

AV'13

KONFERENCE
ASFALTOVÉ VOZOVKY 2013

Generální zpráva – znovuužití asfaltových směsí a recyklace

Ing. Petr Svoboda

26. listopadu 2013, České Budějovice

**Znovužití a recyklace z pohledu
evropské a české legislativy
generální zpráva - recyklace**

Evropská legislativa

Podle evropských směrnic musíme do roku 2020 ročně vytrídít minimálně 50 % papíru, plastu, skla, kovů a zajistit 70 % recyklaci stavebního odpadu.

Zákon o odpadech č. 185/ 2001 Sb.

§ 9a

Hierarchie způsobů nakládání s odpady

(1) V rámci odpadového hospodářství musí být dodržována tato hierarchie způsobů nakládání s odpady:

- a) předcházení vzniku odpadů,**
- b) příprava k opětovnému použití,**
- c) recyklace odpadů,**
- d) jiné využití odpadů, například energetické využití,**
- e) odstranění odpadů.**

Jeden ze základních požadavků na stavby (příloha č. 1 směrnice č. 305/2011)

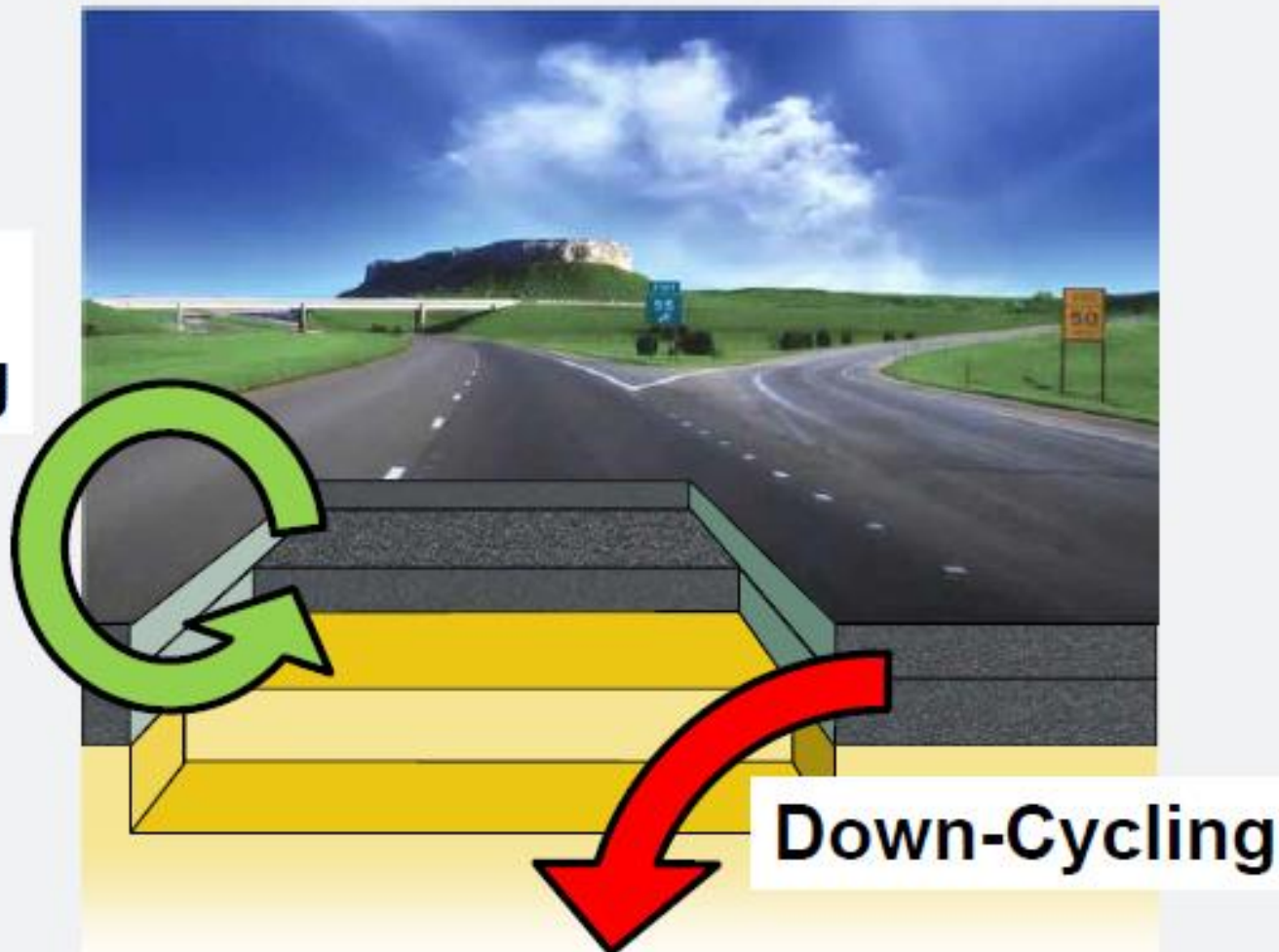
7. Udržitelné využívání přírodních zdrojů

Stavba musí být navržena, provedena a zbourána takovým způsobem, aby bylo zajištěno udržitelné využití přírodních zdrojů a zejména:

- a) opětovné využití nebo recyklovatelnost staveb, použitých materiálů a částí po zbourání;**
- b) životnost staveb;**
- c) použití surovin a druhotných materiálů šetrných k životnímu prostředí při stavbě**

Vlastní příspěvek

**True
Recycling**



Down-Cycling

CHARAKTERIZACE R-MATERIÁLŮ Z POHLEDU ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

**Mgr. Roman Ličbinský, RNDr. Jiří Huzlík,
Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., Brno**

Původ nebezpečných látek

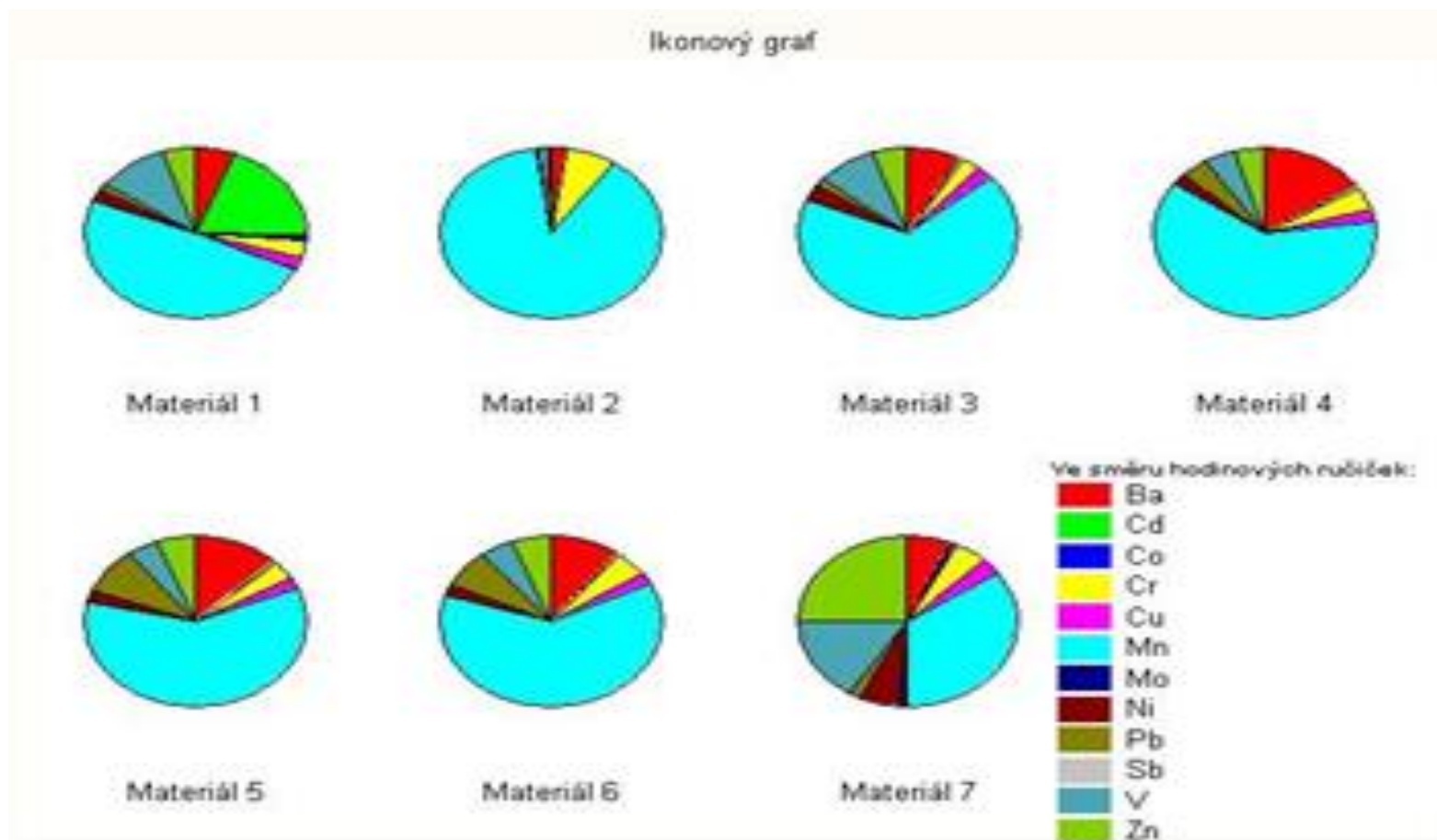
Přítomnost škodlivin a nebezpečných látek

- vlastní složení původního materiálu (dehet)
- depozice automobilových výfukových plynů
- otěr pneumatik
- otěr brzdového obložení
- látky v aditivech nebo speciální příměsy (vlákna, guma)

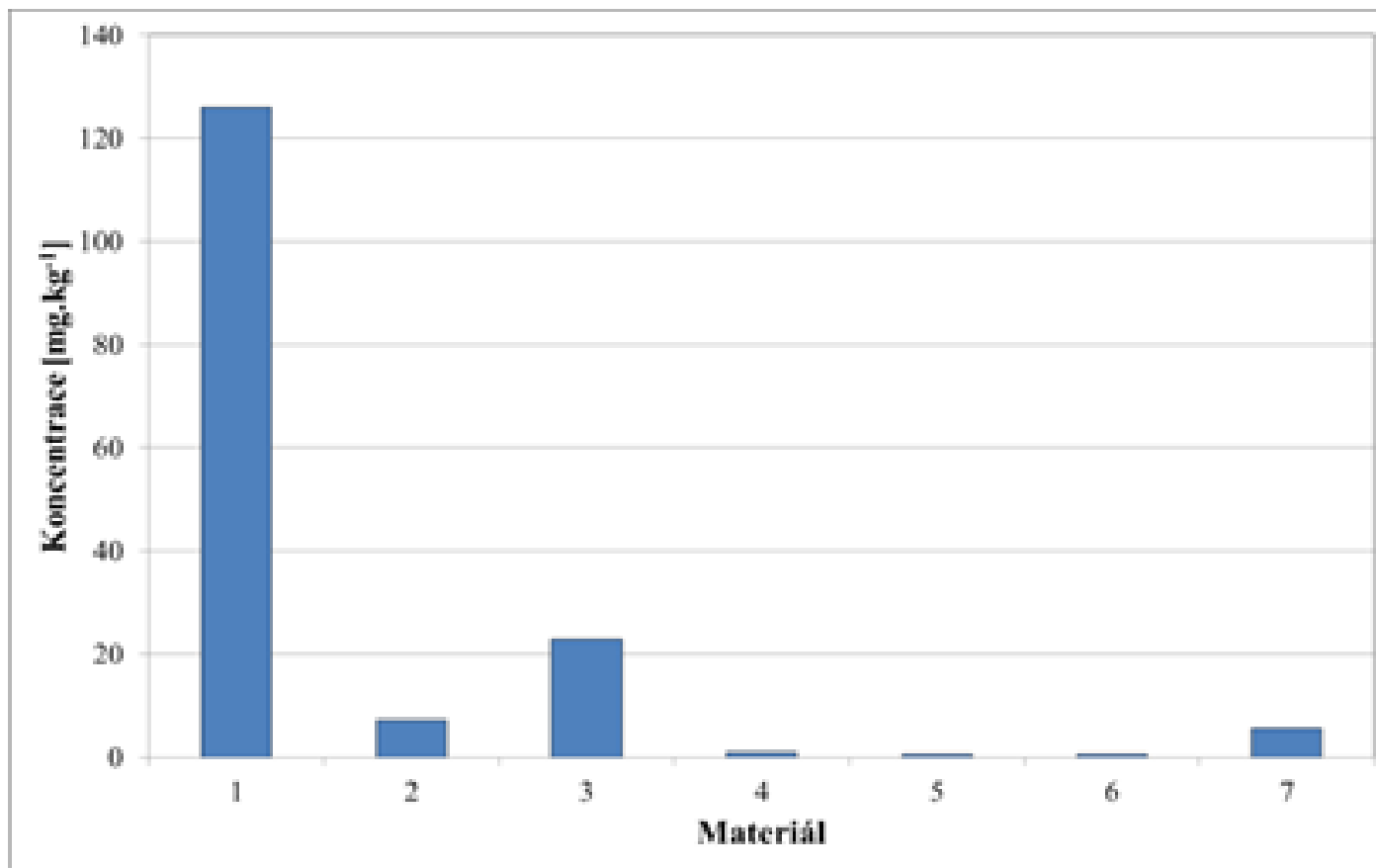
Zkoušené materiály

Označení materiálu	Charakteristika
1	Ze skládky ve Švédsku. Obsah dehtu. Použit jako referenční materiál (nejhorší scénář).
2	Z deponie materiálu z různých zdrojů v ČR (nejvíce SMA 11S, ACL 22S, ACO 11+, ACP 16+).
3	Ze skládky v Dublinu.
4	SMA (11,2 mm) s 0 % R-materiálu, čerstvý materiál.
5	SMA (11,2 mm) s 15 % R-materiálu, čerstvý materiál.
6	SMA (11,2 mm) se 30 % R-materiálu, čerstvý materiál.
7	Asfaltová směs obsahující 50 % recyklátu a speciální přísadu Storbite (obsahuje speciální ropné destiláty a parafínový vosk), čerstvý materiál.

Složení materiálů

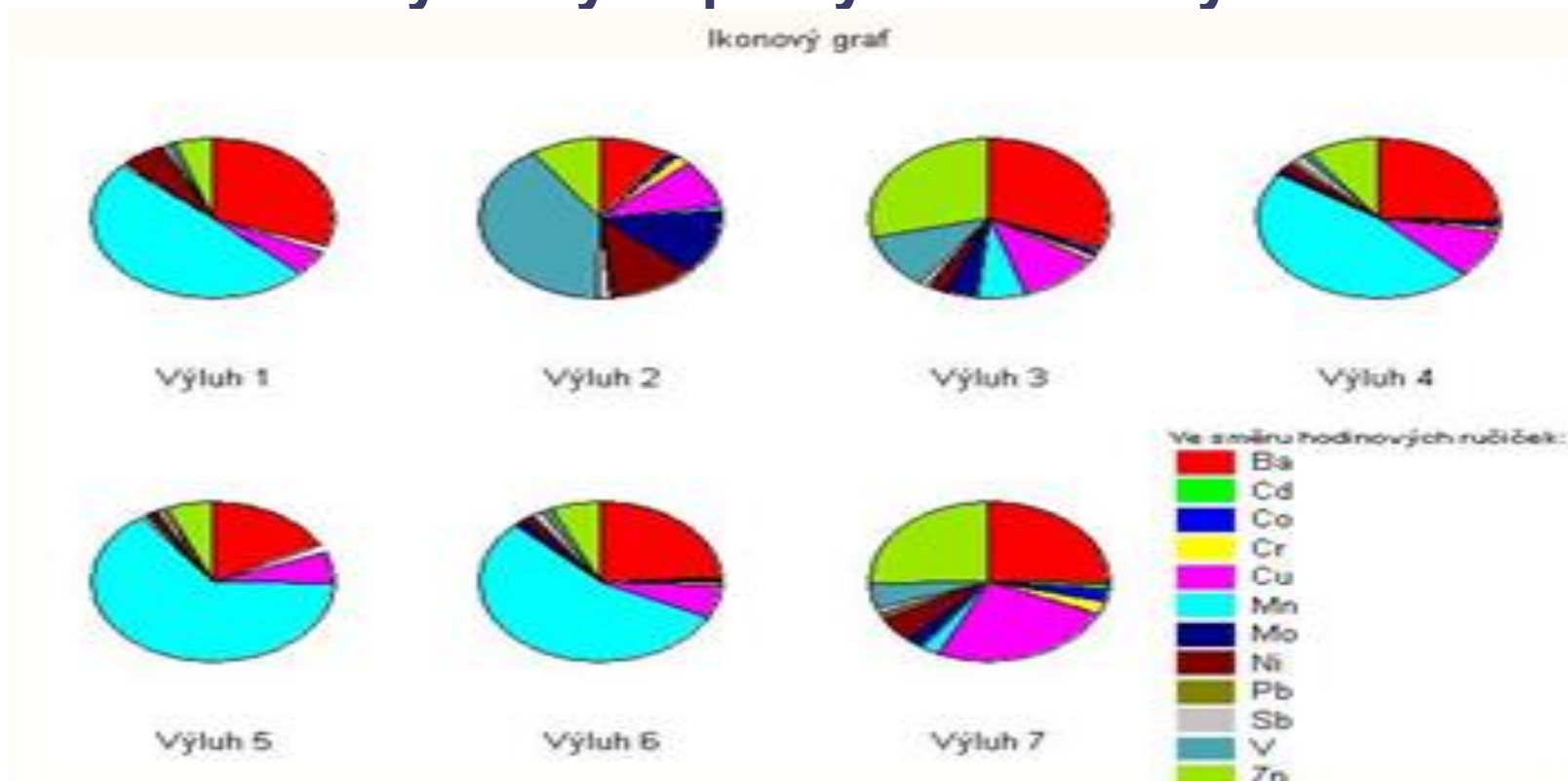


Porovnání celkových koncentrací PAU v jednotlivých materiálech



Složení výluhů

Výluhy sledovaných materiálů byly obecně málo znečištěné vybranými prvky uvolňovanými z materiálů



Ekotoxikologické testy

K hodnocení možných vlivů výluhů materiálů na živé organismy byl na každém vzorku realizován soubor testů na čtyřech organismech.

Testy tak byly realizovány na zelené řase, vyšší rostlině, korýši a rybě

Výsledky ekotoxikologických testů výluhů materiálů prokázaly poměrně značné rozdíly v možných vlivech na živé organismy.

Limitní hodnoty definované Vyhláškou MŽP č. 294/2005 Sb. byly ale bezpečně dodrženy

Závěry

Sledované NL - Cd, Cr, Cu, Ni, Pb a Zn a polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU).

Obsahy škodlivin v prostředí stanovené klasickými postupy nepřináší žádné informace o jejich vlivu na živé organismy nebo o možných synergických efektech.

Výhodné spojit chemické analýzy s testy ekotoxicity.

RECYKLÁTY DO STMELENÝCH PODKLADNÍCH VRSTEV VOZOVEK

**Ing. Karel Pecha, Ing. Dušan Stehlík, Ph.D.,
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta
stavební**

Návrhy směsí

- 6 stmelených směsí
- Všechny vychází z frakce 0/31,5
- Pro výzkumný úkol použít recyklát z betonu a asfaltový recyklát v poměru 3:1

Zkoušení

- Zrnitost
- Zhutnitelnost
- Pevnost v prostém tlaku
- Pevnost v příčném tahu
- Odolnost proti mrazu a vodě

- Dále provedena funkční zkouška stanovení modulu pružnosti E_r (není běžně určena pro stmelené směsi)

Tabulka 1: Průkazní a funkční zkoušení navržených stmelených směsí s recyklátem

S měs č.	Popis	Zrn. ČSN EN 933-2	W_{opt} ; $\rho_{d,max}$ ČSN EN 13286-2	IBI ČSN EN 13286 -47	R_c ČSN EN 13286- 41	R_{it} ČSN EN 13286- 42	R_{cf} ČSN EN 14227-1NA	Er ČSN EN 13286-7
1	SC 0/32 C _{5/6} 7% CEM II/R 32,5	G _A f=16,7 %	14,0% 1945 kg/m ³	min.1 35%	6,7 MPa	1,3 MPa	6,0 MPa	1080 MPa
2	SC 0/32 C _{3/4} 5% Doroport TB25		13,1% 1926 kg/m ³		5,3 MPa	1,1 MPa	3,1 MPa	700 MPa
3	SC 0/32 C _{3/4} 5% CEM II/R 32,5		12,5% 1955 kg/m ³		5,8 MPa	1,2 MPa	5,1 MPa	950 MPa
4	SC 0/32 C _{1,5/2} 3% CEM II/R 32,5		11,4% 1959 kg/m ³		4,7 MPa	1,0 MPa	3,8 MPa	750 MPa
5	SC 0/32 C _{1,5/2} 5% CEM II/R 32,5		12,5% 1955 kg/m ³		5,7 MPa	1,1 MPa	4,9 MPa	930 MPa
6	SC 0/32 C _{1,5/2} 4% CEM II/R		11,5% 1957		5,8 MPa	1,1 MPa	5,1 MPa	18 950 MPa

Skladby konstrukcí vozovek

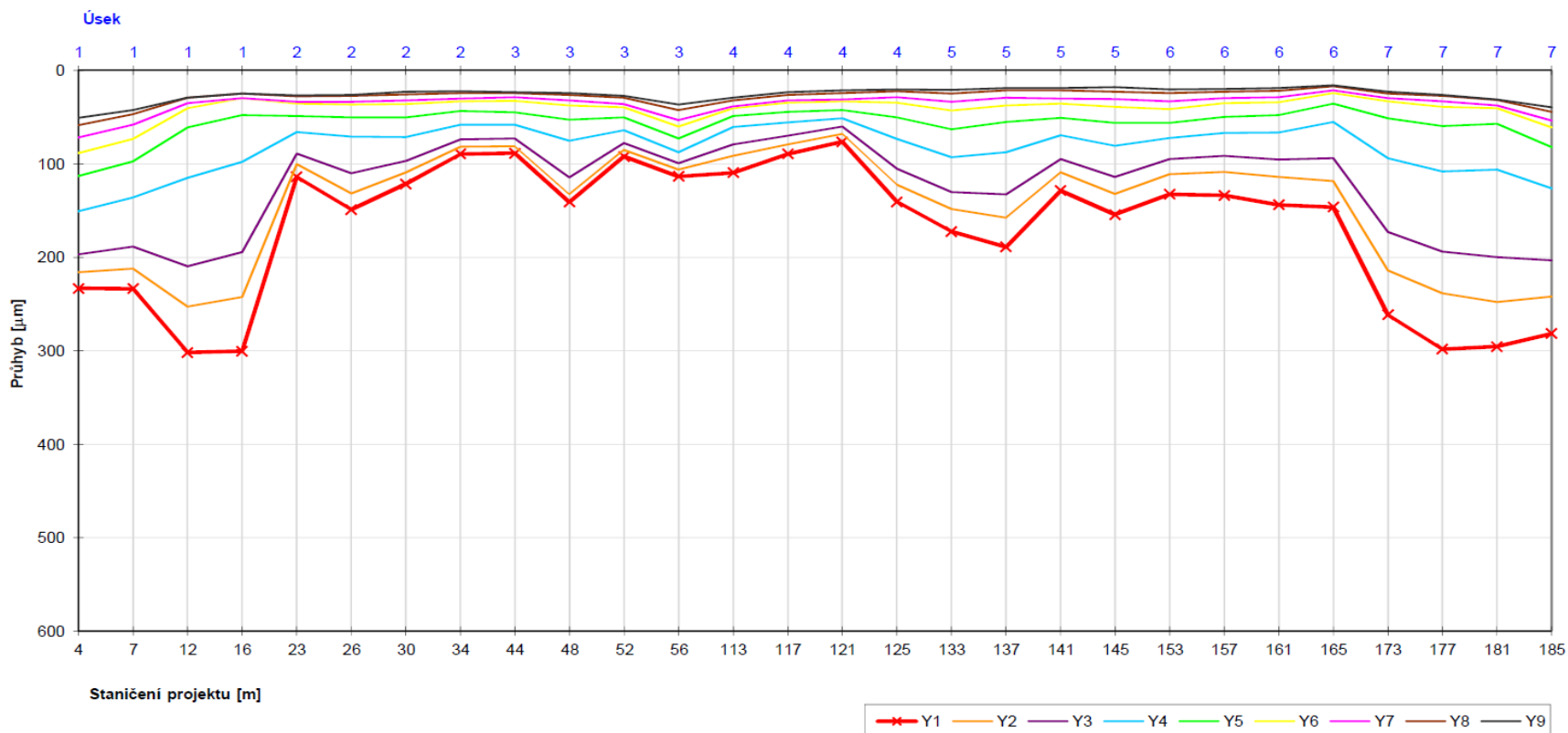
ZÚ 1 0,000- 0,020 km	ZÚ 2 0,020-0,040 km	ZÚ 3 0,040- 0,060 km	ZÚ 4 0,110-0,130 km	ZÚ 5 0,130- 0,150 km	ZÚ 6 0,150- 0,170 km	ZÚ 7 0,170- 0,190 km
ACO 11 40 mm	ACO 11 40 mm	ACO 11 40 mm	ACO 11 40 mm	ACO 11 40 mm	ACO 11 40 mm	ACO 11 40 mm
ACP 16 40 mm	ACP 16 40 mm	ACP 16 40 mm	ACP 16 40 mm	ACP 16 40 mm	ACP 16 40 mm	ACP 16 40 mm
ŠD-R 0/32 150 mm	SC 0/32 C _{5/6} 7% cem.; 150 mm	SC 0/32 C _{3/4} 5% dor.; 150 mm*	Ra 0/16; 50 mm	Ra 0/16 + Rc 0/32 (30:70); 150 mm	Ra 0/16; 150 mm	Ra 0/16 100 mm
			SC 0/32 C _{3/4} 5% cem.; 150 mm			
ŠD 0/32 150 mm	ŠD _A Rc 0/32 150 mm	ŠD _B Rc 0/32 150 mm	SC 0/32; C _{1,5/2} 3% CEM; 150 mm	SC 0/32 C _{1,5/2} 5% cem.; 150 mm	SC 0/32 C _{1,5/2} 4% cem.; 150 mm	ŠCM 32/63 200 mm ¹⁹

Provádění zkušebního polygonu



Ihned po pokládce stmelených směsí byly provedeny přímé kontroly míry zhutnění a následně byly pokládány dvě vrstvy asfaltového betonu

Průhybové čáry na zkušebním polygonu v Brně Černovicích – podzim 2012 – zatížení 50 kN



Závěr

Tento příspěvek se snažil prezentovat možnosti využití betonových recyklátů do stmelených podkladních vrstev vozovek

- **Recykláty ve stmelených směsích pro podkladní vrstvy je plnohodnotný materiál**
- **omezené množství materiálu z recyklačních linek**
- **Zkušební úsek, kde byly aplikovány různé typy pojiv a směsí sledován zkouškou FWD**
- **Problematický výpočet modulů pružnosti**

STAVBA VOZOVEK – VYUŽITÍ ASFALTOVÝCH RECYKLÁTŮ

Ing. Dušan Lažek, GEOSTAR spol. s r.o.

Cíle projektu

- možnost využití asfaltového recyklátu (Ra) v podkladních vrstvách
- prioritní využití se samozřejmě nabízí pro zabudování do podkladní asfaltové vrstvy.
- tato alternativa využití Ra v konstrukci vozovky je řešena v projektu TA ČR č. 01020333 [1].
- pro průkazní zkoušky směsí dle ČSN 13285 [2] byly připraveny směsi z asfaltového krytu a betonového stavebního demoličního odpadu ve dvou kvalitativních variantách

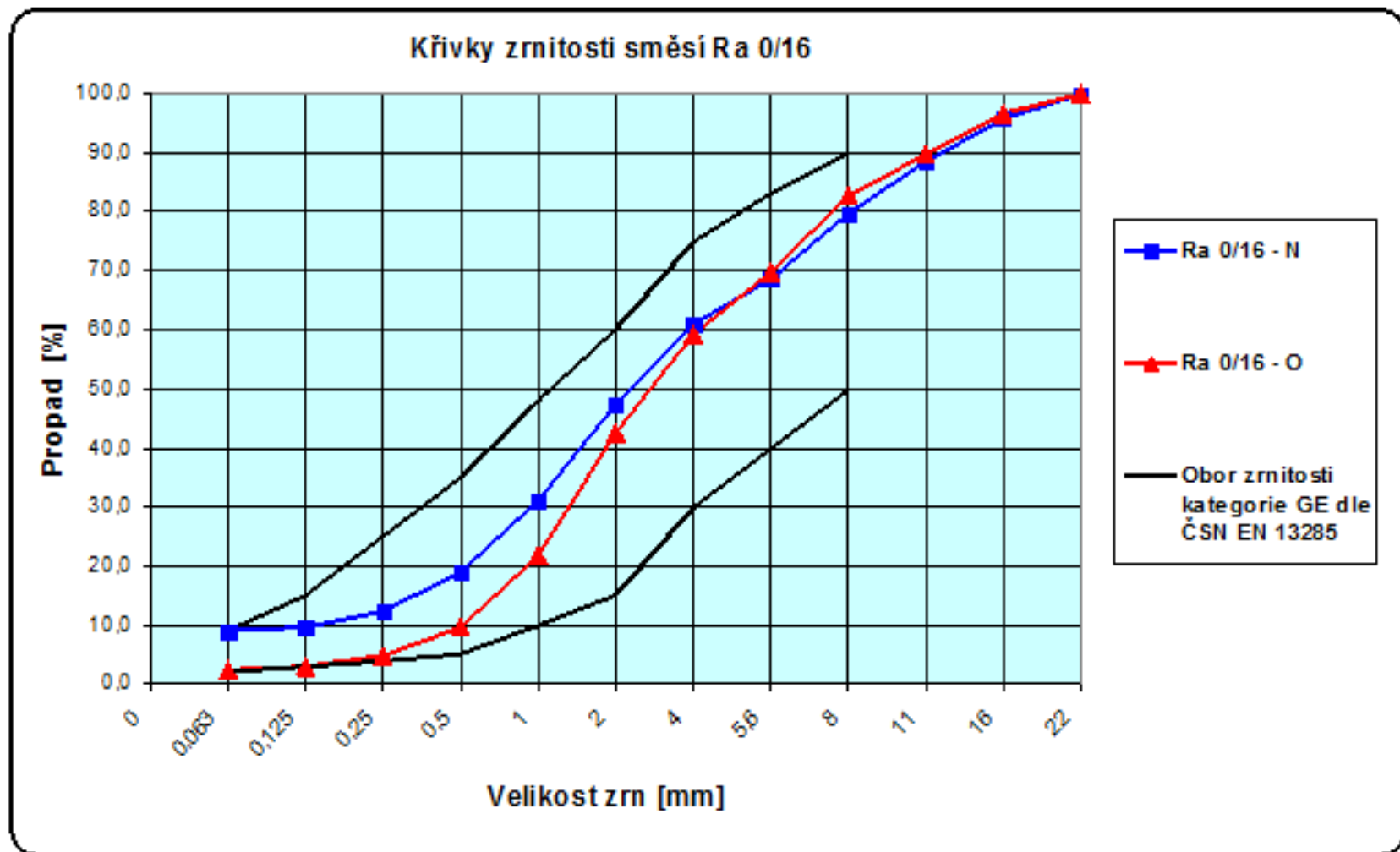
Nestmelené směsi s RA - Posuzované směsi

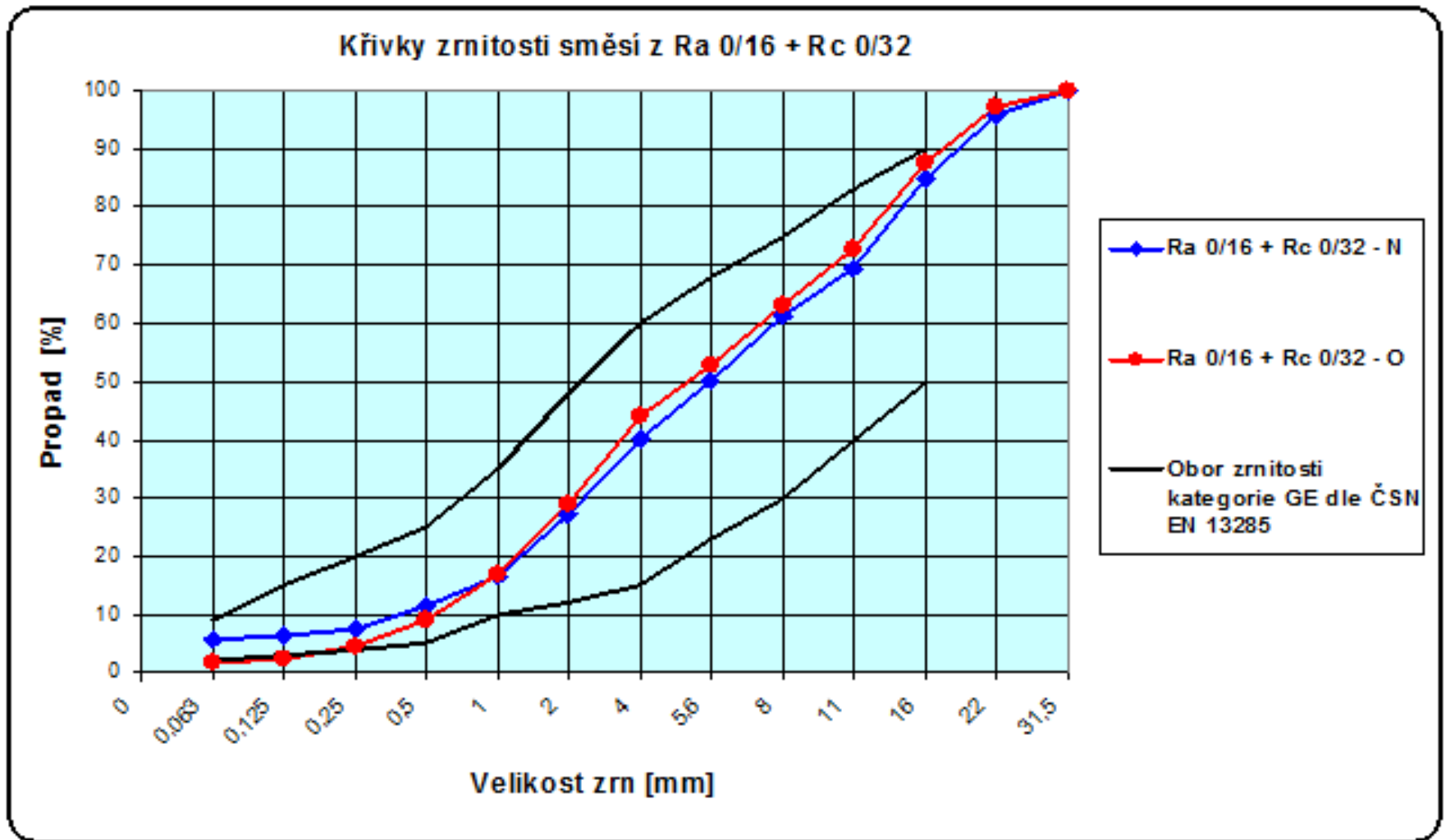
Ra 0/16 – N (asfaltový recyklát, normální kvalita)

Ra 0/16 – O (asfaltový recyklát, optimalizovaná kvalita)

Ra 0/16 + Rc 0/32 – N (asfaltový recyklát 30% + betonový recyklát 70%, normální kvalita)

Ra 0/16 + Rc 0/32 – O (asfaltový recyklát 30% + betonový recyklát 70%, optimalizovaná kvalita)





Průkazní zkoušky

Materiál	Zmitostní kategorie dle ČSN EN 13285	Obsah jemných částic dle ČSN EN 933-1 [%]	$\rho_{0, \max}^{1)}$ [kg/m ³]	$W_{opt}^{2)}$ [%]	CBR ³⁾ [%] při W_{opt} po sycení 96 hodin ve vodě	SE ⁴⁾ ekvivalent písku	$w_L^{5)}$ mez tekutosti [%]
Ra 0/16 normální	G _A	9,2	2140	7,3	65	92	21,8
Ra 0/16 optimalizovaný	G _C	2,4	2080	7,8	30	-	-
Ra 0/16 + Rc 0/32 normální	G _A	5,6	2070	9,0	110	76	23,1
Ra 0/16 + Rc 0/32 optimalizovaný	G _C	1,7	1910	10,4	55	-	-

Vysvětlivky:

- 1) srovnává d' objemová hmotnost dle ČSN EN 13286-2 [8] - modifikovaná energie
- 2) srovnává d' optimální vlhkost dle ČSN EN 13286-2
- 3) kalifornský poměr únosnosti ČSN EN 13286-47 [9]
- 4) posouzení jemných částic - ekvivalent písku dle ČSN EN 933-8 [10]
- 5) stanovení konzistenčních mezí - mez tekutosti dle ČSN CEN ISO/TS 17892-12 [11]

Tabulka 2: Skladby konstrukcí zkušebních úseků s využitím Ra

č. ZÚ	staničení [km]	ochranná vrstva	podkladní vrstva
1	0,190 - 0,170	ŠCM 32/63; 200 mm	Ra 0/16; 100 mm
2	0,170 - 0,150	SC 0/32; C _{1,5/2} (4% CEM); 150 mm	Ra 0/16; 150 mm
3	0,150 - 0,130	SC 0/32; C _{1,5/2} (5% CEM); 150 mm	Ra 0/16 + Rc 0/32 (30%:70%); 150 mm
4	0,130 - 0,110	SC 0/32; C _{1,5/2} (3% CEM); 150 mm	SC 0/32; C _{3/4} (5% CEM); 100 mm Ra 0/16; 50 mm

Výsledky kontrolních zkoušek

Identifikační data						Výsledky zkoušek					
Datum odběru materiálu/ zkoušky	Označení zkušebního pole	Konstrukční prvek	Typy směsí	Staničení [km]		Druh kontroly, zkoušky	Naměřená hodnota			Požad. hodnota	
15.06.12	P-1	PV ¹⁾	Ra 0/16	deponie	-	Zrnit ²⁾	G _N	-	f = 0,4	%	-
17.06.12	P-1	PV	Ra 0/16	deponie	-	PM ³⁾	2140	kg/m ³	7,3	%	-
15.06.12	P-1	PV	Ra 0/16	deponie	-	W ⁴⁾	3,9	%	-	-	-2 až +1 od wopt.
15.06.12	P-1	PV	Ra 0/16	deponie	-	W	4,1	%	-	-	-2 až +1 od wopt.
17.06.12	P-1	PV	Ra 0/16	0,180	osa	DM ⁵⁾	99,2	%	3,2	%	98 % (PM)
17.06.12	P-1	PV	Ra 0/16	0,180	osa	SZZ ⁶⁾	86,7	MPa	2,76	-	90 MPa
17.06.12	P-2	PV	Ra 0/16	0,160	osa	DM	100,3	%	2,6	%	98 % (PM)
17.06.12	P-2	PV	Ra 0/16	0,160	osa	SZZ	146,0	MPa	6,51	-	90 MPa
15.06.12	P-3	PV	Ra+Rc	deponie	-	Zrnit	G _C	-	f = 2,0	%	2 až 9 %
12.06.12	P-3	PV	Ra+Rc	deponie	-	PM	2070	kg/m ³	9,0	%	-
15.06.12	P-3	PV	Ra+Rc	deponie	-	W	9	%	-	-	-2 až +1 od wopt.
15.06.12	P-3	PV	Ra+Rc	deponie	-	W	8,8	%	-	-	-2 až +1 od wopt.
17.06.12	P-3	PV	Ra+Rc	0,140	osa	DM	101,8	%	4,9	%	98 (PM)
17.06.12	P-3	PV	Ra+Rc	0,140	osa	SZZ	321,8	MPa	2,9	-	90 MPa
17.06.12	P-4	PV	Ra 0/16	0,120	osa	SZZ	321	MPa	5,52	-	100 MPa

Vysvětlivky ke zkratkám:

1) PV - podkladní vrstva

2) Zrnit - zrnitost (naměřená hodnota - zrnitostní kategorie, obsah jemných částic)

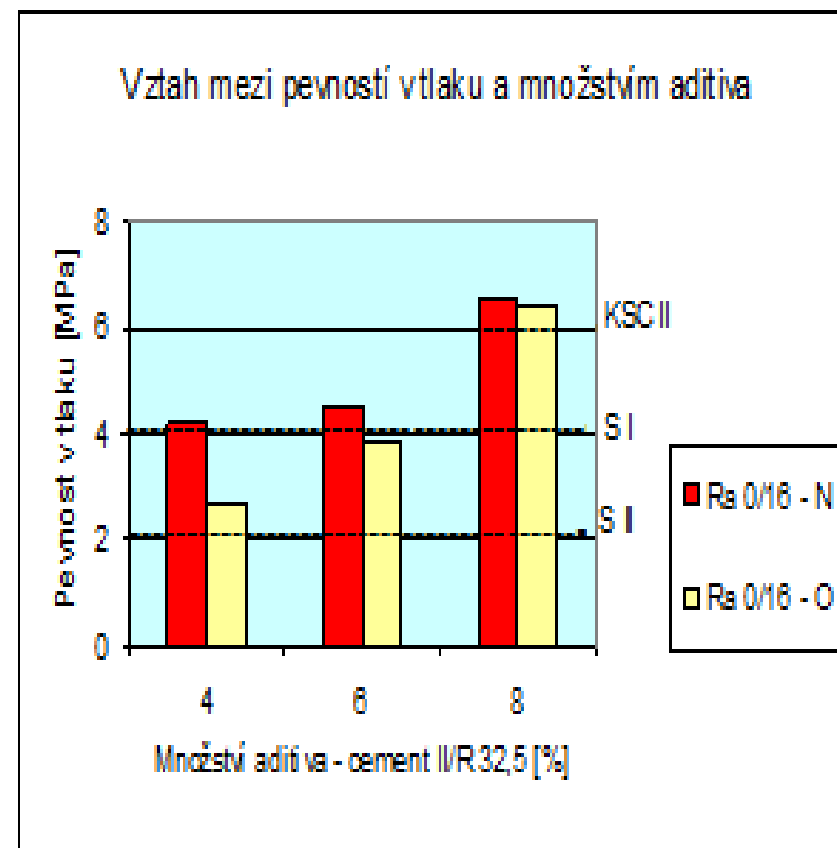
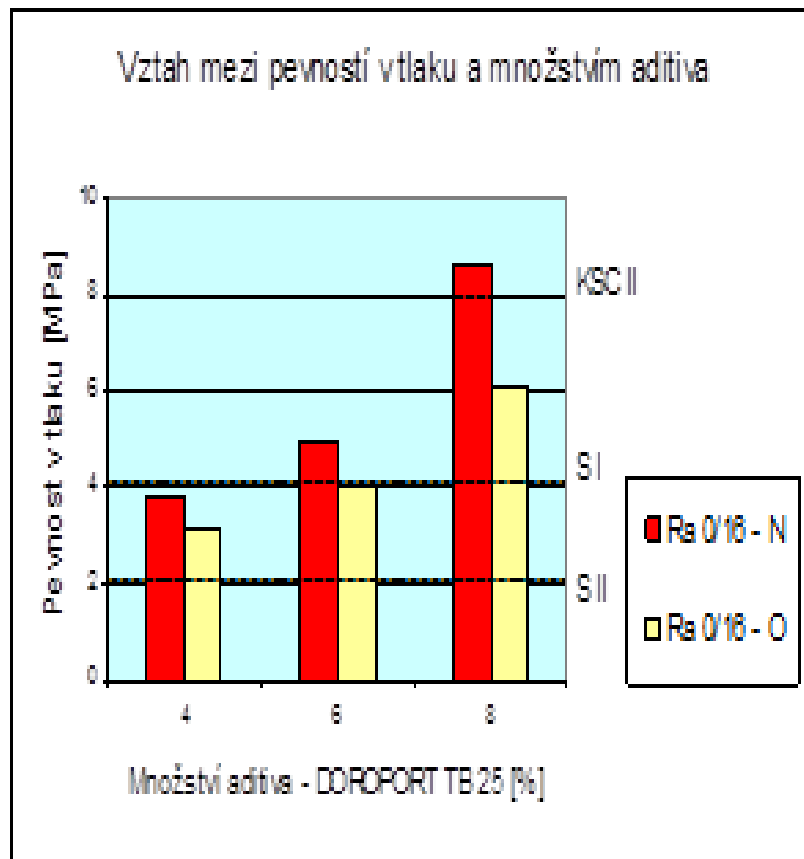
3) PM - Proctor modifikovaný (naměřená hodnota - max. objemová hmotnost, optimální vlhkost)

4) W - vlhkost (naměřená hodnota - přirozená vlhkost)

5) DM - stanovení objemové hmotnosti denzitometrem (naměřená hodnota - míra zhutnění, přirozená vlhkost)

6) SZZ - statická zatěžovací zkouška (naměřená hodnota - modul přetvárnosti, poměr)

Stmelené směsi z Ra - Výsledky zkoušek pro stanovení tříd pevnosti



Závěry

Při průkazných zkouškách vzorků Ra bylo zjištěno, že optimalizace směsí nepřinesla zlepšení zrnitosti materiálů.

Kontrolní zkoušky in situ prokázaly, že při dodržení technologických postupů lze naměřit vyhovující hodnoty dle požadavků ČSN i na nestmelených vrstvách z Ra.

Zkoušky prokázaly, že směsi z Ra po stmelení vhodným množstvím a typem pojiva vyhovují požadavku na min. pevnost v tlaku (třídu pevnosti) pro danou konstrukční vrstvu v souladu s požadavky ČSN

Recyklace asfaltových směsí v paralelním sušicím bubnu při použití rejuvenátorů a přísad na snížení teploty zpracování

**Doc. Dr. Ing. Michal Varaus, Ing. Petr Hýzl, Ph.D., Vysoké učení
technické v Brně, Fakulta stavební**

**Ing. Petr Mondschein, Ph.D., Ing. Jan Valentin, Ph.D., České vysoké
učení technické v Praze, Fakulta stavební**

Radek Pazyna, Froněk, spol. s r.o., Rakovník

Ing. Petr Svoboda, Ing. David Matoušek, PRAGOPROJEKT, a.s., Praha

Cíle projektu s názvem RECPAVE

Zachování materiálových a energetických zdrojů:

- materiálové zdroje (kamenivo, asfalt),
- energetické zdroje (pohonné hmoty, topná média atd.).

Ochrana životního prostředí:

- redukce skleníkových plynů, zejména CO₂,
- snížení znečištění ovzduší (výfukové plyny, hluk),
- omezení skládek.

Ekonomický přínos:

- snížení nákladů,
- snížení zatížení komunikací.

Zkušenosti ze zahraničí

Zastřešení skládek kameniva a R-materiálu → snížení vlhkosti

Frézování po vrstvách a oddělené skladování R-materiálu

Homogenizace R-materiálu před jeho dalším zpracováním

Průběžná kontrola parametrů pojiva a zrnitosti na skládce R-materiálu
(bod měknutí, penetrace, obsah pojiva a zrnitost po extrakci)

Sledování přítomnosti dehtu u R-materiálu

R-materiál jako kamenivo musí splňovat příslušné požadavky norem

Přehled výsledků zkoušky odolnosti proti tvorbě trvalých deformací (ACL 22 +)

Obsah R- materiálu	Průměrná hloubka koleje po 5 000 cyklech	Průměrná hloubka koleje po 10 000 cyklech	$d_{10\,000}-d_{5\,000}$	WTS_{AIR}	PRD_{AIR}
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm/1 000 cyklů]	[%]
0%	0,93	1,10	0,17	0,034	1,6
30%	0,66	0,76	0,10	0,019	1,1
50%	0,59	0,67	0,08	0,016	1,0
70%	0,78	0,86	0,08	0,016	1,3

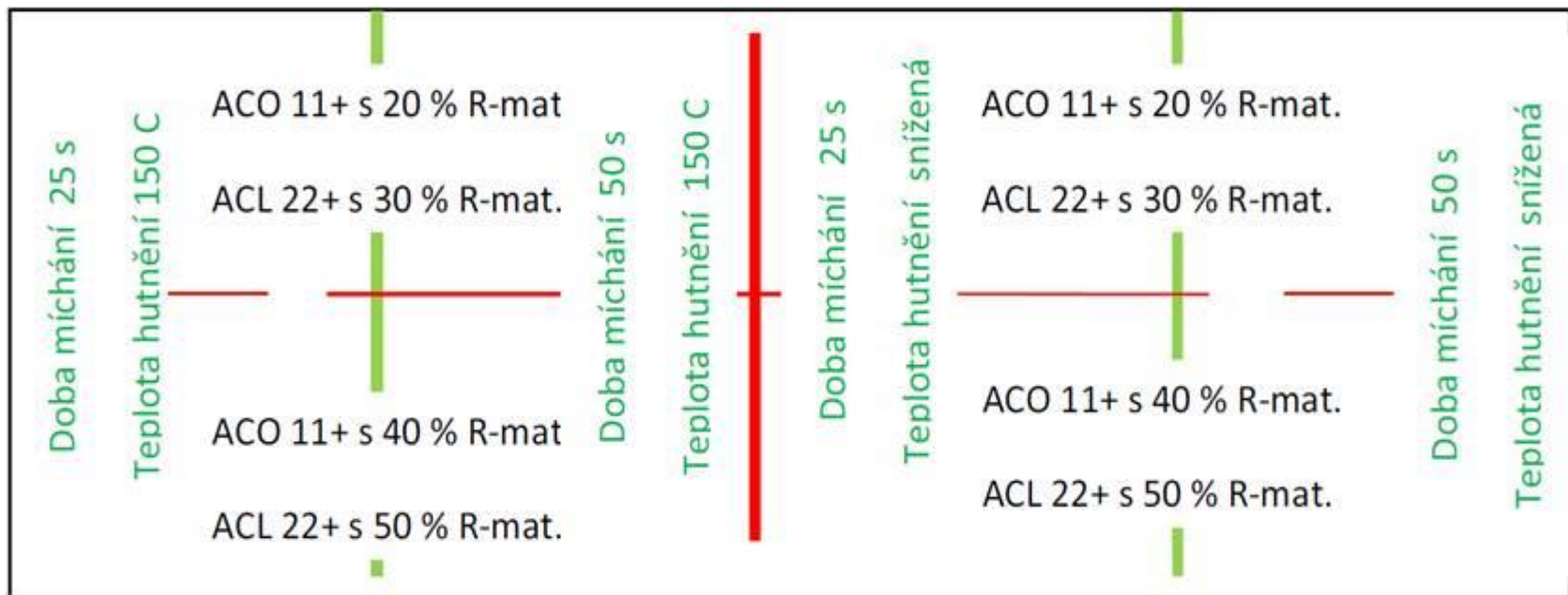
WTS_{AIR} – průměrný přírůstek hloubky koleje v mm/1 000 cyklů (z naměřené hloubky koleje mezi 5 000 a 10 000 cykly) a PRD_{AIR} – poměrná hloubka koleje po 5 000 cyklech. Z tabulky 1 vyplývá, že odolnost proti tvorbě trvalých deformací narůstá s vyšším množstvím R-materiálu

Projekt RECPave – zkušební úsek Kaznějov

Specifikace:

- ➔ realizace – říjen / listopad 2012
- ➔ silnice II. třídy II/204 Kaznějov - Mrtník
- ➔ pokládka ACL 22+ s 30 % a 50 % R-materiálu
ACO11+ s 20 % a 40 % R-materiálu
- ➔ 1. podúsek - změkčovací přísada STORFLUX
- ➔ 2. podúsek- dtto STORBIT – snížení teploty
- ➔ vyzkoušeny 2 časy míchání – 25 s, 50 s

Projekt RECPave – zkušební úsek silnice II. třídy II/204 Mrtník - Kaznějov



Zkušební úsek silnice II. třídy II/204 Mrtník – Kaznějov – příspěvek z programu Nové technologie SFDI



Děkuji za pozornost



Ing. Petr Svoboda, Sdružení pro výstavbu silnic Praha