

# Úvodní list

Tato technická zpráva obsahuje šestnáct stran včetně úvodního listu a celkem sedm příloh. Pro objednatele byla zpráva vyhotovena v listinné a v elektronické podobě (PDF), ve které je zároveň uložena u zpracovatele.

## **ZPRACOVATEL:**

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

- Zodpovědná osoba za technickou stránku činnosti: Ing. Robert Kaděrk, PhD.
- Zodpovědná osoba za vypracování technické zprávy: Ing. Luděk Mališ
- Spolupracující osoby: Pavel Žůrek

**SUBDODAVATEL:** SQZ, s.r.o., U místní dráhy 935/5, 779 00 Olomouc IČ: 25743554

- Zodpovědná osoba za technickou stránku činnosti: Ing. Jiří Konečný,
- Spolupracující osoby: Lukáš Lexmaul, Jan Bednář

**OBJEDNATEL:** SAGASTA, s.r.o., Novodvorská 1010/14 | 142 00 Praha 4

- Zodpovědná osoba: Ing. Leoš Koudelka

**ČÍSLO OBJEDNÁVKY/SMLOUVY:** 119 017/SG/OB/001

## **ZKUŠEBNÍ METODY A POSTUPY:**

ČSN 73 6192 – Rázové zatěžovací zkoušky netuhých vozovek a podloží

TP 82 - Katalog poruch netuhých vozovek

TP 87 - Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek

TP 170 - Navrhování vozovek pozemních komunikací

ČSN a TP upravující provádění laboratorních zkoušek materiálů a směsí užitých ve vozovkách

## **POUŽITÁ MĚŘICÍ A ZÁZNAMOVÁ ZAŘÍZENÍ:**

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

Zkušební zařízení bylo kalibrováno u výrobce dne 20. 4. 2018 a před měřením překontrolováno

Digitální fotokamera Canon EOS 550D

## **ZKUŠEBNÍ POMŮCKY:**

Elektronický čítač impulsů - měřič ujeté vzdálenosti FWM

Elektronický čítač impulsů - měřič ujeté vzdálenosti Digitrip

Odvalovací kolečko IVO (KL3489)

## **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 (průběžná fotodokumentace stavu povrchu vozovky)

LayEps 4.2 (návrh a posouzení konstrukce vozovek)

Výtisk číslo: 1 2 3

V Brně, dne 31. 5. 2019

za zpracovatele

.....  


## Obsah

Úvod.....	4
1 Lokalizace úseku.....	5
2 Charakteristiky prostředí.....	6
3 Popis metodiky vizuální prohlídky povrchu vozovky .....	6
4 Popis použitých metod získání konstrukčního složení vozovky .....	8
5 Popis měření a posouzení únosnosti konstrukce vozovky .....	8
6 Aktuální technický stav vozovky .....	9
6.1 Vizuální prohlídka – stav porušení povrchu vozovky .....	9
6.2 Konstrukční složení vozovky .....	10
6.3 Stav únosnosti konstrukce vozovky .....	10
7 Návrh technologií údržby a oprav .....	11
Závěr .....	16

## Seznam příloh

<b>Příloha 1</b>	Mapové schéma s vyznačením předmětného úseku diagnostiky
<b>Příloha 2</b>	Měřená data únosnosti vozovky
<b>Příloha 3</b>	Vyhodnocení únosnosti konstrukce vozovky
<b>Příloha 4</b>	Konstrukční složení vozovky
<b>Příloha 5</b>	Stav porušení povrchu vozovky
<b>Příloha 6</b>	Fotodokumentace stavu povrchu vozovky
<b>Příloha 7</b>	Oprávnění

## Seznam použitých zkratk

AC	asfaltový beton
ČSN	Česká národní norma
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
IS	inženýrské sítě
JV	jádrový vývrt
JP	jízdní pruh (část vozovky určená pro řízený pohyb vozidel v jednom směru)
JPa	jízdní pás (je tvořen jízdními pruhy)
KÚ	konec úseku=konec předmětné části komunikace
LV	ložní vrstva krytu
MK	místní komunikace
MZ	mechanicky zpevněná zemina
OV	obrusná vrstva krytu
PM	penetrační makadam
PV	podkladní vrstva krytu
SDZ	svislé dopravní značení
ŠD	štěrkodrt'
ŠP	štěrkopísek
TP	Technické podmínky
VIP	vizuální prohlídka
ZÚ	začátek úseku=začátek předmětné části komunikace

## Úvod

Na základě objednávky firmy SAGASTA s.r.o. byla provedena diagnostika vozovky na silnici II/111 v úseku Lišno - Struhařov.

Cílem diagnostických prací bylo zjištění stavu porušení povrchu vozovky, detekce konstrukčního složení a posouzení stavu únosnosti konstrukce vozovky včetně podloží tak, aby v závěru zprávy mohla být navržena technicky optimální oprava vozovky odpovídající zásadám platných národních předpisů.

Posouzení stavu vozovky a návrh opatření byly provedeny 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. 517/04-120 RS/1 ze dne 23. 11. 2004 s účinností od 1. prosince 2004)
- TP 170 Dodatek (schváleno MD – OSI, čj. 682/10-90-IPK/1 ze dne 12. 8. 2010, s účinností od 1. září 2010).
- TP115 Oprava trhlin na vozovkách s asfaltovým krytem (schváleno MD – Odbor infrastruktury, č.j. 222/09-910-IPK/1 ze dne 23.3.2009 s účinností od 1. dubna 2009)

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.

Odběry vzorků vrstev a jejich rozborů byly provedeny dle národních norem:

- ČSN EN 12697-36 - Asfaltové směsi - Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka  
Část 36: Stanovení tloušťky asfaltové vozovky
- ČSN EN 12697-1/2/5/6/8/27/29/30/36 (Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka)

Rozbor podložní zeminy byl proveden dle národních 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
- ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací

# 1 Lokalizace úseku

Předmětem diagnostiky je vozovka ve vybraném úseku silnice II/429. Přesné vymezení úseku bylo provedeno na základě podkladů od objednavatele, viz. mapový podklad v **příloze 1** a fotodokumentace v **příloze 6**.

Podrobná specifikace předmětného úseku je uvedena v tabulce:

Okres	Silnice	Specifikace		Provozní staničení		Délka	Šířka	Plocha
		Pořadí	uzly	Od [m]	Do [m]			
SBE	111	8	1333A042 1333A043	3 813	5 733	1 920	6,1	11 653
		9	1333A043 1333A044	5 733	5 879	146	6,2	905
		10	1333A044 1333A013	5 879	8 631	2 752	6,1	16 653
Celkem						4 818		29 211

Začátek úseku (ZÚ) je v křižovatce se silnicí III/11112 u obce Líšno s hodnotou provozního staničení km 3,813.

Konec úseku (KÚ) s hodnotou provozního staničení km 8,631 je za železničním přejezdem v křižovatce se silnicí II/112 u obce Struhařov.

Lokalizace jevů Pro lokalizaci neproměnných i proměnných parametrů vozovky, tedy i poruch, bodů měření únosnosti, vývrtů a sond, byl z důvodu jednoznačné identifikace výskytů jevů/záznamů používán uzlový lokalizační systém.

Staničení výskytu porušení, měřených míst únosnosti a odběrů vzorků z hloubkových vrtaných sond vychází z údajů zjištěných při vlastním měření. Tato jsou u většiny diagnostických činností zaznamenávána automaticky měřicími zařízeními použitými při diagnostice, tj. sběrovým vozidlem pro záznam poruch a deflektometrem (FWD) pro měření parametrů únosnosti. Měřená místa únosnosti vozovky jsou zároveň lokalizována GPS souřadnicemi, tato data nejsou ve zprávě prezentována, mohou však být na vyžádání poskytnuta.

Lokalizace odběrných míst pro zjišťování konstrukčního složení byla prováděna odečtem z odvalovacího kolečka od stanoveného ZÚ.

V kapitolách týkajících se vyhodnocení stavu porušení povrchu vozovky, stavu konstrukčního složení vozovky a stavu únosnosti konstrukce vozovky (6.1, 6.2 a 6.4) může být vozovka v závislosti na charakteru zjištěných parametrů hodnocena společně pro všechny jízdní pruhy nebo pro každý jízdní pruh samostatně.

Jízdní pruhy jsou značeny následovně:

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

## 2 Charakteristiky prostředí

Nadmořská výška trasy komunikace se pohybuje v rozpětí 390 až 450 m.n.m.

Návrhová úroveň porušení (NÚP) vozovky byla na základě TP170 v souvislosti s jeho dopravním významem a dopravním zatížením zvolena v úrovni D1.

Dopravní zatížení (DZ) uvažované při výpočtu únosnosti a návrhu opravy bylo stanoveno z dat z celostátního sčítání dopravy v roce 2016 v počtu těžkých nákladních vozidel za 24 hod. v obou směrech  $TNV_0 = 211$ , což odpovídá třídě dopravního zatížení IV.

Pro účely posouzení únosnosti byl proveden přepočet na denní počet přejezdů návrhovou nápravou ( $N_d$ ) pro dané podmínky (koeficienty  $C_i$ ). Tento výpočet je uveden v **příloze 4**. Součinitel meziročního nárůstu intenzity TNV je ve výpočtu parametrů únosnosti uvažován hodnotou  $m=0,0\%$ , délka návrhového období je standardní 25 let.

Z pohledu konstrukčního složení se jedná o vozovku netuhou s krytem z asfaltového betonu (AC).

## 3 Popis metodiky vizuální prohlídky povrchu vozovky

Záznam porušení na povrchu vozovky pro potřeby návrhu údržby a oprav 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 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 m<sup>2</sup>

- lokální mozaiková trhlina
- lokální hloubková koroze
- výtluky

Poruchy ojedinělé (lokální) s předem definovanou plochou 3 m<sup>2</sup>

- 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 posbíraných dat všech druhů poruch graficky nebo datově ve formě výpisu s informací o staničení, ploše, šířce, délce, popř. také hloubce poruchy. Grafická prezentace je rozhodovacím nástrojem pro rozdělení měřeného úseku na 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 vozovek: Po detailním zpracování poruch na každém úseku je provedena sumarizace poruch do skupin se stejným charakterem porušení odpovídající i stejné technologii údržby, resp. opravy. Z analýzy poruch je následně na základě TP 87 (tab. 7.) provedeno zařazení jednotlivých úseků sledované silnice do pěti klasifikačních kategorií dle stavu porušení od hodnocení stavu „1-výborný“ po „5-havarijní“ (viz následující tabulka). Pro zařazení úseků je rozhodující rozsah porušení, většinou procento porušení plochy úseku poruchou s největším, tj. rozhodujícím rozsahem. U některých poruch je měřítkem jejich plocha nebo délka, popřípadě jejich počet vztážený k délce úseku nebo hloubka poruchy.

Skupina poruch podle TP 82	Pozn.	Přípustné procento porušení pro klasifikaci stavu povrchu				
		výborný	dobrý	vyhovující	nevyhovující	havarijní
Ztráta asfaltového tmelu a kaverny v obrusné vrstvě	1	0	3	10	25	>25
Ztráta makrotextury (pocení, ohlazení kameniva)		0	3	10	25	>25
Koroze kalové vrstvy, ztráta kameniva z nátěru	2	0	3	10	25	>25
Hloubková koroze obrusné vrstvy		0	1	5	10	>10
Výtluky	3	0	0,1	0,3	0,5	>0,5
Výsračky		0	3	10	20	>20
Trhliny úzké, nepravidelné a mozaikové		0	3	5	15	>15
Trhliny široké příčné (četnost/100m)		0	2	5	10	>10
Trhliny rozvětvené (četnost/100m)	4	0	1	2	5	>5
Trhliny síťové	5	0	1	3	10	>10
Poklesy, místní, příčné a podélné hrboly, plošné deformace vozovky		0	1	3	10	>10
Prolomení vozovky		0	0	0,1	1	>1

Na základě podrobné vizuální prohlídky a jejího vyhodnocení lze popsat stav porušení, který je uveden v odstavci 6.1.

## 4 Popis použitých metod získání konstrukčního složení vozovky

Konstrukční složení vozovky bylo získáno na základě odběrů vzorků vrstev:

- jádrovými vývrty na hloubku všech asfaltem stmelených vrstev, popř. také na hloubku všech stmelených vrstev vozovky. Jádrové vrty byly provedeny silniční jádrovou vrtačkou s průměrem jádra 100 mm.
- vrtanými hloubkovými sondami do hloubky cca 1,5 m pod niveletu. Sondy byly provedeny s průměrem jádra 100 mm.

Konstrukční složení vozovky je podrobně popsáno níže v odstavci 6.2. Veškeré protokoly z odběrů vzorků a jejich laboratorních rozborů jsou obsaženy v **příloze 5**.



## 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 rychlostí 50-70 km/h. 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 podle Bousinesqa, a řešení vrstevnatého poloprostoru podle Kirk-Odemarka.

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

Podle aktuálního 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.

Stav únosnosti je podrobně popsán v odstavci 6.4.





## 6 Aktuální technický stav vozovky

### 6.1 Vizuální prohlídka – stav porušení povrchu vozovky

Záznam porušení povrchu vozovky byl proveden 11. 4. 2019. Povrch vozovky byl čistý a suchý, počasí bylo slunečné s teplotou ovzduší +15°C.

Zaznamenaná porušení i jiné poznámky ze sběru s příslušnou legendou jsou graficky zobrazeny na tzv. stripoad záznamu - grafickém vyjádření zaznamenaného porušení, který je součástí **přílohy 2**.

Při provádění měření byla pořízena fotodokumentace s krokem snímkování 25 m zachycující porušení povrchu vozovky a navazujících prvků příčného profilu silničního tělesa. Tato je obsahem **přílohy 6**.

#### Aktuální stav porušení

- Typ povrchové úpravy z AC je po celé délce úseku neměnný, přesto je vizuálně nehomogenní, tento stav vznikl v důsledku kombinace různých druhů vyskytujícího se porušení, v minulosti prováděné údržby a výprávek. Veškeré vyskytující se poruchy mají svou příčinu zejména v samotném stáří krytu a stavu únosnosti spodních konstrukčních vrstev vozovky, popř. také podloží.
- První část sledovaného úseku je bez poruch nebo pouze s lokálními trhlinami po velkoplošných výprávkách (km 3,813-4,131) nebo po opravě povrchu vozovky (km 4,131-4,331).
- Další část úseku (km 4,331-5,733) po křižovatce se silnicí III/1101 jsou nejvýznamější poruchou plošné deformace se síťovými trhlinami u okrajů vozovky, které se lokálně objevují i uprostřed vozovky doplněné hloubkovou korozí.
- Úsek mezi křižovatkami III/1101 a III/1114 je porušen prakticky stejně, jako předchozí úsek.
- Úsek od křižovatky III/1114 (km 5,879-8,631) je opět porušen síťovými trhlinami a deformacemi převážně u okrajů vozovky. Některé úseky byly v minulosti opraveny, nebylo možné zjistit, které úseky byly sanovány pouze v obrusné vrstvě a které ve více vrstvách vozovky. Níže uvedená tabulka uvádí úseky, ve kterých je doporučeno provést sanaci okrajů v celé konstrukci.
- Povrch vozovky je dle klasifikace porušení na základě kritérií TP82 a TP87 možné klasifikovat po celé délce úseku stavem „4-NEVYHOVUJÍCÍ“ až „5-HAVARIJNÍ“.

#### Porušený okraj vozovky do šířky až 1,5 m

VPRAVO			VLEVO		
Od [km]	Do [km]	Délka [km]	Od [km]	Do [km]	Délka [km]
4,331	4,530	0,199	4,331	4,560	0,229
4,570	4,975	0,405	4,570	4,685	0,115
		0,000	4,790	4,850	0,060
		0,000	4,925	5,010	0,085
5,030	5,060	0,030	5,080	5,160	0,080
5,090	5,160	0,070	5,200	5,260	0,060
5,410	5,440	0,030	5,280	5,400	0,120
		0,000	5,440	5,860	0,420
5,880	6,020	0,140			0,000
6,160	6,170	0,010	6,040	6,170	0,130
6,190	6,217	0,027	6,210	6,340	0,130
6,390	6,420	0,030	6,380	6,430	0,050
		0,000	6,530	6,696	0,166
6,696	7,710	1,014			
7,790	8,650	0,860	6,730	8,650	1,920
<b>Celkem</b>		<b>2,815</b>	<b>Celkem</b>		<b>3,565</b>

## 6.2 Konstrukční složení vozovky

Terénní vrtné práce byly soustředěny na zjištění celkového konstrukčního složení vozovky (HS) a ověření tloušťek krytových vrstev (JV). Vrtné práce byly realizovány akreditovanou silniční laboratoří SQZ, s.r.o. Odběr vzorků vrstev byl proveden 19. 4. 2019.

Bylo provedeno celkem 20 ks jádrových vývrtů a 10 ks hloubkových sond. Podrobné informace jsou obsaženy v **příloze 5**.

### Zjištěný stav a parametry vrstev

Kryt vozovky je zpravidla tvořen dvěma až pěti vrstvami z AC. Byl však proveden vrt, kde byla zjištěna pouze jedna AC vrstva (JV18) v tl. 44 mm. V místech vysrávek byl zjištěn nátěr v tl. 5-10 mm. Na základě statistického zpracování lze předpokládat tloušťku AC souvrství v rozmezí 154-227 mm s průměrnou hodnotou 185 mm v km 3,813-5,733. V následujícím úseku (km 5,733-8,310) je tloušťka vrstev AC v rozmezí 53-107 mm s průměrnou tloušťkou 82 mm, zbývající část úseku má průměrnou tloušťku asfaltobetonových vrstev 151 mm.

Podkladní vrstva vozovky je z penetračního makadamu (PM). Vrstva PM je pokládána za částečně stmelenou a pokud je neporušená - funkční, přispívá významně ke zvýšení únosnosti vozovky v oblasti krytu. Tloušťka prolití je vysoce proměnná 44-156 mm, což má za následek vysokou variabilitu tuhosti vozovky.

Nestmelená podkladní vrstva vozovky nacházející se pod vrstvou PM je tvořena zpravidla štěrkodrtí (ŠD). Celková tloušťka vrstvy je minimálně 140 mm. Lze předpokládat, že se částečně jedná o nestmelenou část vrstvy PM.

Celková tloušťka konstrukčních vrstev vozovky je na základě provedených hloubkových sond 280-830 mm, průměrně 500 mm.

Podloží zemina byla podrobena laboratorním rozborům, na jejich základě lze konstatovat, že podloží vozovky je tvořeno písčitým jílem až písčitou hlínou s přirozenou vlhkostí 11,6-15,7% klasifikována jako podmíněčně vhodné do podloží.

## 6.3 Stav únosnosti konstrukce vozovky

Měření únosnosti bylo provedeno 10. 4 2019 za jasného slunečního počasí, na suchém a čistém povrchu vozovky. Teplota vzduchu i povrchu vozovky byla v rozpětí +7°C až +17°C. Podrobná data z měření únosnosti jsou uvedena v **příloze 3**.

Měření únosnosti bylo provedeno se standardním zatížením 50 kN a dále v souladu s požadavky ČSN 73 6192 a TP87 v počtu měření 40 ks/km.

### Zjištěné parametry únosnosti

Tuhost konstrukce vozovky jako celku včetně podloží vyjádřená parametrem  $E_0$  je po délce úseku proměnná s variabilitou 45%. Rozdíl v tuhosti konstrukce je mezi úseky 111.8 a spojenými úseky 111.9 a 10. Průměrný  $E_0 = 662$  MPa v úseku 8 je o 33% vyšší než úseků 9-10, kde průměrný  $E_0 = 446$  MPa. Výrazné změny a poklesy tuhosti jsou patrné zejména v místech konstrukčních poruch.

Zpětným výpočtem, který charakterizuje aktuální kvalitativní parametry jednotlivých vrstev konstrukčního modelu ( $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  a  $E_p$ ) bylo zjištěno následující:

- Parametry únosnosti krytových AC vrstev včetně stmelené části vrstvy PM jsou proměnné s variabilitou překračující 50%, a to v závislosti na stavu porušení povrchu vozovky. V místech s výskytem mozaikových a síťových trhlin je funkčnost této části konstrukce vozovky výrazně snižena, zejména v místech poruch i vysrávek. Dalším významným faktorem ovlivňujícím únosnost souvrství AC a PM je tloušťka prolití pojivem a vlastní kompaktnost vrstvy PM, dále pak proměnná úroveň spolupůsobení mezi vrstvou AC a PM. Moduly pružnosti stmelených vrstev jsou nižší než návrhové, odpovídají však stáří a porušení vrstev.
- Parametry únosnosti nestmelené podkladní vrstvy nacházející se pod krytem jsou vysoce proměnné. Únosnost této části konstrukce vozovky tvořené štěrkodrtí, zahliněnou štěrkodrtí nebo štěrkopískem je v úseku 8 vyhovující, v úsecích 9 a 10 nízká.

- Parametry únosnosti nestmelené ochranné vrstvy nacházející se ve spodní části konstrukce vozovky jsou obecně vyhovující.
- Parametry únosnosti podloží vozovky jsou po délce úseku proměnné, obecně však vyhovující. V návrhu opravy lze předpokládat podloží typu PIII. Výrazněji snížená únosnost podloží byla zjištěna v úseku km 6,829-8,630.

## 7 Návrh technologií údržby a oprav

Níže předložený návrh oprav vychází ze závěrů uvedených v předchozích kapitolách. Vzhledem ke členění diagnostikovaného úseku na dílčí úseky s určitou mírou homogenity je návrh opravy rozdělen do tří úseků.

Návrh oprav byl proveden pro NÚP=D1, intenzitu dopravního zatížení  $TNV_0=211$  a návrhové období 25 let.

### Úsek 111.8 – km 3,813-5,733 # III/1112 - # III/1101 – délka 1,920 km

**KM 3,813-4,131 délka 318 m extravilán**

Stav - dostatečná únosnost, vysprávký cca 30%

#### Návrh opravy - výměna obrusné vrstvy

- Odstranění krytových AC vrstev frézováním AC do hloubky **-50 mm**,
- Provedení spojovacího postřiku kationaktivní asfaltovou emulzí  
Označení vrstvy: PS-C 0,30-0,60 kg/m<sup>2</sup>; ČSN 73 6129
- Pokládka obrusné vrstvy ze směsi ACO 11 případně ACO 11+ v tloušťce 50 mm  
Označení vrstvy: ACO 11(+) 50 mm; ČSN 73 6121, ČSN EN 13108-5

**KM 4,131-4,331 délka 200 m extravilán**

Stav – po opravě obrusné vrstvy vozovky

#### Návrh opravy – bez zásahu

**KM 4,331-5,733 délka 1,402 m extravilán**

Stav – dostatečná únosnost, lokální problém u mostu, porušené okraje vozovky

#### Návrh – sanace okrajů vozovky, výměna krytu lokálními úpravy podkladní vrstvy vozovky

- Odstranění krytových AC vrstev frézováním AC do hloubky **-110 mm**,
- Sanace okrajů vozovky (viz níže)
- Provedení spojovacího postřiku kationaktivní asfaltovou emulzí  
Označení vrstvy: PS-C 0,30-0,60 kg/m<sup>2</sup>; ČSN 73 6129
- Pokládka ložní vrstvy krytu ze směsi ACL 16 v minimální tloušťce 60 mm.  
Označení vrstvy: ACL 16 60 mm; ČSN 73 6121, ČSN EN 13108-5
- Provedení spojovacího postřiku kationaktivní asfaltovou emulzí  
Označení vrstvy: PS-C 0,20-0,35 kg/m<sup>2</sup>; ČSN 73 6129
- Pokládka obrusné vrstvy ze směsi ACO 11 případně ACO 11+ v tloušťce 50 mm  
Označení vrstvy: ACO 11(+) 50 mm; ČSN 73 6121, ČSN EN 13108-5

<b>Úsek 111.9 – km 5,733-5,879</b>	<b># III/1101- #III/11114</b>	<b>– délka 0,146 km</b>
<b>Úsek 111.8 – km 5,879-8,631</b>	<b># III/11114 - # II/112</b>	<b>– délka 2,752 km</b>

**KM 5,733-6,217**                      **délka 0,484 m**                      **extravilán**

Stav – dostatečná únosnost, porušené okraje vozovky

**Návrh – sanace okrajů vozovky, výměna krytu lokálními úpravy podkladní vrstvy vozovky**

- Odstranění krytových AC vrstev frézováním AC do hloubky -110 mm,
- Sanace okrajů vozovky (viz níže)
- Provedení spojovacího postřiku kationaktivní asfaltovou emulzí  
Označení vrstvy:                      **PS-C 0,30-0,60 kg/m<sup>2</sup>;                      ČSN 73 6129**
- Pokládka ložní vrstvy krytu ze směsi ACL 16 v minimální tloušťce 60 mm.  
Označení vrstvy:                      **ACL 16                      60 mm;                      ČSN 73 6121, ČSN EN 13108-5**
- Provedení spojovacího postřiku kationaktivní asfaltovou emulzí  
Označení vrstvy:                      **PS-C 0,20-0,35 kg/m<sup>2</sup>;                      ČSN 73 6129**
- Pokládka obrusné vrstvy ze směsi ACO 11 případně ACO 11+ v tloušťce 50 mm  
Označení vrstvy:                      **ACO 11(+)**                      **50 mm;                      ČSN 73 6121, ČSN EN 13108-5**

**KM 6,217-6,700**                      **délka 0,583 m**                      **intravilán Pecinov**

Stav – snížená únosnost, porušené okraje vozovky

**Návrh – sanace okrajů vozovky, výměna krytu a úprava podkladní vrstvy**

- Odstranění krytových AC vrstev frézováním AC do hloubky -100 mm a vybouráním vrstvy PM/SD do hloubky dalších -80 mm, celkem bude odstraněno -180 mm
- Případná sanace okrajů vozovky (viz níže) v případě, že konstrukce okrajů neodpovídá konstrukci ve střední části vozovky
- Provedení infiltračního postřiku kationaktivní asfaltovou emulzí  
Označení vrstvy:                      **PI-C 0,60-1,0 kg/m<sup>2</sup>; ČSN 73 6129**
- Položení horní podkladní vrstvy vozovky  
Označení vrstvy:                      **ACP 22+                      70 mm;                      ČSN 73 6121, ČSN EN 13108-5**
- Provedení spojovacího postřiku kationaktivní asfaltovou emulzí  
Označení vrstvy:                      **PS-C 0,30-0,60 kg/m<sup>2</sup>;                      ČSN 73 6129**
- Pokládka ložní vrstvy krytu ze směsi ACL 16 v minimální tloušťce 60 mm.  
Označení vrstvy:                      **ACL 16                      60 mm;                      ČSN 73 6121, ČSN EN 13108-5**
- Provedení spojovacího postřiku kationaktivní asfaltovou emulzí  
Označení vrstvy:                      **PS-C 0,20-0,35 kg/m<sup>2</sup>;                      ČSN 73 6129**
- Pokládka obrusné vrstvy ze směsi ACO 11 případně ACO 11+ v tloušťce 50 mm  
Označení vrstvy:                      **ACO 11(+)**                      **50 mm;                      ČSN 73 6121, ČSN EN 13108-5**

**KM 6,700-7,150**

**délka 0,350 m**

**extravilán**

Stav – nedostatečná únosnost, snížená únosnost podloží, porušené okraje vozovky

**Návrh - výměna krytu a podkladní vrstvy (možné využít R-materiál) + nový třívrstvý kryt, případně celková rekonstrukce vozovky včetně úpravy podloží vozovky**

- Odstranění krytových AC vrstev frézováním AC do hloubky **-100 mm**, vybourání podkladních vrstev v tloušťce **-250 mm**, celkem **-350 mm**
- Položení podkladní vrstvy ŠDA, případně R-materiálu z odfrézovaných vrstev  
Označení vrstvy: **ŠDA 0/45 170 mm; ČSN 73 6126-1**
- Provedení infiltračního postřiku kationaktivní asfaltovou emulzí  
Označení vrstvy: **PI-C 0,60-1,0 kg/m<sup>2</sup>; ČSN 73 6129**
- Položení vrstvy ACP 22+ v tloušťce min. 80 mm  
Označení vrstvy: **ACP 22+ 70 mm; ČSN 73 6121, ČSN EN 13108-5**
- Provedení spojovacího postřiku kationaktivní asfaltovou emulzí  
Označení vrstvy: **PS-C 0,30-0,60 kg/m<sup>2</sup>; ČSN 73 6129**
- Pokládka ložní vrstvy krytu ze směsi ACL 16 v minimální tloušťce 60 mm.  
Označení vrstvy: **ACL 16 60 mm; ČSN 73 6121, ČSN EN 13108-5**
- Provedení spojovacího postřiku kationaktivní asfaltovou emulzí  
Označení vrstvy: **PS-C 0,20-0,35 kg/m<sup>2</sup>; ČSN 73 6129**
- Pokládka obrusné vrstvy ze směsi ACO 11 případně ACO 11+ v tloušťce 50 mm (přínos směsi „+“ oproti směsi bez označení je ve zvýšení životnosti obrusné vrstvy o cca 2 roky).  
Označení vrstvy: **ACO 11(+) 50 mm; ČSN 73 6121, ČSN EN 13108-5**

**KM 7,150-7,720**

**délka 0,570 m**

**intravilán Budkov**

Stav – nedostatečná únosnost, snížená únosnost podloží, porušené okraje vozovky

**Návrh - výměna krytu a podkladní vrstvy (možné využít R-materiál) + nový třívrstvý kryt, případně celková rekonstrukce vozovky včetně úpravy podloží vozovky (viz přechozí úsek)**

**KM 7,720-8,631**

**délka 0,911 m**

**extravilán**

Stav – nedostatečná únosnost, snížená únosnost podloží, porušené okraje vozovky

**Návrh - výměna krytu a podkladní vrstvy (možné využít R-materiál) + nový třívrstvý kryt, případně celková rekonstrukce vozovky včetně úpravy podloží vozovky (viz přechozí úsek)**

Na daném úseku bude vynechána část vozovky připadající k ochrannému pásmu železničního přejezdu v km 8,480

## Alternativní oprava - rekonstrukce vozovky v KM 6,700-8,631

délka 1,931 m

- Návrh nové konstrukce vozovky v souladu s TP170 ve skladbě:

ACO 11 (+)	50 mm ;	ČSN EN 13108-1	(obrusná vrstva)
PS-C	0,20-0,35kg/ m <sup>2</sup>	ČSN 73 6129	(spojovací postřik)
ACL 16	60 mm ;	ČSN EN 13108-1	(podkladní vrstva)
PS-C	0,30-0,60 kg/m <sup>2</sup>	ČSN 73 6129	(spojovací postřik)
ACP 22 +	70 mm ;	ČSN EN 13108-1	(podkladní vrstva)
SD <sub>A</sub>	150 mm ;	ČSN 73 6126-1	(podkladní vrstva)
MZ	150 mm	ČSN 73 6126-1	(ochranná vrstva)
celkem	480 mm		

### Postup rekonstrukce:

- Vybourání konstrukce vozovky do hloubky -480 mm, kontrola únosnosti podloží  $E_{def,2} \geq 45$  MPa
- Pokud kontrola únosnosti nevyhoví, bude provedena sanace podloží výměnou vrstvy v tloušťce 250-300 mm za vhodnou vrstvu, případně stabilizace dle samostatného návrhu receptury tak, aby podloží vyhovělo výše uvedenému požadavku na podloží.
- Položení ochranné vrstvy MZ,  
Označení vrstvy: **MZ 150 mm; ČSN 73 6126-1**
- Položení podkladní vrstvy ŠD<sub>A</sub>, případně R-materiálu z odfrézovaných vrstev  
Označení vrstvy: **ŠD<sub>A</sub> 0/45 150 mm; ČSN 73 6126-1**
- Provedení infiltračního postřiku kationaktivní asfaltovou emulzí  
Označení vrstvy: **PI-C 0,60-1,0 kg/m<sup>2</sup>; ČSN 73 6129**
- Položení vrstvy ACP 22+ v tloušťce min. 80 mm  
Označení vrstvy: **ACP 22+ 70 mm; ČSN 73 6121, ČSN EN 13108-5**
- Provedení spojovacího postřiku kationaktivní asfaltovou emulzí  
Označení vrstvy: **PS-C 0,30-0,60 kg/m<sup>2</sup>; ČSN 73 6129**
- Pokládka ložní vrstvy krytu ze směsi ACL 16 v minimální tloušťce 60 mm.  
Označení vrstvy: **ACL 16 60 mm; ČSN 73 6121, ČSN EN 13108-5**
- Provedení spojovacího postřiku kationaktivní asfaltovou emulzí  
Označení vrstvy: **PS-C 0,20-0,35 kg/m<sup>2</sup>; ČSN 73 6129**
- Pokládka obrusné vrstvy ze směsi ACO 11 případně ACO 11+ v tloušťce 50 mm  
Označení vrstvy: **ACO 11(+) 50 mm; ČSN 73 6121, ČSN EN 13108-5**

Posouzení dané skladby konstrukce vozovky programem LayEps 4.2 je uvedeno níže.

Tento výpočet předpokládá kvalitu podloží PIII, nepříznivý (pendulární) vodní režim podloží, nadmořskou výšku do 400 m, dopravní zatížení  $TNV_0 = 211$  s omezením rychlosti pod 50 km/h a meziroční nárůst dopravy  $m=0\%$ .

Posouzení vozovky :		II/111	Pecinov - II/102		
Uroveň porušení	D1			počet kol	2
Návrhové období	25				
delta z	1.00	C1 =	.50	poloměr otisku	120.3
delta k	1.00	C2 =	.70	intenzita	.55
TNVo	<b>211.</b>	C3 =	.70	vzdálenost kol	344.0
TNvc	962688.	C4 =	2.00		

Vrstvy :	čís.	materiál	tl.	spolupūs.	poměrné porušení
	1	ACO	50.	.000	.0000
	2	ACL	60.	.000	.0002
	3	ACP +	70.	.000	<b>.4266</b>
	4	SD	150.	.000	.0000
	5	MZ	150.	.000	.0000
		<b>celkem</b>	<b>480.</b>	<b>min. tl.</b>	<b>380.</b>

Podloží :	modul střední	50.	poměrné porušení	<b>.6871</b>
	modul jarní	50.		
	index mrazu	450.		
	režim pendulární			
	nebezpečně namrzavé			

**Konstrukce vozovky VYHOVUJE danému dopravnímu zatížení**

**Popis lokální sanace okrajů vozovky:**

Na výše specifikovaných úsecích je doporučeno provést sanaci okrajů vozovky ve dvou úrovních podle rozsahu a typu porušení. Sanace bude upřesněna po odstranění krytu vozovky vyznačením porušené podkladní vrstvy vozovky rozhodnuto o sanaci jedním ze dvou typů sanace:

Sanace okrajů vozovky Typ 1

- odstranění porušené podkladní vrstvy (AC, PM) v šířce 100-150 cm od okrajů vozovky do hloubky **-180 mm** pod úrovní nivelety vodícího proužku/hrany vozovky
  - zhutnění a případná kontrola  $E_{def,2} \geq 90$  MPa
  - položení vrstvy ACP 22+ v tloušťce min. 70 mm
- Označení vrstvy: **ACP 22+ 70 mm; ČSN 73 6121, ČSN EN 13108-5**

Sanace okrajů vozovky Typ 2

- odstranění porušené podkladní vrstvy (AC, PM, SD) v šířce 100-150 cm od okrajů vozovky do hloubky **-350 mm** pod úrovní nivelety vodícího proužku/hrany vozovky
  - přehutnění podkladu, kontrola na  $E_{def,2} \geq 60$  MPa
  - pokud nebude dosažena únosnost, výměna vrstvy v tl. 200 mm vhodným materiálem (ŠD)
  - pokládka nestmelené ochranné vrstvy **ŠD<sub>A</sub>**, případně R-MAT (SD<sub>A</sub>) v tloušťce **170 mm**
  - zhutnění a kontrola  $E_{def,2} \geq 90$  MPa
  - položení vrstvy ACP 22+ v tloušťce min. 70 mm
- Označení vrstvy: **ACP 22+ 70 mm; ČSN 73 6121, ČSN EN 13108-5**

## 8 Závěr

Diagnostický průzkum vozovky silnice II/429 v úseku Bohdalice-Nesovice podrobně detekoval stav porušení povrchu i stav konstrukčních vrstev vozovky včetně její únosnosti.

Průzkum ukázal na nedostatky na povrchu a v konstrukci vozovek, zejména u okrajů vozovky, jejich vyšší porušení lze přičíst k nedostatečné konstrukci při rozšíření vozovky na aktuální šířku, případně nevyhovující materiálové parametry dílčích vrstev.

Pro obrusnou vrstvu vozovky byla vzhledem k danému dopravnímu zatížení zvolena vrstva ACO 11, kterou lze případně nahradit vrstvou ACO 11+ (přínos směsi „+“ oproti směsi bez označení je ve zvýšení životnosti obrusné vrstvy o cca 2 roky).

Současně je nutné provést obnovu v současnosti nefunkčního povrchového odvodnění – vyčištění a reprofilaci příkopů v extravilánových částech posuzovaného úseku, v intravilánových částech bude na vybraných místech nutné provést úpravu obrubníků či vjezdů k zástavbě.

## VYPRACOVÁNÍ ZPRÁVY

Datum: 31. 5. 2019

Místo: Brno

  
Ing. Luděk Mališ.

Ředitel PavEx Consulting, s.r.o.

  
Ing. Robert Kaděrka, PhD.

Držitel oprávnění MD ČR č. 336/2015 k provádění průzkumných a diagnostických prací souvisejících s výstavbou, opravami, údržbou a správou pozemních komunikací

