



STUDENÉ ASFALTOVÉ SM SÍ S R-MATERIÁLEM A REJUVENÁTORY

Zpracovali: Ing. Jan Ševc, Ing. Dušan Stehlík, Ph.D. (Fakulta stavební VUT v Brn)

Souhrn

Aktivita v roce 2016 ešila využití asfaltového recyklátu do studených asfaltových sm sí. Prakticky ov uje vlastnosti asfaltového recyklátu a zbytkového asfaltového pojiva „oživeného“ rejuvenátory i ve sm sí s p idaným pojivem. Pomocí pr kazních zkoušek byly ov eny vlastnosti navržených studených asfaltových sm sí pro stmelené podkladní vrstvy vozovek s nízkým dopravním zatížením (pevnost v p í ném tahu a odolnost proti vod). Experimentální stanovení modul pružnosti vybraných navržených sm sí pro zjišt ní pevnostních charakteristik srovnává b žné podkladní vrstvy z p írodních materiál s t mi s uplatn ěním recyklátu.

Oblast použití

V poslední dob je v ěsku v nována pozornost p edevším využití asfaltového recyklátu vzniklého p í recyklacích asfaltových vrstev netuhých vozovek. Protože se v R prozatím R-materiál z krytových vrstev vozovek neseparuje, ale ve v tšín p ípad se již p í frézování promíchají ob vrstvy krytu, vzniká asfaltový recyklát nehomogenní, který nemusí mít vždy takovou kvalitu, aby se dal použít zp t do horkých asfaltových sm sí.

Studené asfaltové sm sí s asfaltovým recyklátem, které jsou vyráb ěny v míchacím centru v ěské republice, teprve hledají své využití. S p íbývajícími množstvími asfaltových recyklát r zné kvality bude tato technologie recyklace asfaltových kryt vozovek aktuální. Protože se jedná o studené asfaltové sm sí, p ípadn ě „teplé“ asfaltové recyklované sm sí oh áté na teplotu max. 50 °C, z stává otázkou, jakým zkušební postupem navrhovat a posuzovat vlastnosti složené asfaltové sm sí s využitím asfaltového recyklátu. P í ešení byla hlavním parametrem hodnocení pevnostních charakteristik pevnost v p í ném tahu podle SN EN 13286-42 dopln ěná cyklickou triaxiální zkouškou podle SN EN 13286-7 na stanovení modulu pružnosti studených asfaltových sm sí. Takto definované sm sí s menším množstvím p ídávaného pojiva bude možné aplikovat pro tzv. low-cost ešení vozovek.

Metodika a postup ešení

Pro návrhy studených asfaltových sm sí bylo použito:

- Kamenivo: R-materiál 0/16 mm (Jihomoravská obalovna s.r.o. - Rajhradice)
- Pojivo: Asfaltová emulze KATEBIT C 65 B 3
- Cement sm sný CEM V/A (S-V) 32,5 R
- P ísady: Paramo Reju 553, Paramo Reju 182, Paramo Reju 161.

Rejuvenátory tvo ily náhradu asfaltové emulze, proto bylo dávkování stanoveno experimentáln ě a vztaženo k hmotnosti R-materiálu (2 % hm.). Do horkých asfaltových sm sí jsou tyto regenera ní p ísady dávkovány podle množství zbytkového pojiva v R-materiálu. Toto dávkování je ádov nižší (nap . 5 % hm. zbytkového pojiva).

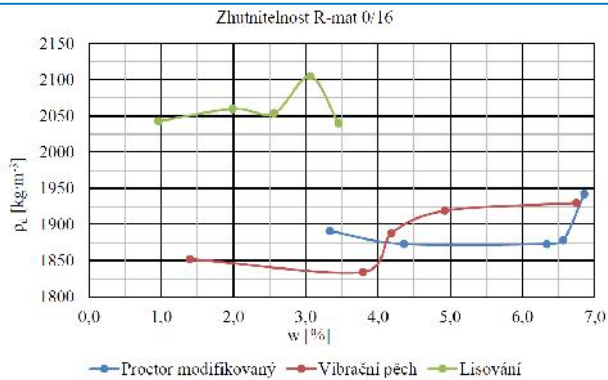
Tab. 1 Složení navržených studených asfaltových sm sí.

Ozna ění sm sí	R-mat. 0/16	Pojivo		P ísady	
AE	100 %	C 65 B3	2% hm.	-	-
AE60		C 65 B3	2% hm.	-	-
R553		-	-	Reju 553	2% hm.
R182		-	-	Reju 182	2% hm.
R161		-	-	Reju 161	2% hm.
AER		C 65 B3	1% hm.	Reju 553	1% hm.
AEC1		C 65 B3	2% hm.	-	-
		cement	1% hm.	-	-
AEC2		C 65 B3	2% hm.	-	-
		cement	3% hm.	-	-

Zkušební postup vycházel z p edpokladu, že experimentáln ě sledované studené sm sí budou v konstrukci vozovky jako podkladní vrstvy. Protože do asfaltového recyklátu byly p ímíchány r zné p ím sí pro zlepšení zpracovatelnosti nebo zvýšení tuhosti, zkušební postup byl velmi podobný jako pro asfalticky dominantní sm sí popsané v TP208.

Stanovení zhutnitelnosti asfaltového recyklátu jako sm sí pro podkladní vrstvu bylo provedeno n kolika postupy pro ov ěnění vhodnosti laboratorních metod hutn ění.

- Zhutnitelnost metodou Proctor modifikovaný (SN EN 13286-2).
- Zhutnitelnost vibra ěním p chem (SN EN 13286-3).
- Stanovení zhutnitelnosti statickým lisováním (SN EN 13286-53).



Obr. 1 Vyhodnocení zhutnitelnosti sm sí asphaltového recyklátu r znými metodami.

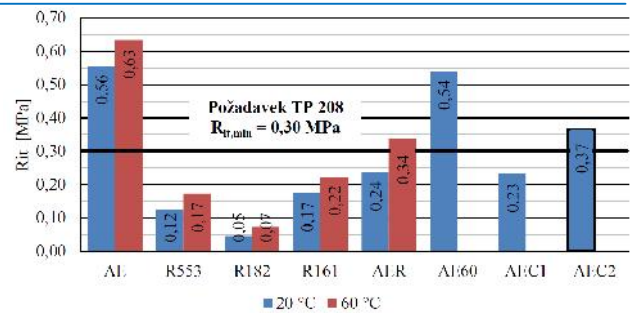
Dále byl na sm sích proveden soubor zkoušek charakterizujících jejich pevnostní a deforma ní chování:

- Stanovení objemové hmotnosti a mezerovitosti studených asphaltových sm sí s recyklátem.
- Stanovení pevnosti v p í ném tahu na zkušebníh válcových t lesech.
- Stanovení pevnosti v prostém tlaku vybraných studených asphaltových sm sí.
- Experimentální stanovení modulu pružnosti podle SN EN 13286-7 (Zkouška nestmelených sm sí cyklickým zat žováním v triaxiálním p ístroji).

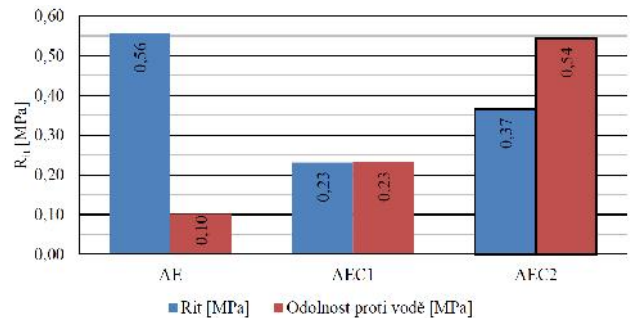
Výsledky

Po optimalizaci hutnící metody bylo provedeno stanovení objemové hmotnosti a mezerovitosti jednotlivých studených recyklovaných sm sí. Snaha byla získat mezerovitosti navržených sm sí < 10%. P í teplotách 20 °C nebylo možné tuto hodnotu dosáhnout, proto byly sm si p ed hutn ěním zah ívány na teplotu 60 °C. P í této teplot je zpracovatelnost studených asphaltových sm sí s R-materiálem lepší a tém všechny navržené sm si se velmi p íblížily výše uvedenému požadavku mezerovitosti. P í zvýšené teplot hutn ění byl u všech sledovaných sm sí spln ěn požadavek TP 208, a to max. 14% mezerovitost zhutn ěné sm si s R-materiálem a asphaltovou emulzí.

V p ípad zkoušky pevnosti v p í ném tahu je ze získaných výsledk patrné, že požadavek m podle TP 208 ($R_{it} = 0,30 \text{ MPa}$) vyhov ěly pouze 4 navržené sm si. T lesa vyrobená p í teplot hutn ění 60 °C nevykazují výrazn vyšší pevnosti oproti teplot 20 °C. Oh ívání R-materiálu na vyšší teplotu je tedy neefektivní a zbývající zkoušky byly provád ěny již jen p í teplot 20 °C. Sm si R-materiálu s rejuvenátory zdaleka nespĺ ují požadavek na minimální pevnost v p í ném tahu. Zajímavý je rozdíl pevností mezi sm sí AE a AEC1. Ob sm si obsahují stejné množství asphaltové emulze, ve sm sí AEC1 je navíc 1 % hm. cementu.



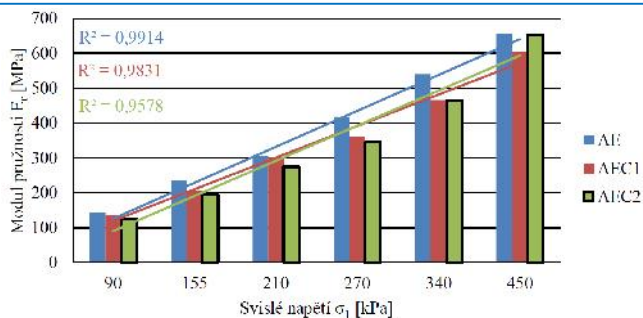
Obr. 2 Grafické vyjád ění výsledk zkoušky pevnosti v p í ném tahu R_{it} .



Obr. 3 Porovnání pevnosti v p í ném tahu R_{it} a odolnosti proti vod ě.

Z hlediska pevnosti v tlaku roste hodnota tém lineárn s rostoucím podílem cementu ve sm sí. Zárove zkušební t lesa z vybraných sm sí ztrácejí pružnost, ne ale natolik, aby byla t lesa porušena dle SN EN 13286 - 41 ve tvaru normou p edepsaného „hyperboloidu“. T lesa byla pouze stla ěna, p í emž došlo k vyboulení t les do stran. U sm si AE došlo pouze ke stla ění t les bez výrazných trhlin. U sm sí stmelených kombinací asphaltové emulze a cementu docházelo ke tvorb ě trhlin. Práv trhliny na t lesech ze sm sí AEC1 jsou d sledkem ztráty pružnosti a zvýšení k ehkosti. Proto t lesa z této sm si nebyla schopna odolat tahovým nap ětím p í zkoušce pevnosti v p í ném tahu (R_{it}).

Cyklická triaxiální zkouška spo ívá v zat žování válcových t les cyklickým nap ětím, které kopíruje r zný rozsah nap ětí p sobících na konstruk ní vrstvu vozovky. Podstatou zkoušky je m ění pružného chování válcových t les, kterého je dosaženo v d sledku p sobení p edb žného cyklického zat žování t lesa (kondicionování). Úrove nízkého nap ětí simuluje pomalou t žkou nákladní dopravu o nízké intenzit (rychlost vozidel do cca 40 km/h, jízda nap ě. na místních komunikacích). P í p edpokládaném položení t chto sm sí do vozovky jako horní podkladní vrstvy (pod dv asphaltové vrstvy) m žeme hodnoty z modul pružnosti ode ítat p í svislém zat žení $\sigma_1 = 450 \text{ kPa}$.



Obr. 4 Porovnání modul pružnosti vzhledem k svislému zatížení od dynamických impulz simulace dopravního zatížení.

Závěr

Z naměřených výsledků provedených zkoušek je zřejmé, že zvýšením teploty při výrobě směsí o 40 °C (na 60 °C) docílíme nižší mezerovitosti, avšak pevnost v příčném tahu těchto směsí není vyšší natolik, aby bylo zahřívání efektivní. Dále je z naměřených výsledků zkoušky pevnosti v příčném tahu (R_{it}) zřejmé, že směsi s rejuvenátory nedosáhly požadované pevnosti ($R_{it, min} = 0,30$ MPa). Proto lze usoudit, že běžné rejuvenátory používané do horkých asfaltových směsí nejsou pro studené asfaltové směsi vhodné. Jediná receptura studené asfaltové směsi pro podkladní vrstvy málo zatížených vozovek, která splnila všechny požadavky TP 208, je běžně používaná recyklovaná směs se 3 %-hm. cementu a 2 %-hm. asfaltové emulze (označení AEC2). Receptura této směsi byla navržena podle dosavadních zkušeností při provádění technologie recyklace za studena na místě. Cílem zpracování této směsi do laboratorního měření bylo získání tzv. referenčních výsledků. K těmto výsledkům byly ostatní výsledky dalších směsí vztaženy pro porovnání. Pro experimentální měření byly vybrány tyto směsi: AE, AEC1 a AEC2. Tyto směsi byly zvoleny záměrně pro sledování vlivu cementu na studenou asfaltovou směs. Při experimentálním měření byly zjištěny další charakteristiky studených asfaltových směsí.

Z naměřených hodnot pevností v tlaku je dle očekávání patrné, že s rostoucím dávkováním cementu do směsi roste i pevnost v tlaku. Zároveň studené asfaltové směsi smíšené kombinací asfaltové emulze a cementu ztrácejí pružnost a jsou více křehké než směsi smíšené pouze asfaltovou emulzí. Moduly pružnosti směsí byly stanoveny cyklickým zatříváním v triaxiálním přístroji. Naměřené hodnoty modul pružnosti vybraných směsí jsou cca $E_r = 650$ MPa. Uváděný návrhový modul pružnosti mechanicky zpevněného kameniva (MZK) je $E_r = 600$ MPa. Zkoušené studené asfaltové směsi naměřenými moduly pružnosti odpovídají nejkvalitnější nestmelené směsi pro podkladní vrstvy vozovek (MZK). Ze získaných hodnot modul pružnosti nelze stanovit korelaci mezi modulem pružnosti a množstvím cementu ve studených asfaltových směsích. Pro stanovení této korelace by bylo zapotřebí provést další měření, například na tlasech s různou dobou zrání (pro sledování vlivu hydratace cementu ve směsi).

Literatura

- [1] Ševc, J.: Studené asfaltové směsi s R-materiálem. VUT Brno: Diplomová práce, 2016.
- [2] Technické podmínky TP 208 – Recyklace konstrukčních vrstev netuhých vozovek za studena.
- [3] Zajíček, J.: Technologie stavby vozovek. Praha: KAIT, 2014. 392 s. ISBN 978-80-87438-59-6.