

DIAGNOSTIKA VOZOVKY SILNICE

**II/354
Nové Město na Moravě
ul. Brněnská**

Úvodní list

Tato technická zpráva obsahuje šestnáct listů a šest příloh. Zpráva byla pro objednatele vyhotovena ve dvou tištěných kopiích. Příloha 6 je vyhotovena pouze v digitální podobě. Datová podoba zprávy byla objednateli předána formou webového odkazu na datové úložiště zhotovitele s platností odkazu 1 měsíc od data předání zprávy. U zpracovatele je zpráva včetně příloh archivována výhradně v datové podobě.

ZPRACOVATEL:

PavEx® Consulting, s.r.o., Srbská 2741/53, 612 00 Brno, IČO: 63487624

- Zodpovědná osoba za technickou stránku činností: Ing. Robert Kaděrka, PhD.
- Zodpovědná osoba za vypracování technické zprávy: Ing. Robert Kaděrka, Ph.D.
- Spolupracující osoby: Lukáš Lexmaul

SUBDODAVATEL:

TPA ČR, s.r.o. Tovární 731, 783 53 Velká Bystřice, IČO: 25122835

- Zodpovědná osoba za technickou stránku činností: Radek Pospíšil
- Spolupracující osoby: Lubomír Petr

OBJEDNATEL:

Ing. Tomáš Petr, Nad Vápenicí 42, 592 42m Jimramov, IČO: 01320963

- Zodpovědná osoba: Ing. Tomáš Petr

ČÍSLO OBJEDNÁVKY/SMLOUVY: objednávka elektronickou poštou ze dne 06. 11. 2023

ZKUŠEBNÍ METODY A POSTUPY:

TP 82 Katalog poruch netuhých vozovek

TP 87 Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek

TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací

POUŽITÁ MĚŘICÍ A ZÁZNAMOVÁ ZAŘÍZENÍ:

Deflektometr SWECO PRIMAX 3000, sériové číslo SN 9705050 / 0805-302

Zkušební zařízení bylo kalibrováno u výrobce dne 09. 02. 2022 a před měřením překontrolováno

Digitální foto kamera Canon EOS 550D

ZKUŠEBNÍ POMŮCKY:

Elektronický čítač impulsů – měřič ujeté vzdálenosti FWM

Elektronický čítač impulsů – měřič ujeté vzdálenosti Digitrip

SBĚROVÝ A VYHODNOCOVACÍ SOFTWARE:

VipNG Collection (sběr poruch)

VipNG Processing (vyhodnocení poruch)

FWD SWECO PRIMAX (měření únosnosti)

RoSy® Design (vyhodnocení únosnosti)

RoSy® Base verze (zpracování poruch)

VipNG Photo (záznam fotodokumentace)

ELaS (návrh a posouzení konstrukce vozovek)

Výtisk číslo: 1 2

V Olomouci, dne 19. 06. 2024

za zpracovatele:

Ing. Robert Kaděrka, PhD.

Obsah

Úvod.....	3
1 Lokalizace úseku.....	4
2 Charakteristiky prostředí.....	5
3 Popis metodiky vizuální prohlídky povrchu vozovky	6
4 Popis použitých metod získání konstrukčního složení vozovky	7
5 Popis měření a posouzení únosnosti konstrukce vozovky	8
6 Terénní diagnostické práce	9
6.1 Vizuální prohlídka – stav porušení povrchu vozovky	9
6.2 Konstrukční složení vozovek	9
6.3 Stav únosnosti konstrukce vozovky	9
7 Technický stav vozovky a návrh postupu opravy	10
Závěr.....	16

Seznam příloh

Příloha 1	Mapové schéma s vyznačením předmětného úseku diagnostiky
Příloha 2	Stav porušení povrchu vozovky
Příloha 3	Konstrukční složení vozovky
Příloha 4	Měřená data únosnosti vozovky
Příloha 5	Vyhodnocení únosnosti vozovky
Příloha 6	Fotodokumentace stavu povrchu vozovky (pouze v datové podobě)

Seznam použitých zkratk

AC	asfaltový beton
AS	asfaltová směs
AV	asfaltová vrstva
ČSN	Česká národní norma
DZ	Dopravní zatížení
E0	povrchový modul pružnosti poloprostoru (Surface Modulus) /rázový modul pružnosti [MPa]
FWD	zařízení pro měření únosnosti, deflektometr
GIS	geografický informační systém (situační zobrazení s využitím ortofotomapy)
HS	hloubková sonda
JV	jádrový vývrt
LV	ložní vrstva krytu
MAC	makadam, úzká frakce hrubého drceného kameniva
MZ	mechanicky zpevněná zemina
N	nátěrová technologie krytu vozovky (nátěr)
OV	obrusná vrstva krytu
PM	penetrační makadam asfaltový
PV	podkladní vrstva krytu
PZ	podložní zemina
ŠD	štěrkodrt'
ŠP	štěrkopísek
TP	Technické podmínky
VIP	vizuální prohlídka

Úvod

Na základě objednávky projektanta dopravních staven pana Ing. Tomáše Petra (Petr Projekt) byla provedena diagnostika vozovky na vybraném úseku silnice II/354 v Novém Městě na Moravě. Výsledky diagnostiky budou využity jako podklad pro vypracování projektové dokumentace stavební úpravy vozovky předmětné komunikace v souvislosti s výstavbou kruhového objezdu v její trase.

Diagnostické práce zahrnovaly provedení následujících aktivit:

- záznam stavu porušení povrchu vozovky s vyhodnocením
- zjištění konstrukčního složení vozovky a prověření vybraných parametrů krytových vrstev a podložní zeminy ve vozovce
- zjištění typu a vybraných parametrů zeminy v podloží v profilu projektovaného kruhového objezdu, který zasahuje mimo stávající profil vozovky
- provedení měření únosnosti vozovky zařízením FWD s vyhodnocením

Cílem diagnostiky bylo navrhnout technicky optimální a v daných podmínkách realizovatelný způsob opravy vozovky a skladbu vozovky na nově budovaném kruhovém objezdu.

Posouzení stavu vozovky s návrhem opatření bylo provedeno v souladu s níže uvedenými předpisy:

- TP 82 Katalog poruch netuhých vozovek
(schváleno MD ČR pod č. j. 164/10-910-IPK s účinností od 1. března 2010)
- TP 87 Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek
(schváleno MDS ČR pod č. j. 165/10-910-IPK/1 s účinností od 1. března 2010)
- TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací
(schváleno MD ČR OPK pod č. j. MD-6956/2024-940/2 ze dne 28.2.2024 s účinností od 1.3.2024)

Odběry vzorků krytových vrstev a jejich zkoušky byly provedeny dle norem a předpisů:

- ČSN EN 12697-36 - Asfaltové směsi - Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka
Část 36: Stanovení tloušťky asfaltové vozovky
- Vyhláška 283/2023 Sb. o stanovení podmínek, při jejichž splnění jsou znovuzískaná asfaltová směs a znovuzískaný penetrační makadam vedlejším produktem nebo přestávají být odpadem

Rozbory podložní zeminy byly provedeny dle norem:

- ČSN EN ISO 17892-1 Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin
Část 1: Stanovení vlhkosti
- ČSN EN ISO 17892-3 Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin
Část 3: Stanovení zdánlivé hustoty pevných částic
- ČSN EN ISO 17892-4 Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin
Část 4: Stanovení zrnitosti
- ČSN EN ISO 17892-12 Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin
Část 12: Stanovení konzistenčních mezí

Měření únosnosti bylo provedeno v souladu s předpisy

- ČSN 73 6192 - Rázové zatěžovací zkoušky vozovek a podloží
- TP 87, částí vztahující se k měření únosnosti vozovek

1 Lokalizace úseku

Předmětem diagnostiky je vozovka na vybrané části průtahu krajské silnice II/354 v Novém Městě na Moravě, u. Brněnské.

ZÚ KM 0,405 v úrovni přechodu pro chodce u pomníku J. A. Komenského, za kterým předmětná komunikace přechází do levého směrového oblouku

KÚ KM 0,585 v úrovni nájezdu na most ev.č. 354-016 ; u odbočení k autobusovému nádraží v NMNM

Podrobná specifikace předmětného úseku je uvedena v tabulce níže, graficky je úsek vyznačen v mapovém schématu **přílohy 1**.

Silnice	Uzlový úsek	Specifikace		Staničení		Délka	Šířka	Plocha
		Kryt	Uzlové body ZÚ - KÚ	Od [m]	Do [m]	[m]	[m]	cca [m ²]
II/354	354.23	AC	2411A0020 - 22411A021 ZÚ: přechod pro chodce KÚ: most e.č. 354-016	405	585	180	proměnná 11.0-14.3	2340
Provozní staničení [m]				36 302	36 482			
SOUČET						180	2340	

* zdroj měření šířek/délek: ŘSD ČR

Podélná lokalizace jevů: Pro lokalizaci neproměnných i proměnných parametrů vozovky, tedy i poruch, bodů měření únosnosti, vývrtů a sond, je z důvodu jednoznačné identifikace výskytů jevů a záznamů používán „úsekový lokalizační systém“, u kterého se uvádí tzv. „úsekové staničení“. Staničení na každém úseku vychází z počátečního uzlu hodnotou KM 0,000 a načítá se směrem ke koncovému uzlu.

Staničení výskytu porušení, měřených míst únosnosti a odběrů vzorků z jádrových vývrtů a hloubkových vrtaných sond vychází z údajů zjištěných při vlastním měření. Staničení jsou buď zaznamenávána automaticky měřicími zařízeními použitými při diagnostice, tj. sběrovým vozidlem pro záznam poruch a deflektometrem (FWD) pro měření parametrů únosnosti nebo v případě lokalizace hloubkových sond a jádrových vývrtů odečtem údajů z měřicího odvalovacího kolečka od stanoveného ZÚ. Lokalizace měřených míst únosnosti vozovky je zaznamenávána také v souřadnicích GPS.

Stranová lokalizace jevů je prováděna pomocí jízdních pruhů komunikace, tyto jsou značeny následovně:

- Jízdní pruh 1 (JP1) průběžný pravý jízdní pruh ve směru načítání staničení
- Jízdní pruh 2 (JP2) průběžný levý jízdní pruh ve směru načítání staničení

2 Charakteristiky prostředí

Předmětná komunikace je jednou z vnitřních vysoce dopravně frekventovaných komunikací v Novém Městě na Moravě. Kromě tranzitní funkce ve směru od silnice I/19 dále na Políčku a Skuteč je jedinou příjezdovou komunikací k místnímu autobusovému nádraží.

Silnice je obecně koncipována jako dvoupruhová v tranzitních směrech, ve směru jízdy na SZ jsou ve střední části profilu před odbočeními k autobusovému nádraží a Vratislavovu náměstí/ul. Školní dva odbočovací pruhy vlevo.

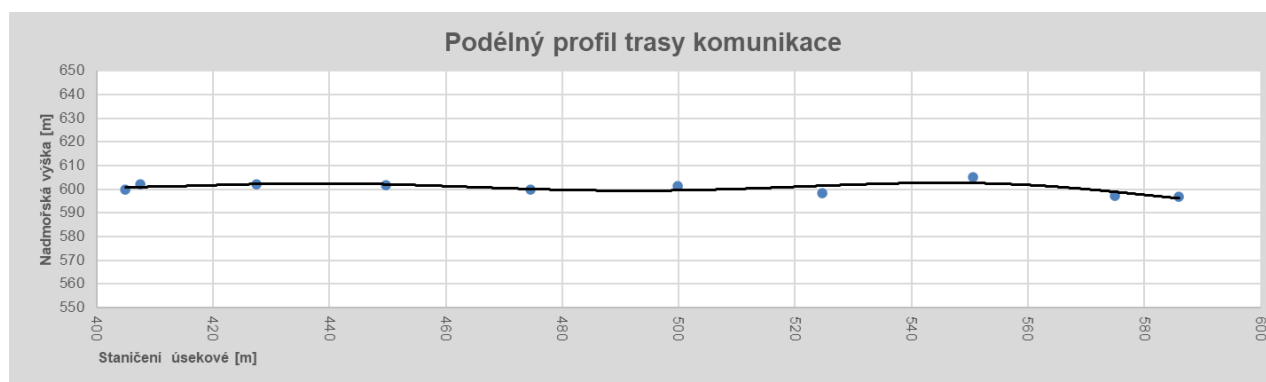
Silnice je v její předmětné části od svého ZÚ v podstatné délce vedena ve směrovém oblouku směrem k odbočení k autobusovému nádraží, za kterým následuje přemostění říčky Bezděčky. Diagnostika vozovky na mostě ev.č. 354-016 již není předmětem zájmu aktuální zakázky.

V blízkosti ZÚ je částečně v profilu silnice II/354 projektována okružní křižovatka napojující komunikaci od Vratislavova náměstí a ul. Školní.

Návrhová úroveň porušení (NÚP) vozovky byla na základě TP170 v souvislosti s jejím dopravním významem a známou intenzitou dopravního zatížení zvolena v úrovni D1.

Dopravní zatížení (DZ) uvažované při výpočtu únosnosti a návrhu opravy bylo stanoveno na základě dat z celostátního sčítání dopravy v roce 2020 v intenzitě $TNV_0=704$. Dle TP 170 se jedná o vozovku v třídě dopravního zatížení „III“. Součinitel meziročního nárůstu intenzity TNV mezi roky 2016 a 2020 je $m=+2,4\%$. Do budoucna je v souladu s TP 87 uvažováno s více konzervativní hodnotou nárůstu intenzity TNV $m=+1,0\%$. Délka návrhového období je uvažována standardním obdobím 25 roků. Při posouzení aktuální únosnosti a návrhu opravy je vzhledem k místním podmínkám uvažováno s návrhovou rychlostí do 50km/h.

Podélný profil trasy komunikace je zobrazen v grafu níže. Nadmořská výška lokality je přibližně 600m.



Typ krytové vrstvy řadí vozovku do skupiny netuhých vozovek. Tato je v celé své délce tvořena asfaltovým kobercem (AC).

Mostní objekt nebyl zaregistrovaný žádný, předmětný úsek je ukončen na styku s mostem ev.č. 354-016.

3 Popis metodiky vizuální prohlídky povrchu vozovky

Záznam porušení na povrchu vozovky byl proveden metodou „pomalu jedoucího vozidla“ se záznamem dat do počítače. Systém je založen na technickém vybavení - vozidlo se speciálním elektronickým snímačem ujeté vzdálenosti (čítač impulsů FWM) a přenosným počítačem (laptop) s programem ViPNG Collection.

Záznam jevů byl pořízen s délkovou přesností cca 1 m s přípustnou chybou zařízení 1m/1km. Pro záznam poruch při sběru a pro jejich následné zpracování (grafická prezentace dat, sumarizace, export a import dat) je používán program VipNG Processing.

Délkové a plošné vymezení poruch

Poruchy jsou rozděleny do skupin:

- poruchy ojedinělé - bez rozměru
- s předdefinovanou plochou
- poruchy souvislé - s předdefinovanou šířkou
- s definovanou šířkou v % šířky jízdního pásu
- na celou šířku jízdního pásu

Poruchy ojedinělé (bodové) s předem určenou plochou na 0,5 m²

- lokální mozaiková trhlina
- lokální hloubková koroze
- výtluky

Poruchy ojedinělé (lokální) s předem definovanou plochou 3 m²

- místní hrbol
- místní pokles
- síťová trhlina

Poruchy ojedinělé s průběhem přes celou šířku vozovky bez udání délky poruchy

- trhlina příčná úzká
- trhlina příčná široká
- trhlina příčná rozvětvená
- příčný hrbol

Poruchy souvislé definované začátkem a koncem bez šířkové specifikace

- trhlina podélná úzká
- trhlina podélná široká
- trhlina podélná rozvětvená

Poruchy souvislé definovanou šířkou vozovky, začátkem a koncem

- ztráta asfaltového tmelu
- příčný pokles
- síťové trhliny

Poruchy souvislé se zaznamenanou šířkou, začátkem a koncem

(porušení se zaznamenávají v desítkách procent šířky vozovky)

- plošná deformace vozovky
- hloubková koroze
- výtluky
- mozaikové trhliny
- síťové trhliny
- vyjeté koleje
- ztráta mikro/makro textury – drsnosti povrchu
- ztráta kameniva z nátěru
- koroze EKZ

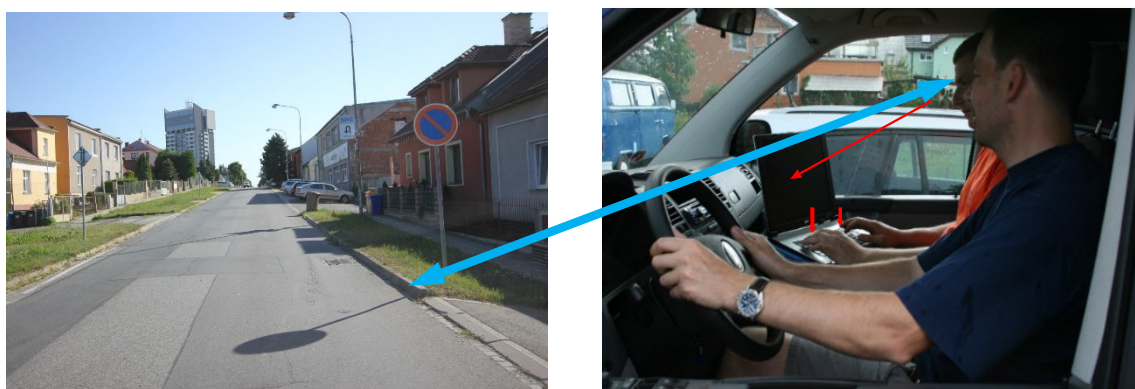
Vyjeté koleje jsou u dvoupruhových komunikací při sběru evidovány pro každý z obou pruhů – hodnoty udávají přibližnou hloubku nerovností zjištěnou vizuálně.

Vyhodnocení poruch je prezentace zaznamenaných poruch graficky nebo datově ve formě výpisu s informací o staničení, ploše, šířce, délce, popř. také hloubce poruchy.

Projekce ikon pro jednotlivé jevy po ploše zobrazené vozovky v **příloze 2** odpovídá svým umístěním ve smyslu staničení, ve smyslu příčného rozmístění po šířce vozovky je vizualizace provedena tak, aby nedocházelo k překrývání jednotlivých zaznamenaných jevů.

Grafická prezentace je rozhodovacím nástrojem pro rozdělení měřeného úseku na tzv. podúseky s různou úrovní rozsahu i typu porušení, a to pro předběžné vytýčení úseku s jednotnou technologií údržby nebo opravy včetně zohlednění místních podmínek.

Hodnocení stavu povrchu vozovky: Po detailním zpracování poruch na každém úseku je provedena jejich sumarizace do skupin se stejným charakterem porušení odpovídající současně stejné zamýšlené technologii údržby nebo opravy. Z analýzy poruch je následně na základě TP 87, (tab. 7.) provedeno zatřídění jednotlivých úseků sledované silnice do pěti klasifikačních stupňů od hodnocení kl. stupně „1-výborný“ po „5-havarijní“. Pro zatřídění úseků je rozhodujícím rozsah porušení, většinou procento porušení plochy úseku poruchou s největším, tj. rozhodujícím rozsahem. U některých poruch je měřítkem jejich délka, počet vztažený k délce úseku, nebo hloubka poruchy.



4 Popis použitých metod získání konstrukčního složení vozovky

Konstrukční složení vozovky bylo získáno na základě odběrů vzorků vrstev:

- jádrovými vrty na hloubku všech asfaltem stmelovaných vrstev. Jádrové vrty byly provedeny silniční jádrovou vrtačkou s průměrem jádra 150mm.
- vrtanou hloubkovou jádrovou sondou do hloubky cca 1,0m pod niveletu. Sond byla provedena s průměrem jádra 100mm.

Skladba zemin mimo vozovku v travnaté ploše v profilu projektované okružní křižovatky byla zjištěna na základě informací z vrtané hloubkové jádrové sondy do hloubky cca 1,0m.



5 Popis měření a posouzení únosnosti konstrukce vozovky

Posouzení únosnosti konstrukce vozovky bylo provedeno na základě měření rázovým zařízením – deflektometrem SWECO PRIMAX 3000 (SN-9705-050 / 0805-302). Vyhodnocení bylo provedeno vyhodnocovacím programem RoSy® Design.

Princip měření spočívá v pádu závaží o dané hmotnosti z určené výšky na kruhovou segmentovanou zatěžovací desku tak, aby dynamický ráz vyvolaný pádem závaží odpovídal účinku přejezdu kola návrhové nápravy. Tento dynamický ráz, resp. jeho šíření je zaznamenáno sadou snímačů umístěných na povrchu vozovky za účelem popsání charakteristik dvou až třívrstvého systému konstrukce vozovky vycházející z teoretických základů Bousinesqa, a řešení vrstevnatého poloprostoru dle Kirk-Odemarka.

Na základě změřené průhybové čáry jsou na každém měřeném bodě programem stanoveny moduly pružnosti vrstev systému.

Dle definovaného dopravního zatížení je následně stanovena zbytková životnost vozovky z hlediska její únosnosti. V místech měření, kde není dosaženo životnosti stejné jako je délka návrhového období, program navrhne tzv. „teoretické zesílení“ konstrukce vozovky přidáním vrstvy AC tak, aby bylo dosaženo životnosti běžného návrhového období, tj. 25 let.



6 Terénní diagnostické práce

6.1 Vizuální prohlídka – stav porušení povrchu vozovky

Záznam porušení byl proveden 16. 11. 2023 za zatažené oblohy, na zavlhém až mokrém povrchu vozovky při teplotě ovzduší +6°C.

Fotodokumentace stavu povrchu vozovky byla pořízena ve stejný den jako záznam porušení a za obdobných podmínek počasí.

Zaznamenaná porušení i jiné poznámky ze sběru s příslušnou legendou jsou graficky prezentovány v tzv. „striproad“ záznamu - grafickém vyjádření zaznamenaného porušení, který je součástí **přílohy 2**. Popis stavu porušení vozovky je uveden v odstavci 7 v části popisující její technický stav.

6.2 Konstrukční složení vozovek

Terénní vrtné práce byly realizované jako subdodávka akreditovanou silniční laboratoří TPA ČR, s.r.o.

Odběr vzorků konstrukčních vrstev vozovky i materiálu podloží byl proveden dne 20.05. 2024.

Na ploše vozovky byly provedeny dva jádrové vývrty a jedna hloubková sonda, v zeleném pásu mimo vozovku v profilu projektovaného kruhového objezdu byla provedena jedna hloubková sonda. Koncentrace PAU v krytových AC vrstvách byla provedena v počtu tří (3) zkoušek. Rozbor materiálu podložní zeminy byl vzhledem ke shodnosti materiálů detekovaných pod vozovkou a mimo vozovku proveden jeden.

Protokoly týkající se parametrů vozovkových vrstev a podloží jsou obsahem **přílohy 3**. Popis konstrukčního složení vozovky je popsán v odstavci 7 v části popisující její technický stav.

6.3 Stav únosnosti konstrukce vozovky

Měření únosnosti bylo provedeno 16. 11. 2023 za zatažené oblohy a mírného deště na mokrém povrchu vozovky. Teplota vzduchu i povrchu vozovky byla po dobu měření stálá cca +7°C. V období přibližně týden před provedením měření bylo deštivé počasí s teplotami do +10°C.

Poznámky vztahující se k vlivu teplotních podmínek na výsledky měření:

Obecně lze podmínky při měření únosnosti hodnotit jako tzv. běžné. Vzhledem k vývoji únosnosti vozovky během ročního cyklu lze k aktuálnímu stavu únosnosti nestmelených vrstev a podloží nahlížet jako inklinujícímu k návrhovému, tj. s maximální únosností.

Poznámka:

Parametry únosnosti konstrukčních vrstev a podloží, které jsou uvažovány při návrhu nových silničních konstrukcí, jsou reprezentovány tzv. návrhovými hodnotami (viz TP 170). Tyto jsou v porovnání s minimálními – tzv. jarními hodnotami obecně vyšší.

Podrobná data z měření únosnosti jsou uvedena v **příloze 4**, vyhodnocená data jsou prezentována v **příloze 5**.

Měření únosnosti bylo provedeno v souladu s platnou národní normou ČSN 73 6192 se standardním zatížením 50kN v celkovém počtu deseti (10) měření.

Stav únosnosti vozovky je popsán v odstavci 7 v části popisující její technický stav.

7 Technický stav vozovky a návrh postupu opravy

Níže předložený návrh oprav vozovky je zpracován na základě závěrů z jednotlivých činností aktuálně realizovaného diagnostického průzkumu.

Přízpůsobení níže předloženého návrhy opravy specifickým požadavkům projektu je v kompetenci projektanta opravy. Případné úpravy mající vliv na změny v konstrukci vozovky se doporučuje konzultovat se zpracovatelem diagnostiky.

Stav porušení povrchu vozovky:

Typ krytové vrstvy je po celé délce a v celé šířce vozovky z AC. V rámci 180m dlouhého úseku byly zaznamenány dvě příčné pracovní spáry (křižovatka k ul. Školní ; za odbočením k ul. Budovatelů). Porušení povrchu vozovky je převážně poruchami lokálního charakteru. V rámci předmětné délky byly zaznamenány čtyři (4) příčné trhliny úzké (v blízkosti vedení kanalizace i mimo viditelná vyústění IS k povrchu vozovky), síťové trhliny se vyskytují převážně ve směru jízdy na SZ (JP2) a v blízkosti ZU také v úzkém pruhu šikmo napříč celou vozovkou pravděpodobně nad vedením potrubí kanalizace. Místně byly zaznamenány podélné úzké trhliny nebo hloubkové koroze povrchu vozovky na styku pokládaných pásů obrusné vrstvy.

Na základě kritérií TP 87 zohledňujících kvantitativní rozsah různých typů porušení je vozovka zařazena do stupně 3-vyhovující.

Poznámka:

U vozovek s klasifikací porušení jejich povrchu ve stupních 4 a 5 je vhodné o technologii opravy rozhodnout v závislosti na dalších parametrech, tj. zejména únosnosti, konstrukčním složení a vlastnostech směsí a vrstev. Svou váhu mají taktéž projekční požadavky a různá místní omezení. Provedení opravy se doporučuje v krátkodobém horizontu.

U vozovek s klasifikací porušení jejich povrchu ve stupních 2 až 3 je zpravidla ještě vhodné provádět údržbu. Volba mezi provedením údržby a opravy je závislá zejména na typu porušení a dalších parametrech vozovky (únosnost, konstrukční složení, parametry směsí a vrstev). Doporučuje se taktéž zohlednit další vlivy jako např. projekční cíle, význam komunikace apod. Provedení opravy se doporučuje ve střednědobém horizontu, provedení údržby se předpokládá v krátkodobém horizontu, popř. periodicky.

Systém povrchového odvodnění:

Povrch vozovky je odvodňován do kanalizačních vpustí umístěných u obrubníků po obou stranách vozovky. Celkem bylo zaznamenáno sedm (7) povrchových znaků IS (odtoková vpust' nebo poklop kontrolní šachty kanalizace).

Šířka průjezdného profilu komunikace se pohybuje mezi 11,0m až 14,3m.

Navazující prvky příčného profilu, systém odvodnění:

Vozovka je po obou stranách a v celé délce úseku (mimo napojení ostatních komunikací a zpevněných ploch) ohraničena betonovými obrubníky, na které navazuje chodník nebo zelený pás. AC kryt je u okrajů vozovky dotažen až k obrubníku, na části úseku ve směru jízdy na JV (JP1) je oddělovací jednořádek z kamenné dlažby v šířce cca 10cm. Technický stav obrubníků je vyhovující. Uložení a nadvýšení obrubníků nad povrchem vozovky je subjektivně hodnoceno jako vyhovující.

Konstrukční složení vozovky:

Součtová tloušťka konstrukčních vrstev vozovky je cca 690mm.

Kryt vozovky z AC má dle odebraných sond a v závislosti na straně vozovky celkovou tloušťku 170mm (S1 v JP2), resp. 225mm (S2 v JP1), na obou sondách byly detekovány shodně tři vrstvy. Podkladní vrstva krytu je při srovnání S1 a S2 vrstvou s největším rozdílem tloušťky (90mm/S2 vs. 50mm/S1).

Horní podkladní vrstva vozovky je stmelená cementem, popř. může jít také o kvalitní kalenou vrstvu, jejíž tloušťka dosahuje až 170mm (HS1), může však mít jen 70mm (S1).

Spodní podkladní vrstva vozovky je ze štěrkodrti hrubší frakce 0/45 v tloušťce 350mm.

Podloží je v tloušťce minimálně 500mm (do hloubky min. 1,19m pod povrchem vozovky) tvořeno štěrkovitou zeminou se zatříděním G3 G-F (štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy).

Mimo vozovku byla v zeleném pásu provedena hloubková sonda HS3, kde byla zastižena ornice v tloušťce 100mm, níže potom do hloubky min 700mm pod povrch je jílovitá zemina se zatříděním F6-CI (jíl se střední plasticitou). Zemina má střední plasticitu a tuhou konzistenci. Z indexu

plasticity ($I_c=0,99$) odvozený vodní režim podloží je na rozmezí mezi stavem nepříznivým (pendulárním) a příznivým (difúzním).

Rozbory AS ; AV

Vrstva	Zatřídění	Parametry AS	Parametry AV	Poznámky
AC-OV	nezkoušeno (ACO 11)	nezkoušeno	V1+V2: PAU ZAS-T1	
AC-LV	nezkoušeno (ACL 16)	nezkoušeno	V1+V2: PAU ZAS-T1	
AC-PV	nezkoušeno (ACP 16)	nezkoušeno	V1+V2: PAU ZAS-T1	

Rozbory podložní zeminy

Vrstva	Zatřídění	Použitelnost	Parametry	Poznámky
VOZOVKA podložní zemina HS 1	G3 G-F šterk s příměsí jemnozrnné zeminy	podloží: vhodná násyp: vhodná	mírně namrzavá neplastická zemina $w_n=5,6\%$, $w_p=x\%$, $w_L=x\%$ obsah jemných částic 10% $CBR_{SAT}=21\%$	Relativní propustnost dle ČSN 73 6850: $1,4 \times 10^{-4} m/s$ propustná
ZELENÝ PÁS podložní zemina HS 3	F6 CI Jíl se střední plasticitou	podloží: nevhodná násyp: podmínečně hodná	nebezpečně namrzavá plastická zemina $w_n=17,3\%$, $w_p=17,1\%$, $w_L=35,4\%$ obsah jemných částic 71% $I_c=0,99$ $CBR_{SAT}=2\%$	Relativní propustnost dle ČSN 73 6850: $3 \times 10^{-8} m/s$ nepropustná až $1 \times 10^{-7} m/s$ málo propustná

Únosnost vozovky:

Únosnost vozovky je pro uvažovanou intenzitu dopravy $TNV_0=704$ v celé délce úseku a po obou stranách vozovky dostatečná.

Průměrná zbytková životnost vozovky vztažená k celé délce úseku s povrchem z AC je minimálně 25 roků. Na základě kritérií TP87 lze takto vozovku zařadit do klasifikačního stupně 1-výborný.

Na základě podrobné analýzy měřených a vypočítaných parametrů únosnosti lze konstatovat následující:

- Horní podkladní vrstva vozovky po naprosté většině plochy úseku vykazuje parametry cementem stmelené vrstvy SC $C_{5/6}$ nebo SC $C_{3/4}$. Je také možné, že tloušťka této vrstvy je proměnná, avšak tuhost vrstvy je neměnná. Tento předpoklad je podporován zjištěnou tloušťkou dané vrstvy na HS1 (170mm) a S1 (70mm). Pouze v oblasti ZÚ lze očekávat nestmelenou podkladní vrstvu s parametry únosnosti srovnatelnými s ŠD až MZK.
- Spodní podkladní vrstva vykazuje velmi vysokou únosnost srovnatelnou s velmi kvalitní vrstvou ŠD nebo MZK. V oblasti ZÚ lze očekávat méně kvalitní šterkodrt' s parametry únosnosti vrstvy ŠD_B.
- Podloží v jeho aktivní zóně je po celé ploše úseku únosné, lze ho klasifikovat typem PIII až PII v NÚP=D1, kde lze zaručit bezproblémové splnění podmínky $E_{def,2} \geq 45 MPa$. V blízkosti přes vozovku šikmo vedené kanalizace u ZÚ (zasahuje do plochy projektovaného kruhového objezdu) je aktuální únosnost ve srovnání s zbytkem úseku mírně nižší, kde splnění požadavku $E_{def,2} \geq 45 MPa$ nelze jednoznačně zaručit.

Strategie opravy:

Návrhová úroveň porušení D1, intenzita dopravního zatížení $TNV_0=704$, meziroční nárůst dopravy $m=+1\%$.

Pomalá jízda těžkých vozidel. Jízda těžkých vozidel v jednotlivých odděleně v každém jízdním směru.

Zvolený typ povrchové úpravy je asfaltový beton.

Životnost vozovky po provedení opravy je uvažována standardní délkou návrhového období, tj. minimálně 25 roky, předpokládaná životnost obrusné vrstvy je alespoň 14 roků.

Dle TP 170 se pro NÚP=D1 na konci návrhového období (25 roků) připouští plocha s konstrukčními poruchami do 5% celkové plochy vozovky.

Klasifikace všech stávajících krytových vrstev z AC dle Vyhl. 283/2023 Sb. je ZAS-T1.

STÁVAJÍCÍ VOZOVKA

V souvislosti se stavebními zásahy do vozovky z důvodu výstavby kruhového objezdu a v návaznosti na její aktuální stav se doporučuje vozovku opravit v úrovni dvou horních vrstev krytu. Poruchy zasahující spodní konstrukční vrstvy vozovky, které jsou na předmětném úseku plošně malého rozsahu, se doporučuje opravit lokálně. Pokládku nových krytových vrstev se doporučuje provádět časově shodně s pokládkou krytových vrstev na ploše nového kruhového objezdu.

Technologický postup opravy vozovky:

1. Odstranění horních dvou vrstev AC krytu v tloušťce 120mm frézováním. Lze předpokládat že v JP2 může být tloušťka tohoto souvrství až 135mm. V případě, že by se zbývající část tloušťky neodfrézované ložní vrstvy po odfrézování samovolně odlupovala, jen nutné i tuto část v tloušťce 15-20mm také odfrézovat. Po odfrézování bude dosaženo AC podkladní vrstvy krytu, jejíž mocnost je na základě informací z odebraných sond minimálně 50mm, maximálně až 90mm.

Poznámka:

Na jádrových vývrtech byla zjištěna tloušťka OV+LV 120mm (HS1) a 135mm (S1).

2. Očištění povrchu kartáčováním a detekce hlubokých příčných a podélných trhlin, dále lokalizace síťových trhlin zasahujících podkladní vrstvu krytu.
3. Oprava hlubokých příčných a podélných trhlin dle zásad TP 115. Vzhledem k typu stmelené podkladní vrstvy (SC C) se doporučuje provést opravu dle postupu popsaného v odstavci 8.2.3.4 „Provedení hloubkové opravy separační vrstvou s vyztužením asfaltových vrstev“
V 11/2023 byly zaznamenány 4 výskyty příčných trhlin, a cca 30m podélných trhlin na styku napojovaných pásů obrusné vrstvy. Počet a délka trhlin zasahujících až do podkladní vrstvy krytu nemusí být shodná se stavem detekovaným na povrchu.
4. Lokální opravy míst s výskytem konstrukčních poruch (do 25m²). Lokální oprava musí zahrnovat odstranění porušené plochy podkladní vrstvy krytu z AC frézováním, zarovnání všech svislých stěn otvoru, dohutnění podkladu z SC C, nástřik spojovacího postřiku na svislé stěny otvoru v AC vrstvě a v závislosti na tloušťce pokládané vrstvy zaplnění směsí ACP 16+ (22+) se zhuštěním. Tloušťka vrstvy zaplnění se může individuálně měnit v rozpětí 50-100mm.
5. Před pokládkou nových krytových vrstev musí být odfrézovaný povrch být řádně vyčištěn (kartáčováním a tlakovou vodou) a následně vysušen. Na povrchu nesmí být stojící voda, mírná vlhkost je neškodná. Výskyt prachu nebo jiného znečištění není přípustný.

6. Provedení spojovacího postřiku polymerem modifikovanou kationaktivní asfaltovou emulzí v množství 0,30-0,60 kg/m² zbytkového množství asfaltového pojiva.

Označení vrstvy: PS-CP 0,30-0,60 kg/m² ; ČSN 73 6129

7. Pokládka ložní vrstvy krytu ze směsi ACL 22+ v tloušťce 70-85mm, tj. v závislosti na finální tloušťce frézování (viz bod 1 návrhu), do úrovně -50mm pod niveletou s vhodným typem modifikovaného pojiva, viz ČSN 73 6121. Pokládka obrusné vrstvy bude provedena v jednotné tloušťce.

Označení vrstvy: ACL 22+ 70-85mm PMB 25/55-60 (PMB 45/80-65) ; ČSN 73 6121

8. Provedení spojovacího postřiku polymerem modifikovanou kationaktivní asfaltovou emulzí v množství 0,30-0,60kg/m² zbytkového množství asfaltového pojiva.

Označení vrstvy: PS-CP 0,30-0,60 kg/m² ; ČSN 73 6129

9. Pokládka obrusné vrstvy krytu ze směsi ACO 11+ v jednotné tloušťce 50mm s vhodným typem modifikovaného pojiva, viz ČSN 73 6121.

Označení vrstvy: ACO 11+ 50mm PMB 45/80-65 (PMB 25/55-60) ; ČSN 73 6121

10. Provedení vodorovného dopravního značení dle zásad TP 133.

Konstrukční složení opravené vozovky je položkově po jednotlivých vrstvách uvedeno v tabulce níže, kde nově pokládané vrstvy jsou zvýrazněny **červeně**, stávající vrstvy **šedě**.

NMNM II/354 OPRAVA VOZOVKY				
Návrhová úroveň porušení	D1			
	Parametry		Poznámky	
Vrstva-popis	Vrstva-specifikace	Tloušťka [mm]	Norma	Pojivo
Kryt - obrusná vrstva	ACO 11+	50	ČSN 73 6121	PMB 45/80-65 (PMB 25/55-60)
Spojovací postřik	PS-CP	0,30-0,60 kg/m ²	ČSN 73 6129	
Kryt – ložní vrstva	ACL 16+	70-85	ČSN 73 6121	PMB 25/55-60 (PMB 45/80-65)
Spojovací postřik	PS-CP	0,30-0,60 kg/m ²	ČSN 73 6129	
Kryt – podkladní vrstva	ACP/ABVH	50-105		
Podkladní vrstva vozovky 1	SC C	70-170		
Podkladní vrstva vozovky 2	ŠD 0/45	350		
Podloží	PIII		E _{def,2} ≥ 45 MPa	

NOVÁ VOZOVKA NA PLOŠE KRUHOVÉHO OBJEZDU

Konstrukční složení opravené vozovky je položkově po jednotlivých vrstvách uvedeno v tabulce níže.

NMNM II/354 VOZOVKA KRUHOVÉHO OBJEZDU				
Návrhová úroveň porušení	D1			
	Parametry		Poznámky	
Vrstva-popis	Vrstva-specifikace	Tloušťka [mm]	Norma	
Kryt - obrušná vrstva	ACO 11+	50	ČSN 73 6121	PMB 45/80-65 (PMB 25/55-60)
Spojovací postřík	PS-CP	0,30-0,60 kg/m ²	ČSN 73 6129	
Kryt – ložní vrstva	ACL 16+	50	ČSN 73 6121	PMB 25/55-60 (PMB 45/80-65)
Spojovací postřík	PS-CP	0,30-0,60 kg/m ²	ČSN 73 6129	
Kryt – podkladní vrstva	ACP 16+	60	ČSN 73 6121	50/70
Horní stmelená podkladní vrstva	SC C _{8/10}	160	ČSN 73 6124-1	přehutnění vibračním válcem po 24hod od pokládky, max. však do 72hod
Spodní nestmelená podkladní vrstva	ŠD _A 0/63	200	ČSN 73 6126-1	E _{def,2} ≥ 65 MPa
Podloží	PIII	500	ČSN 73 6133 ČSN 72 1006	zlepšení podloží výměnou materiálu E _{def,2} ≥ 45 MPa

Dimenzační posudek konstrukčního složení vozovky návrhovým programem ELaS je uveden níže.

II/354 NMNM K.O. Brněnská

okružní křižovatka NMNM ul. Brněnská

Elas - 14. 6. 2024 16:16:54

Vstupní hodnoty

Název	Hodnota
NÚP – návrhová úroveň porušení	D1
TNVo – počet těžkých nákladních vozidel za 24 hod. v obou směrech	704
C1 - součinitel intenzity návrhových náprav v nejvíce zatíženém j.p.	0.5
C2 - součinitel vyjadřující koncentraci stop vozidel v jízdní stopě	1.0
C3 - součinitel vytížení vozidel	0.7
C4 - součinitel vyjadřující vliv rychlosti pohybu vozidel	2.0
Meziroční nárůst %	1.0
td – délka návrhového období v letech	25
Ncd	5448537
Vodní režim	difusní
Namrzavost zeminy podloží	nenamrzavé
Index mrazu Im	582

Výpočet

#	Vrstva	Tloušťka[mm]	Eps _{i,j}	Dod
1	ACO+	50	29.932	0.001
2	ACL S, ACL+	50	32.494	0.003
3	ACP+	60	84.863	0.722
4	SC C8/10	160	95.895	0.000
5	ŠDA	200	123.747	0.000
Podloží	PIII		-285.366	0.884
Celkem		520		min.tl.382 mm

Kritéria pro hodnocení výsledků posouzení jsou uvedena v TP 170, kap. 5.

Konstrukční složení vozovky je vyhovující, ekonomické

Tloušťka nenamrzavých materiálů je dostatečná

Nedílnou součástí výstavby nové vozovky musí být zlepšení podloží s cílem zvýšení únosnosti na povrchu zemní pláně. Vzhledem k charakteristikám stávající zeminy nacházející se v úrovni zemní pláně ($F6\text{ CI}$; $\text{CBR}_{\text{SAT}}=2\%$) a místním podmínkám (intravilán, kruhový objezd, vedení IS) se za nejvíce vhodnou variantu jeví výměna materiálu zeminy za hrubozrnný kamenitý materiál HDK 0/125 v tloušťce 500mm. Na paraplán se z důvodu nutnosti zamezení prolínání hrubozrnného sanačního materiálu do jemnozrnné zeminy doporučuje položit separační netkanou geotextilii hustoty min. 300g/m^2 .

Konstrukční vrstvy nové vozovky jsou dimenzovány na parametry podloží typu PIII. Na povrchu nové zemní pláně musí být dosažena únosnost s hodnotou statického modulu deformace $E_{\text{def},2} \geq 45\text{MPa}$ (TP 170) a současně musí být splněna podmínka ČSN 72 1006 na poměr $E_{\text{def},2} / E_{\text{def},2} \leq 4,0$ (Tabulka D.2 - kamenitá, balvanitá zemina).

Závěr

Diagnostickým průzkumem vozovky silnice II/354 na ul. Brněnské v Novém Městě na Moravě byl detekován stav porušení jejího povrchu, bylo provedeno měření únosnosti rázovým zařízením (FWD) a zjištěna skladba vozovkových vrstev s prověřením parametrů vybraných asfaltových vrstev a podloží zeminy. Dále byla provedena hloubková sonda v zeleném pásu mimo profil stávající komunikace v profilu projektovaného kruhového objezdu, kde byl proveden rozbor zeminy nacházející se v hloubce parapláně až zemní pláně.

Veškeré dílčí činnosti diagnostického průzkumu přispěly k tomu, aby mohl být navržen technicky správný a zároveň ekonomický způsob opravy vozovky s dlouhodobou životností a navržena skladba vozovkových vrstev pro nový kruhový objezd.

VYPRACOVÁNÍ ZPRÁVY

Datum: 19.06. 2024

Místo: Olomouc

Ing. Robert Kaděrka, PhD.

Držitel oprávnění MD ČR č. 468/2020 k provádění průzkumných a diagnostických prací souvisejících s výstavbou, opravami, údržbou a správou pozemních komunikací

