

ZKOUŠENÍ MATERIÁLŮ A KONSTRUKCÍ VOZOVEK

Generální zpráva - část 2

Ing. Jan DAVID, TPA ČR, s.r.o.

28. – 29. listopadu 2023, České Budějovice

Motto: Po asfaltu z krize ven

Počet příspěvků do 2.části tématu

Celkem 5 příspěvků

- ➔ 3 příspěvky od autorů z ČR
- ➔ 2 příspěvky od zahraničních autorů

ASFALTOVÉ VRSTVY S VÝZTUŽNÝMI SKLOVLÁKNITÝMI MŘÍŽEMI

Ing.Pavel Šperka, prof.Ing. Jan Kudrna, CSc., Ing.Petr Veselý,
Ing.Karel Spies – VUT Brno,
Ing. Štěpán Bohuš, Ph.D., SAINT-GOBAIN ADFORS CZ s.r.o.
Ing. Jakub Valenta, VIALIT SOBĚSLAV spol. s.r.o.

Cílem tohoto příspěvku je představit další vybrané výsledky spojení vyztužených vrstev se zaměřením na:

- ➔ **vliv použití modifikovaných asfaltových emulzí s podílem asfaltu 50 %, 60 % a 70%**
- ➔ **vliv použití výztužných geokompozitů s odlišnou hmotností textilie (lehká a ultralehká textilie)**
- ➔ **vliv použití odlišného povrchu ložní vrstvy (vyrovnávka, frézovaný povrch)**
- ➔ **vliv účinku působení dopravního zatížení na vozovce na spojení vrstev.**

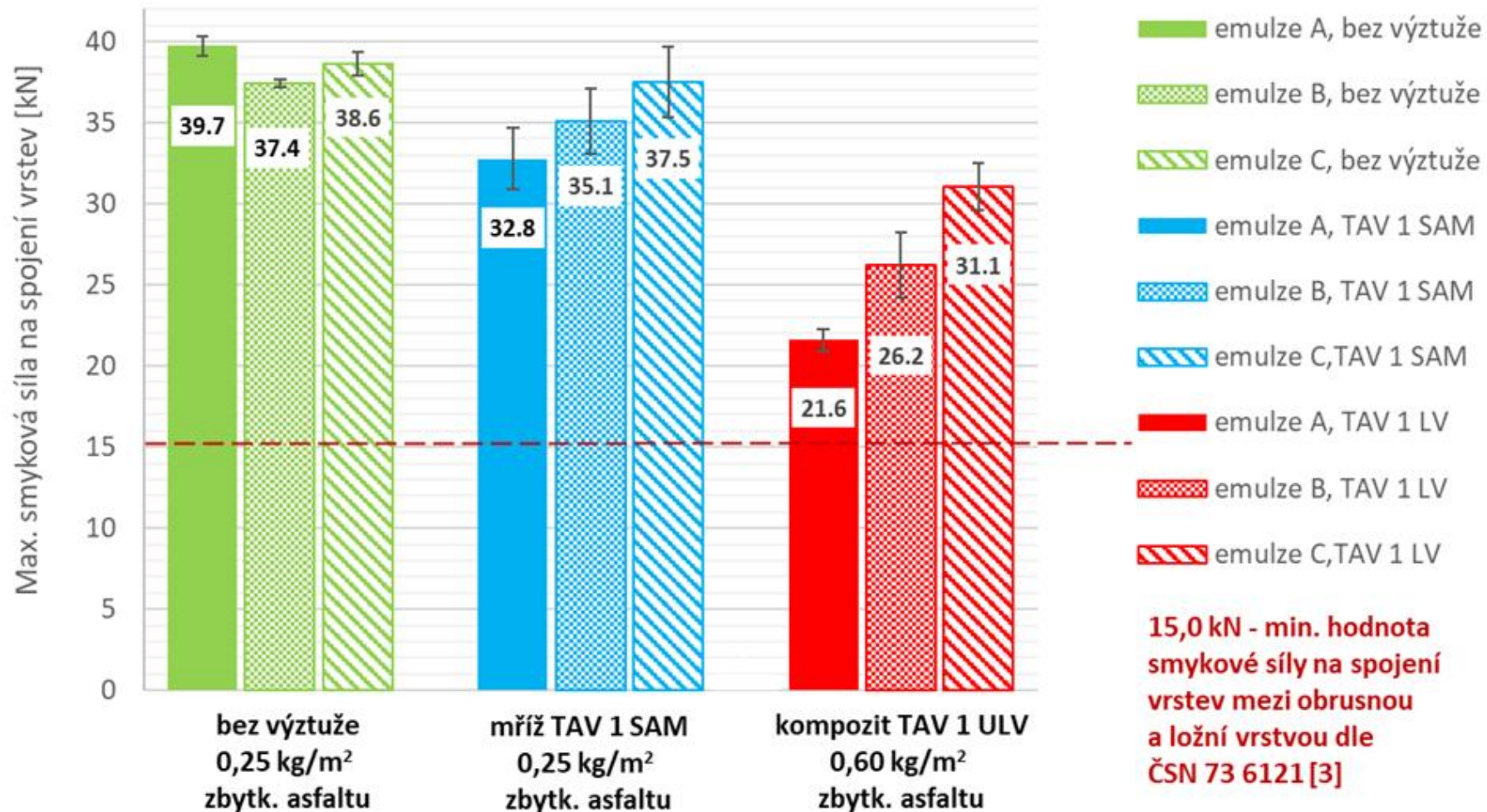
Specifikace použitých výztužných geosyntetik

Vlastnosti	Jed.	TAV 1 SAM samoadhezní sklovláknitá mříž	TAV 1 LV kompozit s lehkým vliesem	TAV 1 ULV kompozit s ultralehkým vliesem	Metoda
Velikost ok mříže	mm	25 x 25	25 x 25	25 x 25	
Plošná hmotnost	g/m ²	≥ 190	≥ 230	≥ 230	ČSN EN ISO 9864
Bod měknutí ochranného povlaku skelného vlákna	°C	> 220	> 220	> 220	EN ISO 3146
Síla v tahu do porušení (MD x VMD) ¹⁾	kN/m	≥ 50 x 50	≥ 50 x 50	≥ 50 x 50	ČSN EN ISO 10319
Síla v tahu při protažení 2 %	kN/m	≥ 36 x 36	≥ 36 x 36	≥ 36 x 36	ČSN EN ISO 10319
Protažení do porušení (MD x VMD) ¹⁾	(%)	≤ 3 x 3	≤ 3 x 3	≤ 3 x 3	ČSN EN ISO 10319
Síla v tahu do porušení po poškození hutněním (MD x VMD) ¹⁾	kN/m	≥ 40 x 40	≥ 40 x 40	≥ 40 x 40	ČSN EN ISO 10722
Přilnavost k povrchu v tahu bez přichycení hřeby	N	≥ 150	- ²⁾	- ²⁾	ČSN EN 13596
Plošná hmotnost lehké textilie	g/m ²	- ³⁾	≤ 40	≤ 17	ČSN EN ISO 9864
Zkouška textilie dynamickým protržením	Mm	- ³⁾	≥ 30	neměřitelné	ČSN EN ISO 13433

Specifikace použitých asfaltových emulzí

Označení asfaltové emulze		Druh asfaltu	Množství asfaltu [%]
Emulze A	C50BP4	70/100	50
Emulze B	C60BP4	70/100	60
Emulze C	C69BP4	70/100	69

Výsledky k bodu - Vliv obsahu asfaltu v asfaltové emulzi na spojení vyztužených vrstev

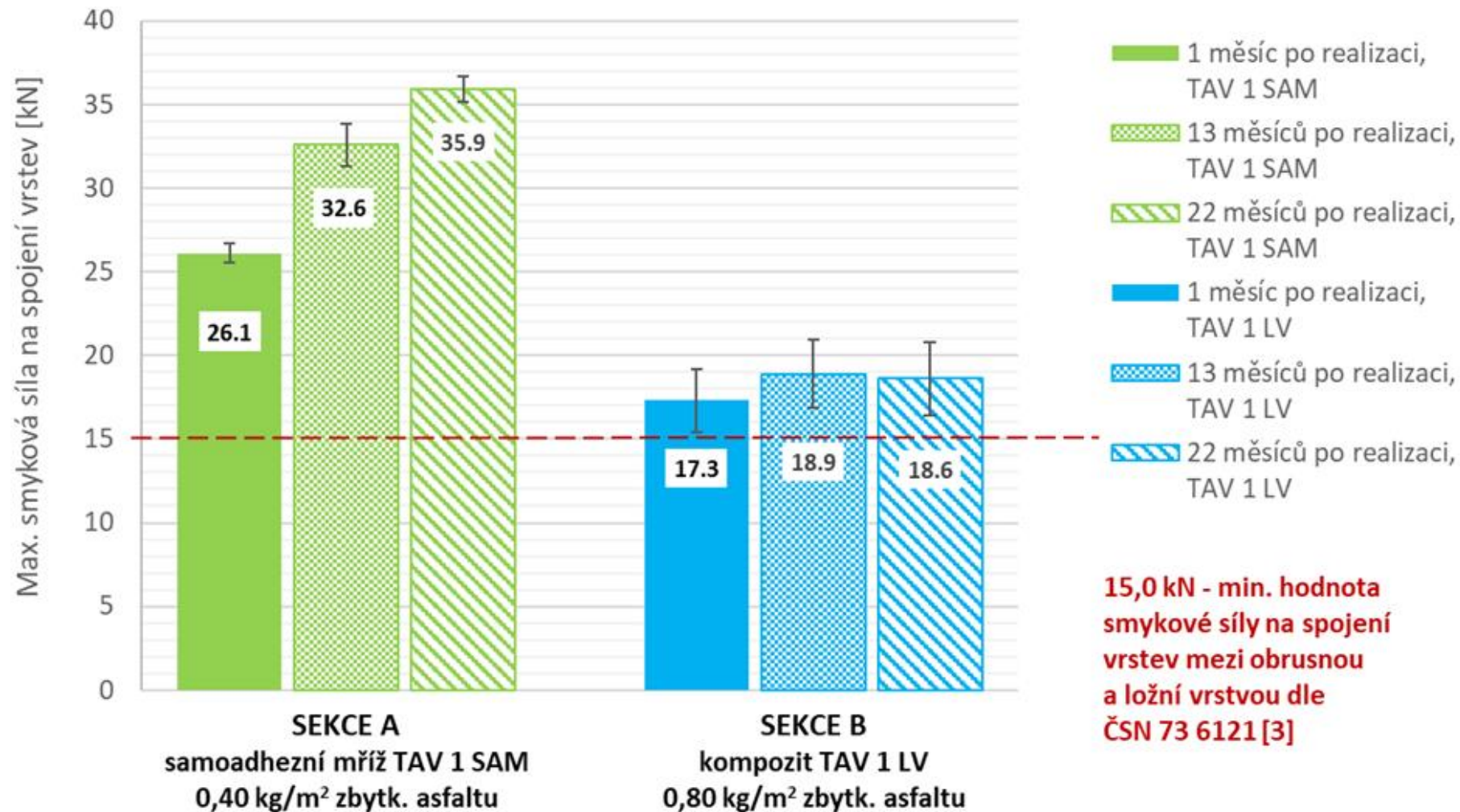


AV 23 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2023

Výsledky k bodu - Vliv použití výztužných geokompozitů s odlišnou hmotností textilie na spojení vrstev

Obrusná vrstva	Ložní vrstva	Výztužné geosyntetikum		Množství zbytkového asfaltu [kg/m ²]	Smyková síla na spojení vrstev [kN]	
		Typ	Hmotnost textilie [g]		Průměrná	Směr. odchylka
ACO 11 tl. 40 mm	Nefrézovaný povrch ACO 11 tl. 40 mm	TAV 1 LV	≤ 40	0,60	26,2	4,0
		TAV 1 ULV	≤ 17	0,60	29,7	2,0
		TAV 1 ULV	≤ 17	0,30	31,6	0,4
		TAV 1 SAM	-	0,30	35,1	4,0
		Bez výztuže	-	0,30	37,4	0,5
ACO 11 tl. 40 mm	Frézovaný povrch ACO 11 tl. 40 mm	TAV 1 LV	≤ 40	0,60	22,1	1,6
		TAV 1 ULV	≤ 17	0,60	34,9	2,4
		TAV 1 ULV	≤ 17	0,30	33,7	2,5
		Bez výztuže	-	0,30	37,4	0,5
ACO 8 tl. 30 mm	Nefrézovaný povrch ACO 11 tl. 40 mm	TAV 1 L LV	≤ 40	0,60	26,7	2,4
		TAV 1 ULV	≤ 17	0,30	32,8	0,5
		TAV 1 SAM	-	0,30	34,0	2,2
		Bez výztuže	-	0,30	43,9	0,7

Výsledky k bodu - Vliv účinků dopravního zatížení na spojení vrstev



Ukázka z realizace zkušebních těles a zkušebního úseku



Závěr:

- ➔ Ve všech zkušebních souvrstvích byl splněn a výrazně převýšen požadavek na minimální hodnotu smykové síly na spojení vrstev mezi obrušnou a ložní vrstvou (15 kN). Nevyztužená souvrství nicméně dosáhla vyšších hodnot spojení oproti souvrstvím s výztužnými prvky
- ➔ Bylo prokázáno, že zvyšující se podíl asfaltu v asfaltové emulzi má přímý vliv na kvalitnější spojení vyztužených asfaltových vrstev, a to zejména při použití kompozitů s dávkovaným vyšším množstvím zbytkového asfaltu. Nejvyšších hodnot spojení vrstev bylo dosaženo při použití asfaltové modifikované emulze s nominálním obsahem asfaltu 69 %
- ➔ Samoadhezní mříže je vhodné aplikovat na hladký asfaltový povrch (vyrovnávací vrstvu). Souvrství s těmito materiály dosahují vyšších hodnot spojení vrstev v porovnání s kompozity.

Závěr:

- ➔ Souvrství s novým kompozitem s ultralehkou textilií (17 g/m²) dosáhlo oproti souvrství s kompozitem s lehkou textilií (34 g/m²) zvýšení průměrné hodnoty smykové síly na spojení vrstev o 21 %, při aplikaci na frézovaný povrch činil nárůst průměrné hodnoty smykové síly dokonce 52 %, a to při shodném dávkování spojovacího postříku (0,6 kg/m² zbytk. asfaltu)
- ➔ Kompozity lze využít pro aplikaci na frézovaný povrch asfaltové vozovky, kde dochází prostřednictvím textilie k zakotvení do vyfrézovaných drážek. Je výhodnější použít kompozity s velmi lehkou vrstvou textilií, které nevyžadují zvýšené dávkování spojovacího postříku

Závěr:

- ➔ Výsledky ze zkušebního úseku dokumentují, že i při použití výztužných prvků pod tenkou obrusnou vrstvou tl. 30 mm bylo dosaženo požadované hodnoty spojení mezi vrstvami. Je také patrné, že účinky dopravního zatížení na vozovku může docházet ke zlepšení spojení vrstev, kdy v sekci s použitím výztužné samoadhezní mříže došlo za dobu 21 měsíců k nárůstu spojení o cca 37 %. Provádění zkoušky spojení vrstev ihned po pokládce obrusné vrstvy tak nemusí vždy nutně vést k nalezení odpovědi reálné hodnoty smykových sil

NOVÝ SPÔSOB OVEROVANIA ODOLNOSTI CELÉHO ASFALTOVÉHO SÚVRSTVIA PROTI TRVALÝM DEFORMÁCIÁM

Ing. Zsolt Boros, prof. Dr. Ing. Jozef Komačka, Ing. Filip Buček,
Ing. Norbert Dancs, TPA, s.r.o., Bratislava, Slovenská republika
doc. Ing. Eva Remišová, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Slovenská
republika / Slovakia

Autoři v příspěvku popisují:

- ➔ inovativní zkoušení odolnosti celého asfaltového souvrství proti trvalým deformacím v triaxiálním přístroji za v tabulce uvedených zkušebních podmínek

Vzorka	Teplota (°C)	Frekvencia (Hz)	Axiální tlak (MPa)	Boční tlak (MPa)
Všetky	50	0,8	0,60	0,10



Ukázka přípravy asfaltových bloků a vrtání zkušebních vzorků

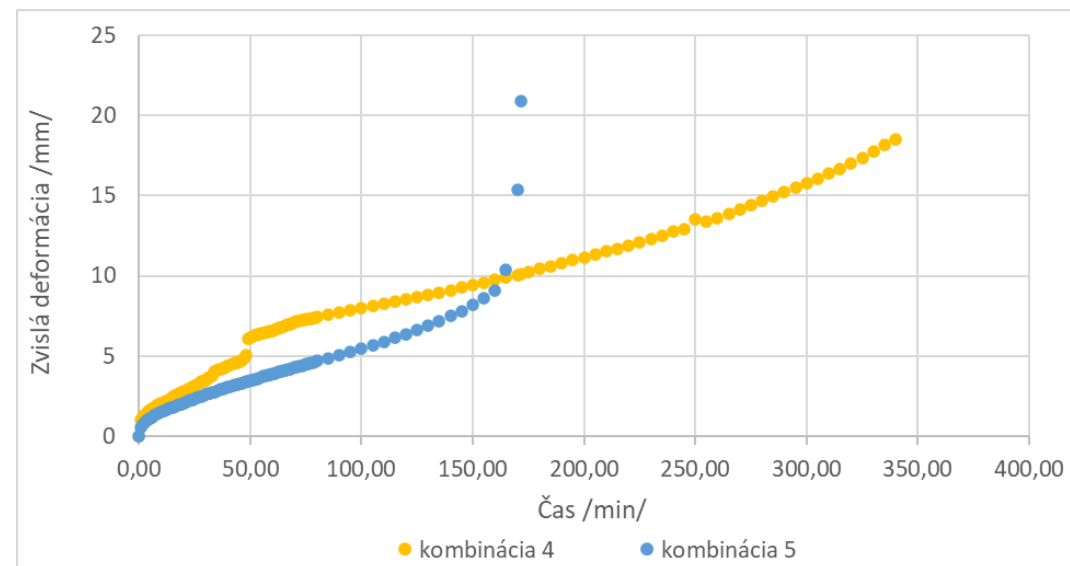
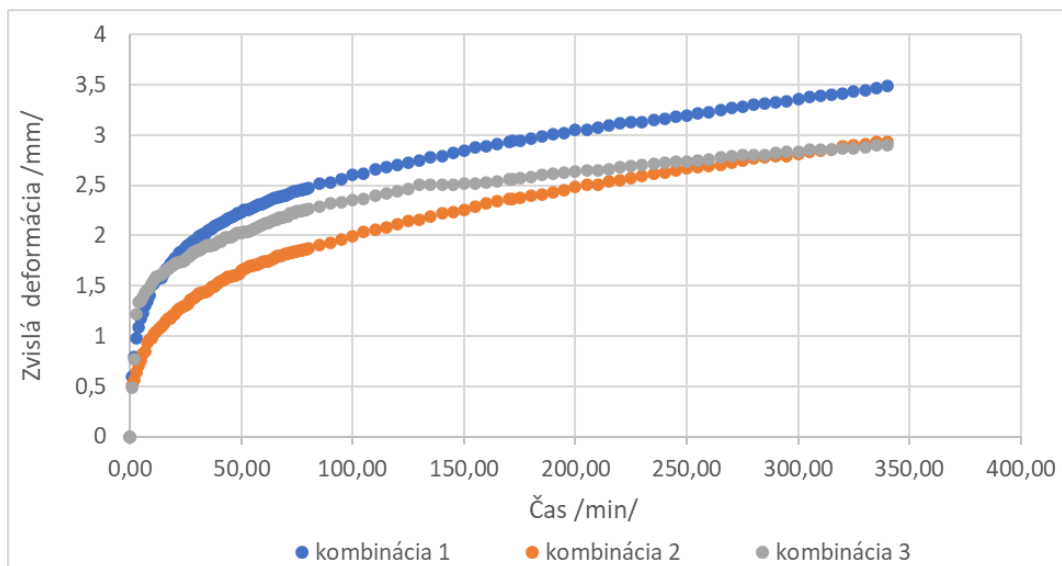


Materiálové složení laboratorně připravených bloků

Kombinácia číslo	Usporiadanie asfaltových vrstiev		Druh asfaltového spojiva
1	obrusná ložná podkladová	SMA 11 AC 22 AC 22	PMB 45/80-75 PMB 45/80-75 35/50
2	obrusná ložná podkladová	AC 11 AC 22 AC 22	PMB 45/80-75 PMB 45/80-75 35/50
3	obrusná ložná podkladová	AC 11 AC 16 AC 22	PMB 45/80-75 PMB 45/80-75 35/50
4	obrusná ložná podkladová	AC 11 (PMA) AC 22 AC 22	50/70 + 0,35 % plastomerný polymér PMB 45/80-75 35/50
5	obrusná ložná podkladová	AC 11 (PMA) AC 22 (PMA) AC 22	50/70 + 0,35 % plastomerný polymér 50/70 + 0,2 % plastomerný polymér 35/50

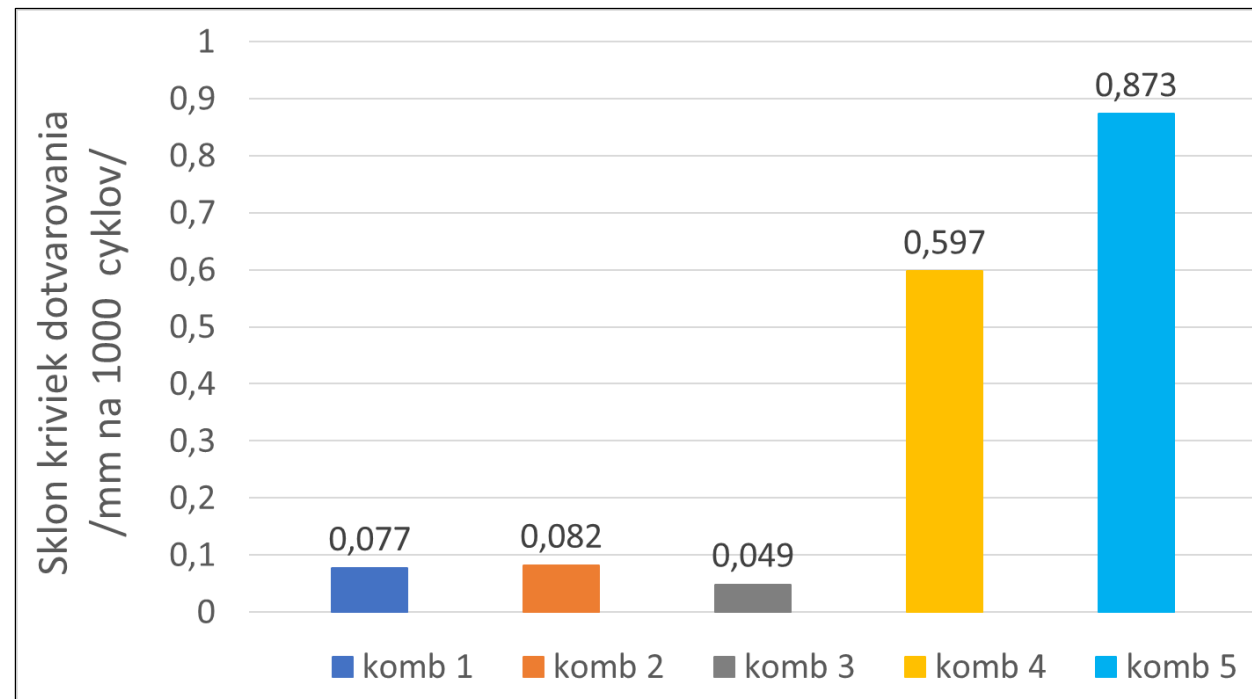
Obrusná vrstva 40 mm, Ložní vrstva 60 mm, Horní podkladní vrstva 80 mm

Výsledky měření



Křivky dotvarování testovaných kombinací

Výsledky měření



Sklon lineárních částí křivek dotvarování testovaných kombinací

Závěr:

- ➔ vzorky vyvrtané z asfaltových bloků s modifikovaným pojivem 45/80-75 v obrušné a ložné vrstvě a s podkladní vrstvou AC 22 obsahující silniční asfalt mají podobný sklon křivky dotvarování
- ➔ na základě sklonu křivky dotvarování se jeví, že nejodolnější kombinací asfaltových vrstev proti vyjíždění kolejí kombinace 3, která má maximální velikost zrna kameniva v ložnej vrstvě 16 mm
- ➔ největší sklony křivky dotvarování vyplynuly ze zkoušek na vzorkách vyvrtaných z asfaltových bloků s vrstvou/ami PMA
- ➔ ani po 5,5 hodinách cyklického zatěžování se nezjistil žádný inflexný bod na křivce dotvarování v případě kombinací, které se skládaly z asfaltových směsí obsahujících konvenční polymerem modifikovaný asfalt v obrušné a ložní vrstvě a silniční asfalt v horní podkladní vrstvě

KVALITA DAT ZÍSKANÝCH ZAŘÍZENÍM IPAVE PŘI KOMPLEXNÍ DIAGNOSTICE SILNIČNÍ SÍTĚ

Bjarne Schmidt, ARRB Systems AB, Sweden/Švédsko
Slovenko Henigman, Sloman, d.o.o., Slovenia/Slovinsko

Autoři v příspěvku představují :

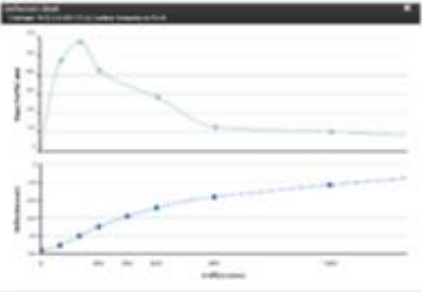
- ➔ Zařízení iPAVe (Intelligent Pavement Assessment Vehicle), které bylo uvedeno v článku na konferenci Asfaltové vozovky v roce 2021. Letošní příspěvek je zaměřen na prezentaci kvality dat, která lze získat měřením pomocí zařízení iPAVe, na příkladu zkušebního úseku ve Slovinsku

Provádění zkoušek opakovatelnosti v provozu na komunikaci ve Slovinsku

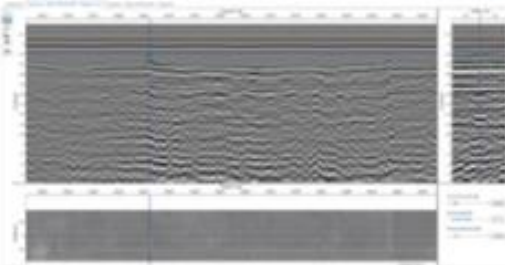


- + Roughness
Left & Right wheel paths
- + Texture
Centre & Both wheel paths
- + GNSS DGPS
geospatial location
- + Geometry
Crossfall, Grade, Horizontal & Vertical curvature
- + 3D Roughness
Full Lane
- + 3D Rutting
Full Lane
- + 3D Cracking
Full Lane
- + 3D Surface Defects
Full Lane

Continuous Deflection Measurement



+ 3D Ground Penetrating Radar

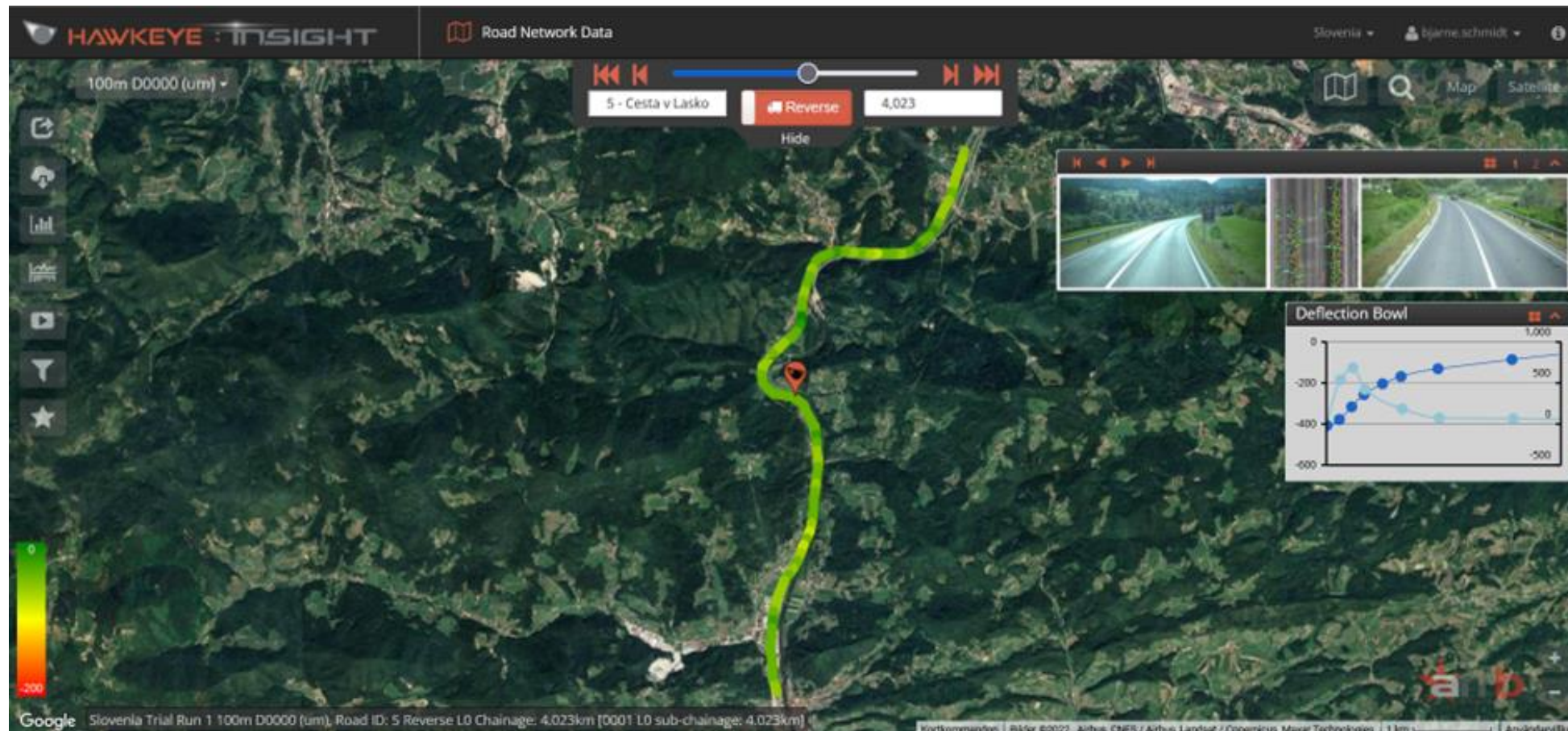


+ Digital Imaging System



The intelligent Pavement Assessment Vehicle (multifunkční měřicí vůz) (iPAVe)

Provádění zkoušek opakovatelnosti v provozu na komunikaci ve Slovinsku

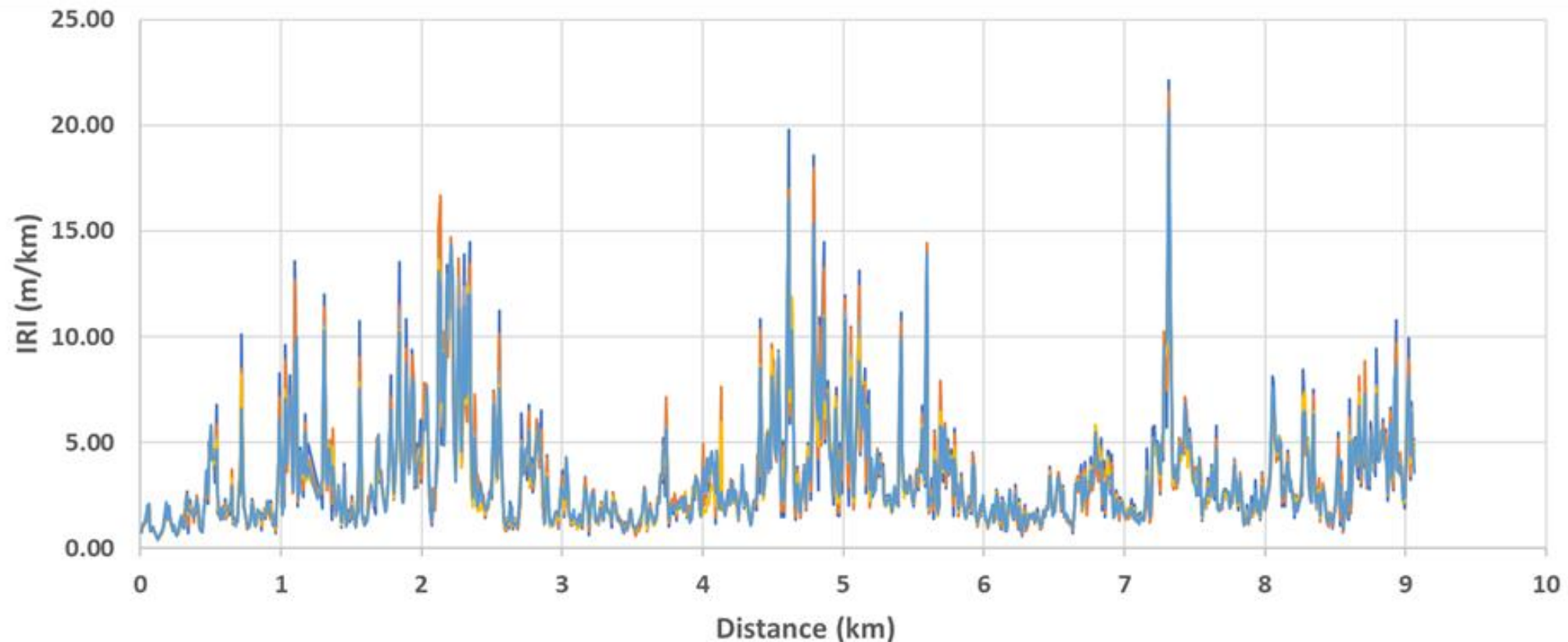


Úsek měřené komunikace na Slovinsku

Přestože zařízení iPAVe provádí komplexní diagnostiku všech vlastností vozovky, jsou v příspěvku uvedeny pouze výsledky opakovatelnosti týkající se nejčastěji používaných parametrů, kterými jsou:

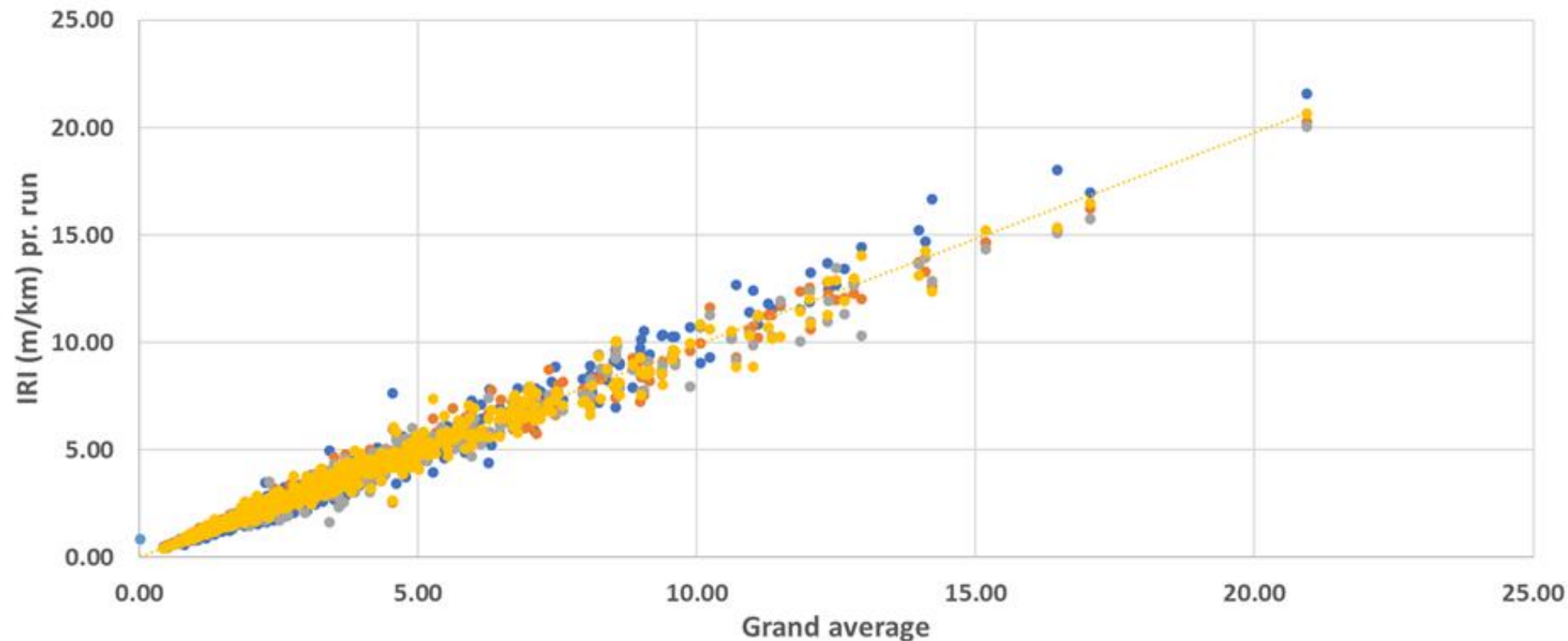
- ➔ Podélná nerovnost zastoupená mezinárodním indexem nerovnosti (IRI m/km)
- ➔ Příčná nerovnost zastoupená hloubkou koleje (RUT mm)
- ➔ Makrotextura povrchu zastoupená střední hloubkou profilu (MPD mm)
- ➔ Průhyb vozovky zastoupený indexem křivosti povrchu (SCI 300 μm)

Podélná nerovnost zastoupená mezinárodním indexem nerovnosti IRI



Pět opakovaných měření podélné nerovnosti

Podélná nerovnost zastoupená mezinárodním indexem nerovnosti IRI



Graf rozptylu opakovaných měření podélné nerovnosti

Závěr:

- ➔ Měření provedená ve Slovinsku za účelem ověření kvality údajů poskytovaných zařízením iPAVe jasně ukazují vysokou míru korelace a opakovatelnosti. Průměrná přesnost hodnocených parametrů je 93 %.
- ➔ Zkoušky jasně ukázaly, že měření prováděná na provozovaných komunikacích za běžného provozu poskytují spolehlivé údaje, které lze využít v souvislosti se strategickým plánováním údržby současných vozovek. Důvěryhodnost údajů rovněž poskytuje solidní podklady pro plánování potřeb údržby, pokud jsou použity v rámci systému správy silniční infrastruktury.

ANALÝZA CHOVÁNÍ VOZOVKY S VYUŽITÍM FULL SCALE MODELU

Ing. Karel Spies, doc. Ing. Dušan Stehlík, Ph.D.,
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební

Autoři v příspěvku představují :

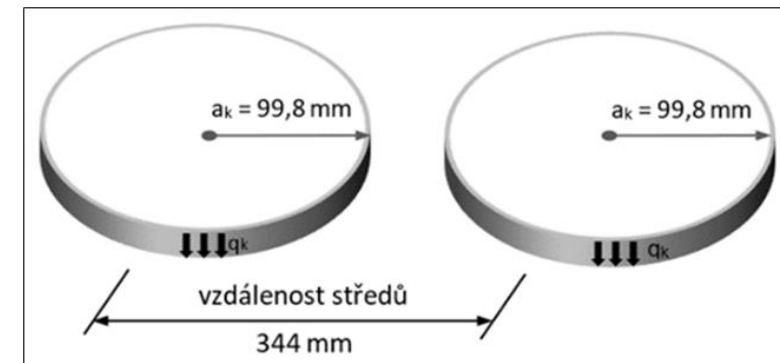
- ➔ příklady měření rozličných parametrů reálného vozovkového souvrství, a to díky full-scale modelu vozovky
- ➔ samotný model vozovkového souvrství, tak způsob zatěžování, typy měřicího vybavení osazeného v modelu a výsledky provedené zatěžovací zkoušky, zatím na prvním referenčním vozovkovém souvrství, které se dále bude aplikovat na konstrukcích vozovek především s využitím stavebních recyklátů
- ➔ samotný model je stále ve stavu výroby a v průběhu dalšího výzkumu bude postupně upravován a modernizován tak, aby se měření v něm simulovaná co nejvíce přiblížila skutečným podmínkám in situ

Popis Full-Scale modelu

- ➔ Full-Scale model vozovky je tvořen masivním kovovým rámem s osazeným hydraulickým zatěžovacím lisem Inova AH-63 s lineárním pohonem. Tento lis přenáší zatížení přes roznášecí nosník na dvě totožné zatěžovací kruhové desky, umístěné na obrušné vrstvě zkoušeného souvrství. Tyto desky simulují dosedací plochu dvoumontáže návrhové nápravy těžkého nákladního vozidla dle revidovaných TP 170

Nově navrhované parametry návrhové nápravy:

- ➔ zatížení na nápravu (2 dvoumontáže) $Q_k = 100 \text{ kN}$,
- ➔ vzdálenost středů dotykových ploch dvoumontáže $l = 0,344 \text{ m}$,
- ➔ poloměr dotykových ploch dvoumontáže $a_k = 0,0998 \text{ m}$,
- ➔ průměrný dotykový tlak $q_k = 0,800 \text{ MPa}$.



Skladba silnice I.třídy D0-N-1 pro TDZ I s podložím PIII dle TP 170

- ➔ asfaltový koberec mastixový
- ➔ asfaltový beton pro ložní vrstvu
- ➔ asfaltový beton pro podkladní vrstvu
- ➔ mechanicky zpevněné kamenivo
- ➔ štěrkodrt'
- ➔ jíl se střední plasticitou

SMA 11 S	tl. 40 mm
ACL 22 S	tl. 80 mm
ACP 22 S	tl. 110 mm
MZK 0/32	tl. 200 mm
ŠDA 0/32	tl. 250 mm
F6CI	tl. 800 mm



Sondy vložené do modelu



Teplovní sondy



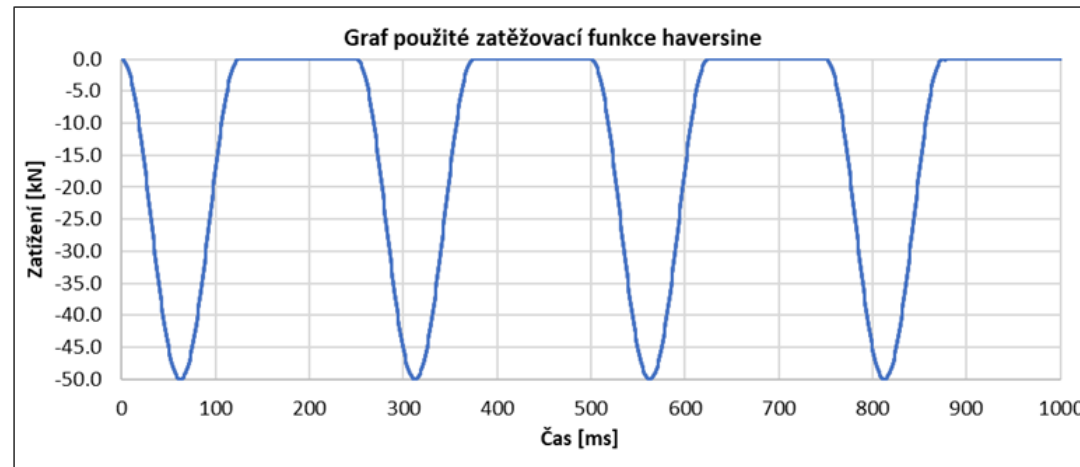
Tlakoměrné krabice



Snímače horizontálního přetvoření

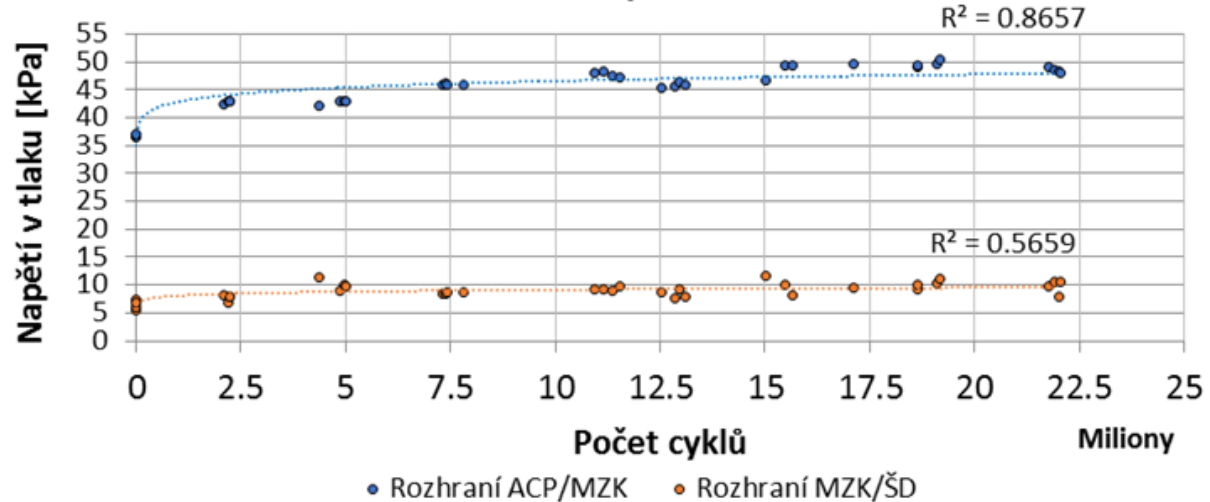
Zatěžování vozovkového souvrství

- ➔ Vozovkové souvrství bylo zatěžováno impulzně, čímž je modelován přejezd návrhové nápravy těžkého nákladního vozidla. Zatěžovací funkce má tvar přerušené křivky haversine s celkovou délkou jednoho zatěžovacího cyklu 250 ms, přičemž samotný impuls má délku 150 ms. Zvolená frekvence zatěžování tak odpovídá přibližně přejezdu jedné návrhové nápravy projíždějící rychlostí 80 km/h daným bodem každých 5 s. Celková doba zatěžování referenční vozovky první třídy tak byla mezi 2 a 3 měsíci

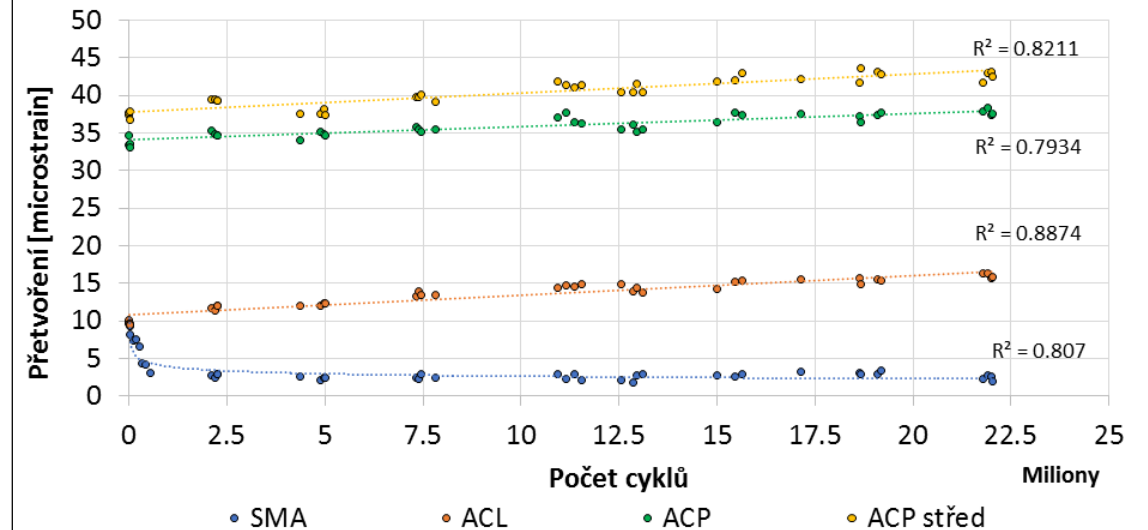


Výsledky zatěžování referenční skladby vozovky

Průběh napětí v tlaku



Horizontální přetvoření v asfaltových vrstvách



Závěr:

- ➔ V době prudkého nárůstu vývoje nových technologií a materiálů pro stavbu vozovek, bohužel není čas na jejich dlouhodobé zkoušení a ověřování vlastností, tak jak tomu bylo dříve. A právě do Full-Scale modelu vozovky je možné tyto nové inovativní nápady a materiály použít a v krátkém časovém horizontu vyzkoušet jejich chování v rámci libovolné konstrukce vozovky
- ➔ Zároveň Full-Scale model umožňuje upřesnit, doplnit či rozšířit výpočtový software sloužící k návrhu vozovek (např. LayEps, Laymed, ELaS, apod.) o nová data, která byla dosud pouze přebírána ze zahraničních vědeckých článků a norem
- ➔ Z naměřených výsledků patrné, že konstrukce vozovek uvedené v katalogových listech TP 170 Dodatek 1 jsou z hlediska navrhovaného zatížení (bez klimatických vlivů) předimenzované

AV '23 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2023

VLIV RYCHLOSTI POHYBU VOZIDEL PŘI NAVRHOVÁNÍ VOZOVEK

Ing. Jiří Fiedler, Praha

Autor v příspěvku představuje :

- ➔ **Poznatky z experimentů a jejich aplikace při navrhování vozovek v zahraničí (USA, Francie, Německo) a jejich srovnání s návrhovou metodou používanou v ČR v závislosti na rychlosti pohybujících se vozidel**

Závěr:

- ➔ Navrhování vozovek složitými numerickými metodami, zohledňujícími rychlost pohybu vozidla a viskoelastické chování asfaltových směsí, zůstane pravděpodobně ještě po určitou dobu vyhrazeno jen pro řešení v rámci výzkumných úkolů
- ➔ V obvyklých případech lze vliv malé rychlosti pohybu vozidel jednoduše zohlednit pouze zvýšením předpokládaného počtu přejezdů návrhových náprav, jak se uvažuje v TP 170
- ➔ Pro velmi malé rychlosti pohybu (menší než cca 20 km/hod), nebo pro případy častého zastavování těžkých vozidel, by však bylo vhodné zvýšit předpokládaný počet návrhových náprav více než na dvojnásobek
- ➔ Naopak v případech, kdy by byla rychlost vozidel jen o málo menší než 50 km/h, nebo jen občasná možnost stání těžkých vozidel, by bylo možné uvažovat s menším zvýšením předpokládaného celkového dopravního zatížení než na dvojnásobek (tj. $C_4 = 2,0$), jak je uvedeno v TP 170.

AV '23 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2023

DĚKUJI ZA POZORNOST

SDRUŽENÍ
PRO VÝSTAVBU
SILNIC

ČESKÁ SILNIČNÍ SPOLEČNOST

CZECH ROAD SOCIETY


EAPA


PRAGOPROJEKT