



TECHNICKÁ ŘEŠENÍ A SPECIFIKA VYUŽITÍ RŮZNÝCH STAVEBNÍCH RECYKLÁTŮ KONSTRUKCE VOZOVEK VE SMĚSÍCH PRO STMELENÉ VRSTVY VČETNĚ UPRAVENÝCH TYPŮ RECYKLACE ZA STUDENA

Zpracoval: Ing. Dušan Stehlík, Ph.D. (Fakulta stavební VUT v Brně)

Souhrn

Obsahem technického listu je souhrn studie využití recyklátů do směsí stmelovaných hydraulickým pojivem a do studených asfaltových směsí. V prvním případě se jedná o aplikaci tříděného betonového recyklátu vzniklého recyklací a tříděním starého CB krytu do podkladních vrstev stmelovaných hydraulickými pojivy, včetně nutnosti chemického zkoušení. Druhá část je zaměřena na využití R-materiálu do studených asfaltových směsí pro krytové vrstvy vozovek s nízkým dopravním zatížením a pro jiné dopravní plochy. Součástí řešení je funkční zkoušení vybraných návrhů směsí a posouzení srovnáním s výsledky běžně používaných asfaltových směsí.

Oblast použití

Aplikace nových poznatků z řešení této aktivity centra CESTI bude v prvním případě využitelná při modernizacích našich nejzatíženějších vozovek – dálnic a rychlostních silnic. Využití betonového recyklátu ze stávajícího CB krytu do nové modernizované vozovky v minimálním množství 30% hm. je jednoznačným cílem dílčího výzkumného úkolu. Ve druhém případě je aplikace nových poznatků využitelná při využití recyklátů do nízkonákladových konstrukcí vozovek, o které je se zvyšující se cenou vstupních minerálních přírodních stavebních materiálů a asfaltů stále větší zájem. Jedná se zejména o silnice III. tříd, místní a účelové komunikace, menší parkoviště a odstavné dopravní plochy.

Metodika a postup řešení

Betonový recyklát z CB krytu do stmelovaných vrstev modernizované D1. Ze zjištěných vlastností směsí stmelovaných hydraulickým pojivem z recyklovaného betonu vyplývala nutnost chemického rozboru složek stmelovaných směsí. V první části výzkumu byly provedeny silikátové rozboru recyklované podkladní vrstvy, které měly specifikovat chemické rozdělení použitých složek materiálů. V druhé části byly zjištěny obsahy slíd a

síranů, které negativně ovlivňují nárůst pevností hydraulicky stmelovaných směsí. Tabulky 1 a 2 popisují výsledky silikátových rozborů, včetně stanovení obsahu slíd a síranů v původní stabilizaci konstrukce vozovky D1.

Tab. 1 Silikátový rozbor cementové stabilizace.

Parametr	Jedn.	Výsledná hodnota	NM	Identifikace zkušební metody
Ztráta sušením (při 105°C)	%	1,68	10%	GRA 03A: ČSN 72 0102
Ztráta žiháním (při 1100°C)	% suš.	4,99	10%	GRA 05: ČSN 72 0103, ČSN 72 0100
SiO ₂	% suš.	60,6	10%	ICP 05: ČSN EN ISO 11885, ČSN 72 0101
Al ₂ O ₃	% suš.	13,2	10%	ICP 05: ČSN EN ISO 11885, ČSN 72 0101
Fe ₂ O ₃	% suš.	4,11	10%	ICP 05: ČSN EN ISO 11885, ČSN 72 0101
TiO ₂	% suš.	0,658	10%	ICP 05: ČSN EN ISO 11885, ČSN 72 0101
MnO	% suš.	0,084	10%	ICP 05: ČSN EN ISO 11885, ČSN 72 0101
CaO	% suš.	6,60	10%	ICP 05: ČSN EN ISO 11885, ČSN 72 0101
MgO	% suš.	2,68	10%	ICP 05: ČSN EN ISO 11885, ČSN 72 0101
K ₂ O	% suš.	4,12	10%	ICP 05: ČSN EN ISO 11885, ČSN 72 0101
Na ₂ O	% suš.	2,07	10%	ICP 05: ČSN EN ISO 11885, ČSN 72 0101
Chloridy	mg/l	110	20%	VOL 10A: ČSN ISO 9297, ČSN 830530-20
Sírany	mg/l	93,1	20%	VOL 03: ČSN 830530-21

Nevyhovují výsledky Na₂O. Průměrná hodnota 2,07 % je vyšší než hodnota u běžných betonů, kde je požadováno max. 0,5% hm.

Tab. 2 Chemický rozbor slíd.

vzorek		A/2014
křemen	SiO ₂	30,6
muskovit	KAl ₂ Si ₃ AlO ₁₀ (OH) ₂	7,9
kaolinit	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	0,3
klinochlor	(Mg,Al) ₆ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₈	2,6
ortoklas	KAlSi ₃ O ₈	22,0
albit	Na(AlSi ₃ O ₈)	18,2
amfibol	Ca ₂ (Mg,Fe,Al) ₅ (Al,Si) ₈ O ₂₂ (OH) ₂	11,8
kalцит	CaCO ₃	6,6
Pozn. Kvantitativní fázová analýza byla provedena bezstandardovou Rietveldovou metodou.		

Hodnoty slíd ze silikátových rozborů vzorků z původní vozovky D1 uvedené ve výše uvedených tabulkách mohou signalizovat hlavní problém nízké pevnosti v tlaku recyklovaných stmelovaných směsí.

Když se používá recyklovaný beton do nového CB krytu a je-li tam obsah alkálií omezen, musí se vzít v úvahu obsah alkálií i v recyklátu [5]. Toto by mělo platit i u recyklaci vrstev stmelovaných hydraulickými pojivy, kde se dříve používal striktně portlandský cement bez velkého množství strusky, která zmenšuje rizika AKR, to mohou být právě stabilizace SC I z dálnice D1.

Není žádný podstatný důvod, proč recyklované kamenivo do spodního betonu cementobetonového krytu nebo do recyklace stabilizace znovu nepoužít, třeba v množství do 30 %-hm. „nové“ směsi. Nutné je však podpořit mechanické zkoušení pevností v tlaku v průkazním zkoušení alespoň základním petrografickým (chemickým) rozbohem, z důvodu zachycení vyšších hodnoty „rizikových“ prvků a sloučenin. Pro revizi předpisů o užití recyklátů do pozemních komunikací je to jeden z hlavních úkolů.

R-materiál do studených asfaltových směsí. I zde se uvažuje o využití recyklátů do horní (asfaltové) podkladní vrstvy vozovky. Jedná se o R-materiál získaný ve většině případů vyfrézováním starého poškozeného krytu netuhé vozovky. V posledních letech je snaha o větší využívání R-materiálů do krytových vrstev vozovek. Je snahou minimalizovat vstupní náklady na směs a přitom prodlužovat dobu životnosti úpravy. Jednou z možností je využití asfaltových recyklátů do podkladních vrstev za studena s využitím rejuvenátorů, regeneračních postřiků nebo konzervačních postřiků.

Rejuvenátor (asfaltový omlazovač, oživovač, oživovací přísada) se v zahraniční literatuře nazývá „asphalt rejuvenator“. Používá se pro preventivní údržbu asfaltových povrchů vozovek zvýšením odolnosti proti působení klimatických vlivů a pro „omlazení“ pojiva použitého ve směsi. V případě našeho dílčího výzkumu využíváme rejuvenátorů v asfaltových emulzích (KAE). Tato pojiva (KAE) mícháme s různým množstvím R-materiálu a zkoušíme vytvořit směs, která by svými parametry

splňovala náročné požadavky na asfaltové směsi pro podkladní vrstvy. V případě roku 2014 byl výzkum soustředěn na míchání 100% podílu R-materiálu se čtyřmi KAE:

Tab. 3 Přehled používaných KAE s REJU.

KAE č.	288/14	289/14	290/14	291/14
Asfalt	70/100	70/100	160/220	160/220
Obsah pojiva %	49,7	41,9	64,3	60,5
Mísitelnost s cementem	ne	ne	ano	ano

Pro první část prací byly navrženy následující směsi:

- 1) Rc+Ra nestmelená směs pro podkladní vrstvu z části asfaltového a betonového recyklátu, očekává se efekt „stmelení rozehrátým zbytkovým asfaltem“ ve ztuhlé směsné vrstvě; výhodné také při nedostatku recyklátů;
- 2) R-materiál + KAE288/14 (2%; 3%; 4%) hm.
- 3) R-materiál + KAE289/14 (2%; 3%; 4%) hm.
- 4) Rc+Ra + KAE290/14 (2%; 3%; 4%) hm.
- 5) Rc+Ra + KAE291/14 (2%; 3%; 4%) hm.

Pro ověření použití byly v první fázi zvoleny funkční zkoušky:

- Odolnost proti účinkům vody – ITSR.
- Stanovení dynamického modulu pružnosti E podle ČSN EN 13286-7.
- Experimentální zkouška namrzavosti směsí.

V současné době se v rámci řešení zkoumá počet úderů při ztuhnutí Marshallových těles na zkoušení ITS. 25 úderů ztuhovacího pěchu není možné studenou recyklovanou směs stoprocentně ztuhnout, proto jsou zkušební tělesa pro tuto směs ztuhována 50 úderů na každou stranu. Zkouší se i hutnění zkušebních válců statickým ztuhováním. Další problém řešení vyvstává při „nastartování“ štěpení. Každá použitá KAE jinak reaguje. V laboratoři zatím řešeno zvyšováním teploty – 3 hodiny v sušárně při teplotě 50°C.

Výsledky

Jak již bylo popsáno v jednotlivých odstavcích výše, směsi s recykláty (ať již betonové recykláty ve směsi s původní podkladní vrstvou nebo asfaltové recykláty oživené rejuvenátory) bude možné na základě výzkumu CESTI používat do podkladních vrstev vybraných konstrukcí vozovek. Detailní výsledky budou publikovány, i s návrhem využití ve vozovce, v závěrečné zprávě úkolu (2016).

Literatura

- [1] STEHLÍK, D., Modernizace dálnice D1 – Problémy spodní stmelené podkladní vrstvy, sborník konference Podkladní vrstvy a podloží vozovek 2014, Brno, 2014.