

Objednatel: Ředitelství silnic a dálnic ČR
Na Pankráci 546/56
14000 Praha
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s.
středisko 207 Geotechniky
Olšanská 1a, 130 80 Praha 3
Název zakázky: Křížení trati České Budějovice-Plzeň se silnicí I/20 v úseku
Jasmínová - Jateční
Zakázka číslo: 16-224.205.207

KŘÍŽENÍ TRATI ČESKÉ BUDĚJOVICE-PLZEŇ SE SILNICÍ I/20 V ÚSEKU JASMÍNOVÁ - JATEČNÍ

REŠERŠE GEOTECHNICKÝCH POMĚRŮ

Odpovědný řešitel
geologických prací: Mgr. Jakub Hruška

Praha, leden 2017

Obsah:

1. Úvod.....	3
2. Předané podklady a metodika průzkumných prací	3
3. Přehled geologických a hydrogeologických poměrů	4
3.1. Geomorfologické a klimatické poměry	4
3.2. Geologická stavba	5
3.3. Tektonika	6
3.4. Poddolovaná území, ložiska nerostných surovin a sesuvná území	6
3.5. Hydrogeologické poměry	6
4. Zhodnocení základových poměrů	7
5. Závěr.....	10

Přílohy:

- č. 1 Přehledná situace
- č. 2 Podrobná situace
- č. 3 Dokumentace archivních sond

1. ÚVOD

Základní údaje o zakázce:

Objednatel	Ředitelství silnic a dálnic ČR Na Pankráci 546/56 14000 Praha
Zhotovitel:	SUDOP PRAHA a.s. Středisko 207 – geotechniky Olšanská 1a; 130 80 Praha 3
Název akce:	Křížení trati České Budějovice-Plzeň se silnicí I/20 v úseku Jasmínová - Jateční
Zakázkové číslo zhotovitele:	16-409.201.207

Cíl geotechnické rešerše

Geotechnická rešerše byla provedena za účelem získání a popisu základních geologických, hydrogeologických a geotechnických parametrů zemin a hornin v místě uvažovaného podjezdu – tunelu na plánované silnici I/20 v úseku Jasmínová – Jateční pod železniční tratí č. 190 České Budějovice – Plzeň.

2. PŘEDANÉ PODKLADY A METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

Jako podklady pro realizaci prací jsme od objednatele obdrželi v elektronické podobě koordinační situaci, s vyznačením zájmového území, se zákresem budoucího objektu tunelu.

Rešerše je vypracována na základě studia dostupných archivních materiálů, bez nových průzkumných prací. K zpracování geotechnické rešerše jsme využili, dostupnou archivní geologickou dokumentaci uloženou v archivu České geologické služby – Geofondu Praha.

Tabulka č. 1: Využití archivní zprávy z registru Geofondu Praha

Autor (rok vydání)	Název zprávy, zpracovatel, číslo posudku Geofondu
Beneš J. (1961)	Posouzení základových poměrů pro výstavbu čistírny a barvírny v Plzni – Slovanech, KPÚ Plzeň, číslo posudku Geofondu V45557
Follprecht L. (1991)	Plzeň – Božkov, označení vrtů J1 – J4, VPÚ Praha, číslo posudku Geofondu P74630
Holeček V. (2011)	Analýza rizik - ochrana podzemních vod Plzeň Libušín, závěrečná zpráva, AQUATEST a.s. Praha, číslo posudku Geofondu P132807
kolektiv autorů (1997)	Soubor geologických a účelových map ČR v měřítku 1 : 50 000, list 12-33 Plzeň, ÚÚG Praha

Plánovaný silniční tunel se nachází mezi ulicemi Velenická a Sušická v Plzni. Železniční trať v zájmovém území prochází v zářezu, křížení tunelu se železniční tratí je cca 14°. Dle předaných podkladů bude tunel řešen formou podzemních stěn s jejich následným zastropením. Zemina pod zastropením bude odtěžena až dodatečně při výstavbě silnice I/20.

3. PŘEHLED GEOLOGICKÝCH A HYDROGEOLOGICKÝCH POMĚRŮ

3.1. Geomorfologické a klimatické poměry

Zájmové území náleží morfologicky do systému Hercynského, provincie Česká vysočina, subprovincie Poberounská soustava, do oblasti Plzeňská pahorkatina, celku Plaská pahorkatina, podcelku Plzeňská kotlina a okrsku Touškovská kotlina. Jedná se o mírně členité území, s významnými erozními bázemi místních hlavních vodotečí Úslava, Úhlava a Radbuza.

Morfologickou stavbu širšího zájmového území, částečně určují i geologické poměry. Dnešní reliéf je výsledkem geologické stavby, různé odolnosti hornin vůči zvětrávacím procesům, erozivní činnosti vodních toků a zejména uložení kvartérních sedimentů, které vyrovnaly členitější povrch území. Na stavbě území se v neposlední řadě podílí i poměrně rozsáhlá antropogenní činnost.

Plánovaný tunel na křížení silnice I/20 se železniční tratí je umístěn v místě, kde železniční trať přechází postupně ze zářezu do levého odřezu. Území generelně klesá severně do erozní báze Úslavy.

Nadmořská výška se v prostoru zájmového území pohybuje v rozmezí cca 328,0 až 334,0 m n. m.

Z hlediska klimatické klasifikace podle Atlasu podnebí Česka (2007) leží zájmové území v okrsku B2 (mírně teplý, mírně suchý, převážně s mírnou zimou).

Klimatické údaje jsou převzaty z Atlasu podnebí Česka (2007):

Průměrná roční teplota vzduchu	8 – 9 °C
Průměrný roční počet ledových dní	do 30
Průměrný roční počet dní bez mrazu	240 – 260
Průměrný počet mrazových dní v roce	100 – 120
Průměrný roční počet letních dní	40 – 50
Průměrný počet dnů se sněhovou pokrývkou	30 – 50
Průměrné maximum sněhové pokrývky	do 15 cm
Průměrné datum prvního sněžení	10. 11. – 20. 11.
Průměrné datum posledního sněžení	10. 4. – 20. 4.
Průměrný úhrn srážek	500 – 550 mm

3.2. Geologická stavba

Předkvartérní pokryv

Z geologického hlediska je zájmové území budováno proterozoickými horninami náležející regionálně-geologicky k plzeňské pánvi. V širším okolí se pak vyskytují svrchnoproterozoické vulkanogenní horniny ve formě efuzivních metabazaltů – spilitů, dále ojediněle také vápence, tvořené kalcitem s významným písčitým podílem a v denudačních zbytcích také terciérní sedimenty. Stavbou tunelu budou zastiženy pouze svrchnoproterozoické sedimentární horniny.

Svrchní proterozoikum

Slabě metamorfované horniny svrchnoproterozoického vulkanicko-sedimentárního komplexu budují skalní podklad ve většině sledovaného širšího území. Horniny jsou budovány převážně šedými jílovitými až drobovými břidlicemi, drobami a prachovci, třískovitě se rozpadajícími podél puklin a málo zřetelné vrstevnatosti. Horniny jsou slabě metamorfované – fylitizované a zpravidla špatně vytříděné. Horninové typy do sebe navzájem postupně přecházejí a vyklišují.

Terciérní sedimenty

Terciérní sedimenty (neogén) tvoří četné denudační zbytky fluvialních uloženin. Ve větší ploše se vyskytují západně od zájmového území a je pravděpodobné, že budou zastiženy v malých mocnostech také v západní části stavební jámy. Vzhledem k prakticky totožnému charakteru zemin neogénu a kvartéru je rozlišení těchto vrstev velmi obtížné. Jedná se převážně o pliocenní štěrkovité a písčité zeminy náležející nejvyššímu terasovému stupni.

Kvartérní pokryv

Kvartérní sedimenty jsou v zájmovém území budovány navážkami, eolickými, fluvialními a deluviálními sedimenty.

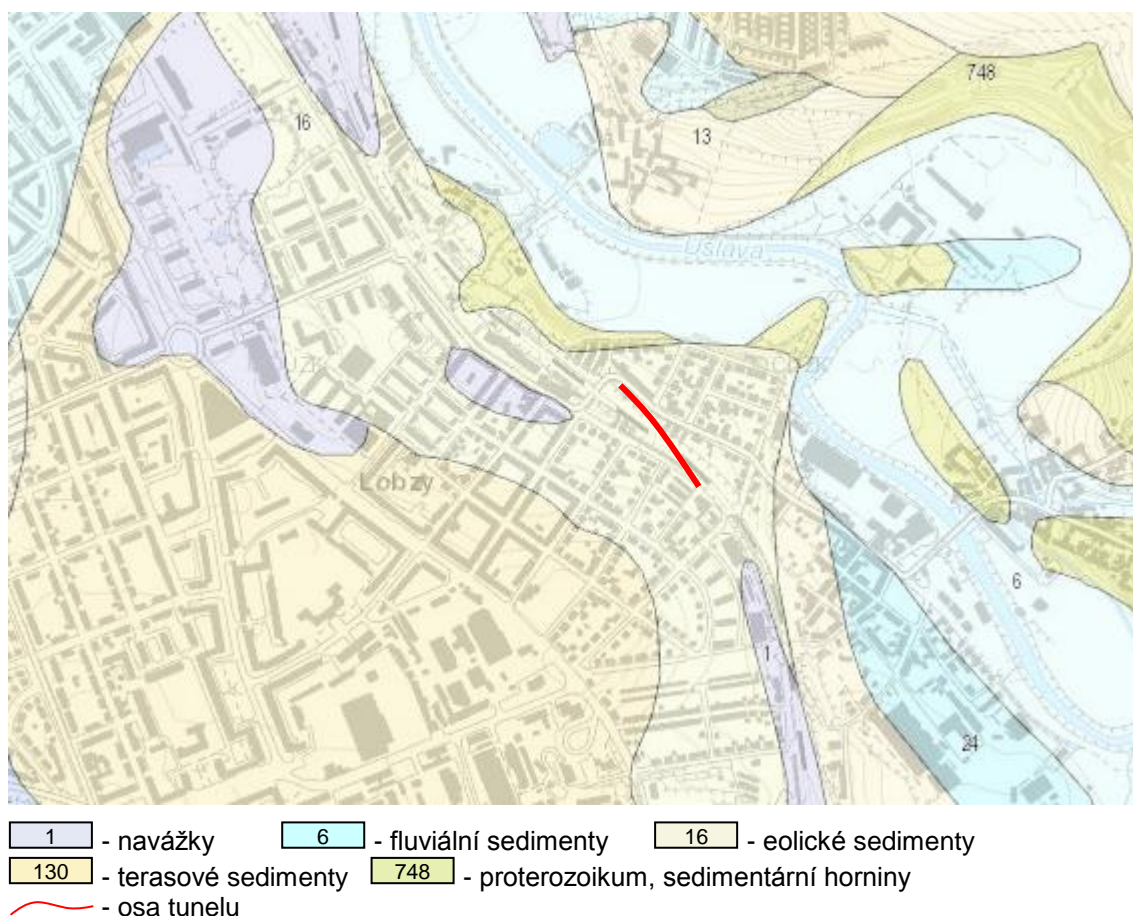
Navážky budou stavbou zastiženy především v místě stávajících budov, zásypu opěr silničního mostu, zásypů inženýrských sítí a jako konstrukční vrstvy pak v místě vozovek a železniční trati. Zpravidla se jedná o různorodé místní překopané zeminy, často s příměsí stavebního odpadu. V případě konstrukčních vrstev se bude jednat o převážně štěrkovité zeminy a drážní štěrk. Místy lze očekávat zastižení škváry, ve svazích zářezu pak také výzisk z čištění železničního svršku.

Deluviální sedimenty mají v zájmovém území spíše menší rozšíření. Mohou být zastiženy ve východní části stavební jámy u hrany zářezu železniční trati. Jedná se převážně o písčitojílovité až štěrkovitojílovité zeminy.

Eolické sedimenty se vyskytují především v západní části území. Vyskytují se místy jako lokální překryv terasových sedimentů. Jsou zastoupeny sprašemi a sprašovými hlínami. Archivními průzkumnými pracemi nebyly tyto zeminy zastiženy.

Výskyt fluvialních sedimentů je v zájmovém území vázán na terasy řek. Pleistocenní písčité a štěrkovité terasové sedimenty jsou makroskopicky podobné uloženinám terciérním a proto obtížně identifikovatelné.

Obrázek č. 1: Geologická mapa 1 : 50 000, list 12-33 Plzeň



3.3. Tektonika

Tektonický vývoj území probíhal v několika etapách. Vrásová stavba svrchního proterozoika vznikla převážně za kadomského vrásnění, kdy vznikly vrásové struktury o rozměrech různých řádů. Horniny svrchního paleozoika nejsou zvrásněny a jsou uloženy téměř horizontálně. Území je zároveň postiženo radiální tektonikou, kde směr zlomů je vícečetný. Poruchy jsou částečně vyplněny horninovými žilami.

3.4. Poddolovaná území, ložiska nerostných surovin a sesuvná území

Podle námi získaných údajů z archivu Geofondy Praha – ložisek nerostných surovin a sesuvů – se v zájmovém území projektované stavby nenachází žádná potenciálně sesuvná území a zájmové území nezasahuje do chráněných ložiskových území.

3.5. Hydrogeologické poměry

Hydrogeologické podmínky zájmového území závisí na morfologii dané oblasti, vhodnosti horninového podloží k infiltraci a akumulaci podzemní vody, srážkovém režimu území, antropogenních vlivech a dalších faktorech prostředí.

Dle Vyhlášky MZe č. 292/2002 Sb. o oblastech povodí ve znění pozdějších předpisů spadá posuzovaná lokalita do oblasti povodí řeky Labe, hlavní povodí „1-10-05 – Úslava“. Správce povodí: Povodí Vltavy, s. p.

Zájmové území spadá do hydrogeologického rajónu ID 6222 – Krystalinikum a proterozoikum v povodí Úhlavy a dolního toku Radbuzy, s volnou hladinou, s celkovou mineralizací méně než 0,3 g/l, nízkou transmisivitou ($< 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$) a chemickým typem Ca-Na-HCO₃.

V zájmovém území můžeme z hydrogeologického hlediska rozlišit dvě základní jednotky a to nepevněné kvartérní sedimenty, v nichž můžeme počítat prakticky jen s propustností průlinovou, a předkvartérní horniny s propustností převážně puklinovou.

Svrchní proterozoikum – jedná se o kolektor vázaný především na svrchní rozvolněnou a silně rozpukanou zónu hornin skalního podloží s puklinovou propustností. S ohledem na převážně méně sevřené a méně zajiňované puklinové systémy ve svrchní zóně se vytváří zpravidla souvislý horizont s malou až střední vydatností.

Kvartér – v kvartérních sedimentech se vytváří průlinový kolektor podzemních vod vázaný především na fluviální písčitoštěrkovité sedimenty vyšších teras Úslavy. Fluviální sedimenty vytvářejí místní hydrogeologický celek s volnou, místy však až s napjatou hladinou podzemní vody. Tyto vody se vyznačují poměrně velkou vydatností – horizont podzemní vody je zpravidla spojitý, vázaný na srážkové úhrny.

Podzemní vody odtékají směrem na severozápad a severovýchod do erozní báze Úslavy. Vody u báze kvartérních (resp. terciérních) sedimentů a ve svrchní rozvolněné zóně hornin skalního podloží mívají zpravidla mírně zvýšenou celkovou mineralizaci a nízký stupeň agresivity – XA1 dle ČSN EN 206. Agresivita vodního prostředí bude zvýšená především ve svrchní zvětralinové zóně skalního podloží.

4. ZHODNOCENÍ ZÁKLADOVÝCH POMĚRŮ

Skalní podklad zájmového území je tvořen proterozoickými slabě fylitizovanými břidlicemi, prachovci a drobami, které do sebe vzájemně přecházejí. Jedná se většinou o rytmicky zvrstvené sedimenty. Horniny se vyznačují deskovitou až lavicovitou odlučností, silným stupněm rozpukání a nepravidelným rozpadem. Polyedricky odlučné droby jsou světlejší, středně až jemně zrnité, celkově mírně pevnější a odolnější vůči zvětrávání.

Všeobecně lze říci, že směrem do hloubky velikost, množství a pevnost úlomků narůstá. Podle makroskopických popisů vzdálenějších archivních sond lze mírně zvětralé až navětralé horniny zařadit do pevnostní třídy R3, místy až R2 dle ČSN 73 6133. Slabě zvětralé až navětralé horniny řadíme do **geotechnického typu Pr2**.

Zcela a silně zvětralé horniny skalního masívu představují nejsvrchnější zónu skalního podkladu – eluvium a svrchní rozvolněnou zónu. Mocnost zvětralých hornin se liší, přičemž lze uvažovat s hloubkou cca 2 – 10 m v závislosti na stupni rozpukání a prokřemenění hornin. Ve zvětralé formě jsou horniny střípkovitě až drobně úlomkovitě rozpukané, celkově s menší pevností, ve zcela zvětralé formě pak nabývají většinou hlinitopísčitých zemin s hojnými střípky matečné horniny. Podle

makroskopických popisů archivních sond lze zcela zvětralým horninám přiřadit dle ČSN EN ISO 14688-2 symbol *saSi* a *saCl*, při vyšším obsahu úlomků až *grSi*, respektive *F3/MS* a *F4/CS*, při vyšším obsahu úlomků až *F1/MG* podle ČSN 73 6133. Zcela a silně zvětřelé horniny řadíme do **geotechnického typu Pr1**.

Na základě dokumentace archivních kopaných sond a vzdálenějších archivních vrtů s přihlédnutím k morfologii terénu předpokládáme povrch skalního podloží v úrovni cca 329 m n. m., přičemž předpokládáme, že povrch skalního podloží mírně upadá směrem k severu, kde ho lze předpokládat v rámci části stavebního objektu v úrovni cca 328 – 327 m n. m.

Zeminy kvartérního pokryvu jsou v daném území zastoupeny především fluviálními sedimenty, deluviálními sedimenty, a ve svrchní části profilu pak eolickými sedimenty a navážkami. Zastiženy budou pouze ve svrchní části profilu ve svahu stávajícího zářezu železniční trati a přilehlém okolí v místech s plánovanými zemními pracemi v okolí uvažovaného tunelu do úrovně skalního podloží, tedy cca 329 m n. m.

Fluviální sedimenty jsou v zájmovém území zastoupeny převážně písčitými zeminami s proměnlivou příměsí jemnozrnné složky, středně zrnité – **geotechnický typ Q1**, které lze zařadit do třídy *siSa* a *clSa* dle ČSN EN ISO 14688-2, respektive do třídy *S4/SM* a *S5/SC* dle ČSN 73 6133. Zároveň lze předpokládat výskyt také štěrkovitých sedimentů – **geotechnický typ Q2**, které lze zařadit do třídy *grSa* až *saGr*, respektive do třídy *G3/G-F* dle příslušných norem. Zeminy jsou zpravidla středně ulehlé, k bázi ulehlé, místy až silně ulehlé.

Deluviální sedimenty budou zastiženy pouze omezeně. Předpokládáme, že se bude jednat především o svahově přemístěné zvětřeliny podložních hornin, které budou nabývat charakteru hlinitopísčitých zemin s příměsí střípků podložních hornin – **geotechnický typ Q3**. Makroskopicky lze tyto zeminy zařadit dle ČSN EN ISO 14688-2 do třídy *saSi* až *saCl*, resp. *F3/MS* až *F4/CS* dle ČSN 73 6133.

Eolické sedimenty budou zastiženy taktéž pouze v omezené míře. Tyto sedimenty nabývají zpravidla charakteru sprašových hlín, místy s vápnitými konkrécemi či cicváry – **geotechnický typ Q4**. Lze je zařadit do třídy *Si* či *clSi* dle ČSN EN ISO 14688-2, resp. do třídy *F5/MI* a *F6/CI* dle ČSN 73 6133.

Navážky v dané lokalitě vznikaly při výstavbě a urbanizaci širšího okolí. Mocnost navážek nebyla v zájmovém území archivními sondami ověřena. Lze předpokládat, že se bude jednat převážně o překopané místní zeminy charakteru odpovídajícímu výše uvedeným kvartérním zeminám s příměsí stavebního, částečně i komunálního odpadu, případně lomového kamene. Předpokládáme, že mocnost navážek v místě stavby mimo konstrukční vrstvy komunikací a železniční tratě a zásypu u stávajícího silničního mostu nepřesáhne cca 1 m.

V části území jsou zeminy překryty humózním horizontem. Jedná se zpravidla o tmavě hnědou písčitohlinitou zeminu, proměnlivě humózní, svrchu mimo zastavěná území s drnem. Vzhledem k charakteru zájmového území a lidské činnosti nepředpokládáme s ohledem na zhoršené vlastnosti těchto půd jejich skrývku dle zákona č. 334/1992 Sb.

V následující tabulce uvádíme orientační předpokládané geotechnické vlastnosti zemin a hornin, které mohou být v zájmovém území zastiženy a přicházejí tedy v úvahu jako potenciální základové půdy.

Tabulka č. 2: Předpokládané geotechnické vlastnosti základových půd

Název zeminy / horniny (geotechnický typ)	ČSN 73 6133		ČSN EN ISO 14688-2	γ (kg.m ⁻³)	E_{def} (MPa)	C_{ef} (kPa)	Φ_{ef} (°)	ν (1)	R_p (kPa)	$U_{v,t}$ (kN)	Těžitelnost ČSN 73 6133	Vrtatelnost VC 800-2
	třída	symbol										
Navážky (typ Y)	F3, S4, S5	MS, SM SC+Y	sagrSi	17,5	-	-	-	-	-	-	I-II	I-II
Fluviální sedimenty (typ Q1)	S4 S5	SM SC	siSa clSa	18,5	12	4	28	0,32	200	480	I	I
Fluviální sedimenty (typ Q2)	G3	G-F	grSa saGr	19,0	80	0	34	0,25	600	800	I/II	II
Deluviální sedimenty (typ Q3)	F3 F4	MS CS	saSi saCl	18,5	8	5	25	0,35	200	630	I	I
Eolické sedimenty (typ Q4)	F5 F6	MI CI	Si, clSi	20,5	6	15	20	0,40	175	630	I	I
Zcel až silně zvětralé horniny (Pr1)	R6	MS,CS	(saSi, saCl)	21,0	15	15	25	0,32	250	700	I	II
	R5		-	23,0	50	80*	28*	0,25	300	1250	I-II	II
Mírně zvětralé až navětralé horniny (Pr2)	R3 / R2		-	26,0	2000	400*	40*	0,15	800	2500	III	III-IV

Pozn: uváděné parametry byly stanoveny na základě dostupných informací z archivních průzkumných děl, z nichž některé se nacházejí ve větší vzdálenosti od plánované stavby, parametry proto mají pouze orientační charakter a mohou se lišit od skutečnosti v místě plánované stavby.

Vysvětlivky:

- γ - objemová tíha, pod hladinou podzemní vody platí vztah $\gamma = \gamma - 10$
- E_{def} - modul deformace
- C_{ef} - efektivní soudržnost
- Φ_{ef} - efektivní úhel vnitřního tření
- ν - Poissonovo číslo
- R_p - předpokládaná únosnost
- $U_{v,t}$ - předpokládaná svislá tabulková únosnost pilot

Při hodnocení základových poměrů lze, podle údajů získaných při GT rešerši, lokalitu hodnotit jako území s cca stejnorodým průběhem základových půd s hladinou podzemní vody. Z tohoto důvodu má lokalita složité základové poměry.

Dle předaných informací se předpokládá výstavba tunelu pomocí hloubených podzemních stěn, jejichž založení je uvažováno v hloubce cca 12 – 13 m pod niveletou stávajících kolejí. Hloubení v tomto případě bude probíhat svrchu kvartérních deluviálních, fluviálních a eolických sedimentech, místně pak zároveň v navážkách. V úrovni od cca 329 m n. m. pak již bude zastiženo zcela a silně zvětralé skalní podloží. Předpokládáme, že skalní podloží je mírně ukloněno směrem k severu. Z toho vyplývá, že skalní podloží v severní části stavební jámy bude zastiženo pravděpodobně v úrovni cca 328 – 327 m n. m. Kvalita hornin skalního

podloží narůstá s hloubkou, níže pak přecházejí horniny do poloh mírně zvětralých až navětralých. Přejít mezi silně a mírně zvětralými horninami bude proměnlivý a postupný, lze ho předpokládat v hloubkách 2 – 10 m pod povrchem skalního podloží. Je tedy zřejmé, že podzemní stěny budou ve spodní části hloubené již v horninách mírně zvětralých až navětralých. Základová spára podzemních stěn lze předpokládat v prostředí geotechnického typu Pr2 s předpokládanou únosností $R_p = 800 \text{ kPa}$.

Horniny mírně zvětralé až navětralé mají zpravidla střední, místy až vysokou pevnost – R3, resp až R2 – a jsou středně až mírně rozpukané. Těžba tak bude závislá především na stupni rozpukání masivu a budou muset být použity speciální těžební stroje (např. hydrofréza). Zároveň těžbu bude komplikovat hladina podzemní vody, kterou lze předpokládat ve svrchní rozvolněné zóně skalního masivu.

V prostředí proterozoických hornin skalního podloží doporučujeme na základě zkušenosti z obdobných podmínek uvažovat s nízkou agresivitou vodního prostředí ve stupni XA1 dle ČSN EN 206. Konstrukce podzemních stěn doporučujeme ochránit před působením vodního prostředí.

Při hloubení stavební jámy doporučujeme její stěny zajistit vrtaným záporovým pažením, vetknutým do silně zvětralých hornin skalního podloží, spolu s kotvením. Stavební jámu doporučujeme zajistit proti přítokům podzemní vody z jejích stěn. Především v období se zvýšenými atmosférickými srážkami bude docházet k jejím výronům u báze kvartérních sedimentů v prostředí svrchní rozvolněné zóny hornin skalního podloží. Podzemní vodu bude nutné organizovaně svést do jímek a čerpat.

5. ZÁVĚR

Předkládaná geotechnická rešerše pro plánovanou výstavbu tunelu na silnici I/20 v úseku Jasmínová – Jateční v Plzni podává projektantovi základní informace o geologických, hydrogeologických a geotechnických poměrech zájmového území.

Základové poměry v podloží budoucího objektu hodnotíme z důvodu předpokládané hladiny podzemní vody jako složité, v rozsahu staveniště předpokládáme výskyt relativně stejnorodých základových půd. Budoucí objekt bude založen hlubinně pomocí podzemních stěn. Zjištění a doporučení z nich vycházející jsou uvedeny v kapitolách 3 a 4. Nedílnou součástí zprávy jsou přílohy, uvedené za textem.

Závěrem upozorňujeme, že se jedná pouze o rešerši archivních geologických a mapových podkladů. Předkládané výsledky jsou tak pouze orientačního charakteru. Před realizací stavby je nutné provést řádný inženýrskogeologický průzkum, který upřesní geologickou stavbu v místě plánovaného tunelu a parametry základových půd a poskytne zpřesnění informací o hladině podzemní vody.

Inženýrskogeologický průzkum by měl ověřit především následující informace:

- úroveň skalního podloží a přechod do mírně zvětralých až navětralých hornin,
- stupeň zvětrání a stupeň rozpukání hornin skalního masivu s ohledem na možnost rozpojitelosti, stanovení pevnosti hornin v tlaku,
- úroveň hladiny podzemní vody a její agresivitu.