

Modifikace asfaltových směsí na E&E kongresu 2024

K tématu modifikace asfaltových směsí na osmém ročníku Eurasphalt & Eurobitume kongresu 2024 v Budapešti byly ústně prezentovány čtyři vybrané odborné příspěvky. Sekci moderoval Mats Wendel, který představil hlavní témata, jimž se příspěvky věnovaly. Mezi nejčastěji diskutovaná patřily postupy modifikace asfaltových směsí při nižších teplotách, možnosti recyklace použitých modifikačních přísad a snižování emisní zátěže při výrobě asfaltových směsí.

V tomto článku je podrobněji popsána čtveřice příspěvků, která byla vybrána k ústní prezentaci.

Modifikace asfaltových směsí pomocí modifikátoru z recyklovaných plastů: laboratorní studie a analýza vozovky

Autoři příspěvku se ve své studii zaměřili na využití recyklovaných plastů při výrobě asfaltových směsí. Konkrétně se věnovali dvěma typům směsí – asfaltovému koberci mastixovému (SMA 10) a asfaltovému betonu (AC 14), přičemž každý z těchto typů byl zpracován ve dvou variantách podle použitého pojiva. První variantou bylo polymerem modifikované pojivo třídy PMB 10/40-80 s vysokým obsahem SBS, druhou pak silniční asfalt třídy 40/60, do kterého byla během výroby směsí přimíchávána testovaná plastová modifikace. Modifikace asfaltu probíhala takzvanou „suchou cestou“ pomocí pelet z recyklovaného plastu zesíleného grafitem, označovaných jako GRP (Graphene-enhanced Recycled Plastic). Tyto pelety se nejprve smíchaly s kamenivem, kde působením teploty změkly a vytvořily ochranný film na jednotlivých zrnech. Po několika minutách bylo ke směsi přidáno asfaltové pojivo. GRP pelety se skládají ze tří hlavních složek: 1 – recyklované tvrdé plasty; 2 – grafitové nanočástice; 3 – aktivní funkční materiál. V případě směsi typu SMA byla navíc přidána celulózová vlákna – dávkování 0,4 % (hm.).

Výsledky studie ukázaly, že směsi upravené pomocí modifikace plastem v podobě GRP pelet vykazovaly lepší mechanické vlastnosti než směsi s klasickým SBS modifikovaným pojivem. Konkrétně byla při laboratorním zkoušení u směsí s GPR peletami prokázána zvýšená pevnost v příčném tahu, zvýšený modul tuhosti a vyšší odolnost vůči trvalým deformacím. Obě varianty směsí dále prokázaly vysokou odolnost vůči únavovému poškození a odolnost proti šíření trhlin při nízkých teplotách.

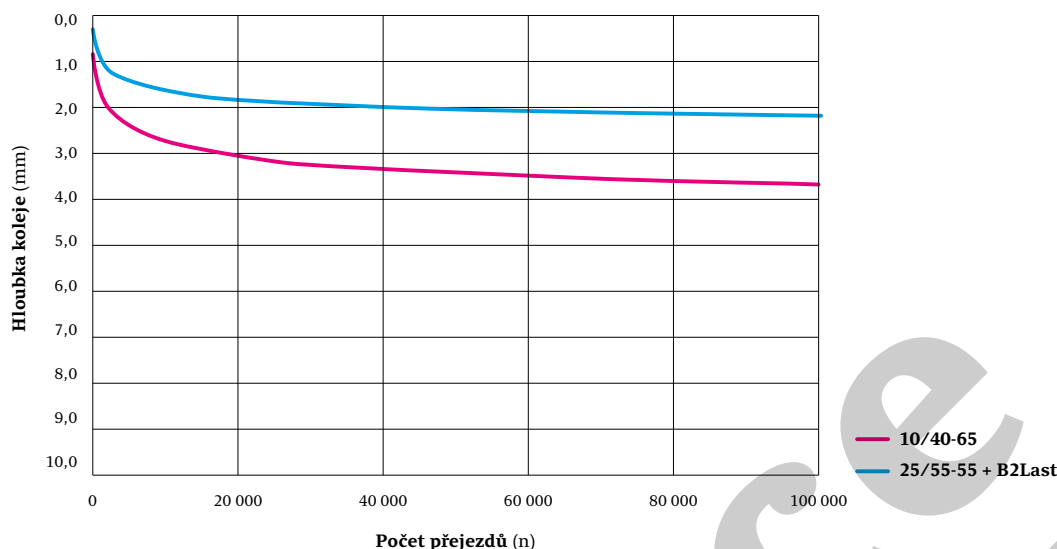
Autoři na závěr příspěvku konstatují, že správný výběr a aplikace recyklovaných plastů představuje významný potenciál pro jejich uplatnění v asfaltovém průmyslu. Výsledky studie podporují myšlenku, že tyto materiály mohou být nejen ekologicky přínosné, ale zároveň i technicky plnohodnotnými alternativami ke konvenčním příměsím.

Nový způsob výroby vysoce modifikovaného asfaltu (HiMA) – návrh a výroba teplotně odolné asfaltové vrstvy

Autor si dal za cíl vyvinout asfaltové směsi, které budou odolnější vůči vysokým teplotám především v městském prostředí a zároveň umožní využití vysokého podílu R-materiálu bez zhoršení mechanických vlastností. Tohoto cíle se autor snaží dosáhnout dodatečnou modifikací polymerem modifikovaných asfaltů přímo na obalovně asfaltové směsi pomocí reaktivní přísady na bázi polymerního methylen difenyl diisokyanátu označované AS P101. Do dvou polymerem modifikovaných asfaltů třídy 25/55-55 od dvou dodavatelů bylo přidáno 2,5 % (hm.) této přísady. Pro srovnání vlastností byl použit polymerem modifikovaný asfalt třídy 10/40-65. Účinek přísad je v práci hodnocen pomocí konvenčních i reologických zkoušek asfaltových pojiv. Výsledky laboratorních zkoušek prokázaly, že touto tzv. multi-modifikací lze výrazně zlepšit reologické vlastnosti asfaltového pojiva – konkrétně zvýšit teplotu bodu měknutí a snížit fázový úhel, což svědčí o vyšší elasticitě a odolnosti vůči trvalým deformacím. Následně byly v rámci studie vyrobeny s výše uvedenými pojivy asfaltové směsi typu AC 16. Při jejich laboratorním zkoušení se ukázalo, že multi-modifikovaná varianta má podstatně lepší výsledky v odolnosti vůči trvalým deformacím za vysokých teplot (70 °C) než směsi s referenčním typem pojiva 10/40-65. Zároveň se nezhoršily vlastnosti asfaltových směsí za nízkých teplot, což je důležité pro zajištění celoroční funkčnosti vozovky. Výsledky dosažené v laboratoři byly následně potvrzeny i při praktickém provádění rekonstrukce části městské komunikace ve městě Trier, kde se „multi-modifikovaná“ asfaltová směs osvědčila i v reálných podmínkách. Průběh zkoušky stanovení odolnosti proti trvalým deformacím (hloubka vyjeté koleje) na vzorcích asfaltové směsi AC 16 odebraných z pokusného úseku uveden na obrázku 1.

Autor v závěru uvádí, že „multi-modifikace“ pomocí přísady AS P101 představuje účinné řešení pro zvýšení teplotní odolnosti asf. směsí, které reaguje na klimatické výzvy, jako jsou častější letní teplotní extrémy ve městech. Současně dle autora umožňuje dávkování vyššího podílu R-materiálu bez negativního dopadu na kvalitu asf. směsi, což přispívá k udržitelnějšímu a ekologicky šetrnějšímu přístupu k výstavbě a údržbě silniční infrastruktury.

Hloubka koleje RD_{air} @70 °C (AC 16 B S, pokusný úsek)



Obrázek 1: Výsledky stanovení odolnosti proti trvalým deformacím na vzorcích asfaltové směsi AC 16 odebraných z pokusného úseku [2]

Vývoj metody zesílení ocelových mostních vozovek pomocí asfaltových směsí s použitím přírodních materiálů

V Japonsku je 25 % mostní infrastruktury starší než 50 let a očekává se nárůst až na 50 % v příštích 10 letech. Vzhledem k ekonomickým dopadům dopravních omezení při opravách se zvyšuje zájem o technologie, které prodlužují životnost mostů bez dlouhých výluk. Jedním z problémů ocelových mostovek je vznik únavových trhlin způsobených deformacemi a koncentrací napětí, přičemž běžně používaný litý asfalt ztrácí tuhost při vysokých teplotách. Alternativou je dle autorů ocelovými vlákny vyztužený beton (SFRC), ale jeho aplikace je časově náročná především z důvodu doby tuhnutí betonu. Autoři příspěvku navrhuji nový způsob zesílení ocelových mostovek použitím „vysokotuhostní asfaltové vrstvy“ (HiRA), od které si slibují zlepšení tuhosti za horka a rychlou aplikaci bez potřeby dlouhých omezení provozu. HiRA využívá pryskyřice rostlinného původu, které zvyšuje tuhost při zachování zpracovatelnosti směsi. Ve studii použitá směs je konkrétně směs typu SMA s 6,3 % pojiva skládajícího se z 55 % podílu polymerem modifikovaného asfaltu a 45 % podílu pryskyřice. Do směsi bylo dále přidáno 0,3 % (hm. směsi) chemických syntetických vláken pro vyztužení směsi. HiRA směs vykazuje dle autorů sice menší hodnoty modulu tuhosti než ocelovými vlákny vyztužený beton (SFRC), ale má mnohem menší teplotní citlivost v porovnání s běžnou asfaltovou směsí. Autoři uvádějí, že „HiRA“ při teplotě 60 °C je srovnatelná se směsí s použitím PMB při teplotě 20 °C. Součástí systému je i speciální vodotěsná vrstva, která zajišťuje pevné spojení asfaltu s ocelí i při vysokých teplotách a zároveň plní funkci spolehlivé hydroizolace. V této studii autoři novou metodu zesílení ocelových mostovek, využívající vysokotuhostní vrstvu (HiRA), ověřili na reálné stavbě – mostě Abukuma. Cílem bylo snížit namáhání ocelové desky způsobené provozem vozidel. Most tvoří pět spojitých polí z ocelových skříňových nosníků s deskou složenou ze 67 ocelových plechů spojených

vysokopevnostními šrouby. Konstrukce zahrnovala přípravu povrchu tryskáním, nanesení epoxidového nátěru s rozptýlením křemičitého písku a následnou aplikaci vodotěsné vrstvy. Poté byla pomocí standardního finišeru a válce položena vysokotuhostní vrstva „HiRA“.

V rámci navazujícího sledování byly porovnávány dva úseky mostu – jeden s použitím nové metody (HiRA), druhý s tradičním litým asfaltem. Výsledky sledování ukázaly, že v žádném z těchto úseků nedošlo k výskytu trhlin ani vyjetých kolejí. Povrchová kvalita vozovky zůstala velmi dobrá, přestože byl zatím sledován pouze krátkodobý provoz. Testování a vyhodnocení metody potvrdilo, že „HiRA“ vrstva nabízí kombinaci vysoké tuhosti a dobré zpracovatelnosti bez nutnosti speciální techniky. Zatímco účinnost zesílení není tak vysoká jako u ocelovými vlákny vyztuženého betonu (SFRC), životnost této nové konstrukce byla odhadnuta na více než trojnásobek oproti běžnému litému asfaltu. Laboratorní zkoušky ukázaly, že ani po čtyřech milionech cyklů zatížení při teplotách 50 °C až 60 °C nedochází ke vzniku trhlin nebo deformací. Zkoušky na reálném mostě navíc dle autorů prokázaly, že nedochází k poruchám způsobeným smršťováním pryskyřice nebo nedostatečnou přilnavostí k ocelové desce, přičemž v případě potřeby lze povrch snadno opravit. Autoři uvádějí, že nová metoda tak představuje perspektivní řešení pro zesilování ocelových mostovek zejména v místech, kde jsou dopravní omezení složitá, a zároveň je kladen důraz na dlouhou životnost a minimalizaci poruch způsobených dopravním zatížením.

PAN vlákna jako alternativa k polymerům do asfaltového koberce drenážního

Kolektiv autorů z Nizozemska sledoval změny vlastností dálničních vozovek s použitím různých pojiv do asfaltových směsí. V Nizozemsku se stále častěji využívá jako krytová vrstva dvouvrstvý asfaltový koberec drenážní, přičemž v obrusné vrstvě je využíván jako pojivo polymerem modifikovaný asfalt. V roce

2005 byl vybudován zkušební úsek, kde obrusnou vrstvu tvoří asfaltový koberec drenážní (PA 8), využívající jako pojivo silniční asfalt třídy 70/100 s přidáním PAN (PolyAcryloNitrile) vláken. Protože první zkušenosti se směsí byly pozitivní, byly vybudovány další 4 pokusné úseky s různými obsahy pojiv a PAN vláken.

Na základě dat ze sledovaných úseků autoři uvádí, že délka životnosti je nejen srovnatelná, ale dokonce o 4 roky převyšuje směsí s použitím modifikovaného asfaltu. Autoři dále ve svém příspěvku uvádí, že oproti směsí PA 8 s pojivem PMB má směs PA 8 s pojivem třídy 70/100 a PAN vlákna tyto výhody:

- ▶ o 13 % menší dopad na životní prostředí, pokud je uvažovaná životnost povrchů stejná (10 let); v případě, kdy se uvažuje životnost delší o 4 roky, je dopad na životní prostředí snížen až o 38 %;
- ▶ nižší výrobní teplotu, což šetří energie a umožňuje jednodušší budoucí recyklaci při nižších teplotách;
- ▶ méně celkových emisí;
- ▶ menší celkové náklady na vozovku, pokud uvažujeme životnost vozovky delší o 4 roky.

doc. Ing. Petr Hýzl, Ph.D.,

Vysoké učení technické v Brně

Ing. Petr Veselý, Vysoké učení technické v Brně

Poděkování: Článek vznikl za podpory projektu FAST-J-23-8396 „Srovnání použitelnosti metod měření modulu tuhosti hrubozrných asfaltových směsí“.

Literatura

- [1] Eskandarsefat S., Ferrarriis L., Allen B., et al. (2024) Asphalt mixture modification via a recycled-plastic modifier: laboratory studies and pavement analysis. In *Proceedings of 8th E&E congress* (pp. 40–51). Guarant International. ISBN 978-2-39068-050-5.
- [2] Fleischel O. (2024) New way to manufacture Highly Modified Asphalt (HiMA) - Design and production of temperature resistant asphalt layer. In *Proceedings of 8th E&E congress* (pp. 52–63). Guarant International. ISBN 978-2-39068-050-5.
- [3] Shitara N., Sasaky R., Hirato T. (2024) Development of steel deck reinforcement method using asphalt utilizing plant-derived materials. In *Proceedings of 8th E&E congress* (pp. 213–224). Guarant International. ISBN 978-2-39068-050-5.
- [4] Voskuilen J., De Wijs J., Van der Goes W. (2024) PAN fibres as an alternative for polymers in porous asphalt. In *Proceedings of 8th E&E congress* (pp. 259–271). Guarant International. ISBN 978-2-39068-050-5.

Inzerce

Digitalizace v dopravním stavitelství

Prezenčně/on-line

Termín: **21. 10. 2025**

Místo: Nadace ABF,
Václavské náměstí 31, Praha 1

SDRUŽENÍ
PRO VÝSTAVBU
SILNIC



WWW.SDRUZENI-SILNICE.CZ

