu 4 hodin a následným uložením do vodní lázně na 24 hodin při 60°C
 - Tělesa zestárlá dle prEN 12697-52 při teplotě 85°C po dobu pěti dní , vystavena 5 zmrazovacím cyklům a následně uložena do vodní lázně na 24 hodin při 60°C

Ověřování odolnosti asf. směsi proti účinkům vody s uplatněním zmrazovacích cyklů a roztoku NaCl



Označení	EN	AASHTO	NaCl _{25c}
	(%)	(%)	(%)
ACO 11+, BFS 4/8	103%	100%	109%
ACL 16S, BFS 4/8	84%	80%	67%
ACP 22S, BFS 4/8	84%	69%	80%
ACP 22S, BFS 8/16	88%	78%	84%

Označení	Asfaltová směs	dry	EN	AASHTO	NaCl _{25c}
		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
ACO 11+, BFS 4/8	ACO 11+ (BFS 4/8) 50/70	2,34	2,41	2,33	2,55
ACL 16S, BFS 4/8	ACL 16S (BSF 4/8) PMB 25/55-60	2,50	2,09	2,01	1,66
ACP 22S, BFS 4/8	ACP 22S (BFS 4/8) 50/70	1,69	1,42	1,16	1,34
ACP 22S, BFS 8/16	ACP 22S (BFS 8/16) 50/70	1,64	1,43	1,27	1,37

Ověřování odolnosti asf. směsi proti účinkům vody s uplatněním zmrazovacích cyklů a roztoku NaCl

➔ Zhodnocení výsledků

- Kombinace zmrazovacích cyklů více odpovídá reálnému stavu asf. směsi ve vozovce.
- Provedená měření však neukázala, že by oproti standardizovanému postupu dle ČSN EN 12697-12 nebo dle AASHTO T-283 bylo dosaženo zásadně odlišných hodnot
- Bude-li se postup vícenásobného počtu zmrazovacích cyklů využíván, měla by se zvážit možnost využití zrychleného postupu s pouze 5 cykly a následným uložením zkušebních těles do vodní lázně při 60 °C a to na 24 hodin.
- V případě laboratorního stárnutí se jeví tento postup dle autorů jako důležitý, není zatím ale dostatek dat. Dále je nutno stanovit laboratorní postupy vyhodnocení zkoušky, tak aby nedocházelo ke zkreslené interpretaci výsledků.

Vliv použití výztužných sklovláknitých mříží v asfaltové vozovce na spojení vrstev

Ing. Jiří Sachr, VUT v Brně

Ing. Ondřej Dašek, VUT v Brně

Ph.D., RNDr. Svatopluk Stoklásek, VUT v Brně

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

Vliv použití výztužných sklovláknitých mříží v asfaltové vozovce na spojení vrstev

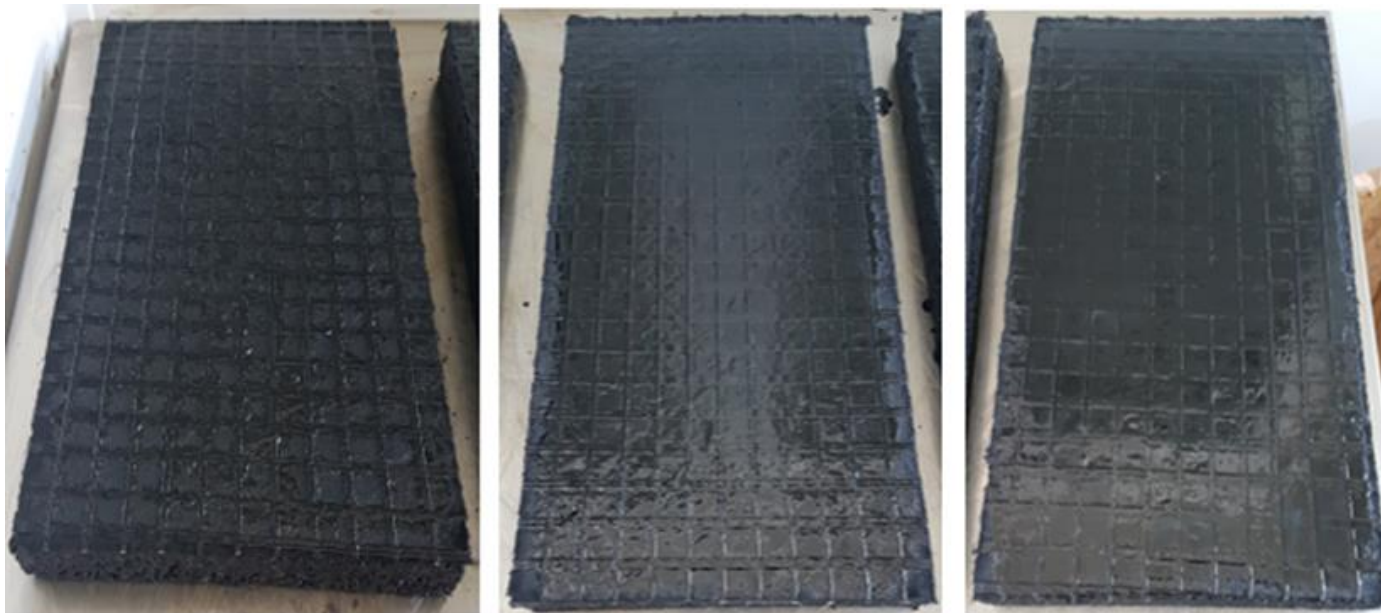
➔ Hodnocení kvality spojení asfaltových vrstev v závislosti na typu výztužného prvku a množství asfaltové emulze

- Výztuž A - mříž s velikostí ok 25 x 25 mm, pevností v tahu 100 kN/m a plošnou hmotností 405 g/m²
- kompozitní materiál skládající se z výztuže A + jemné geotextílie s plošnou hmotností 439 g/m²
- kompozitní materiál skládající se z výztuže A + hrubé geotextílie s plošnou hmotností 540 g/m²

Výztužný prvek	Zbytkové množství asfaltu [kg/m ²]					
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
Nevýztužený vzorek	✓	✓	✓	✓	✓	×
Výztuž A	✓	✓	✓	✓	✓	×
Výztuž B	×	✓	✓	✓	✓	✓
Výztuž C	×	✓	✓	✓	✓	✓

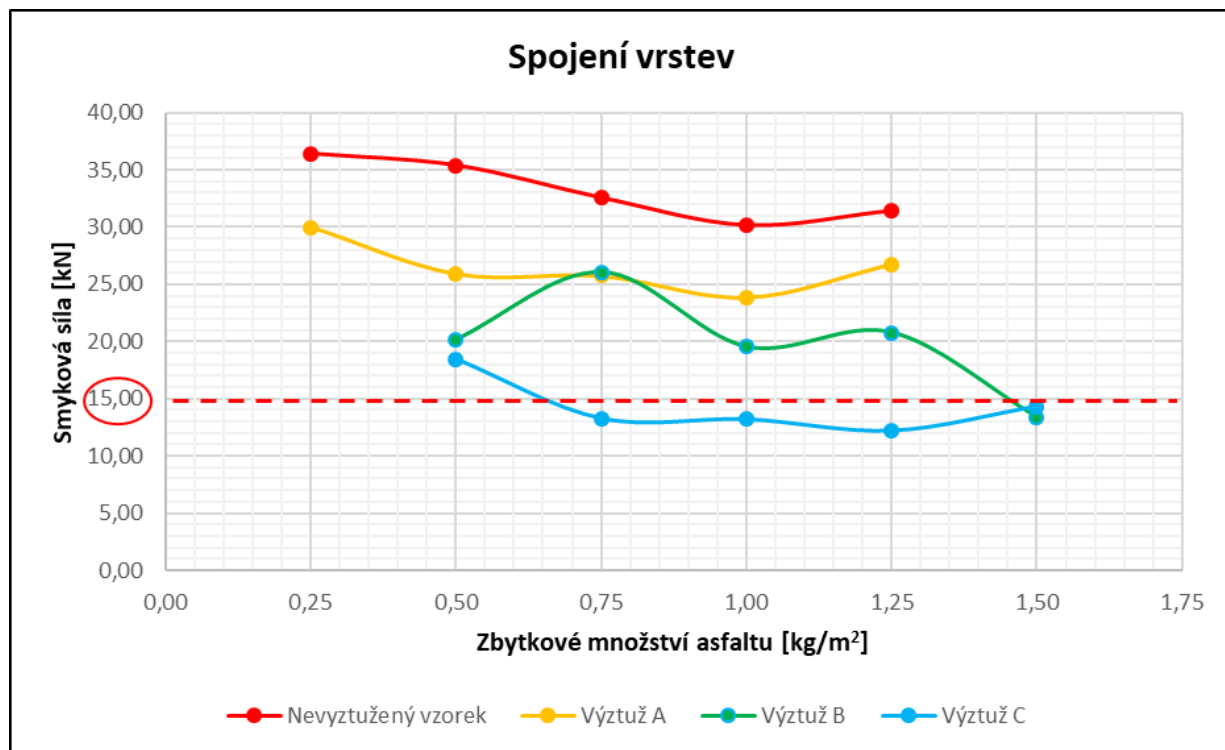
Vliv použití výztužných sklovláknitých mříží v asfaltové vozovce na spojení vrstev

- ➔ pro výrobu desek použita směs ACO 11+ s 50/70
- ➔ na mezivrstvě použita emulze C65B4 s různým množstvím dávkování a sklovláknitý výztužný prvek



Vliv použití výztužných sklovláknitých mříží v asfaltové vozovce na spojení vrstev

➔ Souhrnné výsledky spojení vrstev všech zkoušených variant



Vliv použití výztužných sklovláknitých mříží v asfaltové vozovce na spojení vrstev

➔ Zhodnocení výsledků

- Kvalita spojení vrstev při použití syntetických výztuh znatelně klesá v porovnání s nevyztuženým souvrstvím.
- Přítomnost syntetické výztuhy je spojena rovněž se zvýšením rozptylu pro soubor jednotlivých konkrétních měření v daném množství spojovacího postřiku.
- pokles spojení vrstev je závislý na typu použitého výztužného prvku
- vliv různého množství spojovacího postřiku není podle naměřených výsledků tak významný, jak by se dalo očekávat

Separace asfaltových směsí při jejich dopravě a vliv separátorů na jejich vlastnosti

Ing. Petr Mondschein, PhD., ČVUT v Praze

Bc. Aneta Kovačová, ČVUT v Praze

Separace asfaltových směsí při jejich dopravě a vliv separátorů na jejich vlastnosti

➡ Vybrané separátory

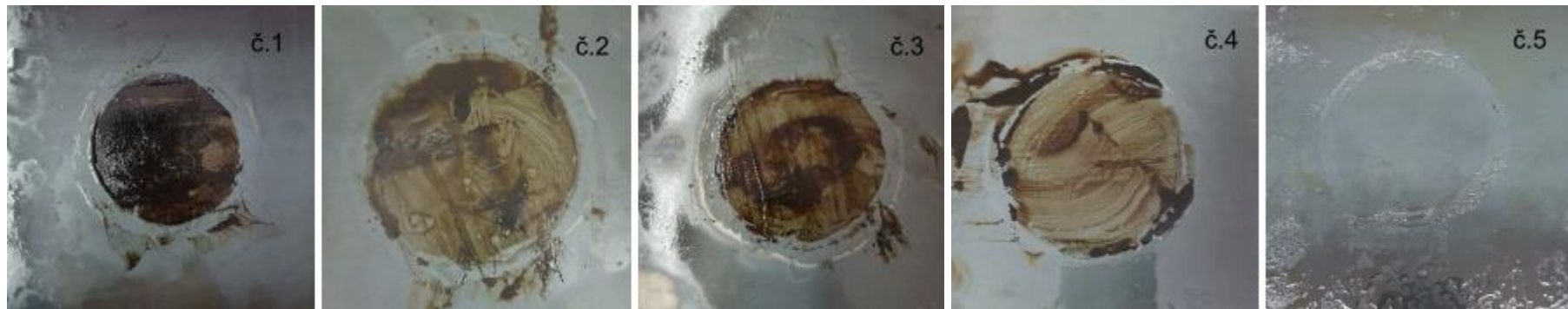
- Referenční separátor – nafta – vzorek č.1
- Tři rozpouštědlové separátory
 - Modifikovaný řepkový olej metylesterem – vzorek č. 2
 - Separátor je frakce surového MEŘO – vzorek č. 3
 - Separátor na bázi minerálního oleje – vzorek č. 4
- Jeden nerozpouštědlový separátor na bázi glykolové emulze – vzorek č. 5

➡ Prováděné zkoušky

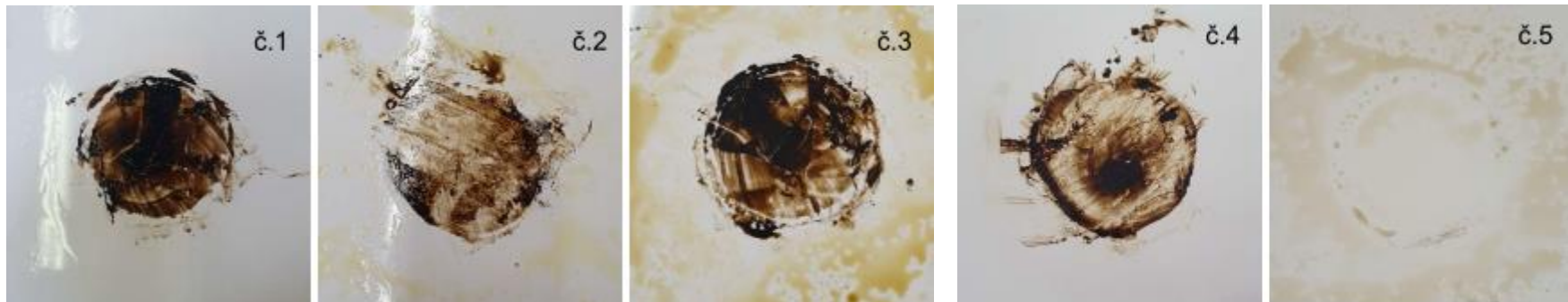
- Vliv separátoru na pojivo (ocelová a keramická destička)
- Marshallova zkouška
- zkouška ztráty částic
- stanovení odolnosti asfaltové směsi vůči pohonným látkám

Separace asfaltových směsí při jejich dopravě a vliv separátorů na jejich vlastnosti

Ocelové destičky po zkoušce funkce separátorů



Bílé kachličky po zkoušce funkce separátorů



Separace asfaltových směsí při jejich dopravě a vliv separátorů na jejich vlastnosti

➡ Zhodnocení výsledků

- Doba působení separátoru negativně ovlivňuje charakteristiky asf. směsi
- Je nutné dodržovat logistiku dopravy, respektive pokládky
- Snažit se omezit dobu kontaktu separátoru s asfaltovou směsí
- Negativní výsledky při použití nafty

➡ Minimalizovat množství aplikovaného separátoru na bázi rozpouštědel při výrobě, přepravě a pokládce asfaltových směsí !

Porovnání celkových nákladů asfaltových a cementobetonových vozovek

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

Ing. Martin Klec, VUT v Brně

Ing. Pavel Šperka, VUT v Brně

Ing. Květoslav Urbanec, MBA, LL.M., CONSULTTEST s.r.o.

Porovnání celkových nákladů asfaltových a cementobetonových vozovek

- ➔ V příspěvku jsou porovnávány tři dálniční úseky, kde byly při jejich výstavbě použity obě technologie (netuhá / tuhá vozovka)
 - V případě D2 skutečnými cenami vynaloženými na stavbu, údržbu a rekonstrukci v jednotlivých letech
 - V případě D35 rovněž skutečnými cenami vynaloženými na stavbu, údržbu a rekonstrukci vozovek v jednotlivých letech
 - V případě D5 byly stanoveny doby životnosti obou typů vozovek a použité technologie stavby, údržby, oprav a rekonstrukcí byly posouzeny použitím ceníkový položek platných pro rok 2016
- ➔ Z provedených analýz vyplývá, že celkové náklady pro stejně dlouhý životní cyklus jsou v případě CB vozovek vyšší než celkové náklady AB vozovek

Porovnání celkových nákladů asfaltových a cementobetonových vozovek

➔ Náklady na cyklus životnosti 50 let obou vozovek na D5

Rok	Technologie	AB, Kč/m ²	CBK, Kč/m ²
0	Výstavba	1 693,18	1 365,25
21	Oprava AB	729,21	
25	Rekonstrukce CBK		1 675,50
42	Oprava AB	729,21	
50	Rekonstrukce CBK		1 675,50
50	Oprava AB (0,381 délky úseku)	277,81	
Celkem Kč/m ²		3 429,41	4 716,25
Náklady v procentech		100	137,5

Porovnání celkových nákladů asfaltových a cementobetonových vozovek

➔ Na základě stanovení celkových nákladů (výstavba + údržba + rekonstrukce) na jednotlivých úsecích

- Dálnice D2 – náklady na CBK o 22% v porovnání s AB vozovkou
- Dálnice D35 – náklady na CBK o 60% v porovnání s AB vozovkou
- Dálnice D5 – náklady na CBK o 37% vyšší v porovnání s AB vozovkou

➔ Další náklady vznikají uživatelům dálniční sítě ve formě:

- ztráty času
- zvýšenou spotřebou pohonných hmot
- ztráty při nehodách způsobených silničním omezením

➔ Přičemž AB vozovky jsou těmito ztrátami méně zatížené z důvodů:

- Oprava AB vozovek je možná prováděním po polovinách šířky jízdního pásu (provoz v jízdních pruzích 3+1, není třeba rozšiřovat vozovku z důvodu zachování provozu 2+2)
- Kratší doba výstavby

AV '19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

Kvalita asfaltového pojiva a jeho vliv na výsledné chování asfaltové směsi

Ing. Iva Coufalíková, TPA ČR, s.r.o

Ing. Jan David, TPA ČR, s.r.o

Ing. Dušan Sitař, TPA ČR, s.r.o



Kvalita asfaltového pojiva a jeho vliv na výsledné chování asfaltové směsi

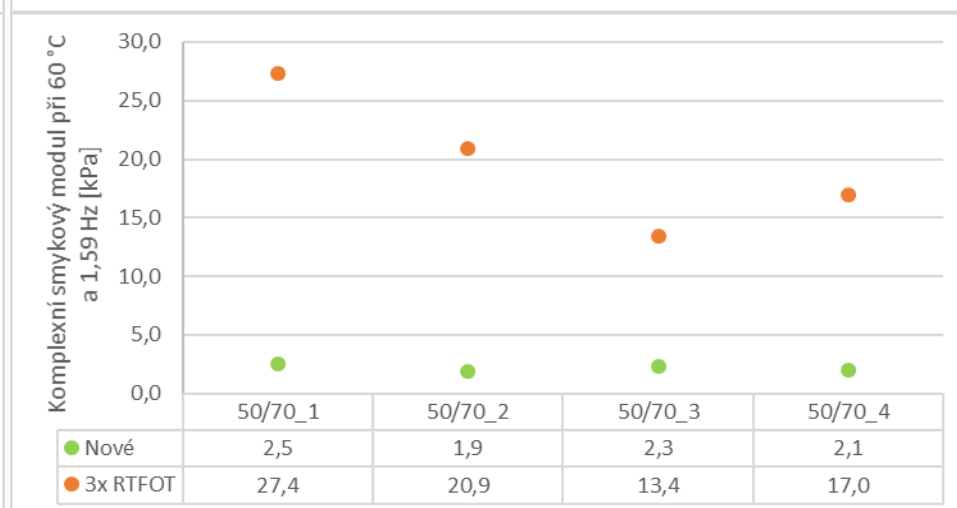
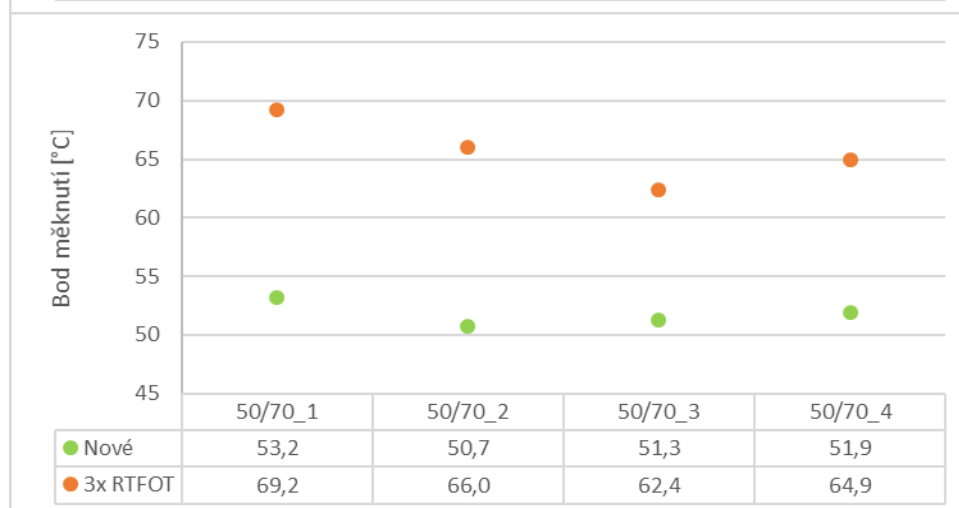
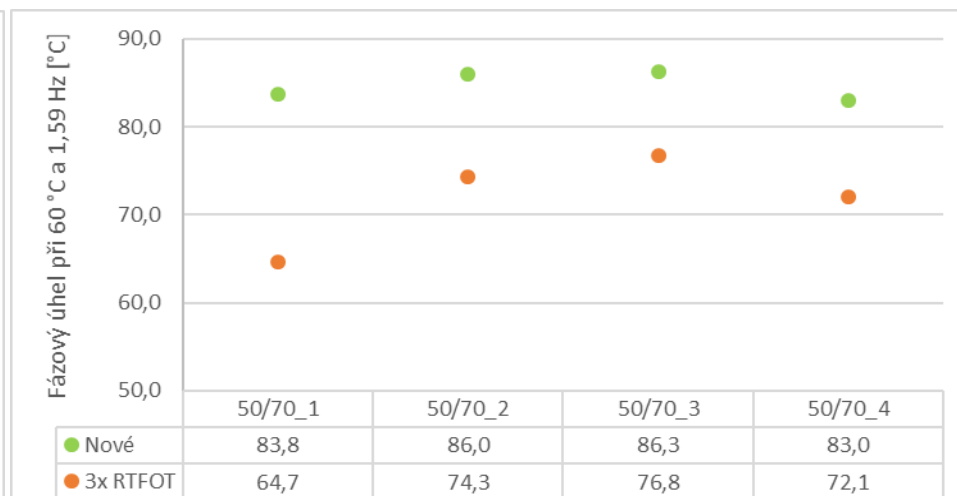
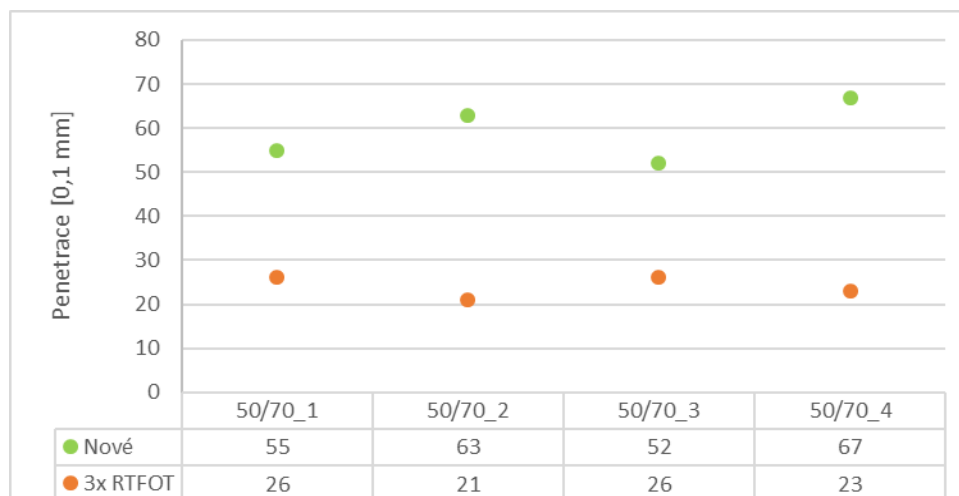
➔ Zkoušený materiál

- Čtyři vzorky silničních pojiv gradace 50/70
 - Vzorek č.1 – pojivo z problematické stavby
 - Vzorky č. 2,3,4 – srovnávací pojiva gradace 50/70 od různých výrobců

➔ Použité zkušební metody

- *Stanovení odolnosti proti stárnutí vlivem tepla a vzduchu metodou RTFOT podle ČSN EN 12607-1*
- *Penetrace podle ČSN EN 1426*
- *Bod měknutí podle ČSN EN 1427*
- *Stanovení komplexního modulu ve smyku a fázového úhlu podle ČSN EN 14770*
- *Stanovení dynamické viskozity podle ČSN EN 13702*
- *Jednobodová precipitační titrace dle Metodiky pro hodnocení disperzní stability silničních asfaltů*

Kvalita asfaltového pojiva a jeho vliv na výsledné chování asfaltové směsi



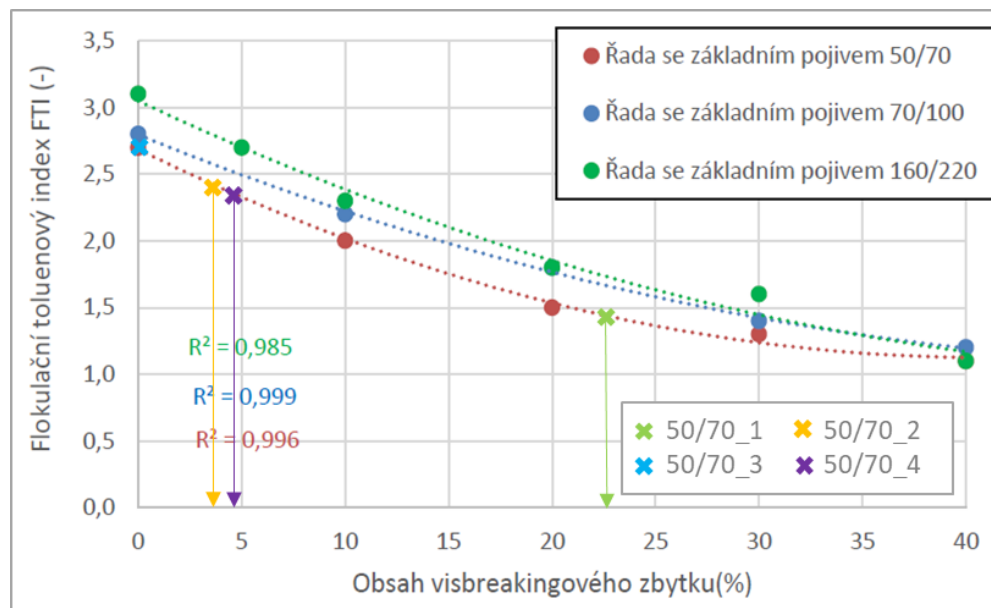
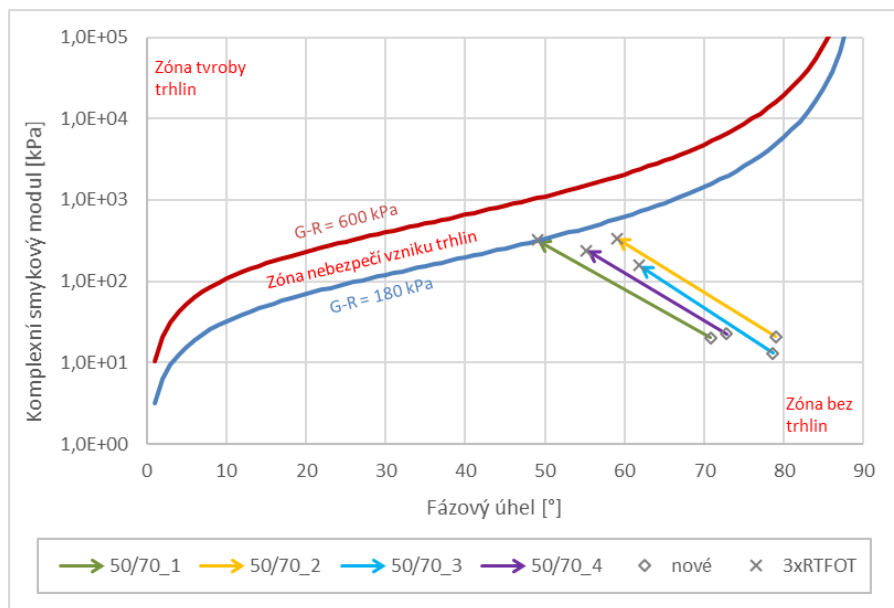
Kvalita asfaltového pojiva a jeho vliv na výsledné chování asfaltové směsi

➔ Glover –Roweho parametr

- Ukazuje náchylnost pojiva č. 1 při chování za nízkých teplot

➔ Disperzní stabilita

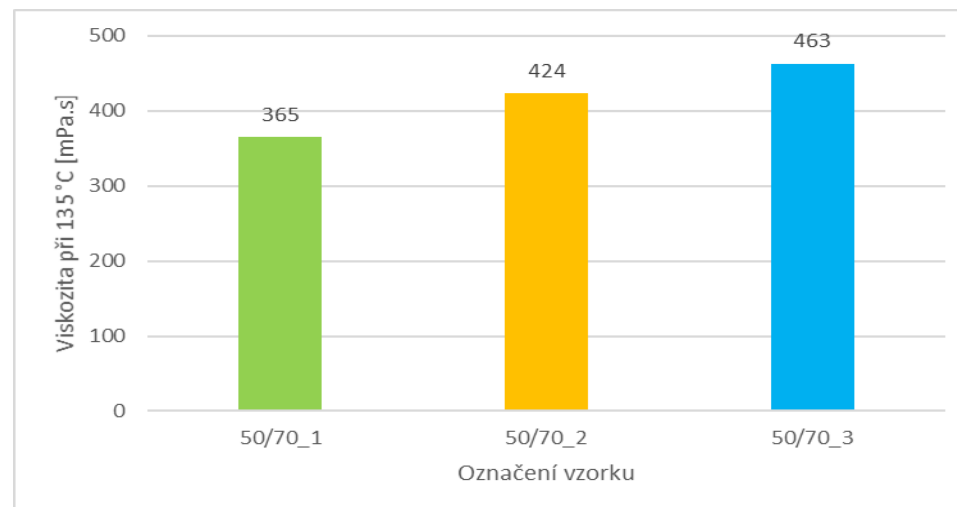
- V případě vzorku 1 byl naměřen vyšší flokulační toluenový index odpovídající možné přítomnosti visbreakingového zbytku v množství 23 %



Kvalita asfaltového pojiva a jeho vliv na výsledné chování asfaltové směsi

➔ Dynamická viskozita

- Nižší viskozita při teplotě 135°C může indikovat problémy během hutnění na stavbě



➔ Zhodnocení

- Pojiva stejné gradace 50/70 mohou vykazovat velmi odlišné chování při pokládce a v průběhu životnosti
- Empirické zkoušky penetrace a KK nedokáží postihnout tyto rozdíly
- Funkční zkoušky naopak dokáží tyto rozdíly podchytit
- Velmi zajímavě se jeví zkouška jednobodová precipitační titrace

AV 19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

Děkuji za pozornost

Motto: Po asfaltových vozovkách k černým zítřkům



pixers

SDRUŽENÍ
PRO VÝSTAVBU
SILNIC

ČESKÁ SILNIČNÍ SPOLEČNOST

CZECH ROAD SOCIETY


EAPA


PRAGOPROJEKT