

ZNALECKÝ POSUDEK

ČÍSLO POLOŽKY: 8/2023

ZNALECKÝ ÚSTAV: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební
Veveří 331/95, 602 00 Brno
IČ: 00216305

OBOR/ODVĚTVÍ/SPECIALIZACE: Stavebnictví – Konstrukce a dopravní stavby

ZADAVATEL: Královehradecký kraj
Pivovarské náměstí 1245
500 03 Hradec Králové
IČ 00216305

PŘEDMĚT: Posouzení příčin poruch silnice II/308 HK, Slatina
– Černilov – hranice okresu Rychnov nad
Kněžnou, I. a II. Etapa

ČÍSLO VYHOTOVENÍ: 1/4

DATUM: 22. 05. 2023

POČET STRAN: 96 stran

PŘÍLOHY A POČET STRAN: Přílohy: 1 – 35 stran, 2 – 34 stran, 3 – 5 stran

Znalecký posudek připravili a mohou jej stvrdit a podat příp. vysvětlení dle § 28, odst. 6 zákona č.254/2019 Sb. v platném znění:

Kudrna

prof. Ing. Jan Kudrna, CSc.

Oponoval:

Michal Varas
prof. Ing. Dr. Techn. Michal Varas

Proděkan pro znaleckou činnost:

Karel Šuhajda
doc. Ing. Karel Šuhajda, Ph.D.

Zpracováno v Brně dne 22. 5. 2023

Posudek byl vyhotoven ve čtyřech tištěných vyhotoveních, z nichž 3 vyhotovení obdržel objednatel. Jedno vyhotovení v digitální podobě (pdf) je uloženo v archivu znaleckého ústavu, jedno vyhotovení v tištěné podobě je uloženo u osoby, která posudek připravila.



SEZNAM KAPITOL

1	ZADÁNÍ ZNALECKÉHO POSUDKU	4
1.1	ODBORNÉ OTÁZKY ZADAVATELE	4
1.2	ÚČEL ZNALECKÉHO POSUDKU	5
1.3	SKUTEČNOSTI SDĚLENÉ ZADAVATELEM MAJÍCÍ VLIV NA PŘESNOST ZÁVĚRU POSUDKU	5
2	VÝČET PODKLADŮ	6
2.1	POPIS POSTUPU ZNALCE PŘI VÝBĚRU ZDROJŮ DAT	6
2.2	VÝČET VYBRANÝCH ZDROJŮ DAT A JEJICH POPIS	6
2.3	VĚROHODNOST ZDROJE DAT	8
3	NÁLEZ	9
3.1	POPIS POSTUPU PŘI SBĚRU ČI TVORBĚ DAT	9
3.2	POPIS POSTUPU PŘI ZPRACOVÁNÍ DAT	9
3.3	VÝČET SEBRANÝCH NEBO VYTVOŘENÝCH DAT	10
3.3.1	TECHNICKÁ DOKUMENTACE STAVBY	10
3.3.2	VZOROVÉ TECHNOLOGICKÉ LISTY VL 1	24
3.3.3	REALIZAČNÍ DOKUMENTACE STAVBY	25
3.3.4	ČSN 73 6101 PROJEKTOVÁNÍ SILNIC A DÁLNIC	31
3.3.5	TP 83 ODVODNĚNÍ POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ	32
3.3.6	FOTODOKUMENTACE POSTUPU STAVBY	32
3.3.7	STAVEBNÍ DENÍK, SO 101.1	35
3.3.8	DIAGNOSTIKA VOZOVKY SILNICE II/308	38
3.3.9	ZJIŠTĚNÍ KONSTRUKČNÍCH VRSTEV A PODLOŽÍ VOZOVKY – DOPLNĚNÍ DIAGNOSTIKY VOZOVKY	44
3.3.10	GPR DIAGNOSTIKA VOZOVKY SILNICE II/308	46
3.3.11	POSOUZENÍ KONSTRUKČNÍCH VRSTEV VOZOVKY „SILNICE II/308 SLATINA – HR. OKR. RYCHNOV PODLE [8]	48
3.3.12	VYJÁDŘENÍ ČVUT K PORUCHÁM KONSTRUKCE SILNICE II/308 [9]	52
3.3.13	POSUDEK CONSULT TEST [10]	59
3.3.14	PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE SILNICE II/308, ÚSEK 6,280 AŽ 7,500 A FOTOGRAFIE Z REALIZACE STAVBY	67
3.3.15	VYJÁDŘENÍ PROJEKTANTA K PROVEDENÝM PRACÍM	69
4	POSUDEK	71
4.1	POPIS POSTUPU PŘI ANALÝZE DAT	71
4.2	VÝSLEDKY ANALÝZY DAT	71
4.2.1	ANALÝZA TECHNICKÉ DOKUMENTACE STAVBY	71
4.2.2	SKUTEČNÉ PROVÁDĚNÍ STAVBY	72
4.2.3	ANALÝZA DODANÉ FOTODOKUMENTACE A STAVEBNÍCH DENÍKŮ DOKUMENTUJÍCÍ PRŮBĚH VÝSTAVBY	74
4.2.4	ANALÝZA DAT ZJIŠTĚNÝCH PŘI MÍSTNÍCH ŠETŘENÍCH	75
4.2.5	ANALÝZA DAT POSKYTNUTÝCH MĚŘENÍM GEORADAREM	75
4.2.6	ANALÝZA DAT POSKYTNUTÝCH ODBĚREM VÝVRTŮ A SOND	75
4.2.7	ANALÝZA DAT POSKYTNUTÝCH POSUDKEM ČVUT	76
4.2.8	ANALÝZA DAT PROVEDENÝCH DIAGNOSTIKOU VOZOVKY [10]	76
4.2.9	ANALÝZA DAT ÚNOSNOSTI VOZOVKY PŘED OPRAVOU A OPRAVENÉ VOZOVKY PO 5 A 6 LETECH UŽÍVÁNÍ PROVOZEM	77
4.2.10	VYJÁDŘENÍ PROJEKTANTA K PROVEDENÝM PRACÍM	83
4.2.11	SOULAD PROVEDENÍ DÍLA	84
5	ODŮVODNĚNÍ	85
5.1	INTERPRETACE VÝSLEDKŮ ANALÝZY	85
5.2	KONTROLA POSTUPU	85

6 ZÁVĚR.....	86
6.1 CITACE ZADANÝCH ODBORNÝCH OTÁZEK A ODPOVĚDI NA NĚ	86
6.1.1 OTÁZKA 1	86
6.1.2 OTÁZKA 2	86
6.1.3 OTÁZKA 3	88
6.1.4 OTÁZKA 4	89
6.1.5 OTÁZKA 5	89
6.1.6 OTÁZKA 6	90
6.1.7 OTÁZKA 7	90
6.1.8 OTÁZKA 8	90
6.1.9 OTÁZKA 9	92
6.1.10 OTÁZKA 10	92
6.2 KONTROLA POSTUPU	93
6.3 PODMÍNKY SPRÁVNOSTI ZÁVĚRU, PŘÍPADNĚ SKUTEČNOSTI SNIŽUJÍCÍ JEHO PŘESNOST	94
OTISK ZNALECKÉ PEČETI	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
DATUM A PODPIS	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.

PŘÍLOHY

- 1 FOTODOKUMENTACE OPRAVY II/308 KM 3,765 AŽ 12,997**
- 2 FOTODOKUMENTACE II/308 PO 5 A 3 LETECH UŽÍVÁNÍ**
- 3 FOTODODUMENTACE PROVÁDĚNÍ II/308, KM 6,28 AŽ 7,500 V ROVCE 2011**

1 ZADÁNÍ ZNALECKÉHO POSUDKU

Znalecký posudek byl zadán na základě Objednávky č. DO2023/00801 Znaleckému ústavu Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební bylo přiděleno vypracování znaleckého posouzení v oboru Stavebnictví, Specializace Dopravní stavby, byl tento předán na příslušné pracoviště, a sice na Ústav pozemních komunikací.

1.1 ODBORNÉ OTÁZKY ZADAVATELE

Znalecký posudek byl zadán na základě Objednávky č. DO2023/00801 ze dne 5. 04. 2023. Znalecký posudek má odpovědět na tyto otázky:

1. Jaký je význam realizační projektové dokumentace (RDS) ve vztahu k PDPS a DSP v rámci posuzovaného díla a byla RDS zpracována?
2. Ve vztahu ke každému z řešených úseků se vyjádřete, zda
 - a) RDS byla zpracována pro daný úsek funkčně správně včetně detailů vyžadovaných normami platnými v České republice (se zaměřením na způsob odvodnění stavby a na skladbu konstrukčních vrstev),
 - b) RDS v rozsahu dle předchozího písmene byla zhotovitelem při realizaci dodržena (se zaměřením na případné odchylky, jež mohly způsobit poruchy komunikace).
3. Pokud RDS neodpovídala geologickým či hydrologickým podmínkám stavby, uveďte, v čem tyto rozpory spočívají a jak či zda se na kvalitě stavby projevují (zvláště se zaměřením na způsob odvodnění stavby a na dodržení skladby a tloušťky konstrukčních vrstev).
4. Pokud zhotovitel při realizaci nedodržel RDS, uveďte, v čem tyto odchylky spočívaly a zda mohou být důvodem projevů aktuálně pozorovaných poruch komunikace.
5. Existuje jiný úsek silnice II/308 rekonstruovaný stejným postupem, kde se obdobné poruchy nevyskytují? Čím je tento rozdíl způsoben?
6. Může mít nárůst TNV mezi lety 2010 – 2020 zásadní vliv na životnost vozovky v prvních 3 (5) letech provozu komunikace II/308 po její rekonstrukci? Při úvaze počtu TNV z roku 2020, jaká by měla být životnost vozovky, pakliže by dílo odpovídalo projektové dokumentaci?
7. Co způsobilo zvýšenou vlhkost v konstrukci vozovky v místech, kde byly provedeny sondy?
8. Má zjištěný nesoulad realizovaných konstrukčních vrstev (nižší tloušťky konstrukčních vrstev vozovky/upraveného podloží, charakter zeminy v úrovni parapláně, nestmelení vrstvy recyklace za studena) s projektovou dokumentací vliv na životnost vozovky?
9. Mohou popsané poruchy vozovky souviset s potenciálně zanedbanou údržbou (zejména v případě zanedbání čištění rigolů či odstraňování vegetace)?
10. Navrhněte vhodný způsob odstranění popsaných vad.

1.2 ÚČEL ZNALECKÉHO POSUDKU

Účelem znaleckého posouzení je podat relevantní informace týkající se rekonstrukce „Silnice II/308 Slatina – Černilov, Černilov – Libřice, Libřice – hranice okresu Hradec Králové“, pro účely související s reklamací vad díla a s případnými soudními úkony v občansko-právním řízení.

Zainteresované strany:

Objednatel	Královehradecký kraj Pivovarské náměstí 1245, 500 03 Hradec Králové
Majetkový správce	Správa silnic Královehradeckého kraje, p.o. Kutnohorská 59, 500 04 Hradec Králové
Projektant:	DOPRAVNĚ INŽENÝRSKÁ KANCELÁŘ, s.r.o. Bozděchova 1668, 500 02 Hradec Králové IČO 27466868,
Zhotovitel:	SWIETELSKY stavební s.r.o., odštěpný závod dopravní stavby VÝCHOD K Silu 1143, 393 01 Pelhřimov
TDS:	SÚS Královehradeckého kraje (nyní ÚDRŽBA SILNIC Královehradeckého kraje a.s.) Kutnohorská 59, 500 04 Hradec Králové Ing. Jan Horn Ing. Luděk Horáček

Objednatel reklamoval dodavateli závažné poruchy opravené vozovky Silnice II/308 Slatina – Černilov, Černilov – Libřice, Libřice – hranice okresu Hradec.

Úkolem znaleckého ústavu je po seznámení se s problematikou, listinami předloženými ze strany obou účastníků vztahujícími se k provádění díla Silnice II/308 Slatina – Černilov, Černilov – Libřice, Libřice – hranice okresu Hradec Králové případně s dalšími materiály poskytnutými ze strany účastníků, a po provedení místních šetření zodpovědět otázky uvedené v kap. 1.1.

Předmětem znaleckého posouzení jsou poruchy konstrukce vozovky, zejména okrajů vozovky, které se objevily v průběhu záruční doby rekonstrukce vozovky provedené včetně výměny nevhodné zeminy v podloží vozovky.

1.3 SKUTEČNOSTI SDĚLENÉ ZADAVATELEM MAJÍCÍ VLIV NA PŘESNOST ZÁVĚRU POSUDKU

Zadavatel zadal vypracování znaleckého posouzení na základě Objednávky č. DO2023/00801. V rámci této Objednávky byly znaleckému ústavu FAST VUT v Brně předány otázky, na které má v rámci zpracování svého ZP odpovědět.

Zadavatel nesdělil znaleckému ústavu FAST VUT v Brně žádnou skutečnost, která může mít vliv na přesnost závěrů zpracovaného znaleckého posudku.

2 VÝČET PODKLADŮ

Níže je uveden výčet podkladů, které byly dodány objednatelem posudku k posouzení stavby, poruchách a na vyžádání také dodavatelem stavebních prací. Další podklady byly zajištěny zpracovateli znaleckého posudku.

2.1 POPIS POSTUPU ZNALCE PŘI VÝBĚRU ZDROJŮ DAT

Kvalifikovaná akceptace Objednávky č. DO2023/00801 od zadavatele Královéhradecký Kraj IČO70889546 a příjem podkladů, jako prvotního zdroje dat.

Na základě studia problematiky a předané dokumentace byly mimo jiné jako základní zdroje dat z tohoto vyhodnoceny tyto:

- Projektová dokumentace stavby (PDPS) [[1].
- Realizační dokumentace stavby (RDS) [2].
- Diagnostika vozovky na vybraných úsecích silnice II/308 [3].
- TDS dodaná fotodokumentace z průběhu výstavby [4].
- Stavební deníky jednotlivých staveb, 2016 a 2017 [5].
- Zpracovaných diagnostik a posouzení třemi nezávislými organizacemi [6], [7], [8] [9], [10].
- Vyjádření projektanta ke stavebním pracím a odvodnění pláně [13] a [14].

Po studiu dodaných podkladů a ústně předaných informací bylo rozhodnuto o provedení prvotního místního šetření. V rámci předběžného místního šetření byla provedena prohlídka předmětných staveb a okolního prostředí, kterou je možné považovat za důležitý zdroj dat.

Tyto poklady byly doplněny platnými normami a předpisy.

2.2 VÝČET VYBRANÝCH ZDROJŮ DAT A JEJICH POPIS

Znalecký posudek byl zadán na základě Objednávky č. DO2023/00801, kdy bylo znaleckému ústavu Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústavu pozemních komunikací přiděleno vypracování znaleckého posouzení.

Zadavatel posudku poskytl zástupcům znaleckého ústavu FAST VUT v Brně podklady v podobě projektové dokumentace.

Mezi zásadní zajištěné podklady je nutné uvést tyto:

- [1] Projektová dokumentace silnice II/308 v úsecích Slatina – Černilov, Černilov – Libřice, Libřice – hranice okresu Rychnov nad Kněžnou, 01/2014 včetně výkresů pro všechny 4 úseky, Dopravně inženýrská kancelář, 11/2009
- [2] Realizační dokumentace stavby II/308, SO 101.1 a SO 101.2 (jen pracovní příčné řezy), SO 101.3 a SO 101.4 Černilov – Libřice a Libřice – hranice okresu RK, Dopravně inženýrská kancelář, 07/2016 a 03/2017
- [3] Diagnostika vozovky na vybraných úsecích silnice II/308, úsek 1 Slatina – Černilov, úsek 2 Černilov, úsek 3 Černilov – Libřice, úsek 4 Libřice hranice okresu Rychnov nad Kněžnou, IMOS a.s., 12/2013

- [4] Fotodokumentace Technického dozoru stavby (TDS) z průběhu výstavby.
- [5] Stavební deníky staveb, 2016 a 2017.
- [6] Zjištění konstrukčních vrstev a podloží vozovky – doplnění diagnostiky vozovky, silnice II/308 Slatina – Černilov – Libřice – hr. Okr. RK, 195/11/13, Global – Geo, s.r.o. 11/2013.
- [7] GPR diagnostika vozovky silnice II/308, Univerzita Pardubice dopravní fakulta Jana Pernera, 21. 11. 2019, zadavatel SWIETELSKY stavební s.r.o.
- [8] 050/20/ZP Akce „Silnice II/308 Slatina – hr. okr. Rychnov“ Posouzení konstrukčních vrstev vozovky, CONSULTTEST, s.r.o., 24.2.2020.
- [9] Vyjádření k poruchám konstrukce vozovky silnice II/308 v úsecích Slatina – Černilov, Černilov – Libřice, Libřice – hranice okresu Rychnov nad Kněžnou, zpráva ZP 136002022, ČVUT, fakulta stavební, 13.2.2022.
- [10] Diagnostika vozovky silnice II/308 Diagnostika vozovky II/308 v úsecích Slatina – hranice okresu Rychnov nad Kněžnou, km 3,765 – 12,997, Zpráva č. 105/22, CONSULTTEST, s.r.o., 11/2022.
- [11] Zpráva č. 375/PZ/5/2016 o posouzení vhodnosti zeminy podle ČSN 73 6133 a TP 93, Qualiform Slovakia, 24.6.2016.
- [12] Zpráva č. 365/PZ/5/2016 o průkazní zkoušce směsi recyklované za studena RS 0/45 C_A (na místě) podle TP 208, příloha B, Qualiform Slovakia, 3.8.2016.
- [13] Vyjádření k provedeným stavebním pracím na Silnici II/308 Slatina hr. Okr. Rychnov, Dopravně - inženýrská kancelář, s.r.o., 30.9.2022.
- [14] Vyjádření k návrhu odvodnění zemní pláň v intravilánu Černilova, Dopravně - inženýrská kancelář, s.r.o., 6.12.2022.
- [15] Projektová dokumentace Silnice II/308, úsek 6,280 až 7,500 a fotografie z realizace stavby, Dopravně inženýrská kancelář, 11/2009.

Místní šetření

- [16] Videa stavu vozovky ze dne 23. 11. 2021, stav SO 101 1 a SO 101 2 obou jízdních pruhů.
- [17] Místní šetření provedené za účelem zpracování tohoto znaleckého posudku dne 23. 2. 2023 s pořízením fotografií skutečného stavu vozovky.

Literatura, technické normy a právní předpisy

- [18] Zákon č. 254/2019 Sb. Zákon o znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech, včetně jeho prováděcích vyhlášek.
- [19] Vyhláška č. 432/2002 Sb. Vyhláška ministerstva spravedlnosti k provedení zákona o znalcích a tlumočnících.
- [20] ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic.
- [21] ČSN 73 6114 Vozovky pozemních komunikací, Základní ustanovení pro navrhování
- [22] TP 82 Katalog poruch netuhých vozovek, MD ČR 2010.
- [23] TP 87 Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek, Včetně Dodatku 1, MD ČR 2010.
- [24] TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací, včetně Dodatku 1, MD ČR 2010.
- [25] Vzorové technologické listy VL 1 – Vozovky a krajnice, 2006,
<https://pjpk.rsd.cz/vzorove-listy-staveb-pozemnich-komunikaci-vl/>

- [26] Vzorové technologické listy VL 2 – odvodnění, 2008,
https://pjpgk.rsd.cz/data/USR_001_2_10_VL/VL2.2_Odvodneni__200808_.pdf
- [27] ČSN 73 6133 Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací, 2010.

2.3 VĚROHODNOST ZDROJE DAT

Data předaná zadavatelem znaleckého posudku působí věrohodně a z technického pohledu znaleckého ústavu v nich nebyly shledány zjevné nesrovnalosti. Přesto však byla věrohodnost těchto zdrojů dat ověřena při provedeném místním šetření.

Na nedostatky některých podkladů tento znalecký posudek poukazuje a objektivizuje jejich některé závěry.

3 NÁLEZ

3.1 POPIS POSTUPU PŘI SBĚRU ČI TVORBĚ DAT

Zadavatel nevznnesl na zpracovatele tohoto znaleckého posouzení před započítím provádění odborných expertíz žádné speciální požadavky.

Sběr a tvorbu dat provedli znalci následující způsoby:

- Provedení předběžných místních šetření:
 - Získání ústních informací od majetkového správce silnice.
 - Zajištění projektové dokumentace k předmětnému objektu.
 - Dodání fotografií z průběhu výstavby od majetkového správce silnice.
- Studium projektové dokumentace, zaměřené především na studium:
 - Projektová dokumentace PDPS pro všechny úseky stavby [1].
 - Realizační dokumentace stavby II/308 pro všechny úseky stavby [2].
 - Diagnostika vozovky IMOS [3].
- Studium další zajištěné dokumentace:
 - Dodaných fotografií TDS z průběhu výstavby [4].
 - Stavebních deníků staveb [5].
 - Zjištění konstrukčních vrstev a podloží vozovky [6].
 - Studium provedené diagnostiky GPR [7].
 - Podrobné studium zpráv CONSULTTEST [8] a [10].
 - Studium zprávy provedené ČVUT [9].
 - Prohlédnutí dokumentace opravených poruch, videonahrávky [16].
- Provedení místního šetření:
 - Prohlídka úseků s fotodokumentací [17].
- Studium a kvalifikovaná selekce výsledků provedených měření a zpráv.

Použitá zařízení:

Pro sběr dat v rámci místního šetření byl použit znalecův digitální fotoaparát SONY.

3.2 POPIS POSTUPU PŘI ZPRACOVÁNÍ DAT

- Výpis relevantních informací z podkladů [1] až [17][1]:
 - Z projektové dokumentace PDPS a RDS se zkontrolovaly vzorové příčné řezy, podélné profily a pracovní příčné řezy [1] a [2].
 - Z diagnostiky IMOS [3], která sloužila jako podklad k projektové dokumentaci, byly vybrány podklady pro návrhy opravy.
 - Z dodané fotodokumentace z průběhu realizace stavby [4] byl zkontrolován podrobný postup prací při opravě staveb. Vybrané fotografie dokumentující celý postup prací je v příloze 1 znaleckého posudku.
 - Ze Stavebních deníků [5] byly vybrány informace o postupu stavebních prací.
 - Z Diagnostiky pomocí GPR [7] byly převzaty důležité poznatky z hodnocení tloušťek a výskytu vody v konstrukci.

- Z Diagnostik vozovky provedené CONSULTESTEM [8] a [10] byla vybrána dokumentovaná zjištění o stavu vozovky, posouzení vývrťů a kopaných sond a návrhy oprav stávající porušené vozovky.
- Z Vyjádření k poruchám konstrukce vozovky ČVUT [9] se vybraly a zhodnotily obsažené poznatky.
- Ze zpráv zkušební laboratoře Qualiform se použily průkazní zkoušky pro úpravu zemin pojivem a recyklaci podkladu pojivem [11] a [12].
- Projektová dokumentace PDPS km 6,280 až 7,500 a fotografie z realizace stavby [15] sloužila k porovnání postupu výstavby s výše uvedenými posuzovanými stavbami.

3.3 VÝČET SEBRANÝCH NEBO VYTVOŘENÝCH DAT

V textu kapitol 3.3 jsou uvedeny podstatné skutečnosti a konstatování jednotlivých zásadních podkladů potřebných pro zpracování tohoto znaleckého posouzení týkající se dokumentů [1] až [17].

3.3.1 Technická dokumentace stavby

Konkrétní dopracování dokumentace obsahuje realizační dokumentace stavby (RDS) ve formě výkresů, technologických předpisů a postupů. Zhotovení RDS je součástí zhotovení stavby. Její zajištění přísluší zhotoviteli stavby, pokud neurčí Smlouva o dílo jinak.

Projektová dokumentace PDPS [1] určuje technické a ekonomické požadavky, vymezuje předmět veřejné zakázky, jeho hmotové, materiálové, stavebně-technické, technologické a provozní vlastnosti z hlediska objednatele stavby. Definuje způsob opravy všech posuzovaných úseků silnic.

Konkrétní dopracování dokumentace obsahuje realizační dokumentace stavby (RDS) [2] ve formě výkresů, technologických předpisů a postupů. Zhotovení RDS je součástí zhotovení stavby.

Následující informace jsou uvedeny z hlediska vlivu na vzniklé poruchy silnice.

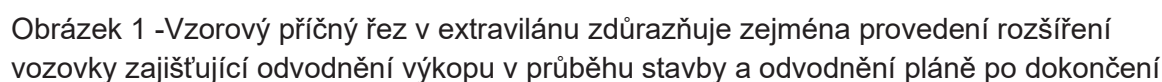
PDPS je rozdělena na 4 na sebe navazující úseky, přičemž 2 úseky jsou v extravilánu a 2 úseky jsou v průtahu obcemi Černilov a Libřice. Pouze úsek mezi úsekem 1 a 2 v km 6,280 až 7,500 je dříve opravený úsek jiným zhotovitelem. Tento úsek je rovněž zhodnocen z hlediska dokumentace a provedení.

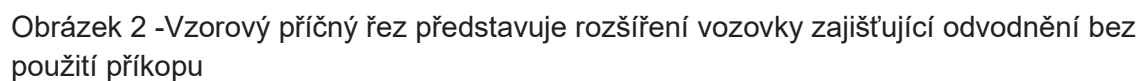
Jde především o návrh opravy stávající vozovky v havarijním stavu nesplňující požadavky silničního provozu. Oprava se soustředila na odstranění porušených vrstev vozovky, jejich náhradu vrstvami novými splňující požadavky požadované z hlediska namáhání silničním provozem a vlivů daného prostředí.

Byla zvolena technologie odstranění porušených krytových asfaltových vrstev a odstranění porušených okrajů vozovek včetně nevhodné zeminy v podloží vozovky. V okraji vozovky byla provedena úprava podloží a nové podkladní vrstvy. Následně došlo k recyklaci podkladu s použitím pojiv a položení dvou asfaltových vrstev.

Pro každý úsek byly vypracovány vzorové příčné řezy a charakteristické příčné řezy.

Vzorové příčné řezy podrobně definují uspořádání stavby, její jednotlivé technologické konstrukční prvky a požadavky na ně. Charakteristické příčné řezy zjednodušeně znázorňují uplatnění v důležitých konkrétních řezech vozovkou. Tyto řezy v PDPS byly převzaty do jednotlivých následujících obrázků a budou komentovány znalcem.





POZNÁMKA - FRÉZOVÁNÍ

- FRÉZOVÁNÍ STÁVAJÍCÍ VOZOVKY SE BUDE PROVÁDĚT DO PROFILU PRO VYROVNÁNÍ DO POŽADOVANÝCH PŘÍČNÝCH SKLONŮ DLE RDS
- FRÉZOVÁNÍ SE PROVEDE TAK, ABY ROZDÍL MEZI ODFRÉZOVANÝM POVRCHEM A NAVRHOVANOU NIVELETOU BYL 120 MM

POZNÁMKA 3

SEPARAČNÍ NETKANÁ GEOTEXTILIE (DLE TP 97 - PŘÍLOHA 2)

PROPUSTNOST D

> 10 NA -4 m/s

PEVNOST V TAHU (Tf)

> 10 kN/m (DLE ČSN EN ISO 10319)

PRŮTAŽNOST (ef)

> 50 % (PŘI ODDĚLENÍ HRUBOZRNNÉ SYPANINY NA MĚKKÉM PODLOŽÍ)

> 10 % (PŘI ODDĚLENÍ HRUBOZRNNÉ SYPANINY OD JEMNOZRNNÉ ZEMINY)

ODOLNOST PROTI STATICKÉMU PROTlačENÍ (CBR)

> 3 kN (DLE ČSN EN ISO 12236)

hodnota je stanovena dle frakce zásypu (0/63)

POZNÁMKA 4

FILTRAČNÍ NETKANÁ GEOTEXTILIE (DLE TP 97 - PŘÍLOHA 2)

PROPUSTNOST D

> 10 NA -4 m/s

PEVNOST V TAHU (Tf)

> 5 kN/m (DLE ČSN EN ISO 10319)

PRŮTAŽNOST (ef)

> 10 % (PŘI ODDĚLENÍ HRUBOZRNNÉ SYPANINY NA MĚKKÉM PODLOŽÍ)

> 10 % (PŘI ODDĚLENÍ HRUBOZRNNÉ SYPANINY OD JEMNOZRNNÉ ZEMINY)

hodnota je stanovena dle frakce zásypu (0/63)

POZNÁMKA 5

ŠÍŘKY JÍZDNÍCH PRUHŮ JSOU UVEDENY BEZ ROZŠÍŘENÍ V OBLOUKU

JEDNÁ SE O OBNOVU STÁVAJÍCÍ SILNICE, ŠÍŘKA JÍZDNÍCH PRUHŮ JE PROMĚNLIVÁ ± 5 CM

UVEDENÝ PŘÍČNÝ SKLON VOZOVKY V PŘÍMÉ JE 2,5% A MŮŽE SE V URČITÝCH ÚSECÍCH DLE SITUACE MĚNIT, VE SMĚROVÝCH OBLOUCÍCH KLOPENO DLE STÁVAJÍCÍHO STAVU.

POZNÁMKA 6

TRATIVOD - PŘESNÁ POLOHA BUDE URČENA NA STAVBĚ DLE PROSTOROVÝCH MOŽNOSTÍ A POLOZE STÁVAJÍCÍCH INŽ. SÍTÍ

OBSYP ŠTĚRKOPÍSEK Ge (SPb), 8/32 DLE ČSN 73 6126-1

DRENAŽNÍ POTRUBÍ PVC, Ø160MM, MATERIÁL A VLASTNOSTI POTRUBÍ MUSÍ BÝT V SOULADU S ČSN EN 1452-2, TP 83

(SKLON TRATIVODU > 1%)

NETKANÁ GEOTEXTILIE 300g/m² ZAJIŠŤUJÍCÍ SEPARAČNÍ A FILTRAČNÍ FUNKCI; PLATÍ ČSN EN 13249 A TP 97

LOŽE ZE ŠTERKODRTI Ge (SPb), 0/22, ČSN 73 6126-1

Obrázek 3 – Poznámky k příčným řezům. Jako změna během výstavby při sanaci okrajů vozovky došlo k doplnění technologie oproti projektové dokumentaci o uvedené v poznámce 6 – zemina v aktivní zóna byla upravena, jak je uvedeno: ¹⁾

Zemní práce byly provedeny v části sanací, krajů vozovky.

U sanací, před zahájením stavby bylo rozhodnuto, že odkopaná zemina z aktivní zóny bude vylepšena hydraulickým pojivem Geosol C50 na mezideponii.

Před zahájením zemních prací byly provedeny kontrolní zkoušky na zemní pláni s nevyhovujícími výsledky. Z důvodu nevyhovujících výsledků bylo rozhodnuto o výměně AZ v tl.500mm dle PD, v celém rozsahu stavby. Výměna sanací krajů vozovky byla zhuťněna na hodnotu min 45 Mpa.

Práce byly prováděny dle PD a KZP.

¹⁾ Odlišný typ písma nebo kurzíva znamená v tomto ZP znamená, že se jedná o převzatý text z použitého dokumentu

Zkoušky prováděné na aktivní zóně (upravené zemině):

- modul přetvárnosti _požadovaný parametr dle KZP: $E_{def,2} \geq 45 \text{ MPa}$, požadovaný počet zk. dle KZP je 10x, provedena 13x zkouška s výsledkem min. 45,2 MPa, max. 107,7 MPa.....výsledky včetně četnosti zkoušek VYHOVUJÍ
- míra zhutnění _požadovaný parametr dle KZP: min. 100%, požadovaný počet zk. dle KZP je 10x, provedena 11x zkouška s výsledkem min. 100,6%, max. 102,7%.....výsledky včetně četnosti zkoušek VYHOVUJÍ.
- vlhkost _požadovaný parametr byl kontrolován při provádění (ukládání) směsi do AZ dle KZP: požadovaný počet zk. dle KZP je denně, provedena 34x zkouška s výsledkem min. 14,3%, max. 17,9%.....výsledky včetně četnosti zkoušek VYHOVUJÍ.
- dávkování pojiva _požadovaný parametr dle KZP: -10% až +10%, od předepsaného množství dle PZ požadovaný počet zk. dle KZP je při každé dodávce, provedena 7x zkouška s výsledkem min. 2,1%, max. 2,2%.....výsledky včetně četnosti zkoušek VYHOVUJÍ

Oprava silnice navrhuje podle projektové dokumentace zpracované v 01/2014 ve vzorovém příčném řezu a ze souhrnné závěrečné zprávy z realizace tyto rozdílné technologie opravy:

KONSTRUKCE B - SANACE OKRAJE VOZOVKY (v místě recyklace za studena na místě)

návrhová úroveň porušení vozovky:			D1
třída dopravního zatížení:			IV
délka návrhového období			25 let
Index mrazu			375
ASFALTOVÝ BE TON PRO OBRUSNÉ VRSTVY	ACO 11+	ČSN EN 13108-1	50 mm
SPOJOVACÍ POSTŘÍK Z MOD. KATIOAKTIVNÍ EMULZE	PS, A	ČSN 736129	0,2 kg/m ²
ASFALTOVÝ BE TON PRO PODKLADNÍ VRSTVY	ACP 16+	ČSN EN 13108-1	70 mm
SPOJOVACÍ POSTŘÍK Z MOD. KATIOAKTIVNÍ EMULZE	PS, A	ČSN 736129	0,4-0,6 kg/n
JEDNOVRSTVÝ EMULZNÍ NÁTĚR	N JV	ČSN 736129, ČSN EN 12271	
RECYKLACE ZA STUDENA NA MÍSTĚ (CEMENT, ASF. POJIVO)	RS CA	TP 208	200 mm
VRSTVA ZE ŠTĚRKODRTI S MOŽNOSTÍ VYUŽÍT VYTĚŽENÝCH A PŘETŘÍDĚNÝCH			
PODKLADNÍCH VRSTEV, KTERÁ BUDE RECYKLOVÁNA ZA STUDENA NA MÍSTĚ S			
PŮVODNÍM MAT, Z OSTATNÍ ČÁSTI VOZOVKY	GN (ŠDb)	ČSN EN 13285	200 mm
ŠTĚRKODRT	GE (ŠDa)	ČSN 73 6126-1	200 mm
NESOUDRŽNÝ, NENAMRZAVÝ MATERIÁL VHODNÝ DLE ČSN 73 6133		ČSN 73 6133	500 mm
Mín. modul přetvárnosti na zemní plán $E_{def,2} = 45 \text{ Mpa}$		ČSN 721006 příloha A	
NETKANÁ GEOTEXTILIE ZAJIŠŤUJÍCÍ SEPARAČNÍ A FILTRAČNÍ FUNKCI		TP 79, ČSN EN 13249, ČSN EN ISO 10319	
pevnost v podélném a příčném směru min. 10 kN/m			
CELKEM			1020 mm

KONSTRUKCE A - RECYKLACE PODKLADNÍ VRSTVY NA MÍSTĚ ZA STUDENA - ASFALTOVÝ BETON

návrhová úroveň porušení vozovky:			D1
třída dopravního zatížení:			IV
délka návrhového období			25 let
Index mrazu			375
ASFALTOVÝ BE TON PRO OBRUSNÉ VRSTVY	ACO 11+	ČSN EN 13108-1	50 mm
SPOJOVACÍ POSTŘÍK Z MOD. KATIOAKTIVNÍ EMULZE	PS, A	ČSN 736129	0,2 kg/m ²
ASFALTOVÝ BE TON PRO PODKLADNÍ VRSTVY	ACP 16+	ČSN EN 13108-1	70 mm
SPOJOVACÍ POSTŘÍK Z MOD. KATIOAKTIVNÍ EMULZE	PS, A	ČSN 736129	0,4-0,6 kg/m ²
JEDNOVRSTVÝ EMULZNÍ NÁTĚR	N JV	ČSN 736129, ČSN EN 12271	
RECYKLACE ZA STUDENA NA MÍSTĚ (CEMENT, ASF. POJIVO)	RS CA	TP 208	200 mm
CELKEM			320 mm

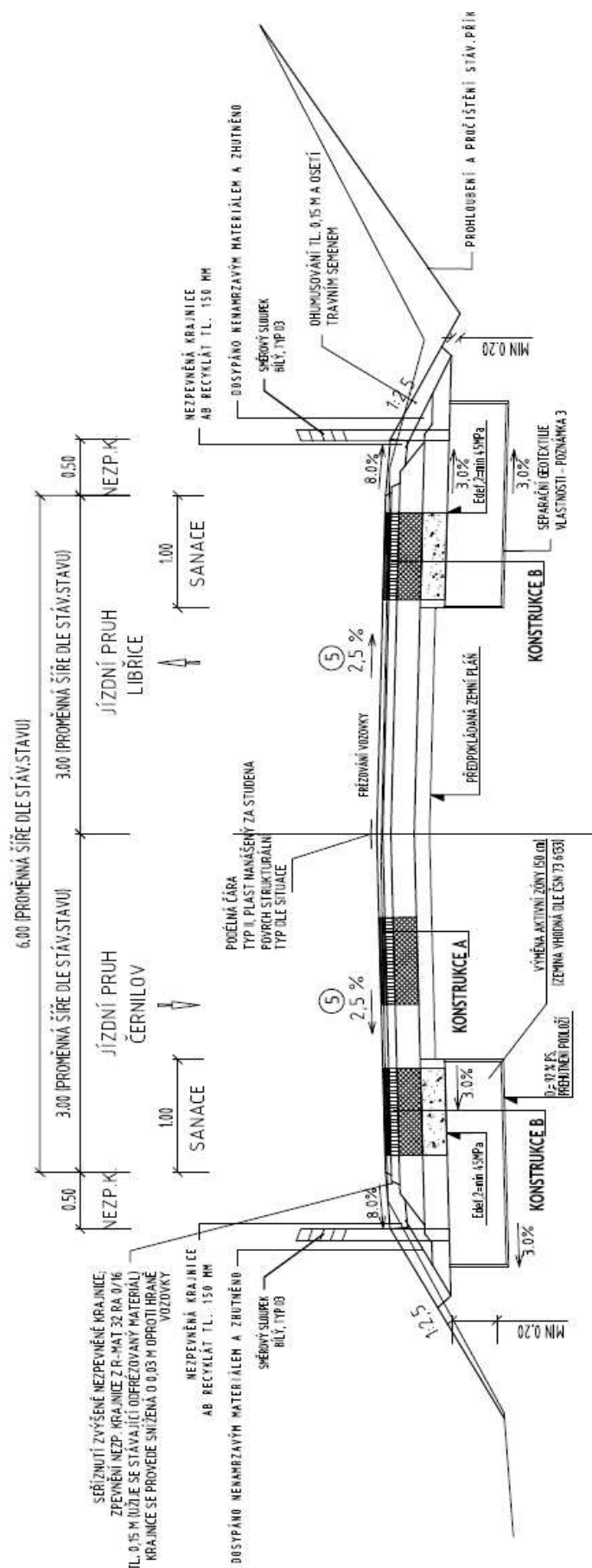
Navrženo na podkladě "Diagnostika vozovky a návrh opravy na vybraném úseku silnice II/308 Slatina – Černilov, Černilov, Černilov – Libřice, Libřice – hranice okresu RK",
Zpracovatel IMOS Brno a.s.

Obrázek 4 – Kopie Upřesnění opravy ze vzorových příčných řezů

[illegible]

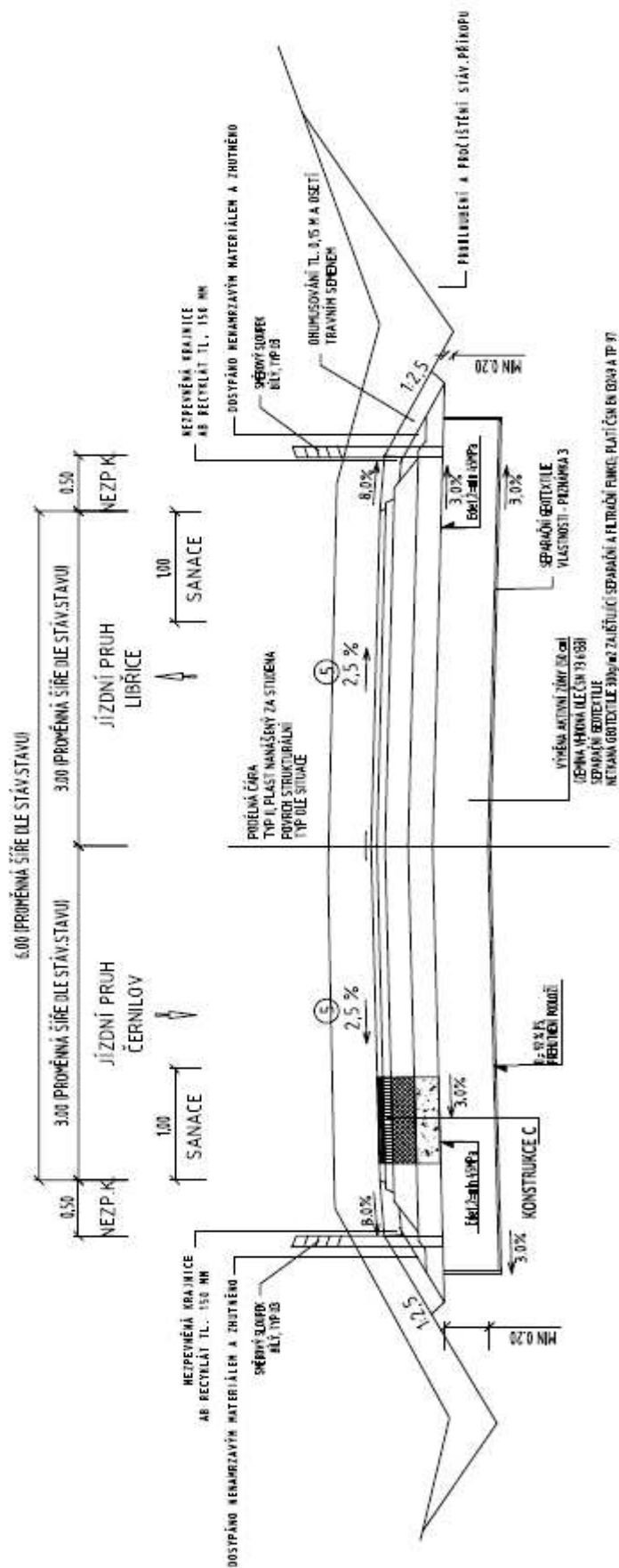
Obrázek 5 – Vzorový příčný řez pro úsek 2 v průtahu obcí Černilov

VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ SILNICE II/308, ČERNILOV – LIBŘICE, SO 101.3 km 8,500 – 9,705 km 9,835 – 11,420



Obrázek 6 – Vzorový příčný řez pro úsek 3 v km 8,500 až 9,750 a v km 9,835 až 11,420

VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ
SILNICE II/308, ČERNILOV - LIBŘICE, SO 101.3
km 9.705 - 9.835

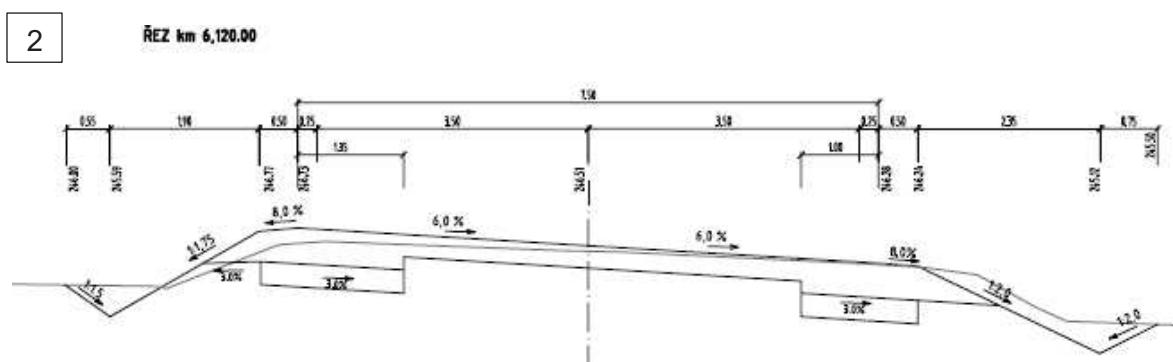
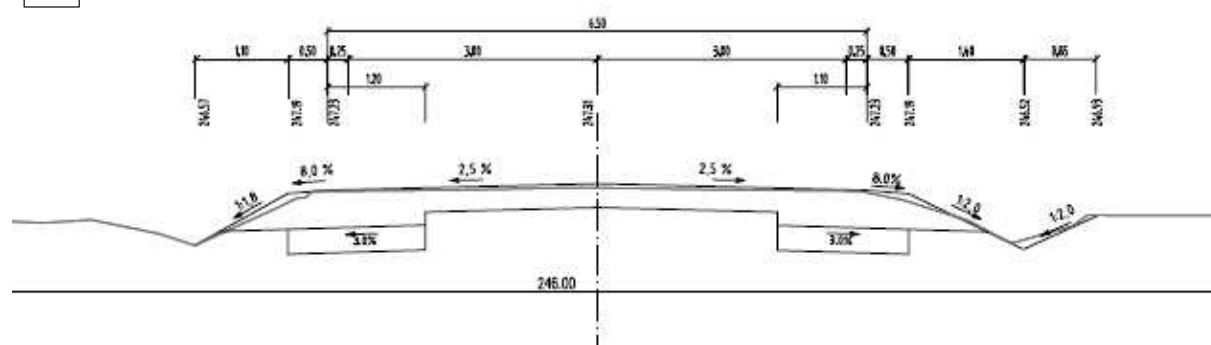


Obrázek 7– Vzorový příčný řez pro úsek 3 v km 9,705 až 9,835 znázorňuje rekonstrukci celé vozovky

[illegible]

strana 19/96

1 REZ km 5,040.00



3

0.50

2.05

PROHLoubENÍ PŘÍKOPU

NEZP. KRAJ

3.00

SLATINA

7+510,00

3.00

LIBŘICE

0.50

3.00

PROHLoubENÍ PŘÍKOPU

BET. ŽLABOVKA

DELICÍ ČARA

261.03

8%

-2.5%

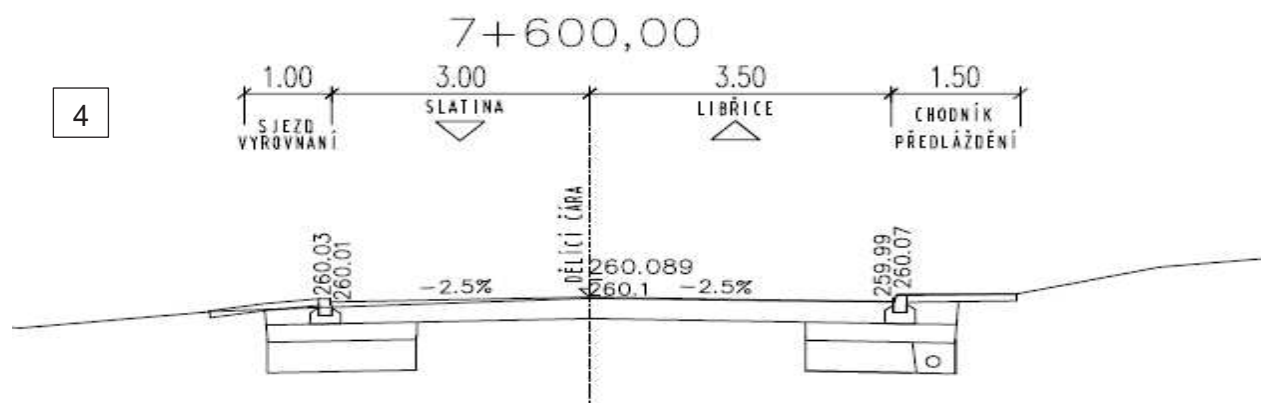
261.080

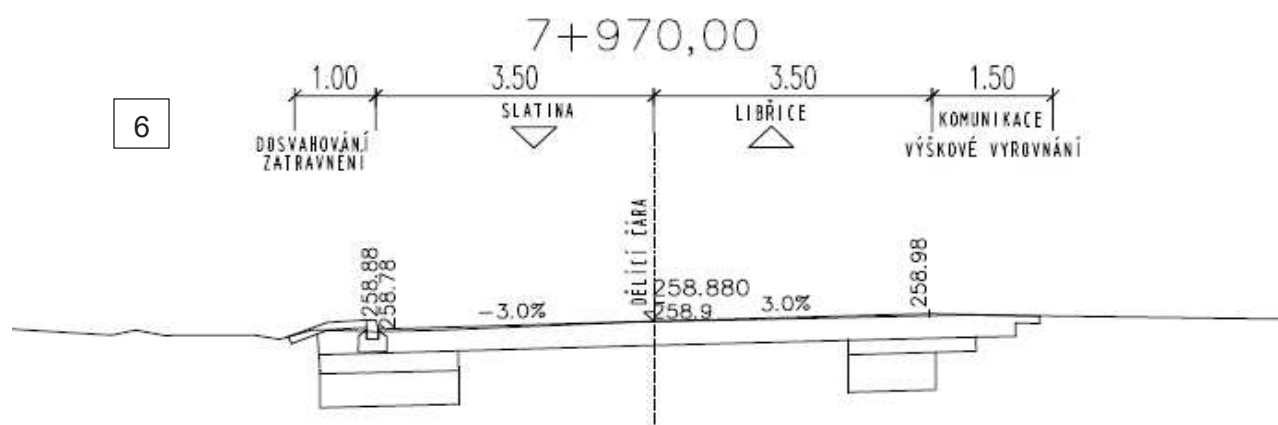
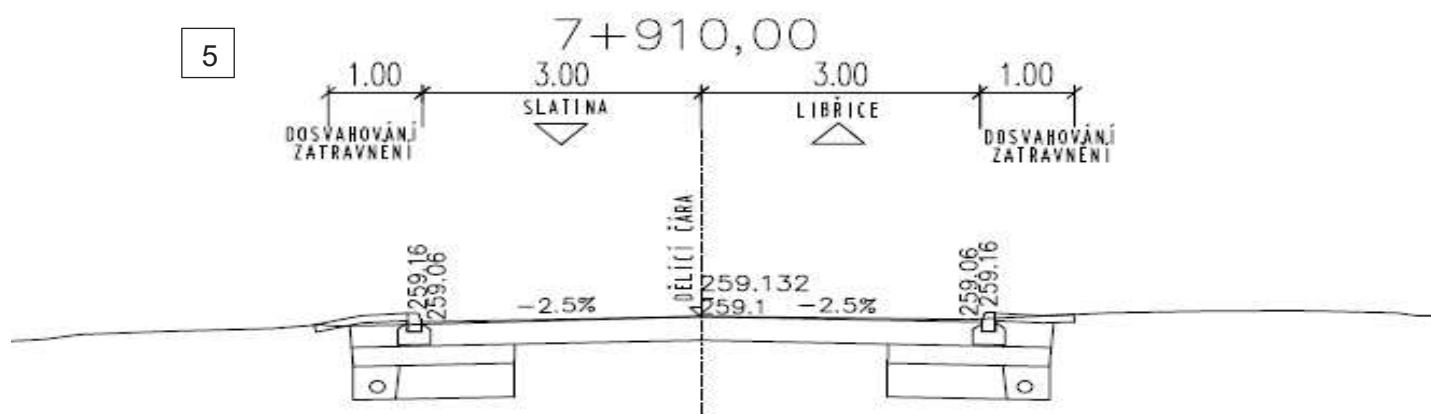
261.1

-2.5%

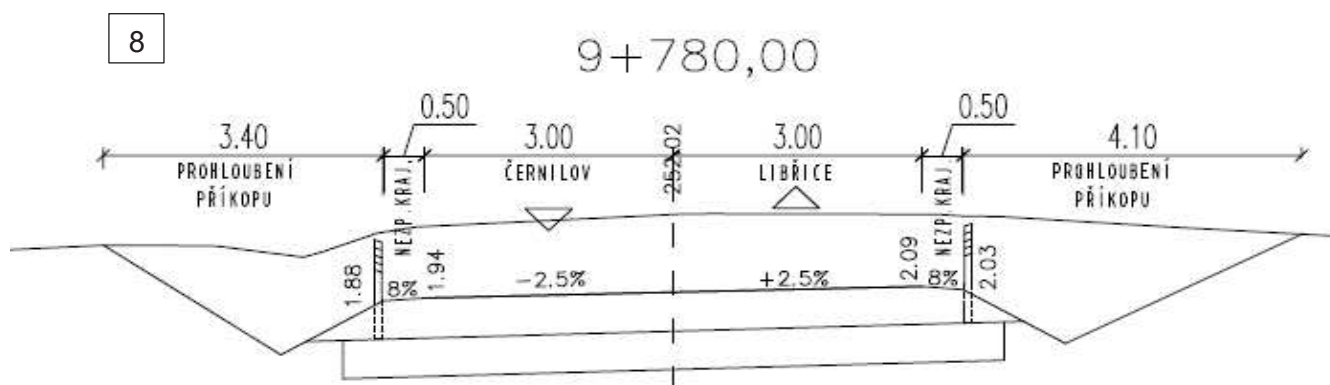
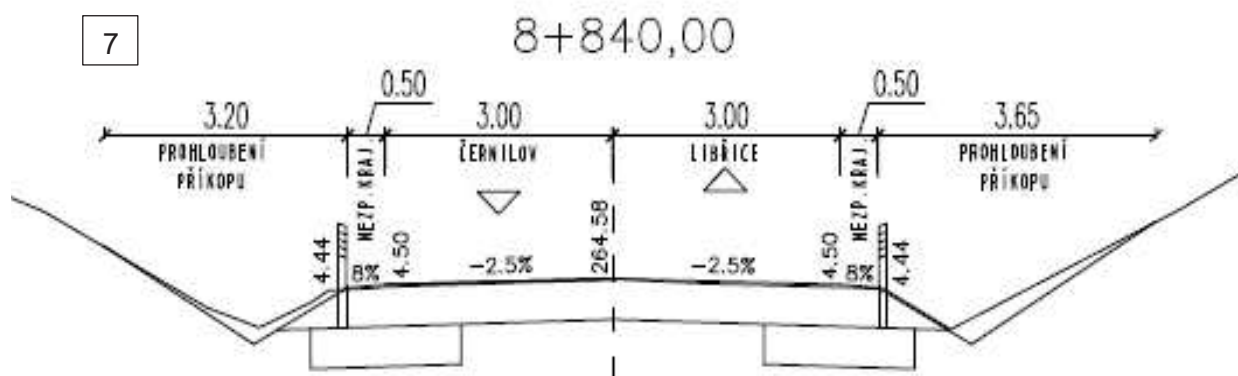
261.01

8%

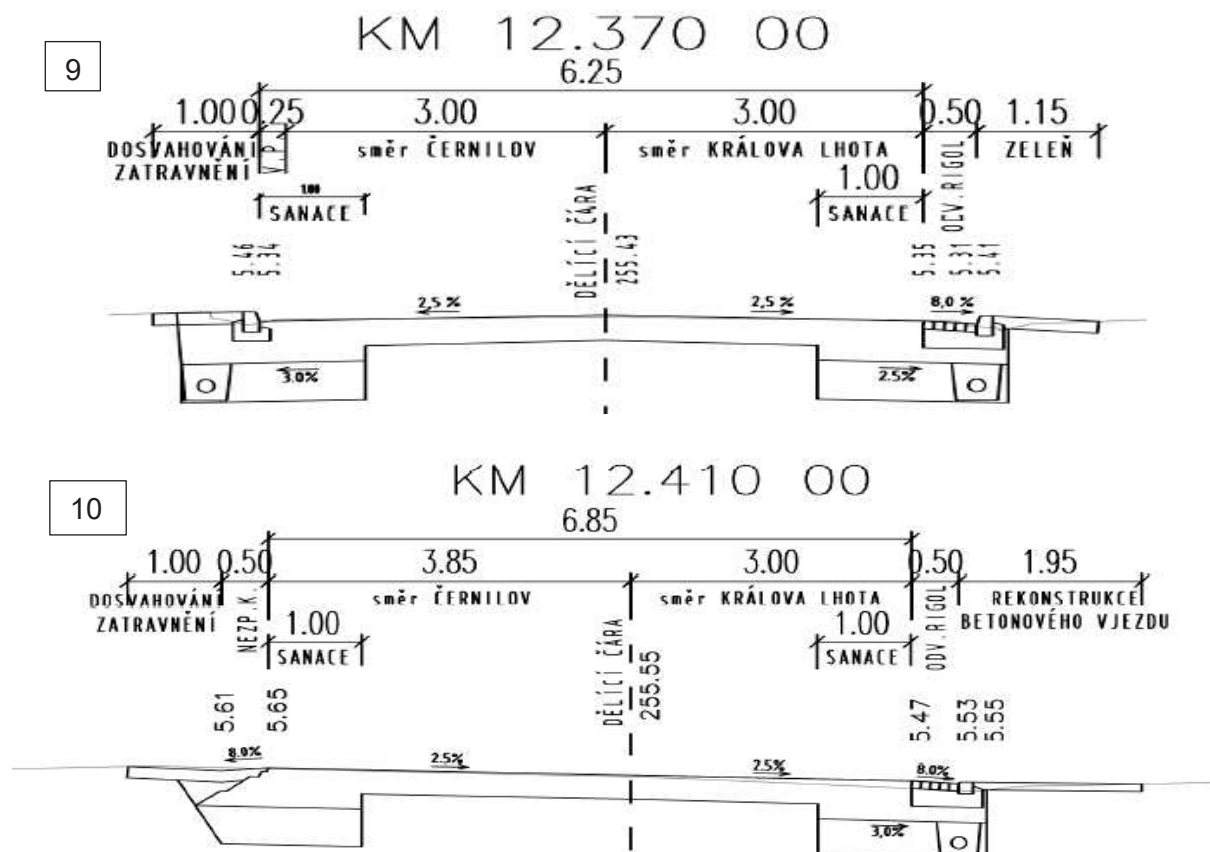




Úsek 3



Úsek 4



Obrázek 10 – Charakteristické příčné řezy z PDPS dokládající opravu všech rozdílných úseků posuzované silnice

Komentář znalce

V PDPS vzorové příčné řezy představují technologii provádění opravy.

Charakteristické příčné řezy schematicky představují konkrétní uspořádání vozovky v daném staničení vozovky, označují šířku a nadmořské výšky vozovky a usprádkování příkopu s šířkou, výškou na hraně nezpevněné krajnice, sklony svahů a hloubkou. Hloubku řeší podélný řez tak, aby bylo splněno řádné odvedení vody do vodoteče.

S ohledem na složité území z hlediska odtoku vody nejsou detaily příkopu řádně řešeny.

V úseku 1 jsou uvedeny sklony svahů, šířka a hloubka příkopů. Hloubka sanace je zřejmě uvedena jen 0,3 m ve shodě s diagnostikou vozovky [1], tj. hloubka nevhodné zeminy je (asfaltové vrstvy 0,12 + recyklace 0,2 + štěrkodrt' 0,2 + sanace 0,3) 0,82 m. Hloubka příkopů je 0,7 m. Odvodnění propustné sanace podloží není tedy zajištěno. Voda pronikající přes nezpevněnou krajnici do rýhy vyplněné propustným materiálem nemůže v příčném profilu odtéci do příkopu, ale naopak z příkopu při vyšší hladině vody nebo při zanesení příkopu může do rýhy přitéci. V případě vozovky v příčném sklonu v oblouku dokonce způsobuje, že voda z rýhy dá přednost zatékání do podloží původní vozovky (střed vozovky nebyl do této hloubky předmětem úprav). V obou případech dochází k zavodnění podloží a zemního tělesa, způsobí nízkou únosnost, což se projeví snížením doby životnosti vozovky s poruchami konstrukce, jak bude prokázáno v kapitole 3.3.12.

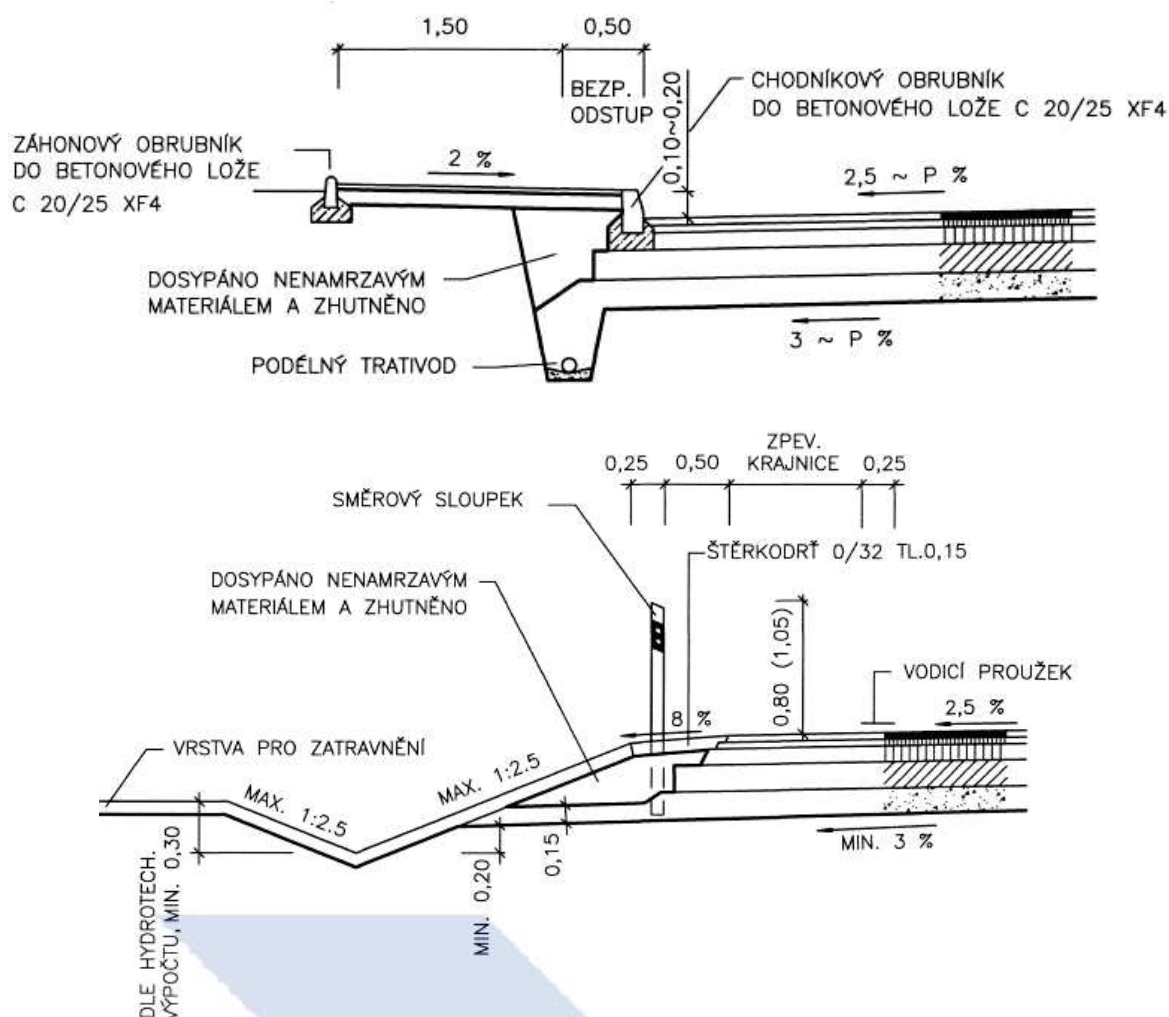
V úseku 2, v řezu 3 a 7 je shodné řešení jako v úseku 1 a v ostatních řezech v intravilánu jsou příkopy vynechány. Je navržena podélná drenáž (schémata 4 až 6), která měla být podle podélného profilu umístěna vpravo od km 7,72 až 7,938 a vlevo od km 7,790 až 7,938. Jelikož v rozporu s PDPS podle [1] nebyla drenáž vybudována, pak v tomto úseku není zajištěno odvodnění sanace podloží.

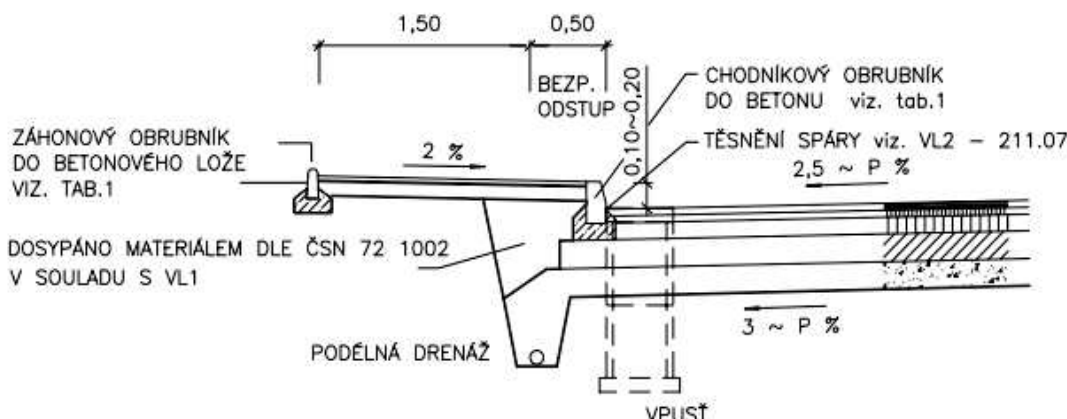
V úseku 3 jsou předloženy dva charakteristické příčné řezy viditelně neumožňující odvodnění propustného podloží, příkop je o $(0,52 + 0,5 - 0,7)$ 0,32 m výše než dno rýhy s propustným podložím.

V úseku 4 je oprava vozovky v intravilánu (schéma 9), kde je odvodnění řešeno podélnou drenáží umístěnou v sanaci, což neodpovídá vzorovému řezu v obrázku 2, podélná drenáž má mít dno nejméně 0,4 m pod úrovní podloží. Schéma 10 levý okraj neodvodňuje vůbec a vyskytující voda může zavodňovat podloží ve střední části vozovky.

3.3.2 Vzorové technologické listy VL 1

Pro zajištění správného technického řešení silničních staveb vydává MD ČR vzorové technologické listy. Pro technické řešení posuzované stavby platí [25] [1] a [26].





Obrázek 11 – Řešení odvodnění podle vzorových technologických listů v extravilánu s příkopem a intravilánu s chodníkem a případně s kanalizací.

Komentář znalce

Srovnáním obrázků 1 až 10 převzatých z projektové dokumentace PDPS lze dojít k závěru, že vzorové příčné řezy projektové dokumentace jen zdánlivě odpovídají vzorovým technologickým listům platným v době realizace stavby v obrázku 11.

Vzorové technologické listy nejsou použitelné všude, není totiž zohledněna skutečnost, že se pod okrajem vozovky navrhuje rýha vyplněná propustným materiálem (zemina typu štěrk, štěrkodrt' 0/63, lomový kámen) a spodní úroveň rýhy je navržena 300 mm pod úroveň dna příkopu. Pokud je rýha vytvořena v jílovitých nepropustných zeminách, které se v místě stavby nacházejí, v propustném materiálu rýhy se bude zdržovat voda v podstatě jen s náhodným odtokem, která umožní nasávání vody do nepropustných zemin zemního tělesa s dosažením plastické až tekuté konzistence. Na toto zjednodušení řešení měla reagovat realizační dokumentace (RDS).

Z tohoto hlediska nejsou vzorové příčné řezy správně navrženy. Až realizační dokumentace stavby (RDS) uvedla správné řešení, které je uvedeno v kapitole 3.3.3.

3.3.3 Realizační dokumentace stavby

Realizační dokumentaci stavby (RDS) předkládá Zhotovitel a řeší provedení stavby včetně všech detailů. RDS zpracoval stejný projektant jako PDPS, tj. Dopravně inženýrská kancelář.

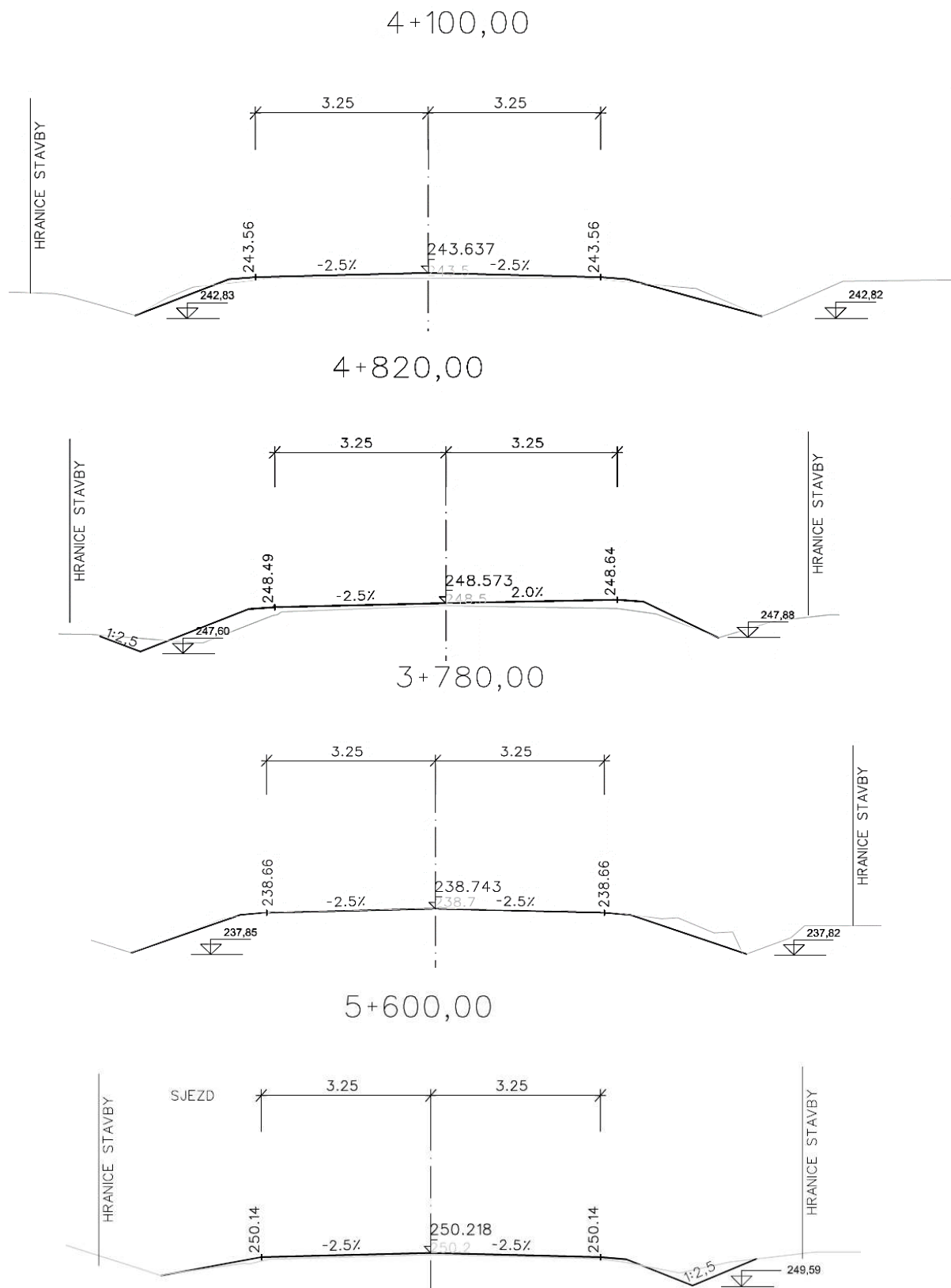
Úsek 1

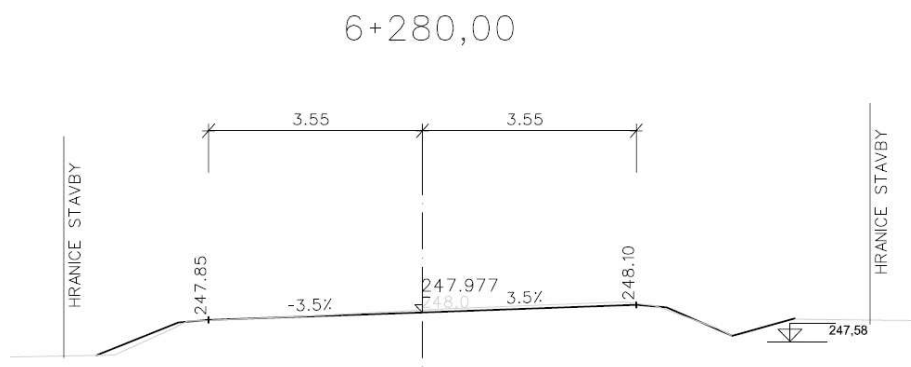
Z RDS byly znalci dostupné vzorové a pracovní příčné řezy.

Vzorový příčný řez v obrázku 12 dokumentuje změnu oproti řezům v PDPS. Namísto použití vrstvy propustného materiálu do podloží na okraji vozovky je zavedena úprava podloží pomocí pojiva GEOSOL C50 podle průkazní zkoušky podle [11][1]. Úprava jílovité zeminy sice zvýší její únosnost, ale zemina je nepropustná stejně jako bez úpravy. To na jedné straně znamená, že pokud bude oprava provedena tak, jak je ve vzorovém řezu nakresleno, voda proniknutá na podloží má odtok do příkopu. Na druhé straně stávající podloží původní vozovky (zelená čára) je níže, než je upravené podloží pojivem, a v případě proniknutí vody přes vozovku nebo při jednostranném příčném sklonu (viz charakteristický řez 2 v obrázku 10) nemůže voda protéci do příkopu nebo do podélné drenáže a bude snížena životnost vozovky ve střední části silnice.



Z pracovních příčných řezů v RDS [2][1] lze náhodně vybrat některé řezy. Všechny řezy totiž dokladují bezstarostnost z hlediska odvodnění podloží a zemního tělesa. Jsou vyznačeny pouze šířky a příčný sklon zpevněné části vozovky a její výšky ve středu a na okrajích a tvar a hloubka příkopu. Hloubka příkopu je obvykle 0,7 m. Je zajímavé, jak široký je pozemek silnice, který umožňoval řádné řešení příkopů z hlediska jeho šířky a hloubky.

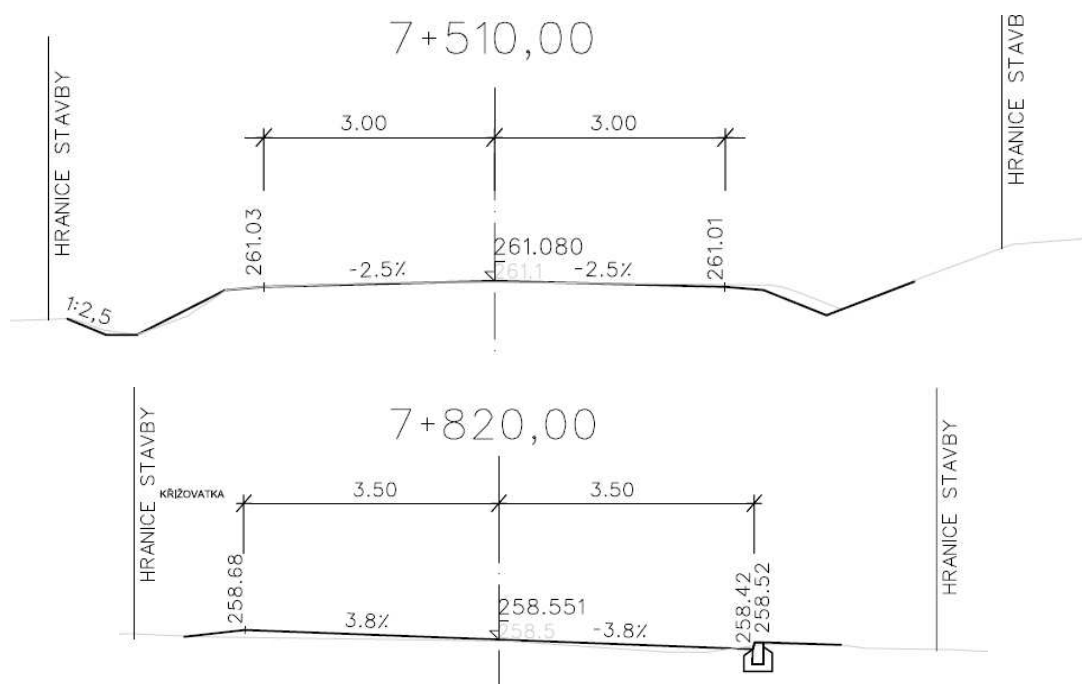




Obrázky 13 – Pracovní příčné řezy úseku 1

Úsek 2

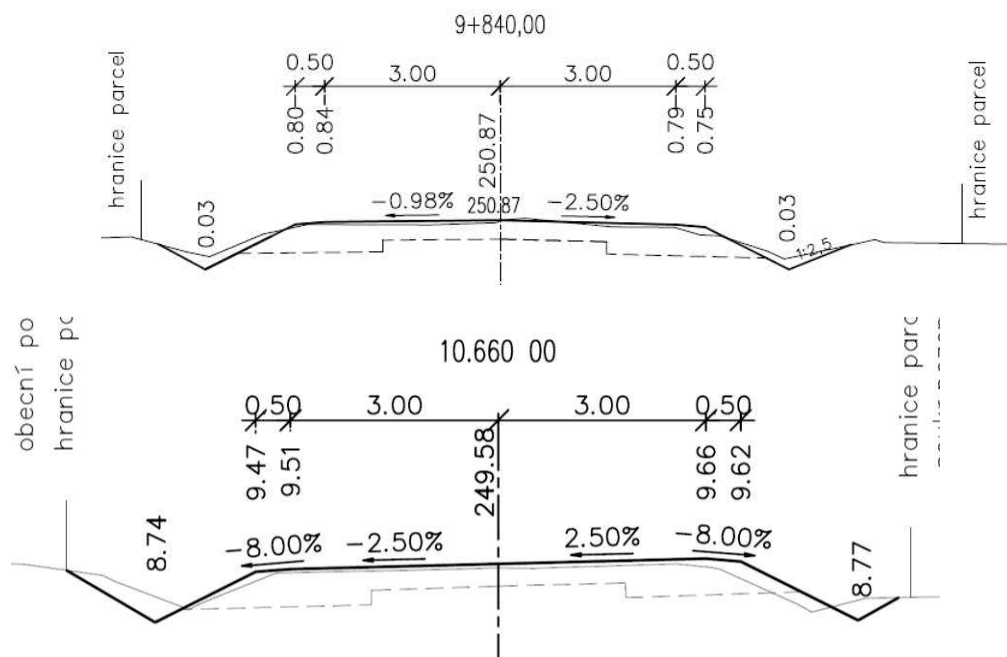
Pracovní příčné řezy v tomto úseku uvádějí pouze šířku a výšky středu a okrajů silnice případně s výškou obrubníku.



Obrázky 14 – Pracovní příčné řezy úseku 2

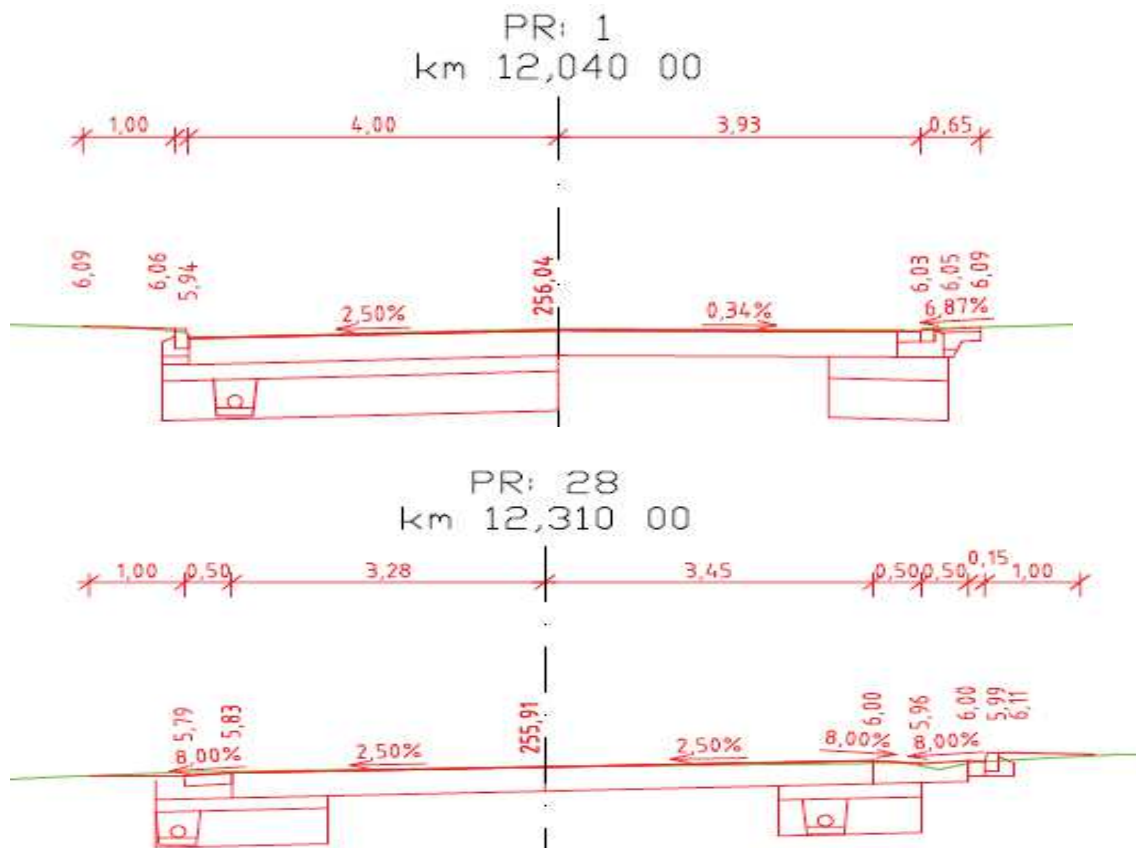
Úsek 3

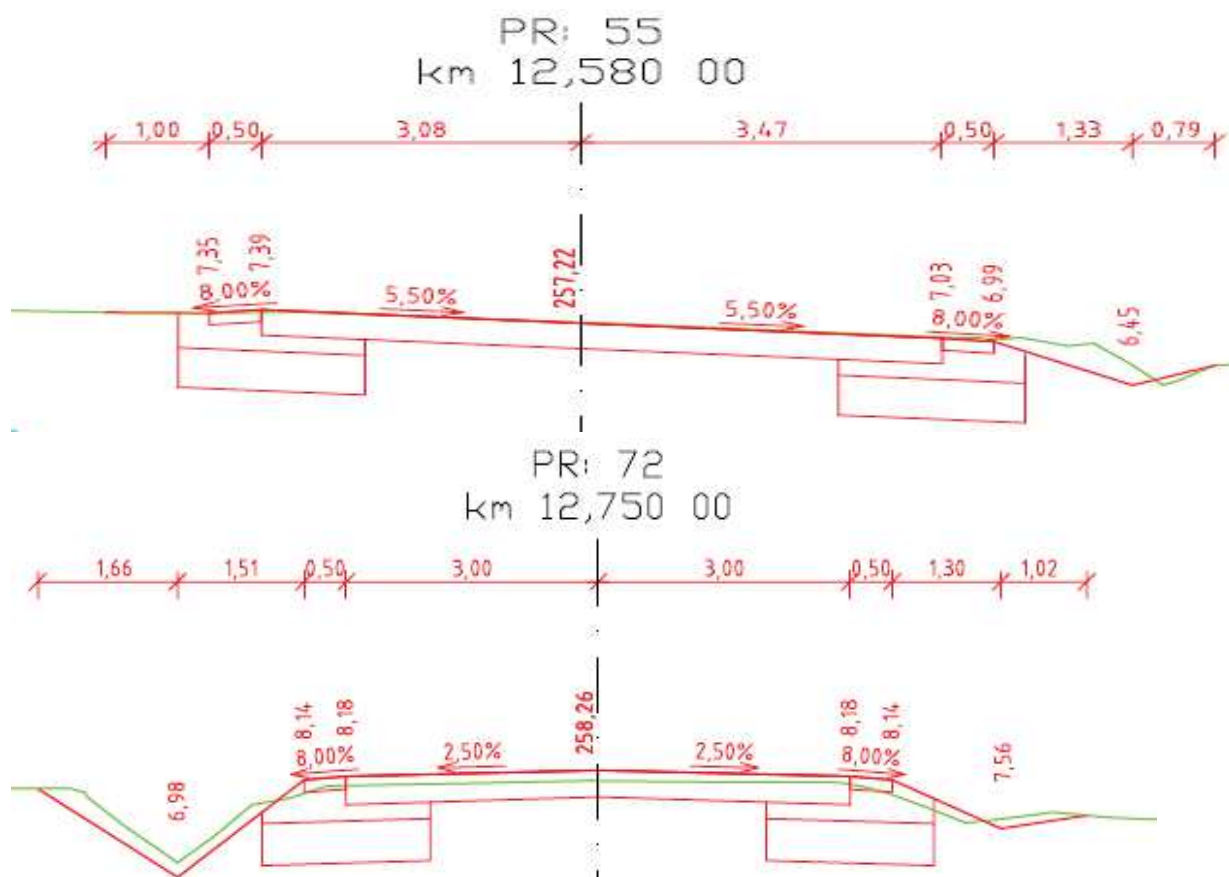
Pracovní příčné řezy v tomto úseku uvádějí pouze šířku a výšky středu a okrajů silnice a hloubku příkopů. Čárkovaně vyznačené úrovně jsou spodní úrovně podkladní vrstvy štěrkodrtě na okrajích vozovek a uprostřed vozovky je spodní úroveň recyklované vrstvy. Je zde jasně doloženo, že nevyznačená rýha v podloží vyplněná propustným materiálem nemůže být odvodněna, příkop je jen požadovaných 0,2 m pod vyznačenou úrovní štěrkodrtě a recyklované vrstvy. V druhém příčném řezu je znázorněno, jak v příčném sklonu ve směrovém oblouku bude zatékat do podloží uprostřed vozovky.



Obrázek 15 – Pracovní příčný řez v přímé a v oblouku v úseku 3

Na obrázku 16 jsou pracovní příčné řezy úseku 4. V průtahu obcí Libřice je navržena podélná drenáž (trativody podle RDS), ale jejich hloubka uložení je výše, než je hloubka paraplaně nebo přímo není drenáž navržena, což není správné řešení, viz PR 1. V extravilánu jsou některé příkopy opět výše, než je paraplaně a jsou tedy vytvořeny podmínky pro zavodnění nevhodných zemin, není tedy ve všech příčných řezech dodrženo odvodnění sanace podloží.





Obrázek16 – Řešení odvodnění vozovky v pracovních příčných řezech úseku 4.

Komentář znalce

RDS představila ve vzorovém listu úseku 1 řešení se zlepšením podloží pojivem. Toto řešení by v případě provedení stavby s tímto řešením zamezilo porušování okraje vozovek zavodněním podloží.

Pracovní příčné řezy dokumentují chyby v projektových dokumentacích, které se náležitě nezabývaly odvodněním zemního tělesa. Návrhem zvýšení únosnosti podloží provedením rýh na okrajích vozovek a jejich vyplnění propustným materiálem bez zajištění odvodnění této rýhy bylo zapříčiněno podstatné snížení únosnosti podloží se všemi důsledky poruch vozovky.

3.3.4 ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic

Z hlediska složitých podmínek z hlediska odvodnění silnice je třeba uvést znění ČSN 73 6101 týkající se příkopů:

Příkopy se navrhují:

- a) v základním trojúhelníkovém tvaru se sklony svahů nejvíce 1 : 2,5;*
- b) ve tvaru lichoběžníkovém se šířkou dna nejméně 0,30 m a sklony svahů nejvíce 1 : 2,5 v odůvodněných případech, např. z kapacitních důvodů;*
- c) ve tvaru lichoběžníku s větším sklonem svahu než 1 : 2,5, jestliže je příkop oddělen od koruny silničního nebo dálničního tělesa (záchytný příkop, příkop za záchytným bezpečnostním zařízením) a na úsecích silnic s nejvyšší dovolenou rychlostí do 60 km/h.*

Nejmenší dovolená hloubka příkopu je 0,30 m a zároveň jeho dno musí být umístěno nejméně 0,20 m pod úrovní přilehlé pláň.

Příkopy, jejichž dno leží nad úrovní pláň zemního tělesa, musí být vždy zpevněny a doplněny podélnou drenáží. Pokud půdní poměry umožňují odvodnění konstrukčních vrstev vozovky, lze od navržení drenáže upustit.

Podélný sklon dna příkopu musí být větší nebo rovný 0,5 %, u zpevněného dna nejméně 0,3 %. Příkopy se zpevňují k zabránění eroze v závislosti na podélném sklonu a hydrotechnických poměrech.

Návrh zpevnění je třeba posoudit pro podélné sklony dna větší než 3 %.

3.3.5 TP 83 Odvodnění pozemních komunikací

V odstavci 4.2.2.2 Příkopy je uvedeno:

Příkopy plní stejné úkoly jako rigoly, vykazují však zpravidla větší průtočnost. Protože příkopy oddělují komunikaci od přilehlého terénu, tvoří často recipientní prostor pro zachycení vod přitékajících z přilehlých povodí. V základním návrhu odvodnění je třeba vždy posoudit příkopy z hlediska dostatečné kapacity pro vody z přilehlých ploch.

Šířka dna a hloubka příkopu pozemní komunikace má činit alespoň 0,3 m. Jeho dno musí být umístěno nejméně 0,20 m pod úrovní přilehlé pláň. Sklony svahů určuje dle místa ČSN 73 6101. Příkopy mohou být z důvodů hydrauliky zvětšeny.

Komentář znalce

V PDPS i RDS jsou navrženy příkopy s větším sklonem svahů příkopů, což s ohledem na stávající silniční pozemek lze chápat. Některé pracovní příčné řezy v RDS (viz obrázky 13 až 15) dokumentují, že silniční pozemek toto řešení umožňoval.

Minimální podélné sklony vozovky jsou podle podélných profilů v uvedených úsecích:

- **Úsek 1 - jsou navrženy podélné sklony 0,3 % v km 4,385 až 4,393, v km 4,426 až 4,458 a v km 6,101 až 6,131.**
- **Úsek 3 - v km 8,604 až 8,699 je podélný sklon silnice 0,11 %, v km 9,356 až 9,476 je sklon 0,27 %. Jsou také navrženy sklony 0,3 % v km 8,52 až 9,936, v km 10,036 až 10,132.**
- **Úsek 4 je navržen v podélném sklonu 0,09 % v km 12,861 až 12,906, 0,26 % v km 12,834 až 12,861 a 0,3 % v km 12,732 až 12,828.**

Tyto sklony vyžadovaly pečlivé stanovení vedení dna příkopu, což v projektových dokumentacích nebylo vždy řádně řešeno. Nedobré řešení je také dokladováno v RDS pracovními příčnými řezy v obrázku 13 až 15.

3.3.6 Fotodokumentace postupu stavby

Z předaných fotografií technického dozoru stavby (TDS) byly vybrány fotografie, které dokumentují postup stavebních prací, které jsou s popisem znalce umístěny do přílohy 1 ZP.

Informace byly doplněny fotografiemi získanými při místním šetření znalce, které jsou v příloze 2 tohoto ZP. Vývoj poruch byl podrobně doložen fotografiemi dostupnými v Google maps, na které je v příloze uveden odkaz.

Zemní práce:

Zemní práce měly být provedeny tak, že na šířku 1 až 1,5 m je vytěžen materiál z okraje vozovky a odvezen na skládku. Dno rýhy je následně srovnáno a zhutněno. Následně je rýha vyplněna, urovnána a zhutněna po vrstvách propustným materiálem (lomovým kamenem 0/125 mm a stěrkodrtí 0/63 mm). Byla připuštěna také realizace vyplnění rýhy původní zeminou, která byla uložena do hrázky na odfrézovaný povrch vozovky a následně byla zemní frézou upravena pojivem, přemístěna do rýhy, srovnána a zhutněna. Specifikace a množství pojiva byly stanoveny průkazní zkouškou s dosažením požadované hodnoty CBR = 24 %, která je v dokumentu [1].

Komentář znalce k zemním pracím:

Z poznatků z fotografií z průběhu stavby obsažených v příloze 1 a posouzení stavu v roce 2023 včetně vývoje poruch do této doby dokumentovaného v příloze 2 jsou pro hodnocení stavby pro každý úsek silnice tato důležitá konstatování:

Úsek 1

- Vzorový příčný řez pro provádění stavby nebyl od první fáze zemních prací dodržen.
- Šířka výkopu podle vzorového řezu měla být od bodu hrany vozovky dané šířkou zpevněné části silnice do vzdálenosti 1,0 až 1,5 m do vozovky a na druhé straně až k vnitřní hraně příkopu nebo vnější hraně podélné drenáže.
- Skutečné provedení rýhy neodpovídalo tomuto požadavku. Byla vytvořena rýha pouze na šířku pohybující se mezi 1,0 m a 1,5 m.
- Skutečným provedením rýhy nebyl dodržen základní princip zemních prací na staveništích s tím, že veškerá voda (přitékající povrchová a dešťová) musí být ze stavby odvedena.
- K odvedení vody slouží příkop nebo podélná drenáž odvádějící vodu mimo staveniště do vodoteče.
- Propojení rýhy s příkopem není zajištěno, voda se shromažďuje v rýze, proniká do nevhodné jílovité zeminy, zvyšuje její vlhkost a zemina se stává plastickou až tekutou už v průběhu stavby.
- Je třeba ovšem konstatovat, že pokud by byl realizován výkop rýhy až do příkopu a realizováno správné řešení úpravy podloží pojivem, pronikající voda by odtékala z povrchu upraveného podloží do příkopu, který je minimálně o 0,2 m níže než zemní plán upraveného podloží a k zavodnění rýhy by nedošlo.

Úsek 2

- Řešení s podélnou drenáží (trativodem) v úseku 2 (průtah Černilov) není fotografiemi doloženo.
- Podle vyjádření [13] [1] je doloženo, že drenáž nebyla realizována.

- Podle výkopu vozovky v případě poruch a provedení oprav (viz přílohu 1 strana 10) je dokumentováno, že rýha je úzká, nedosahuje ani k okraji vozovky. Znamená to, že podloží není nijak odvodněno, povrchová voda jakýmkoliv způsobem pronikne přes vrstvy vozovky (porušení trhlinami) nebo krajnice a z přilehlého území do konstrukce vozovky a shromáždí se v zemním tělese a jílovité nevhodné zeminy mění svou konzistenci z pevné a tuhé do plastické až tekuté. Toto je hlavní příčinou poruch v průtahu obcí Černilov.

Úsek 3

- Zemní práce ve výkopu rýhy již dodržely vzorový příčný řez, výkop rýhy je proveden až do příkopu.
- Část úseku v km 9,540 až 9,808 se nachází v nepříznivých podmínkách z hlediska odvodnění území. Podrobný popis řešení je v příloze 1 strany 21 až 27.
- Vozovka je zde v podélném sklonu 0,2 % a 0,41 % a v minulosti byla často opravována vyrovnáváním povrchu.
- RDS pro tuto stavbu v podélném profilu výškové vedení příkopů neřeší. Jsou řešeny příkopy až od km 9,840.
- Existují tedy výrazné nesrovnalosti jak v dokumentaci, tak v provedení stavby.
- Výsledkem je trvale porušovaná vozovka s opakovanými poruchami jdoucími zřejmě po celou historii tohoto úseku silnice.
- Na provedené opravě se již po jednom roce projeví mozaikové trhliny, které v roce 2019 přešly k poruchám konstrukce, viz přílohu 2 strana 12 až 13.
- Kromě této problematické části silnice existují kratší poruchy okrajů vozovky na začátku úseku až k tomuto úseku a také menší poruchy za tímto úsekem. Také tyto úseky mají původ v zavodnění zemního tělesa.

Úsek 4

- V průtahu obcí se nově budovala dešťová kanalizace a bylo navrženo podpovrchové odvodnění silnice pomocí podélné drenáže. Bylo správně rozhodnutí, ale dno podélných tratí bylo vykresleno výše, než je úroveň výskytu nevhodných zemin parapláně, takže toto řešení reálně nezajistilo požadované odvodnění zemního tělesa.
- V extravilánu bylo navrženo odvodnění příkopy, jejichž dno je výše než sanace podloží lomovým kamenem. Také v některých místech, zejména ve směrových obloucích, není zabráněno zavodňování nevhodných zemin v zemním tělese ve středu silnice.

Pokračování výstavby

Po dokončení zemních prací se se při opravě úseků pokračovalo provedením vrstev vozovky na krajích vozovky formou provedení šterkodrti se zhutněním.

Následující operace budování vrstev vozovky se týkala rozfrézování a srovnání původní podkladní vrstvy vozovky. Následně tato vrstva byla zemní frézou promíchána s pojivem. Na obrázcích jsou vidět přepravníky práškovitého pojiva a dávkování pojiva na povrch rozprostření vrstvy. Vlastní promíchání recyklovatelné vrstvy není dokumentováno, není tedy jisté, zda byla při recyklaci použita asfaltová emulze, jak je uvedeno v dokumentu [12].

Po zhutnění a ztvrdnutí recyklované vrstvy následoval postřik povrchu asfaltovou emulzí a položení ložní a krytové vrstvy asfaltového betonu.

Poslední operací bylo těžení zeminy z příkopu a jeho vytvarování do předepsaného tvaru a dosypání nestmelené krajnice s použitím asfaltového recyklátu.

Komentář znalce

Posledními fotografiemi z průběhu stavby je dokumentováno, že příkop byl proveden až jako poslední operace po dokončení vozovky. Po celou dobu realizace nebyl příkop upraven tak, aby odváděl vodu v době stavby. RDS k takovému opatření nijak nepřispěla.

Pro úsek 1 a 2 to znamená, že po celou dobu výstavby tak nebyla odváděna dešťová voda a nebyl zajištěn odtok vody do příkopu, mezi příkopem a vrstvami vozovky zůstala nepropustná nebo málo propustná jílovitá zemina a na některých fotografiích je vidět stojící voda jak v provedené rýze, tak ve vrstvách z kameniva 0/125 mm a na vrstvě upravené pojivem.

Po dobudování vozovky dešťová voda z povrchu vozovky stéká podle příčného sklonu na nezpevněnou a propustnou krajnici. Přes krajnici a podkladní vrstvy prosakuje až na dno rýhy a ta se stejně jako při výstavbě vyplňuje vodou a dochází k plastické až tekuté konzistenci zeminy.

Ostatní dva úseky nejsou podrobně fotografiemi TDS dokumentovány, ale platí, že i zde musely být problémy s odvodněním sanace okrajů vozovky, protože příkop nebyl převážně hlubší než rýha pro sanaci okraje vozovky.

3.3.7 Stavební deník, SO 101.1

Technologický postup je dokumentován také každodenními zápisy ve stavebních denících.

Ze stavebního deníku stavby 1. etapy (km 3,765 až 6,286) byly vybrány informace od začátku prací na staveništi:

4.7.2016. Předání staveniště. Zahájení prací frézování asfaltových vrstev na předpokládanou výšku povrchu -120 mm frézami o šířce 2 m a 1 m, od km 6,296 do 6,040 celá šíře, následně do 4,900 jen levá strana. Frézovaný materiál odvážen na skládku. Konec frézování dne 8.7.

7.7. Strhávání krajnic levá strana a 6,000 až 5,500 pravá strana. Podle sondy byl ve vozovce nalezen štět v hloubce 20 cm až 27 cm.

8.7. Strhávání krajnic 5,300 až 4,400 levá strana a 5,500 až 5,300 pravá strana, odvoz na skládku.

9.7. Strhávání krajnic 6,120 až 6,000 a 3,780 až 4,400 pravá strana, odvoz na skládku. Štět v hloubce 43 cm pod úrovní frézování.

11.7. Strhávání krajnic 6,180 až 6,296 odvoz na skládku.

12.7. Výkop sanací krajů vozovky pravá strana km 6,120 až 5,860, odkop konstrukce a výkop podloží, který se odvezl na skládku, zhutnění parapláně.

13.7. Výkop sanací krajů vozovky pravá strana km 5,860 až 5,580, odkop konstrukce a výkop podloží, který se odvezl na skládku, zhutnění parapláně.

14.7. Zastaveny práce vytrvalý déšť, navážení ŠD 0/63 do podkladní vrstvy.

15.7. Zásyp sanací do úrovně zemní pláně s hutněním po vrstvách, provedení zatěžovací zkoušky s výsledkem $E_{def} = 62,5$ MPa s poměrem modulů 1,48. Výkop sanací 5,580 až 5,280 pravá strana, odvoz výkopku na skládku, čerpání vody, zlepšení zeminy do aktivní zóny podloží.

Kontrolní den. Byl odsouhlasen rozsah sanací. Stavba probíhá dle schváleného harmonogramu. Podepsaní za TDS a kontrolora BOZP Ing. Horn a Ing. Horáček, za zhotovitele Jan Štych, za autorský dozor Ing. Burianec a za Speciální stavební úřad MMHK Ing. Vlachá.

16.7. Zásyp sanací do úrovně zemní pláně s hutněním po vrstvách v km 5,900 až 6,100 pravá strana. Výkop sanací (konstrukce vozovky a zemní pláně), odvoz výkopku na skládku v km 5,280 až 5,000. Čištění výkopu od naplavenin po dešti 14.7. a čerpání vody. Kontrola vlhkosti zeminy každý den podle KPZ.

18.7. Podobně jako výše. Tento den uveden zásyp sanací do úrovně zemní pláně vhodným nenamrzavým materiálem. Je také ve SD připsáno, že dle KPZ se kontrolovalo dávkování pojiva a hrudkovitost zlepšené zeminy, byla do 25 mm, tedy vyhovuje.

19.7. Zásyp sanací vhodným materiálem, hutnění po vrstvách a výkop s odvozem materiálu na skládku v km 5,850 až 5,600, pravá strana.

20.7. Zásyp sanací vhodným materiálem, hutnění po vrstvách. výkop s odvozem materiálu na skládku v km 5,600 až 5,450, pravá strana. Provedení zkoušky míry zhutnění a modulu přetvárnosti a geometrické zaměření zemní pláně podle KPZ s vyhovujícím výsledkem. Archeologický průzkum souhlasí s pokračováním prací.

21.7. až 1.8. Zásyp sanace ŠD 0/63 s hutněním. Na zemní pláni byly provedeny zkoušky.

2.8. Druhý kontrolní den. Stavba je opožděná oproti stanovenému harmonogramu kvůli objízdě trase objektu SO 201. Probíhá jednání o úpravě DIO. Podepsaní účastníci jako na prvním kontrolním dni dne 15.7.

Ve dnech 2.8. až 12.8. pokračovaly pravidelné práce. Na třetím kontrolní dne 12.8. bylo konstatováno, že byl předložen nový harmonogram s dokončení obrusných vrstev do 20.9.2016 s požadovaným zprovozněním úseku.

21.8. Do tohoto dne se pokračovalo na výkopech a sanaci okrajů vozovky, ale tento den byly práce zastaveny z důvodu vydatného deště.

22.a 23.8. Zásyp sanací po vrstvách s hutněním do úrovně pláně pomocí stabilizace zemin na mezideponii. Dále se už kontroluje dávkování pojiva, kontrola hrudkovitosti a modul přetvárnosti na vrstvě. ŠD 0/63 se přidává vrstva asfaltového recyklátu.

25.8. Kontrolní den č. 4. Někteří pracovníci nemají vhodnou obuv a reflexní vesty, občané si stěžují. Od 29.8. bude předáván denní harmonogram. Zhotovitel byl upozorněn na intenzivnější využití vhodných klimatických podmínek k prodloužení pracovních směn a využití víkendů pro práci. Stavba je zpožděna oproti schválenému harmonogramu. Zápis je podepsán za TDS Ing. Hornem a Horáčkem, za zhotovitele Janem Štychem.

26.8 až 31.8. Sanace do úrovně aktivní zóny a následně položení a zhutnění vrstvy ŠD 0/63 20 cm a asfaltového recyklátu 20 cm. Průběžná kontrola vlhkosti zemin, geometrie zemní pláňe a konstrukčních vrstev s vyhovujícími výsledky.

1.9. až 3.9. Kromě sanací okrajů se bourají nesanovaná místa uprostřed vozovky před recyklací. Neuveden důvod a způsob provedení.

Komentář znalce

Výpisy ze zápisů ve stavebním deníku dokladují, že výkop okraje vozovky se označuje jako strhávání krajnic. Ve výkopu se nacházela konstrukce původní vozovky tvořená štětem (ručně rovnané kameny velikosti větší než 125 mm přímo na podloží vozovky s tím, že do povrchu kamenů se zaklíňovaly zrna štěrku do 90 mm). Pod odstraněnou konstrukcí se nacházelo podloží tvořené zeminou. Materiál z konstrukce vozovky i zemina se odvážely na nespecifikované skládky. Toto provádění je dokumentováno fotografiemi TDS v příloze 1.

Důležitá je kombinace výměny podloží za vhodný nenamrzavý materiál a úprava zemin prováděná víceméně zároveň. Úprava není ve stavebním deníku nijak definována. Ve zjištění konstrukce je uvedeno [9], že *zeminy jsou vhodné pro úpravu pojivem (např. vápnem)*. V průkazní zkoušce [11] je uvedena úprava zeminy F4 CS písčitého jílu s mezí plasticity W_p 19 % a mezí tekutosti W_L 35 %. Po úpravě pojivem GEOSOL C50 (směsné anorganické pojivo vyráběné mísením vzdušného vápna s cementem a elektrárenským popílkem, popř. s odpraškou z rotační cementářské pece) v množství 2 % hmotnosti bylo dosaženo po 96 h zrání a 96 h saturace CBR v hodnotě 24 %. Pro ostatní druhy zeminy uvedené v [10] nemusela být tato receptura vhodná.

Stavební deník o recyklaci podkladu

30.8. do 5.9. Rozfrézování stávajících vrstev na hl. 20 cm. Problém s nemožností frézovat v místech nedokončených propustků

7.9. Začátek recyklace podkladu 20 cm s pojivem cement 4 % a asfaltová emulze 0,5 %. Šířka 6,9 m. Problém byl se snížením nivelety silnice, vyrovnávání grejdrem. Kropení povrchu po dokončení, kontrola rázovými zkouškami. Dodavatel prací upozorňuje, že po hotové úpravě klopené pro správné tvrdnutí recyklované vrstvy projíždí těžká vozidla cizí firmy.

20.9.2016 Práce do km 6,280 byly dokončeny.

Existovaly spory o vícepráce mezi zhotovitelem a objednatelem (fa Swietelsky).

Stavební deník stavby, SO 101.2

Úsek byl proveden s původním návrhem s výměnou podloží dvěma vrstvami štěrku zrnitosti 0/125 po 250 mm položenými na geotextilii.

Ze stavebního deníku jsou vybrány podstatné údaje o provádění:

5.9.2016 se začalo frézováním asfaltových vrstev s odvozem na skládku

13.9. Strhávání krajnice a odvoz na skládku

14.9. Sanace – těžení levé strany konstrukce a aktivní zóny a odvoz na skládku (17.9. odvodnění pravého příkopu vozovky),

22.9. Zavážení výkopů: průběžné hutnění, položení geotextilie na dno a boky výkopů, provedení 2x 25 cm 0/125 + 20 cm ŠD (30.9. zatěžovací zkouška, vyhovuje)

3.10. Na ŠD se přidává recyklát 20 cm

5.10. Těžení konstrukce a aktivní zóny levé strany, následné zavážení a hutnění 2x25 cm 0/125, ode dne 7.10. včetně položení a zhutnění recyklátu

10.10. Pravá strana výkop rýhy pro sanaci a stejný postup jak na levé straně až do 10.11.

19.10. Rozfrézování asfaltových vrstev

20.10. Recyklace za studena podkladní vrstvy, konec v km 8,760 dne 21.10.

3.11. Pokládka vrstvy ACP

11.11. Provedení recyklace před křižovatkou

14.11. Pokládka ohrusné vrstvy dvěma finišery

15.11. Pokládka ložní vrstvy

17.11 Tvorba příkopů odvoz materiálu na skládku

24.11. Měření a úklid pracoviště

4.2. a 23.2 Provedena kolaudace včetně zimních opatření.

Komentář znalce

Zápis ve stavebním deníku této stavby také popisují postup stavby stržením krajnice výkopem rýhy, zavážení výkopů s použitím geotextilie, položení podkladní vrstvy, provedení recyklace a asfaltových vrstev. Teprve po dokončení vozovky byly vytvořeny příkopy, tedy po celou dobu stavby nebylo zajištěno odvodnění stavby.

3.3.8 Diagnostika vozovky silnice II/308

Zpracovaná diagnostika vozovky [3][9] z roku 2013 byla podkladem pro zpracování projektové dokumentace. Dále jsou uvedeny některé části důležité pro zpracování ZP.

Dopravní zatížení

Při zadávání dopravního zatížení se postupuje podle technických podmínek TP87.

Dopravní zatížení je charakterizováno počtem těžkých nákladních vozidel (TNV) na základě výsledků ze sčítání dopravy v roce 2010. Na předmětných úsecích silnice II/308 se nachází následující sčítací úseky s definovaným počtem TNV uvedeným v tabulce 1.

Tabulka 1 – Stanovený počet TNV podle sčítání dopravy

Úsek	sčítací úsek	$TNV_0 = TNV_k$	TDZ
Úsek č. 1 - Slatina - Černilov	5-3340	418	IV-střední
Úsek č. 2 - Černilov	5-3340	418	IV-střední
Úsek č. 3 - Černilov - Libřice	5-3340	418	IV-střední
Úsek č. 4 - Libřice – hranice okresu RK	5-3357	722	III - polotěžké
Vysvětlivky: TNV_0 , TNV_k průměrná denní intenzita TNV v roce sčítání dopravy a v dílčím návrhovém období; TDZ třída dopravního zatížení			

Podle sdělení objednatele dochází na předmětných úsecích sezónně k výraznému nárůstu těžké nákladní dopravy v souvislosti s provozem cukrovaru. Proto byly pro vyhodnocení únosnosti a návrhy oprav použity dvojnásobné hodnoty TNV_0 .

Hodnocení poruch

Vyskytující se poruchy byly graficky zaznamenány a stav povrchu vozovky byl hodnocen jako havarijní. Poruchy jsou také dokumentovány charakteristickými fotografiemi uvedenými níže.

Příloha obsahuje grafický záznam vyskytujících se poruch vozovky podle TP 82. Kromě poruch vozovky jsou zaznamenána místa výskytu nefunkčních nebo zanesených odvodnění a stojící vody v příkopech. Tyto podklady vedly k návrhu opravy vozovky.



Fotografie 1, km 5,710 - Velkoplošné vysprávkování tryskovou metodou (tj. postřik asfaltem a posyp drtí velikosti 4/8 mm) podél okrajů vozovky a trhlin příčných, nepravidelných a mozaikových



Fotografie 2, km 7,910 - Síťové trhliny na okraji vozovky po provedení vysprávký asfaltovou směsí



Fotografie 3, km 8,420 - Síťové trhliny a plošné deformace ve vysprávce (prolomení vozovky)



Fotografie 4, km 9,205 - Síťové trhliny a vysprávký asfaltovou směsí podél okrajů vozovky bez odvodňovacích příkopů.



Fotografie 5, km 10,710 - Vpravo olamování okraje vozovky, vlevo vysprávký krátkých příčných a mozaikových trhlín.



Fotografie 6, km 12,060 – Vysprávka asfaltovou směsí, opět se vyskytující síťové trhliny (prolomení vozovky).



Fotografie 7, km 12,860 - Velkoplošné vysprávky okrajů vozovky asfaltovou směsí, příčné a podélné trhliny ošetřené tryskovou metodou.

Rázové zatěžovací zkoušky

Měřená data potřebná pro hodnocení únosnosti (průhybové čáry pod normovým zatížením, stanovení modulů pružnosti jednotlivých vrstev vozovky a podloží, stanovení zbytkové doby životnosti a návrh zesílení) jsou podrobně zaznamenána a graficky vyhodnocena.

Grafické znázornění průhybových čar je použito ke srovnání původní porušené vozovky v havarijním stavu s vyhodnocením vozovky opravené po 5 až 6 letech užívání v kapitole ZP 4.1.9.

Sondy a laboratorní rozbor

Za účelem zjištění údajů o konstrukci vozovky byly provedeny vývrty asfaltových vrstev, které sloužily ke stanovení jejich tloušťek a posouzení typů směsí.

Skladba konstrukčních vrstev a údaje o podloží vozovky byly převzaty ze zprávy č. 195/11/13 „Zjištění konstrukčních vrstev a podloží vozovky – doplnění diagnostiky vozovky“ z listopadu 2013, zpracovatel Global - Geo, s.r.o [6].

Kopané sondy sloužily ke stanovení tloušťek, druhu vrstev a stanovení vlastností podloží.

Návrh opravy vozovky

Oprava vozovky byla navržena v alternativách po odstranění 2 asfaltových vrstev frézováním:

- A) při sanaci okrajů vozovky bude použito dvou vrstev šterkodrti a podkladní vrstva z asfaltového betonu ACP 22+ v tloušťce 80 mm a následně na celé šířce vozovky další dvě vrstvy asfaltového betonu **ACL 16 + tl. 50 mm a ACO 11 + tl. 40 mm**.
- B) Namísto ACP bude použito recyklace stávajícího podkladu za studena namísto s použitím pojiva cement a asfaltového pojiva. Pokládka asfaltového betonu pro obrusné vrstvy **ACO 11 + tl. 40 mm ACL 16 + tl. 50 mm**.

Jako sanace okrajů vozovky se navrhlo: – odtěžení všech konstrukčních vrstev do hloubky 700 mm pod úroveň odfrézovaného povrchu, separace geotextilií, náhrada za podložní zeminu nenamrzavým a únosným materiálem v tl. 300 mm s požadavkem na dosažení parametru $E_{\text{def},2} = 45 \text{ MPa}$ a položení podkladní vrstvy ŠD o tl. 200 mm. V případě A) bude provedena další vrstva ŠD 150 mm, v případě B) ŠD tl. 200 mm, která bude recyklována za studena na místě zároveň s původním materiálem z ostatní části vozovky, nebo lze přímo příčným přesunem použít tento materiál.

Součástí opravy bude oprava nefunkčního odvodnění, úprava nezpevněných krajnic, případně další úpravy součástí a příslušenství silnice podle požadavků správce.

Komentář znalce

Návrh vozovky podle zpracovatele diagnostiky vycházel ze sčítání dopravy a z informace Objednatele, že na předemětných úsecích sezónně dochází k výraznému nárůstu těžké nákladní dopravy v souvislosti s provozem cukrovaru. Proto byly pro vyhodnocení únosnosti a návrhy oprav použity dvojnásobné hodnoty TNV_0 , tj. návrhový počet TNV_k byl úsecích 1 až 3 celkem 836 TNV a pro úsek 4 celkem 1 444 TNV.

Přiložené obrázky z diagnostiky dokládají ojedinělé konstrukční poruchy zejména v obcích, porušené okraje vozovky s trhlinami, vyspravené často jen tryskovou metodou a poruchy obrusné vrstvy trhlinami příčnými podélnými a mozaikovými.

Navržená oprava byla velkorysá – navrhovala výměnu krytových vrstev, které byly porušené trhlinami a nerovnostmi, udržované pouze tryskovou metodou (ruční postřik asfaltem a posypem kameniva velikosti 4/8 mm), a zpracování podkladních vrstev recyklací za studena hydraulickým pojivem. Tímto opatřením se vozovka homogenizovala a připravila pro vyšší dopravní zatížení.

Oprava okrajů byla navržena zejména pro časté konstrukční poruchy na okrajích vozovek poklesem povrchu, ulamováním okrajů a výskytu všech typů trhlin celkovou rekonstrukcí vozovky včetně úpravy podloží jak ve volné trase, tak i v obcích. Celková tloušťka vozovky včetně úpravy podloží byla navržena 790 mm.

3.3.9 Zjištění konstrukčních vrstev a podloží vozovky – doplnění diagnostiky vozovky

V podkladu [6][1] je doplnění diagnostiky vozovky, která slouží jako podklad ke zpracování projektové dokumentace pro připravovanou rekonstrukci silnice II/308 mezi obcemi Hradec Králové Slatina - Libřice, v celkové délce 7,75 km.

Cílem ověřovacích prací je zjištění stávajících konstrukčních vrstev komunikace, vč. zjištění druhu podloží a stanovení příslušných geotechnických charakteristik v trase.

Dle mapy vrtné prozkoumanosti, vedené Českou geologickou službou - Geofondem, nebyly v trase komunikace v minulém období prováděny žádné geologické práce využitelné pro předmětnou stavbu. Byly proto provedeny ověřovací sondy S1 až S9 do jednotné hloubky 1 m pod stávající povrch vozovky (v celkové metráži 8,90 m).

Typ vodního režimu se stanovoval podle ČSN 73 6114 [21] a TP 170 Navrhování vozovek PK [24]. V naprosté většině sond, při nezastižení podzemní vody, se vycházelo při určení vodního režimu ze stupně konzistence zemin pláně a hodnocení je obsaženo v tabulce 1 (v tomto ZP tabulka 2).

Tabulka 2 - Souhrnný přehled vodního režimu v sondách

Úsek č.	Sonda č.	Vodní režim
4	S1	příznivý (HPV nezjištěna, pevná konzistence podložní zeminy)
4	S2	příznivý (HPV nezjištěna, pevná konzistence sypaniny)
3	S3	velmi nepříznivý (průsak vody v 0,30 m, tuhá konzistence podložní zeminy)
3	S4	příznivý (HPV nezjištěna, pevná konzistence podložní zeminy)
3	S5	příznivý (HPV nezjištěna, pevná konzistence podložní zeminy)
2	S6	příznivý (HPV nezjištěna, pevná konzistence podložní zeminy)
2	S7	příznivý (HPV nezjištěna, pevná konzistence podložní zeminy)
1	S8	příznivý (HPV nezjištěna, pevná konzistence podložní zeminy)
1	S9	nepříznivý (HPV nezjištěna, tuhá konzistence podložní zeminy)

Poznámka: Pouze v jediné sondě (S3) je zastižena srážková voda, akumulovaná v konstrukčních vrstvách komunikace.

Komentář znalce

Umístění sondy S3 dokumentuje následující obrázek 6 s odebraným materiálem z vrtu nacházející se v dokumentaci sondy S3. Silnice je v daném místě v zářezu, bez odvodnění (nefunkční příkop) a vozovka vykazuje poruchy hlubokým poklesem kraje vozovky s výskytem trhlin. Je jasné, že v tomto místě musela povrchová voda, která neměla kam odtéci, proniknout přes poruchy vozovky a krajnici bez funkčního příkopu do vozovky a zeminy v podloží. V provedeném vrtu se pak tato voda shromáždila, byl konstatován průsak vody. Zemina měla zvýšenou vlhkost a byla vizuálně označena ve stavu tuhé konzistence. Také v sondě S9 byla nalezena zemina v tuhé konzistenci. Právě takové poruchy měla oprava vozovky podle diagnostiky vozovky [3][1] a projektové dokumentace [1] odstranit, provést sanaci okraje vozovky a opravit odvodňovací zařízení.



Obrázek 17 – Vrtaná sonda S3 v porušené vozovce, vozovka je v zářezu, příkop je deformovaný poklesem okraje vozovky. Odebraný materiál ze sondy: 30 cm jsou asfaltové vrstvy, 15 cm štěrk a 15 cm písek, podloží jílu prachovitý tuhé konzistence.

Důležité je také konstatování o podloží: Podloží komunikace (zemní pláň, část aktivní zóny) pod konstrukčními vrstvami tvoří soudržné zeminy tříd F4CS - F6CI - F7MH vesměs pevné konzistence ($s_{lc} > 1,00$), velmi nepropustné ($k < 1 \cdot 10^{-10}$ m.s⁻¹), vysoce namrzavé, s výškou kapilární vztlakovosti $h_s > 4,0$ m, která jsou jako celek v přirozeném stavu pro aktivní zónu bez úpravy nevhodné. Vytvářejí příznivé prostředí pro úpravu vlastností pojivem (např. vápno).

Komentář znalce

Toto posouzení správně uvádí, že je pro úpravu zemin v podloží je vhodné vápno.

3.3.10 GPR diagnostika vozovky silnice II/308

Tuto diagnostiku [7] objednal Zhotovitel stavby po výskytu poruch opravené vozovky. Obsahuje výsledky měření georadarem na 5 úsecích stavby o délce 17 m až 210 m s dokumentací výsledků měření. Každý úsek je dokumentován lokalizací, fotografiemi stavu, složením vrstev vozovky, situací a vyhodnocením získaných radargramů.

Detailní vyhodnocení bylo zaměřeno na 5 úseků:

1. 7,620 – 7,628 – vozovka před připojením místní komunikace
2. 7,904 – 7,912 – vozovka za autobusovou zastávkou (na úrovni SDZ)
3. 9,282 – 9,314 – před propustkem
4. 9,557 – 9,628 – konec měřeného úseku
5. 8,054 – 8,061 – před sjezdem účelové komunikace a domem č.p. 117

Jako podklady k vyhodnocení byly použity:

1. Projektová dokumentace [1]
2. Diagnostika vozovky IMOS a.s., 12/2013 [3]
3. Zjištění konstrukčních vrstev a podloží vozovky – doplnění diagnostiky vozovky [6].

Z GPR diagnostiky byly vybrány následující informace:

Zjištění konstrukčních vrstev a podloží vozovky byla provedena společností Global – Geo, s.r.o. v listopadu 2013 [6] Shrnutí charakteristik podloží komunikací je popsáno v této zprávě následovně:

Společným znakem celého vybraného úseku silnice je výskyt jílovitých zemin v podloží, vícero konstrukčních vrstev než bývá obvyklé (ŠD, ŠP, sanační vrstva), jejich vesměs nižší mocnosti (tl. 10 - 15 cm, zejména v případě nenamrzavých a mírně namrzavých sypanin typu ŠD, ŠP), nepravidelnosti v jejich uložení (ne všechny vrstvy se vyskytují ve všech sondách) a zejména pak „dohánění“ výsledné únosnosti na povrchu vozovky prostřednictvím stmelných vrstev (živičný kryt, živičná směs, ŠD s asfaltovou penetrací v celkové mocnosti 25 - 30 cm).

Podloží komunikace (zemní pláň, část aktivní zóny) pod konstrukčními vrstvami tvoří soudržné zeminy tříd F4CS - F6CI - F7MH I, vesměs pevné konzistence ($s_{lc} > 1,00$), velmi nepropustné ($k < 1.10 \cdot 10^{-10} \text{ m.s}^{-1}$), vysoce namrzavé, s výškou kapilární vztlávanosti $h_s > 4,0 \text{ m}$, která jsou jako celek v přirozeném stavu pro aktivní zónu bez úpravy nevhodné. Vytvářejí příznivé prostředí pro úpravu vlastností pojivem (např. vápno).

Podzemní voda sondami S4 a S5 nebyla zjištěna, v sondě S3 zaznamenaný průsak ze ŠD v hloubce - 0,30 m od povrchu vozovky. Velmi nepříznivý vodní režim podloží v sondě S3 a příznivý vodní režim v sondě S8 vycházejí ze stupně konzistence zemin (viz tabulka 2 v tomto ZP). Další informace se týkají *zpracování naměřených dat a interpretací radargramů* na jednotlivých úsecích. Společným konstatováním je, že *v očekávané hloubce dle projektové dokumentace byly detekovány vrstvy krytu a vrstvy podkladní*. Upřesnění hloubek návazností na vývrty v provedené vozovce nebylo provedeno.

Úsek 1

Přechod mezi podkladní vrstvou a podloží byl nejednoznačný; uvedené anomálie mohou souviset se zvýšenou přítomností vody v konstrukci ve spodní podkladní vrstvě.

Úsek 2

Ve staničení km 7,903 - 7,923 byla detekována přítomnost vody zasahující z podloží až do podkladní vrstvy (pokles rozhraní kryt/podklad).

Ve staničení km 7,909 se pravděpodobně nachází zvodnělé místo - silný útlum signálu

Úsek 3

Ve staničení km 9,312 je detekován umělý objekt - spodní a vrchní stěny propustku jsou na radargramu výše znázorněny červenými hyperbolami);

V těsné blízkosti propustku (cca 2 m) po obou stranách byly detekovány zóny s výrazným útlumem signálu, způsobeným pravděpodobně zvodněním v podloží souvisejícím s konstrukcí a funkcí odvodňovacího zařízení (na radargramu výše znázorněno červenými obdélníky).

Úsek 4

*V očekávané hloubce dle projektové dokumentace byly detekovány vrstvy krytu a vrstvy podkladní (slabé rozhraní obrusné a ložné vrstvy **pravděpodobně z důvodu průniku vody trhlinami z povrchu vozovky**); určené intervaly hloubek rozhraní jednotlivých vrstev jsou uvedeny v úsecích výše;*

Zvýšená vlhkost v oblasti rozhraní vrstev krytu a podkladu (silné odrazy v krytu, násobná rozhraní v podkladu).

Úsek 5

V očekávané hloubce dle projektové dokumentace byly detekovány vrstvy krytu a vrstvy podkladní (velmi slabé rozhraní obrusné a ložné vrstvy pravděpodobně z důvodu průniku vody trhlinami z povrchu vozovky); určené intervaly hloubek rozhraní jednotlivých vrstev jsou uvedeny výše;

Ve staničení km 8,050 lokalizována sanace o délce cca 8 m (na radargramu výše znázorněno vodorovnou červenou úsečkou) - ohraničená zálivkou s povrchovým odrazem, detekována uliční vpust' (bočním odrazem);

Byly zaznamenány méně zřetelné odrazy rozhraní podkladních vrstev pravděpodobně způsobené zvýšenou vlhkostí v této oblasti.

Komentář znalce

Jako podklad k provedení a vyhodnocení georadarových měření sloužila projektová dokumentace stavby [1], diagnostika vozovky [3] a stejně jako tato diagnostika [7] přebírá informace ze zprávy [6] týkající se vrtaných sond a popisu vrstev původní vozovky před provedením opravy. Popisuje zeminy v jednotlivých sondách S1 až S9 a konstatuje výskyt vody v sondě S3. Skutečně provedenou vozovku (tloušťky vrstev a provedení stavby) nebere v úvahu.

Jelikož georadarová měření jsou velmi citlivá na vlhkost a vodu (způsobuje útlum a odrazy radarových vln), bylo možno získat jen informace o vysokém výskytu vlhkosti v konstrukčních vrstvách vozovky (do hloubky 500 mm) a v podloží vozovky (pod 500 mm od povrchu vozovky) a případně jejich zvodnění. Tyto informace dokládají ztrátu únosnosti popsaných nevhodných a nepropustných jílovitých zemin. Zeminy nejsou schopné přenést zatížení způsobující přejezdy nákladních vozidel a vozovka se do podloží zatlačuje, povrch vozovky v jízdních stopách klesá a stmelený podklad (recyklace) a asfaltové vrstvy se porušují trhlinami.

Je třeba ještě zdůraznit, že nalezená voda je povrchová (dešťová), která pronikla do konstrukce vozovky a nemůže odtéci odvodňovacím zařízením. Není to voda podzemní, podzemní voda nemůže vytvořit hladinu vody, z níž by mohla odtékat voda, podzemní voda jen zvýší vlhkost zeminy.

3.3.11 Posouzení konstrukčních vrstev vozovky „Silnice II/308 Slatina – hr. okr. Rychnov podle [8]

Na základě požadavku Objednatele Královéhradecký kraj byla vypracována zpráva Zkušební laboratoře CONSULTTEST vyjadřující se k nálezům poruch asfaltové vozovky na silnici II/308 Slatina – hr. okr. Rychnov.

Sledovaný úsek, kde se objevují poruchy (podélné trhliny, mozaikové a síťové trhliny, poklesy vozovky), je rozdělen na 4 podúseky, jedná se objekty SO 101.1 až SO 101.4.

Posudek představuje opravu vozovek, která je ve shodě s projektovou dokumentací PDPS uvedenou v tomto ZP v obrázcích 3 a 4 tohoto ZP.

Vizuální prohlídkou byly v celém sledovaném úseku vozovky lokálně zaznamenány podélné trhliny, mozaikové i síťové trhliny, v různém stádiu vývoje spojené s poklesy vozovky. Jiné poruchy nebyly vizuální prohlídkou nalezeny.

Fotodokumentace uvedených poruch je uvedena na následujících obrázcích. Tato místa byla vybrána pro stanovení stavu konstrukce vozovky, která dosáhla stavu naprosté ztráty únosnosti s deformací zemního tělesa (obrázek 18 až 22) a ohrožením bezpečnosti silničního provozu touto nerovností povrchu vozovky, tedy ztráty funkčnosti, která vyžaduje lokální rekonstrukci vozovky. Obrázek 21 dokumentuje jen trhlinu, která se objevuje na hraně rozdílných konstrukcí vozovek.



Obrázek 18 – Výrazná lokální porucha se síťovými trhlinami poklesem vozovky a deformací násypového tělesa, stav v srpnu 2019 (necelé 3 roky po dokončení stavby), km 5,888



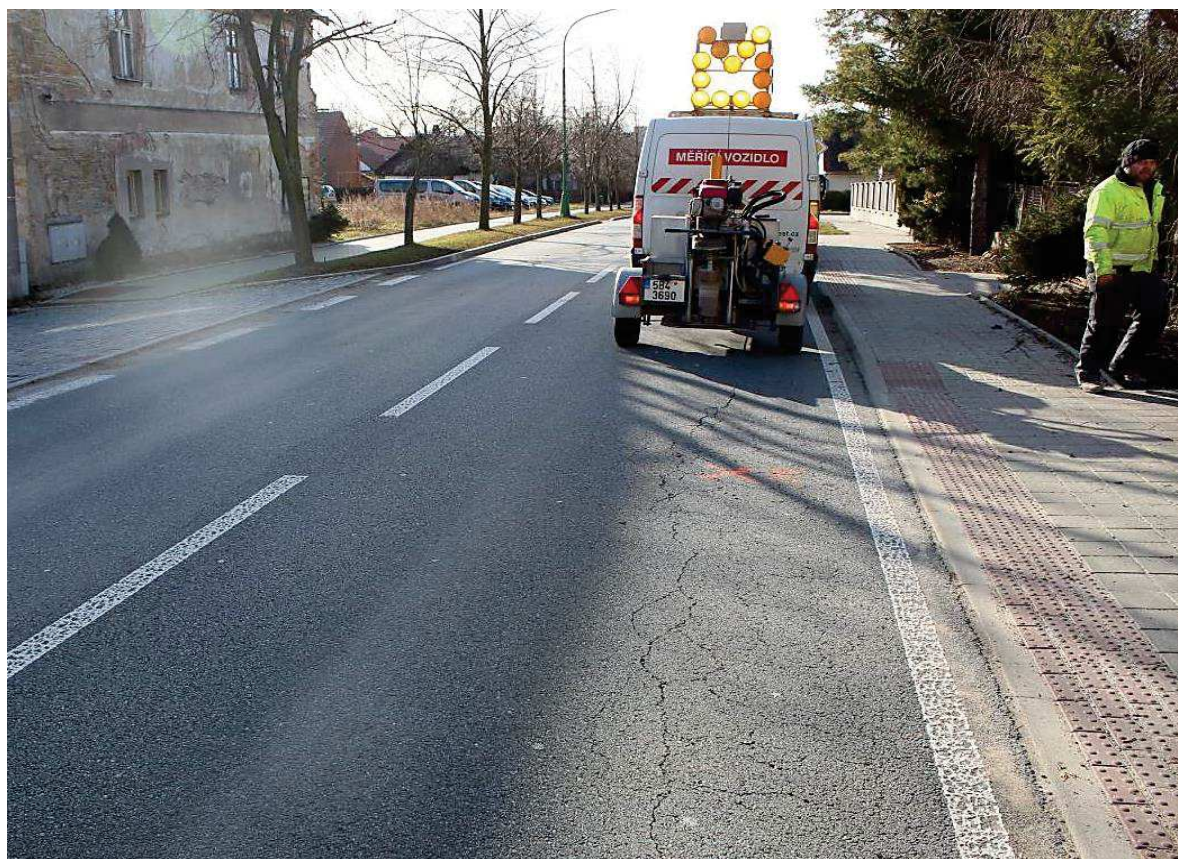
Obrázek 19 – Výrazná lokální porucha se síťovými trhlinami s poklesem vozovky až 50 mm včetně deformací násypového tělesa a příkopu, km 9,315



Obrázek 20 – Výrazná lokální porucha se síťovými trhlinami poklesem vozovky a deformací násypového tělesa včetně příkopu, km 9,538



Obrázek 21 – Porucha podélnou trhlinou v krajní jízdní stopě vozidel, charakteristika rozdílných konstrukcí vozovek, km 12,980



Obrázek 22 – Výrazná lokální porucha se síťovými trhlinami poklesem vozovky v průtahu obcí Černilov, km 8,202

Pro stanovení možné příčiny porušení bylo odebráno celkem 5 jádrových vývrtů, včetně vrtaných sond a dvě kopané sondy.

Ve vývrtu 1 a kopané sondě 1 ve staničení 5,888 km v úseku Slatina – Černilov, SO 101.1 byla zjištěna tloušťka ohrubné vrstvy je 40 mm, ložní vrstvy 71 mm. Podklad tvoří recyklovaná vrstva za studena o tloušťce cca 250 mm, ochranná vrstva ze štěrkodrti o mocnosti cca 340 mm. V hloubce cca 700 mm bylo zjištěno podloží vozovky tvořené jemnozrnnou zeminou klasifikovanou jako F6 CI (jíl se střední plasticitou).

Tyto údaje znamenají, že v tomto místě byla provedena výměna podloží štěrkodrtí o tloušťce 200 mm a podloží až od hloubky cca 700 mm nebylo upraveno. Je možno podotknout, že hloubka 700 mm odpovídá hloubce příkopu.

Vývrt JV 2 (vrtaná sonda VS 2) byly provedeny na pravé straně ve staničení 9,315 km v úseku Černilov - Libřice SO 101.3. Tloušťka ohrubné vrstvy je 43 mm, ložní vrstvy 78 mm. Podklad tvoří recyklovaná vrstva za studena o tloušťce cca 180 mm, ochranná vrstva ze štěrkodrti o mocnosti cca 180 mm. V hloubce cca 480 mm bylo zjištěno podloží vozovky tvořené jemnozrnnou zeminou klasifikovanou jako F6 CI (jíl se střední plasticitou).

Tyto údaje znamenají, že v tomto místě nebyla provedena úprava nebo výměna podloží, případně nebyla provedena úprava pojívem.

Vývrt JV 3 (vrtaná sonda VS 3) byl proveden na pravé straně ve staničení 9,538 km v úseku Černilov - Libřice SO 101.3. Kopaná sonda KS 2 byla provedena obdobně jako vývrt JV 3 na

pravé straně ve staničení 9,538 km v úseku Černilov - Libřice SO 101.3. Tloušťka asfaltových vrstev dosahuje hodnoty cca 110 mm. Podklad tvoří recyklovaná vrstva za studena o tloušťce cca 220 mm, ochranná vrstva je tvořena štěrkodrti. Podloží nebylo zastiženo, je tvořeno totožným materiálem jako ochranná vrstva. Kopaná sonda byla ukončena v hloubce 850 mm.

Podle fotografie KS byla v hloubce 850 mm zastižena volná hladina vody.

Vývrt JV 4 (vrtaná sonda VS 4) byl proveden na levé straně ve staničení 12,980 km v úseku II/308 Libřice – hr.okresu Rychnov n.K. SO 101.4. Tloušťka obrusné vrstvy je 45 mm, ložní vrstvy 65 mm. Podklad tvoří recyklovaná vrstva za studena o tloušťce cca 240 mm, ochranná vrstva ze štěrkodrti nebyla ve vrtané sondě zastižena. V hloubce cca 350 mm bylo zjištěno podloží vozovky tvořené zeminou klasifikovanou jako F2 CG (štěrkovitý jíl).

Tyto údaje znamenají, že chybí podkladní vrstva ze štěrkodrti a úprava podloží, už v hloubce 340 mm byla zastižena nevhodná zemina.

Vývrt JV 5 (vrtaná sonda VS 5) byl proveden na levé straně ve staničení 8,202 km v úseku II/308 Černilov, SO 101.2. Tloušťka obrusné vrstvy je 50 mm, ložní vrstvy 59 mm. Podklad tvoří recyklovaná vrstva za studena o tloušťce cca 170 mm, ochranná vrstva ze štěrkodrti nebyla ve vrtané sondě zastižena. V hloubce cca 280 mm bylo zjištěno podloží vozovky tvořené jemnozrnnou zeminou klasifikovanou jako F7 MV (hlína s velmi vysokou plasticitou).

Tyto údaje znamenají, že chybí podkladní vrstva ze štěrkodrti a úprava podloží, už v hloubce 280 mm byla zastižena nevhodná zemina.

Závěrečný komentář znalce:

Tento posudek si vyžádal majetkový správce silnice zřejmě pro stanovení příčin nejvýraznějších poruch na provedených úsecích silnice II/308. V sondách s poruchami byly zjištěny odlišné konstrukce vozovky a úpravy podloží než v projektové dokumentaci [1]. Posudek byl následně podkladem pro zpracování vyjádření ČVUT, které si objednal Zhotovitel.

3.3.12 Vyjádření ČVUT k poruchám konstrukce silnice II/308 [9] [1]

Tato odborná zpráva je vypracována na základě zadání objednatele tj. Ing. Petra Laušmana, ředitele pro strategii firmy SWIETELSKY stavební s.r.o., Pražská tř. 495/58, 370 04 České Budějovice. Tato odborná zpráva posuzuje příčinu vzniku poruch na silnici II/308 v úsecích Slatina – Černilov, Černilov – Libřice, Libřice – hranice okresu Rychnov nad Kněžnou. Dále tato odborná zpráva posuzuje skladby konstrukcí vozovek, které byly realizovány na výše vyjmenovaných úsecích silnice II/308. Odborná zpráva byla vypracována na základě poskytnutých podkladů ze strany objednatele.

Zadáním posudku bylo:

- Seznámení se s odbornými podklady, dokumentací stavby, posudky, zápisy z jednání atd.;
- Posouzení sanace konstrukce vozovky realizované opravy na silnici II/308;
- Posouzení konstrukce vozovky realizované opravy na silnici II/308;
- Vyjádření se k příčinám vzniku poruch na realizované opravě silnice II/308.

Z Protokolu o zjištěných vadách z reklamační prohlídky stavby ze dne 23.11. 2021 na akci: Silnice II/308 Hradec Králové, Slatina – hranice okresu Rychnov nad Kněžnou – I. etapa vyplývá, že se na vozovce, resp. v konstrukci vozovky objevují lokálně poruchy typu podélná, resp. podélná rozvětvená trhlinka, síťové, resp. mozaikové trhliny, lokální pokles. Odborná zpráva v první řadě posuzuje návrh vozovky.

Tabulka 1 Výsledky sčítání dopravy (TNV za 24 hodin v obou směrech) v letech 2010 až 2020 na sčítacích úsecích č. 5-3340 a č. 5-3357

Rok sčítání	Sčítací úsek			
	č. 5-3340		č. 5-3357	
	TNV voz/den	%	TNV voz/den	%
2010	418	100	722	100
2016	826	197	828	115
2020	1 196	286	735	102

Na základě provedené diagnostiky [3] byla navržena oprava posuzované komunikace projektantem v následujícím složení [1] (v tomto ZP viz obrázek 3) a výpočtové hodnoty pro program návrhové metodě podle TP 170 [24]:

Okrajové podmínky posouzení

- Návrhová úroveň porušení: D1
- Délka návrhového období: 25 let
- Návrhová hodnota indexu mrazu: 375.00
- Vodní režim podloží: kapilární
- Namrzavost zeminy podloží: nebezpečně namrzavá
- Podíl max. zatíženého jízdního pruhu C1: 0.50
- Fluktuace stop C2: 0.70
- Spektrum hmotnosti náprav C3: 0.50
- Vliv rychlosti pohybu C4: 2.00
- Růstu dopravy - první rok n.o. DELTA_z: 1.00
- Růstu dopravy - poslední rok n.o. DELTA_k: 1.17

Výsledky posouzení skladby konstrukce vozovky – sanace krajnice jsou uvedeny v tabulce 4. Mezní hodnota pro posouzení relativního poškození vozovky a relativního poškození podloží je 0,850. Skladba konstrukce vozovky – sanace krajnice vyhovuje zatěžovacím stavům (6.1.1), (6.1.2) a (6.1.3). Dopravnímu zatížení zjištěnému v roce 2020 zvýšenému o hodnotu 418 TNV (zatěžovací stav (6.1.4)), které reprezentuje vliv sezónní dopravy do cukrovaru, skladba sanace krajnice vozovky nevyhovuje.

Tabulka 4 Posouzení skladby konstrukce vozovky - sanace krajnice

Zatěžovací stav	(6.1.1)	(6.1.2)	(6.1.3)	(6.1.4)
TNV za 24 hodin	418	826	1 196	1 614
Relativní poškození vozovky	0,046	0,091	0,131	0,177
Relativní poškození podloží	0,253	0,500	0,725	0,978
TNVCD	2 069 231	4 088 958	5 920 547	7 989 804
TDZ	IV	III	III	II

Komentář znalce:

K okrajovým podmínkám výpočtu lze podotknout, že součinitel $C_4 = 2,0$ platí jen v případě dovolené rychlosti do 50 km/h, platí tedy pouze pro silnice v obcích.

Tato tabulka v první řadě dokladuje, že kritické místo, které rozhoduje o době životnosti celého návrhu vozovky, je podloží. Relativní poškození asfaltových vozovek je zanedbatelné (povolená hodnota je 0,85) ale relativní poškození podloží tuto hodnotu dosahuje.

V každém případě vozovka v úsecích 1, 2 a 3 je vysoce předimenzovaná, pouze úsek 4 od křižovatky se silnicí II/299 je poddimenzovaný. Relativní porušení v hodnotě 0,500 totiž znamená, že může na konci návrhového období vykazat porušení konstrukce na 10 % plochy vozovky až po $(0,85/0,5 \cdot 25)$ 42,5 letech daného dopravního zatížení a v průtahu obci ($C_4 = 2,0$) s TNV za 24 h = 1 614 může toto porušení se vyskytovat ne po 25 letech, ale po $(0,85/0,978 \cdot 25)$ 21,5 letech. V každém případě se konstrukční poruchy (poklesy a trhliny) nemohou objevit po 3 až 5 letech provozu.

V další fázi posouzení byla konstrukce vozovky sanace krajnic, viz. bod 6, posouzena pro šest rozdílných velikostí návrhové hodnoty modulu podloží. Referenční velikost návrhové hodnoty modulu je 50 MPa, ta odpovídá typu podloží PIII. V dalších pěti zatěžovacích stavech byla velikost hodnoty návrhového modulu podloží snižována o 5 %. Toto snížení únosnosti podloží modeluje přítomnost vody v sanační vrstvě krajnice.

Tabulka 5 Posouzení skladby konstrukce vozovky - sanace krajnice, variace únosnosti podloží vozovky

Zatěžovací stav	(6.1.3)	(6.1.3)	(6.1.3)	(6.1.3)	(6.1.3)	(6.1.3)
TNV za 24 hodin	1 196	1 196	1 196	1 196	1 196	1 196
Posouzení č.	(6.2.1)	(6.2.2)	(6.2.3)	(6.2.4)	(6.2.5)	(6.2.6)
Návrhová hodnota modulu podloží v MPa	50,0	47,5	45,0	42,5	40,0	37,5
Poissonovo číslo	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Relativní poškození vozovky	0,131	0,132	0,133	0,133	0,134	0,135
Relativní poškození podloží	0,725	0,800	0,886	0,985	1,101	1,237
Maximální hodnota TNV za 24 hodin za den odpovídající podmínkám změny únosnosti podloží	1 402	1 270	1 147	1 032	923	821

Komentář znalce:

Tato tabulka představuje vliv snižování modulu pružnosti podloží na výpočet doby životnosti vozovky, respektive maximální přípustné zatížení vyjádřené TNV za 24 h. Není stanoveno, za jakých předpokladů by se mohl snižovat modul pružnosti, ale lze předpokládat, že vlivem kapilárního vodního režimu, tj. hladina podzemní voda se vyskytuje v hloubce nižší, než je kapilární vztlakovost v dané zemině. Výpočty podle

návrhové metody tak vykazují poměrně malé snížení modulu pružnosti zeminy a jen v případě návrhového modulu pružnosti podloží 37,5 MPa by doba životnosti byla (0,85/1,237*25) 13 roků, takže k vyskytujícím se poruchám konstrukce ještě nemohlo dojít.

Poslední výpočty ve zprávě ČVUT dokumentují vliv rozdílné velikosti návrhové hodnoty modulu podloží a změnu materiálu v nestmelené podkladní vrstvě konstrukce vozovky, která reprezentuje charakteristiku zjištěných materiálů při diagnostice vozovky [3]. Referenční velikost návrhové hodnoty modulu podloží je 25 MPa. Tato hodnota odpovídá typu zjištěné zeminy v podloží konstrukce vozovky (F6 CI jíl se střední plasticitou). V dalších dvou zatěžovacích stavech byla velikost hodnoty návrhového modulu podloží snižována v kroku o 5 MPa. Toto snížení únosnosti podloží modeluje přítomnost vody v podloží konstrukce vozovky.

Výsledky posouzení skladby konstrukce vozovky v závislosti na změně únosnosti podloží a typu původní podkladní vrstvy jsou uvedeny v tabulce 6. Mezní hodnota pro poškození relativního poškození vozovky a relativního poškození podloží je 0,850. Skladba konstrukce vozovky nevyhovuje při zatěžovací stavu (6.1.3) (rok sčítání 2020) ani jednomu posouzení.

Tabulka 6 - Posouzení skladby konstrukce vozovky, variace únosnosti podloží vozovky, variace změny materiálu v nestmelené podkladní vrstvě (původní konstrukční vrstva)

Zatěžovací stav	(6.1.3)	(6.1.3)	(6.1.3)	(6.1.3)	(6.1.3)	(6.1.3)
TNV za 24 hodin	1 196	1 196	1 196	1 196	1 196	1 196
Posouzení č.	(6.3.1)	(6.3.2)	(6.3.3)	(6.3.4)	(6.3.5)	(6.3.6)
Návrhová hodnota modulu podloží v MPa	25,0	20,0	15,0	25,0	20,0	15,0
Poissonovo číslo	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Materiál ve stávajících nestmelených podkladních vrstvách	ŠDB	ŠDB	ŠDB	ŠPB	ŠPB	ŠPB
Relativní poškození vozovky	0,115	0,115	0,115	0,241	0,249	0,261
Relativní poškození podloží	0,989	1,406	2,165	3,504	5,589	9,787
Maximální hodnota TNV za 24 hodin za den odpovídající podmínkám změny únosnosti podloží	1 028	723	470	290	181	103

V případě poklesu únosnosti podloží konstrukce vozovky o 10 MPa, kdy je v nestmelené podkladní vrstvě vozovky materiál odpovídající ŠDB, posouzení č. (6.3.3), odpovídá tento stav přejezdu 470 TNV za 24 hodin. Délka životnosti skladby konstrukce vozovky je cca 10 let.

Komentář znalce:

Z výpočtů v tabulce 6 v posledním sloupci za uvedených předpokladů dopravního zatížení při návrhovém modulu pružnosti 15 MPa lze očekávat dobu životnosti (0,85/9,787*25) 2 roky. Naplnění tohoto předpokladu může nastat v případě zavodnění

zemní pláň a neupraveného podloží, tedy při stavu vozovky, jak je v kopaných sondách zprávy [8] popsán.

Zpráva ČVUT v kapitole 5.3 Poruchy a hodnocení stavu vozovky obsahuje následující:

Z Protokolu o zjištěných vadách z reklamační prohlídky stavby ze dne 23.11. 2021 na akci: Silnice II/308 Hradec Králové, Slatina – hranice okresu Rychnov nad Kněžnou – I. etapa vyplývá, že se na vozovce, resp. v konstrukci vozovky objevují lokálně poruchy typu podélná, resp. podélná rozvětvená trhlina, síťové, resp. mozaikové trhliny, lokální pokles.

V dokumentu 050/20/ZP Akce „Silnice II/308 Slatina – hr.okr. Rychnov“ Posouzení konstrukčních vrstev vozovky [zde podklad 8] zpracovaným firmou CONSULTTEST s.r.o. se v části Zhodnocení uvádí:

- 1) Recyklovaná vrstva (recyklace za studena na místě) není svým charakterem stmelená vrstva, při odběrech jeví charakter nestmelené vrstvy.*
- 2) Ochranná vrstva ze štěrkodrti nebyla zastižena ve dvou z pěti provedených sond, v jednom případě byla ve štěrkodrti zastoupena frakce o zrnech větších než 200 mm (pro ŠD dle platných předpisů nepřipustné).*
- 3) V projektové dokumentaci vozovky je uvažováno v celém úseku s výměnou podloží (v místě sanace) za zeminu nesoudržnou vhodnou dle ČSN 73 6133. V rámci sond byla pouze v jednom případě zastižena nesoudržná zemina (VS 3 a KS 2), v ostatních případech se jednalo o jemnozrnné zeminy povětšinou nevhodné pro podloží vozovky.*
- 4) V rámci objektů SO 101.1 a 101.2 nebyla aktivní zóna (podloží vozovky) vyměněna, ale došlo k úpravě stávající aktivní zóny. V našem případě se jedná o úseky, kde byly provedeny odběry VS 1, KS 1 a VS 5. U zbylých sond (VS 2, VS 3 a VS 4) měla být aktivní zóna vyměněna za vhodný materiál, což výsledky odběrů nepotvrzují (u VS 2 zjištěno podloží z F6 Cl (jíl se střední plasticitou), u VS 4 zjištěno podloží z F2 CG (štěrkovitý jíl)).*

K předloženým závěrům posudek ČVUT konstatuje následující:

Ad 1) Kvalitu provedení konstrukční vrstvy technologie recyklace za studena na místě není možné hodnotit na základě provedených sond a vývrtů, které byly realizovány v místě poruch, to znamená v místě podélných trhlin a podélných rozvětvených trhlin. Vzhledem k existující poruše dochází k zatékání vody trhlínami do konstrukce vozovky, která díky zmrazovacím a rozmrazovacím cyklům porušuje hydraulicky stmelenou vrstvu typu technologie recyklace za studena. Tu následně není možné jako celistvou odvrátat. Kvalitu provedení podkladní vrstvy, která byla realizována technologií recyklace za studena na místě, by bylo nutné posoudit na základě provedených sond či vývrtů v místech, která nejsou porušena.

Ad 2) Na základě posouzení konstrukčních vrstev vozovky Silnice II/308 Slatina – hr. okr. Rychnov firmou CONSULTTEST s.r.o. a písemných připomínek zpracovaných firmou Swietelsky stavební s.r.o. není se skladbou konstrukce vozovky, kterou definuje projektová dokumentace [1, 2]. Je nutné jednoznačně definovat polohu realizovaných sond a to v příčném řezu vzhledem k šířce realizované sanace, tak v podélném směru.

Ad 3) Na základě posouzení konstrukčních vrstev vozovky Silnice II/308 Slatina – hr. okr. Rychnov [8] firmou CONSULTTEST s.r.o. a písemných připomínek zpracovaných firmou Swietelsky stavební s.r.o. není možné jednoznačně srovnat zjištěnou skladbu konstrukce

vozovky se skladbou konstrukce vozovky, kterou definuje projektová dokumentace [1]. Je nutné jednoznačně definovat polohu realizovaných sond, a to v příčném řezu vzhledem k šířce realizované sanace, tak v podélném směru.

Ad 4) Na základě vyjádření bylo možné realizovat úpravu zeminy hydraulickými pojivy: „Pro sanaci AZ lze připustit použití všech materiálů v souladu s ČSN 73 6133. Dle této normy lze využít i materiály podmíněčně vhodné případně nevhodné (viz. tabulka č. 1.) v případě, že jejich vlastnosti budou upraveny přidáním pojiva nebo smísením s jinou granulometricky odlišnou zeminou. V případě, že u zemin v úrovni parapláně bude splněno filtrační kritérium (viz. ČSN 73 6133, článek 4.1.4) lze navrženou separační geotextilií vypustit“.

Komentář znalce:

Cílem zprávy CONSULTTEST [8] [9] bylo rychlé posouzení stavu vozovky 3 až 4 roky po uvedení do provozu, na které se projevíly konstrukční poruchy s nerovnostmi, které ohrožují bezpečnost silničního provozu ve zprávě dokumentované. Dokládá výrazné porušení konstrukce vozovky sítovými trhlinami v asfaltových vrstvách a ve stmelovém recyklovaném podkladu s poklesem vozovky zatlačením do podloží. Tloušťky nestmelovaných podkladních vrstev a úpravy podloží opravdu neodpovídají projektové dokumentaci. Některé výtky ve zprávě ČVUT jsou také nepravdivé (místa sond jsou přesně definovaná staničením a vyznačením místa vývrtů a sond, což dokládají uvedené obrázky 17 až 22 tohoto ZP a hodnocení vrstev vozovky a úprav podloží není zprávou [9] nijak hodnoceno). Není ani komentován doložený výskyt volné hladiny vody v kopaných sondách.

Závěr

Na základě předložených materiálů, jejich analýzy a provedení posouzení konstrukcí vozovek, které byly realizovány při opravě silnice II/308 v úsecích Slatina – Černilov, Černilov – Libřice, Libřice – hranice okresu Rychnov nad Kněžnou, lze konstatovat, že příčinou vzniku poruch je kombinace přítomnosti vlhkosti v podloží, případně v konstrukčních vrstvách vozovky a výrazný nárůst velikosti dopravního zatížení mezi léty 2010 a 2020, kdy jsou k dispozici výsledky celostátních sčítání dopravy.

Návrh opravy vozovky odpovídá podmínkám, které byly zjištěny v roce 2013, kdy byla provedena diagnostika vozovky. Návrh opravy odpovídá dopravnímu zatížení zjištěnému z celostátního sčítání dopravy v roce 2010. Návrh opravy, tj. použití technologie recyklace za studena na místě s pokládkou dvou asfaltových vrstev a dodatečnou sanací krajnic odpovídá technologickým standardům realizovaných v závislosti na důležitosti komunikace, typu zjištěných poruch a skladby konstrukce vozovky s důrazem na hospodárnost výše nákladů opravy konstrukce vozovky.

V rámci provedené diagnostiky a ani v průběhu výstavby nebylo upozorněno na zvýšenou přítomnost vody v konstrukčním tělese a jeho nejbližším okolí. Dle předložené fotodokumentace předložené ze strany zadavatele posouzení je zcela zřejmé, že je aktuální chování konstrukčních vrstev zcela jasně ovlivněno zvýšenou přítomností vody. Ta má výrazný vliv na změnu únosnosti obou typů konstrukcí, které byly realizovány v rámci oprav silnice II/308 v úsecích Slatina – Černilov, Černilov – Libřice, Libřice – hranice okresu Rychnov nad Kněžnou. Zvýšená přítomnost vody v konstrukci vozovky je patrná i na fotodokumentace posudku firmy CONSULTTEST [8]

(foto 11 – Sonda KS 2). Nicméně je zcela zřejmé, že návrhem opravy dle původního řešení nelze dosáhnout zabezpečení potřebných vyhovujících technických parametrů a definitivní náprava je možná jen provedením zásadní rekonstrukcí vozovky.

Obě zmíněné příčiny vzniku poruch nebylo možné, jak ze strany zadavatele, tak zhotovitele, předpokládat.

Komentář znalce:

Předložená zpráva ČVUT [9] dokladuje nárůst dopravního zatížení, ale zpracovatel diagnostiky [3] IMOS byl na vyšší dopravní zatížení Objednatelům diagnostiky upozorněn a jím uvažované dopravní zatížení na prvních třech úsecích bylo tudíž předpokládáno v počtu 836 TNV a v průtahu obcí Libřice od křižovatky se silnicí II/299 pak 1 444 TNV. Samozřejmě v průtazích obcí s ohledem na rychlost vozidel do 50 km/h byl v souladu s metodikou podle TP 87 započten také součinitel $C_4 = 2,0$.

Nejzávažnější připomínka k výpočtům doby životnosti je, že návrh opravy vozovky se neprovádí podle TP 170 [24], kde se vozovky navrhují podle předpokladů očekávaných na základě poměrů na staveništi a předpokládaných stavebních hmot, kdežto návrh opravy se provádí podle TP 87 [23][9] na základě stanovených vlastností vrstev vozovky a podloží měřením únosnosti. Provedená srovnání výpočtů dob životnosti podle zavedených předpokladů jsou tedy ryze orientační a jako takovým je nutno přistupovat. Přesto je možné závěry přijmout s platností komentářů znalce k výsledkům výpočtů dob životností uvedených v jednotlivých tabulkách 4 až 6.

Návrhová doba životnosti podle tabulky 4 za předpokladu nejvyššího uvažovaného dopravního zatížení byla stanovena na 21,7 roku, čímž nelze odůvodnit ztrátu funkce vozovky.

Za předpokladu zvýšené vlhkosti podloží, předpokládejme vlivem kapilární vztlakovosti, a snížení modulu pružnosti až na modul pružnosti 25 MPa (na polovinu požadovaného modulu), byla stanovena doba životnosti 13 let. Tyto poměry byly vyloučeny návrhem opravy v diagnostice vozovek [9] a projektové dokumentaci [1] v obou případech se z důvodu zajištění únosnosti podloží navrhla úprava zemin podloží nebo použití výměny zeminy za zeminu vhodnou, právě proto, aby byla návrhová hodnota 50 MPa dodržena.

Další výpočty se zakládají na tvrzení, že v rámci provedené diagnostiky a ani v průběhu výstavby nebylo upozorněno na zvýšenou přítomnost vody v konstrukčním tělese a jeho nejbližším okolí. Nepravdivost tohoto tvrzení je doložena:

- Ve zprávě citovaném podkladu Zjištění tlouštěk (viz [9] v tomto ZP) je uvedeno, že do sondy S3 proniká voda, následně v protokolu o vývrtu je uvedena fotografie odběrného místa a vlastní odebraný materiál (v ZP viz obrázek 17), a to byl jeden z důvodů, proč diagnostika [3] a projektová dokumentace [1] reagovala na tuto skutečnost návrhem sanace podloží v okrajích vozovek a provedení odvodnění příkopem případně podélnou drenáží.
- Fotografiemi TDS z průběhu stavby (viz příloha ZP 1) a zápisy ve stavebním deníku [5] (viz odstavec 3.3.4 zápisy 14. a 16. 7. s tím, že voda z rýhy na okraji vozovky se musela čerpat a výkop byl čištěn od naplavenin a kontrolovala se vlhkost zeminy, protože při vyšší vlhkosti se nemohly provádět práce).

Jelikož se v průběhu stavby voda v podloží vyskytovala a nebylo Zhotovitelem provedeno správné opatření k odvedení vody z konstrukce vozovky a podloží do odvodňovacího zařízení (příkopu a podélné drenáže), pak skutečně mohly vzniknout podmínky v podloží vozovky stanovené v tabulce 6, tj. návrhová doba životnosti je skutečně jen 2 roky.

Tvrzení, že návrhem opravy dle původního řešení nelze dosáhnout zabezpečení potřebných vyhovujících technických parametrů a definitivní náprava je možná jen provedením zásadní rekonstrukce vozovky, je třeba jen mírně upravit, původní řešení opravy podle diagnostiky [3] bylo správné, ale projektová dokumentace [1] nezajistila odvod vody ze sanovaného podloží a dílo bylo realizováno i za podmínek neodtékající povrchové vody ze sanačních rýh. Konstatováním, že definitivní náprava je možná jen provedením zásadní rekonstrukcí vozovky lze za těchto podmínek skutečně připustit.

3.3.13 Posudek CONSULTTEST [10]

Na základě požadavku Objednatele byla vypracována diagnostika vozovky silnice II/308 v úseku Hradec Králové Slatina – hranice okresu Rychnov nad Kněžnou, akce „Silnice II/308 Slatina – hr. okr. Rychnov (km 3,765 – 12,997)“.

V úseku byla provedena vizuální prohlídka s fotodokumentací a měření únosnosti vozovky. Skladba vozovky byla posouzena odebranými jádrovými vývrty, sondami a navazujícími zkouškami.

Na základě realizovaných prací jsou posouzeny konstrukční vrstvy vozovky a provedení opravy ve vztahu k požadavkům dokumentace pro provedení opravy a dále ve vztahu k poruchám zaznamenaným v posuzovaném úseku, je navržen možný způsob opravy vozovky.

Tato zpráva navazuje a doplňuje posouzení konstrukčních vrstev vozovky provedené v roce 2020 (zpráva č. 050/20/ZP, zpracovatel CONSULTTEST s.r.o., únor 2020).

Popis úseků se shoduje s rozdělením a staničením podle projektové dokumentace. Jsou citovány zásady projektové dokumentace ve shodě s kapitolou 3.3.1 tohoto posudku.

Dopravní zatížení je stanoveno podle sčítání dopravy ve letech 2010 až 2020, jsou uvedeny stejné hodnoty jako v ZP v tabulce 1 vyjádření ČVUT.

K posouzení poruch byly provedeny vizuální prohlídky a vyhodnocení klasifikačních stupňů a fotodokumentace je v příloze 2 a 3 posudku CONSULTTEST. Mapové a tabulkové vyhodnocení klasifikačních stupňů a fotodokumentace je v příloze 2 a 3. *Lze konstatovat, že v mezidobí 2019 – 2020 – 2022 kdy byla vozovka průběžně sledována došlo ke kvantitativnímu i kvalitativnímu vývoji poruch – zhoršení stavu v místech stávajících poruch, vývoj nových poruch, opětovný vývoj poruch v místech provedených vysprávek, nové vysprávkky.*

Jako velmi důležité bylo měření únosnosti vozovky při zatížení silovými rázy vyvozeným tlumeným dopadem zatížení, které vozovku zatíží podobně jako přejezd nápravy těžkého plně naloženého nákladního vozidla. Při dopadu zatížení na povrch vozovky se měří průhyb vozovky ve středu zatížení a v pravidelných vzdálenostech od středu zatížení.

S ohledem na způsob provedené opravy vozovky (původní středová část vozovky, resp. sanované okraje s novou konstrukcí vozovky) a dokumentovaný vývoj poruch (poruchy

zejména ve vnějších jízdnicích stopách, resp. na okrajích) bylo měření únosnosti provedeno v každém řešeném úseku vždy ve čtyřech podélných profilech, tj. bylo provedeno na obou okrajích vozovky s provedenou celou vozovkou včetně úpravy podloží a na původní konstrukci s provedenou recyklací podkladu a položením podkladní a obrusné asfaltové vrstvy z asfaltového betonu.

Výsledky měření zpracované podle zásad TP 87 jsou dokumentovány stanovenými průhybovými čarami na každém měřeném bodě, stanovením zbytkové doby životnosti do porušení vyjádřeného 10 % plochy s poruchami konstrukce a návrhem potřebného zesílení novými asfaltovými vrstvami.

Výsledky měření jsou podrobně zpracovány v příloze 5 zprávy a budou komentovány v kapitole 4 ZP.

Pro posouzení skutečně provedené opravy jsou rozhodující jádrové vývrty a sondy provedené do vozovky všech úseků oprav, byly provedeny v návaznosti na jádrové vývrty a sondy realizované v roce 2020 (viz kapitolu 3.3.7). Bylo provedeno celkem 7 jádrových vývrťů včetně vrtaných sond a 13 kopaných sond pokrývajících všechny posuzované stavby.

Provedené jádrové vývrty a sondy dokumentují:

- *Asfaltové souvrství proměnné celkové tloušťky – 101 až 150 mm.*
- *Recyklovaná podkladní vrstva – recyklace za studena – tloušťka 100 až 330 mm.*
- *Spodní podkladní vrstva ze štěrkodrti – tloušťka 40 až 280 mm.*
- *Podloží vozovky:*
 - *V úseku SO 101.1. a SO 101.2 byla v místě provedené sanace zastižena upravená zemina.*
 - *V úseku SO 101.3 a SO 101.4 byla v místě provedené sanace krajnice zastižena výměna aktivní zóny převážně lomovým kamenem.*
- *V úrovni parapláně byly zastiženy jílovité zeminy a hlíny s vysokou plasticitou.*

Z pohledu druhu, resp. tloušťek vrstev zastižených v konstrukci vozovky lze v místech provedených vývrťů a sond konstatovat odchylky od požadavků daných dokumentací:

- *Asfaltové hutněné vrstvy – z pohledu požadavků ČSN 73 6121 je tloušťka obrusné vrstvy vyhovující (požadavek dle dokumentace 50 mm, minimální hodnoty 40 až 50 mm, průměrná hodnota 45 mm). V úrovni ložní vrstvy byly u 2 vývrťů zjištěny menší než požadované minimální hodnoty, průměrná hodnota je vyhovující (požadavek dle dokumentace 70 mm, minimální hodnoty 51 až 92 mm, průměrná hodnota 68 mm).*
- *Recyklace za studena na místě (recyklovaná vrstva) – byla zastižena v místech všech provedených sond v tloušťce od 100 do 330 mm. Odběry byly situovány jak do porušených míst (trhliny apod.), tak do míst bez poruch. Recyklovaná vrstva se u jádrových vývrťů nepodařilo odebrat ve většině případů v soudržném stavu, vrstva se rozpadla na nestmelenou vrstvu (pouze u dvou vývrťů – JV 6 a JV 14 – se jevila jako částečně celistvá). V případě kopaných sond byla posuzována pouze tloušťka vrstvy, protože došlo k narušení vrstvy způsobené odběrem mechanizací.*
Z pohledu TP 208 byly u 4 sond zjištěny menší než požadované minimální hodnoty, průměrná hodnota je vyhovující (požadavek dle dokumentace 200 mm, minimální hodnoty 100 až 330 mm, průměrná hodnota 208 mm).
- *Spodní podkladní vrstva ze štěrkodrti – byla zastižena ve většině sond v tloušťce od 40 do*

340 mm (u dvou sond z roku 2020 nebyla celková tloušťka zjištěna). V místech dvou sond nebyla vrstva štěrkodrti zastižena (pod recyklovanou vrstvou byla zastižena vrstva upravené zeminy – sanace).

Z pohledu ČSN 73 6126-1 byly u 10 sond (z 21 hodnocených – hodnoceny byly pouze sondy, kde byla vrstva štěrkodrti změřena, tj. nebyly hodnoceny sondy, kde vrstva vůbec nebyla zastižena, ani sondy, kdy se nepodařilo tloušťku vrstvy zjistit) zjištěny menší než požadované minimální hodnoty, průměrná hodnota je rovněž nevyhovující (požadavek dle dokumentace 200 mm, minimální hodnoty 40 až 330 mm, průměrná hodnota 174 mm).

Komentář znalce:

Variace tlouštěk vrstev vozovky jsou závažné nedostatky provádění opravy. Závažné poruchy vznikají i na místě dodržení projektovaných tlouštěk vozovky a podloží.

Podloží vozovky (aktivní zóna) – v dokumentaci je pro sanaci okraje uvažováno s výměnou aktivní zóny za „nesoudržný, nenamrzavý materiál, vhodný dle ČSN 73 6133“.

V rámci úseků SO 101.1 a SO 101.2 nebyla aktivní zóna vyměněna, ale došlo k úpravě stávající zeminy v podloží vozovky (aktivní zóně) na základě schváleného ZBV č.3. Jedná se o úseky, kde byly provedeny odběry sond KS 1 až VS 9. U žádné ze 6 provedených kopaných sond neodpovídá tloušťka upraveného podloží vozovky požadované hodnotě dle dokumentace.

V rámci úseků SO 101.3 a SO 101.4, kde byly provedeny odběry sond KS 10 až KS 19 měla být zemina v podloží vozovky (aktivní zóně) vyměněna za výše popsany vhodný materiál. U žádné ze 7 provedených kopaných sond neodpovídá tloušťka upraveného podloží vozovky požadované hodnotě podle dokumentace.

- Paraplán – v této úrovni byly ve většině případů zastiženy jílovité zeminy typů F4 CS (písečný jíl), případně F7 MH (hlína s vysokou plasticitou) a případně F7 MV (hlína s velmi vysokou plasticitou).

Komentář znalce:

Údaje o skutečném provedení aktivní zóny jsou velmi závažné a přímo souvisí s poruchami únosnosti vozovky, jak prokázal rozbor v kapitole 3.3.9 (zpráva [6][9]). Tloušťka upravené zeminy pojivem nebyla ve srovnání s projektem dodržena. Stanovená tloušťka byla 0,5 m

Dále byla zjištěna přítomnost vody v podloží vozovky, případně v konstrukci vozovky. Během provádění odběrů sond byly zaznamenány vývěry vody z různých částí konstrukce vozovky:

- Sonda KS 1 – vývěr vody z vrstvy štěrkodrtě.
- Sonda KS 5 – vývěr vody z vrstvy štěrkodrtě, vytvoření vodní hladiny 2 cm.
- Sonda VS 6 – vývěr vody ve vývrtu z recyklované vrstvy, vytvoření vodní hladiny.
- Sonda KS 7 – vývěr vody z vrstvy štěrkodrtě.
- Sonda KS 13 – vývěr vody z výměny aktivní zóny, vytvoření vodní hladiny 18 cm.
- Sonda KS 16 – vývěr vody z výměny aktivní zóny, vytvoření vodní hladiny 19 cm.
- Sonda KS 17 – vývěr vody z výměny aktivní zóny, vytvoření vodní hladiny 14 cm.
- Sonda KS 19 – vývěr vody z výměny aktivní zóny, vytvoření vodní hladiny 4 cm.

Protokoly o provedených zkouškách včetně fotodokumentace a výsledků provedených laboratorních zkoušek jsou v příloze 4 této zprávy.

Zhodnocení porušování vozovky

Realizované diagnostické práce byly v řešených úsecích (SO) provedeny z důvodu výskytu závažných konstrukčních poruch vozovky (v konečné fázi vývoje se jedná o síťové trhliny a deformace – poklesy), a to v krátké době po provedení opravy vozovky (oprava provedena v letech 2016 / 2017, vozovka sledována od roku 2019, kdy byl už zaznamenán vývoj poruch). Lze konstatovat, že v čase dochází k postupnému kvantitativnímu i kvalitativnímu vývoji poruch – zhoršení stavu v místech stávajících poruch, vývoj nových poruch, opětovný vývoj poruch v místech provedených vysprávek, nové vysprávky. Poruchy jsou soustředěny zejména v poloze vnějších jízdních stop a na okrajích vozovky (tj. odpovídají sanované části konstrukce vozovky), v jiných částech vozovky pouze v omezeném rozsahu.

Projektové řešení

Dle doložené dokumentace (stupeň PDPS, RDS) byla provedena oprava vozovky technologií recyklace za studena na místě a položením nových krytových vrstev, přičemž okraje vozovky byly sanovány (nová konstrukce vozovky včetně úpravy podloží vozovky). V rámci realizace stavby bylo přistoupeno ke změně během výstavby, kdy byla v částech úseku namísto výměny zeminy v podloží vozovky provedena úprava zeminy pojivem.

Dopravní zatížení

Z výsledků zjištěných z celostátního sčítání dopravy provedeného v letech 2010, 2016 a 2020 vyplývá, že v době od zahájení přípravy stavby (diagnostický průzkum) do doby realizace opravy vozovky, resp. následného provozování opravené vozovky došlo ve sčítacím úseku 5-3340 (zahrnuje SO 101.1 až 101.3) k významnému zvýšení intenzity těžké dopravy (téměř trojnásobný nárůst TNV).

S ohledem na výše uvedené bylo pro zvýšené dopravní zatížení (1196 TNV denně) provedeno posouzení skladby konstrukce vozovky sanovaného okraje v souladu s návrhovou metodou TP 170 (posuzována byla skladba navržená v dokumentaci).

Posouzení vozovky :

Uroveň porušení	D1		počet kol	2
Návrhové období	25			
delta z	.00	C1 = .50	poloměr otisku	120.3
delta k	.00	C2 = .70	intenzita	.55
TNVo	1196.	C3 = .50	vzdálenost kol	344.0
TNVC	5456750.	C4 = 1.00		

Vrstvy :	čís.	materiál	tl.	spolupús.	poměrné porušení
1	ACO +	50.	.000	.0000	
2	ACP +	70.	.000	.0557	
3	SC C3/4	200.	.000	.0000	
4	SD	200.	.000	.0000	
celkem		520.		min. tl.	0.

Podloží :	modul střední	50.	poměrné porušení	.3340
	modul jarní	50.		

Posouzení vozovky :

Uroveň porušení	D1		počet kol	2
Návrhové období	25			
delta z	.00	C1 = .50	poloměr otisku	120.3
delta k	.00	C2 = .70	intenzita	.55
TNVo	1196.	C3 = .50	vzdálenost kol	344.0
TNVC	5456750.	C4 = 2.00		

Vrstvy :	čís.	materiál	tl.	spolupús.	poměrné porušení
1	ACO +	50.	.000	.0000	
2	ACP +	70.	.000	.1113	
3	SC C3/4	200.	.000	.0000	
4	SD	200.	.000	.0000	
celkem		520.		min. tl.	0.

Podloží :	modul střední	50.	poměrné porušení	.6680
	modul jarní	50.		

Posouzení vozovky sanovaného okraje
(extravilán)

Posouzení vozovky sanovaného okraje
(intravilán)

Komentář znalce:

Výše uvedené výpočty vozovek se ve srovnání s výpočtem v tabulce 6 kapitole 3.3.8 liší jen v použití delta, zde je 1,0 a tabulce 6 je delta 1,16. Podle tohoto výpočtu, který nezohledňuje nárůst dopravního zatížení v dalších letech, by doba životnosti byla v extravilánu (0,85/0,3340*25) 63,6 let a v intravilánu pak 31,8 let.

Lze konstatovat, že jak pro části úseku vedené v extravilánu, tak v intravilánu je navržená skladba vyhovující i pro výše uvedené zvýšené dopravní zatížení (poměrné porušení vrstev vozovky a podloží vozovky není větší než 0,85). V souladu s předpoklady TP 170 se tedy pro návrhovou úroveň porušení D1 (silnice II. třídy) měly na konci návrhového období (25 let) v úsecích vyskytovat konstrukční poruchy v rozsahu do 10 % plochy.

Poznámka: Konstrukce původní vozovky nebyla posuzována – jednalo by se pouze o orientační výpočet (návrhová metoda je určena pro nové vozovky) a poruchy jsou soustředěny v poloze vnějších jízdních stop a na okrajích vozovky (tj. odpovídají sanované části konstrukce vozovky).

Realizace stavby

V rámci realizace stavby byly zjištěny odchylky od požadavků dokumentace, a to zejména v úrovni recyklované vrstvy, spodní podkladní vrstvy ze štěrku a podloží vozovky (úprava zeminy / výměna za vhodný materiál).

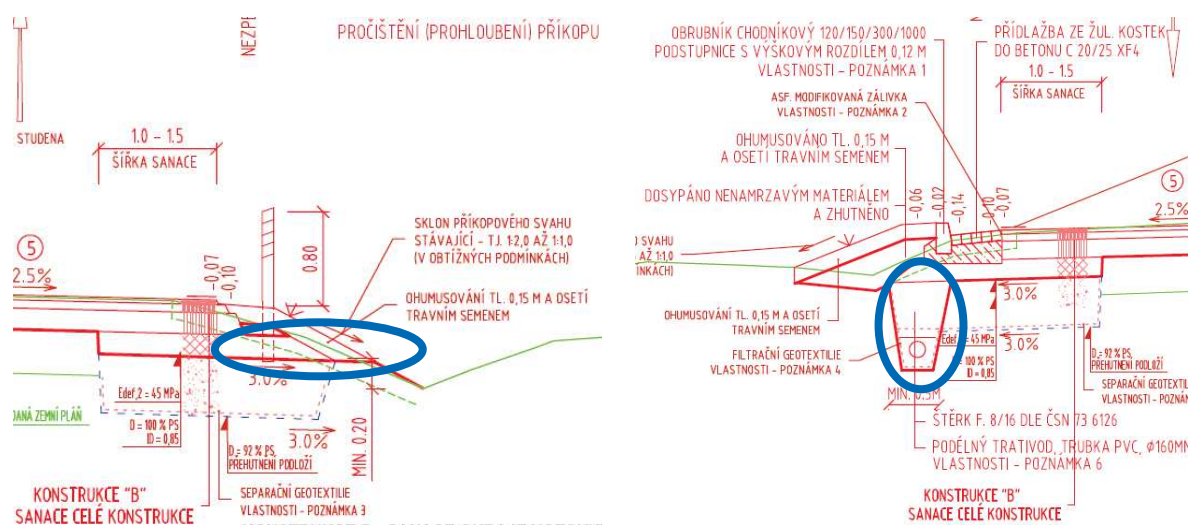
Konstrukce vozovky sanovaného okraje je značně nehomogenní, což dokládají jak provedené sondy, tak provedené měření únosnosti. Dle provedených sond kolísají zejména tloušťky výše uvedených vrstev, případně upraveného / vyměněného podloží vozovky (aktivní zóny) – podrobněji vyhodnoceno v odstavci 7. Měřením únosnosti byly v místě sanovaného okraje zjištěny značně nehomogenní a z celkového pohledu větší průhyby než na původní konstrukci vozovky. Z pohledu zastižených materiálů v místě sanovaného okraje a rovněž tloušťek konstrukčních vrstev včetně upraveného / vyměněného podloží vozovky však ani výše uvedené odchylky od požadavků dokumentace nedávají předpoklad tak rychlého vývoje konstrukčních poruch v úseku, resp. v tak velkém rozsahu.

Závažným zjištěním je přítomnost vody v konstrukci vozovky odhalená v době provádění sond, a to v místech několika sond v průběhu všech úseků – podrobněji viz odstavec 7. V rámci průzkumů původní vozovky provedených před realizací opravy (zejména zpráva společnosti Global – Geo z listopadu 2013, viz [6] v tomto ZP) však byla tato skutečnost zjištěna pouze v místě jedné sondy (sonda S-3 před obcí Libřice), v místech ostatních sond nebyla voda zastižena a vodní režim vozovky byl vyhodnocen převážně jako příznivý, „pevná“ až „tuhá“ konzistence podložní zeminy (viz tabulka 2 tohoto ZP). Nízkou hladinu podzemní vody lze rovněž očekávat v souvislosti s obecně podprůměrnými srážkami v posledních letech.

V rámci projektového řešení bylo odvodnění zemní pláň vozovky sanovaných okrajů navrženo standartním řešením – vytažení nestmelené podkladní vrstvy nad úroveň dna příkopu (VL 1 211.01), případně podélnou drenáží v částech s obrubníky. Níže jsou uvedeny výřezy ze vzorových příčných řezů s doplněným zvýrazněním výše popsaného řešení.

Z dostupných dokumentů (vzorové příčné řezy) lze tedy předpokládat, že pro sanace okrajů byl v extravilánu (v částech úseků s nezpevněnou krajnicí) uvažován následující postup:

- Odstranění původní vozovky na úroveň zemní pláně v celé šířce po hranu příkopu.
- Výměna podloží vozovky v šířce po hranu nestmelené podkladní vrstvy.
- Vybudování nové spodní podkladní vrstvy (štěrkodrt' v tloušťce 200 mm) v šířce až po hranu příkopu (odvodnění zemní pláně, ve vzorovém řezu uvedeno „pročištění (prohloubení) příkopu“).
- Vybudování nové horní podkladní vrstvy (štěrkodrt' v tloušťce 200 mm) v šířce po nezpevněnou krajnici.
- V celé šířce vozovky recyklace za studena a pokládka nových asfaltových vrstev.
- Nové nezpevněné krajnice a úpravy příkopového svahu.



Vytažení nestmelené vrstvy nad úroveň dna příkopu

Podélná drenáž

Návazně na výše popsané navržené řešení bylo zkoumáno reálné provedení vozovky sanovaného okraje v extravilánu (v částech úseků s nezpevněnou krajnicí). Z doložené dokumentace vyplývá, že vozovka nebyla (určitě ne ve všech částech úseků) odtěžována v celé šířce, tj. až po hranu příkopu, ale byla provedena pouze rýha.

Komentář znalce:

Uvedenou skutečnost dokumentuje fotodokumentace z realizace stavby v příloze 1 ZP, na některých snímcích je již v době realizace vidět voda zůstávající dně rýhy, která však měla být odvedena do příkopu (případně na svah zemního tělesa komunikace). Dokumentovaný postup prací zejména na úseku 1 neodpovídá požadovanému řešení. Na ostatních úsecích nebyla provedena podélná drenáž nebo nebylo zajištěno odvedení vody ze sanace podloží, protože výška dna příkopu byla vyšší než dna sanace.

Na základě dostupné dokumentace z doby realizace stavby se lze domnívat, že oprava nebyla provedena dle navržené dokumentace. Pokud byla nová konstrukce vozovky provedena pouze v místě rýhy, pak nebyla nestmelená podkladní vrstva vytažena nad úroveň dna příkopu a není tak zajištěno řádné odvodnění zemní pláně. Zeminy zastížené v úrovni parapláně jsou zeminy typu F4 CS (písčité jíly), F7 MH (hlína s vysokou plasticitou), F7 MV (hlína s velmi vysokou plasticitou), tedy zeminy v podstatě nepropustné a rovněž citlivé na změny vodního režimu. Od doby provedení opravy je tedy vozovka v místě sanovaných okrajů saturována

vodou, která není žádným technickým opatřením odvedena, přičemž před opravou vozovky byl vodní režim původní vozovky hodnocen převážně jako „příznivý“.

Poznámka: Nelze vyloučit, že reálné podmínky v úsecích neumožňovaly v některých místech provedení řešení dle vzorového příčného řezu (např. stísněné podmínky neumožňující prohloubení příkopu apod.), pak však mělo být pro tato místa navrženo jiné opatření pro odvodnění zemní pláně.

Na základě provedených diagnostických prací lze předpokládat, že výše popsáný stav (tj. neodvodněná rýha) je v celé délce úseků a vývoj zaznamenaných poruch je tak v podstatě náhodný – daný lokální kombinací nejméně příznivých podmínek (kumulace vody dle podélného sklonu vozovky nebo nerovností zemní pláně, odchylky skladby vozovky od požadavků dokumentace – nižší tloušťky konstrukčních vrstev vozovky / upraveného podloží vozovky, charakter zeminy v úrovni parapláně atd.).

Poznámka: Výše popsáný stav odpovídá částem úseků v extravilánu, resp. v místech nezpevněných krajnic. V intravilánech bylo navrženo řešení odvodnění zemní pláně podélnou drenáží, na části vzorových řezů však podélná drenáž navržena není. Řešení odvodnění v intravilánech by bylo vhodné projednat se zpracovatelem dokumentace, resp. případně podrobně určit, kde měla být drenáž provedena a kde navržena nebyla a porovnat navržené řešení s reálným stavem vozovky (rozsah porušení). Po projednání a stanovisku zpracovatele projektové dokumentace (viz. příloha č. 6) lze konstatovat, že projektová dokumentace řeší nový návrh v návaznosti na zachování, případně doplnění stávajícího systému odvodnění komunikace a konstrukce vozovky, pokud to bylo technicky možné. Vzhledem k tomu, že nedošlo ke snížení stavu, lze dovozovat, že nové navrhované řešení by nemělo vyvolávat zhoršení stavu komunikace, ale spíše technický stav zlepšovat. Vzhledem k prokazatelnému stavu a výskytu poruch před opravou a po provedené opravě lze dovodit, že systém odvodnění stávající komunikace nebyl bezprostřední příčinou porušení.

Zhodnocení porušování vozovky

Na základě dostupné dokumentace (diagnostické průzkumy před provedením opravy, projektová dokumentace, dokumentace z doby realizace opravy) a provedených diagnostických prací lze předpokládat, že vývoj poruch zaznamenaných ve vnějších jízdnicích stopách, resp. na okrajích (tj. v části vozovky, kde byla provedena sanace okraje) je v největší pravděpodobnosti způsoben:

- Nevhodným postupem prací, kdy při realizaci opravy nebylo zajištěno řádné odvodnění zemní pláně nové konstrukce vozovky sanovaného okraje (nestmelená podkladní vrstva nebyla vytažena nad úroveň příkopu).*
- Odchylkami skladby konstrukce nové vozovky od požadavků dokumentace – zejména zjištěné nižší tloušťky konstrukčních vrstev vozovky / upraveného podloží vozovky.*
- Změnou způsobu řešení podloží vozovky, kdy byla v úsecích SO 101.1 a 101.2 namísto výměny za vhodný materiál provedena úprava stávajících zemin pojivem – lze však předpokládat, že v případě zajištění řádného odvodnění zemní pláně by tento fakt nebyl rozhodující (poruchy jsou dokumentovány i v částech úseků, kde byla provedena výměna za vhodný materiál).*

- *Zvýšeným dopravním zatížením – opět lze však předpokládat, že v případě zajištění řádného odvodnění zemní pláně by tento fakt nebyl rozhodující (posouzením bylo zjištěno, že vozovka sanovaného okraje je vyhovující i pro zvýšené dopravní zatížení a samotný nárůst se tedy projevil spíše v rychlosti vývoje poruch).*

- *V intravilánech je nutné výše uvedené předpoklady posoudit s ohledem na navržený způsob odvodnění zemní pláně (dle vzorových řezů bylo navrženo odvodnění podélnou drenáží, na části vzorových řezů však podélná drenáž navržena není – doporučuje se projednání se zpracovatelem dokumentace). Po projednání se zpracovatelem dokumentace bylo konstatováno zachování stávajícího systému odvodnění vozovky před opravou a případnému jeho doplnění dle navrhovaného nového řešení, pokud to bylo technicky možné.*

Návrh opravy

Oprava vozovky musí zahrnovat opatření pro odvedení vody z konstrukce vozovky, resp. z úrovně zemní pláně. Toto opatření by mělo být provedeno v každém případě co nejrychleji (reálně v tomto roce před zimním obdobím 2022 / 2023), protože vlivem dalších zdržení (např. už pouze vlivem jednání mezi zhotovitelem a správcem komunikace) hrozí vývoj dalších poruch.

Komentář znalce:

Tato rychlá oprava by jen zabránila dalšímu rozvoji trhlin s dalším prohlubování poklesu vozovky s deformací nezpevněné krajnice v již porušených místech a také porušování okrajů doposud neporušených. Nezajistí uvedení vozovky do bezporuchového stavu.

Ideálním řešením by bylo uvedení vozovky do stavu požadovaném v dokumentaci, resp. ve vzorovém listu VL 1 211.01, reálně je však tak velký opětovný zásah do vozovky v podstatě nepřijatelný (zejména s ohledem na časové možnosti a opakované výrazné omezení dopravy v úsecích).

S ohledem na výše uvedené je navržen následující možný postup opravy vozovky:

- *V pravidelném kroku (např. 50 m, bude předmětem dalšího jednání – zhotovitel, správce komunikace, projektant) provedení odvodnění zemní pláně – v šířce cca 1 m a do hloubky cca 0,60 m odtěžení materiálu (nevhodné zeminy) za hranou sanované konstrukce vozovky a doplnění vhodným propustným materiálem (např. kamenivo frakce 0/125 s průběžným hutněním) tak, aby byl umožněn odtok vody z úrovně zemní pláně do příkopu (stav příkopů bude posouzen a dle možností budou příkopy případně prohloubeny).*

Uvedené opatření bude (bez ohledu na výše navržený krok) rovněž provedeno v místech všech nejvýraznějších zaznamenaných poruch (síťové trhliny, deformace).

- *Lokální opravy vozovky v místech porušených síťovými trhlínami a deformacemi:*
 - *Odstranění asfaltových vrstev.*
 - *Posouzení stavu recyklované vrstvy – předpokládá se však její porušení – v tom případě se provede její odstranění na úroveň štěrkodrti (resp. v tloušťce nejméně 200 mm), přehutnění štěrkodrti a náhradou za recyklovanou vrstvu se provede*

podkladní vrstva ze směsi kameniva stmeleného cementem SC, C_{3/4}.

- *Pokládka ložní a obrusné vrstvy.*

Komentář znalce:

K navržené variantě odtěžení celé recyklované vrstvy lze použít návrh opravy z diagnostiky vozovek [10], kdy se zhutněný a nestmelený recyklát bude považovat za štěrkodrt' a jeho horní část se nahradí vrstvou ACP 22+ v předpokládané tloušťce 80 mm. Dále se doporučuje použít výztužná sklovláknitá textilie podle TP 147, která by omezila vývoj podélné trhliny mezi sanací krajnice a opravenou vozovkou

V návaznosti na výše navržená a realizovaná opatření bude vozovka nadále sledována s vyhodnocením funkčnosti opatření (sledování rozsahu případného vývoje dalších poruch, sledování funkčnosti opatření v místech provedených lokálních výprávek).

Do doby ověření zajištění funkčního odvodnění konstrukce vozovky a stabilizace chování vozovky se v úseku nedoporučuje jakékoliv provedení celoplošné opravy asfaltových vrstev. V současném stavu je porušení pouze lokální – doporučuje se řešení výprávkami, přičemž celoplošná výměna asfaltových vrstev je ekonomicky náročné řešení (s rizikem opětovného vývoje poruch).

Závěr

V souladu s požadavky objednatele byla vypracována diagnostika vozovky silnice II/308 v úseku Hradec Králové Slatina – hr. okr. Rychnov nad Kněžnou, akce „Silnice II/308 Slatina – hr. okr. Rychnov (km 3,765 – 12,997)“. Toto posouzení navazuje a doplňuje posouzení konstrukčních vrstev vozovky provedené v roce 2020 (zpráva č. 050/20/ZP, zpracovatel CONSULTTEST s.r.o., únor 2020).

Realizované diagnostické práce byly provedeny z důvodu výskytu závažných konstrukčních poruch vozovky (síťové trhliny a deformace – poklesy), a to v krátké době po provedení opravy vozovky. Zhodnocení vývoje poruch na posuzované vozovce je uvedeno v odstavci 8. této zprávy, v odstavci 9. je pak navrženo možné řešení.

Komentář znalce:

Zpráva CONSULTTEST [10] je podrobná, ucelená a zodpovědně zpracovaná. Veškeré zjištěné informace a detaily, které mohly být příčinou poruch vozovky, byly ověřeny a zhodnoceny.

3.3.14 Projektová dokumentace Silnice II/308, úsek 6,280 až 7,500 a fotografie z realizace stavby

Pro porovnání výsledků realizace stavby poskytl Objednatel posudku dokumentaci stavby realizované mezi úsekem 1 a 2 posuzované stavby již v roce 2011. Projektovou dokumentaci zajistil stejný projektant jako posuzované stavby realizované v roce 2016 a 2017 a realizaci zajistila společnost STRABAG.

Projektová dokumentace řeší opravu stejným způsobem a detaily jako posuzovaná stavba. Návrh vozovky počítá s nižšími tloušťkami než mají vozovky podle projektové dokumentace.

Vozovka byla realizována bez závad, a kromě lokální opravy vysprávkou a počáteční ztráty asfaltového tmele a ztráty je úsek ve velmi dobrém stavu.

Fotodokumentace provádění stavby je v příloze 3. Pro rychlé srovnání obou staveb jsou v obrázcích 15 a 16 uvedena rozdílná řešení sanace okrajů vozovky.



Obrázek 15 - Aktivní zóna stavby z roku 2011 ze štěrkodrti je provedena na šířku až ke hraně příkopu



Obrázek 16 - Aktivní zóna stavby z roku 2016 je úzká mezi výkopem a příkopem zůstává původní zemina, řešení nemůže zajistit odtok vody z aktivní zóny.

3.3.15 Vyjádření projektanta k provedeným pracím

A. Ve vyjádření projektanta k provedení stavby v úseku 1 [13] ze dne 30.9.2022 je uvedeno:

- 1) *V projektové dokumentaci PDPS byla navržena v celém úseku v rámci sanace krajů i výměna aktivní zóny v mocnosti 0,5 m za nenamrzavý a propustný materiál. Na základě rozhodnutí zhotovitele byla tato výměna změněna na úpravu aktivní zóny vápnem. S tímto projektant souhlasil jen za podmínky, že tato úprava bude provedena jen v místech kde to je vhodné a kde nedojde k trvalejšímu zavodnění. Pokud se ukazuje, že na řadě míst je aktivní zóna dlouhodobě v kontaktu s povrchovou vodou, byla úprava zvolena nevhodně, neboť trvalejší zavodnění degraduje vápnem upravenou zeminu.*
- 2) *V dokumentaci PDPS se uvažovalo s výměnou zemní krajnice až po úroveň pláň a to včetně vrstvy zajišťující plošnou drenáž v úrovni zemní pláň viz. vzorové příčné řezy. Z fotodokumentace provedené během vlastních stavebních prací je ale patrné, Tímto pravděpodobně dochází k tomu, že srážkové vody z krytu vozovky prosakují přes nezpevněnou krajnici do nestmelených konstrukčních vrstev vozovky, kde příčině poruch vozovky se vlivem nepropustné zemní krajnice a především chybějící plošné drenáží kumulují a snižují únosnost zemní pláň.*
- 3) *Návrh opravy konstrukčních vrstev vycházel z diagnostiky, podle které by mělo být nalezeno technicky optimální řešení. V reálu se šlo mírně na stranu bezpečnosti a návrh v době vyhovoval i pro vyšší TNV než je zjištěno ze sčítání dopravy (v tomto případě použito z roku 2010).*

Komentář znalce:

Projektant se vyjadřuje k příčině poruch vozovky.

Obhájí sanaci krajů do hloubky 0,5 m pod zemní pláň s použitím nenamrzavého a propustného materiálu. Souhlasil s výměnou tohoto materiálu za úpravu zeminy v původním podloží vápnem *jen za podmínky, že tato úprava bude provedena jen v místech, kde to je vhodné a kde nedojde k trvalejšímu zavodnění*. Upozorňuje, že *sanace krajů byla prováděna s ponecháním stávající nepropustné zemní krajnice*, což bylo známo od počátku prací. Ponechání krajnice neumožnilo odvodnění konstrukce vozovky a podloží. V tom případě považuje úpravu zemin vápnem za nevhodnou.

Tato konstatování jsou správná, ale ke stejnému jevu došlo i při použití propustného materiálu, naopak při použití propustného mezerovitého materiálu došlo ke koncentraci vody v rýze bez ohledu na ponechání nepropustné zemní krajnice mezi vozovkou a příkopem. Je to způsobeno nedůsledným řešením odvodnění zemního tělesa patrné ve vzorových příčných řezech a zejména nezpracováním pracovních příčných řezů v RDS z hlediska odvodnění (je řešen jen povrch vozovky a tvar příkopu, viz obrázky 13 a 14).

Jistý problém úpravou zemin pojivem lze připustit, zemina zkoušená v průkazní zkoušce F4 CS (písečný jíl) nebyla upravena vápnem, ale směsným pojivem s obsahem cementu, vápna popílku apod. Pro další jílovité zeminy zastoupené v podloží F7 MH (hlína s vysokou plasticitou) a případně F7 MV (hlína s velmi vysokou plasticitou) je úprava vápnem vhodnější a zejména při obsahu vápna 3 % se dosahuje odolnosti vůči vodě a nenamrzavost zemin.

Nabízelo se také řešení úpravy zemní frézou přímo na místě bez těžení rýhy, což by si vynutilo odstranění krajnice až k příkopu, zajištění odvodnění v průběhu stavby a řádné provedení a kontrolu prací včetně zajištění trvalého odvodnění. Tento postup Zhotovitel nezvolil.

Jádro problému je v tom, že se pod zemní plání navrhla neodvodnitelná rýha o hloubce 0,5 m tím, že dno příkopu je výše o 0,3 m než dno rýhy. Jestliže se rýha opatřená separační geotextilií vyplní propustným a mezerovitým materiálem, do jehož celkového vnějšího objemu se vejde 10 % až 15 % vody, pak tato voda touto rýhou proudí podle podélného spádu silnice, nebo v ní zůstává a nasytí a ztekutí jílovitou zeminu v zemním tělese. Taková zemina nemůže odolat účinkům zatížení. Jedná se o zjevný nedostatek stavby, kterému bylo možno zabránit, ale poruchy by nastaly i v případě odtěžení krajnice.

Poslední bod je ověřován vyjádřením ČVUT [9] v 3.3.12, není třeba jej komentovat.

B. Ve vyjádření projektanta k provedení drenáže v úseku 2 (průtah obcí Černilov) [14] ze dne 06.12.2022 je uvedeno:

Při návrhu stavby bylo odvodnění zemní pláně prioritně řešeno podélnou drenáží zaústěnou do uličních vpustí a dále do stávající kanalizace (dešťové). Tam, kde to správce kanalizace neumožnil – v části obce byly stávající vpusti napojeny do jednotné kanalizace ve správě VaK – bylo odvodnění zemní pláně v obou dvou krajích vozovky řešeno výměnou zeminy v podloží do hloubky 0,5 m (pod úroveň zemní pláně).

Komentář znalce:

Podélná drenáž byla navržena podle podélného profilu projektové dokumentace [1] vpravo od km 7,72 až 7,938 a vlevo od km 7,790 až 7,938. V ostatních délkách byla navržena a provedena sanace rýhy lomovým kamenem. Vyjádření tedy oznamuje, že podélná drenáž zřízena nebyla a odvodnění rýhy nebylo zajištěno, což je podstatný nedostatek stavby.

Nezajištění odvodnění připustí zavodnění podloží, což vede k poruchám, které se na úseku ve velké počtu objevily a musely být už v roce 2018 opraveny plošnými vysprávkami asfaltovou vrstvou, ale poruchy se projeví opětovně, opravou se neřeší problém způsobený nezajištěním podpovrchového odvodnění podélnou drenáží.

4 POSUDEK

Úkolem znaleckého ústavu FAST VUT v Brně je dle Objednávky č. DO2023/00801 vyhodnotit stávající stav, určit nejpravděpodobnější příčinu vzniku reklamovaných poruch a zodpovědět položené otázky uvedené v kapitole 1.

4.1 POPIS POSTUPU PŘI ANALÝZE DAT

Znalecký ústav provedl rozbor jednotlivých zajištěných podkladů a dokumentů, jež souvisejí se zadaným znaleckým úkolem, respektive s otázkami položenými znaleckému ústavu. Znalecký ústav FAST VUT v Brně prostudoval a přezkoumal metodiky a poznatky uvedené v jednotlivých dokumentech.

V závěru jednotlivých rozborů podkladů bylo provedeno kritické zhodnocení dílčích výsledků ve formě komentáře v návaznosti na místní šetření, provedených analýz a informací obsažených v dostupné a zajištěné dokumentaci.

4.2 VÝSLEDKY ANALÝZY DAT

Rozbor problematiky

V této kapitole je proveden rozbor k jednotlivým otázkám, které byly znaleckému ústavu položeny. Rozbor jednotlivých otázek je řešen v těchto okruzích:

- Soulad projektové dokumentace se stavebně technickými předpisy.
- Soulad provedení s realizační projektovou dokumentací.
- Stav vozovky podle nezávislých posudků se stanovením příčin poruch.

4.2.1 Analýza technické dokumentace stavby

V části ZP 3.3.1 a 3.3.2 je zhodnocena dokumentace stavby PDPS [1] a RSD [2]. Pro účely tohoto znaleckého posudku z hlediska provedení stavby jsou hodnoceny vzorové příčné řezy, podélné profily, pracovní příčné řezy, popis konstrukcí provedené opravy vozovky včetně sanace okrajů vozovky.

S ohledem na zadané otázky jsou v části ZP 3.3.2 zpracovány požadavky uvedené ve Vzorových technologických listech uvedených v [25] a [26]. Tyto listy doplňují požadavky ČSN 73 6101 [20]. Projektování silnic a dálnic z hlediska uspořádání stavebních prvků a jejich rozměrů.

V komentáři znalce na uvedené informace v 3.3.1 je uvedeno, že v projektové dokumentaci byla snaha dodržet ČSN a Vzorové technologické listy platné v době realizace stavby.

Není ovšem zohledněna skutečnost, že pod okraji vozovky byly navrženy rýhy vyplněné propustným materiálem (zemina typu štěrk, štěrkodeř 0/63, lomový kámen) a spodní úroveň rýh je navržena pod úroveň dna příkopu. Rýha je vytvořena v jílovitých nepropustných zeminách, v propustném materiálu rýhy se bude zdržovat voda v podstatě jen s náhodným odtokem, která umožní nasycení nepropustných zemin zemního tělesa vodou s dosažením plastické až tekuté konzistence bez potřebné únosnosti.

Z tohoto hlediska nejsou vzorové příčné řezy v rámci stavby na většině míst použitelné. Nedostatky v konkrétních případech měly být řešeny v rámci RDS předložené zhotovitelem. Stalo se tak jen v případě několika profilů, kde dno příkopu bylo níže než sanace podloží, a byl tak umožněn odtok vody ze zemního tělesa mimo stavbu. Přesto i zde bylo zanedbáno odvedení vody ze sanace podloží při klopení vozovky ve směrových obloucích, voda příčným spádem směřovala do nesanovaného podloží a snižovala únosnost podloží i mimo sanovaný kraj vozovky.

V projektové dokumentaci nejsou pečlivě řešeny podélné sklony příkopů, v některých částech jsou sklony nižší než přípustné podle ČSN 73 6101 nebo nejsou řešeny vůbec.

4.2.2 Skutečné provádění stavby

Z předaných fotografií technického dozoru stavby (TDS) byly vybrány fotografie, které dokumentují celý postup stavebních prací, které jsou s popisem znalce umístěny do přílohy 1 ZP.

SO 101-1 a SO 101-2 (úsek 1 a 2)

Technologický postup je dokumentován také každodenními zápisy ve stavebních denících. Ze stavebních deníků stavby SO 101-1 a SO 101-2 [5] byly vybrány informace od začátku prací na staveništi.

Fotografiemi a zápisem do stavebních deníků je dokumentováno, že práce začínaly a byly prováděny v souladu s projektovou dokumentací:

1. Zahájení prací frézováním asfaltových vrstev na předpokládanou výšku povrchu vozovky -120 mm od projektovaného povrchu frézami o šířce 2 m a 1 m. Frézovaný materiál byl odvážen na skládku.
2. Výkop rýhy v místě okraje vozovky na šířku 1 m až 1,5 m, podle stavebního deníku se tento výkop označuje jako strhávání krajnice. Ve výkopu se nacházel štět jako kameny o velikosti vyšší než 125 mm. Výkopek byl odvážen na skládku.
3. Pod odstraněnou konstrukcí se nacházelo podloží tvořené nevhodnými zeminami. Zemina se rypadlem vykopávala a byla odvážena na skládku nebo podle změny během výstavby se umísťovala do hrázky na povrch vozovky po odstranění asfaltových vrstev. Zemina v hrázce hrázka byla následně upravena frézou za přidání pojiva GEOSAN zpracována podle bodu 5.
4. Po zhutnění dna rýhy byla do rýhy položena vhodná geotextilie a položeny a zhutněny dvě vrstvy vhodného materiálu (lomový kámen 0/125 mm v první vrstvě a štěrkodrt' 0/63 mm ve druhé vrstvě).
5. V případě úpravy zeminy pojivem se geotextile nepoužila a upravená zemina se uložila na zhutněný povrch parapláně (povrch zemního tělesa v rýze), vrstva se zhutnila a provedla se kontrola modulu přetvárnosti statickou deskou pro splnění požadavku Edef ≥ 45 MPa.
6. Na upravenou zemní pláň v rýze se položila ochranná vrstva ze štěrkodrtě ŠD_A 200 mm.
7. Následně se na ochrannou vrstvu ze štěrkodrtě ŠD_A se do rýhy položila vrstva ŠD_B nebo se rozhrnula rozfrézovaná vrstva podkladních vrstev původní vozovky (po odfrézování povrchu celé vozovky) s přidáním recyklátu z asfaltových vrstev).

8. Takto připravený rozfrézovaný povrch se vyrovnal do požadovaných sklonů a byl silniční frézou s přidáním pojiv recyklován, vyrovnán a zhutněn.
9. Po dokončení a tvrdnutí podkladu byla na spojovací postřik položena podkladní vrstva vozovky ACP 19+ v tloušťce 70 mm a ohrubná vrstva z ACO 11+ v tloušťce 50 mm.

Skutečné provedení stavby se od projektové dokumentace lišilo zejména provedením zemních prací a odvodnění. Jako sanace podloží se provedla rýha jen na navrženou šířku 1 m až 1,5 m a mezi příkopem zůstala nezpevněná krajnice a nepropustné zemní těleso. Tím nebylo zajištěno odvodnění stavby v průběhu výstavby a byly problémy s čerpáním vody a odstraňováním zeminy v plastickém a tekutém stavu.

Jádro problému je v tom, že se pod zemní plání extravilánu provedla neodvodnitelná rýha o hloubce 0,5 m tím, že dno příkopu je o 0,3 m výše než dno rýhy. Jestliže se rýha opatřená separační geotextilií vyplní propustným a mezerovitým materiálem, do jehož celkového vnějšího objemu se vejde 10 % až 15 % vody, pak tato voda touto rýhou proudí podle podélného spádu silnice nebo v ní zůstává a nasytí a ztekutí jílovité zeminy v zemním tělese. Pokud by byla zemina vhodně upravena a zhotovitel dodržel vzorový příčný řez podle RDS uvedený v obrázku 12, k poruchám by zřejmě nedocházelo.

K podstatnému zhoršení navíc došlo tím, že mezi rýhou a příkopem zůstala neodtěžená nezpevněná krajnice. Dešťová voda z celého povrchu vozovky stéká příčným sklonem na nově vybudovanou propustnou krajnici a proniká do nestmelených vrstev vozovky až na upravenou nepropustnou nevhodnou zeminu v podloží vozovky nebo na neupravenou zeminu v rýze vyplněné propustným materiálem. Neodtěžená krajnice zamezila odtoku dešťové vody z celého povrchu vozovky přes krajnici a tím se množství vody v konstrukci vozovky a podloží ještě zvýšilo.

Samostatný problém platí pro úsek silnice v průtahu obcí Černilov, kde v převážné délce byla provedena dešťová kanalizace. Zde nebyly navrženy a zřízeny příkopy a stejným způsobem byly provedeny rýhy pro sanaci podloží. Z přilehlého území a v případě porušení vozovky trhlinami do konstrukce vozovky proniká povrchová voda a vyplní rýhy sanovaného podloží propustným materiálem a stejně jako ve volné trase nasycuje zeminu v zemním tělese. Z tohoto důvodu se navrhuje po povrchu sanace podélná drenáž, která tuto proniknutou vodu odvádí do kanalizace. Podle vyjádření projektanta komentovaného v kapitole 3.3.15 ale drenáž nebyla provedena.

V intravilánu obce Černilov tedy nebyla v rýze provedena podélná drenáž, která by odvedla vodu do kanalizačních šachet. Tím se vytvořily podmínky pro konstrukční poruchy vozovky zavodněním zemních těles s následným nekvalitním provedením dalších technologických postupů stavby.

SO 101-3 (úsek 3)

V km 9,32 až 9,800 byla výrazně neúnosná vozovka s podélným sklonem vozovky 0,2 % a 0,41 % s opakovanými poruchami a úsek si zasluhoval důkladné řešení odvodnění. Na krátkém úseku se navrhlo zbudovat nový propustek a snížit niveletu vozovky pro zlepšení odvodnění a sanace podloží propustným materiálem se navrhla provést na celou šířku vozovky rovněž bez řádného odvodnění sanace. Skutečné provedení prací v uvedeném úseku se částečně lišilo od projektové dokumentace. Podrobná dokumentace tohoto úseku je

v příloze 1 strana 21 až 27. Jádrový vývrt v km 9,315 dokumentuje, že zde nebyla provedena úprava podloží, již v hloubce 480 mm byl nalezen jíl se střední plasticitou F6Cl.

V úsecích před a za výše uvedeným staničením RDS neřešila odvodnění sanace podloží stejně jako v předešlých úsecích, ale v některých případech byly použity hlubší příkopy a sanace podloží dosahovala až k příkopu. Zůstávalo chybné řešení odvodnění ve směrových obloucích, díky klopení vozovky voda pronikající do rýhy pro sanaci podloží zavodňovala také podloží ve středu vozovky.

SO 101-4 (úsek 4)

Na této stavbě se zároveň s opravou vozovky v intravilánu obce Libřice prováděla dešťová kanalizace s novými propustky a podélnou drenáží po obou stranách vozovky. Také zde došlo v RDS k návrhu nesprávného odvodnění sanace, podélná drenáž nebyla umístěna pod spodní úroveň sanace a tudíž drenáž nedokázala odvést všechnu vodu ze sanace. Pokud se stavba provedla podle RDS, pak dochází k zavodnění nevhodných zemin.

Na této stavbě došlo nejzávažnějším poruchám s úplným prolomením vozovky na začátku úseku, což zřejmě bylo nedodržením navrženého provádění vrstev vozovky, podle fotografií zde nebyla provedena recyklace podkladní vrstvy vozovky.

Zbývající úsek v extravilánu je proveden stejně jak úsek SO 101.3 v převážné délce úseku.

Dříve postavený úsek v km 6,280 až 7,500

Tento úsek provedený v roce 2011 byl realizován podle projektové dokumentace zpracované stejným projektantem se stejným řešením opravy. Sanace podloží na okrajích vozovky byla provedena s tím, že byl zajištěn v celé trase odtok vody do příkopu. Na této stavbě se nevyskytují poruchy.

Závěr

Nejzásadnější nedostatkem stavby je nezajištění odvodnění zemního tělesa. Na okraji vozovky se navrhly výkopy ve formě rýhy a dno rýhy bylo navrženo níže než dno odvodňovacích zařízení (příkopů a podélných drenáží). Do rýh byl zabudován mezerovitý propustný materiál, v němž se zadržuje voda, která nasycuje nevhodné jílovité zeminy zemního tělesa. Zeminy se tak dostávaly do plastického až tekutého stavu, účinky zatížení těžkými vozidly způsobily deformaci zemního tělesa, což se projevilo poklesem okraje vozovky s příčnými a podélnými nerovnostmi snižující bezpečnost silničního provozu.

Jistým zlepšením mohla být technologie úpravy podloží vápnem, ale toto řešení bylo degradováno provedením úzkých rýh s neodstraněním stávající krajnice až po hranu příkopu a tato zbývající část původní krajnice neumožnila odvodnění konstrukce vozovky.

4.2.3 Analýza dodané fotodokumentace a stavebních deníků dokumentující průběh výstavby

V obou úsecích byly rypadlem vytvořeny rýhy na okraji vozovky bez odstranění zbytku vozovky a nezpevněné krajnice až po hranu příkopu nebo v případě stavby v průtahu obcí Černilov až za obrubník lemující vozovku. Toto řešení neumožnilo využít možnosti úpravy podloží vápnem

a zejména zabránilo odvedení povrchové vody v průběhu stavby se zavodňováním staveniště. V konečném důsledku byla únosnost okraje vozovky oslabena.

Tímto byl postup stavby zjednodušen a ušetřilo se na rozsahu prací. Nebyl však dodržen zásadní požadavek odvodnění stavby, tj. odvedení vody, která přitéká z přilehlých pozemků a naprší na vlastní stavbu. Veškeré dešťové vody se shromažďovaly v rýze, voda nasycovala nevhodnou zeminu v podloží a uváděla zeminu do vlhkosti k mezi tekutosti. Pokud se tak stalo, byla podle zápisů ve stavebním deníku voda čerpána, byly odstraňovány naplavené a převlhčené zeminy. Za tím účelem byla měřena vlhkost zeminy z důvodu, že nasáknutou zeminu vodou nelze zpracovat se splněním požadavků zhutnění zeminy a splněním modulu přetvoření a nelze na ně položit vrstvy zemního tělesa, aktivní zóny a vrstvy vozovky (při hutnění nebo při přejezdu vozidlem tyto vrstvy nad tímto podložím „pérují“).

4.2.4 Analýza dat zjištěných při místních šetřeních

Provedená místní šetření znalce všech staveb jsou dokumentována fotografiemi v příloze 1 s komentáři poruch. Je tak dokladováno, že existují poruchy povrchu (koroze obrusné vrstvy) a poruchy konstrukce vozovek, které se vlivem plastických deformací podloží projevují snižováním povrchu vozovky v jízdních stopách na okrajích vozovek. Deformace jsou doprovázeny podélnými a rozvětvenými trhlinami a zejména významnými trhlinami síťovými porušujícími obě vrstvy asfaltové vrstvy a recyklaci podkladu. Tyto poruchy se vyskytují prakticky na všech úsecích a některé deformace jsou nebezpečím pro silniční provoz.

Do přílohy jsou také vloženy fotografie stavu převzaté Google maps, které dokumentují postupný vývoj poruch v čase. Tím se dokumentuje reálnost stanovené doby životnosti provedenými výpočty uvedenými ve vyjádření ČVUT [9].

4.2.5 Analýza dat poskytnutých měřením georadarem

Měření georadarem je zvláště citlivé na obsah vody ve zkoumaném prostředí. Výsledky měření vybraných měřených úseků [7] [9] nebyly konfrontovány se skutečným stavem (k nastavení reálných tloušťek vrstev vozovek je třeba provést jejich stanovení pomocí vývrtů do vozovky), byly pouze porovnány s vrty do vozovky a podloží v roce 2013, které byly podkladem pro diagnostiku a návrh opravy. V každém případě měření georadarem potvrdilo výskyt vody a zavodnění podloží.

4.2.6 Analýza dat poskytnutých odběrem vývrtů a sond

Odběr vývrtů v poruchách nebezpečných pro silniční provoz a následné hodnocení ve zprávě [8] konstatovalo:

- Tloušťka asfaltových vrstev a recyklované vrstvy byla v povolených mezích.
- Ve dvou sondách z pěti provedených sond (VS 4 a 5) nebyla zastižena vrstva ze štěrkodrtě.
- Podloží ve VS 4 v km 12,980 v hloubce 350 mm až 550 mm (namísto štěrkodrtě) mělo charakteristiky štěrkovitého jílu s vlhkostí 12,5 % a s mezí plasticity 20 %, zemina byla neupravená a nezavodněná; v hloubce větší než 550 mm byl jíl se střední plasticitou s vlhkostí 24,4 % a mezí plasticity 22 %, tj. zemina byla neupravená, zavodněná a byla v plastickém stavu.

- Podloží v obci Černilov v km 8,202 ve VS 5 v hloubce 280 až 480 mm bylo tvořeno hlínou s vysokou plasticitou s vlhkostí 25,6 % a s mezí plasticity 40 %, tj. zemina nebyla upravená, nebyla v plastickém stavu (byla v podstatně nižší hloubce namísto štěrkodrtě), než požadovala RDS. V hloubce níže než 480 mm se nacházela rovněž hlína s vysokou plasticitou s vlhkostí 37,6 %, mez plasticity byla 40 %, tj. průměrná vlhkost se blížila k mezi plasticity.
- Podloží ve VS 2 v km 9,315 a v hloubce 480 mm a nižší byl jíl se střední plasticitou s vlhkostí 29,6 % a s mezí plasticity 21 %, tj. zemina nebyla upravená, byla zavodněná a byla v plastickém stavu.
- Podloží v KS 1 v km 5,888 a v hloubce větší než 560 mm tvořil jíl se střední plasticitou s vlhkostí 26,6 % a s mezí plasticity 23 %, tj. zemina nebyla upravená, byla zavodněná a byla v plastickém stavu.
- Podloží v KS 2 a VS 3 v km 9,538 (silně zavodněný úsek) v hloubce větší než 850 mm nebylo zastiženo, vyskytovala se sanace podloží štěrkodrtí.

Výsledky sond provedených ve velmi porušených místech po 3 až 4 letech provozu dokládají:

- obtížné podmínky v podloží, vyskytují se jemnozrnné zeminy náchylné na účinky vody,
- nedostatky provádění stavby týkající se zejména úpravy podloží a neprovedení podkladních vrstev vozovky v okrajích silnice,
- ve dvou sondách z 5 provedených chybí podkladní vrstva ze štěrkodrtě,
- v úseku 1 nebyla zastižena úprava zeminy a zemina byla zavodněná,
- úprava podloží lomovým kamenem (v km 9,3 a dále), nezabránila výrazným a opakovaným poruchám vozovky.

4.2.7 Analýza dat poskytnutých posudkem ČVUT

Zajímavá byla analýza [9] stanovení dob životnosti výpočtem podle TP 170 [24] za předpokladu změn dopravního zatížení, které prokázalo, že důvodem snížené doby životnosti nemůže být zvýšené dopravní zatížení, ale snížená únosnost (modul pružnosti) zeminy v podloží. Výsledek minimální doby životnosti 2 roky se opravdu kryje s projevem prvních konstrukčních poruch síťovými trhlinami asfaltových vrstvách s poklesem povrchu vozovky. Tento vývoj poruch je dokumentován v příloze 1 na straně 12 až 14 a na straně 18 až 20. První poruchy se začaly objevovat už po 1 roce provozu a konstrukční poruchy se výrazně projevily po dvou až 4 letech. Opravy poruch stavby byly provedeny v roce 2018, tj. po 2 až 3 letech provozu a po dalších necelých 4 letech jsou poruchy už ve stavu nebezpečí pro silniční provoz.

4.2.8 Analýza dat provedených diagnostikou vozovky [10]

Provedené práce ve zprávě CONSULTTEST [10] byly důkladné, týkaly se provedených vývrtů a sond, stanovení rozdílných tloušťek podkladní vrstvy, tloušťek s náhradou podloží nestmelenými vrstvami nebo provedením (neprovedením) úpravy zemin pojivem. Velmi důkladné bylo také posouzení únosnosti rázovým zatížením.

Celkem bylo provedeno 21 sond, toho 9 sond bylo kopaných. Byla konstatována vysoká variace tloušťek vrstev vozovek. Jako velmi důležité bylo zjištění, že v žádné ze 6 provedených kopaných sond neodpovídá tloušťka upraveného podloží vozovky požadované hodnotě podle dokumentace (0,5 m). Také v 8 sondách byla zjištěna přítomnost vody a byly vytvořeny snímky dokumentující proudění vody do sondy s vytvořením volné hladiny vody.

Dokumentování skutečných tloušťek vrstev, stav vrstev a jejich zavodnění dokládají stav vozovky a její provedení a potvrzují příčiny poruch.

4.2.9 Analýza dat únosnosti vozovky před opravou a opravené vozovky po 5 a 6 letech užívání provozem

Výsledky stanovených průhybových čar měřením únosnosti jsou dále přehledně graficky zpracovány. Jsou uvedeny průhybové čáry stanovené v roce 2013 v rámci diagnostiky provedené IMOS [3] a výsledky měření provedené v roce 2022 laboratoří CONSULTTEST [10]. Obě měření byla provedena podobným zařízením a obě zařízení splňují požadavky MD ČR pro měření únosnosti, tj. je zaručena správnost a shodnost obou měření.

V následujících grafech jsou zpracovány výsledky měření všech opravovaných úseků vozovek. V závislosti na staničení vozovky jsou zpracovány měřené průhyby pod dynamickým zatížením vyvolaným pádem závaží na tlumící gumové prvky a přenesené na zatěžovací desku složenou ze segmentů k rovnoměrnému přenesení silového pulzu 50 kN na povrch vozovky s tlakem 0,707 MPa. S ohledem na reakci vozovky s různými vrstvami vozovky a jejich tloušťek a stav podloží silový pulz kolísá v rozmezí $\pm 5\%$ a pro srovnání měření průhybu se hodnoty průhybu přepočítávají na 50 kN.

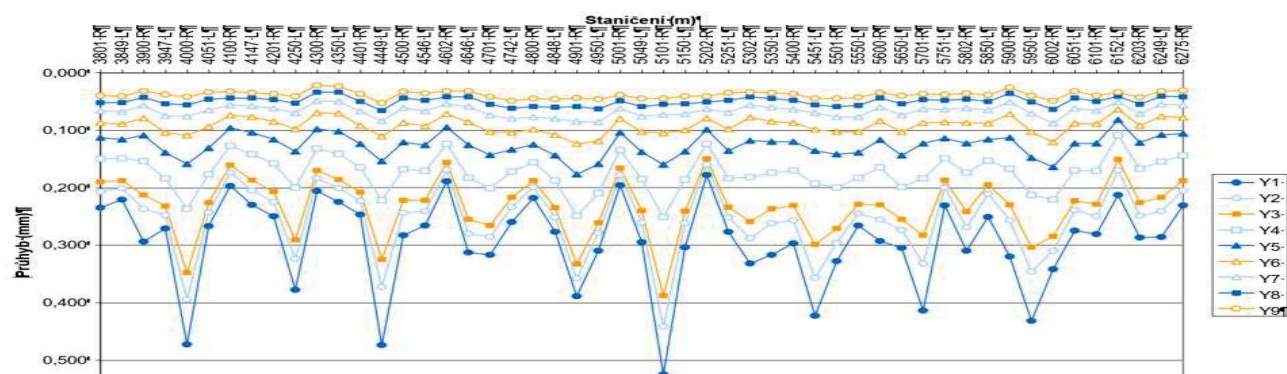
Měření IMOS bylo provedeno v pravidelném kroku po 50 m střídavě na pravé a levé straně vozovky. Údaje o průhybu jsou zaznamenávány 9 snímači průhybu ve vzdálenostech od středu zatěžovací desky v milimetrech: 0, 200, 300, 600, 900, 1200, 1500, 1800 a 2100. Měření CONSULTTEST bylo provedeno přímo na okraji vozovky v místě sanace podloží a v místě bez sanace, kde došlo jen k recyklaci podkladu a položení krytových asfaltových vrstev. Zaznamenávaný průhyb byl ve vzdálenostech od středu zatížení v milimetrech: 0, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500, 1800 a 2100.

Průhyb ve středu zatížení vyjadřuje tuhost celé vozovky včetně podloží. Průhyb ve vzdálenosti 300 mm od středu zatížení vyjadřuje tuhost podkladních vrstev a podloží. Průhyby ve vzdálenostech 1200 mm a více od středu zatížení jsou ovlivněny podložím, tj. aktivní zónou a zemním tělesem.

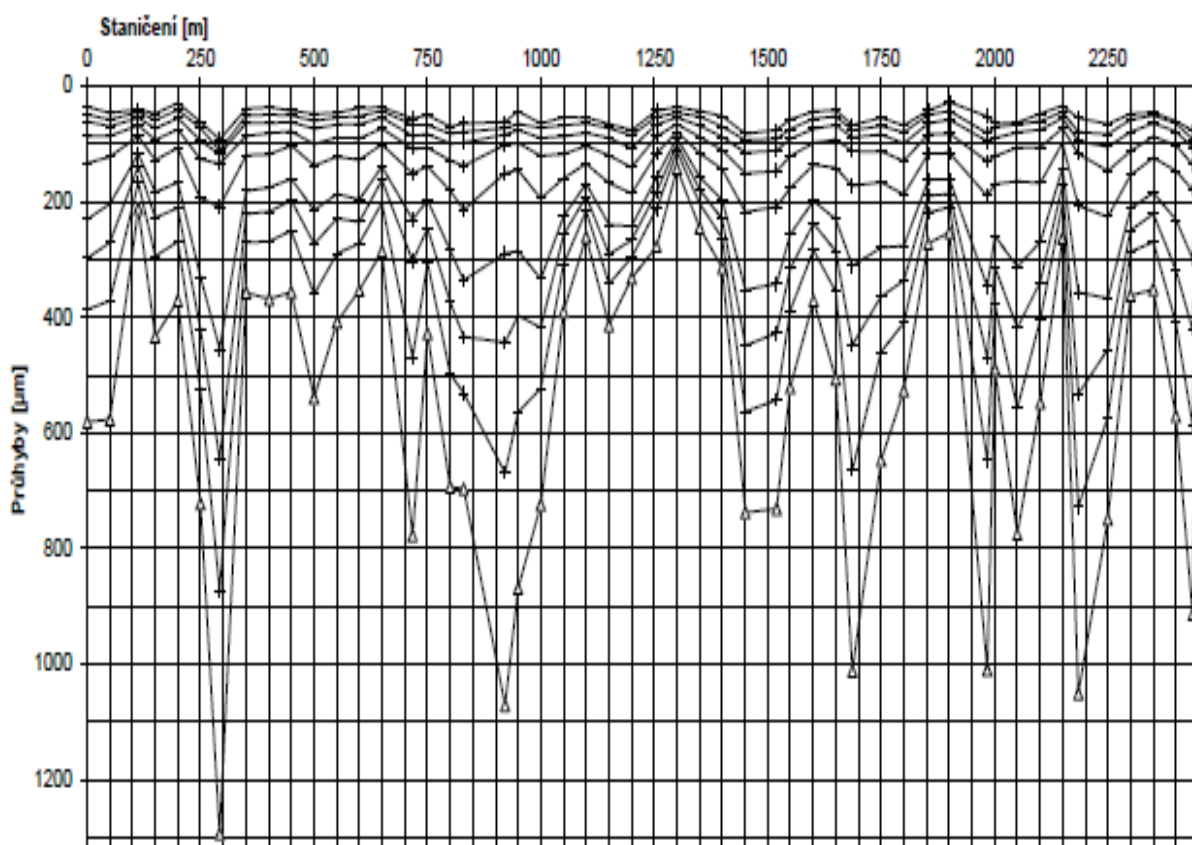
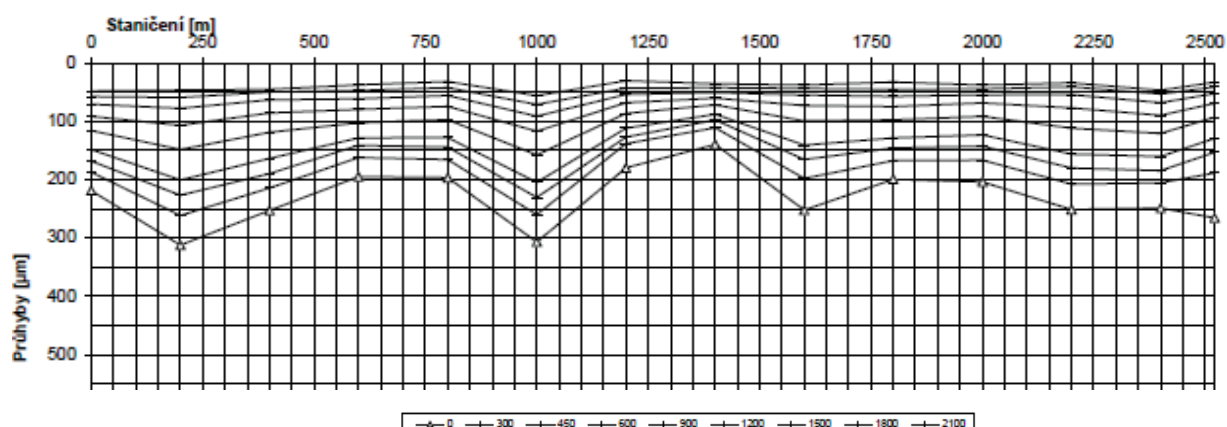
Z hlediska únosnosti podloží lze zavést podmínku, že pokud je průhyb na snímači ve vzdálenosti 1200 mm od středu zatížení (šestá čára od spodu) 0,100 mm a větší, pak podloží nesplňuje stanovenou podmínku modulu pružnosti 50 MPa.

Znázorněné měření v následujících grafech je oproštěno od vlivu vyhodnocovacích programů a je možno posoudit stav vozovek v daném místě provedeného měření. Měření průhybů se provádělo na všech opravovaných úsecích. Na vodorovné ose grafu každého úseku je staničení podle projektové dokumentace. Na svislé ose jsou hodnoty stanoveného průhybu každým snímačem v uvedených vzdálenostech. První graf pro každý úsek představuje výsledky měření v roce 2013 v rámci diagnostiky vozovky a dva další jsou zpracovaná měření v roce 2022 jednak na opravě vozovky (horní) a na okraji vozovky se sanací podloží vozovky (spodní).

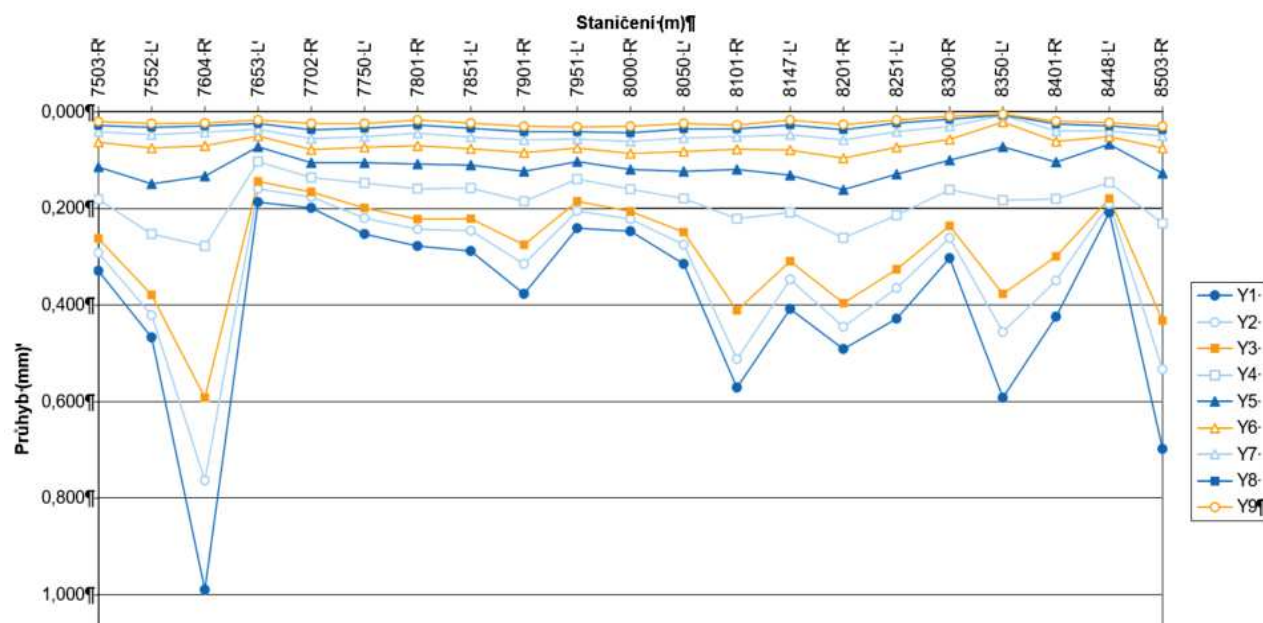
Úsek 1 - Měření únosnosti, zpráva IMOS 2013, R pravá stopa, L levá stopa vozidel



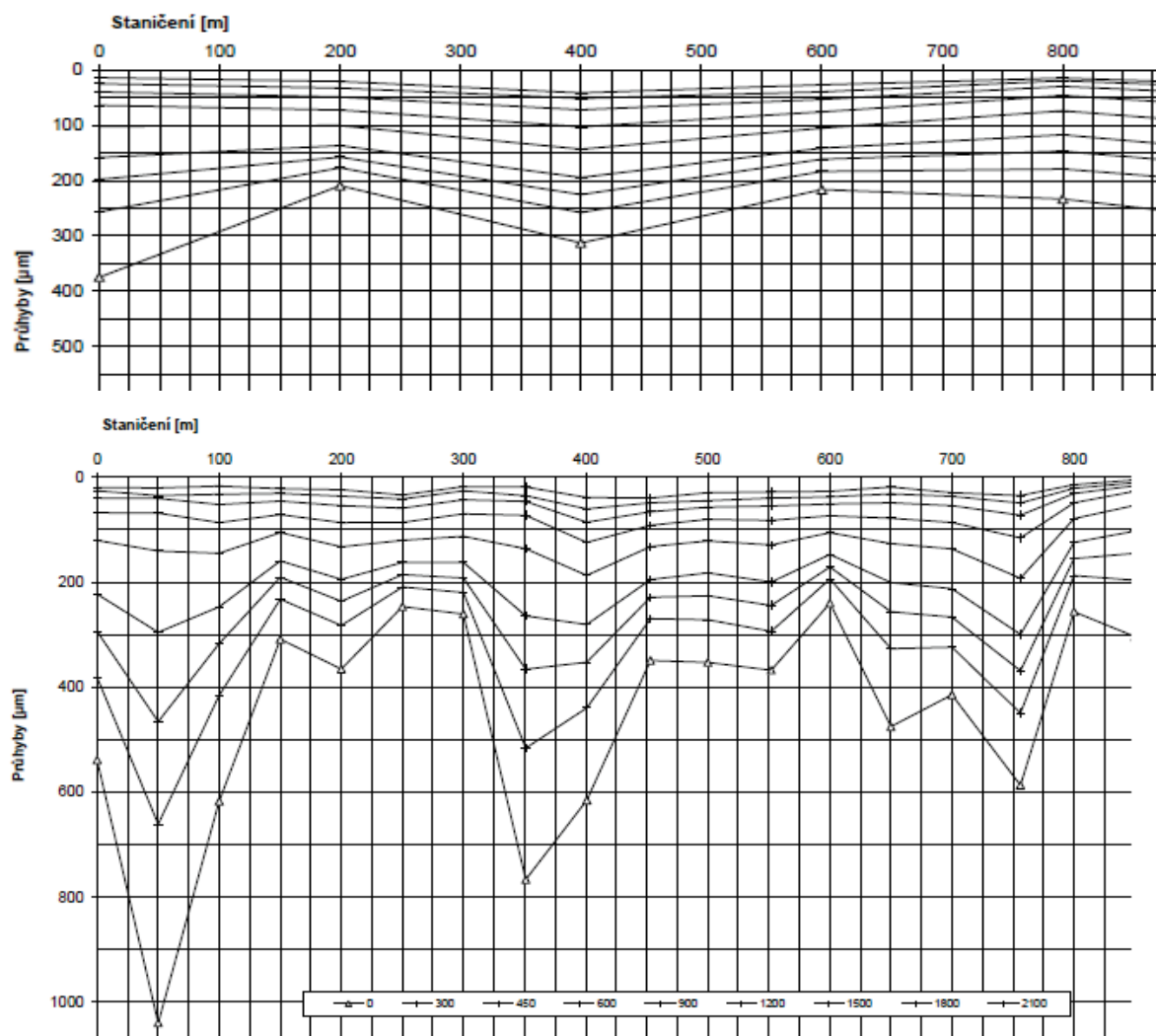
Úsek 1 - Měření CONSULTTEST 2022, Horní - průhyby v levé stopě, dolní levý okraj



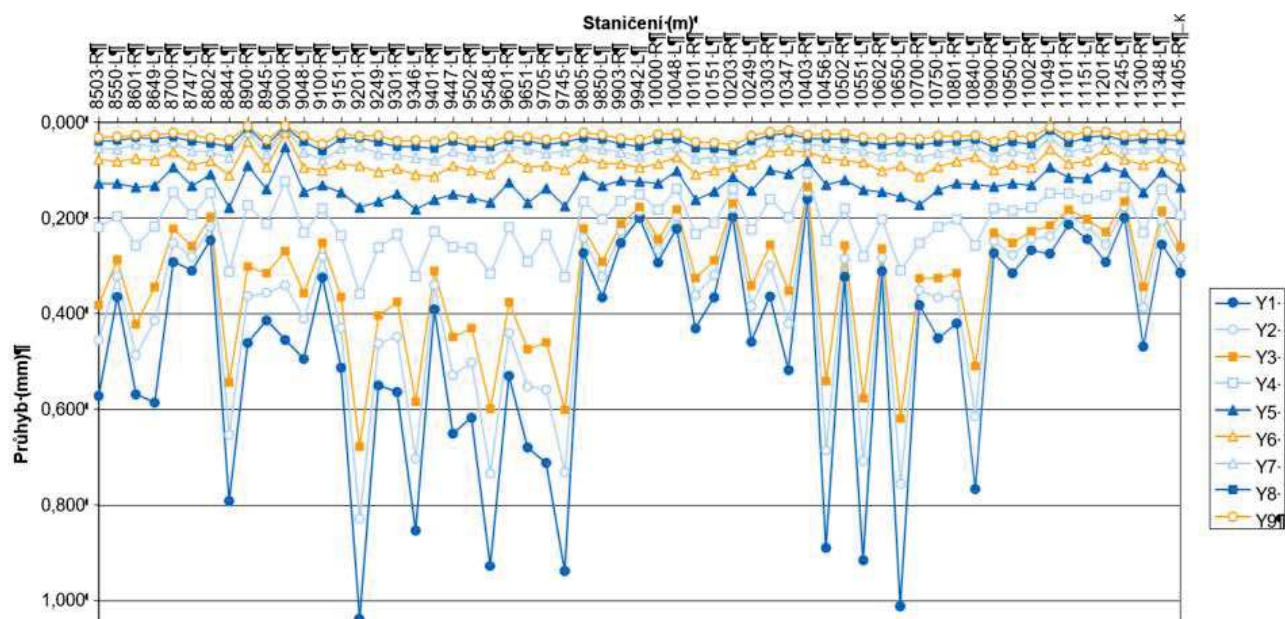
Úsek 2 - Měření únosnosti, zpráva IMOS 2013, R pravá stopa, L levá stopa vozidel



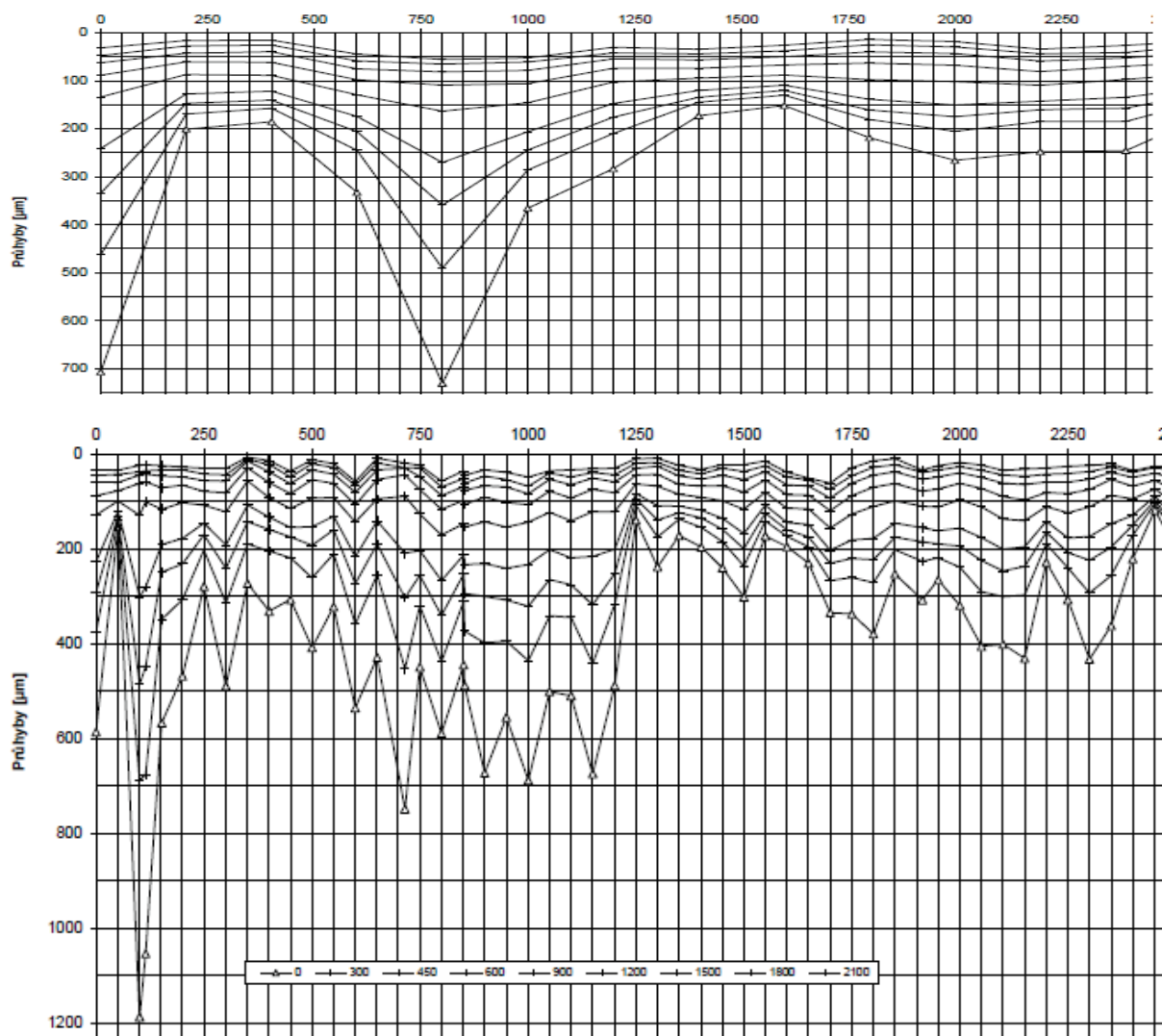
Úsek 2 - Měření CONSULTTEST 2022, Horní - průhyby v pravé stopě, dolní pravý okraj



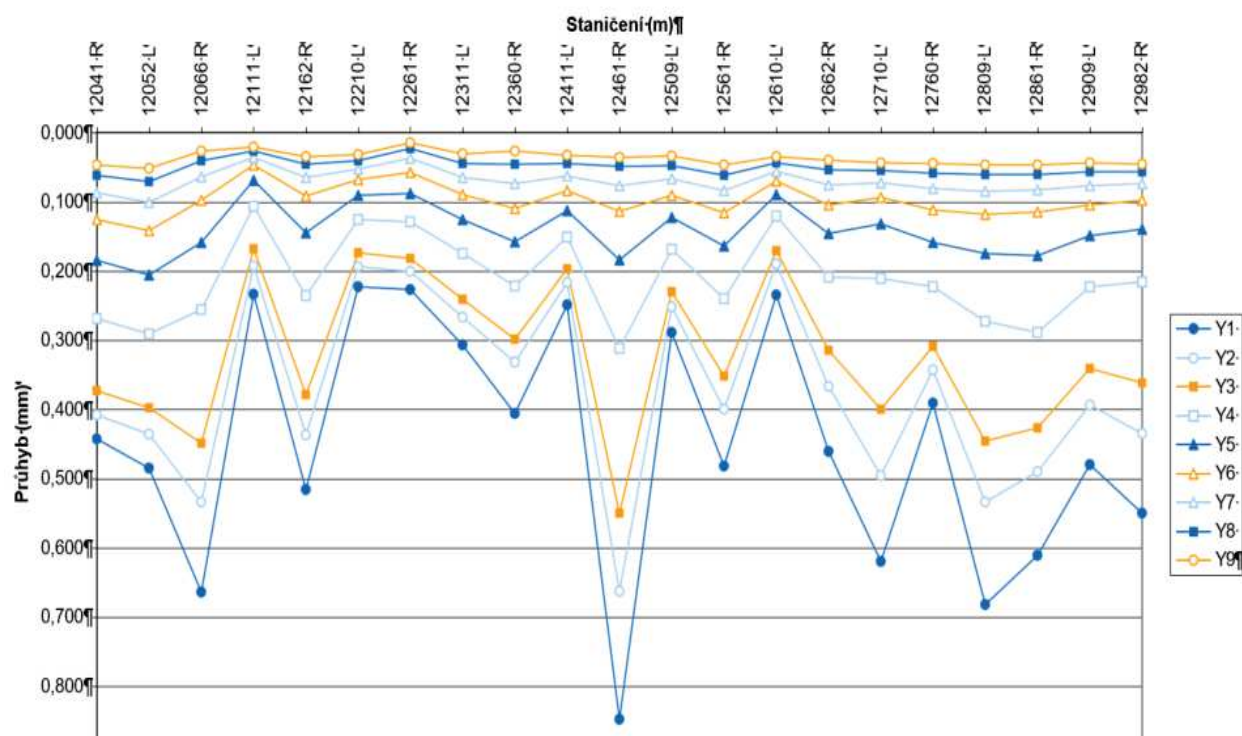
Úsek 3 - Měření únosnosti, zpráva IMOS 2013, R pravá stopa, L levá stopa vozidel



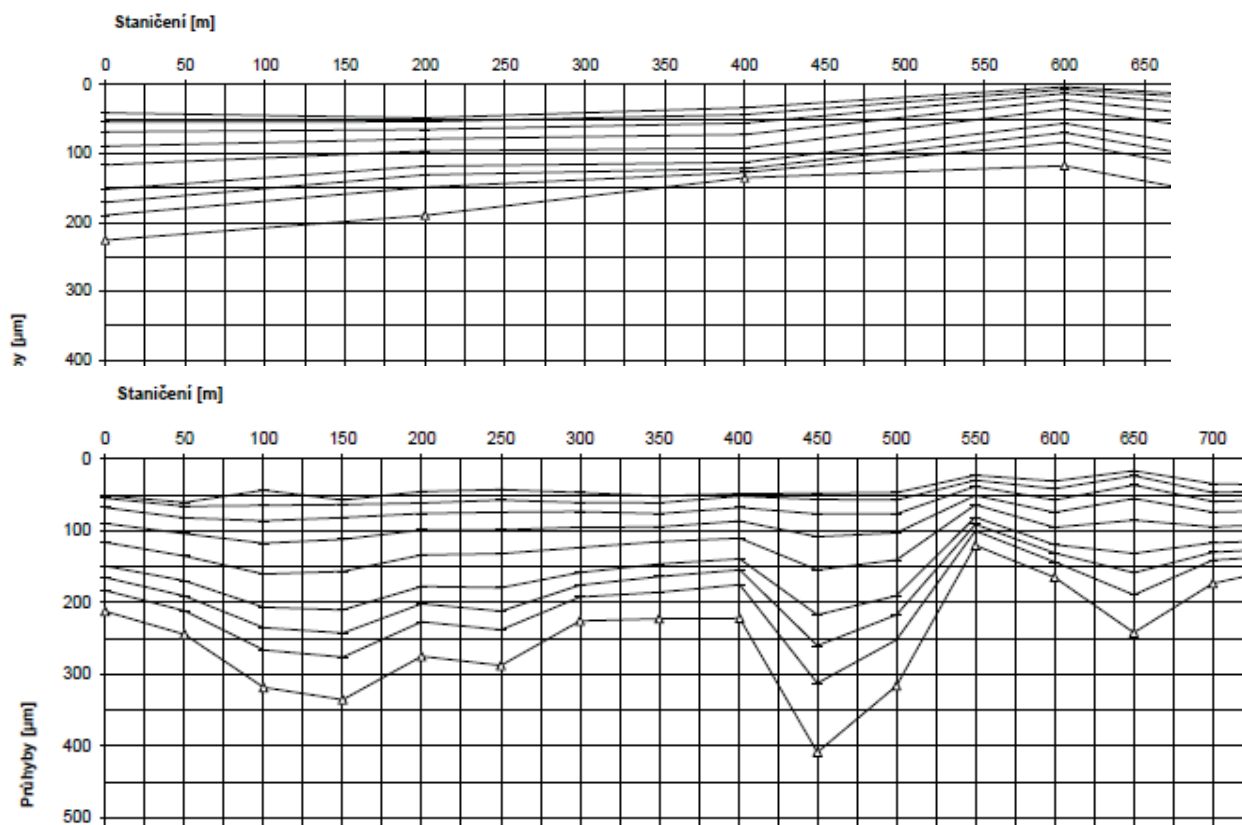
Úsek 3 - Měření CONSULTTEST 2022, horní v pravé stopě, dolní pravý okraj



Úsek 4 - Měření únosnosti, zpráva IMOS 2013, R pravá stopa, L levá stopa vozidel



Úsek 4 - Měření CONSULTTEST 2022, Horní - průhyby v pravé stopě, dolní pravý okraj



Vyhodnocení měření

Pokud přijmeme podmínku průhybu ve vzdálenosti 1200 mm 80 mikrometrů, pak návrh opravy podle diagnostiky IMOS byl oprávněný, požadoval podloží v krajnici upravit.

Pokud pak stejnou podmínku stanovíme pro opravenou vozovku v krajnici, pak ke zlepšení vlastností podloží většinou nedošlo, nebyl splněn požadavek zvýšení modulu pružnost podloží provedením výměny nevhodných zemin za vhodné nebo úpravou zeminy pojivy.

Výsledky lze vyhodnotit podle jednotlivých úseků.

Úsek 1, km 3,765 – 6,286

Původní vozovka ve většině měřicích bodech měla průhyb ve vzdálenosti 1200 mm od středu zatížení (žlutá čára s trojúhelníčky) vyšší než požadovaná. Lokální extrémy na ostatních snímačích blíže středu zatěžovací desky signalizují porušené vrstvy vozovky právě v bodech vyšších průhybů zaznamenaných na snímači ve vzdálenosti 1200 mm. Tento průhyb je příčinou poruch vrstev vozovky, neboť při nižší únosnosti podloží jsou více namáhány stmelené vrstvy vozovky.

Po opravě vozovky bez sanace se odstranily poruchy vrstev vozovky, průhyb charakterizující únosnost podloží se příliš nezměnil.

Po opravě se sanací okraje se průhyb naopak zvýšil a průhyby na snímačích blíže středu zatěžovací desky podstatně zvýšily, tzn., že nová vozovka po 5 nebo 6 letech provozu má horší únosnost než vozovka před opravou, na 10 lokálních místech o délce 20 až 200 m jsou vážné konstrukční poruchy.

Úsek vykázal zhoršení stavu oproti původní vozovce před opravou, a to jak v úsecích se sanací i bez sanace. Zejména v úsecích se sanací bylo dosaženo extrémních průhybů.

Úsek 2, km 7,495 – 8,500

Tento úsek vykazoval před opravou nižší průhyb ve vzdálenosti 1200 mm od středu zatížení ale byl více porušený než předešlý úsek.

Oprava původní vozovky mimo okraje vozovky (tj. recyklace podkladu a asfaltové vrstvy celkem 120 mm) zlepšila únosnost vozovky v druhé polovině úseku, původní průhyby vozovky ve středu zatížení mezi 0,3 až 0,6 mm se snížily na 0,2 až 0,3 mm. Provedená sanace okrajů vozovky stav vozovky nezlepšila, max. průhyb je vyšší než 1,0 mm jak byl naměřen ve staničení 0,050 km, průhyby ve staničení 0,3 až 0,4 km jsou rovněž vyšší, ostatní průhyby jsou stejné.

Úsek nevykázal provedením oprav žádná zlepšení, zejména v místě sanací, zde bylo dosaženo nejvyšších průhybů.

Úsek 3, km 8,500 – 11,426

Původní vozovka ve většině měřicích bodech měla průhyb ve vzdálenosti 1200 mm od středu zatížení (žlutá čára s trojúhelníčky) vyšší než požadovaný. Lokální extrémy na ostatních snímačích blíže středu zatěžovací desky signalizují porušené vrstvy vozovky právě v bodech

vyšších průhybů zaznamenaných na snímači ve vzdálenosti 1200 mm. Porušení vrstev v lokálních bodech je extrémní.

Úprava původní vozovky mimo okraje vozovky (tj. recyklace podkladu a asfaltové vrstvy celkem 120 mm) částečně zlepšila únosnost vozovky, původní průhyby vozovky ve středu zatížení mezi 0,3 až 0,6 mm se snížily na 0,2 až 0,4 mm. Dlouhý úsek od km 0,6 až 1,0 a začátek úseku vykazuje naopak extrémní průhyby.

Provedená sanace 1250 m od začátku úseku vykázala zlepšení, ale menší než v případě bez sanace. Naopak předešlá část úseku vykázala extrémně vysoký průhyb na začátku úseku a odstranění extrémních průhybů oproti původní porušené vozovce, došlo jen k homogenizaci vrstev vozovky.

Tento úsek je po sanaci postižen největší ztrátou únosnosti, vykázal největší celkový průhyb ve srovnání s původní vozovkou a zlepšení průhybu bylo nízké.

Úsek 4, km 12,037 – 12,997

Úsek před opravou vykazoval vysoké kolísání průhybu ve vzdálenosti 1200 mm od středu zatížení, průměrná hodnota průhybu byla vyšší než 0,1 mm. Průhyby ve středu zatížení vykazovaly vysoké rozdíly a kopírovaly průhyby ve vzdálenosti 1200 mm od středu zatížení, porušení vrstev odpovídalo nízké únosnosti podloží, která se střídala na obou stranách vozovky.

Oprava vozovky bez sanace podstatně snížila průhyby na všech snímačích.

Vozovka v místech sanace nezlepšila průhyby ve vzdálenosti 1200 mm od středu zatížení, ale snížila průhyby ve středu zatížení, ovšem vyskytují se lokální extrémy dosahující až dvojnásobných a trojnásobných průhybů.

Tento úsek po opravě vykázal odstranění lokálních extrémů, ale zavedl jiné extrémy v případě nové vozovky.

Porovnání vozovek před opravou (fotografie 1 až 9 pocházející z diagnostiky vozovek IMOS) dokladují, že poruchy konstrukce vozovek před opravou vozovky udržované běžnou údržbou byly méně nebezpečné pro silniční provoz, než poruchy po opravě vozovek po 5 a 6 letech užívání.

Závěr

Opravené úseky bez sanace podloží mimo kraje vozovky vykazují měřením únosnosti zvýšení únosnosti vozovky. Měření únosnosti okrajů vozovky naopak prokázalo snížení únosnosti, původní vozovka měla vyšší únosnost než vozovka po opravě. Podle fotografií stavu vozovek před opravou v diagnostice vozovek a fotografie v příloze se opakují konstrukční poruchy a jejich výskyt je vyšší. Oprava vozovky nesplnila svůj účel.

4.2.10 Vyjádření projektanta k provedeným pracím

Projektant se snažil zdůvodnit svá dřívější rozhodnutí pro změnu sanace podloží upravenou zeminou a nezabudování podélné drenáže v obci Černilov.

4.2.11 Soulad provedení díla

Oprava Silnice II/308 úseků **SO 101.1 a SO 101.2** Slatina – Černilov nebyla provedena v souladu s projektovou dokumentací PDPS a RDS zpracovanými pro uvedenou stavbu.

PDPS zavedla úpravu podloží propustnou sanační vrstvou zabudovanou do rýhy, jejíž dno bylo níže než dno příkopu nebo drenáže, tímto způsobem nemohlo být zajištěno odvodnění konstrukce vozovky a zemního tělesa.

RDS na základě změny řešení SO 101.1 zavedla úpravu zeminy v podloží pojivem, což mohlo být správné řešení, které ale nebylo dodrženo postupem výstavby. Odstranění původní krajnice nebylo provedeno až po hranu příkopu a nemohlo tak dojít k odvodnění zemního tělesa.

SO 101.2 byl opraven s provedením úzké rýhy vyplněné propustným materiálem bez příkopů a podélné drenáže a rýha nedosahovala ke kraji vozovky. Zemní těleso není odvodněno a okraj vozovky včetně obrubníků nemá vybudovanou vozovku.

Obě řešení byla realizována a nutně muselo dojít k poruchám z důvodu zavodnění zemního tělesa, kde se vyskytují nevhodné zeminy měnící s obsahem vody svou konzistencí a únosnost. V průtahu obcí Černilov nebyla zabudována drenáž, která by odvedla vyskytující se vodu do kanalizace.

Důsledkem takové realizace jsou poklesy vozovky s podélnými a síťovými trhlinami zejména na okrajích vozovky, tj. v místě sanací podloží.

Oprava Silnice II/308 úseků **SO 101.3 a SO 101.4** Černilov - hranice okresu RK byla provedena podle RDS, která podrobně neřešila odvodnění vozovky.

RDS řešila zvýšení únosnosti podloží výměnou zeminy za propustný materiál a ve výkresech je uvedena rýha, jejíž dno je níže, než jsou příkopy a navržená podélná drenáž. Nemohlo tak dojít k odvedení vody z konstrukce vozovky a ze zemního tělesa.

Část úseku v km 9,320 až 9,800 byla výrazně neúnosná vozovka s podélným sklonem vozovky 0,2 % a 0,41 % s opakovanými poruchami a úsek si zasluhoval důkladné řešení odvodnění. RDS tento úsek neřešila dostatečně a došlo k výrazným poruchám už po jednom roce užívání vozovky.

Začátek úseku SO 101.4 nebyl také RDS podrobně řešen a podle fotodokumentace TDS došlo k provizorním řešením. Je zde tedy úsek v posledním stavu životnosti vozovky se síťovými trhlinami a plošnými deformacemi.

Oprava Silnice II/308 úseků SO 101.3 a SO 101.4 byla v podstatě provedena podle dokumentace RDS s uvedenými nedostatky s neodvodněním zemního tělesa.

5 ODŮVODNĚNÍ

5.1 INTERPRETACE VÝSLEDKŮ ANALÝZY

Analýza vychází z použitých podkladů. Žádný z podkladů, ani posouzení objednaná zhotovitelem nepoukazují na jinou příčinu poruch než na nízkou únosnost podloží v místě sanace okrajů vozovky z důvodu výskytu vody v podloží. Výskyt vody byl zajištěn projektovou PDPS a RDS dokumentací, které nezajistily odvedení vody pronikající nezpevněnou krajnicí nebo z přilehlého území do odvodňovacích zařízení (příkopů a podélné drenáže).

Posudek Univerzity v Pardubicích konstatuje, že v konstrukci vozovky je zvýšená vlhkost a podloží je zvodněné. Poukazuje na tento stav vozovky dokumentovaný vrtanými sondami provedenými pro návrh opravy v dokumentu zde pod číslem [7].

Posudek ČVUT výpočty prokazuje, že je aktuální chování konstrukční vrstev zcela jasně ovlivněno zvýšenou přítomností vody. Domnívá se, že *v rámci provedené diagnostiky a ani v průběhu výstavby nebylo upozorněno na zvýšenou přítomnost vody v konstrukčním tělese a jeho nejbližším okolí a je zcela zřejmé, že návrhem opravy dle původního řešení nelze dosáhnout zabezpečení potřebných vyhovujících technických parametrů a definitivní náprava je možná jen provedením zásadní rekonstrukcí vozovky.*

S tímto závěrem nelze souhlasit, o možném zavodnění podloží byly informace v diagnostice vozovek [3], zhotovitel se zavodněním podloží měl problémy a neprovedl úpravy pro odvedení vody ze staveniště. Projektová dokumentace zvolila takové řešení sanace podloží propustným materiálem, které umožnilo zavedení povrchové vody do zemního tělesa a tato voda nasýtila jílovité zeminy v zemním tělese s jejich uvedením do plastického až tekutého stavu.

Ostatní posudky zabývající se diagnostickým průzkumem dokladují výskyt vody v konstrukci vozovky a v zemním tělese a prokazují také nedostatky týkající se tloušťek vrstev vozovky.

5.2 KONTROLA POSTUPU

Znalecký ústav FAST VUT v Brně při zpracování znaleckého posudku jako zdroj dat využil příslušné podklady, které jsou uvedeny v podkapitole 2.2. Je možné uvést, že zdroje použité pro sestavení znaleckého posudku lze považovat za úplné.

Při zpracování dat nedošlo k žádné zjevné chybě, která by mohla zásadněji zkreslit výsledky provedených analýz. Vzhledem k dostatečným a správně zpracovaným datům bylo možné provést veškeré potřebné analýzy bez omezení. Lze tedy konstatovat, že výsledná interpretace výsledků předkládaného znaleckého posudku je postavena na fundované analýze poskytnutých podkladů, na znalostech a obvyklostech českého stavebního trhu a v neposlední řadě na výše v posudku jasně definovaných předpokladech a úvahách vedoucích k závěrečnému hodnocení.

Výsledky analýz jsou dostatečně přesvědčivé a bylo možno je smysluplně interpretovat pro zodpovězení položených otázek.

V rámci kontroly postupu zpracování znaleckého posudku byla plně využita metodika § 52 vyhlášky č. 503/2020 Sb., o výkonu znalecké činnosti.

6 ZÁVĚR

6.1 CITACE ZADANÝCH ODBORNÝCH OTÁZEK A ODPOVĚDI NA NĚ

6.1.1 Otázka 1

Jaký je význam realizační projektové dokumentace (RDS) ve vztahu k PDPS v rámci posuzovaného díla a byla RDS zpracována?

Odpověď

Projektová dokumentace pro provádění stavby (PDPS) je součástí zadávací dokumentace. PDPS určuje technické a ekonomické požadavky, vymezuje předmět veřejné zakázky, jeho hmotové, materiálové, stavebně-technické, technologické a provozní vlastnosti a umožňuje vyhotovit soupis stavebních prací, dodávek a služeb. Je podkladem pro ocenění stavby uchazeči v rámci soutěže o veřejnou zakázku.

Konkrétní dopracování dokumentace obsahuje realizační dokumentace stavby (RDS) ve formě výkresů, technologických předpisů a postupů. Zhotovení RDS je součástí zhotovení stavby. Její zajištění přísluší zhotoviteli stavby, pokud neurčí Smlouva o dílo jinak.

Pro zpracování tohoto ZP byly předloženy PDSP a rozhodující části RDS, které byly použity pro zpracování ZP.

6.1.2 Otázka 2

Ve vztahu ke každému z řešených úseků se vyjádřete, zda:

- a) RDS byla zpracována pro daný úsek funkčně správně včetně detailů vyžadovaných normami platnými v České republice (se zaměřením na způsob odvodnění stavby a na skladbu konstrukčních vrstev),
- b) RDS v rozsahu dle předchozího písmene byla zhotovitelem při realizaci dodržena (se zaměřením na případné odchylky, jež mohly způsobit poruchy komunikace).

Odpověď

Úsek 1 (km 3,765 až 6,280)

- a) RDS zavedla změnu během výstavby tím, že namísto použití propustného materiálu do rýhy sanace podloží se navrhlo zlepšení zeminy pojivem. Je obvyklé, že úpravou jílovité zeminy a promícháním vápna v množství 3 % se dosáhne zvýšení únosnosti, zvýšení odolnosti vůči účinkům vody a dosažení nenamrzavosti zemin. Vzorový příčný řez je v obrázku 12 tohoto ZP a splňuje všechny požadavky Vzorových technologických listů, ČSN 73 6101 a ČSN 73 6133. RDS byla zpracována pro daný úsek funkčně správně včetně detailů.
- b) Podle fotografií pořízených technickým dozorem stavby v příloze 1 byla na šířku 1 m až 1,5 m od hrany původní vozovky vykopána rýha se svislými stěnami. Část konstrukce vozovky včetně nestmelené krajnice a násypu mezi příkopem nebyla v rozporu s RDS odstraněna. Výsledkem tohoto provedení je, že šířka upravené zeminy nepokrývá celou šířku vozovky, není tak dodržen vzorový příčný řez, vrstvy

vozovky nejsou vybudované v celé požadované šířce a není dodrženo požadované rozšiřování podkladních vrstev s hloubkou.

Úsek 2 (km 7,500 až 8,500), úsek je převážně v průtahu obcí.

- a) RDS používá sanaci podloží s použitím propustného materiálu a nebyla zpracována pro daný úsek funkčně správně. Nebylo navrženo odvodnění sanace do příkopu a odvodnění pomocí podélné drenáže nebylo navrženo v celém úseku.
- b) Rozdíl oproti RDS spočívá v provedení úzké rýhy, která nedosahovala k okraji vozovky, část vozovky a obrubníky tedy nejsou na únosném podloží. Dalším nedostatkem je neprovedení drenáže, tedy pokud voda z přilehlého území bez příkopu nebo s příkopem pronikne do rýhy vyplněné propustným materiálem opět zavodňuje a změkčuje podloží.

Úsek 3 v km 8,500 až 11,426

- a) RDS používá sanaci podloží s použitím propustného materiálu a nebyla zpracována pro daný úsek funkčně správně, sanace nemá zajištěno odvodnění pomocí příkopů. Nemohlo tak dojít k odvedení vody z konstrukce vozovky a ze zemního tělesa.
- b) Při provedení stavby došlo k odchylkám, které chyby RDS ještě zvýšily, v příkopech se vyskytuje stojící voda.

Část úseku v km 9,320 až 9,800

- a) V tomto úseku byla výrazně neúnosná vozovka s podélným sklonem vozovky 0,2 % a 0,41 % s opakovanými poruchami a úsek si zasluhoval důkladné řešení odvodnění. RDS tento úsek neřešila dostatečně, v podélném profilu není řešení podélných sklonů příkopů, v příkopech stojí voda, v pracovních příčných řezech je uvedena rýha, jejíž dno je níže, než jsou příkopy,
- b) Realizace úseku tyto vady neodstranila, dochází k zavodnění zemního tělesa a vyplavování jemných zrn ze zemního tělesa a došlo k výrazným poruchám už po roce užívání.

Úsek 4 v km 12,037 až 12,997

Tento úsek je s výjimkou začátku úseku (v křižovatce s II/299) proveden podle RDS:

- a) RDS používá sanaci podloží s použitím propustného materiálu a nebyla zpracována pro daný úsek funkčně správně. Podélná drenáž v sanaci podloží je umístěna výše, než je dno sanace a ve směrovém oblouku při klopení vozovky nemohla pronikající voda přes krajnici odtékat do příkopu a zavodňuje i střední část vozovky, kde se provedla jen recyklace podkladu.
- b) Pokud došlo k realizaci prací podle RDS, v obou případech pronikající voda do konstrukce vozovky zůstávala v rýze a tím se zavodnilo zemní těleso jak v rýze, a ve směrovém oblouku pod celým nesanovaným podložím uprostřed vozovky až k rýze na opačné straně vozovky. Tato řešení způsobuje poruchy vozovky snížením únosnosti zemního tělesa.

Křižovatka s II/299

- a) Oprava se neprovedla podle RDS.

- b) Podle několika fotografií se provedla na části úseku podkladní vrstva stmelená cementem, případně jen výměna asfaltových krytových vrstev. V nejvíce porušených vrstvách s prolomením vozovky není znám způsob opravy, ale je nutná akutní oprava vozovky.

6.1.3 Otázka 3

Pokud RDS neodpovídala geologickým či hydrologickým podmínkám stavby, uveďte, v čem tyto rozpory spočívají a jak či zda se na kvalitě stavby projevují (zvláště se zaměřením na způsob odvodnění stavby a na dodržení skladby a tloušťky konstrukčních vrstev).

Odpověď

RDS skutečně podcenila geologické a hydrologické podmínky stavby. Území, na kterém se daná silnice vyskytuje, je ploché a mírně zvlněné. V podloží se nachází jemnozrnné, nepropustné zeminy velmi citlivé na obsah vody. Z tohoto hlediska jsou to velmi nepříznivé poměry jak pro realizaci stavby, tak pro funkci stavby.

Zásadním požadavkem je odvedení vody ze staveniště v době výstavby, cílem je zabránit přítoku vody z okolního prostředí a odvést povrchovou vodu mimo staveniště do vodoteče. Stejně důležité je pak v konstrukci vozovky a zemním tělese vytvořit podmínky, aby dešťová voda vždy z povrchu odtékala, aby nebyl vytvořen prostor, kde by se mohla voda zadržovat nebo jen pomalu odtékat.

Proto technické předpisy dbají na spády v povrchových a podzemních konstrukcích a dimenzují odvodňovací systémy pro zvýšený odtok vody. Na druhé straně se doporučuje provádět úpravy vlastního materiálového prostředí pro zvyšování odolnosti proti vodě. Jedině těmito oběma způsoby lze zajistit dlouhodobou bezporuchovou funkci silnic a dálnic.

Tyto principy stavby silnic nebyly při navrhování opravy posuzované silnice dostatečně respektovány. RDS:

- se příliš nezabývala řešením minimálních spádů příkopů pro odtok povrchové vody,
- navrhla úpravu zemního tělesa tak, že nevytvořila podmínky pro odtok vody z konstrukce vozovky, tj. navrhla rýhy vyplněné propustným materiálem pro zvýšení únosnosti zemního tělesa bez zajištění odvodnění této rýhy (rýhy nebyly napojeny na příkopy, podélné drenáže byly umístěny výše, než je dno rýhy a při jednostranném sklonu silnice v obloucích se rýha neodvodnila do přilehlého příkopu, čímž se zavodňovalo podloží ve středu vozovky),
- použita pouze minimální šířky a hloubky příkopů,
- nevyužila možnosti zlepšení odtokových poměrů, přestože silniční pozemek umožňoval provést potřebné úpravy.

Nedodržení těchto principů projektování silnic došlo v případě úseků 2, 3 a 4. Pro RDS v případě úseku 1 neplatí jen provedení rýhy s vyplněním propustným materiálem, kde většinou byla použita úprava zeminy pojivem. Zde však došlo k nedodržení RDS ponecháním zbývající nestmelené krajnice, která brání odtoku proniknuté vody do konstrukce vozovky do příkopu. Na úseku 2 a zamezuje odtoku vody proniknuté do zemního tělesa neprovedení podélné drenáže. Obecně došlo také k nedodržení RSD v případě tloušťek sanace podloží (propustného materiálu nebo úpravy zeminy) a tloušťky podkladní vrstvy ze štěrkodrti.

V konečném důsledku vedlo k tomu, že konstrukce vozovky svými vlastnostmi není lepší, než byla vozovka původní. Původní vozovka byla udržována běžnou údržbou, kdežto nová vozovka vykazuje konstrukční poruchy, které vyžadují řešit výše uvedené problémy s odvodněním silnice a konstrukce vozovky.

6.1.4 Otázka 4

Pokud zhotovitel při realizaci nedodržel RDS, uveďte, v čem tyto odchylky spočívaly a zda mohou být důvodem projevů aktuálně pozorovaných poruch komunikace.

Odpověď

Zhotovitel RDS nedodržel v úseku 1 a 2.

V úseku 1, kde byla navržena úprava zeminy pojivem a navržené řešení bylo v RDS správné. Podle dokumentace postupu stavby fotografiemi v příloze 1 tohoto ZP nebyl tento postup dodržen. Namísto odtěžení celé krajnice až po svah příkopu a prohloubení příkopu se vyhloubila úzká rýha bez jejího jakéhokoliv odvodnění, jak v průběhu stavby k zajištění odvedení povrchové dešťové vody, tak po zprovoznění silnice. Toto neřešení odvodnění způsobilo v době výstavby zvýšenou vlhkost zeminy v podloží, která nedovolila řádné provádění vozovky. Následně nefunkční podpovrchové odvodnění v malých podélných sklonech způsobuje trvalé zavodnění podloží se ztrátou únosnosti podloží (zemina je měkká, plastická až tekutá). Zatížení automobily v krajní jízdní stopě vyvolá tlak na zeminu v podloží a vytlačuje zeminu zpod vozovky do příkopu a na vozovce se projevuje pokles povrchu vozovky. Tímto poklesem ve stmelěných asfaltových vrstvách a v recyklovaném podkladu vznikají trhliny a vrstvy se lámou a rozpadají a proces porušování se urychluje.

Úsek 2 je převážně v průtahu obcí. Zde je navrženo odvodnění rýhy podélnou drenáží. Rozdíl oproti projektové dokumentaci spočívá v provedení úzké rýhy, která nedosahovala k okraji vozovky, část vozovky a obrubníky tedy nejsou na únosném podloží. Toto provedení způsobuje poklesy obrubníků a případně podélné trhliny v asfaltovém krytu. Dalším podstatným nedostatkem je neprovedení drenáže, tedy pokud voda z přilehlého území bez příkopu nebo s příkopem pronikne do rýhy vyplněné propustným materiálem, opět zavodňuje a změkčuje zeminu v zemním tělese. Důsledkem jsou poruchy s poklesem a nerovnostmi povrchu vozovky s trhlínami v asfaltovém krytu, vozovka způsobuje snížení bezpečnosti silničního provozu.

6.1.5 Otázka 5

Existuje jiný úsek silnice II/308 rekonstruovaný stejným postupem, kde se obdobné poruchy nevyskytují? Čím je tento rozdíl způsoben?

Odpověď

Jedná se o úsek mezi posuzovanými úseky 1 a 2 opravovanými úseky v roce 2016. Tento úsek v km 6,280 až 7,500 byl realizován v roce 2011 podle projektové dokumentace zpracované stejnou projektovou organizací a se shodným řešením opravy. Realizaci stavby zajišťoval jiný zhotovitel. Tento úsek netrpí stejnými poruchami, jak dokumentují fotografie v příloze 2.

Tento zhotovitel postupoval podle projektu, odstranil konstrukci vozovky včetně nestmelené krajnice. Upravil dno příkopu k odvodnění stavby. Použil štěrkodrt' do sanační vrstvy a zajistil odvodnění po celou dobu stavby. Je sice pravda, že podélný profil v projektové dokumentaci také nestanovil hloubku příkopů, ale zhotovitel pak přizpůsobil hloubku a šířku příkopu tak, aby voda stále odtékala. Dokonce je v tomto případě dodrženo doporučení o zpevnění příkopu podle ČSN 73 6101. Svou roli mohla hrát možnost rozšíření silničního pozemku.

Na tomto úseku nejsou poruchy, dokonce i kvalita asfaltové obrusné vrstvy je vyšší, povrch netrpí první známkou nekvality, která se projevuje ztrátou asfaltového tmelu a korozí povrchu.

Tyto jednoduché postřehy lze považovat za přesvědčivé.

6.1.6 Otázka 6

Může mít nárůst TNV mezi lety 2010 – 2020 zásadní vliv na životnost vozovky v prvních 3 (5) letech provozu komunikace II/308 po její rekonstrukci? Při úvaze počtu TNV z roku 2020, jaká by měla být životnost vozovky, pakliže by dílo odpovídalo projektové dokumentaci?

Odpověď

NEMŮŽE. Poruchy, které se na vozovce objevují jsou poruchy vlivem nízké únosnosti podloží, což prokázaly výpočty vozovek ve Vyjádření k poruchám konstrukce vozovky ČVUT. Rozhodující pro dobu životnosti je únosnost podloží v úsecích 1 a 2 vlivem zavodňování podloží a v úseku 3 pak ještě nedořešení odvodnění silnice s následnou dobou životnosti 2 roky (trhliny po roce od uvedení do provozu) a neprovedení rekonstrukce podle projektu. Na křižovatce se silnicí II/299 je důvodem zřejmě neprovedená oprava vozovky s faktickou dobou životnosti 3 roky.

6.1.7 Otázka 7

Co způsobilo zvýšenou vlhkost v konstrukci vozovky v místech, kde byly provedeny sondy?

Odpověď

Sondy jen prokázaly to, co muselo nastat při daném způsobu řešení sanace podloží propustnými materiály bez odvodnění této sanace během výstavby, které navíc bylo zdůrazněno způsobem výstavby v úseku 1 a 2 neodstraněním původní celé krajnice.

Nejednalo se jenom o zvýšení vlhkosti, při provádění sond doslova voda vytékala do sondy, v dostupných podkladech je nahrávka tohoto přitékání vody. Výška hladiny vody byla podle odtokových možností. V extrémním případě voda vytékala již z podkladní vrstvy štěrkodrtě. Maximální hladina volné vody byla 400 mm pod povrchem silnice, minimální hladina na dně sondy dokladovala volnou hladinu v hloubce 1 m. Podle projektových dokumentací měla být rýha pro sanaci podloží hluboká až 1,07 m a příkop byl uveden s hloubkou dna 0,7 m. Prakticky tak byla projektovou dokumentací zajištěna přítomnost vody v sanaci podloží. V úseku 1 mohla být hladina vody vyšší díky neodstranění nestmelené krajnice.

6.1.8 Otázka 8

Má zjištěný nesoulad realizovaných konstrukčních vrstev (nižší tloušťky konstrukčních vrstev vozovky/upraveného podloží, charakter zeminy v úrovni parapláně, nestmelení vrstvy

recyklace za studena, kvalita asfaltových vrstev apod.) s projektovou dokumentací vliv na životnost vozovky?

Odpověď

ANO. Platí to pro všechny úseky oprav posuzované silnice.

Samozřejmě se musí předpokládat komplikace při výstavbě. Práce se provádějí jen za omezeného silničního provozu, problémy způsobuje počasí, nepředpokládané skutečnosti, problematické využití některých technologií, nedostatek pracovníků apod. Návrhy oprav s variabilitou podmínek a provádění počítají, což se promítá do návrhu vhodných technologických vrstev a jejich tloušťek.

Posudky, které vycházejí z měření [8], [10] a fotodokumentace TDS (příloha 1 ZP) dokumentují závažné nedostatky vycházející z nedostatků projektové dokumentace RDS a ze způsobu provádění staveb.

Tloušťky asfaltových vrstev a recyklované podkladní vrstvy stmelené hydraulickým pojivem byly dodrženy v požadovaných mezích. Pozorovaná koroze povrchu je způsobena vyšší mezerovitostí vrstvy (vyšší obsah vzduchu ve vrstvě), ale může být v mezích přípustných technologickými předpisy.

Recyklovaná vrstva je často problematická z hlediska dodržení obsahu pojiv, např. zda v recyklaci je nebo není asfaltová emulze a požadované množství cementu, to lze zajistit náležitou kontrolou dávkování pojiv na stavbě. Pokud bylo v podkladech ZP zjištěno, že recyklovaná vrstva trpí rozpadem, pak to nemusí být nižším dávkováním pojiv nebo nedostatečným zhutněním vrstev, ale může to být následek poruch konstrukce způsobených nedostatečnou únosností a dotvarováním podloží pod zatížením nákladními vozidly.

Zbývá upozornit na nízké tloušťky nestmelených vrstev vozovky nebo tloušťky úprav v sanaci podloží. Toto jsou vážné nedostatky a jistě se podepsaly na rychlém rozvoji poruch s trhlinami stmelených vrstev a rychlým vývojem deformací povrchu vozovky.

Samozřejmě nejvyšší vliv má problém zavodnění zemního tělesa nezajištěním odvodu vody jak v průběhu stavebních prací, tak po dokončení prací chybným provedením prací s nezajištěním podpovrchového odvodnění podloží v úseku 1 a 2 neodstraněním materiálu nestmelené krajnice a neprovedením podélné drenáže, tak v úseku 3 a 4 neodvodněním propustné sanace podloží pomocí řádné úpravy příkopů a umístění podélné drenáže.

Pečlivý rozbor únosnosti je ve zprávě ČVUT. Výpočty vozovek stanovené podle TP 170 je prokázáno, že v jakémkoliv předpokladu o podloží vozovky má modul pružnosti podloží, který je závislý na obsahu vlhkosti (stav pevný až tekutý), rozhodující vliv na dobu životnosti vozovky. Pokud je modul pružnosti v hodnotě, jak předpokládala projektová dokumentace při požadavku výměny podloží vhodnou zeminou nebo v alternativě úpravy podloží pomocí pojiva (50 MPa), pak stanovená doba životnosti vozovky při nejvyšším předpokládaném dopravním zatížení je nejméně 21,7 roku a nejvíce 63 let. Pokud se modul pružnosti snižoval až na předpokládaný modul pružnosti v hodnotě 15 MPa, pak je stanovena doba životnosti 2 roky.

Tyto výpočty potvrdila skutečnost, první poruchy poklesem vozovky v krajní jízdní stopě se objevily po 1 až 3 letech silničního provozu z důvodu zabránění odtoku povrchové vody z podkladních vrstev vozovky a z podloží. Tato původně povrchová voda nasycuje nevhodné

zeminy v podloží, zeminy se stávají plastické až tekuté a každý přejezd těžkého nákladního vozidla tlakem přeneseným přes konstrukci vozovky vyvolá deformaci zemního tělesa, která je nevratná, plastická. Kumulace těchto deformací při každém přejezdu vozidla se projeví jako pokles povrchu vozovky a ten potom vyvolá porušení asfaltem stmelených vrstev a recyklované vrstvy.

S posudkem ČVUT není ovšem možno souhlasit v tom, že o výskytu vody v konstrukci vozovky a pod konstrukcí nebyly informace. Informace o výskytu vody byly patrné při výstavbě, ale tyto informace nebyly přejaty do změny postupu výstavby.

6.1.9 Otázka 9

Mohou popsané poruchy vozovky souviset s potenciálně zanedbanou údržbou (zejména v případě zanedbání čištění rigolů či odstraňování vegetace)?

NE. Poruchy mají vnitřní příčinu a žádné technologie údržby jim nezabrání. Pokud by se uvažovalo opatření k odvedení vody z konstrukce např. prohloubením příkopů a propojení sanační vrstvy až ke svahu příkopu, pak by to musela být operace typu oprava daného detailu vozovky se zaměřením a zpracováním podkladů. Taková opatření nelze provést v rámci běžné údržby.

6.1.10 Otázka 10

Navrhněte vhodný způsob odstranění popsaných vad.

V posuzovaných podkladech v tomto ZP jsou navrženy různé způsoby oprav.

Vyjádření ČVUT [9] objednané Zhotovitelem hodnotí návrh opravy, tj. použití technologie recyklace za studena na místě s pokládkou dvou asfaltových vrstev a dodatečnou sanací krajnic, že odpovídá technologickým standardům realizovaných v závislosti na důležitosti komunikace, typu zjištěných poruch a skladby konstrukce vozovky s důrazem na hospodárnost výše nákladů opravy konstrukce vozovky.

Dále je podle [9] zřejmé, že je aktuální chování konstrukční vrstev zcela jasně ovlivněno zvýšenou přítomností vody. Ta má výrazný vliv na změnu únosnosti. Nicméně je zcela zřejmé, že návrhem opravy dle původního řešení nelze dosáhnout zabezpečení potřebných vyhovujících technických parametrů a definitivní náprava je možná jen provedením zásadní rekonstrukcí vozovky.

K tomuto návrhu ve Vyjádření ČVUT je třeba jen dodat, že zpracovatelům nebyly známy nedostatky projektové dokumentace, technologický postup opravy a původ vody ve vrstvách vozovky a v podloží. Voda se vyskytovala jako povrchová, působila problémy při výstavbě a po dokončení vozovky dále pronikala do konstrukce vozovky a sanační vrstvy podloží, zavodňovala zemní tělesa a způsobila ztrátu únosnosti zemin a následně krátkou dobu životnosti vozovky, jak výpočty únosnosti ve Vyjádření prokázaly. Zásadní rekonstrukce, jak Vyjádření doporučuje, by bylo extrémní, nákladné a nerealizovatelné řešení.

Doporučení, které předložil CONSULTTEST [10], je provedení okamžitého řešení odvodnění podkladních vrstev a propustné sanace podloží, které mohlo omezit šíření poruch jak v délce, tak zvětšování poruch vedoucích ke snížení bezpečnosti silniční provozu. Doporučení

navrhovala v první řadě zajistit odstranění zavodnění konstrukce vozovky a sanovaného podloží. Tento návrh se nemusí týkat jen úseku 1 kde se jedná o odstranění ponechané nezpevněné krajnice z původní konstrukce vozovky, ale může se týkat prohloubení, případně rozšíření příkopů na ostatních úsecích. Problematický je průtah obcí Černilov. Pokud by se zvýšenou měrou projevovaly poruchy v průtahu obcí, zřejmě se bude muset přistoupit k provedení podélného drenážního systému s rozšířením sanace podloží až pod chodníky.

Návrh opravy, zejména na úseku 3 v km 9,3 až 9,8, bude muset vycházet z řádného zaměření a odvodnění území a přizpůsobení opatření opravy úseku navrženým úpravám.

Začátek úseku 4 bude vyžadovat rychlou rekonstrukci vozovky s provedením podpovrchového odvodnění. Provedení rychlé rekonstrukce bude zřejmě založeno na použití zvýšených tloušťek asfaltových vrstev.

Jako vhodné řešení lze také uvažovat o provedení podélné hloubkové drenáže pod nezpevněnou krajnicí a případně v příkopu pod úroveň sanace podloží propustným materiálem. Namísto příkopu by se mohl zřídit pouze rigol nebo mělký příkop k rychlému odvedení povrchové vody pomocí větších podélných sklonů. Toto řešení je obsaženo ve vzorovém příčném řezu v obrázku 2 tohoto ZP.

Jakékoliv řešení bude vyžadovat doplňkový diagnostický průzkum s geodetickým zaměřením a návrh vhodných řešení.

Jako **naprosto nevhodné je řešení**, které provedl Zhotovitel jako odstranění poruch provedením vysrávek asfaltovou vrstvou v roce 2018. Toto bylo neúčinné, poruchy se projeví ve velmi krátké době znovu včetně dopadu na bezpečnost silničního provozu.

6.2 KONTROLA POSTUPU

Znalecký ústav FAST VUT v Brně při zpracování znaleckého posudku jako zdroj dat využil příslušné podklady zadavatele, které jsou uvedeny v podkapitole 2.2. Je možné uvést, že zdroje použité pro sestavení znaleckého posudku lze považovat za dostatečné.

Při zpracování dat nedošlo k žádné zjevné chybě, která by mohla zásadněji zkreslit výsledky provedených analýz. Vzhledem k dostatečným a správně zpracovaným datům bylo možné provést veškeré potřebné analýzy bez omezení. Lze tedy konstatovat, že výsledná interpretace výsledků předkládaného znaleckého posudku je postavena na fundované analýze poskytnutých podkladů, na znalostech a obvyklostech českého stavebního trhu a v neposlední řadě na výše v posudku jasně definovaných předpokladech a úvahách vedoucích k závěrečnému hodnocení.

Výsledky analýz jsou dostatečně přesvědčivé a bylo možno je smysluplně interpretovat pro zodpovězení položených otázek.

V rámci kontroly postupu zpracování znaleckého posudku byla plně využita metodika § 52 vyhlášky č. 503/2020 Sb., o výkonu znalecké činnosti.

6.3 PODMÍNKY SPRÁVNOSTI ZÁVĚRU, PŘÍPADNĚ SKUTEČNOSTI SNIŽUJÍCÍ JEHO PŘESNOST

Na přesnost závěrů znaleckého posudku má vliv povaha zkoumaného předmětu, tj. stavba, v tomto případě se jedná opravu silnice II/308 ve 4 úsecích provedenou v rove 2016 a 2017.

Jedná se o složitou stavbu, kde je ze stavebně technického hlediska nutné vyřešit celou řadu dílčích problémů tak, aby byly ve vzájemné symbióze. Znalecký posudek z oboru Stavebnictví, odvětví dopravní stavby byl vypracován na základě běžných znaleckých postupů zahrnujících studium podkladů a sběr dat, provedení místních šetření, znalecká zkoumání, zpracování a analýzu dat a konstatování výsledků znaleckého zkoumání, z nichž jsou vyvozeny patřičné závěry. Soubor a charakter dat, zajištěných při sestavování znaleckého posudku a charakter zkoumaného objektu limituje z povahy věci vyslovení absolutně jednoznačných závěrů. Přesto lze ale vyvozené závěry považovat za dostatečně relevantní.

Zpracovatel vycházel z podkladů uvedených v kap. 2.2.1 a 2.2.2.

Nepřebírá se žádná odpovědnost za nesprávné, neúplné či zavádějící podklady a informace poskytnuté zadavatelem, případně jednotlivými stranami sporu.

Zpracovatel znaleckého posudku prohlašuje, že nejsou k zadavateli ve vztahu personální či finanční závislosti, v zaměstnaneckém či obdobném právním vztahu, stejně jako nejsou v žádném vztahu ke společnostem, kterých se znalecký posudek týká.

V rámci znaleckého zkoumání byla provedeno místní šetření, při nichž byla sbírána podstatná data, která by měla vést ke zpřesnění odpovědí na znalecké otázky. Nebyla rovněž převzata žádná odpovědnost za právní popis nebo právní záležitosti sdělené objednatelem. Analýzy, názory a závěry uvedené ve znaleckém posudku jsou platné jen za omezených podmínek a předpokladů, které jsou v ZP uvedeny a jsou osobními nezaujatými profesionálními analýzami, názory a závěry zpracovatele.

KONZULTANT A DŮVOD JEHO PŘIBRÁNÍ

Konzultant nebyl přibrán.

ODMĚNA NEBO NÁHRADA NÁKLADŮ ZNALCE

Byla sjednána smluvní odměna.

V souladu s ustanovením § 127a o.s.ř. prohlašuji, že jsem si vědom následků vědomě nepravdivého znaleckého posudku.

Znalecký ústav si vyhrazuje právo na úpravu nebo změnu odborného stanoviska, pokud vyjdou najevo nové skutečnosti, které nebyly nebo nemohly být znaleckému ústavu známy v době zpracování tohoto znaleckého posudku.

Znalecká doložka

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební je zapsána v seznamu ústavů kvalifikovaných pro znaleckou činnost, ve II. oddíle seznamu vedeného Ministerstvem spravedlnosti (Ústřední věstník ČSR, částka 5 z roku 1986) pro obory:

Geodézie a kartografie

Inženýrská geodézie

Katastr nemovitostí

Stavebnictví

Pozemní stavby, stavebně materiálové inženýrství, konstrukce a dopravní stavby, vodní hospodářství a vodní stavby, ekonomika a řízení stavebnictví, diagnostika staveb.

Ekonomika

Oceňování nemovitostí

Znalecký posudek je zapsán pod č. 33/2022 seznamu znaleckých posudků fakulty.

Znalečné účtujeme dle platných tarifů VUT v Brně.

OTISK ZNALECKÉ PEČETI



DATUM A PODPIS

Osoby, jež mohou znalecké posouzení stvrdit nebo doplnit.

Zpracovatel:

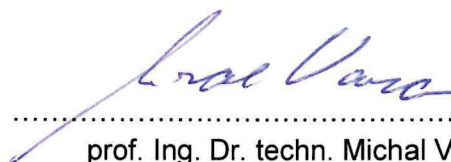
22. 5. 2023



.....
prof. Ing. Jan Kudrna, CSc.

Oponent

22. 5. 2023



.....
prof. Ing. Dr. techn. Michal Varaus.
vedoucí ústavu pozemních komunikací

FOTODOKUMENTACE OPRAVY II/308 KM 3,765 AŽ 12,997 pořízená TDS
ÚSEKY 1 a 2 budované v roce 2016



Rýha pro provedení rekonstrukce vozovky okrajů silnice bez zajištění odvodnění podloží (napojení na příkop). Ve vzorovém příčném řezu je odstranění vrstev až do příkopu, který zajišťí odvodnění podloží





Rýha pro provedení rekonstrukce vozovky okrajů silnice bez zajištění odvodnění podloží





Rýha pro provedení rekonstrukce vozovky okrajů silnice bez zajištění odvodnění podloží, výskyt povrchové vody jak v podloží, tak propustné sanační vrstvě





Sanace rýhy vhodným nenamrzavým materiálem v okraji silnice bez zajištění odvodnění





Výstavba vozovky v rýze v okraji silnice bez zajištění odvodnění, dole poslední vrstva v rýze neznámého původu





Úprava nevhodné zeminy na hrázce pojivem GEOSOL C50 a její zabudování do rýhy





Výstavba vozovky v rýze v okraji silnice horní vrstva recyklátu





Správně provedený výkop až ke svahu zářezu, ale zřejmě se zde nepodaří umístit příkop, měla by zde být použita podélná drenáž



Měla by zde být podélná drenáž, ale nic tomu nenasvědčuje

Komentář znalce:

Podélná drenáž v průtahu obcí Černilov měla být umístěna vpravo od km 7,72 až 7,938 a vlevo od km 7,790 až 7,938.

Výkop rýhy při opravách poruch vozovky uvedený na stránce 10 dokladuje, že výkop nezasahuje ani celou šířku vozovky. Znamená to, podloží pod okrajem vozovky včetně obrubníku nebylo sanováno a podpovrchová voda nebyla z pod vozovky odvedena.

To jsou hlavní příčiny poruch v průtahu obcí Černilov



Podélná drenáž v průtahu obcí Černilov (schémata 3 až 6) měla být umístěna vpravo od km 7,72 až 7,938 a vlevo od km 7,790 až 7,938.





Rozfrézování asfaltových vrstev





Příprava pro recyklaci podkladu rozfrézováním asfaltových vrstev a přidáním recyklátu nad rýhy v okraji vozovky





Recyklace podkladu, dole rozprostírání cementu





Provedená recyklace podkladu a dokončovací práce





Spojovací postřik





Pokládka podkladní asfaltové vrstvy





Dokončená vozovka před provedením nestmelené krajnice a příkopů



ÚSEK 3 budovaný v roce 2017



Zřízení odvodňovacího příkopu, dole položena geotextilie a sanace pláně lomovým kamenem





Urovnaná a zhutněná zemí pláň. dole po položení asfaltového recyklátu před odfrézováním starých asfaltových vrstev





Dokončení okraje před frézováním asfaltových vrstev





Jílovité podloží v místě propustku km 9,720. Dole položení a obetonování plastové roury propustku. Je pěkně vidět původní konstrukci vozovky: podloží, štět, pak štěrkové vrstvy, na nich penetrační makadam a asfaltové vrstvy před frézováním. Na okraji vozovky je vrstva lomového kamene prosypaná asfaltovým recyklátem a vrstva štěrku.





Nově zbudovaný propustek na výstupu částečně zaplněný vodou, dole dlouhý přítok ke vstupu do propustku se stojící vodou. Podélný sklon podle PDS je v klesání od propustku 0,41 % a příkop není ničím zpevněný a je v opačném sklonu od propustku





Pohled na výtok z propustku, příkop zaplněn stojící vodou, dole protažení příkopu v odbočce na obec Výrava s klesající hladinou vody (vadné spádování příkopu).





Poslední snímek z dubna 2019 je z

<https://www.google.com/maps/@50.2722575,15.9508569,3a,75y,59.41h,65.23t/data=!3m7!1e1!3m5!1sVwAWDiMqHL1K8GlnrpjMtQ!2e0!5s20190401T000000!7i16384!8i8192>

Dno příkopu je zvýšeno nánosem materiálu a při každém dešti se aktivní zóna z lomového kamene zaplní vodou a jílovitá zemina se stane plastickou až tekutou, viz snímek níže.



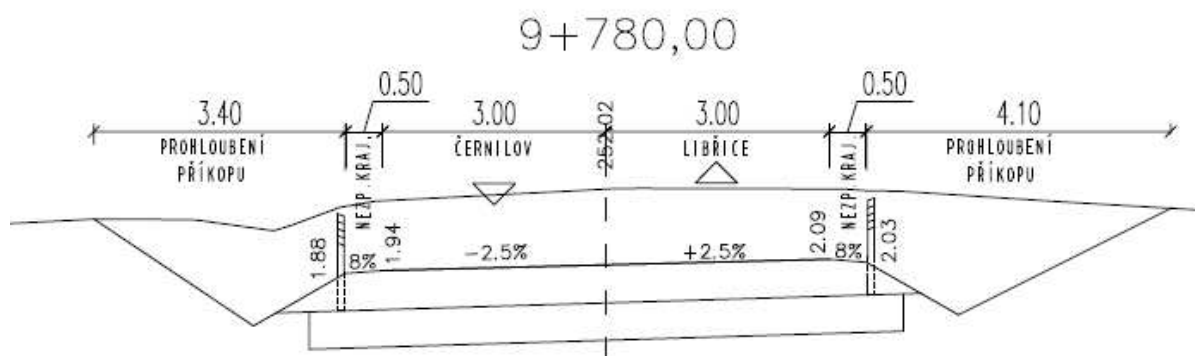
Komentář znalce

Silnice II/308 je ve staničení 9,540 do 9,808 v klesání 0,41 % ve směru na obec Libřice až za odbočku na obec Výrava. To dokladuje RDS pro tuto stavbu. Na straně 26 je tato část RDS přenesena.

Podélný profil výškové vedení příkopů neřeší. Jsou řešeny příkopy až od km 9,840.

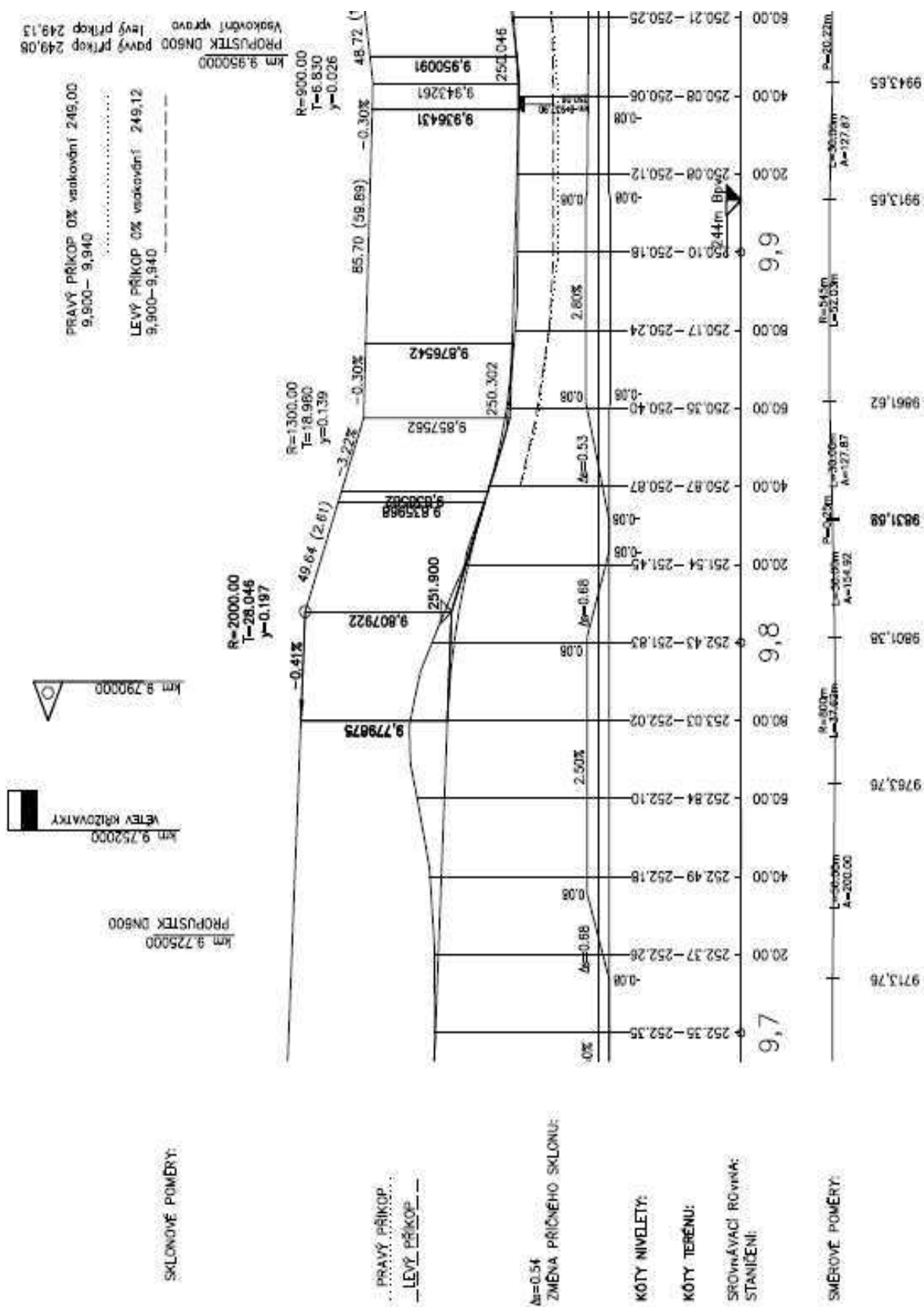
Ve skutečnosti je za propustkem v km 9,752 (viz fotografie na straně 20 až 24) klesající podélný spád vozovky a pokud nebyl detail levého příkopu podrobně řešen, pak voda za odbočkou na obec Výrava nebude po propustku přitékat, což potvrzuje dolní fotografie na straně 22.

RDS obsahuje vzorový příčný řez (viz stranu 27) s řešením úseku rekonstrukcí vozovky v celé šířce úseku v km 9,705 až 9,835 a níže uvedený pracovní příčný řez také pochází z RDS.

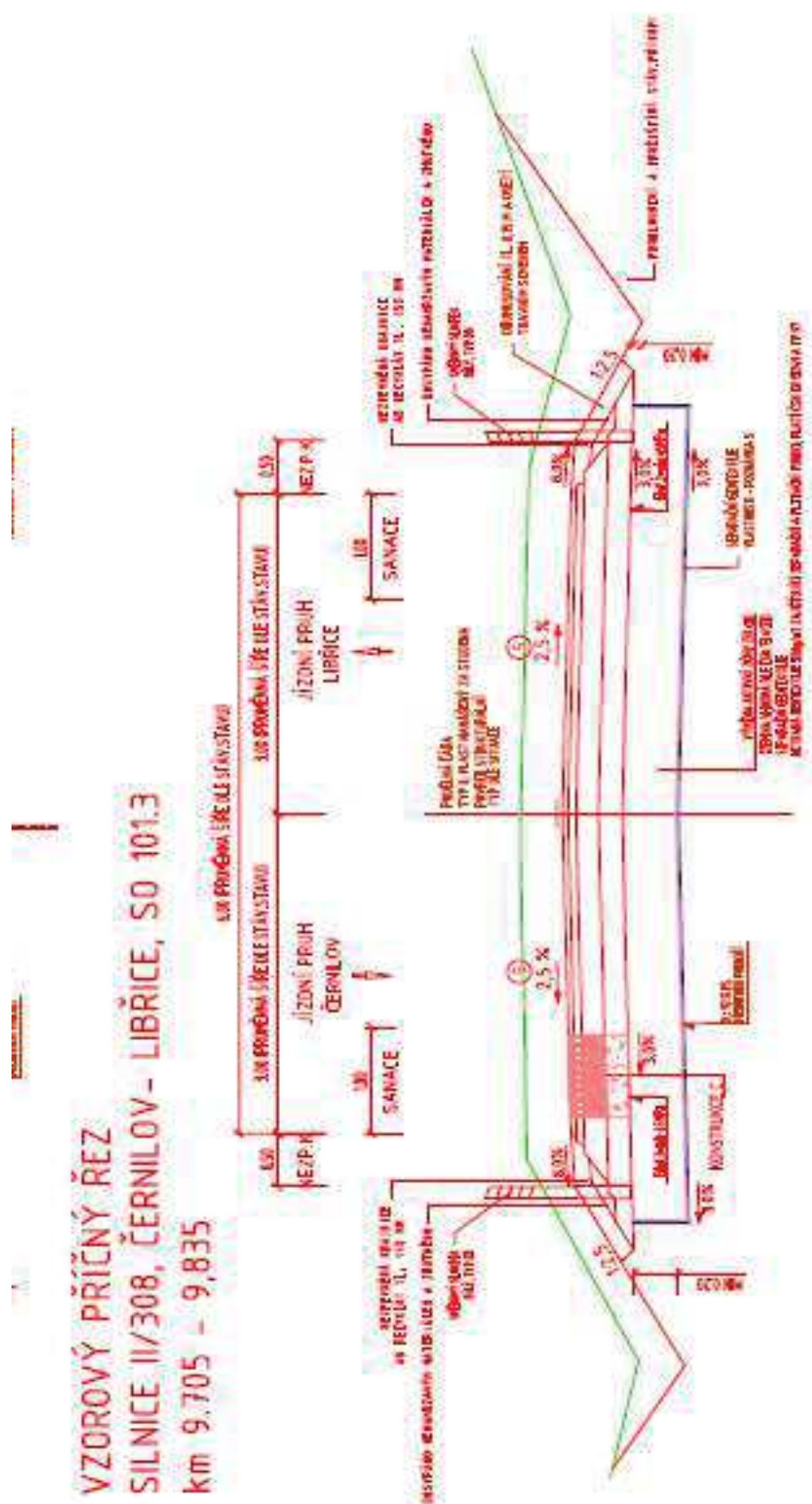


Propustek znázorněný na str. 21 měl tedy dokladovat sanovanou konstrukci vozovky v celé šířce, ale v tomto úseku je pouze sanace okrajů vozovky.

Existují tedy výrazné nesrovnalosti jak v dokumentaci, tak v provedení stavby. Výsledkem je trvale porušovaná vozovka s opakovanými poruchami jdoucí zřejmě po celou celou historii tohoto úseku silnice.



Podélný profil úseku 3 v km 9,70 až 9,96 bez vyznačení dna příkopů v okolí propustku



Vzorový příčný řez, z něhož vychází pracovní příčný řez uvedený na straně 24

ÚSEK č. 4 od křižovatky s II/299 v průtahu obcí Libřice budovaný v roce 2017



Odfrézované asfaltové vrstvy a odebrané podkladní vrstvy z vozovky, dole je rýhy a provádění kanalizace





Zasypaná rýha kanalizace





Propustek a položené drenážní trubky pro zabudování do kanalizační šachty.





Kanalizační šachta se zaústěním drenáže, dole již položené obručníky





Příprava pro provedení podkladu recyklací, dole křižovatka s II/299, provádění podkladu z cementem stmeleného kameniva před pokládkou asfaltových vrstev





Odfrézované asfaltové vrstvy v křižovatce, dole položená ložní vrstva





Dokumentování postupu opravy mimo obec, příprava k recyklaci a položení ložní vrstvy





Položená ložní vrstva a dole i obrušná vrstva podélnou trhlinou



FOTODOKUMENTACE II/308 PO 5 A 6 LETECH POUŽÍVÁNÍ (ze dne 22. 2. 2023)



Poruchy v jízdních stopách, vážnější poruchy při okrajích vozovky





Koroze povrchu a nerovnosti vozovky s trhlinami





Koroze povrchu a nerovnosti vozovky s trhlinami





Koroze povrchu a nerovnosti vozovky s trhlinami konec úseku 1, následuje oprava z rok 2011





Km 6,280 Přejed z úseku 1 na opravu 2011, dole km 7,500 přechod na úsek 2





Km 7,500, Přejechod staršího úseku na nový 2, průtah Černilov,





Poruchy a opravy poruch, Černilov





Poruchy a opravy poruch, Černilov





Poruchy a opravy poruch, za obcí Černilov, začátek úseku 3





Poruchy a opravy poruch





Koroze a poruchy trhlinami





Poruchy a opravy poruch, dole stejný snímek z 04/2019 se sítovými trhlinami a poklesem vozovky včetně vystupujícího cementového pojiva z recyklované vrstvy. Jinak byl úsek 3 bez v roce 2019 poruch.



https://www.google.com/maps/@50.2712457,15.9496977,3a,50.3y,54.03h,78.16t/data=!3m6!1e1!3m4!1sR9-vhzZ3Q4pnl3O3Ys-h_g!2e0!7i16384!8i8192



Počínající mozaikové trhliny na stejném místě v září 2018, tj. rok po dokončení. Dole jsou poruchy z března 2012, stav vozovky před opravou, výrazné poruchy v několikanásobnými opravami poklesů vozovky. Toto místo zasluhovalo speciální přístup k opravě.





Projektant navrhl zřídit nový propustek. Opatření nebylo dostatečné, výrazné poruchy se opět projeví.





Detail propustku a příkopu s usazenou tekutou zeminou v příkopu, fotografie je dne 25.04.2017. V příloze 1 jsou detaily provedení propustku včetně dokumentace DPS a RDS.





Koroze a poruchy na okraji vozovky



Průtah obcí Libřice



Koroze a poruchy na okraji vozovky



Konec úseku 3. Poruchy únosnosti, prolomení vozovky



Současné prolomení vozovky a dole bezporuchový stav ještě v dubnu 2019





Prolomená vozovka a ještě bezporuchový stav září 2022, doba životnosti 3 roky



Začátek úseku 4. Poruchy únosnosti, prolomení vozovky



Dole ještě bezporuchový stav dubnu 2019 tj. doba životnosti 2 roky





Mozaikové poruchy a síťové poruchy s poklesem okraje vozovky





Koroze a poruchy okrajů vozovky, konec úseku 4



Jízda opačným směrem od konce úseku 4



Malé lokální poklesy s trhlinami





Koroze vlasové trhlíny



úseku 3 před koncem obce Libřice a konec úseku 3 je na straně 18 až 20



Drobné nerovnosti a vyrovnávky údržbou





Trhlina na okraji, úsek 3 za koncem obce Libřice, dole zpětný pohled na poruchy jako na stranách 12 až 14



Úsek 2, průtah obcí Černilov



Lokální pokles okraje se sítovými trhlinami i v opravách vozovek





Konstrukční poruchy a opravy Černilov





Lokální konstrukční poruchy a opravy





Konstrukční poruchy a lokální opravy





Začátek úseku 2 a konec úseku opraveného v roce 2011, dole je začátek toho staršího úseku, úsek je bez poruch





Úsek 1- Koroze povrchu poruchy okraje vozovky





Poruchy okraje vozovky, dole je začátek úseku 1



Komentář z místního šetření

Posuzovaná silnice II/308 je složena z následujících úseků.

- Úsek 1 označení podle projektu SO 101-1 v km 3,765 do 6,280 opravovaný v roce 2016
- Úsek v km 6,280 do 7,500 je úsek opravovaný v roce 2011, Zhotovitelem byla společnost STRABAG
- Úsek 2 označení podle projektu SO 101-2 v km 7,500 až 8,500, Průtah obcí Černilov, opravovaný v roce 2016 až 2017
- Úsek 3 označení podle projektu SO 101-3 v km 8,500 až 11,428 opravovaný v roce 2017
- Úsek 4 označení podle projektu SO 101-4 v km 11,428 až 12,997, větší část úseku je v průtahu obcí Libřice, opravovaný v roce 2017

Uvedené úseky lze popsat následovně:

- Úsek 1 prováděný v extravilánu jako první, má největší četnost poruch okraje vozovky. Poruchy jsou vyvolány poklesem povrchu vozovky ve vnější stopě vozidel a poklesy jsou doprovázeny trhlinami podélnými a sítovými, jsou to klasické poruchy únosnosti vozovky.
- Úsek prováděný v extravilánu společností STRABAG, prováděný už v roce 2011 vykazuje jen porušování povrchu vozovky v počáteční fázi ztráty asfaltového tmelu s případnými několika lokálními vysprávkami.
- Úsek 2 prováděný v intravilánu, prováděný jako druhý, vykazuje poruchy únosnosti, nesoustředující se jen na okraje vozovky nebo stopy vozidel. Poruchy byly zřejmě roku v letech 2018 a 2019 opravovány plošnými vysprávkami asfaltovou směsí. Obvykle došlo opětovnému porušení poklesem povrchu vozovky a sítovými trhlinami. Poruchy jsou konstrukční, způsobované zejména nízkou únosností podloží nebo nízkými tloušťkami vrstev vozovky.
- Úsek 3 prováděný v extravilánu je nejdelší úsek vykazuje nejméně poruch. Obvykle se projevuje jen porušování povrchu vozovky v počáteční fázi ztráty asfaltového tmelu případnými lokálními opravami. Existuje však část úseku (viz strana 10 až 13 této dokumentace poruch) kde byly na původní vozovce extrémní poruchy. Projektant situaci řešil úpravou odvodnění se zřízením nového propustku, ale znovu došlo k porušení asfaltových vrstev, a to i po opravě v roce 2019. Podezřelé je odtékání vody s jílem a usazování jílu na dnu příkopu.
- Úsek v křižovatce s II/299 má různorodé poruchy až po prolomení vozovky. Tyto poruchy se objevily už v roce 2019 a 2020. Jsou zde použity různé technologie opravy o různých tloušťkách, včetně cementem stmeleného podkladu. Zřejmě bez rekonstrukce vozovek.

**Fotodokumentace provádění stavby II/308, km 6,280 až 7,500
v roce 2011 a stav vozovky v roce 2019**



Výkop okraje vozovky až ke hraně příkopu



Urovnání a zhutnění parapláňe dole provedená úprava zemní pláně lomovým kamenem



Provedená úprava zemní pláně lomovým kamenem



Urovnaná a zhutněná zemní pláň až po hranu příkopu



Stav vozovky v dubnu 2019, zajímavý je hluboký lichoběžníkový příkop.



Urovnaná a zhutněná zemní pláň





Urovnaná a zhutněná zemní pláň



Stav vozovky v dubnu 2019