

Využívání R-materiálů při výrobě modifikovaných asfaltových směsí v návaznosti na revizi ČSN 73 6121 v roce 2023

Část 1 – laboratorní výsledky

V roce 2023 proběhla revize ČSN 73 6121 Stavba vozovek – Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody. Byly navrženy četné změny, přičemž jedna z nejzásadnějších se týkala možnosti zvýšení dávkování R-materiálů v asfaltových modifikovaných směsích typu asfaltový beton. Příspěvek je rozdělen na dvě části. V první části je popsán vývoj na poli normalizace z hlediska používání R-materiálu ve směsích s obsahem PMB spolu s popisem laboratorních výsledků zkoušek asfaltových pojiv a směsí. Ve druhé části, která bude publikována v příštím čísle, jsou uvedeny příklady staveb, kde byla navržená řešení použita.

Úvod

Při opětovném používání R-materiálu (RA) do asfaltových směsí se v České republice doposud věnovala pozornost zejména nemodifikovaným asfaltovým směsím [1]. Tento stav byl způsoben především normovými omezeními, která byla dlouhá léta aplikována a v některých případech stále jsou pro směsi s obsahem polymerem modifikovaných pojiv.

V letech 2021–2022 byla revidována ČSN 73 6121:2019 a v roce 2023 byla publikována její aktualizovaná verze ČSN 73 6121:2023. Při této revizi došlo u některých typů směsí k navýšení maximálního možného dávkování R-materiálu, viz tabulka E.5 normy vztahující se k asfaltovým betonům s nemodifikovaným asfaltem. Další významnou změnou bylo představení tabulky E.6 specifikující maximální dávkování R-materiálu pro směsi s obsahem polymerem modifikovaných pojiv (PMB) rovněž pro asfaltové betony.

V letech 2008–2023 platilo v rámci dávkování R-materiálu při výrobě na obalovných významné omezení v případě používání směsí obsahujících PMB. Tato omezení byla výrazně změkčena právě v rámci revize normy ČSN 73 6121:2023. Navýšení dávkování R-materiálu bylo umožněno především tím, že už v roce 2018 byla vydána změna Z1 normy ČSN 65 7222-1 Silniční modifikované asfalty – Část 1: Polymerem modifikované asfalty specifikující tzv. PMB RC pojiva, která musejí být používána, pokud asfaltová směs obsahuje více než 15 % R-materiálu a výsledným deklarovaným pojivem je PMB pojivo, viz tabulka E.6 normy ČSN 73 6121:2023. V normě byly specifikovány dvě gradace pojiv, a to PMB 25/55 RC a 45/80 RC. Při srovnání s „klasickými“ PMB lze uvést, že RC pojiva mají zvýšené požadavky na nízkoteplotní chování a míru modifikace. V normě je přímo uvedeno, že „použití

těchto druhů může mít příznivý vliv na snížení bodu lámavosti a obnovení elasticity zestárlého asfaltového pojiva v R-materiálu“.

Dalším významným milníkem pro rozvoj technologie opětovného použití R-materiálu byla publikace ČSN 73 6141:2020 Požadavky na použití R-materiálu do asfaltových směsí. Tato norma stanovuje požadavky na použití R-materiálu v asfaltových směsích. Jsou v ní uvedeny dodatečné požadavky, upřesnění a doplnění k ČSN EN 13108-8 ed.2:2017 Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 8: R-materiál a vztahuje se na materiály výrobních norem ČSN EN 13108 a normy ČSN 73 6120, ČSN 73 6121 a ČSN 73 6122, tj. směsi vyrobené za horka na obalovně.

Publikací této normy (ČSN 73 6141) došlo k vyřešení většiny problémů, které v některých případech nastaly v minulosti při zavádění technologie opětovného použití asfaltových směsí, jako např. problémy spojené s proměnnou kvalitou R-materiálu (hodnocení homogenity a možnosti použití dle zdroje R-materiálu) nebo zvýšená tuhost směsí (popis způsobů oživení s návazností na další specifikační dokumenty a požadavky na zpětně získaná pojiva u směsí s obsahem R-materiálu > 15,0 %). Byly zavedeny kontrolní zkoušky, které mají za úkol popsat empirické vlastnosti zpětně získaných pojiv. To znamená, že už nemůže docházet k nadměrnému ohřevu směsi nebo kameniva, protože by nebyly splněny požadavky právě na tyto kontrolní zkoušky.

V tabulce 1 je zobrazen vývoj maximálního dávkování R-materiálu do směsí, které obsahují modifikované pojivo.

Při pohledu na aktuální předpisy upravující používání R-materiálu do asfaltových směsí lze tedy konstatovat, že normová základna v České republice je velmi robustní a komplexní. Před-

Tabulka 1: Maximální procentuální dávkování R-materiálu v asfaltových směsích s modifikovaným pojivem (vývoj v čase)

Dokument	ČSN EN 13108-1 ed.2:2017	ČSN 73 6121:2019	ČSN 73 6121:2023
AC obrus	10	Nejasné**	30
AC ložní	20	15*	40
AC podkladní	20	Nejasné**	50

* Původ použitého R-materiálu musí být z krytů asfaltových vozovek.

** Není jasné, proč se poznámka 1) v tab. E.5 věnuje v případě modifikovaných směsí pouze směšem ACL 16S a ACL 22S.

Tabulka 2: Vlastnosti a požadavky pojiva PMB 25/55 RC (Polybitume E45RC)

Vlastnost	Norma	Požadavek	Návrh	Typické hodnoty (výsledky KZ)
Penetrace (1/10 mm)	ČSN EN 1427	25–55	49	45–55
Bod měknutí (°C)	ČSN EN 1426	≥ 60 °C	69,4	68–80
Vratná duktilita (%)	ČSN EN 13398	≥ 80	88	≥ 85
Silová duktilita (J/cm ² , 10 °C)	ČSN EN 13589	≥ 3	3,7	≥ 5
Bod lámavosti (°C)	ČSN EN 12593	≤ -15	-18	≤ -15
Vratná duktilita, po RTFOT (%)	ČSN EN 12607-1 + EN 13398	≥ 70	83	≥ 80
T ₀ , δ (°C/°)	ČSN EN 14770		53,6/66,0	
T ₃ , δ (°C/°)	ČSN EN 12607-1 + ČSN EN 14769 + ČSN EN 14771		21,6/45,2	
R _{3,2kPa} , 70 °C (%)	ČSN EN 12607-1 + EN 16659		68	
S ₆₀ , -16 °C (MPa)	ČSN EN 12607-1 + ČSN EN 14769		258	
m ₆₀ , -16 °C	+ ČSN EN 14771		0,301	
ΔT _C (°C)	ČSN EN 12607-1 + ČSN EN 14769 + ČSN EN 14771		-2,4	

pisu, které umožnily výrazné navýšení dávkování R-materiálů do směsí s PMB, jsou uvedeny níže:

- ▀ ČSN 65 7222-1/Z1:2018 Požadavky na pojiva typu PMB RC
- ▀ ČSN 73 6141:2020/Opr. 1:2023 Hodnocení homogenity skládky R-materiálu
- ▀ ČSN 73 6141:2020/Opr. 1:2023 Požadavky na zpětně získaná pojiva ze směsí s > 15 % R-materiálu
- ▀ ČSN 73 6141:2020/Opr. 1:2023 Možnosti a požadavky pro doložení PMB pojiva
- ▀ ČSN 73 6121:2023 Návrh tab. E6 – maximální dávkování R-materiálu do směsí typu AC

Vyšší využívání R-materiálu v asfaltových směsích obecně je také umožněno technologickým rozvojem obaloven.

Dnešní moderní obalovny, které jsou uzpůsobené pro vyšší dávkování R-materiálu, tj. > 15 %, jsou vybavené technologiemi, které jsou schopny R-materiál ohřát až na běžné výrobní teploty směsi; z toho důvodu není nutné nadměrně zahřívat bílé kamenivo a nedochází tak k další degradaci pojiva nebo modifikační přísady v pojivu R-materiálu. Příklady obaloven umožňující použití vysokého dávkování R-materiálu a ohřev R-materiálu jsou uvedeny například v literatuře [2, 3].

Návrh pojiva gradace 25/55 RC pro AC PMB s obsahem R-materiálu > 15 %

Při výrobě AC PMB směsí s obsahem R-materiálu > 15 % je nutné používat kvalitativně vyšší pojiva. Tato pojiva jsou označována jako PMB RC. Tento typ pojiv je používán proto, aby byla kompenzována přítomnost zestárlého pojiva ve směsi, a to i v případě, kdy je použit R-materiál, který je

nemodifikovaný. V tabulce 2 jsou uvedeny požadavky, návrhové a typické vlastnosti PMB RC pojiva gradace 25/55 RC, v tomto případě se jednalo o pojivo Polybitume E45RC.

Gradace pojiva Polybitume E45RC, je navržena tak, aby se penetrace pohybovala v rozmezí 45-55 jednotek, a je tedy vyšší než u standardně dodávaných PMB (Pozn.: Rozmezí hodnot penetrace pojiva PMB 25/55-60, které bylo zjištěno během sběru dat v období 2. pol. 2018 až 1. pol. 2022, bylo 33 až 50 [0,1 mm].) (např. PMB 25/55-60). Při použití takového pojiva vzniká dostatečná rezerva pro kompenzaci dávkování zestárlého pojiva, které je obsaženo v R-materiálu. Pojivo 25/55 RC disponuje i vyšší elasticitou, kterou si uchovává i po simulaci krátkodobého stárnutí metodou RTFOT dle ČSN EN 12607-1, jak je vidět z dat v tabulce 2. V tabulce 2 jsou uvedeny i některé z tzv. funkčních parametrů asfaltových pojiv.

Aby byla ověřena kvalita použitého pojiva PMB 25/55 RC došlo k laboratorní přípravě vzorků pojiv, které obsahovaly samotné pojivo PMB 25/55 RC v kombinaci s 20 % a 40 % dlouhodobě zestárlého pojiva (RTFOT + PAV) gradace 50/70. Výsledky zkoušek byly porovnány oproti referenčnímu pojivu gradace PMB 25/55-60 a oproti požadavkům na toto pojivo v normě

ČSN 65 7222-1. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 3. Z výsledků v tabulce 3 vyplývá, že RC pojivo gradace 25/55 RC je schopno splnit požadavky na standardní PMB pojivo gradace 25/55-60 i po přidání 40 % laboratorně dlouhodobě zestárlého silničního asfaltu gradace 50/70, a to s poměrně značnou rezervou.

V tabulce 4 jsou uvedeny výsledky zkoušek nízkoteplotního chování, které bylo změřeno a vyhodnoceno dle ČSN EN 14771 Asfalty a asfaltová pojiva – Stanovení modulu tuhosti za ohybu pomocí průhybového trámečkového reometru – BBR. Opět je provedeno porovnání s referenčním pojivem PMB 25/55-60. Zároveň jsou uvedeny i hodnoty nízkoteplotního chování pro gradaci PMB 25/55-60, které byly získány v průběhu sběru dat (2. pol. 2018 až 1. pol. 2022) a jedná se tak o výsledky zkoušek vztahující se k pojivům od různých dodavatelů, kteří zásobují trh v ČR. Parametr ΔT_c popisuje schopnost pojiv odbourávat vnesené napětí. Když ΔT_c klesá, je pojivo považováno za více náchylné na vznik teplotně indukovaných trhlin a zároveň disponuje horším únavovým chováním. Potvrzuje se tak, že pokud je PMB RC pojivo navrženo z vhodných vstupních materiálů, poskytuje opravdu dostatečnou rezervu pro přidání i velkého množství zestárlého nemodifikovaného pojiva.

Tabulka 3: Empirické vlastnosti pojiva PMB 25/55-60 a vlastnosti pojiva PMB 25/55 RC s přídavkem 20 % a 40 % pojiva 50/70 RTFOT+PAV

	Ref.	RC** + 20	RC + 40	Požadavek
	25/55-60	25/55 RC + 20 %	25/55 RC + 40 %	25/55-60
Množství 50/70 (R+P)* (%)	0	20	40	
Penetrace, 25 °C (0,1 mm)	45	40	36	25–55
Bod měknutí (°C)	64,2	68,6	64,0	min. 60
Silová duktilita (J/cm ²)	5,3	4,5	4,1	> 2
Bod lámavosti (°C)	-12	-18	-15	-12
Vratná dukta., 25 °C (%)	85	82	76	> 60

* 50/70 dlouhodobě zestárlé (RTFOT+PAV), bod měknutí 67,4 °C, penetrace 18 (0,1 mm).

** PMB 25/55 RC: Bod měknutí 72,6 °C, Penetrace 50 (0,1 mm).

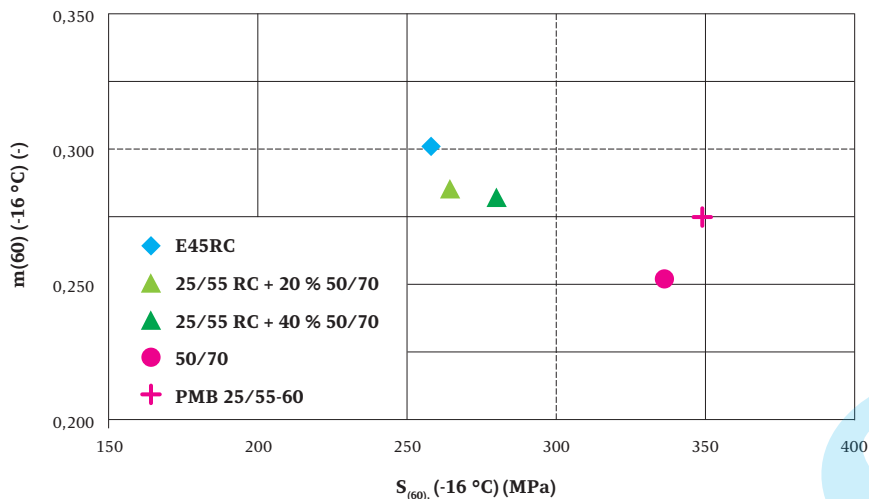
Tabulka 4: Nízkoteplotní vlastnosti pojiva PMB 25/55-60 a vlastnosti pojiv PMB 25/55 RC s přídavkem 20 % a 40 % a pojiva 50/70

Pojivo	50/70	Ref.	25/55 RC	RC + 20	RC + 40	Sběr dat
	50/70	25/55-60	25/55 RC	25/55 RC + 20 %	25/55 RC + 40 %	
Stav pojiva***	R+P	R+P	R+P	Nezestárlé + 50/70 R+P	Nezestárlé + 50/70 R+P	R+P
TC _s (°C)	-14,6	-15,2	-17,7	-17,2	-16,9	Ø -17,3*
TC _m (°C)	-9,4	-13,2	-15,3	-13,8	-13,1	Ø -12,4*
ΔT _c ** (°C)	-5,2	-2,0	-2,4	-3,4	-3,8	Ø -4,9*
m při TC _s	0,259	0,277	0,279	0,270	0,268	

* Sumární tabulka, 2. pol. 2018 až 1. pol. 2022, průměrné hodnoty pro pojiva 25/55-60 (různí dodavatelé).

** > -5 °C Doporučená hodnota IS -240 (2019) Use of the Delta T_c parameter to characterize asphalt binder behaviour, State of the knowledge, Asphalt Institute, ISBN 978-1-934154-77-9.

*** Značky R+P značí stav pojiva po simulaci dlouhodobého stárnutí RTFOT+PAV.



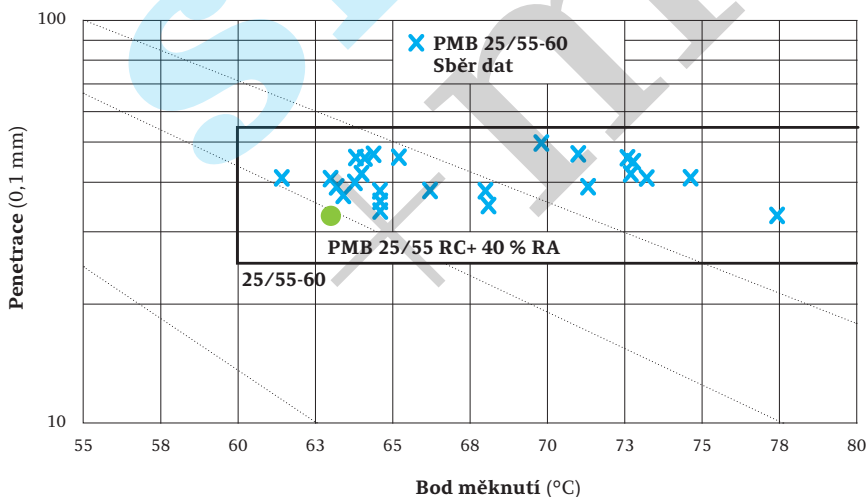
Obrázek 1: Nízkoteplotní charakteristiky zkoušených pojiv, S_{60} a m_{60} při teplotě měření -16 °C

Tabulka 5: Empirické vlastnosti pojiva PMB 25/55-60 a vlastnosti pojiva PMB 25/55 RC s přidavkem 20 % a 40 % nemodifikovaného pojiva z R-materiálu

	Ref.	RC + 20	RC + 40	Požadavek
	25/55-60	25/55 RC + 20 %	25/55 RC + 40 %	25/55-60
Pojivo z RA nemodif.* (%)	0	20	40	
Penetrace, 25 °C (0,1 mm)	45	42	33	25–55
Bod měknutí (°C)	64,2	70,3	63,4	min. 60
Vratná dukta., 25 °C (%)	85	83	75	> 60

* Pojivo z R-materiálu, BM 62,3 °C, penetrace 26 (0,1 mm), VD 29 %, tj. nemodifikovaný.

** PMB 25/55 RC: bod měknutí 72,6 °C, penetrace 50 (0,1 mm).



Obrázek 2: Porovnání výsledků penetrace a bodu měknutí pro PMB 25/55-60 a PMB 25/55 RC + 40 % z pojiva z RA

Pro snadnější pochopení rozdílného chování pojiv byly výsledky ze zkoušky BBR zpracovány i graficky. Na obrázku 1 jsou zobrazeny nízkoteplotní charakteristiky S_{60} a m_{60} změřené při teplotě -16 °C . PMB RC pojivo mělo nejnižší tuhost i nejlepší schopnost relaxace (vyšší m -hodnota). PMB RC pojivo s obsahem zestárlého pojiva si uchovalo lepší nízkoteplotní charakteristiky než standardní PMB.

V dalším kroku, při ověření vlastností pojiva PMB 25/55 RC, došlo k míchání tohoto pojiva s vyextrahovaným pojivem z R-materiálu, viz výsledky v tabulce 5. Také v tomto případě se potvrdilo, že správně navržené pojivo gradace RC je schopno poskytnout dostačenou rezervu pro smíchání s nemodifikovaným pojivem z R-materiálu, což v praxi znamená, že lze opravdu vyrábět modifikované asfaltové směsi

bez nutnosti požadovat modifikovaný R-materiál, a to i v případech, kdy je dávkování R-materiálu vysoké. Tyto závěry jsou rovněž podpořeny výsledky kontrolních zkoušek pojiv, které budou uvedeny v druhé části článku.

Na obrázku 2 jsou zobrazeny výsledky zkoušek bodu měknutí a penetrace ze sběru dat pro pojivo PMB 25/55-60 (2. pol. 2018 až 1. pol. 2022) a zároveň je zobrazeno umístění pojiva PMB 25/55 RC v kombinaci se 40 % pojiva z R-materiálu, jedná se o naměřené hodnoty. Z výsledků vyplývá, že charakteristiky RC pojiva s pojivem z R-materiálu se nacházejí v rozmezí hodnot, který vykazují standardní na obalovnu dodávané nezestárlé PMB.

Funkční zkoušky asfaltových směsí s pojivem PMB RC a R-materiálem

V další části článku bude věnována pozornost směsi typu AC pro obrusné vrstvy. Před vlastní výrobou směsí na obalovně (část 2 příspěvku) došlo k návrhu směsi ACO 11+ v laboratoři. U navrhované směsi byly provedeny zkoušky relaxace (ČSN 73 6120) a zkoušky nízkoteplotních vlastností (ČSN EN 12697-46). Podstatou zkoušky relaxace je stanovení pevnostních charakteristik v oboru nízkých teplot, zatímco zkouška nízkoteplotních vlastností stanovuje odolnost vůči tvorbě trhlin při nízkých teplotách. Byly zkoušeny kombinace materiálů, které jsou uvedeny v tabulce 6.

Na obrázku 3 jsou zobrazeny výsledky zkoušky relaxace pro referenční směsi ACO 11+, kdy se dávkovalo pojivo

PMB 25/55-60 a PMB 25/55 RC. Ve srovnání je uvedena i směs s pojivem PMB 25/55 RC + 20 % R-materiálu.

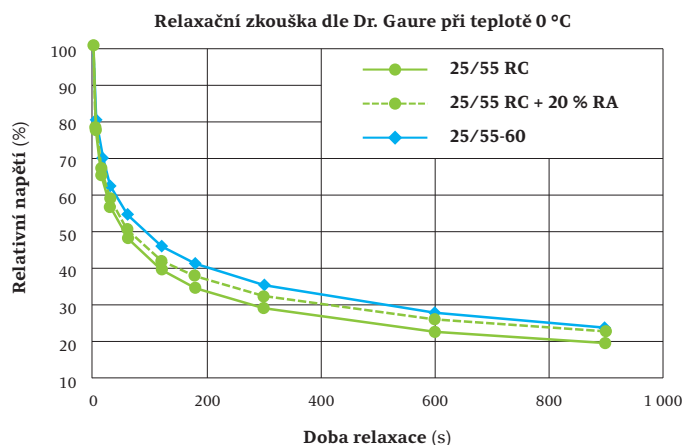
Z výsledků vyplývá, že relaxace napětí referenční směsi bez R-materiálu je rychlejší u směsi s dávkovaným RC pojivem než u směsi se standardním pojivem PMB 25/55-60 a jsou tak potvrzeny výsledky zkoušek pojiv, tj. příznivější nízkoteplotní chování z hlediska bodu lámavosti nebo i z hlediska silové duktility provedené při 5 °C. Průběh relaxace u směsi s PMB 25/55 RC a 20 % RA je srovnatelný, respektive mírně příznivější oproti průběhu relaxace směsi s konvenčním pojivem PMB 25/55-60 bez R-materiálu.

Na obrázku 4 jsou zobrazeny výsledky zkoušky relaxace pro směs ACO 11+ s 20 % R-materiálu a dávkovaným pojivem PMB 25/55-60 a ACO 11+ s 20 % a 40 % R-materiálu s dávkovaným pojivem PMB 25/55 RC. Při porovnání směsi s R-materiálem je vidět, že směs s konvenčním PMB 25/55-60 a 20 % R-materiálu relaxuje podobně jako směs s pojivem 25/55 RC a 40 % R-materiálu. Při interpolaci naměřených hodnot lze dojít k závěru, že směs s obsahem 35 % R-materiálu a pojivem 25/55 RC má srovnatelné vlastnosti z hlediska relaxace jako směs s 15 % R-materiálu a konvenčním PMB 25/55-60, tedy s variantou dávkování, kterou připouští ČSN 73 6121:2023.

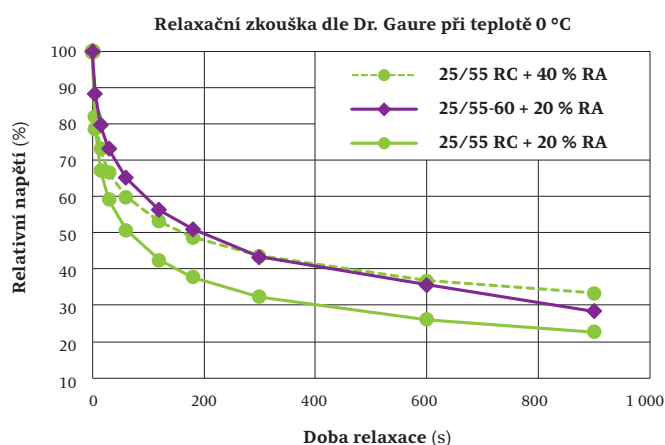
Na obrázku 5 jsou zobrazeny výsledky zkoušek nízkoteplotního chování, které bylo zkoušeno dle ČSN EN 12697-46. Směs se 40 % R-materiálu a pojivem PMB 25/55 RC v tomto případě dosáhla horšího výsledku uvolňování napětí při snižování teploty

Tabulka 6: Funkční zkoušky směsí

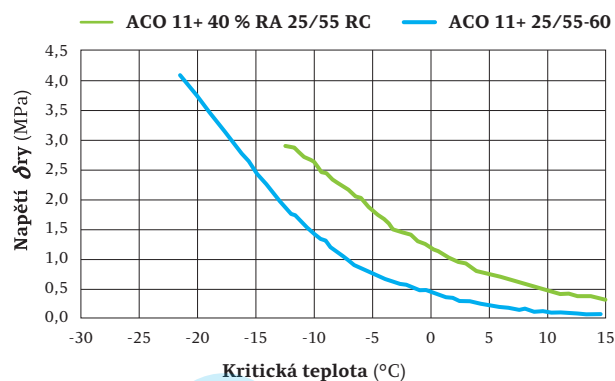
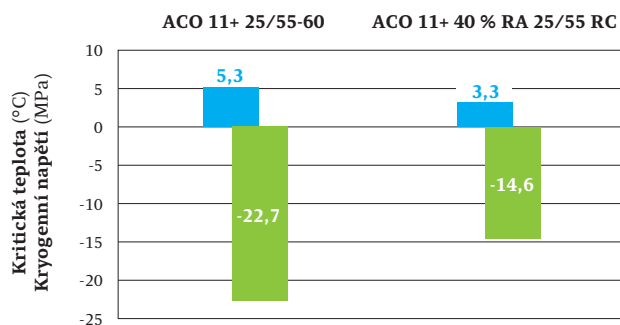
Směs	R-materiál (%)	Dávkované pojivo	Relaxace při T = 0 °C	TSRST
ACO 11+	0	PMB 25/55-60	✓	✓
ACO 11+	20	PMB 25/55-60	✓	-
ACO 11+	0	PMB 25/55 RC	✓	-
ACO 11+	20	PMB 25/55 RC	✓	-
ACO 11+	40	PMB 25/55 RC	✓	✓



Obrázek 3: Výsledky zkoušek relaxace referenční směsi ACO 11+ bez R-materiálu s pojivy PMB 25/55-60 a PMB 25/55 RC a směs s 20 % RA s pojivem 25/55 RC



Obrázek 4: Výsledky zkoušek relaxace směsi ACO 11+ s 20 % a 40 % R-materiálu s pojivy PMB 25/55-60 a PMB 25/55 RC



Obrazek 5: Výsledky zkoušek nízkoteplotního chování dle ČSN EN 12697-46 pro směs s PMB 25/55-60 bez RA a PMB 25/55 RC se 40 % RA

než referenční směs s PMB 25/55-60 bez R-materiálu a kritická teplota indikující vznik trhliny byla vyšší. V některých případech tak může být u obrusných vrstev vhodnější použít měkčí pojivo gradace 45/80 RC. Výsledky s tímto pojivem se však již nepodařilo doměřit před vydáním tohoto článku. Dále je nutné si uvědomit, že 40 % RA v ACO bylo použito v rámci laboratorního experimentu. Norma ČSN 73 6121:2023 však v případě obrusných vrstev ACO s PMB umožňuje dávkovat RA v maximálním množství 30 %. Při tomto dávkování by se již chování s PMB 25/55 RC mělo více blížit výsledkům s PMB 25/55-60.

Závěr

Tato část článku (část 1 – laboratorní výsledky) popisuje souvislosti týkající se výroby směsí typu asfaltový beton s vysokým obsahem R-materiálu, u kterých je deklarováno použití PMB pojiva. V první části jsou vysvětleny spojitosti týkající se normové základy v ČR. V tomto bodě je nutno vyzdvihnout vysokou komplexitu a kvalitu norem vztahujících se k opětovnému použití znovuzískaných asfaltových směsí (ZAS) potažmo R-materiálů. Relevantní předpisy zahrnují všechny důležité oblasti, které se z technického hlediska vztahují k volbě materiálů, jejich klasifikaci, možnostem použití a kontrolním zkouškám. Mezi zásadní patří tyto okruhy: **specifikace PMB RC pojiv, hodnocení homogenity skládky R-materiálu, možnost použití vyššího dávkování RA ve směsích s PMB a požadavky na kontrolní zkoušky zpětně získaných pojiv u směsi s R-materiálem > 15 %.**

Další část článku se věnuje především popisu výsledků zkoušek asfaltových pojiv s důrazem na porovnání PMB a PMB RC pojiv s obsahem zestárých pojiv. Z výsledků vyplývá, že při vhodném návrhu PMB RC gradace 25/55 (v článku bylo použito pojivo Polybitume E45RC) lze do této gradace pojiva dávkovat i 40 % zestárleho pojiva a stále dosáhnout srovnatelných re-

ologických vlastností, jakých dosahuje referenční pojivo PMB 25/5560 a to nejenom z pohledu elasticity pojiva, ale i z hlediska nízkoteplotního chování. Tyto výsledky byly dosaženy jak u laboratorně zestárých asfaltových pojiv, tak u pojiva vydestilovaného z R-materiálu.

Závěrečná část se věnuje popisu nízkoteplotního chování. Při interpolaci naměřených hodnot lze dojít k závěru, že směs s obsahem 35 % R-materiálu a pojivem PMB 25/55 RC má srovnatelné vlastnosti z hlediska relaxace při teplotě 0 °C jako směs s 15 % R-materiálu a konvenčním PMB 25/55-60, tedy s variantou dávkování, kterou připouští ČSN 73 6121:2023.

Druhá část příspěvku bude zaměřena na popis zkušeností, které byly získány během výroby směsí s obsahem PMB RC pojiv na obalovně. v tabulce níže jsou uvedeny typy směsí, o nichž bude pojednávat druhá část.

Ing. Tomáš Koudelka, Ph.D., VIALAB CZ s.r.o.

Ing. Petr Bureš, VIALAB CZ s.r.o.

Literatura

- [1] Koudelka, T. (2020) *Recyklace asfaltových pojiv pomocí oživovacích přísad, Dizertační práce, Brno 2020*
- [2] Kadlec, R. *První obalovna asfaltových směsí v České republice umožňující výrobu asfaltových směsí s využitím 90 % R materiálu? [online]. 2021, 5, 1-10 [cit. 2023-07-07]. Dostupné z: <https://asfaltove-vozovky.cz/rocniky/rocnik-2021/>*
- [3] Koudelka, T., Bureš, P., Šedina, J., Dostál, F., Mery, T. „100% recyklace“ asfaltových směsí na obalovně – první zkušenosti z ČR. [online]. 2023, 3.4, 232-240 [cit. 2024-05-20]. Dostupné z: <https://asfaltove-vozovky.cz/rocniky/rocnik-2021/>

Tabulka 7: Typy směsí, o nichž bude pojednávat 2. část příspěvku

Směs	R-materiál (%)	Dávkované pojivo	Oživovací přísada	Deklarované pojivo
ACP 22S	40	PMB 25/55 RC	NE	PMB 25/55-60
ACL 22S	35	PMB 25/55 RC	NE	PMB 25/55-60
ACO 11+	35	PMB 45/80 RC	NE	PMB 25/55-60