

Inženýrskogeologický průzkum

na p.č. 1713/35, k.ú. Přibyslav

Okružní křižovatka na silnici č. I/19

Výtisk č. digit:

září 2019

Inženýrskogeologický průzkum

na p.č. 1713/35, k.ú. Přibyslav

Okružní křižovatka na silnici č. I/19

Objednatel: Ing. Zdeněk Tulis
Santis a.s.
Brněnská 126/38
591 01 Žďár nad Sázavou

Zpracoval: Mgr. Antonín Kopřiva
Odborná způsobilost v inženýrské geologii č. 2025/2006
Odborná způsobilost v hydrogeologii a geochemii č. 1894/2004

Schválil : Ing. Zdeněk Bouček, PhD., MBA
Odborná způsobilost v hydrogeologii a geologických pracích - sanace č. 1435/2001



Velké Meziříčí, září 2019

OBSAH

	str.
1. Úvod	4
2. Přírodní poměry	4
3. Provedené práce	5
3.1 Vytýčení kopané sondy	5
3.2 Kopné práce	5
3.3 Geologické práce	6
4. Výsledky průzkumu	6
4.1 Geologické poměry	6
4.2 Základové půdy a horniny	8
4.3 Založení stavby	9
4.4 Zemní práce	10
5. Závěr	11
6. Literatura	11

PŘÍLOHY:

1. Situace širšího okolí lokality v měřítku 1 : 10 000
2. Katastrální situace lokality v měřítku 1 : 500
3. Schéma umístění kopané sondy KS-1 (měřítko 1:500)
4. Kopie protokolů laboratorních analýz
5. Fotodokumentace

1. ÚVOD

Inženýrskogeologický průzkum v trase silnice č. I/19 v jihovýchodní části města Přibyslav na p.č. 1713/35 v k.ú. Přibyslav byl proveden na základě objednávky Ing. Zděňka Tulise, pověřeného člena představenstva společnosti SANTIS a.s., Brněnská 126/38, 591 01 Žďár nad Sázavou – zpracovatele projektové dokumentace pro územní řízení, stavební řízení a realizaci stavby „Okružní křižovatka na I/19, Přibyslav“. Záměrem společnosti je zjistit základové poměry pro výstavbu okružní křižovatky (kruhového objezdu). Investorem akce je Město Přibyslav, Bechyňovo náměstí 1, 582 22 Přibyslav. Vlastníkem dotčeného pozemku je Ředitelství silnic a dálnic ČR, Na Pankráci 546/56, Nusle, 14000 Praha 4.

Záměrem investora je zajistit díky výstavbě nové okružní křižovatky zpomalení dopravy při příjezdu do města a rovněž napojení místní komunikace u lokality rodinných domů (aktuálně slepá) na silnici č. I/19.

2. PŘÍRODNÍ POMĚRY

Zájmová lokalita se nachází v jihovýchodní části města v ulici Husova, respektive v místě trasy silnice I/19 ve směru Přibyslav – Žďár nad Sázavou. Aktuálně se v místě plánované křižovatky nachází sjezd do průmyslového areálu firem NEUFE a GlassFit Czech. V souvislosti s výstavbou okružní křižovatky je plánováno rovněž napojení (vybudování sjezdu) směrem ke stávající slepé ulici Ronovská a navazujícím ulicím Ludmilova, U Koupaliště, Podrázského a Bezpalcova, které jsou nyní na silnici I/19, resp. ulici Husovu napojeny komplikovaným objezdem přes ulici Pecháčkova. Nejbližší okolí je na severu tvořeno zmíněným průmyslovým areálem a lokalitou rodinných domků, na východě zemědělsky obdělávanou půdou, na jihu za silnicí I/19 dalšími průmyslovými objekty a dále železniční tratí Přibyslav – Žďár nad Sázavou, za níž protéká řeka Sázava. Severozápadním směrem se pak nachází navazující zástavba města Přibyslav.

Území je zobrazeno na listu topografické mapy v měřítku 1 : 10 000, list č. 23-22-22 a je obsahem přílohy č. 1. Katastrální mapa a ortofotomapa lokality v měřítku 1 : 500 je uvedena v přílohách č. 2 a 3.

Podle geomorfologického členění ČSR (Czudek a kol. 1972) je zájmové území součástí soustavy Česko-moravské, celku Hornosázavská pahorkatina, podcelku Havlíčkobrodská pahorkatina a okrsku Přibyslavská pahorkatina.

Z lokálně geomorfologického hlediska se lokalita nachází na mírném svahu ukloněném k jihu směrem k řece Sázavě, která protéká přibližně ve východo-západním směru ve vzdálenosti cca 200 m.

Nadmořská výška terénu v okolí lokality se pohybuje od 455 do 457 m.

Skalní podloží na lokalitě je budováno katazonálně metamorfovanými horninami moldanubika, zastoupenými zejména sillimanit-biotitickými až biotitickými pararulami až migmatity s vložkami amfibolitů, erlanů, krystalických vápenců a skarnů. Vrstvy směru S–J až SSZ–JJV se uklánějí k východu až severovýchodu pod úhly 55–60°. V údolní nivě řeky Sázavy a v údolí jejích přítoků se vyskytují fluvialní, převážně písčitohlinité sedimenty a povodňové hlíny s proměnlivým obsahem písku a štěrku. Vrstvy směru S–J až SSZ–JJV se uklánějí k východu až severovýchodu pod úhly 55–60°.

Z hydrologického hlediska náleží lokalita k dílčímu povodí řeky Sázavy (od soutoku s Losenickým potokem po soutok s Bystřicí); číslo hydrogeologického pořadí 4. řádu je 1-09-01-019. Povodí dosahuje rozlohy téměř 11 km², přičemž zájmová lokalita je odvodňována bezejmenným drobným tokem, který pramení severovýchodně od Přibyslavi a přes kaskádu drobných rybníčků Olšovec, Klusáček, Požární, Kasal, Záchytný, Remízek, Macedonský, Bridádník a další směřuje od severu k jihu. V prostoru průmyslového areálu firem NEUFE a GlassFit Czech je potok zatrubněn, přibližně 80 m východně od plánované výstavby okružní křižovatky protéká propustky pod silnicí I/19 i železnicí a následně se vlévá do Sázavy, respektive rybníka na jejím pravém břehu.

Podzemní voda se v širším okolí pohybuje v puklinovém kolektoru se zvýšeným podílem průlinové porozity v pásmu připovrchového rozpukání a rozpojení hornin, s průměrnou transmisivitou $2 \cdot 10^{-5}$ až $1,3 \cdot 10^{-4}$ m²/s (Čurda a kol. 1995).

Ve studované oblasti lze vymezit svrchní zvodeň, vázanou především na kvartérní pokryv, zónu zvětrávání a připovrchového rozpojení hornin, případně na křídové sedimenty, a spodní zvodeň, vázanou na propustné tektonické zóny v hlubších částech krystalinika. Hloubka oběhu svrchní zvodně je dána úrovní místní erozní báze – korytem řeky Sázavy. Původní koryto bezejmenného toku zřejmě již díky zatrubnění jako erozní báze neúčinkuje. Z hlediska klasifikace hornin podle transmisivity lze, dle J. Krásného (1970, 1976) zařadit horninové prostředí širšího okolí do IV. třídy průtočnosti s nízkou transmisivitou. Z hlediska vodohospodářského významu je charakterizován jednotlivými, víceméně nepravidelně využívanými odběry pro místní zásobování. Zdroje s vyšší vydatností jsou vázány na významně predisponované tektonické zóny, případně na údolní nivu řeky Sázavy.

Podle vyhlášky č. 178/2012 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků je řeka Sázava vedena v seznamu významných vodních toků.

Oblast se nachází mimo CHKO Žďárské vrchy a Chráněné oblasti přírodní akumulace vod (CHOPAV) Žďárské vrchy – hranice probíhá ve vzdálenosti cca 5 km severovýchodně.

Dlouhodobý úhrn srážek podle stanice ČHMÚ Přibyslav činí 675 mm za rok.

3. PROVEDENÉ PRÁCE

3.1 Vytýčení kopané sondy

Před zahájením vlastních průzkumných prací byla provedena rekognoskace lokality. Lokalizace a počet kopaných sond (1 ks) byl definován dle požadavků zodpovědného projektanta. Sonda byla umístěna do prostoru mezi trafostanicí (jež bude během výstavby okružní křižovatky přeložena) a silnicí I/19 po levé straně příjezdové komunikace do areálu firem NEUFE a GlassFit Czech (viz. příloha 3). Situování sondy bylo provedeno tak, aby byly zjištěny geologické informace s ohledem na založení projektované stavby a rovněž aby nedošlo k omezení provozu na silnici I/19.

3.2 Kopné práce

Kopné práce byly provedeny dne 29. 8. 2019 subdodavatelsky kolovým rypadlem Komatsu. Sonda KS-1 byla vyhloubena až na úroveň pevného skalního podloží, které neumožňovalo další postup prací.

3.3. Geologické práce

Po skončení hloubení kopané sondy byla provedena geologická dokumentace stěn. Petrografický popis geologického profilu sondy je uveden v tabulce 1. Fotodokumentace je obsahem přílohy 5.

V rámci kamerálních prací byla zpracována a vyhodnocena prvotní dokumentace sondy, která je obsahem tabulky 1 ve formě kolonek s popisem jednotlivých vrstev zemin a hornin, včetně jejich zatřídění podle ČSN 73 6133 a ČSN 73 3050.

Ze sondy KS-1 byl následně odebrán 50 kg vzorek zeminy z hloubkové úrovně 0,25-0,5 m, reprezentující nejsvrchnější část geologického profilu, na níž by mohla být okružní křižovatka založena, a zároveň zeminu nejméně vhodnou (viz. níže) pro podloží vozovky.

Tyto vzorky byly následně analyzovány v akreditované laboratoři mechaniky zemin (Geostar spol. s r.o.) na stanovení zhutnitelnosti a únosnosti. Na vzorku zeminy byly provedeny následující zkoušky:

- Stanovení vlhkosti zeminy
- Stanovení zdánlivé hustoty pevných částic
- Laboratorní stanovení zhutnitelnosti zemin (zkouška Proctor standard)
- Laboratorní stanovení poměru únosnosti (zkouška CBR)

Vzorek podzemní vody na stanovení agresivity pro stavební konstrukce nebyl odebrán, neboť tato nebyla na lokalitě zastižena. Kopie protokolů laboratorních analýz jsou uvedeny v příloze 4.

Dále byly pro zprávu zpracovány přírodní poměry širšího okolí. Následně byly vyhodnoceny a popsány stavebně geologické poměry zkoumané plochy s popisem a charakterem základových půd, s posouzením podmínek založení stavby a úprav terénu.

Na základě klasifikace zastižených zemin a zobrazení jejich úložných poměrů bylo zpracováno inženýrskogeologické posouzení pro založení stavby okružní křižovatky.

4. VÝSLEDKY PRŮZKUMU

4.1 Geologické poměry

Dokumentace kopané sondy KS-1:

Datum:	29. 8. 2019
Povětrnostní podmínky:	teplota 21°C
Hloubka sondy:	1,9 m
Souřadnice JTSK:	y = 655607, x = 112247 (odečteno z katastrální mapy)
Nadmořská výška:	z = 456 m n.m. (odečteno z geodetických podkladů)
Dokumentace:	Mgr. Antonín Kopřiva
Způsob likvidace:	záhozem vytěženou zeminou

Tab. 1: Zjištěný geologický profil zastižený kopanou sondou KS-1

od (m)	do (m)	zatřídění ČSN 73 6133	popis (ČSN 72 1001) symbol (ČSN EN ISO 14688-2)	tř. těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.25	O	Ornice, hlína písčitá, hnědá s kořínky	2
0.25	0.50	S5SC-F4CS	Deluvium (svahoviny), písek jílovitý až jíl písčitý, pevný až tvrdý, hnědý, suchý, s úlomky kamenů do 10 cm, podíl kamenité frakce do 10%	3
0.50	1.30	R6/S4SM	Eluvium (zvětralínový pokryv podloží skalních hornin), zcela zvětralé ruly, kameny a balvany do 30 cm, pukliny vyplněné pískem hlinitým, podíl kamenité frakce cca 80%	3-4
1.30	1.70	R5	Zcela zvětralé skalní podloží – ruly, vzdálenost diskontinuit do 3 cm	4
1.70	1.90	R4	Silně zvětralé skalní podloží – ruly, vzdálenost diskontinuit do 7 cm	5
1.90	-	R3	Mírně zvětralé skalní podloží – ruly, vzdálenost diskontinuit do 10 cm	6

Hladina podzemní vody nezastižena

V tabulce 1 je uveden geologický profil severní stěny kopané sondy. Ta byla situována do strmého svahu směřujícího do silničního příkopu komunikace I/19. Z geologického profilu i morfologie jednoznačně vyplývá, že stávající komunikace I/19 je při jejím severním okraji podstatně zahlobena pod úroveň původního terénu, neboť v kopané sondě nebyly zastiženy žádné vrstvy navážek. Východní, západní a zejména jižní geologický profil kopané sondy je tak podstatně ovlivněn skrývkou – zářezem do původního terénu, kdy svrchní partie původního geologického profilu zcela chybí.

V severní stěně kopané sondy byly pod tenkou vrstvou ornice (hnědé hlíny písčité s kořínky) zastiženy v intervalu 0,25-0,5 m svahoviny, tvořené jílem písčitým až pískem jílovitým (dle ČSN 73 6133 třída F4CS až S5CS). Konzistenci je možné klasifikovat jako pevnou až tvrdou. Právě tato vrstva představuje díky vysokému podílu jemnozrnných částic nejméně vhodnou vrstvu, proto byla na vzorku zeminy provedena zkouška zhutnitelnosti a únosnosti.

Ze stanovení zhutnitelnosti (zkouška Proctor standard) na uvedeném vzorku vyplývá, že počáteční vlhkost dosahovala 9,8%. Zhutnitelnost je vyjádřena maximální objemovou hmotností $\rho_{d,max}$, které se dosáhne určitým zhutněním zeminy v normovém moždíři za použití normového pěchu při optimální vlhkosti w_{opt} . Výstupem zkoušky Proctor standard je závislost mezi objemovou hmotností vysušené zeminy ρ_d a vlhkostí w , ze které lze stanovit optimální vlhkost w_{opt} , při které je dosaženo maximální objemové hmotnosti vysušené zeminy $\rho_{d,max}$. Z charakteru hutnicí křivky se dá zjistit také citlivost materiálu na změnu vlhkosti. V případě citlivých zemin má menší změna vlhkosti od vlhkosti optimální (i pouze 2 – 3 %) za následek velký pokles objemové hmotnosti vysušené zeminy. Maximální objemová hmotnost zeminy $\rho_{d,max} = 1790 \text{ kg/m}^3$ byla zjištěna při optimální vlhkosti $w_{opt} = 14,0\%$. Následným porovnáním objemové hmotnosti zhutněné zeminy ve vrstvě na stavbě s maximální objemovou hmotností zeminy zjištěnou zkouškou Proctor standard je možné stanovit míru zhutnění.

Zkouška únosnosti zeminy (stanovení kalifornského poměr únosnosti CBR) pak představuje poměr odporu proti vnikání trnu do zkoumané zeminy, k odporu penetračního trnu zatlačovaného do normovaného materiálu (kalifornský drcený vápenec). CBR slouží jako průkazné a kontrolní zkoušky při vyhodnocení únosnosti podloží a konstrukčních vrstev

silničních komunikací. Z hodnot CBR je dále možné odvodit návrhový modul pružnosti E_d [MPa]. Zemina je před zkouškou 96 hod sycena ve vodě (saturace vzorku), během čehož se může projevit nepříznivý vliv předpokládaného kolísání vlhkosti v podloží. Vlhkost vzorku při přípravě dosahovala 12,3%, vlhkost po zkoušce 33,7%. Vzorek po saturaci vykazoval známky bobtnání. Hodnoty CBR při použití hutnicí síly $0,58 \text{ MJ/m}^3$ a hodnoty přitížení $3,99 \text{ kg}$ pro penetraci do hloubek materiálu $2,5 \text{ mm}$ až 10 mm byly ve všech případech neměřitelné (odpor vnikání penetračního trnu do nasycené zeminy byl příliš malý). To jednoznačně dokládá, že **zemina je v přirozeném stavu nevhodná** jako podloží násypu (aktivní zóny) a je třeba její úprava pro dosažení potřebné únosnosti (např. směsným hydraulickým pojivem GEOSOL, vápnem, cementem apod.).

V intervalu $0,5\text{--}1,3 \text{ m}$ pak byla zastížena zvětralinová vrstva podložních skalních hornin (eluvium). Ta je z podstatné části (až 80%) tvořena kamenitou a balvanitou složkou (velikost do 30 cm), zemina charakteru písku hlinitého pouze vyplňuje rozevřené pukliny (do $2\text{--}3 \text{ cm}$). Kameny i balvany jsou relativně kompaktní a jejich pevnost odpovídá až horninám třídy R-4 (silně zvětralé ruly).

Směrem do podloží výplň zvětralinovým materiálem mizí, pukliny se svírají a v hloubce $1,3 \text{ m}$ je již možné hovořit o zcela zvětralé skalní hornině – sillimanit-biotitické ruly třídy R-5 (dle ČSN 73 6133). Hustota diskontinuit je velmi velká (vzdálenost diskontinuit do 3 cm). Diskontinuity jsou tvořeny puklinami i plochy odlučnosti podél metamorfní foliace, jsou sevřené, bez výplně zvětralinovým materiálem. Stupeň přetváření je křehký.

Přibližně v hloubce $1,7 \text{ m}$ pak hornina přechází do již jen silně zvětralé ruly třídy R-4 se vzdáleností diskontinuit cca 7 mm (hustota diskontinuit velká), v hloubce $1,9 \text{ m}$ pak do mírně zvětralé ruly třídy R-3 se vzdáleností diskontinuit cca 10 mm (hustota diskontinuit velká). V hloubce $1,9 \text{ m}$ pod terénem (v místě severní hrany kopané sondy) bylo hloubení ukončeno díky vysoce kompaktní hornině, která neumožňovala další postup běžnou zemní technikou. Podzemní voda nebyla v celém profilu zastížena.

4.2 Základové půdy a horniny

V místě plánovaného záměru se na základě provedeného průzkumu kromě nejsvrchnější orniční vrstvy vyskytují následující typy základových půd.

Svahoviny (deluvium) charakteru písku jílovitého až jílu písčitého, pevné až tvrdé konzistence se v kopané sondě KS-1 vyskytují v intervalu $0,25\text{--}0,5 \text{ m}$. **Bez vhodné úpravy na nich nelze stavbu okružní křižovatky zakládat.** Je možné očekávat, že deluviální vrstva v proměnlivých mocnostech se vyskytuje rovněž dále v severním směru od plánované okružní křižovatky (směrem k ulici Ronovská).

Zvětralinová vrstva podložních skalních hornin (eluvium) se v kopané sondě KS-1 vyskytuje v intervalu $0,5\text{--}1,3 \text{ m}$. Je tvořena z podstatné části (až 80%) kamenitou a balvanitou složkou (až velikosti do 30 cm), zemina charakteru písku hlinitého (zvětralý materiál třídy S4SM) pouze vyplňuje rozevřené pukliny (do $2\text{--}3 \text{ cm}$), respektive jednotlivé zvětralé kameny a balvany. Kameny i balvany jsou relativně kompaktní a jejich pevnost odpovídá až horninám třídy R-4 (silně zvětralé ruly). Celou vrstvu tak doporučuji dle ČSN 73 6133 řadit do třídy **R-6**.

Zcela zvětralé sillimanit-biotitické ruly v pevném stavu jsou dle ČSN 73 6133 zařazeny do třídy **R-5**. Vykytují se v kopané sondě KS-1 v intervalu od 1,3 do 1,7 m pod terénem. Hustotu puklin je možné klasifikovat jako velmi velkou.

Silně zvětralé sillimanit-biotitické ruly v pevném stavu jsou dle ČSN 73 6133 zařazeny do třídy **R-4**. Vykytují se v kopané sondě KS-1 v intervalu od 1,7 do 1,9 m pod terénem. Hustotu puklin je možné klasifikovat jako velkou.

Mírně zvětralé sillimanit-biotitické ruly v pevném stavu jsou dle ČSN 73 6133 zařazeny do třídy **R-3**. Vykytují se v kopané sondě KS-1 od hloubky 1,9 m pod terénem a nižší. Hustotu puklin je možné klasifikovat jako velkou.

4.3 Založení stavby

Za zcela stěžejní pro založení stavby okružní křižovatky je tak nutné považovat návrhovou niveletu aktivní vrstvy vozovky, respektive hutněné zemní pláň, která musí dosahovat minimálních hodnot kontrolního modulu přetvárnosti $E_{def2} = 45$ MPa. Z provedeného inženýrskogeologického průzkumu je zřejmé, že stávající silnice I/19 je zejména při svém severním okraji podstatně zahlobena pod úroveň stávajícího terénu (cca 1,5 m) a podloží vozovky je tak tvořeno minimálně zvětralinovým pokryvem podložních skalních hornin třídy R-6, spíše však skalním podložím tříd R-5 až R-4. V případě založení stavby okružní křižovatky do přibližně shodné úrovně jako stávající silnice tak bude podloží vozovky tvořit dostatečně únosná vrstva kamenitého až balvanitého eluvia až skalního podloží tříd R-5 až R-4. Komplikovaná situace může nastat při jižním okraji stávající silnice, kde je průběh původního terénu nejasný. Část původního terénu zřejmě byla skryta a aplanována, navíc v jižním sousedství nedávno proběhla výstavba dalších průmyslových objektů spojená s úpravou okolního terénu. Jakkoliv je pravděpodobné, že podloží vozovky je i zde tvořeno zřejmě kamenitým a balvanitým eluvem, doporučuji tuto skutečnost ověřit doplňkovým geologickým průzkumem či posouzením základové spáry při odkrytí zemní pláň (např. statickou zatěžovací zkouškou).

Zcela jiná je situace při uvažovaném napojení stávající slepé místní komunikace v ulici Ronovská. Při projektování povrchu asfaltové komunikace ve stávající úrovni terénu či hloubce cca 0,5 m pod stávajícím terénem je pravděpodobné, že podloží vozovky bude tvořeno deluviálními jemnozrnnými jílovitými písky až písčitými jíly. Jak bylo zjištěno zkouškou únosnosti CBR na zkušebním vzorku zhutněném na standardním Proctorově zařízení při optimální vlhkosti, tyto zeminy jsou bez další úpravy pro podloží vozovky nevhodné, jakkoliv se bude jednat o vozovku v nižší kategorii dopravního zatížení. V takovém případě doporučuji odtěžení deluviální vrstvy v dostatečné mocnosti (až na úroveň podložní eluviální vrstvy) či vhodnou úpravu zeminy. Pro posouzení vhodné úpravy zeminy je třeba provést zkoušky upravené zeminy – tzv. stanovení receptury (stanovení vhodné dávky hydraulického pojiva a tloušťku úpravy nevhodné zeminy).

Únosnost eluviu a podložních zcela, silně a mírně zvětralých skalních hornin – sillimanit-biotitických rul - je pak možné posoudit na základě vztahu pevnosti horninového materiálu a hustoty diskontinuit. I při konzervativním stanovení výpočtové únosnosti R_d při minimální pevnosti v prostém tlaku pro jednotlivé třídy pak dosahuje výpočtová únosnost R_d dle vztahu

$$R_d = \frac{\sigma_c}{r \cdot p}$$

kde

σ_c - pevnost v prostém tlaku

r - součinitel kvality skalní horniny

p – součinitel hustoty diskontinuit

hodnot **166 kPa** pro eluvium, **200 kPa** pro zcela zvětralou horninu třídy R-5, **463 kPa** pro silně zvětralou horninu třídy R-4 a **833 kPa** pro mírně zvětralou horninu třídy R-3. Při stanovení výpočtové únosnosti R_d pro maximální hodnoty pevnosti v prostém tlaku dosahují hodnoty výpočtové únosnosti R_d více než trojnásobných hodnot pro jednotlivé třídy.

Tab. 2: Směrné normové charakteristiky hlavních typů zemin a hornin a hodnoty výpočtové únosnosti

symbol	popis	E_{def}	r	p	σ_c	R_d
R6	Kamenité až balvanité eluvium	35	1,0	3,0	0,5	166
R5	Zcela zvětralá rula	70	2,5	3,0	1,5	200
R4	Silně zvětralá rula	400	6	1,8	5	463
R3	Mírně zvětralá rula	1000	10	1,8	15	833

E_{def} [MPa] deformační modul

r [-] součinitel kvality skalní horniny (hodnoty vychází z provedeného IG průzkumu)

p [-] součinitel hustoty diskontinuit (hodnoty vychází z provedeného IG průzkumu)

σ_c [MPa] pevnost v prostém tlaku (zde uvažovány minimální hodnoty dle ČSN 73 6133)

R_d [kPa] výpočtová únosnost

4.4 Zemní práce

Náročnost zemních prací bude podstatně záviset na niveletě podloží násypu vozovky. V případě, že základová spára bude projektována ve větší hloubce, než bylo zastiženo rozhraní silně zvětralých a mírně zvětralých až navětralých rul, je třeba počítat s velmi obtížnou těžitelností (těžitelnost 6.-7. třídy dle starší normy ČSN 73 3050, těžitelnost třídy III. dle ČSN 73 6133). Díky intenzivnímu rozpukání a odlučnosti podél metamorfní foliace však není třeba počítat s použitím trhacích prací.

5. ZÁVĚR

Na základě výsledků realizace kopané sondy KS-1, umístěné dle požadavků projektanta, vyhodnocení laboratorních zkoušek odebraného vzorku zeminy a inženýrskogeologického vyhodnocení je možné konstatovat, že geologické poměry je možné hodnotit jako složité, a to zejména díky úklonu terénu a nejednoznačnému průběhu jednotlivých vrstev, které nebylo možné jednou kopanou sondou ověřit.

Z provedeného inženýrskogeologického průzkumu je zřejmé, že stávající silnice I/19 je zejména při svém severním okraji podstatně zahloblena pod úroveň stávajícího terénu (cca 1,5 m) a podloží vozovky je tak tvořeno minimálně zvětralinovým pokryvem podložních skalních hornin třídy R-6, spíše však skalním podložím třída R-5 až R-4. V případě založení stavby okružní křižovatky do přibližně shodné úrovně jako stávající silnice tak bude podloží vozovky tvořit dostatečně únosná vrstva, která tvoří podloží pro stávající konstrukci. Komplikovaná situace může nastat při jižním okraji stávající silnice, kde je průběh původního terénu nejasný a není tak zřejmé zahlobnutí skalního podloží či případný dosah deluviální vrstvy (nebyla-li odtěžena), která je pro zakládání bez úpravy nevhodná. Tuto skutečnost ověřit doplňkovým geologickým průzkumem či posouzením základové spáry při odkrytí zemní pláně a následnou statickou zatěžovací zkouškou.

Při uvažovaném napojení stávající slepé místní komunikace v ulici Ronovská na okružní křižovatku je pravděpodobné, že podloží vozovky bude tvořeno deluviálními jemnozrnnými jílovitými písky až písčitými jíly. Ty byly zastiženy ve svrchní části profilu kopané sondy KS-1 v intervalu 0,25-0,5 m. Jak bylo zjištěno zkouškou únosnosti CBR na zkušební vzorku zhutněném na standardním Proctorově zařízení při optimální vlhkosti, tyto zeminy jsou bez další úpravy pro podloží vozovky nevhodné. V takovém případě doporučuji odtěžení deluviální vrstvy v dostatečné mocnosti (až na úroveň podloží eluviální vrstvy) či vhodnou úpravu zeminy. Pro posouzení vhodné úpravy zeminy je třeba provést zkoušky upravené zeminy – tzv. stanovení receptury (stanovení vhodné dávky hydraulického pojiva a tloušťku úpravy nevhodné zeminy).

Únosnost podložího kamenito-balvanitého eluvia a podložních skalních hornin je dle mého názoru s ohledem na charakter horniny, hustotu rozpukání, typ procesu přetváření a stupeň alterace dostatečná. V případě umístění rozhraní aktivní vrstvy a podloží vozovky do těchto vrstev doporučuji únosnost ověřit při kontrolním měření zemní pláně statickou zatěžovací zkouškou (měření E_{def2}).

Zakládání nebude ovlivněno podzemní vodou, která nebyla v kopané sondě KS-1 na lokalitě zastižena. Tato problematika byla velmi pravděpodobně uspokojivě vyřešena již při konstrukčním návrhu stávající silnice I/19.

Náročnost zemních prací bude podstatně záviset na niveletě podloží násypu vozovky. V případě, že základová spára bude projektována ve větší hloubce, než bylo zastiženo rozhraní silně zvětralých a mírně zvětralých až navětralých rul, je třeba počítat s velmi obtížnou těžitelností (těžitelnost 6.-7. třídy dle starší normy ČSN 73 3050, těžitelnost třídy III. dle ČSN 73 6133). Díky intenzivnímu rozpukání a odlučnosti podél metamorfní foliace však není třeba počítat s použitím trhacích prací.

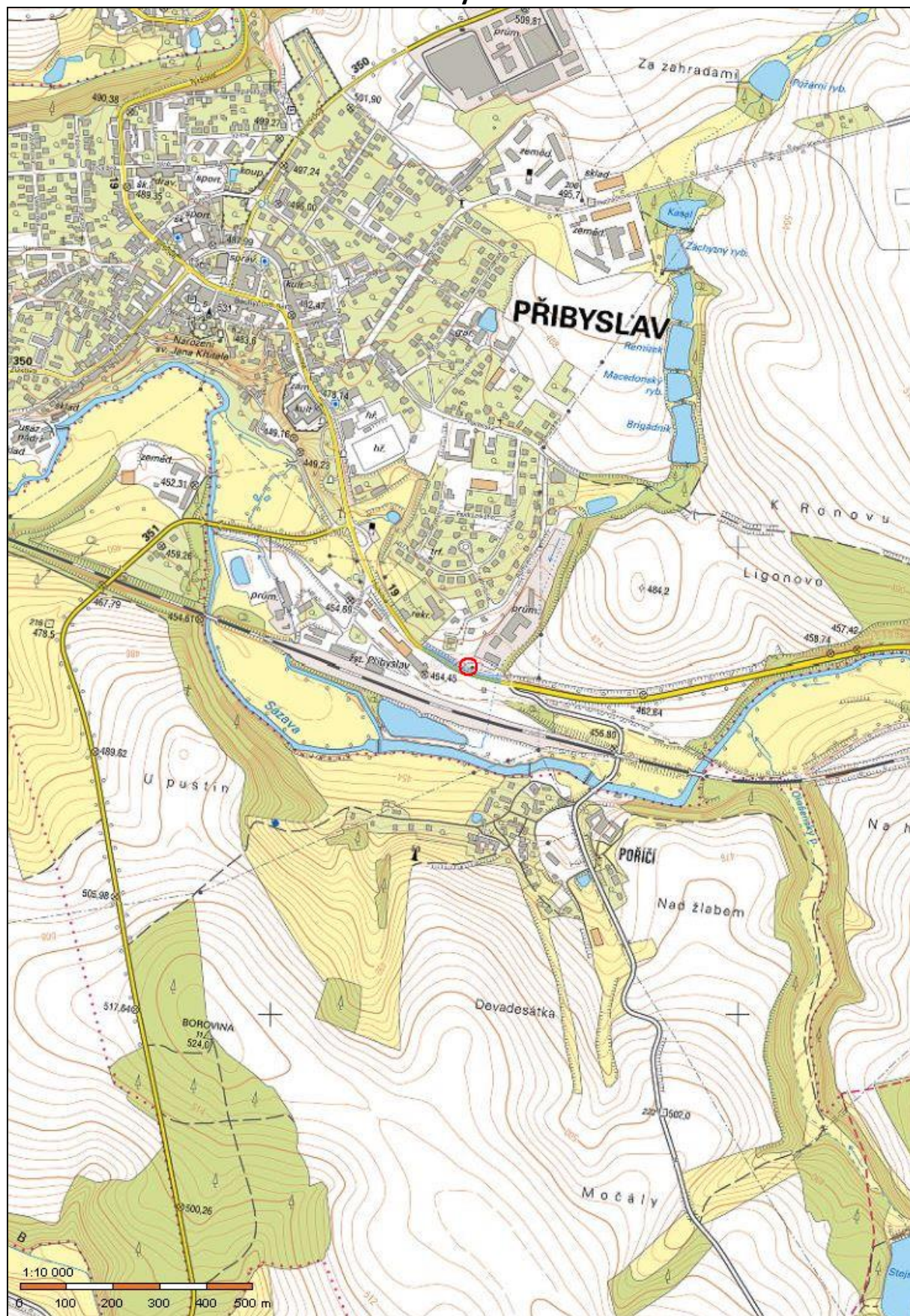
Ve Velkém Meziříčí 24. 9. 2019

Mgr. Antonín Kopřiva

6. LITERATURA

- ČSN EN ISO 14688-2 Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zatřídování zemin. - Část 2: Zásady pro zatřídování (2003)
- ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací (2010)
- ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy (1987)
- ČSN 72 1002 Klasifikace zemin pro dopravní stavby (1993)
- ČSN 73 3050 Zemní práce
- TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací (2004)
- TP 94 Úprava zemin (2003)
- Štěpánek P. et al. (2006): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČR 1:25 000, list 23-223 Příbrav. - MS ČGS.
- Liška M. (2017): Okružní křižovatka na I/19, Příbrav. Stupeň dokumentace IZ

Příloha č. 1: Situace širšího okolí lokality 1:10 000



Ing. Martin Liška
Nad Zlatcem 3757
Havířkov Brod
tel. 605530859

Vypracoval
Ing. Martin Liška

Zodp. projektant
Ing. Martin Liška

Stat. zástupce
Ing. Martin Liška

Kraj : Vysočina
Investor : Město Pribyslav

Datum : 07/2017
Formát : A4
Stupeň : IZ
Čís. zakázky : 1735
Metrika : Č. výkresu

Okružní křižovatka na I/19, Pribyslav

Průloha : Zákres do KN

1:500

4

Příloha č. 3 Schéma umístění kopané sondy KS-1 (měřítko 1:500)



Příloha. č. 3: Kopie protokolů laboratorních analýz

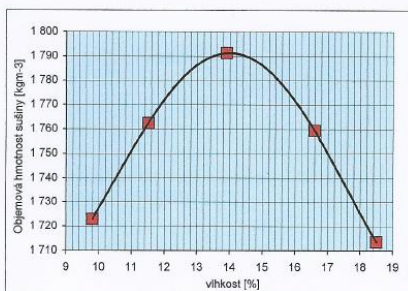


GEOSTAR, spol. s r.o.
Zkušební laboratoř mechaniky zemín
akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005
pracoviště Brno, Tuřanka 111

Protokol o zkoušce č. 1104/19B

STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI A VLHKOSTI - PROCTOROVA ZKOUŠKA ČSN EN 13286-2, mimo články 7.3 a 7.6

Název akce:	Laboratorní zkoušky	Laboratorní číslo vzorku:	B/20061
Objednatel:	Mgr. Antonín Kopřiva Zahradní 591/36 674 01 Třebíč	Datum dodání/měření:	30.08.2019
Způsob zkoušení:	ČSN EN 13286-2, mimo články 7.3 a 7.6	Datum zpracování zakázky:	30.08.2019 - 16.09.2019
Zkušební zařízení:	PR/02-B, V/03-B, SU/05-B, S/16/01-B, V/04-B	Objekt, staničení/sonda:	P - 1
		Vrstva/hloubka:	
		Materiál:	



Bod č.	ρ vlhké zeminy [kgm ⁻³]	vlhkost w [%]	ρ suché zeminy [kgm ⁻³]
I.	1 891,6	9,8	1 722,8
II.	1 965,0	11,5	1 762,3
III.	2 040,2	13,9	1 791,2
IV.	2 051,3	16,6	1 759,3
V.	2 030,6	18,5	1 713,6

ρ _{d,max}	=	1 790 kgm⁻³
w _{opt}	=	14,0 %

Moždil: průměr d₁=100 mm; výška h₁=120 mm
Pěch: hmotnost m_p=2,5 kg; průměr d₂=50 mm; výška dopadu h₂=305 mm
Zkušební metoda: dle ČSN EN 13286-2 - čl. 6.4

Postup přípravy vzorku: sítování přes síto 16 mm
Množství částic zachycených na síte: 0 %
Hutnicí energie - standard.

Poznámka: Vzorek dodán objednatelem.

Měřil: Jiří Braun

Pracovník odpovědný za vypracování protokolu:

Vladimír Škrobavý

V Brně dne: 16.09.2019

Pracovník odpovědný za schválení protokolu:

Josef Čejka

Rozdělovník:
1 x objednatel
1 x zkušební laboratoř GEOSTAR, spol. s r.o.

Počet výtisků: 2

Výtisk číslo: ① 2



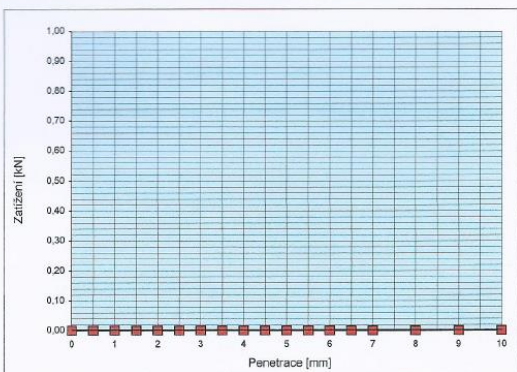
Prohlašujeme, že výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků. Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí tento protokol reprodukovat jinak, než celý.



GEOSTAR, spol. s r.o.
Zkušební laboratoř mechaniky zemin
akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005
pracoviště Brno, Tuřanka 111

Protokol o zkoušce č. 1106/19B
STANOVENÍ POMĚRU ÚNOSNOSTI CBR
ČSN EN 13286-47

Název akce:	Laboratorní zkoušky	Laboratorní číslo vzorku:	B/20061
Objednatel:	Mgr. Antonín Kopřiva Zahradní 591/36 674 01 Třebíč	Datum dodání/měření:	30.08.2019
Způsob zkoušení:	ČSN EN 13286-47	Datum zpracování zakázky:	30.08.2019 - 16.09.2019
Zkušební zařízení:	V03-B, V04-B, CBR01-B, CU/20-B, CU/21-B, SUI05-B, S22/01-B, PR02-B	Objekt, staničení/sonda:	P - 1
		Vrstva/hloubka:	
		Materiál:	



Penetrace [mm]	Síla [kN]	Penetrace [mm]	Síla [kN]
0,5	0,00	5,0	0,00
1	0,00	5,5	0,00
1,5	0,00	6,0	0,00
2	0,00	6,5	0,00
2,5	0,00	7,0	0,00
3	0,00	8,0	0,00
3,5	0,00	9,0	0,00
4	0,00	10,0	0,00
4,5	0,00		

HODNOTA CBR_{2,5 mm} = NEMĚŘITELNÉ
HODNOTA CBR_{5,0 mm} = HODNOTY

Suchá objemová hmotnost při přípravě = 1787 kgm⁻³
 Vlhkost při přípravě = 12,3 %
 Hodnota přitížení = 3,990 kg
 Vlhkost po zkoušce = 33,7 %
 Hltní síla = 0,5822 MJm⁻³
 Stáří zkušebního tělesa - 4 dny (saturace).

Poznámka: Vzorek dodán objednatel.
 Vzorek vykazoval po saturaci známky bobtnání.

Měřil: Jiří Braun Pracovník odpovědný za vypracování protokolu:

Vladimír Škrpbová

V Brně dne: 16.09.2019

Pracovník odpovědný za schválení protokolu:

Josef Čejka

Rozdělovník: 1 x objednatel
 1 x zkušební laboratoř GEOSTAR, spol. s r.o.

Počet výtisků: 2 Výtisk číslo: 1 2

Prohlašujeme, že výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků. Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí tento protokol reprodukovat jinak, než celý.

Příloha č. 4: Fotodokumentace



Umístění kopané sondy KS-1



Geologický profil – KS-1



Deluviální vrstva nevhodná k zakládání bez úpravy
(interval 0,25-0,5 m)