

PODKLADNÍ VRSTVY A PODLOŽÍ VOZOVEK

Rekonstrukce hydraulicky stmelené podkladní vrstvy tuhé vozovky

Ing. Jaroslav Havelka, TPA ČR, s.r.o.

25. listopadu 2020

SDRUŽENÍ
PRO VÝSTAVBU
SILNIC



Rekonstrukce dálnice D5

Rekonstrukce dálnice D5

Ve druhé polovině letošního roku je prováděna rekonstrukce pravého dopravního pásu dálnice D5 v úseku km 124,500 až km 135,350. Konstrukčně se jedná o tuhou vozovku s cementobetonovým krytem. Zhruba ve dvoukilometrovém úseku je původní konstrukce překryta asfaltovým betonem (AC). Jako podklad ke zpracování dokumentace stavby byl proveden diagnostický průzkum. Dominantními poruchami krytu vozovky byly poruchy povrchu, poruchy na spárách s destrukcí a reflexní trhliny na obrušné vrstvě AC.

Poruchy povrchu

Poruchy povrchu CB krytu se v naprosté většině projevovaly mapovými trhlinkami (obr.1), mající původ v kontrakci v počáteční době tvrdnutí betonu. Vliv alkalicko-silikátové reakce autoři diagnostického průzkumu vylučují.

Rekonstrukce dálnice D5



Obrázek 1: Porucha povrchu – mapové trhlinky (foto J. Havelka, 2020)

Rekonstrukce dálnice D5

Poruchy na spárách

Poruchy na příčných spárách byly v minulosti již opravovány. Jak je zřejmé z obrázku 2 došlo i po opravách k dalšímu rozvoji poruch typu ulomených hran desek. Vzhledem k vysoké četnosti, převážně ve stupních závažnosti 1 a 2 byl k rekonstrukci navržen celý úsek.

Rekonstrukce dálnice D5



Obrázek 2: Porucha na spárách s destrukcí – ulomená hrana desek (foto J. Havelka, 2020)

Rekonstrukce dálnice D5

Frézování CB krytu

Při rekonstrukci tuhých vozovek dochází při rázové destrukci a snímání CB krytu ke zbytečnému namáhání a narušení hydraulicky stmelené podkladní vrstvy, která, podle zkušenosti např. z rekonstrukce D1, bývá z celé konstrukce vozovky včetně aktivní zóny v nejlepší kondici. Z tohoto důvodu jsme byli rádi, že k odstranění krytu bude poprvé využita technologie frézování (obr.3).

Rekonstrukce dálnice D5



Obrázek 3: Frézování CB krytu (foto J. Havelka, 2020)

Rekonstrukce dálnice D5

Výsledky diagnostiky destruktivní metodou

Zpráva diagnostiky předpokládala, že původní hydraulicky stmelená podkladní vrstva (HGT) bude dezintegrována v oblastech výskytu rupturálních poruch krytu, které umožňují průtok vody a sycení podkladní vrstvy. Ta pak snadno promrzá a vlivem cyklických objemových změn ztratí soudržnost. Na obrázku 4 je pod vývrtem CB krytu reziduum stmelené podkladní vrstvy. Na obrázku 5 je naopak vrstva HGT kompaktní, spojená s vývrtem krytu.

Rekonstrukce dálnice D5



Obrázek 4: Vývrt km 134,300 P (foto Viakontrol, 2018)

Rekonstrukce dálnice D5



Obrázek 5: Vývrt v km 130,700 P (foto Viakontrol, 2018)

Rekonstrukce dálnice D5

Návrh provedení podkladní vrstvy

Vzhledem k časovému harmonogramu stavby bylo ze strany zhotovitele navrženo provedení hydraulicky stmelené podkladní vrstvy technologií recyklace a stabilizace na místě. Po obnažení podkladu byl po odfrézování vrstvy v krátkém úseku odebrán technologický vzorek k průkazním zkouškám směsí podle ČSN EN 14227-1 (obr.6).

Recyklovaná směs kameniva 0/32 vykazala 3,8 % jemných částic. Maximální suché objemové hmotnosti $\rho_{d \max PM} = 2340 \text{ kg.m}^{-3}$ bylo dosaženo při optimální vlhkosti $w_{opt} = 7 \%$. Na základě zjištěných parametrů jsme navrhli typ a množství cementového pojiva a připravili vzorky pro testování směsi.

Rekonstrukce dálnice D5



Obrázek 6: Část vzorku recyklované směsi HGT před kvartací (foto J. Havelka, 2020)

Rekonstrukce dálnice D5

Závěr

Dříve než byly ukončeny průkazní zkoušky hydraulicky stmelené směsi s návrhovou pevností ve třídě $C_{8/10}$ a projednán a schválen záměr provedení podkladní vrstvy recyklací a stabilizací na místě, bylo dokončeno frézování CB krytu. Po obnažení povrchu hydraulicky stmelené podkladní vrstvy a provedení vývrtů s cílem ověření tloušťky technologické vrstvy konstatovali jak investor, tak zhotovitel vyhovující stav a od celoplošné rekonstrukce podkladní vrstvy bylo upuštěno. Výjimkou byly dva krátké úseky a několik lokálních míst, kde byla oprava provedena dávkami směsi z betonárny.

Rekonstrukce dálnice D5

Závěr

I když k vlastní realizaci technologie recyklace a stabilizace hydraulicky stmelené podkladní vrstvy na místě nedošlo, průkazní zkoušky navržené směsi byly s vyhovujícím výsledkem ukončeny. Důvod pokračování v ITT zkouškách recyklovaného kameniva však pominul.

Na kombinaci technologií frézování CB krytu s technologií stabilizace podkladní vrstvy na místě si budeme muset ještě počkat. Změna přišla v době, kdy už nebylo možno název příspěvku upravit, nicméně jsem přesvědčen, že příklad provedení hydraulicky stmelených vrstev netuhé vozovky vzbudí rovněž zájem.

Rekonstrukce silnice III/00312

Rekonstrukce silnice III/00312

Před rekonstrukcí silnice III/00312 (Čestlice–Nupaky–Kuří) bylo diagnostickým průzkumem identifikováno na 15 typů poruch vozovky. Typy poruch souvisely především s dřívějším rozšiřováním vozovky v extravilánu, aniž by bylo rozšířeno zemní těleso (podélné trhliny, lokální poklesy, odlamování okraje vozovky aj.) a stářím vrstev AC krytu (hloubková koroze, ztráta tmelu, síťové a rozvětvené trhliny aj.).

Rekonstrukce silnice III/00312

Návrh rekonstrukce

Návrh opravy spočíval ve dvou separátních návrzích (B1 a B2) pro úseky v extravilánu a intravilánu. Třetí návrh A, tedy pouze výměna AC krytu, by v intravilánu znemožňoval doporučené zesílení krytu nad niveletu vozovky a v extravilánu by oprava nebyla dostatečná. Dokumentace stavby návrhy pozměnila a sjednotila do jednoho variantního technologického postupu.

Pro intravilán zůstalo v platnosti odfrézování krytu a recyklace podkladu za studena na místě za použití cementového pojiva a asfaltové emulze (TP 208, RS CA 160). V extravilánu bylo v úsecích 1,5 m od krajnice k ose doporučeno odstranění celé konstrukce a v případě nedostatečné únosnosti podloží (což se potvrdilo) výměna zemin v aktivní zóně, a doplnění spodní podkladní vrstvy (ŠD_A 220). Poté přehrnutí recyklátu a provedení horní podkladní vrstvy a AC krytu.

Rekonstrukce silnice III/00312

Konečný návrh a realizace

Při šířkovém uspořádání vozovky (5 m) a možnosti postupného provedení rekonstrukce vždy pouze na polovině tělesa PK by došlo k takovému zúžení trasy, které by znemožnilo vedení staveništní dopravy. Navíc by podloží vozovky a podkladní vrstvy trpěly značnou nehomogenitou v příčném směru.

Rekonstrukce silnice III/00312



Obrázek 7: Stav pracovní pláně po skrytí konstrukčních vrstev (foto J. Havelka, 2020)

Rekonstrukce silnice III/00312

Konečný návrh a realizace

Z uvedeného důvodu bylo rozhodnuto o provedení celoplošné rekonstrukce aktivní zóny, podkladních vrstev a krytu spočívající v pěti technologických krocích:

1. Stabilizace podloží vozovky a rezidua báze konstrukce směsným silničním hydraulickým pojivem s podílem vápna pro úpravu vlhkosti, do hloubky 50 cm z úrovně pracovní pláň – 260 mm pod niveletou.
2. Stabilizace spodní podkladní vrstvy hydraulickým pojivem do hloubky 22 cm pod pracovní pláň, tj. – 480 mm pod niveletou
3. Rozprostření, srovnání a zhutnění recyklátu a provedení recyklace horní podkladní vrstvy za studena na místě s použitím cementového pojiva a asfaltové emulze.
4. Provedení infiltračního postřiku (PI-C).
5. Pokládka dvouvrstvého AC krytu (ACL 16+, 60 a ACO 11+, 40) se spojovacím postřikem na povrchu ACL.

Rekonstrukce silnice III/00312



Obrázek 8: Stabilizace zemin aktivní zóny (foto J. Havelka, 2020)

Rekonstrukce silnice III/00312



Obrázek 9: Povrch zemní pláňě po stabilizaci zemin aktivní zóny (foto J. Havelka, 2020)

Rekonstrukce silnice III/00312

Použité normy a předpisy

Řídícím dokumentem k provedení stabilizace zemin aktivní zóny byla především norma ČSN EN 14227-15 *Směsi stmelené hydraulickými pojivy – Specifikace – Část 15: Zeminy stabilizované hydraulickými pojivy* s klasifikací podle kalifornského poměru únosnosti (CBR).

Pro návrh hydraulicky stmelené spodní podkladní vrstvy byla použita stejná norma, avšak s klasifikací podle axiální pevnosti v tlaku (R_c).

Návrh pro recyklovanou stmelenou horní podkladní vrstvu byl dán dokumentací stavby s odkazem na TP 208 *Recyklace konstrukčních vrstev netuhých vozovek za studena*.

Rekonstrukce silnice III/00312



Obrázek 10: Tandemová sestava strojů pro studenou recyklaci (foto J. Havelka, 2020)

Rekonstrukce silnice III/00312

Kritéria a kontrolní zkoušky

Návrhová nebo normová kritéria pro jednotlivé směsi a vrstvy byla dána následovně:

1. Únosnost minimálně 30 % CBR pro stabilizaci zemin aktivní zóny
2. Pevnost v tlaku R_c třídy $C_{3/4}$ pro stabilizaci spodní podkladní vrstvy
3. Pevnost v příčném tahu $R_{it} = 0,3-0,7$ MPa pro studenou recyklaci horní podkladní vrstvy

Kontrolní zkoušky potvrdily:

1. Únosnost 50 % CBR a více a $E_{def 2} > 45$ MPa na aktivní zóně
2. Pevnost v tlaku R_c ve třídě $C_{3/4}$ a $E_{def 2} > 170$ MPa na spodní podkladní vrstvě
3. Rázový modul přetvárnosti $M_{vd} = 100 - 200$ MPa na horní podkladní vrstvě

Rekonstrukce silnice III/00312



Obrázek 11: Infiltrační postřik na recyklované podkladní vrstvě (foto J. Havelka, 2020)

Rekonstrukce silnice III/00312

Závěr

Kombinací zvolených technologických postupů bylo možno docílit kompletního uspořádání vrstev v konstrukci v příčném profilu ve smyslu ČSN 73 6114 *Navrhování vozovek. Základní ustanovení*. Došlo k celoplošnému sjednocení báze konstrukce i aktivní zóny. Stavební postup rovněž vyřešil obtížnou situaci s logistikou a staveništní dopravou.

Rekonstrukce silnice III/00312



Obrázek 12: Stav vozovky po pokládce krytu (foto J. Havelka, 2020)

**Děkuji za
pozornost!**