



CENTRUM
DOPRAVNÍHO
VÝZKUMU



MDS
SOLUTION

T A
Č R

Program **Doprava 2020+**

SKANSKA



Recyklace za studena s využitím speciálních anorganických pojiv

Ing. Jiří Grošek, Ph.D. a kol.
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

V tomto příspěvku jsou využita data získaná v rámci řešení projektu CK04000053 Prodloužení životnosti asfaltových vozovek využitím alternativních pojiv pro recyklaci za studena, financovaný se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva dopravy v rámci Programu DOPRAVA 2020+. Tento příspěvek byl vytvořen za finanční podpory Ministerstva dopravy ČR v rámci programu dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných organizací.

OBSAH PREZENTACE

Obsah prezentace:

- Úvod
- Legislativa
- Pokusné úseky
- Závěr

ÚVOD

- Prezentace se zaměřuje na seznámení s vývojem a použitím speciálních anorganických pojiv při recyklaci asfaltových vozovek na místě za studena při rekonstrukci silnic II. – III. tříd v České republice v letech 2024 a 2025.
- Použití těchto pojiv umožňuje nově přijatá legislativa v ČR a je podporováno stavebními firmami, které se vlastní realizací dlouhodobě zabývají. Pro vlastní uplatnění na stavbě se předpokládá dodržení kvality u výrobců pojiv, ověřeného dávkování a technologických postupů.
- Současně je důležité i příznivé ekonomicko-environmentální hledisko, aby mohlo být přijato do praxe. V rámci těchto staveb bylo potvrzeno, že lze současně uvažovat s předpokladem plánované životnosti i snížením dopadu na životní prostředí.

LEGISLATIVA

- ČSN 73 6147:
 - není omezeno použití druhu pojiva CA, C/H, pokud splní požadavky normy (fyzikálně/mechanické)
 - Provádí se též za účelem pasivace PAU a řídí se zvláštním předpisem – TP 150
- Vyhláška č. 283/2023 Sb.:
 - současně vyhovět §6, odst. 4 vyhlášky č. 283/2023 Sb. v části „Použití speciálních anorganických pojiv samostatně (tj. pojiv splňují ustanovení ČSN EN 13 282-1 a limitů pro pasivaci nebezpečných látek resp. škodlivin ve výluhu viz tabulka č. 2.1 vyhlášky č. 283/2023 Sb.) je přípustné.“
- TP 150:
 - postup stanovení dle tabulky č. 2.1 vyhlášky u materiálu se zrnitostí max. 11,2 mm, který bude obalen zvoleným typem pojiva a takto obalený materiál bude zkoušen nejdříve po 48 hodinách zrání na vzduchu v laboratorním prostředí... pouze v případě, že odebraný asfaltový recyklát vyžaduje pasivaci (tj. vyluhují se škodliviny, které jsou nad limity tabulky č. 2.1)
- Lze používat pojiva i bez KAE, zaměřili jsme se na „oživení“ technologie využívající speciální anorganická pojiva řady CS TB (cementová směs Teracbond), která řadíme mezi hydraulická silniční pojiva H (musí vyhovovat ČSN EN 13282-1).
- Oproti klasickým H se liší zejména důrazem na objemovou stálost pojiv (sledovanou mimo rozsah normy), která se promítá do životnosti recyklované vrstvy.

LEGISLATIVA

- Složení je dominantně CEM I až III, další příměsi (mletý vápenec, kalcinovaná břidlice aj.) a speciální příměsi na bázi celulózových vláken.
- Speciální příměsi se dodávají za účelem úpravy vybrané vlastnosti/vlastností maltovin, s ohledem na současný tlak na uhlíkovou stopu lze očekávat v této oblasti další vývoj. V silničním stavitelství je problém samovolné dlouhodobé lámání podkladních vrstev stmelených cementy do samostatných kontrakčních desek, vada dlouhodobé objemové nestálosti podkladní vrstvy.
- Řešení dlouhodobé objemové nestálosti vmísením speciálních práškových chemických přísad k cementu (USA a poté i v západní Evropa). Dávkuje se v hmotnosti do 1% hmotnosti cementu, čemuž se přizpůsobila EN 13282-1 (Rychle tvrdnoucí hydraulická silniční pojiva). Recyklace se přizpůsobí tak, aby účinek vmísené speciální přísady nebyl eliminován.
- Zatřídění H pro rychle tuhnoucí hydraulická silniční pojiva specializovaná na objemovou stálost maltovin nelze použít, pokud by bylo omezeno nebo ještě hůře zamezeno průběžné řízené výměně vody/vlhkosti v recyklované konstrukční vrstvě. Proto nesmí být použita pro skupinu pojiv CA podle ČSN 73 6147.

POKUSNÉ ÚSEKY

- Pokusné úseky v letech 2024-2025 (různí zhotovitelé):
 - CS TB: II/150 Loukov, III/3708 Dlouhomilov
 - CS TB neo: III/29810 Dražkov, III/3924 Březka – Holubí Zhoř
- Postup:
 - Odběr materiálu (vyfrézovaný materiál)
 - Křivka zrnitosti, návrh dávkování (6 – 7 % pojiva) – průkazní zkoušky + nad rámec výluhy dle TP 150 – vyhovující výsledky na recyklátu s/bez pojiva, i přes vysoké koncentrace PAU i benzo(a)pyrenu
 - Zkouška objemové stálosti – zařídění vyhovující použití (kategorie 2-3 dle metodiky CDV, tj. pojiva vyhovující, resp. podmíněně vyhovující; pro obě tyto kategorie je charakteristický nízký výskyt vlasových trhlinek nebo vrás, malá nasákavost a křehkost apod.)



Cement byl při homogenizaci dobře zpracovatelný. 1d, 2d: vše bez trhlin. 3d: w=0,58 2 vlasové trhliny, do 14d zaceleny, zůstala 1 vlasová u w=0,5, po smočení plošně nasávkavé kraje jen w=0,58 i křehké, celkově: **2**

POKUSNÉ ÚSEKY

- Technologie:

- rozprostření pojiva na rozfrézovanou asfaltovou vrstvu určenou k recyklaci,
- zafrézování pojiva (hloubka cca 200 mm),
- zatažení recyklované vrstvy válcem bez vibrace,
- urovnání recyklované vrstvy (grejdr),
- hutnění válcem s vibrací,
- ošetřování hotové vrstvy (zejména v letních měsících),
- kontrolní zkoušky (lehkou dynamickou deskou):
 - rázový modul deformace M_{vd} výstižněji než $E_{def,2}$ podchytí homogenitu recyklované vrstvy v trase; rychle lze dosáhnout dostatečné četnosti výsledků pro statistické vyhodnocení,
 - stanovení M_{vd} je velmi rychlé, jen minimálně neomezuje stavbu. Měření LDD je možné stanovovat v několika liniích,
 - vyhovující výsledky na úsecích vyžadujících $M_{vd} = 80$ i 100 MPa

Pozn.: redukce strojního zařízení na stavbě (cisterna s emulzí)

POKUSNÉ ÚSEKY



LCA ANALÝZA

- Technicko-ekonomická analýza za účelem porovnání s klasickým pojivem CA (4% cement + 2 % KAE) a pro měření environmentální výkonnosti vycházející z dat o pokusných úsecích podle typu a dávkování pojiv.
- Posouzení životního cyklu bere v úvahu celý životní cyklus stavby, včetně výroby, dopravy, používání a konečné likvidace zdrojů potřebných pro zajištění funkcí stavby po celou dobu, kterou hodnocení zahrnuje (25 let).
- Potenciál globálního oteplování, označovaný také jako uhlíková stopa kvantifikuje dopad skleníkových plynů zahřívajících planetu, použitým hodnotícím nástrojem byl software One Click LCA.

LCA ANALÝZA

Scénář	Pojivo	Druh pojiva; hm. procento	GWP-total
RS-CA_1	Cement	CEM I 42,5 R; 4,0 %	100 %
	Asfaltová emulze	C60B10; 2,0 %	
RS-CA_2	Cement	CEM II/B-S 32,5 R; 4,0 %	84,94 %
	Asfaltová emulze	C60B10; 2,0 %	
CS TB	CS TB	CEM I 42,5 R + další složky; 6,0 %	99,13 %
CS TB neo	CS TB neo	CEM III/A 42,5 N + další složky; 6,0 %	78,31 %

Pozn.:

Scénář RS-CA_1 je pouze teoretická varianta, která nebyla použita na pokusných úsecích.

Scénář RS-CA_2 byl použit při rekonstrukci II/150 Loukov, ve směru Bystřice pod Hostýnem.

Z analýzy stavební akce II/150 Loukov (rok 2024) je také možnost vyčíslit relativní finanční úsporu, kdy použití technologie s uplatněním CS TB a CS TB neo vede k výrazné úspoře nákladů až o 39 % (závisí na aktuálních cenách materiálů), průměrně tedy min. 20 %.

ZÁVĚR

- Hlavním cílem bylo vyvinout a použít speciální anorganická pojiva pro recyklaci asfaltových vozovek za studena a ověřit jejich uplatnění v praxi.
- Pro tyto účely bylo vytipováno několik pokusných úseků a pro vybrané stavební akce bylo provedeno také hodnocení životního cyklu spočívající v podrobné LCA analýze.
- Z ní je patrná minimálně 5 % úspora emisí CO₂ při použití pojiva CS TB neo (6,0 %) oproti variantě kombinovaného pojiva (CA; 4,0 % cement, 2,0 % KAE), tedy při stejném procentu dávkování.
- Z analýzy stavební akce II/150 Loukov (rok 2024) je také možnost vyčíslit relativní finanční úsporu, kdy použití technologie s uplatněním CS TB a CS TB neo vede k výrazné úspoře nákladů.
- Z výsledků vyluhovací zkoušky je patrné, že při použití CS TB neo nedochází k uvolňování škodlivin a jsou splněny požadavky Vyhlášky 283/2023 Sb., TP 150 a ČSN 73 6147.
- Vlastní realizace i ověření kvality úseků kontrolními zkouškami vypovídá a vhodnosti použitých pojiv jako alternativy pro rekonstrukce silnic II. a III.

Děkuji vám za pozornost.

Ing. Jiří Grošek, Ph.D.

jiri.grosek@cdv.gov.cz

telefon: +420 541 641 711

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Líšeňská 33a, 636 00 Brno

cdv.gov.cz