



## POSOUZENÍ VÍCENÁSOBNÉ RECYKLOVATELNOSTI U ASFALTOVÝCH SMĚSÍ PROVÁDĚNÝCH ZA HORKA

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

### Souhrn

Problematika opakované recyklace asfaltových vrstev vozovky se v příštích letech začne dotýkat rostoucího počtu vozovky, kde v minulosti byla provedena některá z recyklačních technologií. Jednodušší je přitom situace v případech, kde byla recyklována asfaltová vrstva použitím odfrézovaného materiálu do nové asfaltové vrstvy vyrobené na obalovně. Zde zpravidla docházelo již v uplynulých letech k mnohem důslednější optimalizaci návrhu složení směsí s cílem eliminovat nadměrné zvyšování obsahu asfaltového pojiva ve výsledné směsi. Jiná situace nicméně nastává v případě technologií prováděných za horka či za studena na místě, či obecně u technologie recyklace za studena na místě, kde se obsah asfaltového pojiva v recyklátu nijak nezohledňuje a tudíž v čase může docházet ke zvyšování tloušťky asfaltového filmu, který následně má z hlediska funkčnosti kompozitu, pokud je aplikován opakovaně a k tomu za horka, své limity. Pro tento účel byla provedena simulace takového procesu s posouzením vybraných charakteristik asfaltové směsi. Byl zvolen běžně dostupný asfaltový recyklát, který byl použit pro laboratorní návrh a výrobu asfaltové směsi recyklované za studena. Tato směs byla v laboratorních podmínkách podrobena simulaci stárnutí a následně s využitím čelistového drtiče došlo k jejímu předcmení a opětovnému použití jako recyklovaného materiálu ve směsi tentokrát recyklované na obalovně za horka, tzn. použití jako substituentu části kameniva a pojiva na obalovně. Pro nově získaný typ kompozitu byl definován a proveden soubor zkoušek s posouzením zejména deformačních charakteristik a trvanlivosti.

### Oblast použití

Řada vozovky byla od poloviny devadesátých let postupně recyklována, přičemž od přelomu tisíciletí se zvyšuje využívání technologie recyklace za studena, a to v použití různých kombinací používaných pojiv. Dosud v minimální míře bylo potřebné řešit opakovanou recyklaci takto dříve recyklovaných materiálů, nicméně vzhledem

k obvyklé životnosti asfaltových nebo polotuhých konstrukčních vrstev vozovky lze v nadcházejících letech předpokládat nezbytnost účinného využití materiálu, který již jednou byl recyklaci vystaven. Pro tento účel je potřebné nejen ověřit vlastnosti nové asfaltové směsi, která bude takový materiál obsahovat, nýbrž současně specifikovat i limity z hlediska použitelného podílu vícenásobně recyklovaného materiálu v asfaltové směsi, tak i zejména z hlediska meze pro účelné přidávání nového asfaltového pojiva a případně modifikace takového pojiva. Získané poznatky tak mají bezprostřední využití v asfaltových vozovkách, které se běžně realizují nebo budou realizovat na pozemních komunikacích v ČR.

### Metodika a postup řešení

Vlastní postup řešení vychází z možnosti využít směs recyklace za studena v asfaltové směsi běžně vyráběné na obalovně. Z hlediska využitelnosti vícenásobně recyklovaných materiálů v asfaltových směsích prováděných za horka tak byla zvolena a navržena referenční směs ACO 11 v souladu s požadavky ČSN EN 13108-1, dále varianty této směsi se snížením výrobní teploty a za použití dále uvedených přísad, které mají napomoci minimalizovat další degradaci materiálu a současně zlepšit zpracovatelnost. První použitou přísadou byl Evotherm, kdy se jedná o povrchově aktivní látku určenou pro výrobu nízkoteplotních asfaltových směsí. Teplota hutnění směsí se dá snížit až o 30 °C, čímž lze ušetřit přibližně 20 % energie. Snížení pracovních teplot má také pozitivní vliv na produkci emisí. Evotherm obecně zajišťuje lepší zpracovatelnost a přilnavost pojiva ke kamenivu. Druhou přísadou využitou v rámci výroby směsí byla aplikace FT parafinu. Ve směsi bylo použito 20% znovu předcmeného asfaltového R-materiálu frakce 0/22 směsi recyklace za studena, která se vyznačovala pouze přítomností asfaltové emulze v množství 3,5 %-hm.

Z hlediska prováděných zkoušek byl zvolen standardní soubor, který v případě asfaltového betonu pro obrusné vrstvy zahrnuje stanovení mezerovitosti, odolnosti proti trvalým deformacím,

posouzení deformačního chování ověřeným tuhosti směsi a posouzením trvanlivosti, která není normově požadovanou charakteristikou, s ohledem k možným účinkům vody však má své opodstatnění.

## Výsledky

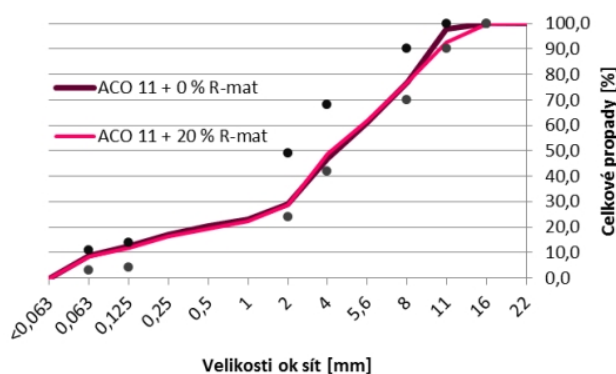
Pro výrobu směsi recyklace za studena byl použit R-materiál 0/22 mm z obalovny Středokluky. V souladu s TP 208 byla pro návrh směsi a následnou výrobu směsi použita asfaltová kationaktivní emulze typu C60B7 od společnosti Eurovia CS. Pro výrobu zpěněného asfaltu (pěnoasfaltu) byl použit silniční asfalt 70/100 odpovídající požadavkům ČSN EN 12591. Dále se jako hydraulické pojivo použil Portlandský cement směsný s označením CEM II/B-M (V-LL) 32,5 R. Byly vyrobeny 4 varianty směsi, přičemž pro aplikaci ve směsi ACO byl zvolen následně jen typ s použitím asfaltové emulze jako pojiva.

U směsi stmelěných asfaltovou emulzí se zkušební tělesa uložila na 24 hodin při 90-100% vlhkosti a teplotě (20±2) °C, a byla vystavena zrychlenému zrání (temperovaná komora s teplotou 50 °C a vlhkostí 40-70 % po dobu 72 hodin). V dalším cyklu byla zkušební tělesa vystavena účinku stárnutí, které simulovalo vlastnosti směsi uložené v konstrukci vozovky na konci životnosti (uložení zkušebních těles do temperované komory při teplotě 85 °C po dobu 9 dnů). Následně se provedlo laboratorní předczení zkušebních těles na frakci 0/11 mm.



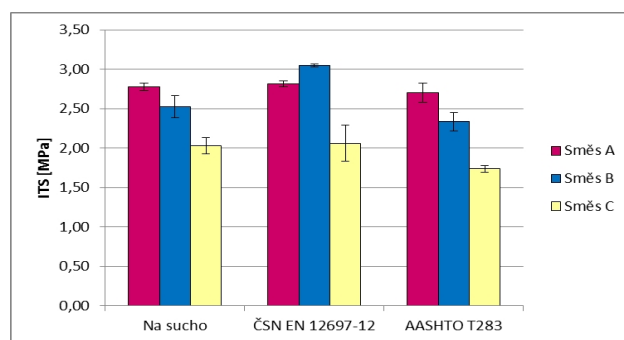
Obr. 1 Opětovně předczený asfaltový materiál.

Poté byla navržena vlastní směs ACO11+, a to ve variantě s 0 % opakovaně recyklovaného R-materiálu a s 20 % tohoto materiálu.



Obr. 2 Navržená čára zrnitosti směsi ACO11+.

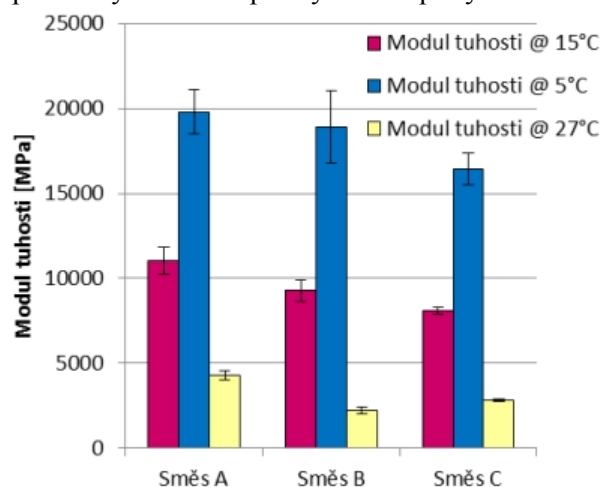
Výsledky zkoušky pevnosti v příčném tahu jsou uvedeny na obr. 3., a to včetně dvou přístupů stanovení nepříznivých účinků vody na trvanlivost asfaltové směsi. Porovnáním prvních dvou skupin zkušebních těles docházíme k závěru, že nasycením zkušebních těles nedochází k poklesu pevností v příčném tahu, nýbrž k nepatrnému nárůstu u všech tří směsí. V případě směsi A i C není tento nárůst nijak výrazný, ovšem v případě směsi B se jedná o zhruba 0,5 MPa, poměr pevností v příčném tahu je tedy v tomto případě 120,8 %. Z provedených laboratorních měření lze usuzovat, že ověřované směsi nemají tendenci k poklesu pevností v příčném tahu vlivem působení vody, nepatrný vliv se prokázal u varianty s jedním zmrazovacím cyklem.



Obr. 3 Výsledky zkoušky pevnosti v příčném tahu (směsi s 20 % R-materiálu).

Dle dosažených výsledků sledované směsi vyhovují meznímu požadavku ITSR 70 %, který je požadován pro směsi ACO 11+ normou ČSN EN 13108-1, a to jak pro postup dle ČSN EN 12697-12, tak i pro americký přístup s jedním zmrazovacím cyklem.

Moduly tuhosti byly stanoveny v souladu s ČSN EN 12697-26 metodou IT-CY při třech různých teplotách. Pro stanovení tuhosti byl vybrán tradiční postup používaný v ČR, kdy je pro definovanou cílovou deformaci provedeno pět zatěžovacích pulsů pro dva směry zatížení. Byla provedena řada opakovaných měření pro vybrané teploty.



Obr. 4 Výsledky zkoušky stanovení modulu tuhosti (směsi s 20 % R-materiálu).

Vliv na tuhost asfaltových směsí má jednak asfaltové pojivo obsažené v R-materiálu, které je zestárlé a bude tedy tužší s jinými parametry než pojivo nově přidávané do směsi. Jak je patrné z výsledků, nejnižších hodnot dosáhla směs s přísadou FTP, tedy s nejvyšší mezerovitostí, ne zcela to však potvrzuje měření při teplotě 27 °C. Nejlepších výsledků naměřených modulů tuhosti dosáhla směs A, do které bylo přidáno asfaltové pojivo gradace 50/70. V případě této směsi dosahují moduly tuhosti hodnot v průměru 11 000 MPa při teplotě 15 °C, v případě směsi B je tato hodnota 9 250 MPa, u směsi C pak 8 100 MPa. Tyto výsledky potvrzují naměřené hodnoty pro pevnosti v tahu za ohybu (nejsou zde prezentovány).

## Závěr

Vícenásobná recyklace asfaltových vrstev je závislá na procesu stárnutí v průběhu životnosti materiálu uloženého v konstrukci vozovky, který je vystaven klimatickým podmínkám a účinkům silniční dopravy. Vícenásobné použití asfaltového R-materiálu je dle dosavadních experimentálních poznatků možný a vhodný způsob pro snížení spotřeby neobnovitelných zdrojů (kamenivo, asfaltové pojivo). Současně je to způsob ochrany životního prostředí a docílení úspor veřejných finančních prostředků. Tento příspěvek hodnotí účinky vlivu stárnutí na směsi vyrobené technologií recyklace za studena a jejich opětovné použití do směsí recyklovaných za studena či za horka.

Získané poznatky jednoznačně identifikují potenciál opakovaného využití asfaltového materiálu s docílením zajištění jeho vyšší přidané hodnoty. Ukazuje se nicméně, že pravděpodobně účelná a tudíž nezbytná k ověření je vhodná kombinace tří faktorů – přísada pro snížení pracovní teploty výroby asfaltové směsi, další optimalizace snižování potřebného množství nově přidávaného asfaltového pojiva a možnosti kombinace s využitím dalších chemických přísad, které by aktivovaly v mnohem lepší podobě zdegradovaný asfalt obsažený v asfaltovém recyklátu – tím bude možné účelně omezit efekty vícenásobného obalení kameniva.

## Literatura

- [1] TP208. Recyklace konstrukčních vrstev netuhých vozovek za studena. Olomouc: Ing. Jan Zajíček– APT SERVIS, 2009. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/TP%20208.pdf>
- [2] Kalman, B., et al.: Re-road – End of life strategies of asphalt pavements. Project Final Report, deliverable 7.3. Dostupné z: <http://re-road.fehrl.org/>
- [3] Mollenauer, K., Simnofske, D., Valentová, T., Kotoušová, A., Valentin, J., Batista, F.: CoRePaSol: Report on recyclability and multiple recyclability of cold/recycled asphalt mixes in cold and hot recycling. September 2014 (2015), Deliverable D4.2, ČVUT v Praze.
- [4] ČSN EN 12697-26. Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 26: Tuhost. Úřad pro technickou normalizaci, Zář 2012.
- [5] ČSN EN 12697-23. Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 23: Stanovení pevnosti v příčném tahu. Český normalizační institut, Březen 2005.
- [6] ČSN EN 12697-12. Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 12: Stanovení odolnosti zkušebního tělesa vůči vodě. Úřad pro technickou normalizaci, Únor 2009.
- [7] AASHTO Designation: T 283-03. Standard Method of Test for: Resistance of Compacted Asphalt Mixtures to Moisture-Induced Damage. Washington: American Association of State and Highway Transportation Officials, January 2007.