



## VLIV REJUVENÁTORU V ASFALTOVÉ EMULZI PRO SMĚSI RECYKLACE ZA STUDENA NA CHARAKTERISTIKY VÝSLEDNÉ SMĚSI

Zpracovali: Ing. Jan Suda, Bc. Adriana Kotoušová, Ing. Jan Valentin, Ph.D. (Fakulta stavební ČVUT v Praze)

### Souhrn

Technologie recyklace asfaltových vozovek za studena je zavedeným standardem a běžně používanou skupinou technických řešení využívajících asfaltovou emulzi, zpěněný asfalt, hydraulická pojiva nebo kombinace uvedených pojiv. V ČR dosud nebyla věnována pozornost možnostem intenzivnější aktivace asfaltového pojiva obsaženého v R-materiálu. Toho lze v zásadě dosáhnout buď ohřevem tohoto materiálu a tím vyvoláním částečné reaktivity zdegradovaného asfaltového pojiva nebo použitím vhodných oživovacích přísad, které i při běžné venkovní teplotě umožní docílit určité zvýšené reaktivity tohoto pojiva a navíc v lepším případě umožní zmírnit míru degradace např. změkčením daného pojiva či ovlivněním jeho oxidačního potenciálu a přítomnosti některých charakteristických organických skupin, které odpovídají pokročilé degradaci. S ohledem ke skutečnosti, že směsi recyklace za studena se realizují s vyloučením ohřevu materiálových složek (vyjma výroby zpěněného asfaltu), nepřipadá první přístup k vyšší aktivaci asfaltového pojiva v recyklátu v úvahu. Nabízí se proto řešení, kdy se aplikují vybrané oživovací přísady. Jelikož zejména v případě variant provedení technologie na místě není myslitelné ošetření a promísení materiálu staré vozovky vhodným chemickým aditivem, které by po určité době penetrovalo do materiálu a vyvolalo reaktivitu pojiva, je jediným možným přístupem taková úprava asfaltové emulze, která umožní, aby toto pojivo ve svém chemickém složení neslo i oživovací látku (rejuvenátor). To samozřejmě vyžaduje chemickou optimalizaci asfaltové emulze, aby si zachovala potřebnou stabilitu. Pro potřeby řešení tohoto problému byly společností PARAMO a.s. připraveny dva typy emulze, kdy jedna – po předešlých optimalizačních procesech – nesla právě oživovací přísadu. Obě emulze se aplikovaly s identickou recepturou pro výrobu za studena recyklované směsi, jakož i pro laboratorně simulovaný proces opakované recyklace s cílem prokázat účinek a přínos emulze s rejuvenátorem.

### Oblast použití

Využití poznatků sledovaných touto dílčí aktivitou nalezne uplatnění především v oblasti technologie recyklace za studena, a to včetně vícenásobného provádění tohoto typu řešení souvislé opravy vozovek. Taková úprava má přinést vyšší přidanou hodnotu pro vlastní technologii a nově provedené úpravy má zvýšit trvanlivost a pomalejší degradaci v čase s vyváženými funkčními parametry pokud možno jak při vyšších teplotách, tak i při nízkých teplotách charakteristických zejména pro zimní období. Současně by toto řešení mělo vést k možnosti dalšího snížení optimálního množství používané asfaltové emulze, a to díky skutečnosti, že se mnohem lépe aktivuje asfalt obsažený v recyklovaném materiálu.

### Metodika a postup řešení

Pro vlastní posouzení byla zvolena směs recyklace za studena, která byla opakovaně testována a využívána i v rámci evropského projektu CoRePaSol. Tato směs využívá asfaltový R-materiál 0/22 mm nebo 0/11 mm, který je zpravidla odebírána na skládce předrceného a přetříděného asfaltového recyklátu obalovny Středokluky. Pro potřeby provedení porovnání byl navíc pro některé zkoušky a varianty navržených směsí recyklace za studena materiál získán uměle, a to předrcením zkušebních těles směsí recyklace za studena, které byly vystaveny simulovanému dlouhodobému stárnutí po dobu 5 dní při teplotě 85 °C s nuceným oběhem teplého vzduchu. Oproti výchozím variantám směsí recyklace za studena došlo při aplikaci vícenásobně recyklovaného asfaltového materiálu dále k úpravě množství asfaltové emulze, jejíž podíl ve směsi byl snížen o 1,5 %-hm. v orovnění s dlouhodobě testovanými variantami s 3,5 %-hm. asfaltové emulze.

Pro výrobu směsí recyklace za studena byly zvoleny dva typy asfaltové emulze, která v souladu s ČSN EN 13808 odpovídá třídě C60B7.

- emulze Katebit PS, s označením směsí recyklace za studena CK nebo A-PS 0/11 t.01-09,

- emulze Katebit P60 Fv s obsahem 58,7 % asfaltu a rejuvenátorem, s označením směsi recyklace za studena CR nebo A-Fv 0/11 t.01-09.

V případě vícenásobné recyklace asfaltového materiálu byly obě asfaltové emulze aplikovány do směsi recyklace za studena, která byla získána laboratorním předrcením dříve vyrobené studené směsi recyklace, u které bylo aplikováno kombinované pojivo asfaltové emulze a cementu. Původní směs byla laboratorně zestárnutá, následně v čelistovém drtiči předrcena na 0/11 mm a využita pro opětovnou výrobu recyklované směsi. Souběžně s tím jsou uvedeny i výsledky takto vícenásobně recyklovaného materiálu, u kterého byla použita jiná asfaltová emulze, a to v první polovině roku 2015. Tato směs srovnatelná s variantou A-PS 0/11 je označena „REC\_SA“. V některých variantách byla navíc zvolena i kombinace s cementem.

Provedeny byly obvyklé pevnostní (pevnost v příčném tahu) a deformační zkoušky (tuhost, šíření trhliny) pro střední a nízké teploty, jakož i ověření odolnosti proti účinkům vody.

## Výsledky

Dále uvedená tabulka 1 shrnuje výsledky empirických charakteristik posuzovaných směsí. Z výsledků je patrné, že z hlediska těchto charakteristik nemá přítomnost rejuvenátoru v emulzi směsi A-Fv 0/11 (dvojnásobná recyklace) na výsledné hodnoty vliv. Oproti tomu, je-li asfaltová emulze aplikována do směsi s R-materiálem odebraným na deponii předrceného a přetříděného materiálu, je zde patrný mírný pokles hodnoty mezerovitosti. Směsi vykazují standardní úroveň mezerovitosti dle požadavků TP208.

Tab. 1 Empirické charakteristiky posuzovaných směsí.

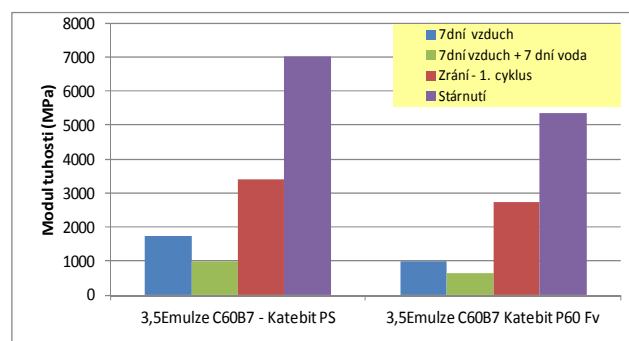
Směs recyklace za studena	Obj. hm. zhutněná (g.cm <sup>-3</sup> )	Obj. hm. nezhutněná (g.cm <sup>-3</sup> )	Mezerovitost (%-obj.)
Směs CK	2,123	2,326	8,7
Směs CR	2,162	2,328	7,1
A-PS 0/11	2,068	2,353	12,1
A-Fv 0/11	2,040	2,333	12,5
REC_SA	2,017	2,328	13,1
REC_A 0/22	2,178	2,388	8,9
REC_C (0/22)	2,140	2,407	11,1

Poněkud jiná situace nastala v případě posouzení deformačních a pevnostních charakteristik, které byly stanoveny modulem tuhosti a pevností v příčném tahu. Moduly tuhosti byly stanoveny jako průměr 4 nebo 9 zkušebních těles a grafické porovnání je uvedeno na obrázku 1. Pevnost v příčném tahu byla stanovena pro suchá a nasycená zkušební tělesa vždy ze tří zkušebních těles.

Výsledky dále shrnuje i tabulka 2, kde jsou uvedeny pevnostní charakteristiky a moduly tuhosti pro zkušební tělesa, která byla vystavena zrychlenému stárnutí popsanému výše.

Tab. 2 Pevnostní a deformační charakteristiky posuzovaných směsí po zrychleném stárnutí.

Směs recyklace za studena	Pevnost v příčném tahu @15°C (MPa)	ITSR (%)	Tuhost @15 °C (MPa)
Směs CK	0,79	-	3 419
Směs CR	0,67	-	2 737
A-PS 0/11	0,91	62,2	4 269
A-Fv 0/11	0,73	79,3	3 087
REC_SA	0,80	83,8	3 161
REC_A 0/22	1,19	-	3 943
REC_C 0/22	0,96	-	2 100



Obr. 1 Porovnání hodnot modulu tuhosti směsí recyklace za studena se dvěma použitými typy asfaltové emulze.

Směs recyklace za studena	Lomová houževnatost (N/mm <sup>3/2</sup> )	Napětí při porušení (MPa)	Přetvoření při porušení (%)
A-PS 0/11	16,41	2,80	1,59
A-Fv 0/11	15,06	2,57	1,39
REC_SA	15,03	2,38	1,96

## Závěr

Je patrné, že rejuvenátor obsažený v asfaltové emulzi má z hlediska pevnostních a deformačních charakteristik určitý vliv na výsledné hodnoty směsí recyklace za studena. Dochází k poklesům těchto charakteristik. Současně se projevuje zlepšení z hlediska posouzení trvanlivosti stanovením poměrů pevnostní v příčném tahu. Nicméně při posouzení charakteristik v oboru nízkých teplot tato přednost směsí recyklace za studena s emulzí obsahující rejuvenátor již není zcela dána. Pokud dochází k simulovanému stárnutí směsi recyklace za studena, není jasné, zda nedochází k rychlejší ztrátě účinku rejuvenátoru a směs v konečném důsledku sice dosahuje vyššího nárůstu pevnosti, ale s rizikem zvýšeného nebezpečí zkřehnutí asfaltové směsi recyklované za studena. Tyto aspekty tak je nezbytné dále ověřovat.