

## **OBSAH**

### Textová část:

#### **1. Úvod - str. 2**

#### **2. Rozsah a metodika provedených prací - str. 2**

2.1 Archívní šetření - str. 2

2.2 Terénní sondážní práce - str. 3

2.3 Vzorkovací a laboratorní práce - str. 3

2.4 Stanovení vodního režimu podloží - str. 4

#### **3. Charakteristika území - str. 5**

3.1 Geologická stavba - str. 5

3.2 Hydrogeologické poměry - str. 6

#### **4. Vyhodnocení GT průzkumu - str. 7**

4.1 Geotechnické zhodnocení konstrukčních vrstev a podloží komunikací - str. 7

4.2 Geotechnické zhodnocení základových půd mostu ev. č. 3089-3 - str. 10

4.3 Geotechnické zhodnocení základových půd opěrných zdí - str. 12

4.4 Zemní práce, těžitelnost a rozpojitelnost - str. 13

#### **5. Závěr - str. 14**

### Tabulky v textu:

1. Přehled vodního režimu v jednotlivých sondách (vývrtech) - str. 5

2. Přehled konstrukčních vrstev, jejich mocností a druhů zemin pláň - str. 7

3. Geotechnické charakteristiky a očekávaná únosnost  $R_{dt}$  pro most - str. 11

4. Geotechnické charakteristiky a očekávaná únosnost  $R_{dt}$  pro opěrné zdi - str. 12

### Přílohy:

1. Přehledná situace zájmového území M 1 : 10 000

2.1 - 2.4 Podrobné situace realizovaných sond M 1 : 1 000

3. Geologická dokumentace sond

3.1 Sonda S1 - 3.10 Sonda S10

4. Geologická dokumentace archívních vrtů

4.1 Archívní vrt V-1

4.2 Archívní vrt SM-2

5. Protokoly laboratorních rozborů

### Rozdělovník:

výtisk č. 1 - 3      objednatel: Dopravně inženýrská kancelář, s.r.o. Hradec Králové

výtisk č. 4      zhotovitel: Global-Geo, s.r.o. Hradec Králové

## **1. ÚVOD**

Předkládaný geotechnický průzkum vozovky a jejího podloží slouží jako podklad ke zpracování projektové dokumentace pro plánovanou rekonstrukci silnice III/3089 Smiřice - průtah, v úseku mezi mostem ev. č. 3089-2 přes Labe a místní komunikací (směr na Holohlavy), v délce 1.546 m (staničení km 6,339 - km 7,885). Průzkum dále zahrnuje komunikaci v ul. Nádražní, v délce cca 225 m.

Cílem průzkumných prací je ověření stávajících konstrukčních vrstev komunikací a druhu a kvality podloží, vč. stanovení příslušných geotechnických charakteristik, v trasách vyznačených v přehledné situaci v příloze č. 1 a dále zjištění základových poměrů mostního objektu ev. č. 3089-3 v km 7,348 průtahu.

**Objednatel:** Dopravně inženýrská kancelář, s.r.o., Bozděchova 1668,  
500 02 Hradec Králové

**Zhotovitel:** Global - Geo, s.r.o., Ak. Heyrovského 1178, 500 03 Hradec Králové

**Kraj:** Královéhradecký

**Katastrální území:** Smiřice - kód 751081

## **2. ROZSAH A METODIKA PROVEDENÝCH PRACÍ**

Průzkumné práce zahrnují celkem 10 ks vrtaných sond, z toho 8 ks v komunikacích do průměrné hloubky 1,25 m od povrchu vozovky. Sonda S5 u mostního objektu ev. č. 3089-3 je prohloubena do úrovně -7,0 m pod povrch vozovky a sonda S8 cca v km 7,835 kvůli navrhované opravě opěrných zdí do úrovně -3,0 m pod povrch vozovky.

Sondy jsou rozmístěny v souladu se zadáním tak, aby rovnoměrně postihovaly oba zájmové úseky.

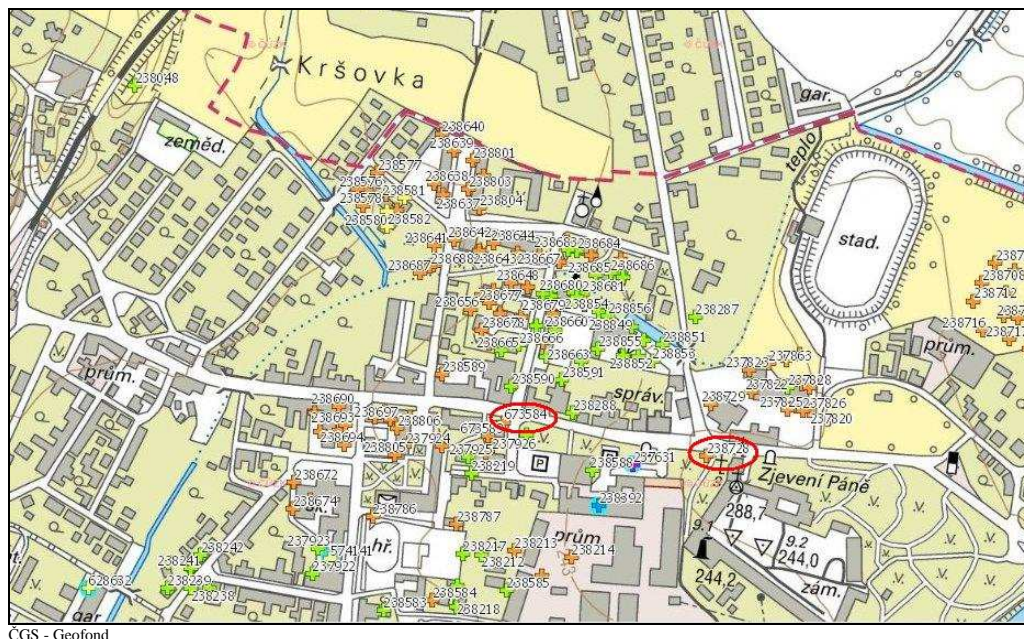
### **2.1 Archivní šetření**

Dle mapy vrtné prozkoumanosti, vedené Českou geologickou službou - Geofondem, nebyly v trase komunikace v minulém období prováděny žádné geologické práce přímo využitelné pro předmětnou stavbu.

Pro charakteristiku hlubšího podloží a dokumentaci výskytu podzemní vody v kvartérních sedimentech jsou z databáze ČGS - Geofondu Praha využity dva archivní vrty V-1 a SM-2, nacházející se vlevo, přibližně v 1/3 a 1/2 délky průtahu.

GF P 069259	Stuchlík, J.: Podrobný stavebně-geologický průzkum pro předávací stanici č. 5 teplovodu ve Smiřicích (Stavoprojekt Hradec Králové, středisko průzkumu Pardubice, 1989); vrt <b>V-1</b> (ID 238728)
GF P 114609	Šura, Jiří: Smiřice - novostavba bytového domu p.p.č. 1158. Podrobný IGP. (Ing. Jiří Šura, Dvakačovice, 2006); vrt <b>SM-2</b> (ID 673584)

Prevzaté vrty z citovaných zpráv jsou vedeny pod svými původními označeními a doloženy v samostatných přílohách č. 4.1 a 4.2. Jejich přibližná pozice je vyznačena na přiloženém výřezu topografické mapy na následující straně.



## **2.2 Terénní sondážní práce**

Ověřovací sondy S1 až S10 v celkové metráži 20,4 m zhotovila dne 17. 02. 2015 osádka vrtmistra p. J. Skaly z firmy Geovrty PEMA, technologií jádrového vrtání bez výplachu. Sondy byly vyhloubeny mobilní vrtnou soupravou UGB 50 M na P GAZ 66, pomocí jednoduchých jádrovek  $\varnothing$  195 mm a  $\varnothing$  156 mm, opatřených TK korunkou. Technologické provozní pažení ve zvodnělých sedimentech je využito jen u nejhlubší sondy S5 a to v intervalu 0,0 - 3,5 m pod povrchem vozovky. Průměry vrtného nářadí jsou součástí geologických dokumentací, vypracovaných pro každou sondu samostatně a doložených v přílohách č. 3.1 - 3.10. Jejich přibližné rozmístění v trase úseku je patrné z přílohy č. 2.

Vývrty ve vozovce byly prováděny za běžného provozu, jednotlivá místa sondování dočasně označena přenosným dopravním značením, v souladu s „Rozhodnutím o povolení zvláštního užívání komunikace“.

Okamžitě po dokončení vrtný výnos, uložený v dřevěných vzorkovnicích, popsal geolog a provedl jeho fotodokumentaci. Výnos jádra v celém intervalu všech sond činil 100 %. Na závěr technických prací na lokalitě byl vrtný výnos skartován, sondy likvidovány zpětným hutněním záhozem a jejich ústí opatřena zátkou z průmyslově vyráběné zimní živичné směsi.

## **2.3 Vzorkovací a laboratorní práce**

Na zakázce odebral řešitel akce pro charakteristiku prostředí dva porušené vzorky zemin do PE sáčku pro zachování přirozené vlhkosti a jeden vzorek podzemní vody odběrným válcem do PVC lahve o objemu 1 l bez přísad.

Z hlediska kvality získaných vzorků, ve znění normy ČSN EN ISO 22475-1 „Geotechnický průzkum a zkoušení-Odběry vzorků a měření podzemní vody-Část 1: Zásady provádění“, patří porušené vzorky do 3. třídy kategorie B.

Všechny tři vzorky jsou zpracovány v laboratoři mechaniky zemin a analýzy stavebních vod Lahučká Blanka, Pardubice, laboratorními rozbory v souladu s postupy specifikovanými:

ČSN CEN ISO/TS 17892-1 Stanovení vlhkosti zemin  
 ČSN CEN ISO/TS 17892-4 Stanovení zrnitosti zemin  
 ČSN CEN ISO/TS 17892-12 Stanovení konzistenčních mezí

Ze zrnitostních rozborů vychází klasifikace zemin podle ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací i odvozená hodnota filtračního součinitele dle metody Mallet-Pacquant.

#### Rozbor podzemní vody pro stavební účely

Vzorek podzemní vody byl podrobený zkrácenému rozboru pro stavební účely a jednotlivá stanovení odpovídají interním metodikám laboratoře. Analýza je omezena na základní ukazatele agresivity kapalného prostředí. Vzorek podzemní vody je zařazený ve znění aktuální ČSN EN 206 „Beton - část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda“ (klasifikace agresivity chemického prostředí stupni XA 1 - XA 3).

Výsledky laboratorních rozborů zemin a podzemní vody obsahuje příloha č. 5.

#### **2.4 Stanovení vodního režimu podloží** (TP 170 Navrhování vozovek PK / MD ČR 2004, ČSN 73 6114 Vozovky pozemních komunikací)

Typ vodního režimu je dán vzdáleností hladiny podzemní vody, výškou kapilární vzlínivosti a hloubkou promrzání. Pro vyhodnocení vodního režimu byly stanoveny následující parametry:

- $h_{pv}$**  - průměrná vzdálenost hladiny podzemní vody od nivelety vozovky (v m)
  - ustálená  $h_{pv}$  nebyla zjištěna žádnou mělkou sondou, v sondě S5 3,90 m od povrchu vozovky, v archívních vrtech SM-2 4,80 m p. t. a V-1 > 6,0 m p. t.
- $d_{pr}$**  - hloubka promrzání vozovky a zeminy v podloží (v m), dle návrhové hodnoty indexu  $I_{md} = 375 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{den}$ , pro výškové pásmo 200 - 300 m n. m. činí
  - hloubka promrzání pro netuhé vozovky  $d_{pr} = 0.05 \cdot \sqrt{I_{md}} = 0.97 \text{ m}$  (vztah 4.1 TP 170)
  - hloubka promrzání pro tuhé vozovky  $d_{pr} = 0.16 \cdot \sqrt[3]{I_{md}} = 1.15 \text{ m}$  (vztah 4.2 TP 170)
- $h_s$**  - kapilární výška při úplném nasycení pórů zeminy vodou (v m)
  - $h_s$  = od 0.00 m (písek tř. S3 S-F, štěrk G3 G-F), přes 1.00 m (písek tř. S4 SM), 2.00 m (jíl písčité tř. F4 CS) až po > 3.00 m (jíl tř. F6 CI, CL)
- $I_c$**  - dokumentovaný stupeň konzistence zemin v sondách, konzistence tuhá  $I_c = 0.79$ , pevná  $I_c > 1.00$

ČSN 73 6114 v příloze D definuje vodní režim jako příznivý (difúzní) při  $h_{pv} \geq d_{pr} + 2h_s$  a  $I_c > 1.00$ , vodní režim nepříznivý (pendulární) při  $d_{pr} + h_s < h_{pv} < d_{pr} + 2h_s$  a  $0.70 \leq I_c \leq 1.00$ , vodní režim velmi nepříznivý (kapilární) při  $h_{pv} \leq d_{pr} + h_s$  a  $I_c < 0.70$ .

Při nezastižení podzemní vody je u soudržných zemin při určení vodního režimu vycházeno ze stupně konzistence zemin zemní pláň. Vodní režim v jednotlivých sondách je sestavený v následující tabulce.

*Tabulka č. 1 Přehled vodního režimu v jednotlivých sondách (vývrtech)*

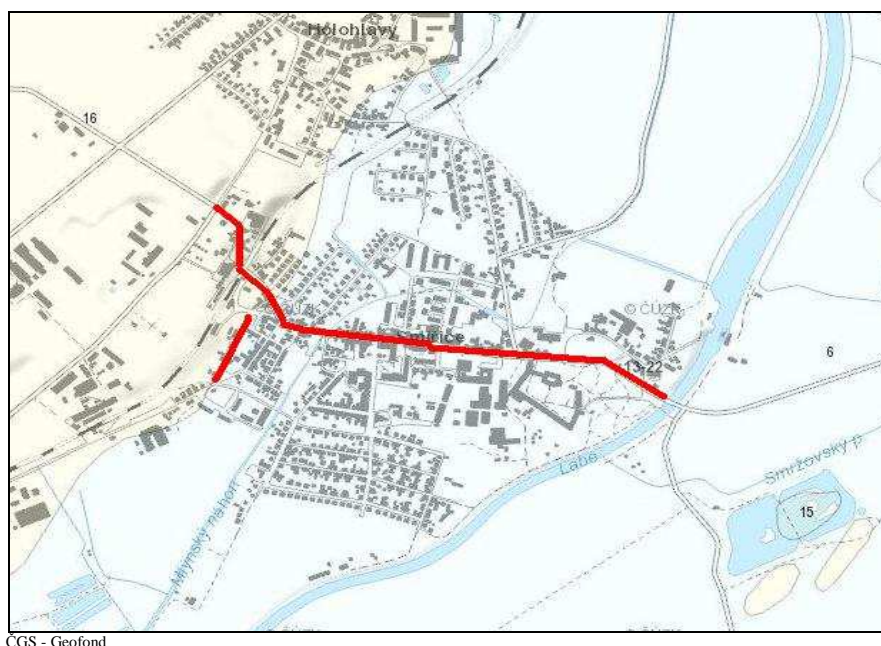
Sonda číslo	Vodní režim	Sonda číslo	Vodní režim
S 1	příznivý	S 6	příznivý
S 2	příznivý	S 7	příznivý
S 3	příznivý	S 8	nepříznivý
S 4	příznivý	S 9	nepříznivý
S 5	příznivý	S 10	nepříznivý

### **3. CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ**

Zájmový prostor průzkumu se nachází v intravilánu města, na pravém břehu Labe. Zahrnuje ulice Palackého, Zemanova, Hankova a Nádražní. Území mezi tokem Labe a železniční tratí je převážně rovinaté, s nadmořskou výškou cca 242 - 245 m n. m., na posledních cca 300 m trasy průtahu pak povrch terénu rychle stoupá až na kótu 260 m n. m.

#### **3.1 Geologická stavba**

Území patří do oblasti Východočeské tabule, celku Východolabská tabule, ve kterých je vymezeno okrskem Královéhradecká kotlina (kód VIC-1C-a), s reliéfem nejnižších teras a údolních niv.



Výřez z geologické mapy M 1 : 50 000 (Mapový server ČGS)

#### **Předkvartérní podloží**

Posuzované území přísluší z regionálně - geologického hlediska k severovýchodnímu okraji České křídové pánve, k litofaciální oblasti labské, s monoklinálně uloženými zpevněnými pelitickými sedimenty, tvořícími monotónní souvrství s mírným úklonem k JZ.

Předkvartérní podloží je budováno jizerským souvrstvím (stáří svrchní křída - střední až svrchní turon). Litologicky se jedná o slínovce, při povrchu a v podloží kvartérních sedimentů rozložené na jílovité eluvium (slín). Směrem do hloubky přecházejí do partií méně zvětralých, s různým stupněm rozpukání. Pukliny mají většinou sevřené, místy s hnědými až rezavohnědými povlaky oxidů železa na plochách, při povrchu s jílovitou výplní. Mocnost uvedeného souvrství dosahuje cca 100 m.

Strop podložních hornin v zájmovém prostoru zastihuje sonda S7 od hloubky 0,80 m a sonda S5 od úrovně -5,85 m pod povrchem vozovky. Směrem k toku Labe se nachází v hloubce větší než 7 m.

### Kvartérní pokryv

Křídové horniny jsou souvisle pokryty kvartérními sedimenty eolického a fluvialního původu, stáří pleistocén - holocén. Spraše a sprašové hlíny (svrchní pleistocén) se vyskytují jednak v přirozeném uložení v koncové části průtahu, mezi železniční tratí a staničením km 7,885 a dále v částečně redeponované podobě v ul. Nádražní. Ve výřezu geomapy jsou vyznačeny plochami světle hnědé barvy, s kódem č. 16. Dosahují mocnosti od několika metrů až do cca 10 m. Při západním okraji Smiřic byly v minulosti předmětem těžby, jako cihlářská surovina.

Fluvialní sedimenty reprezentují nivní uložení, štěrkopísky údolní terasy a písky se štěrky vyšší starší terasy Labe v podloží sprašových hlín. Blíže nečleněné nejmladší uložení vodních toků zahrnují též sedimenty vodních nádrží v podobě redeponovaných zemin eolického původu - sprašových hlín a vátých písků, s charakteristickou červenohnědou barvou. Jedná se převážně o soudržné, zčásti i nesoudržné, jemnozrnné, smíšené hlinitopísčité sedimenty, prakticky bez štěrkové frakce, ve vertikálním i horizontálním směru faciálně proměnlivé (pозvolné přechody, časté střídání tenkých vrstev).

Více méně souvisle pokrývají většinu území Smiřic a jejich okolí, v mocnosti nejčastěji 1 - 2 m. Ve výřezu geomapy jsou zobrazeny světle modrou barvou a kódem č. 6. Terasové štěrkopísky budují střední a spodní partie kvartérního souvrství. Lokálně v podobě ostrůvků mohou vystupovat až na povrch terénu, či do jeho blízkosti. Tvoří je hrubozrnné písky s variabilním obsahem 30 - 50 % štěrkové frakce o velikosti 4 - 7 cm. Na bázi terasy se vyskytují i hrubé písčité štěrky s valouny do 10 cm.

Nejvyšší člen vrstevního sledu představují uložení antropogenního původu, které zahrnují vedle konstrukčních vrstev komunikací násypy, zásypy a terénní vyrovnávky, v nichž dominují hlinito-písčité a štěrkopísčité materiály. Lokálně obsahují kamenitou složku a příměs slínu. Sypaniny umělého původu se vyskytují v proměnlivé mocnosti od 0,50 m až do max. 5,00 m prakticky v celém intravilánu města.

### **3.2 Hydrogeologické poměry**

Podle mapy hydrogeologického členění náleží lokalita do rajónu základní vrstvy č. 4250 - Hořicko-miletínská křída v horninách svrchní křídý.

Svrchní vrstva - kvartérní sedimenty (nivní a ŠP údolní terasy) patří do HG rajónu č. 1121 - Kvartér Labe po Hradec Králové, se zvodněmi vázanými na údolní nízke i vyšší terasy, které do sebe navzájem přecházejí. Propustnost kolektoru je průlinová, koeficient filtrace se pohybuje v rozmezí řádu  $n \cdot 10^{-4} \cdot m^{-1}$ , s výjimkou povrchové vrstvy, kde je daleko nižší.



Souvislé zvodnění, vázané na štěrkopísčité partie, se v prostoru budoucího staveniště dle nového a archivních vrtů vyskytuje v hloubce od 3,90 m až do více než 6,00 m pod stávajícím terénem. Generelní směr proudění a odtok podzemní vody tak lze předpokládat směrem k J - JV.

Průzkumné území převážně náleží do dílčího povodí Mlýnského náhonu, číslo hydrologického pořadí 1-01-04-011, v krátkém počátečním úseku se sondami S1 a S2 do dílčího povodí Labe, číslo hydrologického pořadí 1-01-04-004. Území není součástí CHOPAV, ani nespádá do žádných ochranných pásem vodních zdrojů.

#### **4. VYHODNOCENÍ GT PRŮZKUMU**

Celkový charakter prostředí dokumentují profily sondami v přílohách č. 2.1 až 2.10. Zeminy a sypaniny jsou zatříděny v souladu s klasifikačním systémem dle přílohy A ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ a současně i ve znění nové ČSN EN ISO 14688-2 „Geotechnický průzkum a zkoušení“. Doplnková písmena „Y“, resp. Mg, od rostlého terénu odlišují konstrukční vrstvy, navážky a umělé násypy.

Geotechnické charakteristiky a předpokládané výpočtové únosnosti  $R_{dt}$  jsou převzaté ze zrušené a Eurokódem 7 nahrazené ČSN 73 1001.

##### **4.1 Geotechnické zhodnocení konstrukčních vrstev a podloží komunikací**

Zjištěné druhy konstrukčních vrstev, jejich ověřené mocnosti a zeminy zemní pláň jsou souhrnně sestaveny v následující tabulce.

*Tabulka č. 2 - Přehled konstrukčních vrstev, jejich mocností a druhů zemin pláň*

Sonda číslo	Živičný kryt		Konstrukční vrstvy						Mocnost vrstev celkem (cm)	Zemní pláň (ČSN 73 6133)
	Obalované kamenivo (cm)	ŠD+asf. penetrace (cm)	ŠD (cm)	KSC (cm)	Dlažba (cm)	ŠP (cm)	Štět (cm)	Kameny (cm)		
<b>S 1</b>	15	-	-	30			-	-	45	S2 SP
<b>S 2</b>	17	-	-	28			-	-	45	G3 G-F
<b>S 3</b>	12	-	33	-			-	-	45	S3 S-F
<b>S 4</b>	14	-	46	-			-	-	60	G3 G-F
<b>S 5</b>	34	-	-	-	11		-	-	45	S4 SM
<b>S 6</b>	20	-	10	-	-		-	-	30	S3S-F-S4SM
<b>S 7</b>	12	-	23	-	10		20	-	65	F6 CI
<b>S 8</b>	15	-			10	10	35	-	70	F4 CS
<b>S 9</b>	6	9	41	-	-	-	-	-	50	F2CG-F6CI
<b>S 10</b>	6	10	-	-	-	-	-	14	30	F6 CI

Ze získaných výsledků je možné vyčlenit celkem 5 kvazihomogenních celků, s přibližně podobnou vrstevní skladbou, které odrážejí minulé stavební etapy.

### **Úsek ul. Palackého (mezi mostem přes Labe a ul. Mlýnskou)**

Zhotovené sondy: S1 – příloha č. 3.1

S2 – příloha č. 3.2

Podrobná situace: příloha č. 2.1

Konstrukční vrstvy silnice mají jednotnou mocnost 45 cm. Povrch vozovky je upravený živičným krytem průměrné tl. 16 cm, zhotoveným ze dvou, rovnou plochou oddělitelných vrstev z obalovaného kameniva, se zrny vel. až do 30 mm.

Podkladní vrstva je zhotovena jako stmelená, z KSC, v průměrné tl. 29 cm. Směs v sondě S2 je pevná a celistvá, v sondě S1 jí ve střední části chybí cementové pojivo a při rozpojování se rozpadá. Nestmelená vrstva ze ŠD v tomto úseku nebyla vůbec vybudovaná.

Zemní plán tvoří nesoudržné šterkopísčité zeminové sypaniny, charakteru hrubozrnného písku se šterky, tř. S2 SP a písčitého šterku s valouny do 7 cm a s příměsí stavebního odpadu, tř. G3 G-F. Jako celek se jedná o zeminy nenamrzavé, propustné ( $k = 10^{-4} - 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$ ), s nepatrnou výškou kapilární vztlávanosti  $h_s$ , ve znění tab. A.1 ČSN 73 6133 pro aktivní zónu vhodné.

Podzemní voda se podle archívního vrtu V-1 vyskytuje v hloubce větší než 6 m pod povrchem vozovky. Vodní režim je tak v celém úseku příznivý.

Pro zemní plán je možné podle zrnitostní skladby sypanin očekávat únosnost v rozmezí  $E_{\text{def2}} = 30 - 50 \text{ MPa}$ . S ohledem na velkou mocnost stmelené podkladní vrstvy z KSC by po odfrézování živičného krytu měla postačovat lokální oprava případných nehomogenit vrstvy z KSC.

### **Úsek ul. Palackého (mezi ul. Mlýnskou a ul. Jedličkovou)**

Zhotovené sondy: S3 – příloha č. 3.3

S4 – příloha č. 3.4

Podrobná situace: příloha č. 2.2

Konstrukční vrstvy silnice mají proměnlivou mocnost, 45 cm v sondě S3 a 60 cm v sondě S4. Povrch vozovky je upravený živičným krytem průměrné tl. 13 cm, zhotoveným ze dvou, rovnou plochou oddělitelných vrstev z obalovaného kameniva, se zrny vel. do 20 mm.

Podkladní vrstva je zhotovena jako nestmelená, ze ŠD fr. 0-63 mm, v mocnosti 33 cm a 46 cm. V sondě S3 je ŠD rulová, více prachovitá (tř. G4 GM) a svým charakterem upomíná na MZK. V sondě S4 je ŠD granitová, čistší a nesoudržná (tř. G3 G-F).

Zemní plán tvoří nesoudržné šterkopísčité zeminy, charakteru nestejnozrnného a místy zajiňovaného písku se šterky, tř. S3 S-F a písčitého šterku s valouny do 4 cm, tř. G3 G-F. Jako celek se jedná o zeminy mírně namrzavé až nenamrzavé, propustné ( $k = 10^{-4} - 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$ ), s nepatrnou výškou kapilární vztlávanosti  $h_s$ , ve znění tab. A.1 ČSN 73 6133 pro aktivní zónu podmíněčně vhodné až vhodné.

Podzemní voda se podle archívního vrtu SM-2 vyskytuje v hloubce 4,80 m pod povrchem vozovky. Vodní režim je tak v celém úseku příznivý.

Pro zemní plán je možné podle zrnitostní skladby zemin očekávat únosnost v rozmezí  $E_{\text{def2}} = 30 - 50 \text{ MPa}$ . S ohledem na přítomnost nestmelené podkladní vrstvy ze ŠD by po odfrézování živičného krytu bylo možné zvýšit únosnost konstrukce např. recyklací za studena, s přidavkem cementu.



### **Úsek ul. Zemanova a ul. Hankova (po železniční trati)**

Zhotovené sondy: S5 – příloha č. 3.5

S6 – příloha č. 3.6

Podrobná situace: přílohy č. 2.3 a 2.4

Konstrukční vrstvy silnice mají proměnlivou mocnost, 45 cm v sondě S5 a 30 cm v sondě S6. Povrch vozovky je upravený živичným krytem. V sondě S5, kde pravděpodobně dochází k opakovanému prosedání podloží, činí jeho tloušťka celkem 34 cm a je složený ze čtyř oddělitelných vrstev, v sondě S6 pak 20 cm (2 vrstvy).

V sondě S5 je pod živicí ponechaná dlažba ze žulových kostek 10 x 10 x 8 - 11 cm, podkladní vrstva ze ŠD zde nebyla zhotovena. Nelze vyloučit, že dlažba pokračuje směrem do ul. Nádražní. V sondě S6 má podkladní vrstva z rulové hlinité ŠD (tř. G4 GM) jen tl. 10 cm.

Zemní pláň od hloubky 0,45 m a 0,30 m, vztažené k povrchu vozovky, budují písčité zeminy/sypaniny. V sondě S5 málo ulehlý a slabě soudržný hlinitý písek, tř. S4 SM, v sondě S6 nestejnzrný, nepravidelně zahliněný písek se šterky, tříd S3 S-F - S4 SM. Jako celek se jedná o zeminy namrzavé až mírně namrzavé, málo propustné ( $k = 10^{-6} - 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$ ), s kapilární vzlínavostí  $h_s$  do 1 m, ve znění tab. A.1 ČSN 73 6133 pro aktivní zónu podmíněčně vhodné.

Podzemní voda se v prohloubené sondě S5 nachází v hloubce 3,90 m pod povrchem vozovky. Vodní režim je tak v celém úseku příznivý.

Na zemní pláni je možné očekávat únosnost okolo  $E_{\text{def2}} = 30 \text{ MPa}$ , která je nedostatečná a projevuje se, díky absenci, resp. nepatrné mocnosti podkladní vrstvy, na živичném krytu (např. v okolí sondy S6 podélné trhliny v krytové vrstvě, rovnoběžné s betonovou zídou). Zaopěrový zásyp u mostního objektu ev. č. 3089-3, který současně představuje přechodovou oblast, má nevhodné zrnitostní složení i vrstevní skladbu. V předmětném úseku je nutné minimálně vybudovat řádné konstrukční vrstvy ze ŠD ( $\pm \text{KSC}$ ) a přechodovou oblast u mostu (klín) do hloubky 2,50 m z kvalitního, únosného a dobře zhutnitelného materiálu s plynulou křivkou zrnitosti (= výměna zásypu/násypu z hlinitého písku a jílu).

### **Úsek ul. Hankova (od železniční trati po křižovatku)**

Zhotovené sondy: S7 – příloha č. 3.7

S8 – příloha č. 3.8

Podrobná situace: příloha č. 2.4

Konstrukční vrstvy silnice mají podobnou mocnost 65 - 70 cm i složení. Povrch vozovky je upravený živичným krytem tl. 12 - 15 cm, zčásti ze dvou, rovnou plochou oddělitelných vrstev z obalovaného kameniva, se zrní vel. do 20 mm.

Pod živicí je ponechaná dlažba ze žulových kostek 10 x 10 x 8 - 11 cm. Pod ní se v sondě S7 nachází 23 cm ŠD fr. 0-125 mm (tř. G3 G-F) a níže štetový kámen (?) přes průměr vrtu, v sondě S8 písčité podsyp tl. 10 cm a svisle uložené deskovité kameny opukového štetu (tř. Cb, B) v tl. 35 cm.

Zemní pláň od hloubky 0,65 m - 0,70 m, vztažené k povrchu vozovky, tvoří dva zrnitostně odlišné druhy soudržných zemin. V sondě S7 deluvio-eluviální jíl tř. F6 CI pevné konzistence ( $s_{I_c} > 1.00$ ), s hloubkou přecházející do zcela zvětralého slínovce, v sondě S8 jemně písčité sprašová hlína tř. F4 CS tuhé konzistence ( $s_{I_c} = 0.70 - 0.80$ ). Jako celek náleží

do skupiny zemin nepropustných ( $k = 10^{-8} - 10^{-10} \text{ m.s}^{-1}$ ), nebezpečně namrzavých, s kapilární vzlínavostí  $h_s = 2 - 4 \text{ m}$ .

Podzemní voda je vlivem geologické stavby a morfologie terénu hluboko zakleslá, při stanovení vodního režimu je vycházeno z konzistence zemin pláně. Vodní režim v sondě S7 je při konzistenci pevné příznivý, v sondě S8 nepříznivý (konzistence tuhá).

Zemní plášť charakterizuje nízká únosnost s  $E_{\text{def2}} = 10 - 15 \text{ MPa}$ . S ohledem na ověřenou skladbu, by po odfrézování živičného krytu a odstranění dlažby, mohlo postačovat zhotovení stmelené konstrukční vrstvy z KSC a lokální oprava některých zásypů sítí (např. u UV nad sondou KS 7).

### **Úsek ul. Nádražní**

Zhotovené sondy: S9 – příloha č. 3.9

S10 – příloha č. 3.10

Podrobná situace: příloha č. 2.3

Mocnost konstrukčních vrstev komunikace dosahuje proměnlivé mocnosti, 50 cm v sondě S9 a 30 cm v sondě S10. Vozovka má povrch upravený živičným krytem, zhotoveným ze dvou vizuálně a technologicky odlišných směsí, z obalovaného kameniva se zrna do 20 mm tl. 6 cm a ze ŠD fr. 0-63 mm s asfaltovou penetrací a s jemnějším vsypem tl. 9 - 10 cm.

Zemní plášť v celém úseku buduje jediný druh soudržné zeminy - jílu se střední plasticitou, tř. F6 CI, tuhé až pevné konzistence, s  $I_c = 0.70 - 1.00$ . Jedná se o zeminu vysoce namrzavou, velmi nepropustnou ( $k = 10^{-10} \text{ m.s}^{-1}$ ), pomalu konsolidující ( $c_v < 1.10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$ ), s výškou kapilární vzlínavosti  $h_s > 3 \text{ m}$ , která je do aktivní zóny komunikací v přirozeném stavu bez úpravy/výměny nevhodná. Při styku s vodou snadno degraduje a rozbíjí. Vytváří příznivé prostředí pro úpravu vlastností pojivem (např. vápno).

Při stanovení vodního režimu je vycházeno z konzistence zemin pláně. Vodní režim pro konzistenci tuhou až pevnou vychází pro celý zájmový úsek jako nepříznivý.

Zemní plášť má velmi nízkou únosnost  $E_{\text{def2}} \leq 10 \text{ MPa}$ , která se projevuje na povrchu živičného krytu jeho všesměrným rozpukáním a místy mírným prosednutím zásypů inženýrských sítí (pravděpodobně byly zhotoveny zpětným zásypem z místních zemin). V celém úseku ulice je nutné zvýšit únosnost zemní pláně a to buď výměnou celé aktivní zóny za hrubozrnný materiál např. fr. 0 - 125 mm, nebo úpravou pojivem - vápnem a jeho zapravením mobilní frézou v množství cca 3% CaO rovněž na celou mocnost aktivní zóny.

### **4.2 Geotechnické zhodnocení základových půd mostu ev. č. 3089-3**

Zhotovená sonda: S5 – příloha č. 3.5      Podrobná situace: příloha č. 2.3

Pro ověření základových poměrů, s ohledem na četnost podzemních inženýrských sítí po obou stranách silnice, byl původně navržený vývrt do konstrukce komunikace prohlouben až do úrovně -7,0 m od povrchu vozovky.

Pod konstrukcí, o celkové mocnosti 0,45 m, tvořené extrémně silnou vrstvou živičného krytu (34 cm) a dlažbou ze žulových kostek, sonda až do úrovně -5,0 m od povrchu vozovky ověřila násyp/zaopěrový zásyp, který současně představuje přechodovou oblast.

Svrchní partie v mocnosti 1,35 m jsou vybudované z nestejnzrnného hlinitého písku se šterky do 6 cm, tř. S4 SM Y / grsisaMg. Hlinitý písek je velmi vlhký, málo ulehlý,

s relativní hutností při spodní hranici normového rozpětí pro zeminy/sypány středně uhlé  $I_D = 0.35-0.40$ , při hloubení vývrtu se mírně stlačoval. Patří k zeminám namrzavým, málo propustným ( $k = 10^{-6} - 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$ ), s kapilární vztlakovostí  $h_s$  do 1 m, ve znění tab. A.1 ČSN 73 6133 pro aktivní zónu k podmíněčně vhodným.

V intervalu 1,80 - 2,50 m je písek vystřídaný prachovitým jílem pevné konzistence ( $s I_c > 1.00$ ), tř. F6 CL Y / clsiMg, který je velmi nepropustný ( $k = 10^{-10} \text{ m.s}^{-1}$ ), pomalu konsolidující ( $c_v < 1.10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$ ), s výškou kapilární vztlakovosti  $h_s > 3 \text{ m}$ .

Navazující násyp až do hloubky 4,40 m je zhotovený z kamenů pískovce vel. do 15 cm, s výplní drobných úlomků pískovcové drti a stejnozrnného písku, tř. Cb+S3 Y / coMg+grSa. Na rozdíl od předchozích dvou sypanin se jedná o vhodný a únosný násypový/zásypový materiál. Od -4,40 m do -5,00 m od povrchu vozovky bylo zastíženo dřevo, jako možná součást základového roštu či nějaké pomocné konstrukce. Zcela určitě to není součástí nejmladších náplavů.

Rostlý terén reprezentuje fluvialní hlinito-jílovitý štěrk s dobře zaoblenými valouny do 8 cm, převážně křemene, s mezizrnnou výplní měkké konzistence, tř. G5 GC /clsiGr. Jeho mocnost činí 0,85 m. Tabulková únosnost zeminy je upravena podle aktuálně ověřené konzistence výplně.

Strop předkvartérního podloží - křídových slínovců probíhá v hloubce 5,85 m od povrchu vozovky. Při rozhraní s kvartérními sedimenty je slínovec v tloušťce 0,85 m silně až zcela zvětřalý, laminovaný, tvrdé konzistence ( $s I_c > 1.50$ ), převážně se zachovalou texturou. Ve znění tab. 5 ČSN EN ISO 14689-1 se jedná o extrémně měkkou až velmi měkkou horninu, s pevností v prostém tlaku cca  $\sigma_c = 0,5 - 1,5 \text{ MPa}$ , náležející do rozmezí tříd R6 - R5. Od 6,70 m je vystřídaný tence deskovitě odlučným, mírně zvětřalým slínovcem tř. R4, v němž byla sonda ukončena. Podle výše citované ČSN patří mezi měkké horniny, s pevností v prostém tlaku  $\sigma_c = 5 - 25 \text{ MPa}$ . Směrem do hloubky lze očekávat konstantní vývoj horninového prostředí, případně s mírným růstem pevnosti.

Tabulka č. 3 - Geotechnické charakteristiky a očekávaná únosnost  $R_{dt}$  pro most

PARAMETR \ DRUH	Navážka - umělý zásyp			Štěrk jílovitý <b>G5 GC</b> měkký	Slínovec	
	<b>S4 SM Y</b> sl. soudržný	<b>F6CL Y</b> pevný	<b>Cb+S3 Y</b> stř. uhlý		silně až zcela zvětřalý <b>R6 - R5</b>	mírně zvětřalý <b>R4</b>
Poissonovo číslo $\nu$ (1)	0,30	0,40	0,25	0,30	0,40	0,25
Převodní součinitel $\beta$ (1)	0,74	0,47	0,83	0,74	0,47	0,83
Objemová tíha $\gamma$ ( $\text{kN.m}^{-3}$ )	18,00	21,00	19,00	19,50	21,00	22,50
Modul přetvárnosti $E_{\text{def}}$ (MPa)	10	6	40	20	15	50
Úhel vnitřního tření zeminy						
efektivní $\phi_{\text{ef}}$ (°)	28	20	32	28	21	
totální $\phi_u$ (°)	-	0	-	-	14	
Soudržnost zeminy						
efektivní $c_{\text{ef}}$ (kPa)	0 - 5	12	0	2	28	
totální $c_u$ (kPa)	-	80	-	-	120	
Tab. výpočtová únosnost $R_{dt}$ (kPa)	-	-	-	125*	250**	400

\* platí pro šířku základu  $b = 1 \text{ m}$  a hloubku založení  $h = 1,0 \text{ m}$

\*\* platí pro šířku základu  $b \leq 3 \text{ m}$  a hloubku založení  $h = 0,8 - 1,5 \text{ m}$

Upozornění: Hodnoty  $R_{dt}$  nejsou upraveny na hloubku založení a vliv podzemní vody

Mělký horizont podzemní vody je vázaný na vrstvu hlinito-jílovitého štěrku. Její ustálená hladina se po ukončení vrtání nacházela v hloubce 3,90 m od povrchu vozovky. Dle laboratorního rozboru vzorku č. 17 voda nevytváří agresivní prostředí (ČSN EN 206).

Základové poměry mostu ev. č. 3089-3 je s ohledem na výše uvedené skutečnosti nutné hodnotit jako složitě.

Přechodovou oblast u mostu (klín) do hloubky 2,50 m tvoří vcelku málo únosné zeminy. Vlivem uměle vytvořené nevhodné vrstevní skladby se v hlinitém písku na nepropustném jílu dočasně hromadí prosakující srážkové vody, které výraznou měrou ovlivňují geotechnické vlastnosti sypanin. Objemové změny, spolu s pomalou konsolidací jílu pak způsobují postupné prosedání povrchu vozovky, následně vyrovnávané živičným krytem.

Jak již bylo uvedeno v předchozí kap. 4.1 na str. 9, přechodovou oblast u mostu (klín) do hloubky 2,50 m se doporučuje zhotovit z kvalitního, únosného a dobře zhutnitelného materiálu s plynulou křivkou zrnitosti, tj. pro odstranění postupného poklesu povrchu vozovky je nutná výměna zásypu/násypu z hlinitého písku a jílu.

#### **4.3 Geotechnické zhodnocení základových půd opěrných zdí**

Zhotovená sonda: S8 – příloha č. 3.8    Podrobná situace: příloha č. 2.4

Pro návrh oprav opěrných zdí v ul. Hankova, mezi ohybem silnice a koncovým staničením úseku, byla sonda S8 prohloubena do konečné úrovně -3,00 m pod povrch vozovky. Silnice je zde vedena v mělkém zářezu, vyhloubeném ve sprašových hlínách svrchně pleistocenního stáří a eolické geneze, charakteru soudržných jílovito- prachovitých zemin. V jejich podloží se vyskytuje vyšší a starší štěrkopísčité teras Labe.

*Tabulka č. 4 - Geotechnické charakteristiky a očekávaná únosnost  $R_{dt}$  pro opěrné zdi*

PARAMETR	Sprašová hlína			Písek S3 S-F stř. ulehlý
	F6 CL pevná	F6 CL tuhá	F4 CS- - F6 CL tuhá	
Poissonovo číslo $\nu$ (1)	0,40		0,35	0,30
Převodní součinitel $\beta$ (1)	0,47		0,62	0,74
Objemová tíha $\gamma$ (kN.m <sup>-3</sup> )	21,00		18,50	17,50
Modul přetvárnosti $E_{def}$ (MPa)	8	4	5	12
Úhel vnitřního tření zeminy				
efektivní $\phi_{ef}$ (°)	21	19	24	28
totální $\phi_u$ (°)	0	50	0	-
Soudržnost zeminy				
efektivní $c_{ef}$ (kPa)	12	16	0	0
totální $c_u$ (kPa)	80	50	50	-
Tab. výpočtová únosnost $R_{dt}$ (kPa)	200**	100**	150**	180*

\* platí pro šířku základu  $b = 1\text{ m}$  a hloubku založení  $h = 1,0\text{ m}$

\*\* platí pro šířku základu  $b \leq 3\text{ m}$  a hloubku založení  $h = 0,8 - 1,5\text{ m}$

Upozornění: Hodnoty  $R_{dt}$  nejsou upraveny na hloubku založení a vliv podzemní vody

Sprašové hlíny reprezentuje hlavně jíl s nízkou plasticitou, tř. F6 CL / clSi, který směrem do hloubky, přibýváním písčité složky, přechází do jílu písčitého tř. F4 CS / saclSi. Tak jak je to u sprašových hlín obvyklé, v přípovrchových partiích do hloubek 1 - 2 m p. t. mají vlivem evapotranspirace a sání kořenů obvykle pevnou konzistenci, s  $I_c > 1.00$ , která směrem do hloubky vlivem malé propustnosti a kapilární vztlínivosti přechází do tuhé, s  $I_c = 0.70-1.00$ . Jako celek se jedná o zeminy vysoce až nebezpečně namrzavé, velmi nepropustné ( $k = 10^{-10} \text{ m.s}^{-1}$ ), pomalu konsolidující ( $c_v < 1.10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$ ), s výškou kapilární vztlínivosti  $h_s > 3 \text{ m}$ , které při styku s vodou snadno degradují a rozbírají.

Terasový hrubozrnný písek s drobnými štěrčky, tř. S3 S-F / Sa, v podloží sprašových hlín, zastižený sondou S8 od hloubky 2,80 m pod stávajícím povrchem vozovky, je vizuálně hodnocený jako středně ulehlý, s relativní hutností v dolní polovině normového rozpětí pro zeminy středně ulehlé,  $I_D = 0.35 - 0.50$ .

Podzemní voda je vlivem geologické stavby a morfologie terénu hluboko zakleslá. Byly zjištěny jen velmi vlhké partie soudržných zemin se sníženou - tuhou konzistencí.

Základové poměry je možné klasifikovat jako jednoduché. Pro návrh základu nových opěrných zdí je možné počítat maximálně s únosností  $R_{dt} = 150 \text{ kPa}$ . Sklony svahů dočasných výkopů v místních zeminách lze realizovat nejvýše v poměru 1 : 0,50.

Při realizaci základů se doporučuje dodržovat následující zásady:

- s ohledem na vesměs nepříznivé geotechnické vlastnosti a možné objemové změny v soudržných zeminách (dané opakovaným vysýcháním a zvlhčováním) je žádoucí ZS situovat do hloubky minimálně 1,30 m od povrchu terénu
- v prostředí soudržných zemin zvyšovat únosnost ZS pomocí ŠD není vhodné, z důvodu možné akumulace prosakujících srážkových vod v nich a z toho plynoucí další degradace zemin v podloží; ZS je lepší ochránit podkladním betonem
- veškeré zemní práce v soudržných zeminách je třeba provádět v klimaticky příznivém období a s minimem srážek
- základovou spáru v soudržných zeminách chránit proti přítoku vody z okolního území, nenechávat ji dlouho odkrytou, případně výkopy dohloubit těsně před betonáží
- uvedená opatření mají za cíl zabránit zeminám náchylným k rozbíjení styk s jakoukoli déle působící vodou, neboť soudržné jílovité zeminy při saturaci rychle mění konzistenci a dále ztrácejí svoji únosnost
- při eventuálním zaplavení základové spáry srážkovou vodou je nutné povrchovou rozměklou vrstvu beze zbytku odstranit
- dna výkopů v soudržných zeminách zarovnat hladkou lžící či ručně, bez jakéhokoliv vibračního hutnění; při hutnění se zvyšuje riziko „vytažení“ kapilárně vázané vody, spojené se změnou konzistence zemin a ztrátou únosnosti
- konkrétní způsob založení opěrných zdí a parametry základů v místních geotechnických podmínkách budou navrženy statikem

#### **4.4 Zemní práce, těžitelnost a rozpojitelnost**

Podle již neplatné, avšak nadále používané ČSN 73 3050 „Zemné práce“ a aktuální ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ se konstrukční vrstvy a zeminy rostlého terénu, z hlediska těžitelnosti a rozpojitelnosti, řadí do následujících tříd:

<b>Vrstva</b>	<b>Těžitelnost</b>	<b>ČSN 73 3050</b>	<b>ČSN 73 6133</b>
- živičný kryt		tř. 5	II
- KSC		tř. 6	III
- ŠD stmelená asfaltovou penetrací		tř. 4	I-II
- ŠD nestmelená, písčité štěrky		tř. 3	I
- dlažba, štět, jednotlivé granitové kameny		tř. 4	I-II
- štěrkopísek, hlinitý písek, písek tř. S3 S-F		tř. 2	I
- jílo prachovitý a písčité, tuhé - pevné konzistence		tř. 3	I
- slínovec, eluvium		tř. 4	I

Zemní práce a výkopy na budoucím staveništi budou prováděny v konstrukčních vrstvách komunikací, v soudržných jílovitých a písčito-jílovitých zeminách vesměs tuhé konzistence, slabě soudržných hlinitých pískách a nesoudržných stejnozrnných pískách až písčitých štěrky, zařazených do celého spektra tříd 2 - 6 / I - III). Procentuální zastoupení tříd těžitelnosti lze blíže stanovit z jednotlivých profilů sondami až podle navrženého rozsahu a technologických postupů rekonstrukčních prací v jednotlivých úsecích silnice.

Podle čl. 67 ČSN 73 3050 soudržné zeminy pláň v aktuální podobě jsou zčásti lepidivé (splňují normová kritéria: číslo plasticity  $I_p > 10$ , přirozená vlhkost je menší než mez plasticity  $w < w_p$ ), což je zohledněno 3. třídou těžitelnosti.

Zemní práce v soudržných zeminách je vhodné provádět za příznivých klimatických podmínek. Je nutná jejich ochrana proti mechanickému porušení při výkopových pracích, proti nepříznivým klimatickým vlivům a dále je třeba provést opatření před účinky srážkových vod.

## **5. ZÁVĚR**

Předkládaná zpráva shrnuje výsledky provedeného geotechnického průzkumu silnice III/3089 Smiřice - průtah, v úseku mezi mostem ev. č. 3089-2 přes Labe a místní komunikací (směr na Holohlavy), v délce 1,546 m (staničení km 6,339 - km 7,885). Průzkum dále zahrnuje komunikaci v ul. Nádražní, v délce cca 225 m.

Geologické, hydrogeologické a geotechnické poměry jsou podrobně popsány a rozpracovány v kapitolách 3 a 4 závěrečné zprávy.

Konstrukci silnice charakterizuje několik stavebních etap v minulosti a z toho plynoucí velmi rozdílné vrstevní skladby, které vesměs neodpovídají dnešním požadavkům ČSN a TP. Jejich složení a mocnosti nedostačují dopravnímu významu a zatížení komunikací (výsledná únosnost konstrukce byla většinou doháněná větší tloušťkou živičného krytu, místy zcela chybí nestmelené podkladní vrstvy ze ŠD, případně jsou na části úseku nahrazeny KSC, skladba místy nereflktuje na rozdílné podloží a jeho geotechnické vlastnosti).

Z tohoto důvodu je v kap. 4.1 silnice III/3089 Smiřice - průtah rozdělena na 4 dílčí úseky s přibližně stejnými poměry a pro každý úsek doporučen minimální rozsah zásahů do stávajících konstrukcí.

Jako zcela nejhorší vrstevní skladbu i nejméně únosné podloží má ul. Nádražní, kde se zcela určitě bude muset řešit i aktivní zóna v celé mocnosti a ploše (úprava vápnem,



či výměna jílovitých zemin za hrubozrnné sypaniny). Dále je doporučena výměna zásypu v přechodové oblasti u mostu ev. č. 3089-3 (viz kap. 4.1, str. 9).

Definitivní návrh a projektové řešení skladby silnice vyplyne z dopravního zatížení. Novou vrstevní skladbu komunikace v místních geotechnických podmínkách navrhne projektant s odborností na dopravní a silniční stavby.

Odpovědný řešitel: Ing. Luboš Med  
odborná způsobilost v IG 1570/2002

Ing. Pavel Žaba  
ředitel společnosti

Hradec Králové, 27. 02. 2015