

AV '19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

Opětovné použití asfaltových směsí a recyklace

doc. Ing. Petr Hýzl, Ph.D., Vysoké učení technické v Brně

26. – 27. listopadu 2019, České Budějovice

Motto: Po asfaltových vozovkách k černým zítřkům



VALORCOL – ekologická alternativa pro využití asfaltového recyklátu

Ing. Dalibor Beneš, Ph.D., COLAS CZ, a.s.

Ing. Miloš Kašpárek, COLAS CZ, a.s.

AV 19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

- ➔ Studená směs obsahuje až 100% tříděného a upraveného recyklovaného materiálu z asfaltových vrstev.
- ➔ Výroba při teplotě okolního prostředí (snížení spotřeby energie a emisí).
- ➔ Asfaltová emulze 160/220, případně rejuvenátor.



- ➔ Výroba směsi v míchacím centru umožňujícím přidávání kameniva pro dosažení ideální čáry zrnitosti

AV 19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

- ➔ Pokusný úsek Holubice 07/2018, zatížení osobními vozy, podklad ACP 16+
- ➔ 75% R-materiálu 16 RA 0/11 + 15% frakce 0/2 + 10% frakce 8/16
- ➔ Pomaluštěpná 60% asfaltová emulze + voda



AV '19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

- ➔ Po dohutnění vrstvy uzavření úseku pro veškerou dopravu.
- ➔ Po několika týdnech došlo ke ztuhnutí vrstvy, vzhled běžné jemnozrnné směsi.



- ➔ Přes zimní období až do současnosti nedošlo k žádnému porušení vrstvy.

AV '19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

100% recyklované vozovky za pomoci environmentálně příznivé oživovací přísady

Filippo Montanelli, Iterchimica Srl, Italy

Luca Baccellieri, Iterchimica Srl, Italy

Sangil Hong, I-PS Co. Ltd, Korea

- ➔ Díky nejnovějším typům obaloven je možné zvýšit podíl R-materiálu až na 100%.
- ➔ V úvodu rozsáhlého příspěvku popis vlivu dávkování oživovací přísady rostlinné bázi Interchimica ACF 2000 Green na parametry zestárlého pojiva.
- ➔ V R-materiálu 4,57% pojiva, Pen 20 p.j., KK = 65,3°C.
- ➔ Zestárlé pojivo +3%, +6% a +9% oživovací přísady.
- ➔ 100% R-materiálu +0,13, +0,26% a +0,36% oživovací přísady.
- ➔ Autoři uvádí, že zkoušky asfaltových poživ nejsou dostatečné z hlediska pochopení chování oživovací přísady.
- ➔ Doporučují je doplnit o zkoušky asfaltové směsi (Marshallova zkouška, ITS...).

AV 19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

➔ Výroba a pokládka 100% recyklované směsi AC na obalovně bez přidání pojiva



Švýcarsko

Výroba směsi: 160°C

Pokládka: 120 - 140°C

Vzduch: -5°C

4,5% přísady

20 000 tun směsi

Dvouplášťový buben

Válec:

- s ocel. běhouny 9 t
- pneumatikový 28 t

AV 19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

➔ Recyklace za horka na místě s použitím 100% R-materiálu bez přidání pojiva



Předeheřivací stroj

Sekundární předeheřiváč
s recyklační jednotkou

Kontinuální míchačka

10% přísady

5 % přísady + 5% pojiva 80/100

Pokládka

Mezerovitost 4% - 6%



AV 19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

➔ Recyklace za horka na místě s použitím 100% R-materiálu bez přidání pojiva



Pokračující výzkum je zaměřen na zkoumání dalších informací o chování pojiv při použití například parametrů G^* , δ .

Z hlediska mechanického chování je výzkum zaměřen na modul tuhosti, únavové parametry a odolnost proti trvalým deformacím.

Možnosti užití asfaltové stabilizace při opravách silnic III. třídy

Ing. Karel Fazekas, České vysoké učení technické v Praze

Ing. Jan Lambert, České vysoké učení technické v Praze

Ing. Petr Pánek, Ph.D., České vysoké učení technické v Praze

doc. Ing. Ludvík Vébr, CSc., České vysoké učení technické v Praze

Asfaltová stabilizace (SA) ve smyslu TP PSVS č. 2/08 je za horka prováděná hutněná směs z homogenizovaného a upraveného R-materiálu v množství min. 70 %, drobného kameniva a asfaltového pojiva (70/100, 100/150 a 160/220).

Ve své podstatě se jedná o ekvivalent ACP 16+ dle ČSN 73 6121 a ČSN EN 13108-1. Jedná se o směs s výrazným podílem R-materiálu, který je jako výzisk snadno dostupný prakticky na každé opravované stavbě PK.

Jde o vhodný materiál pro:

- ➔ opravy krytových vrstev,
- ➔ ložní a podkladní vrstvy vozovek TDZ V a VI,
- ➔ parkoviště osobních automobilů a nemotoristické komunikace.

Oproti ČSN 73 6121 se jedná o větší využitelnost druhotného stavebního materiálu.

➔ Podmínky pro použití v konstrukci vozovky:

Obecně lze AS užít v konstrukci vozovky stejně jako ekvivalent směsi ACP 16+ (v závislosti na TDZ).

Pro ložní a podkladní vrstvy vozovek třídy dopravního zatížení V a VI, parkoviště osobních vozidel a nemotoristické komunikace.

Je-li AS ve výše uvedeném případě ložnou vrstvou, musí být tloušťka ohrubné vrstvy alespoň 40 mm a ze směsi dle ČSN EN 13108-1, tedy z AC.

TP připouští i užití do konstrukcí TDZ IV do podkladní vrstvy, avšak s podmínkou pokládky min. dalších 2 vrstev směsí typu AC v celkové tl. min. 80 mm (z důvodu zamezení kopírování trhlin).

Pro spojení vrstev platí obecné požadavky a použití běžných spojovacích postřiků. Přípustné tloušťky pro pokládku jsou 40 – 100 mm po zhuštění.

Další podmínky a pravidla pro použití směsi jsou uvedeny v příspěvku....

Investiční náklady (v roce 2018)

- ➔ 1 m² pokládky AS 210 – 250 Kč dle tloušťky vrstvy a použitého pojiva.
- ➔ 1 m² pokládky ACP 16+ 265 – 310 Kč dle tloušťky vrstvy a použitého pojiva.

Z toho je patrné, že užití směsi asfaltové stabilizace dle TP PSVS č. 2/08 je ekonomicky výhodné a při pokládkách velkých ploch je rozdíl v ceně markantní.

V neposlední řadě užití značného množství R-materiálu (min. 70 %) znamená z pohledu ekologie zvýšené užití druhotné suroviny, které se nutně nemusí negativně projevit v kvalitě díla.

Asfaltové směsi s vysokým modulem tuhosti obsahující vyšší podíl R-materiálu

Ing. Pavel Šperka, Vysoké učení technické v Brně

Ing. Roman Stromecký, Vysoké učení technické v Brně

prof. Ing. Jan Kudrna, CSc., Vysoké učení technické v Brně

- ➔ Směsi VMT se vyznačují vyšším obsahem pojiva nižší gradace.
- ➔ Z tohoto důvodu může být velmi vhodné používání R-materiálu.
- ➔ Švýcarský koncept VMT – Směsi AC EME (běžně s 30% až 60% R-materiálu)

Označení směsí	Mezerovitost [%]	Modul tuhosti ($t = 15\text{ °C}$, $f = 10\text{ Hz}$) [MPa]	Odolnost vůči únavě ϵ_6 ($t = 10\text{ °C}$, $f = 25\text{ Hz}$) [*10 ⁻⁶]
VMT 16 / VMT 22	3 (2,5) – 5 (6,0) ¹⁾	≥ 9 000	≥ 125
AC EME 22 C1	3,0 – 6,0	≥ 11 000	≥ 100
AC EME 22 C2	1,0 – 4,0	≥ 14 000	≥ 130

- ➔ AC EME 22 C1 min. 4,6% pojiva
- ➔ AC EME 22 C2 min. 5,2% pojiva

➔ Příklad zacházení s R-materiálem ve Švýcarsku



Vybourané kry



Vyfrézovaný materiál

➔ Nové směsi VMT

a) Směs A s 25% R-materiálu + PMB 25/55-65

b) Směs B s 25% R-materiálu + 50/70 modifikovaná pryžovým granulátem

Směs	Množství asfaltu ve směsi [%]	Modul tuhosti (t = 15 °C, f = 10 Hz) [MPa]	Odolnost vůči únavě ε_6 (t = 10 °C, f = 25 Hz) [10 ⁻⁶]	Odolnost vůči nízkým teplotám	
				Teplota při porušení mrazovou trhlinou [°C]	Maximální napětí při porušení [MPa]
A	4,8	13 232	161	-18,2	4,46
B	6,2	10 762	163	-20,0	4,18

Navržené asfaltové směsi sice obsahují celkově vyšší množství asfaltu, nicméně při použití 25 % R-materiálu je reálné dávkované množství nižší.

Do směsi A bylo přidáno jen 3,5 % asfaltu PMB 25/55-65

Do směsi B bylo přidáno 4,9 % CRMB.

Vzhledem k povaze směsí VMT není dávkované množství asfaltu vysoké a odpovídá běžným směsím asfaltového betonu pro podkladní vrstvy vozovek.

Bez jakýchkoliv rejuvenátorů.

AV 19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

➔ Posouzení efektivity vozovky s nově navrženými směsmi

Konstrukce vozovky dle TP 170 D0-N-3-S-PIII			Vozovka s vrstvami z navržených směsí VMT		
	Stávající	Optimalizace		Směs A do vrstev VMT	Směs B do vrstev VMT
SMA 11 S	40 mm	40 mm	SMA 11 S	40 mm	40 mm
ACL 22 S	80 mm	80 mm	VMT	80 mm	80 mm
ACP 22 S	120 mm	100 mm	VMT	80 mm	90 mm
SC _{8/10}	170 mm	170 mm	SC _{8/10}	170 mm	170 mm
ŠDA	150 mm	150 mm	ŠDA	150 mm	150 mm
Celkem	560 mm	540 mm	Celkem	520 mm	530 mm
Poměrné porušení asfaltových vrstev vozovky	0,1384	0,1782	Poměrné porušení asfaltových vrstev vozovky	0,1802	0,1782
Poměrné porušení podloží vozovky	0,5257	0,8184	Poměrné porušení podloží vozovky	0,8213	0,7680
Úspora tloušťky [mm]	-	20	Úspora tloušťky [mm]	40	30

Recyklované stavební materiály pro dopravní infrastrukturu

doc. Ing. Dušan Stehlík, Ph.D., Vysoké učení technické v Brně

AV 19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

- ➔ Díky revizi ČSN 73 6126-1 se mechanicky zlepšená zemina (MZ) stále více prosazuje.
- ➔ V důsledku nedostatku materiálu do násypových těles je směsný recyklát klasifikovaný jako MZ vhodná volba.
- ➔ Laboratorní zkoušky:

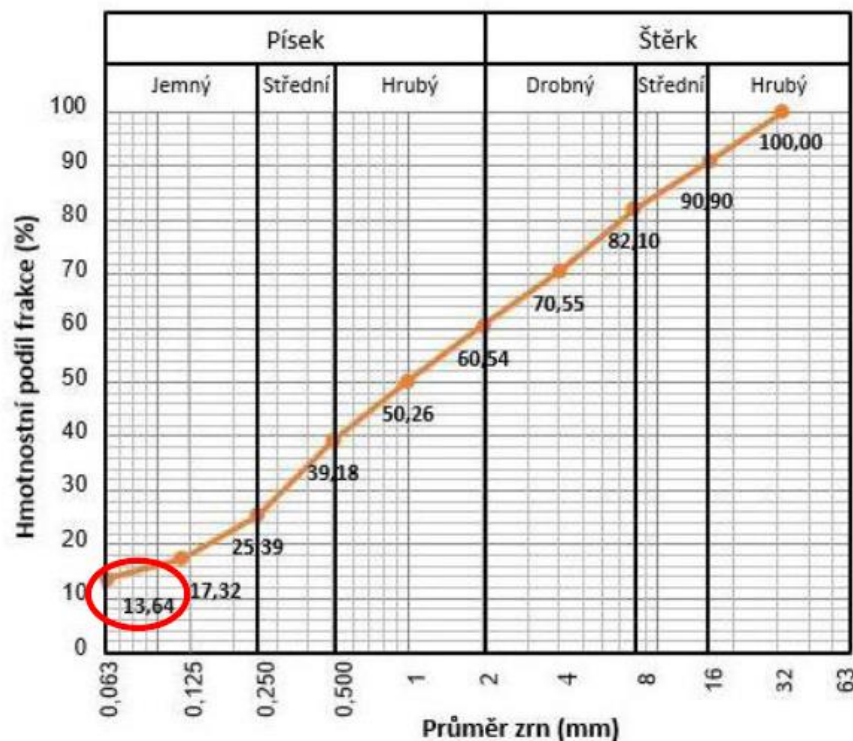


Směsný recyklát cihelný



Směsný recyklát kamenitý

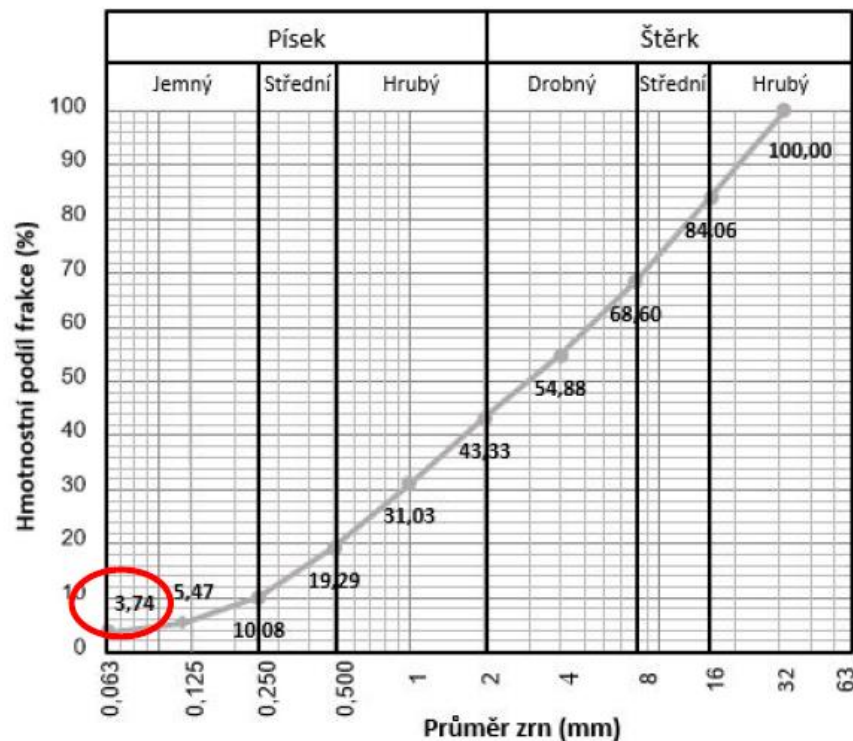
➔ Síťové rozборы



Směsný recyklát cihelný

$\beta = 0,14$

CBR 136%



Směsný recyklát kamenitý

$\beta = 0,12$

CBR 78%

- ➔ Výstavba zkušebního úseku v Brně – Černovicích.
- ➔ Z důvodu nasazení 15t vibračního válce ověření odolnosti proti drcení (LA).



**Směsný recyklát cihelný
před zkouškou LA**



**Směsný recyklát cihelný
po zkoušce LA
(LA = 36%)**

- ➔ Výstavba 250 m zkušebního úseku v Brně, technologické vrstvy tl. 250 mm.



- ➔ Při stavbách násypových těles jsou tyto materiály (i např. ve směsi s místní zeminou) významnou alternativou pro zvětšení objemů vhodných materiálů do technologických vrstev násypů !

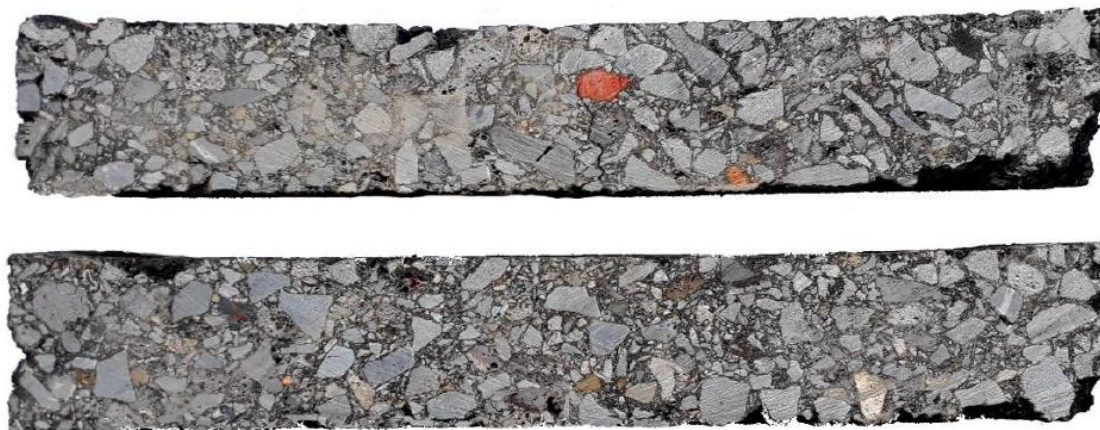
Využití stabilizovaného struskového kameniva v asfaltových vrstvách

Ing. Pavla Vacková, POZEMNÍ KOMUNIKACE BOHEMIA, a.s.

Ing. Jan Valentin, Ph.D., České vysoké učení technické v Praze

- ➔ Použití vysokopecní strusky ze zdroje Poldi Kladno jako náhrady přírodního kameniva v asfaltových směsích:
 - ACO 11+
 - ACL 16S
 - ACP 22S
 - SMA 8 NH.
- ➔ Ověření vlivu tohoto alternativního kameniva na výsledné vlastnosti asfaltových směsí.
- ➔ Pro výrobu směsí byla používána vysokopecní struska ve frakcích:
 - 0/4, 4/8, 8/11 a 11/16 mm.
- ➔ Pojivo 50/70 u směsí AC (u ACL 16S navíc PMB 25/55-60),
PMB 40/100-65 u SMA 8 NH.

- ➔ V příspěvku jsou uvedeny výsledky:
- a) volumetrických parametrů směsí,
 - b) zkoušek odolnosti asfaltových směsí vůči účinkům vody a mrazu,
 - c) modulů tuhosti,
 - d) odolností vůči šíření mrazové trhliny,
 - e) odolností vůči trvalým deformacím,
 - f) pevností v tahu za ohybu tříbodovým ohybem.



Na základě výsledků celkem 16 variant směsí, u kterých byly nahrazovány jednotlivé i všechny frakce přírodního kameniva struskou autoři uvádí:

- ➔ použití struskového kameniva může navyšovat mezerovitost;
- ➔ směsi se struskou vykazovaly spíše lepší výsledky odolnosti vůči účinkům vody a mrazu, ale nižší dílčí pevnosti v příčném tahu;
- ➔ moduly tuhosti směsí se struskou byly spíše nižší;
- ➔ u odolnosti vůči šíření mrazové trhliny bylo zřejmé opět mírné zhoršení vlastností, které však nebylo bezezbytku potvrzeno zkouškou pevnosti v tahu za ohybu, u které více než polovina variant dosáhla lepších výsledků v porovnání s referenční směsí;
- ➔ odolnost vůči trvalým deformacím se zdá z pohledu použití strusky jako „kritická“ – varianty se struskovým kamenivem vykázaly horší výsledky, ale výsledky byly pod normovými hranicemi.
- ➔ náhrada 100 % přírodního kameniva struskou nevykázala dostatečně dobré výsledky a nelze ji nijak doporučit a podpořit.

Jaký je potenciál využití jemně mletého recyklovaného materiálu jako náhrady tradičního vápencového plniva v asfaltové směsi?

Ing. Tereza Valentová, České vysoké učení technické v Praze

Ing. Jakub Šedina, Ph.D., České vysoké učení technické v Praze

Ing. Jan Valentin, Ph.D., České vysoké učení technické v Praze

AV '19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

➔ Jako náhrada tradičního fileru byly při návrhu asfaltové směsi BBTM 8A použity tři rozdílné druhy odpadních anorganických materiálů předpřipravené vysokorychlostním mletím.

A) drcený a mikromletý beton CB krytu D2 („BET“),

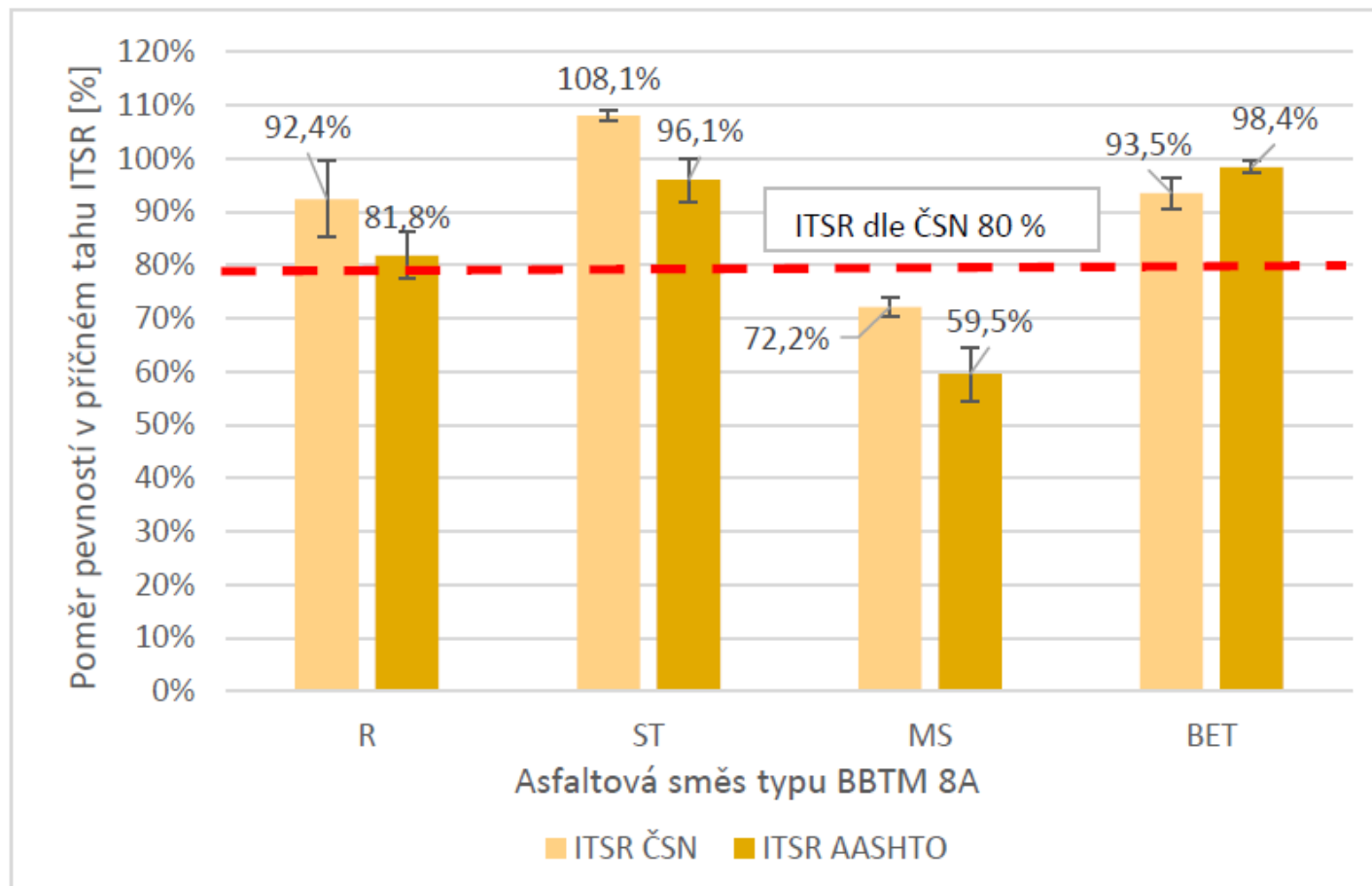
B) jemnozrnné podíly vysokopecní strusky v podobě odprašků nebo mletého aktivovaného mikrofileru („ST“),

C) jemně mleté odřezky sádrokartonových desek a dílců („MS“)

Asfaltová směs	Asfaltové pojivo PMB 25/55-60	Filer	DDK 0/2 Zbečno	HDK 2/5 Zbečno	HDK 4/8 Zbečno
BBTM 8A	5,5	7,6	19,9	28,4	38,8

Vápencová moučka Velké Hydčice („R“)

➔ „Vodní citlivost“ dle ČSN EN 12697-12 a AASHTO T-283



➔ U varianty s mletým sádrokartonem nebylo dosaženo normových požadavků.

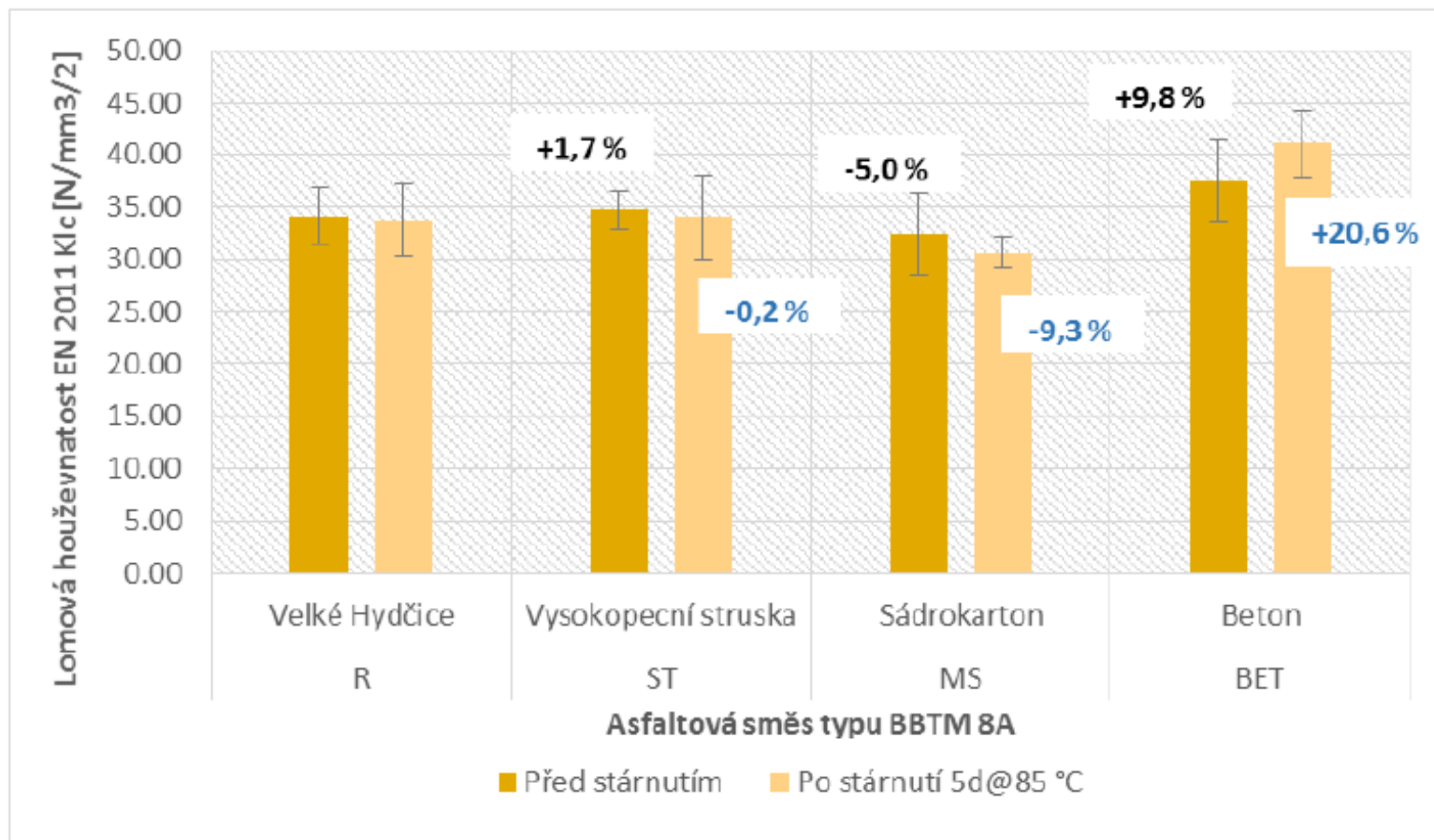
➔ Stanovení modulů tuhosti dle ČSN EN 12697-26 met. C (NAT)

Filer/ náhrada	Označení směsi BBTM 8A	Mezerovitost [%]	Pevnost v příčném tahu [MPa]			Modul tuhosti @ T °C [MPa]				Teplotní citlivost
			ITS _{dry}	ITS _{wet}	ITS _{w+f}	0	15	27	40	
JMV	R	10.2	1.52	1.40	1.24	17 147	9 082	3 600	1 745	4.76
Vysokopecní struska	ST	10.2	1.73	1.87	1.66	19 317	9 337	4 241	1 787	4.55
Sádrokarton	MS	11.4	1.58	1.14	0.94	14 300	8 045	2 703	1 181	5.29
Betonový recyklát	BET	10.5	1.58	1.48	1.56	12 102	5 850	2 320	728	5.22

- ➔ U varianty s vysokopecní struskou vyšší modul tuhosti o 255 MPa.
- ➔ Opačný trend u variant se sádrokartonem a drceným betonovým recyklátem.
- ➔ Dále je v příspěvku popisován vliv laboratorního stárnutí na parametry směsí.

AV 19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

➔ Odolnost asfaltové směsi proti šíření mrazové trhliny dle ČSN EN 12697-44



- ➔ U varianty se struskou lomová houževnatost srovnatelná, u betonu vyšší.
- ➔ Horší vlastnosti u varianty s mletým sádrokartonem.

➡ Shrnutí

„Využití odpadních materiálů v podobě vysokopecní strusky a mletého betonového recyklátu z CB krytu vozovky se jeví jako možná plnohodnotná náhrada fileru v asfaltové směsi a to i s ohledem k dodržení kvality vyrobené asfaltové směsi, kdy se recyklované materiály chovají stejně jako standardizované materiály - vápencový filer“.

AV '19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

Zkušenosti s realizací oprav vozovek II. a III. třídy

Milan Beck, DiS., ESLAB, spol. s r.o., Praha

Ing. Alena Frdlíková, KÚ Jihočeského kraje, České Budějovice

Ing. Martin Frdlík, INBEST, spol. s r.o., České Budějovice

- ➔ Cílem příspěvku je zamyšlení nad skutečnostmi, které nás občas tíží nebo vzbuzují údiv při realizaci oprav, rekonstrukcí či modernizací vozovek PK, primárně pak vozovek II. a III. třídy.
- ➔ Až na dílčí fragmenty prakticky fakticky neexistuje systém hospodaření s vozovkou, citelně chybí historická data a informace o genezi vozovek.
- ➔ Tyto neexistující či omezené informace jsou pak složitě získávány při diagnostických průzkumech a samozřejmě není v lidských silách tyto informace získat v takové míře, aby bylo možné postihnout všechny potenciální anomálie.
- ➔ Zadavatelé diagnostických průzkumů uplatňují extrémně rozdílné přístupy pro zadání rozsahu pro diagnostický průzkum, ačkoliv rozsah jasně definuje TP 87.
- ➔ „Je výhodou, pokud při provádění průzkumu vozovek máte možnost mluvit se starousedlíky či pamětníky, nejlépe tak ve věku 80+, kteří vám dodají tolik potřebných informací, že se může leckdy stát diagnostický průzkum s trochou nadsázky doplněním a ověřením daných informací.“

- ➔ Se SHV rovněž úzce souvisí i způsob výběru komunikací pro opravy, rekonstrukce či modernizace vozovek.
- ➔ Obvykle je možné zařadit do dotačních titulů pouze vozovky, které jsou v kategorii stupně porušení 4, nejlépe pak 5, tedy v nevyhovujícím či kritickém stavu.
- ➔ Proč se dotační tituly nevyužívají i na vozovkách s nižším stupněm porušení pro opravy s nižšími náklady a vyšší efektivitou, kdy stačí oprava ohrusné vrstvy eventuálně krytu?
- ➔ Proč je nezbytné, aby životnost opravy u některých dotačních titulů byla bez ohledu na finanční nebo technickou efektivitu definována na návrhovou životnost minimálně 25 let?
- ➔ Proč je nezbytné zasahovat vždy do podkladních vrstev?
- ➔ Proč je nezbytné, aby při opravě byla zvýšena niveleta minimálně o 1 cm?
- ➔ Proč jsou protlačovány „zázračné“ diagnostické metody, které nám prý nahradí ty „standardní, staré a pomalé“ uvedené v TP 87?

Zkušenosti investora:

- ➔ Jako veřejný zadavatel se kraj musí řídit zákonem o zadávání veřejných zakázek, a to má vliv na dobu přípravy akce.
- ➔ Je téměř nereálné, aby u průměrné dopravní stavby v jedné stavební sezóně proběhlo zadávací řízení na zhotovitele stavby a její vlastní realizace.
- ➔ Výše prostředků je známa většinou až v 2. čtvrtletí roku. Pokud by mělo zadávací řízení na zhotovitele staveb následovat až po získání dotačních prostředků, není tyto prostředky reálné v dané stavební sezóně proinvestovat.

Zkušenosti technického dozoru:

- ➔ Jsme v situaci, kdy stavební firmy nemají kapacity připravené akce zrealizovat.
- ➔ Nejlevnější zhotovitel nabízí často zhotovení prací za vyšší částku, než byla stanovena projektantem.
- ➔ Čím dál tím větší neochota občanů snášet jakákoliv dopravní omezení, či dokonce objížděku opravované silnice/mostu.

AV '19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

Vyhláška 130/2019 Sb. Ministerstva životního prostředí v oblasti opětovného použití a recyklace asfaltových vrstev

Ing. Petr Svoboda, Sdružení pro výstavbu silnic

Ing. Jan Valentin, Ph.D., České vysoké učení technické v Praze

- ➔ Česká republika bohužel ve statistikách týkajících se procenta recyklovaného nebo opětovně použitého stavebního materiálu nadále zaostává za nejlepší praxí, která je dostupná.
- ➔ Je přitom zřejmé, že bude velice obtížné naplnit předepsanou úroveň recyklace 70 % stavebních a demoličních odpadů, která je vyžadována směrnicí EP.
- ➔ V rámci Sdružení pro výstavbu silnic byly vyvinuty aktivity vedoucí k efektivnějšímu využití alespoň některých dostupných materiálů:
 - a) navrhnout úpravy v technických normách na asfaltové směsi (umožnit využívání vyššího procenta R-materiálu v nových asfaltových směsích v rámci výrobních norem pro asfaltové směsi,
 - b) vypracovat samostatnou národní normu na R-materiál.

AV 19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

- ➔ Významným posunem je od 1. 7. 2019 je platná vyhláška č. 130/2019 Sb., o kritériích, při jejichž splnění je znovuzískaná asfaltová směs vedlejším produktem nebo přestává být odpadem.
- ➔ Pokud materiál splní kritéria daná vyhláškou, nemusí být tento materiál vůbec zařazen jako odpad, tedy nedostane se do odpadového režimu a nevztahují se na něj požadavky odpadové legislativy.

Celkové obsahy parametru	Jednotka	Jakostní třída			
		ZAS-T1	ZAS-T2	ZAS-T3*	ZAS-T4*
Celkové množství polyaromatických uhlovodíků (PAU)	mg/kg suš.	≤ 12	$12 < x \leq 25$	$25 < x \leq 300$	> 300

- ➔ Vyhláška 130/2019 Sb dle pravidel vnitřního trhu EU musela projít procesem notifikace. Tento proces byl úspěšně ukončen v květnu 2019 a Česká republika se tak stala vůbec první zemí v Evropě, která našla a prosadila legální cestu, jak znovuzískanou asfaltovou směs do odpadového režimu vůbec neposlat !!!

Překážky v dalším vývoji:

- ➔ V platnosti také i nadále zůstává nešťastný výpočet finanční hodnoty znovuzískané asfaltové směsi u Ředitelství silnic a dálnic, který nezahrnuje náklady na vyfrézování, dopravu, skladování, úpravu a zkoušení materiálu.
- ➔ Tato směrnice musí být novelizována, protože nereflektuje situaci, která nastává se zavedením vyhlášky.
- ➔ Naopak by měla vzniknout právní norma, která bude u veřejných zakázek, kde dochází k frézování asfaltových vrstev vyžadovat, aby se u dané stavby minimální stanovené množství znovuzískané asfaltové směsi formou opětovného využití materiálu znovu aplikovalo.
- ➔ Další překážkou pro rychlejší rozšíření recyklace v silničním stavitelství zůstává nedostatek znalostí o možnostech recyklací a ignorování skutečnosti, že asfaltové směsi s obsahem R-materiálu mají stejnou kvalitu jako nové směsi.

AV '19 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2019

