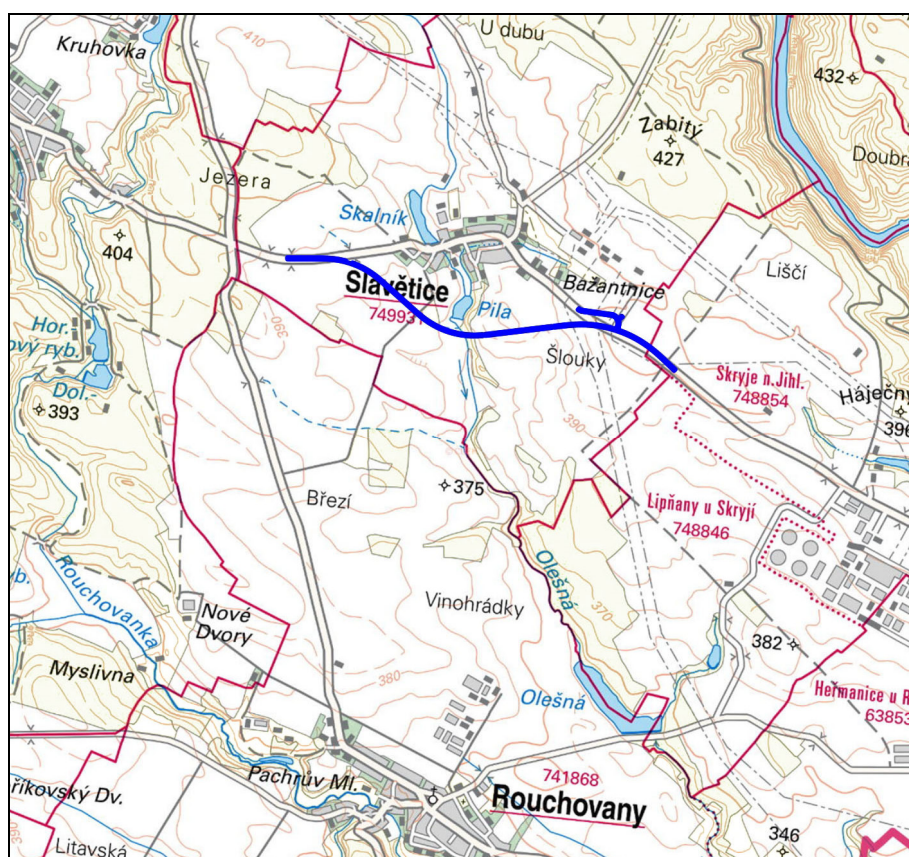


ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

II/152 Slavětice - obchvat - podrobný geotechnický průzkum



ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

Název úkolu: II/152 Slavětice - obchvat - podrobný geotechnický průzkum

Číslo úkolu: 20 1005

Ev. č. ČGS: 163/2020

Objednatel: HBH Projekt spol. s r.o., Kabátníkova 216/5, 602 00 Brno, IČ 44961944

Zhotovitel: GEOMIN s. r. o., Znojemská 78, 586 01 Jihlava, IČ 60701609

Vypracoval: RNDr. Pavel Hranáč
odborně způsobilá osoba pro projektování, provádění
a vyhodnocování geologických prací v oboru
inženýrská geologie a hydrogeologie

RNDr. Jiří Šourek

.....
jednatel

Rozdělovník:

Výtisk č. 1 – 6: objednatel

Výtisk pdf: objednatel, zhotovitel

Obsah

1	Úvod.....	3
2	Topografické a geomorfologické poměry.....	3
3	Geologické poměry.....	3
4	Hydrogeologické a klimatické poměry	3
5	Výsledky předcházejícího průzkumu	4
6	Nové průzkumné práce.....	4
7	Výsledky průzkumných prací	5
7.1	Západní úsek stavby (trasa a mostní přechod)	5
7.1.1	Geologický profil.....	5
7.1.2	Aktivní zóna pozemních komunikací	6
7.1.3	Zemní práce	6
7.2	Vrty pro založení pilířů mostu.....	7
7.2.1	Západní část mostu (vrty S12, S3, S13, S4, S14)	7
7.2.2	Východní část mostu (vrty S5 a S16).....	8
7.2.3	Pilotový základ pilířů.....	8
7.2.4	Zemní práce	9
7.3	Vrty S6, S7, S8, S17, S19 (trasa).....	9
7.3.1	Geologický profil.....	9
7.3.2	Aktivní zóna pozemních komunikací	9
7.3.3	Zemní práce	10
7.4	Zářez u vrtu S18	10
7.5	Zářez u vrtu S20	10
8	Závěr	11
9	Seznam norem a podkladů	12

Přílohy

1	Geologická dokumentace sond
2	Geologické řezy
3	Výsledky zkoušek
4	Výpočet stability svahů zářezů

1 Úvod

Předkládaná závěrečná zpráva byla vypracována na základě objednávky společnosti HBH Projekt spol. s r.o., kterou při jednáních zastupoval Ing. Jiří Boháč. Předmětem zakázky je vypracování podrobného geotechnického průzkumu včetně hydrogeologického průzkumu pro dokumentaci pro územní rozhodnutí pro akci II/152 Slavětice - obchvat, PD.

Lokalizace staveniště:

kraj: Vysočina, okres: Třebíč

katastrální území: Slavětice

dotčené pozemky: parc. č. 160/1, 162/1, 164, 207/6, 213, 288/12, 288/17, 290/4, 290/10, 293/1, 317/2, 318, 319, 388/3, 640, 643, 650, 653

Podklady pro průzkum:

zaměření povrchu, situace sítí

2 Topografické a geomorfologické poměry

vyšší geomorfologická jednotka	kód	název
subprovincie	II	Česko-moravská soustava
oblast	IIC	Českomoravská vrchovina
celek	IIC-7	Jevišovická pahorkatina
podcelek	IIC-7D	Znojemská pahorkatina
okrsek	IIC-7D-d	Hrotovická pahorkatina

Projektovaný obchvat Slavětic prochází jižně od obce (obr. 1a, 1b). Nadmořská výška terénu je v rozmezí 362 až 407 m.

3 Geologické poměry

Zájmové území se nachází v moldanubiku na jihozápadním okraji náměšťského granulitového masívu. Geologické podloží tvoří serpentinity, amfibolity, granulity, pararuly a migmatity (obr. 2). Migmatizace se dotýká pararul, amfibolitů i granulitů. Značná část povrchu je překryta sprašovou hlínou a deluviálními sedimenty (převážně jíly a písčité jíly). V údolích vodních toků jsou uloženy štěrky, písky a povodňové hlíny. Hlavní zlomové systémy mají směr SSV - JJZ, příčné zlomy jsou orientované ve směru SZ - JV.

4 Hydrogeologické a klimatické poměry

číslo hydrologického pořadí	4-16-03-046 Olešná km 2.4 - 19.9
hydrogeologický rajón	6550 Krystalinikum v povodí Jihlavy
útvár podzemních vod	65500 Krystalinikum v povodí Jihlavy

Území se řadí podle klasifikace Quitta (1971) do mírně teplé klimatické oblasti MT11. Charakteristika oblasti MT11 je následující (Kolektiv 2007):

<i>počet letních dní:</i>	40 - 50
<i>počet dní s teplotou alespoň 10°C:</i>	140 - 160
<i>počet mrazových dní:</i>	110 - 130
<i>počet ledových dní:</i>	30 - 40
<i>průměrná teplota v lednu:</i>	-2 - -3°C
<i>průměrná teplota v červenci:</i>	17 - 18°C
<i>průměrná teplota v dubnu:</i>	7 - 8°C

<i>průměrná teplota v říjnu:</i>	7 - 8°C
<i>počet dnů se srážkami alespoň 1 mm:</i>	90 - 100
<i>srážkový úhrn ve vegetačním období:</i>	350 - 400 mm
<i>srážkový úhrn v zimním období:</i>	200 - 250 mm
<i>počet dnů se sněhovou pokrývkou:</i>	60 - 80
<i>počet dnů zatažených:</i>	120 - 150
<i>počet dnů jasných:</i>	40 - 50

V rámci hydrogeologického rajónu lze vymezit svrchní průlinově propustnou zvodeň, vázanou především na kvartérní pokryv a zónu zvětrávání, a spodní puklinově zvodnělé struktury, vázané na otevřené pukliny a poruchy v horninovém masívu. V hodnoceném území je kvartérní pokryv tvořen sprašovými hlínami, které jsou málo propustné, a písky a štěrky fluvialního a deluviofluvialního původu, které jsou propustné. Kolektor je zvodnělý v závislosti na dostatku srážek a pozici vůči místní erozivní bázi.

Hlavní hydrogeologickou strukturou je hydrogeologický masív tvořený metamorfity (amfibolity, granulity, ruly, kvarcity). Pro oběh podzemních vod je zde důležitá síť nejmladších otevřených puklin a poruch s drenážním účinkem na pomalý oběh husté sítě základních puklin horninového masívu. Zejména kvarcity bývají značně porušené a jsou kolektorem pro vodu. Proudění podzemních vod v puklinovém kolektoru je pravděpodobně k jihu. Kolektor v deluviích je odvodňován ve směru spádu terénu.

5 Výsledky předcházejícího průzkumu

V rámci předběžného průzkumu bylo v roce 2018 vyhloubeno celkem 8 průzkumných vrtů S1 – S8 do hloubky 1,5 až 10,0 m. Výsledky předběžného průzkumu (Hranáč 2018) jsou zahrnuty i do této zprávy za etapu podrobného průzkumu.

6 Nové průzkumné práce

Nové vrtné práce proběhly 19. – 26. 3. 2020. Bylo vyhloubeno celkem 12 průzkumných vrtů S9 – S21 (vrt S15 nebyl hlouben) do hloubky 3,0 až 11,7 m (obr. 1, příl. 1), celkem 64,3 m. Pozice vrtů byla vytyčena podle odsouhlaseného návrhu pomocí GPS. Vrty S3, S4 a S5 byly následně geodeticky zaměřeny. Výšky ústí vrtů byly odečteny z geodetického podkladu.

Vrty byly vyhloubeny soupravami RDBS-1 na pásovém podvozku a Nordmeyer DSB 2/7 na kolovém podvozku Mercedes Atego na sucho s výnosem jádra. Jádro bylo ukládáno do vzorkovnic a na místě dokumentováno a vzorkováno. Zeminy byly popisovány a hodnoceny z hlediska inženýrské geologie podle ČSN EN ISO 14688-1, 2, ČSN EN ISO 14689-1 a ČSN 73 6133, ČSN P 73 1005 a ČSN 73 1001 (zrušená norma). Ve vrtech byla měřena hladina podzemní vody. Z vrtů bylo odebráno celkem 14 vzorků zemin na klasifikační rozbor, 7 vzorků zemin na PS/IBI/CBR a 1 vzorek podzemní vody (tab. 1). Po dokončení dokumentace a vzorkování byly vrty likvidovány zpětným zásypem vytěženou zeminou.

Tabulka 1: Přehled odebraných vzorků

vrt	hloubka	matrice	zkoušky	označení
S9	0,9 m	zemina	klasifikační rozbor	F8 CH
S9	0,7 – 1,6 m	zemina	klasifikace, PS, IBI, CBR	F6 CI
S10	0,5 – 1,5 m	zemina	klasifikace, PS, IBI, CBR	F6 CL
S10	2,4 m	zemina	klasifikační rozbor	F6 CI
S11	1,6 – 3,0 m	zemina	klasifikace, PS, IBI	F6 CL
S11	2,5 m	zemina	klasifikační rozbor	F6 CI
S11	3,0 m	zemina	klasifikační rozbor	F6 CI
S12	3,9 – 4,0 m	zemina	klasifikační rozbor	F4 CS

vrť	hloubka	matrice	zkoušky	označení
S12	5,0 – 5,2 m	zemina	klasifikační rozbor	S5 SC
S12		voda	agresivita	
S13	4,7 – 4,9 m	zemina	klasifikační rozbor	G3 G-F
S14	4,56 m	zemina	klasifikační rozbor	S4 SM
S17	0,7 m	zemina	klasifikační rozbor	F8 CH
S17	0,8 – 1,7 m	zemina	klasifikace, PS, IBI, CBR	F3 MS
S18	5,4 – 6,0 m	zemina	klasifikace	G5 GC
S19	0,6 m	zemina	klasifikační rozbor	F8 CH
S19	1,3 m	zemina	klasifikační rozbor	F4 CS
S19	0,8 – 1,7 m	zemina	klasifikace, PS, IBI, CBR	S4 SM
S20	1,4 m	zemina	klasifikační rozbor	F6 CI
S20	3,2 m	zemina	klasifikační rozbor	F4 CS
S20	6,0 – 7,0 m	zemina	klasifikace, PS, IBI, CBR	G3 G-F
S21	0,8 – 1,6 m	zemina	klasifikace, PS, IBI, CBR	S5 SC

Zkoušky byly provedeny v laboratoři Ing. Karel Zábrodský, Brno, v laboratořích Geotest Brno, a. s. a ve zkušební laboratoři IMOS Brno, a. s. (příl. 3).

7 Výsledky průzkumných prací

Trasa budoucí komunikace (obr. 1) odbočuje ze stávající trasy silnice II/152 západně od Slavětic směrem na jihovýchod do údolí potoka Olešná, které bude překlenuto mostem. Nad údolím potoka se trasa stáčí východním směrem a jihovýchodně od Slavětic se napojuje na stávající komunikaci II/152. Kromě mostu přes potok Olešná a dvou mělkých zářezů kolem km 2,0 a 2,9 bude celý obchvat veden víceméně po povrchu.

7.1 Západní úsek stavby (trasa a mostní přechod)

Západní úsek stavby je dokumentován vrty S1 a S2 z roku 2018 a nově vrty S21, S9 a S10 (trasa) a vrtem S11 (přechod).

7.1.1 Geologický profil

Podle dokumentace vrtů lze západní úsek stavby rozdělit na dvě části:

- vrty S21 a S1 (v těsné blízkosti stávající komunikace),
- vrty S9, S2, S10 a S11 (ve svahu do údolí potoka).

Vrty **S21 a S1** prošly 0,2 – 0,4 m mocnou vrstvou ornice a dále deluviálními a eluviálními zeminami charakteru **písčité hlíny, písčitého jílu a jílovitého písku**. Zastižené zeminy jsou pevné konzistence (tab. 2). Skalní podloží tvořené zcela zvětralou pararulou bylo zastiženo pouze vrtem S1 (příl. 1).

Tabulka 2: Směrné normové charakteristiky zemin ve vrtech S21 a S1 (podle bývalé ČSN 73 1001)

Zemina	Třída / symbol	ν	β	γ (kN/m ³)	E_{def} (MPa)	c_u (kPa)	φ_u (°)	c_{ef} (kPa)	φ_{ef} (°)
Hlína písčitá pevná	F3 MS	0,35	0,62	18,0	8 – 12	60	10	12 – 20	24 – 29
Jíl písčitý pevný	F4 CS	0,35	0,62	18,5	5 - 8	70	5	14 - 22	22 – 27
Písek jílovitý	S5 SC	0,35	0,62	18,5	4 – 12			4 – 12	26 - 28

Ve vrtu S21 byla dokumentována **hladina podzemní vody** v úrovni 2,35 m pod terénem, vrt S1 byl suchý.

Vrty **S9, S2, S10 a S11** dokumentují pod 0,5 m mocnou vrstvou ornice **sprašové hlíny** o mocnosti 0,9 až 2,6 m. Tyto sprašové hlíny jsou charakterizovány jako **jíly CI a CH**.

Konzistence zemin je ve většině případů tuhá (tab. 3). Barva zeminy je většinou hnědá nebo šedá. Ve vrtech S9, S1, S10 a dále ve vrtu S13 byla navrtána 20 až 50 cm mocná vrstva černého jílu F8 CH. Původ černého zbarvení nebyl zjišťován. Spodní část mělkých vrtů S9, S2 a S10 je tvořena jíly F4 CS a písky S5 SC měkké až tuhé konzistence. Zeminy jsou pravděpodobně polygenetického původu.

Tabulka 3: Vrtý S9, S2, S10, S11 směrné normové charakteristiky zemin (podle býv. ČSN 73 1001)

Zemina	Třída / symbol	ν	β	γ (kN/m ³)	E_{def} (MPa)	c_u (kPa)	ϕ_u (°)	c_{ef} (kPa)	ϕ_{ef} (°)
Jíl písčitý měkký	F4 CS	0,35	0,62	18,5	2,5 – 4	30	0	10 – 18	22 – 27
Jíl písčitý tuhý	F4 CS	0,35	0,62	18,5	4 – 6	50	0	10 – 18	22 – 27
Jíl CI tuhý	F6 CI	0,40	0,47	21,0	3 – 6	50	0	8 – 16	17 – 21
Jíl CI pevný	F6 CI	0,40	0,47	21,0	6 – 8	80	0	12 – 20	17 – 21
Jíl CH tuhý	F8 CH	0,42	0,37	20,5	2 – 4	40	0	2 – 8	13 – 17
Písek jílovitý	S5 SC	0,35	0,62	18,5	4 – 12			4 – 12	26 – 28

Hladina **podzemní vody** byla zastižena ve všech vrtech v úrovni 1,0 až 2,15 m od terénu.

7.1.2 Aktivní zóna pozemních komunikací

Z vrtného jádra vrtů byly odebrány vzorky o hmotnosti asi 20 kg na Proctorovu zkoušku (PS), stanovení okamžitého indexu únosnosti (IBI), kalifornského poměru únosnosti (CBR) a lineárního bobtnání (tab. 7, příl. 3).

Tabulka 4: Výsledky zkoušek PS, IBI a CBR

vrt	S21	S1	S9	S2	S10	S11
hloubka vzorku (m)	0,8 - 1,6	0,8 - 1,8	0,7 – 1,6	0,8 - 1,6	0,5 – 1,5	1,6 – 3,0
zatřídění	S5 SC	F4 CS	F6 CI	F8 CH	F6 CL	F6 CL
maximální obj. hmotnost (kg·m ⁻³)	1834	1937	1669	1731	1719	1761
optimální vlhkost (%)	11,8	11,1	16,6	15,9	13,9	15,2
přirozená (aktuální) vlhkost (%)	13,33	8,2	16,51	23,5	20,98	24,92
mez tekutosti (%)	35,52	-	36,68	-	29,66	33,53
IBI (penetrace 2,5 mm, %)	18,3	18	10,2	3	0,8	0,8
IBI (penetrace 5,0 mm, %)	16,8	21	9,4	3	0,9	0,8
CBR (penetrace 2,5 mm, %)	5,0	9	3,2	1	3,6	6,9
CBR (penetrace 5,0 mm, %)	5,9	10	3,0	1	3,9	8,5
lineární bobtnání (%)	0,68	1,1	1,74	2,5	1,46	1,06

Zeminy F4 a S5 (vrtý S21, S1) jsou podle ČSN 73 6133 podmíněčně vhodné, zeminy F6 a F8 (vrtý S9, S2, S10, S11) jsou nevhodné pro použití do aktivní zóny vozovky. Všechny zastižené zeminy jsou **nebezpečně namrzavé**, vodní režim je ve všech případech (snad s výjimkou vrtu S1, kde nebyla zastižena podzemní voda) **kapilární**. Lineární bobtnání zemin nepřesahuje povolenou hodnotu 3 %.

Na základě klasifikace zeminy dle ČSN 73 6133 se stanovuje **úprava nebo výměna podloží** do hloubky 300 – 400 mm v místě vrtů S21 a S1 a do hloubky 400 až 500 mm v úseku S9 až S11. Hodnota CBR u zeminy z vrtu S2 je menší než 2% a hloubka úpravy je proto minimálně 500 mm.

Zemina z vrtu S11 nesplňuje požadavek ČSN 73 6133 pro podloží násypu přechodové oblasti mostu (IBI min. 5%).

7.1.3 Zemní práce

Zeminy západního úseku trasy jsou těžitelné běžnými výkopovými mechanizmy (podle ČSN 73 6133 I. třída rozpojitelnosti a těžitelnosti, podle bývalé ČSN 73 3050 3. třída těžitelnosti). Mocnost **ornice** je od 0,2 do 0,5 m.

7.2 Vrtý pro založení pilířů mostu

V etapě předběžného průzkumu v roce 2018 byly vyhloubeny vrtý S3 a S4 do hloubky 10 m a vrt S5 do hloubky 1,5 m v údolí potoka Olešná (obr. 1, obr. 4).

Pro etapu podrobného průzkumu bylo projektováno dalších pět vrtů do hloubky 14 až 22 m (vrtý S12 – S16) pro pilotový základ pilířů. Proti očekávání se nepodařilo u žádného vrtu dosáhnout projektované hloubky kvůli tvrdému skalnímu podloží blíže k povrchu (příl. 1 a 2). Vrt S15 nebyl hlouben, protože mostní pilíř je situován v místě vrtu S5 z roku 2018, který dokumentoval tvrdé skalní podloží R2 již v hloubce 0,5 m od terénu.

Po vyhodnocení obou etap je možné označit území z hlediska geologického podloží jako složité. Z morfologie terénu je patrná asymetrie údolí potoka Olešná, která je způsobena odlišnými mechanickými vlastnostmi hornin západní strany (vrtý S12, S3, S13, S4 a S14) a východní strany údolí (vrtý S5 a S16). Skalní podloží západní strany údolí je budováno amfibolity a migmatity a je překryto poměrně mocnou vrstvou zemin, zatímco na východní straně údolí vystupuje skalní podloží (granulit) až k povrchu. Styk obou ramen údolí je tektonický.

7.2.1 Západní část mostu (vrtý S12, S3, S13, S4, S14)

Průzkumnými vrtý byla zastižena ornice, smíšené (patrně deluvioeolické) sedimenty, náplavy vodního toku, eluviální zeminy a skalní podloží v různém stupni zvětrání (příl. 1 a 2).

Mocnost **ornice** ve vrtech je od 20 cm (S12) do 110 cm (S3), nejčastěji 50 až 60 cm.

V podloží ornice jsou smíšené deluvioeolické sedimenty, které jsou klasifikovány jako **jíly F2, F4, F6 a F8**. Konzistence jílu je převážně **tuhá**, místy klesá vlivem podzemní vody na **měkkou**. Barva jílu je světle hnědá, hnědá nebo šedohnědá, ve vrtu S13 je vrstva černého jílu (srovnej odst. 7.1.1). Báze smíšených sedimentů je v hloubce 1,3 až 5,4 m od terénu.

V podloží smíšených se nachází vrstva fluviálních sedimentů (náplavů). Složení náplavu je proměnlivé, mění se směrem do hloubky i horizontálně. Svrchní a okrajová (západní část) je tvořena **pískem S5**, spodní část tvoří **štěrky G3 a G5**. Ve všech částech náplavu jsou místy kameny amfibolitu **Cb**. Kameny jsou většinou málo opracované, což značí krátký transport blízko zdrojové oblasti, kterou je nejspíš suťový kužel na úpatí svahu. Báze náplavu je v hloubce 3,7 až 6,5 m od terénu (359,8 m n. m. ve vrtu S12 a 358,5 až 358,8 m n. m. ve vrtech S3 až S14).

Pod náplavou se nachází **zcela zvětralé skalní podloží R5 - R6**. Tvoří je černozeleň **amfibolit** složený z druhotných jílových minerálů. Ve vrtu S12 je amfibolit pevnější (třída **R4**) a lze na jeho úlomcích pozorovat pravděpodobně subhorizontální foliaci. Ve vrtu S4 byla v hloubce 5,0 - 7,5 m provrtána vložka **zvětralého kvarcitu R4**. Kvarcit je silně tektonicky porušený, pukliny jsou silně zvodnělé.

Skalní podloží třídy **R2 – R3** bylo navrtáno novými vrtý S12, S13 a S14. Je tvořeno **mírně zvětralým migmatitem**.

Směrné normové charakteristiky zastižených zemin a hornin jsou v následujících tabulkách.

Tabulka 5: Směrné normové charakteristiky zastižených jílu (podle býv. ČSN 73 1001)

Zemina	Třída / symbol	ν	β	γ (kN/m ³)	E_{def} (MPa)	c_u (kPa)	φ_u (°)	c_{ef} (kPa)	φ_{ef} (°)
Jíl štěrkovitý tuhý	F2 CG	0,35	0,62	19,5	7 - 15	60	0	6 - 14	24 - 30
Jíl písčitý měkký	F4 CS	0,35	0,62	18,5	2,5 - 4	30	0	10 - 18	22 - 27
Jíl písčitý tuhý	F4 CS	0,35	0,62	18,5	4 - 6	50	0	10 - 18	22 - 27

Zemina	Třída / symbol	ν	β	γ (kN/m ³)	E_{def} (MPa)	c_u (kPa)	φ_u (°)	c_{ef} (kPa)	φ_{ef} (°)
Jíl CI měkký	F6 CI	0,40	0,47	21,0	1,5 – 3	25	0	8 - 16	17 – 21
Jíl CI tuhý	F6 CI	0,40	0,47	21,0	3 - 6	50	0	8 - 16	17 – 21
Jíl CH tuhý	F8 CH	0,42	0,37	20,5	2 – 4	40	0	2 - 8	13 - 17

Tabulka 6: Směrné normové charakteristiky zastižených štěrků a písků (podle býv. ČSN 73 1001)

Zemina	Třída / symbol	ν	β	γ (kN/m ³)	E_{def} (MPa)	c_{ef} (kPa)	φ_{ef} (°)
Písek s příměsí	S3 S-F	0,30	0,74	17,5	17 - 25	0	30 - 33
Štěrk s příměsí	G3 G-F	0,25	0,83	19	90 – 100	0	33 - 38
Písek jílovitý	S5 SC	0,35	0,62	18,5	4 - 12	4 - 12	26 - 28
Štěrk jílovitý	G5 GC	0,30	0,74	19,5	40 – 60	1 – 10	28 - 32

Tabulka 7: Směrné normové charakteristiky zastižených hornin (podle bývalé ČSN 73 1001)

Hornina	Třída	ν	E_{def} (MPa)	Pevnost v prostém tlaku σ_c (MPa)
Eluvia	R6	0,35	15	0,5 – 1,5
Zcela zvětralé amfibolity a ruly	R5	0,25	30 - 40	1,5 – 5
Silně zvětralé amfibolity a kvarcity	R4	0,25	80 - 100	5 - 15
Mírně zvětralé migmatity	R3	0,20	100 – 200	15 – 50
Navětralé migmatity (a granulity)	R2	0,15	200 – 400	50 - 150

Podzemní voda byla zastižena všemi vrty v hloubce 4,0 m (vrt S12) až 0,94 m (vrt S14) od terénu. Výška ustálené hladiny je 362,3 až 361,5 m n. m., sklon hladiny je souhlasný se sklonem terénu směrem k potoku. Podle laboratorní zkoušky vzorků podzemní vody z vrtů S4 a S12 (příl. 3) vytváří podzemní voda na staveništi **slabě agresivní chemické prostředí (XA1)** z hlediska chemického působení vody na beton (ČSN EN 206-1) a **velmi vysokou agresivitu (IV.)** z hlediska jejího chemického působení na ocel (ČSN 03 8375).

7.2.2 Východní část mostu (vrty S5 a S16)

Východní svah údolí potoka je budován asi 15 m vysokou skalní stěnou, ve které vychází světle šedý drobnozrnný **granulit**. Hornina byla v minulosti předmětem drobné místní těžby, vytěžené prostory nově posloužily jako neřízená skládka.

Vrt S5 (příl. 1 a 2) byl situován v cestě, která byla vytvořena u paty svahu. V hloubce 0,5 m bylo dosaženo navětralé podloží **R2** a bylo v něm s obtížemi vrtáno až do hloubky 1,5 m kvůli eliminaci možnosti zastižení suťového balvanu. Třída R2 byla prokázána zkouškou pevnosti na nepravidelných úlomcích horniny v etapě předběžného průzkumu v roce 2018.

Vrt S16 byl situován na horním okraji svahu. Pod 0,7 m mocnou vrstvou kamenité hlíny byl zastižen zvětralý granulit. Hornina je od hloubky 2,5 m ve třídě **R3** a od 3,5 m ve třídě **R2**.

Podzemní voda nebyla ve vrtech zastižena.

7.2.3 Pilotový základ pilířů

Nestlačitelné skalní podloží R2 bylo zastiženo ve vrtech S5 a S16 (východní strana údolí) v hloubce 0,5 m až 3,5 m od povrchu.

Relativně nestlačitelné podloží R3 – R2 na západní straně údolí bylo zastiženo pouze novými vrty (etapa 2020) S12, S13 a S14 v hloubce 7,4 až 10,8 m. Vrty S3 a S4 (etapa 2018) byly ukončeny v hloubce 10 m od terénu ve zvětralém amfibolitu třídy R5 – R6.

Vrtatelnost podloží podle ÚRS 800-2 pro injekční vrty je v I. až V. třídě, pro piloty ve II. až VI. třídě. Na západní straně údolí je třeba počítat s nestabilitou stěn vrtů.

7.2.4 Zemní práce

Zeminy pro vybudování pilotovací roviny jsou na západní straně údolí těžitelné běžnými výkopovými mechanizmy (podle ČSN 73 6133 I. třída rozpojitelnosti a těžitelnosti, podle bývalé ČSN 73 3050 3. třída těžitelnosti). Výkopové práce na západní straně údolí bude ovlivňovat podzemní voda. Výkopy na východní straně údolí budou hloubeny v granulitu, kde bude nutné použít kladiva nebo trhací práce (podle ČSN 73 6133 III. třída rozpojitelnosti a těžitelnosti, podle bývalé ČSN 73 3050 6. třída těžitelnosti).

7.3 Vrtý S6, S7, S8, S17, S19 (trasa)

Průzkumné vrtý S6, S7, S8, S17 a S19 dokumentují trasu obchvatu východně od mostu (obr. 1 - 3). Hloubka vrtů je 3,0 - 3,8 m (přil. 1).

7.3.1 Geologický profil

Ve vrtech je dokumentována 0,3 až 0,6 m mocná vrstva **jílovité ornice** (F4, F6, F8). Pod ornici byly zastiženy opět **jíly F4, F6, F8 tuhé až pevné konzistence** (přil. 1). Původ zemin je nejspíše polygenetický (deluvioeolický sediment), v některých případech se může jednat o eluvia. Směrné normové charakteristiky zastižených jílů jsou v následující tabulce.

Tabulka 8: Směrné normové charakteristiky zastižených jílů (podle býv. ČSN 73 1001)

Zemina	Třída / symbol	ν	β	γ (kN/m ³)	E_{def} (MPa)	c_u (kPa)	φ_u (°)	c_{ef} (kPa)	φ_{ef} (°)
Jíl písčitý tuhý	F4 CS	0,35	0,62	18,5	4 - 6	50	0	10 - 18	22 - 27
Jíl písčitý pevný	F4 CS	0,35	0,62	18,5	5 - 8	70	5	14 - 22	22 - 27
Jíl CI tuhý	F6 CI	0,40	0,47	21,0	3 - 6	50	0	8 - 16	17 - 21
Jíl CH tuhý	F8 CH	0,42	0,37	20,5	2 - 4	40	0	2 - 8	13 - 17
Jíl CH pevný	F8 CH	0,42	0,37	20,5	4 - 6	80	0	6 - 14	13 - 17

Skalní podloží tvořené zcela zvětřalou rulou nebo amfibolitem (R5 – R6) bylo dokumentováno pouze ve vrtech S17 (od 0,7 m), S19 (od 1,3 m) a S8 (od 1,8 m).

Hladina **podzemní vody** nebyla zastižena žádným vrtem.

7.3.2 Aktivní zóna pozemních komunikací

Z vrtného jádra vrtů byly odebrány směsné vzorky o hmotnosti asi 20 kg na PS, IBI a CBR (přil. 3). Zatržďení směsných vzorků se mírně liší od bodových vzorků (tab. 9, přil. 3).

Tabulka 9: Výsledky zkoušek PS, IBI a CBR

vrt	S17	S6	S7	S19	S8
hloubka vzorku (m)	0,8 - 1,7	1,0 - 2,0	1,0 - 2,0	0,8 - 1,7	0,8 - 1,8
zatržďení	F3 MS	F6 CI	F6 CI	S4 SM	F4 CS
maximální obj. hmotnost (kg·m ⁻³)	1996	1414	1556	1643	1604
optimální vlhkost (%)	12,6	27,3	25,5	17,0	19,3
přirozená (aktuální) vlhkost (%)	8,51	31,3	24,7	28,18	26,5
mez tekutosti (%)	23,80	-	-	42,50	-
IBI (penetrace 2,5 mm, %)	25,5	12	11	13,1	11
IBI (penetrace 5,0 mm, %)	25,3	11	10	12,0	9
CBR (penetrace 2,5 mm, %)	6,9	1	2	3,2	1
CBR (penetrace 5,0 mm, %)	8,5	1	2	4,3	1
lineární bobtnání (%)	1,06	3,85	2,4	2,14	3,62

Zeminy F6 a F8 jsou podle ČSN 73 6133 nevhodné pro použití do aktivní zóny vozovky, zeminy F3, F4 a S4 jsou podmíněčně vhodné. Všechny zastižené zeminy jsou **nebezpečně namrzavé**, vodní režim je pravděpodobně **pendulární až kapilární** (hladina podzemní vody nebyla zjištěna). Lineární bobtnání zemin z vrtů S6 a S8 přesahuje povolenou hodnotu 3 %.

Na základě klasifikace zeminy podle ČSN 73 6133 se stanovuje **úprava nebo výměna podloží** do hloubky 300 – 400 mm v místě vrtu S17, do hloubky 400 až 500 mm v místě vrtu S19 a minimálně 500 mm v místě vrtů S6, S7 a S8.

7.3.3 Zemní práce

Zeminy trasy východně od mostu jsou těžitelné běžnými výkopovými mechanizmy (podle ČSN 73 6133 I. třída rozpojitelnosti a těžitelnosti, podle bývalé ČSN 73 3050 3. třída těžitelnosti). Mocnost **ornice** je 0,3 až 0,6 m.

7.4 Zářez u vrtu S18

Hloubka zářezu na jižním svahu kóty 390,5 m jižně od Slavětic (obr. 1 a 5) bude necelé 4 m. Vrtem S18 (hloubka 6,0 m) byl pod 0,5 m mocnou vrstvou šterkovité ornice dokumentován amfibolit v různém stupni zvětrání (příl. 1 a 2), přičemž paradoxně nejvíce zvětralá hornina je při patě vrtu od hloubky 5,3 m níže. V místě **založení pláň** od hloubky 3,9 m od terénu je **amfibolit silně zvětralý (třída R4)**. Zkoušky PS, IBI a CBR horniny z příslušného intervalu nebyly provedeny. Předpokládá se hodnota IBI vyšší než hodnota CBR.

Podzemní voda nebyla vrtem naražena a neměla by ovlivňovat výkopy.

Zeminy výkopu pro zářez jsou v I. a II. třídě těžitelnosti podle ČSN 73 6133, což znamená, že pro těžbu některých úseků zářezu bude třeba použít kladivo. **Maximální sklon svahů** zářezu budou 47°, zářez bude jednostupňový (příl. 2 a 4).

7.5 Zářez u vrtu S20

Vrt S20 byl situován na jižním svahu kóty 408,4 m jihovýchodně od Slavětic při severní straně stávající komunikace II/152 (obr. 1 a 6). Zářez bude v těchto místech hluboký 4 m od okolního terénu. Vrtem S20 (hloubka 7,0 m) byla zastižena 0,8 m mocná vrstva **ornice** a pod ní deluviální **jíl F6 CI pevné konzistence** (příl. 1 a 2).

Povrch horninového masívu je v hloubce 1,6 m a je tvořen **zcela zvětralým serpentinitem** (eluvium **R6 / F4 CS**). Od hloubky 4,0 m, kde se počítá s umístěním pláň, je zvětralina ve třídě **R5**. Podle klasifikačního rozboru v rámci zkoušek PS, IBI a CBR je možné zvětralou horninu klasifikovat jako šterk s příměsí jemnozrnné zeminy **G3 G-F** (tab. 10, příl. 3).

Tabulka 10: Výsledky zkoušek PS, IBI a CBR

vrt	S20
hloubka vzorku (m)	6,0 – 7,0
zařídění	G3 G-F
maximální objemová hmotnost ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	2060
optimální vlhkost (%)	13,3
přirozená (aktuální) vlhkost (%)	7,33
IBI (penetrace 2,5 mm, %)	38,7
IBI (penetrace 5,0 mm, %)	37,1
CBR (penetrace 2,5 mm, %)	1,6
CBR (penetrace 5,0 mm, %)	1,9
lineární bobtnání (%)	0,36

Eluvium serpentinitu se při hutnění rozpadá a tím mění svoji zrnitost. To se projevilo i při zkoušce CBR. Tato zkouška se provádí jako poslední, kdy materiál má už za sebou hutnění na IBI a čtyři body zkoušky Proctor standard. Tím je způsoben velký rozdíl mezi zkouškou IBI a CBR u vzorku z vrtu S20. U zkoušky CBR už materiál neobsahoval tolik hrubých zrn jako u zkoušky IBI. Stejný problém s rozpadáním zrn materiálu nastane při jeho zpracování na stavbě. Z tohoto důvodu je vhodná úprava nebo náhrada podloží.

Podzemní voda nebyla vrtem naražena a neměla by ovlivňovat výkopy.

Zeminy výkopu pro zářez jsou v I. třídě těžitelnosti podle ČSN 73 6133 (těžitelné běžnými výkopovými mechanizmy). Pro odstranění konstrukčních vrstev stávající komunikace bude třeba použít silnější mechanizmy. Zářez bude jednostupňový, **maximální sklony svahů** zářezu budou 25° (příl. 2 a 4).

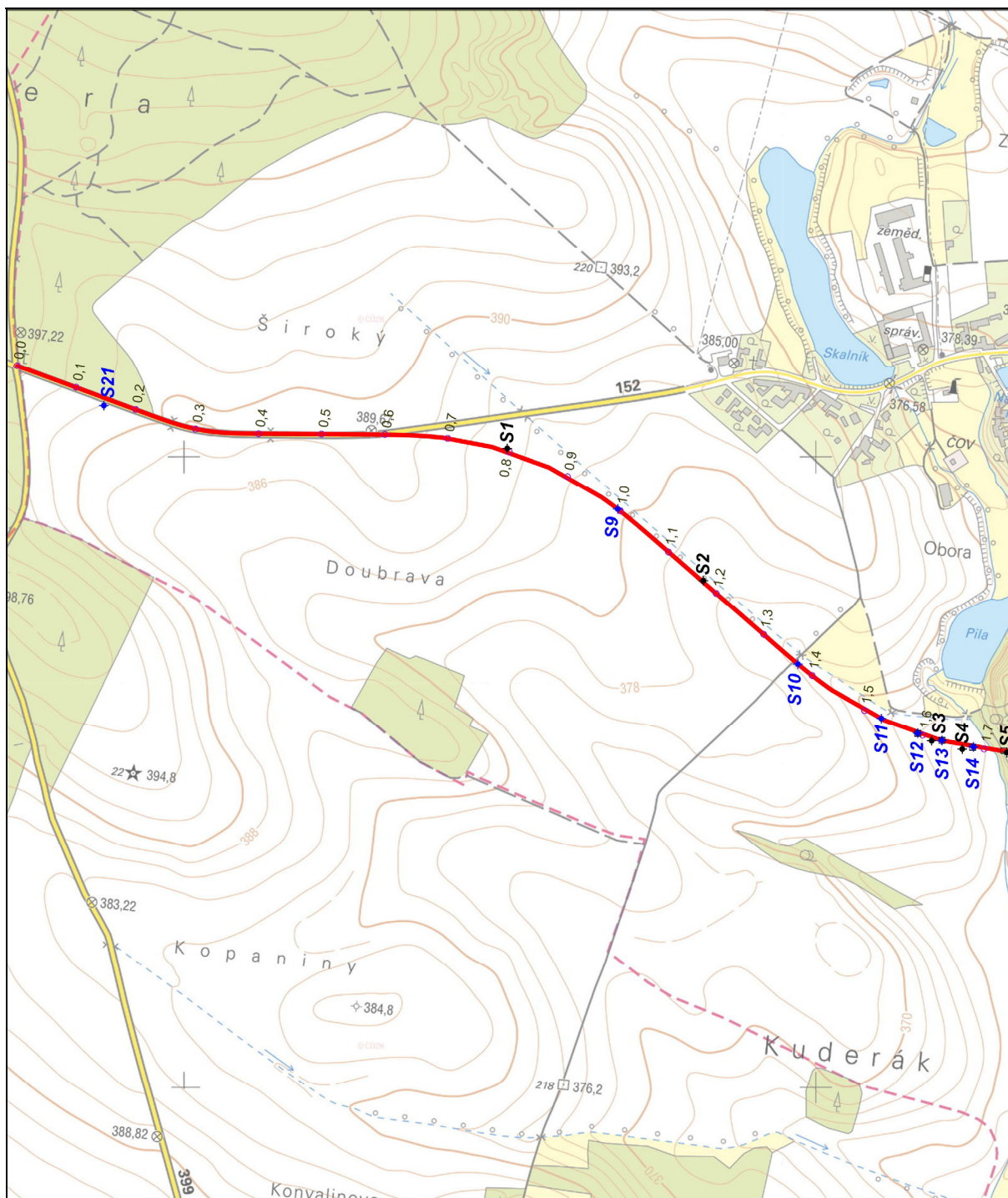
8 Závěr

Z podrobného geotechnického průzkumu obchvatu komunikace II/152 u obce Slavětice vyplývají následující závěry:

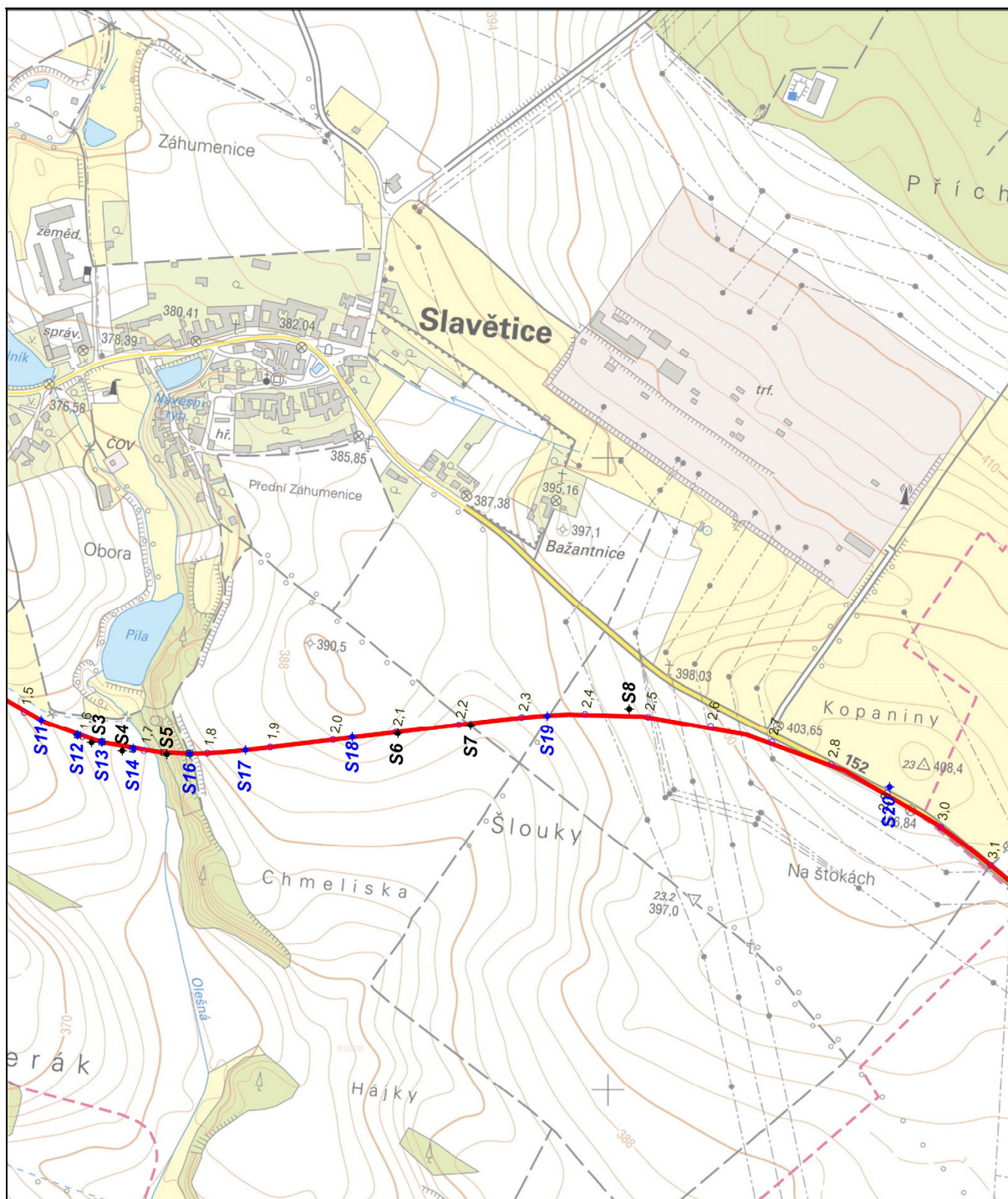
- Zeminy trasy obchvatu jsou podmíněčně vhodné a nevhodné pro použití v aktivní zóně vozovky. Hloubku náhrady nebo úpravy stanovuje ČSN 73 6133.
- Zemina z vrtu S11 nesplňuje požadavek ČSN 73 6133 pro podloží násypu přechodové oblasti mostu (IBI min. 5%).
- Geotechnické charakteristiky podloží základů budoucího mostu jsou rozdílné na západní straně údolí (nestlačitelné podloží je hluboko) a na východní straně údolí (nestlačitelné podloží je těsně pod povrchem).
- Podzemní voda bude ovlivňovat vrtné a výkopové práce pro založení pilířů mostu na západní straně údolí potoka. Podzemní voda je slabě agresivní na beton (XA1) a velmi vysoce agresivní na ocel (IV).
- Maximální sklony svahů zářezů jsou 47° u vrtu S18 a 25° u vrtu S20.
- Většina zemin trasy, zářezů a výkopů pro pilíře mostu je těžitelná běžnými výkopovými mechanizmy. Na výkopy v horninách třídy R3 a R2 (málo zvětřalý amfibolit, granulit) bude třeba použít kladiva, případně trhací práce.

9 Seznam norem a podkladů

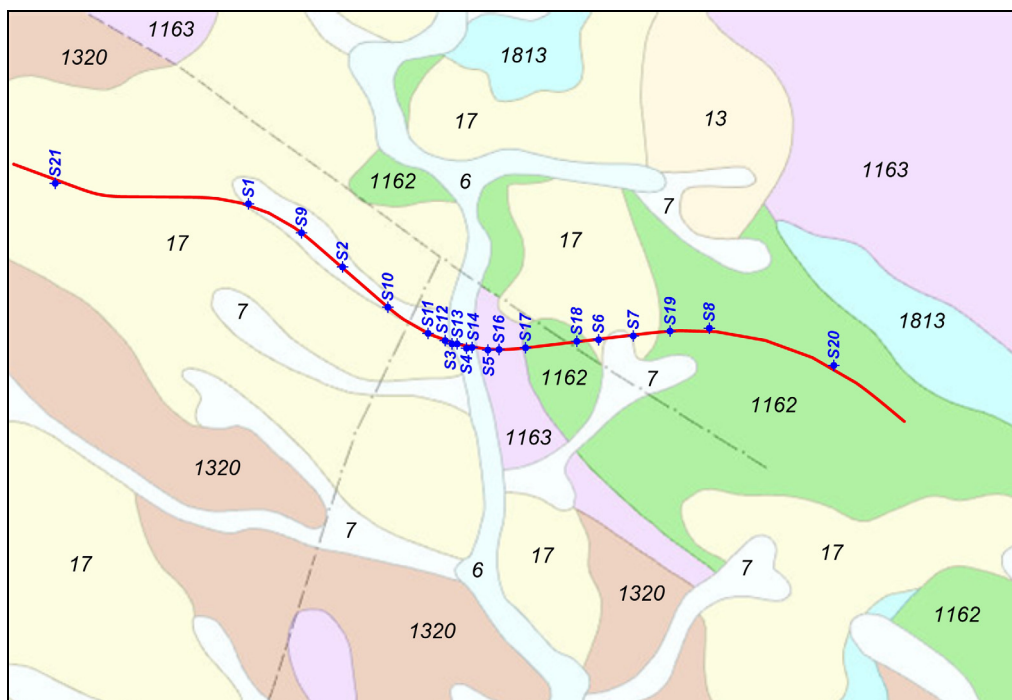
- ČSN 73 1001 - Základová půda pod plošnými základy. ÚNM Praha 1987. (zrušená norma)
- ČSN 73 3050 - Zemné práce. ÚNM Praha 1987. (zrušená norma)
- ČSN 73 6133: Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
- ČSN EN 1997-1: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla
- ČSN EN 1997-2: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy
- ČSN EN ISO 14688-1: Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zařizování zemin - Část 1: Pojmenování a popis
- ČSN EN ISO 14688-2: Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin - Část 2: Zásady pro zařizování
- ČSN EN ISO 14689-1: Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zařizování hornin - Část 1: Pojmenování a popis
- Kolektiv (2007): Atlas podnebí Česka. - Český hydrometeorologický ústav Praha, Univerzita Palackého v Olomouci.
- Demek, J. et al. (1987): Zeměpisný lexikon ČSR - Hory a nížiny. - Academia Praha.
- Hranáč, P. (2018): II/152 Slavětice - obchvat - předběžný geotechnický průzkum. – MS GEOMIN s.r.o.
- Quitt, E. (1971): Klimatické oblasti Československa. *Studia Geographica*, sv. 16. Brno. Geografický ústav ČSAV. 73 s.
- TKP staveb pozemních komunikací. - Kapitola 4 - zemní práce. - Ministerstvo dopravy, Odbor silniční infrastruktury, 2009.
- TP 170: Navrhování vozovek pozemních komunikací. - Ministerstvo dopravy ČR, 2004
- TP 76: Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace. Část A - Zásady geotechnického průzkumu. Část B - Provádění geotechnického průzkumu. - Ministerstvo dopravy ČR, 2009



Obrázek 1a: Situace vrtů ve výřezu základní mapy ČR 1 : 10 000 s vyznačením trasy a kilometráže obchvatu (západní část, černě jsou vrtý předběžné etapy průzkumu)

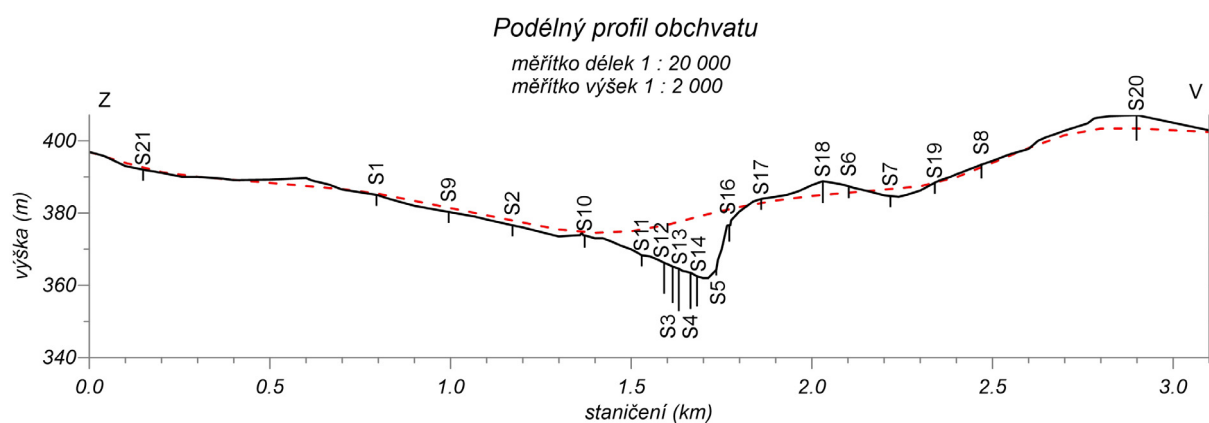


Obrázek 1b: Situace vrtů ve výřezu základní mapy ČR 1 : 10 000 s vyznačením trasy a kilometráže obchvatu (východní část, černě jsou vrtý předběžné etapy průzkumu)

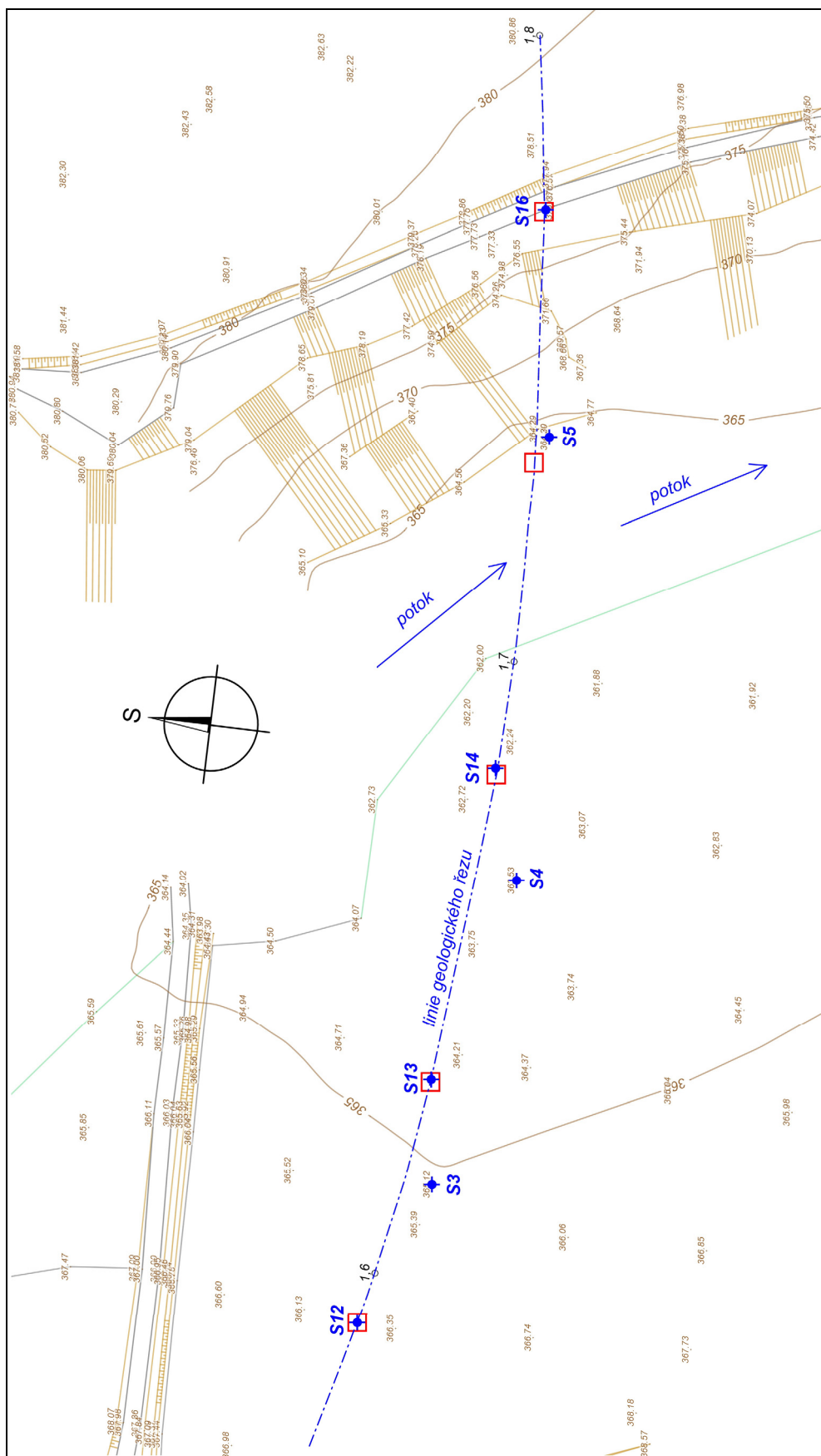


Obrázek 2: Geologická mapa 1 : 50 000 (©ČGS, zvětšeno do měřítka 1 : 25 000)

Vysvětlivky: **kvartér:** 6 - nivní sediment (hlína, písek, štěrk), 7 - smíšený sediment (jemnozrnný), 13 - hlinito-kamenité sedimenty (deluvia), 17 - spraše a sprašové hlíny (naváté do vody); **neogén:** 1813 - štěrky; **moldanubikum:** 1162 - amfibolit (lem serpentinitového tělesa Mohelno), 1163 - granulit (náměšťské těleso), 1320 - sillimanit-biotitická pararula.



Obrázek 3: Podélný profil trasy obchvatu (převýšeno 10x)



Obrázek 4: Situace vrtů v místě projektovaného mostu (měřítko 1 : 1 000, vyznačena kilometráž a pilíře)

