

Zakázka: HZZ K-H – akumulční nádrž Hrabětice – IG a HG průzkum
Evidenční číslo zakázky: 149/2019
Evidenční číslo Geofondu: 5123/2019
Realizace zakázky: říjen – listopad 2019
Zadavatel: Česká republika – Státní pozemkový úřad, Husinecká 1024/11a, 130 00 Praha 3 - Žižkov

HZZ K-H – akumulční nádrž Hrabětice

**Inženýrskogeologický a hydrogeologický
průzkum**

závěrečná zpráva

Zpracoval: 

Odpovědný řešitel: 

Statutární zástupce: 

OBSAH

strana

1. ÚVOD	3
2. ZÁKLADNÍ INFORMACE O PROJEKTOVANÉM STAVEBNÍM ZÁMĚRU	3
3. DOSAVADNÍ GEOLOGICKÁ PROZKOUMANOST ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	4
4. SOUHRN PŘÍRODNÍCH POMĚRŮ PŘEDMĚTNÉ LOKALITY V ŠIRŠÍM MĚŘÍTKU	5
5. EXISTENCE OCHRANNÝCH PÁSEM V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ (STŘETY ZÁJMŮ)	8
6. ROZSAH A METODIKA PROVEDENÝCH PRŮZKUMNÝCH PRACÍ	8
7. VÝSLEDKY INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉHO A HYDROGEOLOGICKÉHO PRŮZKUMU	10
7.1 Charakteristika geologického profilu na lokalitě	10
7.2 Souhrn inženýrskogeologických a geotechnických vlastností zemin a hornin (charakteristické hodnoty)	11
7.3 Posouzení zemin a hornin z hlediska využitelnosti při následných zemních pracích	12
7.4 Těžitelnost zemin a hornin	12
7.5 Údaje o podzemní vodě	13
8. ZÁVĚR A NÁSLEDNÁ DOPORUČENÍ	16
9. SEZNAM CITOVANÉ LITERATURY, TECHNICKÝCH A LEGISLATIVNÍCH PŘEDPISŮ	17

SEZNAM PŘÍLOH

A. Grafické

- A.1 Přehledná situace zájmového území
- A.2 Podrobná situace zájmového území
- A.3 Petrografické profily průzkumných vrtů
- A.4 Geologické řezy zájmovým územím

B. Dokumentační

- B.1 Fotodokumentace terénních prací
- B.2 Technická zpráva o provedení vrtných prací
- B.3 Dokumentace hydrodynamické zkoušky
- B.4 Protokoly o výsledcích laboratorních zkoušek mechaniky zemin

B.5 Protokol o výsledcích zkoušky agresivity podzemní vody

B.6 Evidenční list geologických prací

1. ÚVOD

Na základě smlouvy o dílo č. [REDAKCE] uzavřené s objednatelem uskutečnila společnost [REDAKCE] geologické průzkumné práce pro výstavbu akumulční zvlahové nádrže v Hraběticích.

Připravovaný stavební záměr je situován na pozemku p.č. 10944 v k.ú. Hrabětice - viz příloha č.A.1, A.2.

Výchozí zařazení stavebního záměru klasifikuje zhotovitel průzkumu do 2.geotechnické kategorie ve smyslu ČSN EN 1997-1, 2.třídy rizika.

Rozsah průzkumných prací vycházel z požadavků zadavatele, resp. potřeb projektanta pro současnou etapu projekčních prací a byl specifikován v nabídce prací č.255/2019/Po/1.

V této etapě průzkumných prací byly vyhloubeny 4 ks jádrových vrtů JV1–JV4 do hloubky 7 m.

Na realizaci zakázky se kromě řešitelské organizace subdodavatelsky podílely firmy uvedené přehledně v tab.č.1.1.

Tab.č.1.1.: Přehled subdodavatelských firem

Název společnosti	specifikace subdodavatelských prací
[REDAKCE]	akreditované laboratoře v oblasti chemických, radiochemických, mikrobiologických a fyzikálních měření
[REDAKCE]	akreditovaná laboratoř mechaniky zemin a hornin
[REDAKCE]	vrtné práce

V předložené zprávě jsou popsány základní údaje o projektovaném stavebním záměru, přírodní poměry zájmového území zaměřené na analýzu přírodních jevů a antropogenních vlivů, informace o jeho dosavadní geologické prozkoumanosti, a jsou zde postupně vyhodnoceny výsledky terénních průzkumných prací.

Cílem průzkumu je získání podkladů o horninovém prostředí pro řešení spolupůsobení horninového prostředí se stavbami, a to v průběhu celého jejich životního cyklu, to znamená během jejich přípravy, navrhování, výstavby a jejich provozu.

V inženýrskogeologické části je provedena klasifikace a zařazení zastižených zemin a hornin dle jejich geotechnických vlastností, včetně údajů o jejich genezi, stanovení údajů o pevnostních a přetvárných charakteristikách a technologických vlastnostech zastižených zemin a hornin, dále posouzení svrchních vrstev pro výstavbu či možnost jejich druhotného využití a údaje o podzemní vodě.

Geologický průzkum byl zpracován v rozsahu zadávacích podmínek a dle požadavku objednatele. Terénní a vyhodnocovací práce byly uskutečněny v souladu s ustanoveními platných právních předpisů, státních a oborových normativů.

Dle vyhlášky č.282/2001 Sb. byl vyhotoven evidenční list geologických prací a zakázka byla řádně zaevidována u České geologické služby – Geofondu ČR pod číslem 5123/2019.

2. ZÁKLADNÍ INFORMACE O PROJEKTOVANÉM STAVEBNÍM ZÁMĚRU

Záměrem stavebníka je vybudování akumulční nádrže k doplnění závlahové soustavy Krhovice – Hevlín v požadovaném objemu 10 000 m³. Objekt je navržen v koncové části závlahového kanálu N1 u objektu ČS 6,7,8 na pozemcích v k.ú. Hrabětice.

Bližší údaje o projektovaném záměru nejsou známy. Vlastní stavbu bude představovat pravidelný betonový bazén s ohrázením a utěsněným dnem a stěnami o předpokládaných rozměrech 100 x 50 m, hloubce vody 2 m a převýšení ohrázení nad okolní terén do 2 m.



Obr.č.2.1: Pohled na prostor budoucí výstavby ke dni 31.10.2019 (od jihu)

Místo stavby:

Kraj:	Jihomoravský	CZ064
Okres:	Znojmo	CZ0647
Obec:	Hrabětice	594130
Katastrální území:	Hrabětice	646431
Parcelní číslo pozemku:	10944	

3. DOSAVADNÍ GEOLOGICKÁ PROZKOUMANOST ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Přímo na pozemcích nového stavebního záměru nebo v jejich těsné blízkosti nejsou evidovány žádné archivní průzkumné práce podávající informaci o geologickém profilu. Nejbližší průzkumná činnost byla ověřena na základě šetření v archivu Geofondu ČR Praha [15].

Ve vzdálenosti cca 560 m vjv. směrem od okraje předmětného pozemku je evidován archivní vrt D6 [6] s hloubkou 5,5 m. Profil tohoto vrtu poskytl základní informaci o geologické skladbě území, tj. profil s převahou zvodněných štěrkopísčitých kvartérních formací a neogenní jíly v podloží, a vyjasnily dimenzi a charakter vlastních průzkumných prací na lokalitě.

Ptáčková D.: Výsledky hydrogeologického průzkumu za účelem zajištění vodního zdroje pro zásobování skupinového vodovodu obce Drnholec a okolí. Geologický průzkum Praha, závod stavební geologie, 1959.

Označení vrtu: **D-6**

Souřadnice: **X: 1203455 m; Y: 616040 m; Z: 177,70 m n.m.**

0,0–0,5 m	hlína písčítá, šedohnědá, humózní – Q
0,5–1,1 m	písek jílovitý, žlutobílý, jemnozrný – Q
1,1–2,3 m	písek křemitý jemnozrný zastoupení horniny - 30 % žlutobílý, štěrk max. velikost částic 3 cm max. velikost částic 5 cm, jíl písčítý, žlutohnědý, pevný – Q
2,3–4,5 m	písek hrubozrný zastoupení horniny - 90 % žlutobílý, štěrk max. velikost částic 2 cm - Q
4,5–5,5 m	jíl slabě písčítý, světle šedý – Ng

Ustálená hladina podzemní vody byla naměřena v hloubce 1,3 m.

4. SOUHRN PŘÍRODNÍCH POMĚRŮ PŘEDMĚTNÉ LOKALITY V ŠIRŠÍM MĚŘÍTKU

Předmětné území se nachází v extravilánu obce Hrabětica cca 2 km východním směrem od centra. V současné době je prostor využíván jako zemědělská půda. Severní hranici tvoří závlahový kanál náhonu N1 Krhovice - Hevlín, jižní pak komunikace k lokalitě Trávní Dvůr.

Geomorfologické poměry

Užší zájmové území dané pozemkem p.č. 10944 (k.ú. Hrabětica) tvoří mírný svah se sklonem cca 2–3% (1–2°) ve směru k jihovýchodu. Nadmořská výška se pohybuje od cca 181 do 184 m n.m. Přehledná situace zájmového území tvoří přílohu č.A.1.

Z hlediska regionálně-geomorfologického členění ČR lze území začlenit následovně [11]:

Provincie –	Západní karpáty
Subprovincie –	Vněkarpatské sníženiny
Oblast –	Západní vněkarpatské sníženiny
Celek –	Dyjsko-svratecký úval
Podcelek –	Drnholecká pahorkatina
Okresek –	Hrabětická plošina

Klimatické poměry

Zájmové území řadíme dle klimatické rajonizace ČR do klimatického rajónu T4, který je charakterizován velmi dlouhým, velmi teplým a velmi suchým létem, velmi krátkým přechodným obdobím s teplým jarem a podzimem. Zima je krátká, mírně teplá, suchá až velmi suchá, s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky [7].

Nejvyšší průměrné teploty vzduchu jsou z dlouhodobého měření dle databáze Českého hydrometeorologického ústavu [10] v červenci 19,1°C, naopak nejchladnějším měsícem je leden s průměrnou teplotou -1,9°C. Průměrná roční teplota je 9,2°C. Teplotní data (viz tab.č.4.1) odpovídají statistickému vyhodnocení pro obec Hrabětica v letech 1951–1980.

Tab.č.4.1: Průměrná teplota vzduchu za období 1951–1980, stanice Hrabětice

měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	rok
teplota [°C]	-1,9	0,1	4,1	9,4	14,3	17,8	19,1	18,4	14,6	9,2	4,4	0,3	9,2

Dlouhodobý průměrný roční úhrn atmosférických srážek zjištěný za stejné období byl 476 mm (viz. tab.č.4.2), s maximem v červnu (71 mm) a minimem srážkových úhrnů v měsíci únoru (23 mm).

Tab.4.2: Průměrné úhrny srážek, stanice Hrabětice

měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	celkem
srážky [mm]	24	23	26	33	52	71	64	55	36	32	34	27	476

Z hlediska doplňování zásob podzemních vod je rozdělení srážek během roku velmi nepříznivé. Nejvíce srážek spadne v letním období, kdy je největší výpar a evapotranspirace vlivem vegetačního krytu. Na infiltraci do kolektorů připadá v této době jen nepatrná část ze spadlých srážek. Intenzivní doplňování zásob podzemních vod probíhá zejména v jarních měsících, popř. již koncem zimního období, kdy jsou ale srážkové úhrny poměrně nízké.

Hydrologické poměry

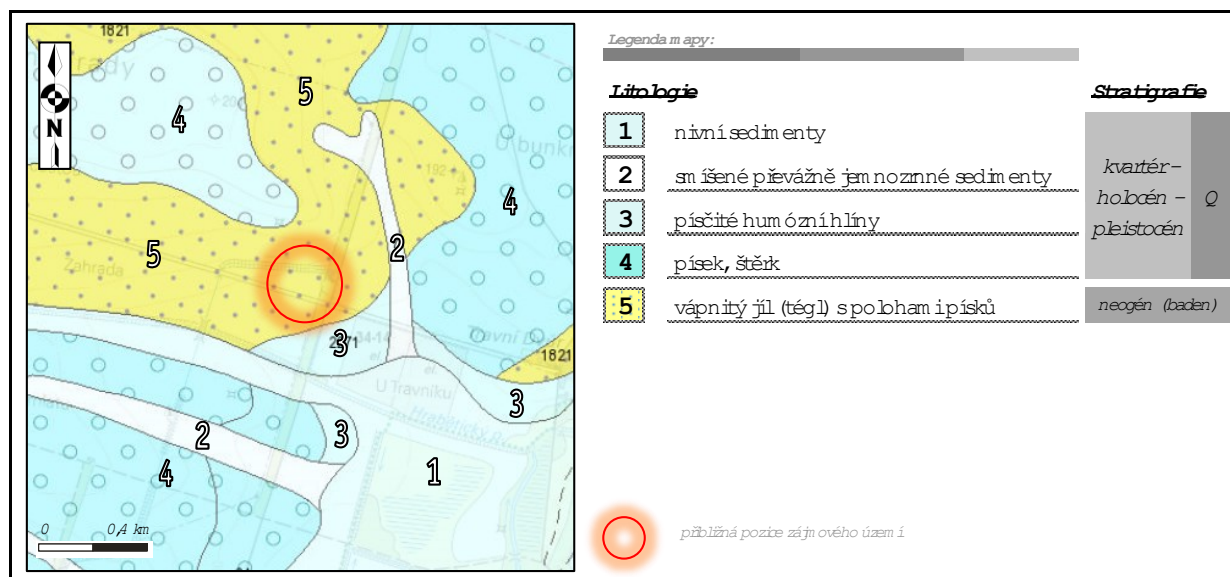
Dle hydrologické rajonizace ČR spadá zájmové území k povodí 3. řádu „Dyje od soutoku Moravské a Německé Dyje po Jevišovku“, k dílčímu povodí 4. řádu „Hrabětický potok“ s číslem hydrologického pořadí 1-14-02-0890-0-00 a povodím o rozloze 3,6 km² [12].

Koryto Hrabětického potoka je od lokality vzdálené cca 0,2 km jižním směrem. Hydrogeologické poměry území jsou významně ovlivněny koexistencí se závlahovým systémem Krhovice – Hevlín.

Geologické poměry

Předkvartérní podloží

Z regionálně geologického hlediska je lokalita situována v jižní části karpatské předhlubně, která je vyplněna komplexem neogenních a kvartérních sedimentů. Krystalinický fundament je tvořen horninami patřící regionálně k moraviku a krhovickému krystaliniku [2,13].



Obr.č.4.1: Geologická mapa zájmového území a jeho okolí – upraveno [13]

Předkvartérní podloží je v rámci zájmového území tvořeno mořskými usazeninami neogénu (badenu). Litologicky jsou reprezentovány vápnitými jíly (tzv. „tégly“), které se často střídají s různě mocnými polohami jemnozrnných vápnitých písků.

Kvartérní podloží

Neogenní sedimenty jsou v zájmovém území překryty kvartérními fluvialními usazeninami řeky Dyje. Ty jsou přítomny ve dvou nivních stupních. Starší se nachází 2 až 3 m nad hladinou řeky a je zaplavován jen při větších povodních. Jeho mocnost podél toku Dyje je kolem 5 m. Nižší nivní stupeň je vymezen úrovní 2 až 2,5 m nad hladinou Dyje a před výstavbou přehradních hrází u Vranova nad Dyjí a Znojma byl zaplavován několikrát ročně.

Plošná distribuce jednotlivých litologických typů v širším okolí zájmové lokality je vyobrazena na výřezu geologické mapy na obr.č.4.1.

Doplňující charakteristika průzkumem zastižených litologických vrstev je obsahem kap.č.7.1 a grafické geologické dokumentace v přílohách č.A.3 a č.A.4.

Stabilitní poměry

Dle databáze archivních materiálů z registru sesuvů v Geofondu ČR [14] není zájmová lokalita vymezena jako aktivní ani potenciální sesuvné území. Archivní průzkumy ani geologická či morfologická stavba území neindikují predispozice k svahovým nestabilitám.

Hydrogeologické poměry

Z regionálně hydrogeologického hlediska spadá lokalita k rajónu č. 2241 „Dyjskosvratecký úval“ (útvár č. – 22410 „Dyjskosvratecký úval“, základní pozice). Nadložní kvartérní kolektor odpovídá rajónu č. 1641 „Kvartér Dyje“ (útvár č. 16410 „Kvartér Dyje“, svrchní pozice) [5,9].

Neogén

Pro neogenní sedimenty jsou typické časté litofaciální změny ve vertikálním i v horizontálním směru, což způsobuje nepravidelné střídání průlinových vrstevních kolektorů (písky, pískovce) a izolátorů (vápnité jíly, jílovce), které do sebe prstovitě přecházejí a navzájem se zastupují. V tomto rajónu obecně nelze předpokládat významnější proudění podzemních vod (transmisivita je v rozpětí $n \cdot 10^{-5}$ až $n \cdot 10^{-4}$ m²/s). Infiltrace bývá značně omezena mezilehlými polohami pelitů. K intenzivnějšímu proudění podzemních vod dochází pouze tam, kde jsou neogenní kolektory, především badenská bazální klastika, zachovány v příčných depresích a výběžcích sedimentů předhlubně. Propustnost kolektorů je většinou průlinová, hladina podzemní vody bývá většinou napjatá díky nadložním izolátorům. Chemismus vod odpovídá nejčastěji typu Ca-HCO₃, někdy s lokálním zvýšením obsahu sodíku a hořčíku. Nízký je obsah dusičnanů, zvýšené bývají koncentrace železa a manganu. Mineralizace obvykle kolísá mezi 0,5-0,8 g/l [4].

Kvartér

Kvartérní kolektor představují rozsáhlé fluviální akumulace v Dyjsko-svrateckém úvalu. Fluviální písčité sedimenty nejnižší, würmské terasy, jsou obvykle zvodněné v celé mocnosti 5–7 m, a charakteristické převládajícím základním typem Ca-HCO₃, při celkové mineralizaci 0,3–0,6 g/l [4]. Jedná se o prostředí s průlinovou propustností. Koeficient filtrace těchto zvodněných sedimentů údolní nivy se pohybuje většinou v rozmezí hodnot $k_f = n \cdot 10^{-3} - n \cdot 10^{-4}$ m/s.

Směr proudění mělkých podzemních sleduje spád povrchu terénu tj. ve směru k jihovýchodu.

5. EXISTENCE OCHRANNÝCH PÁSEM V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ (STŘETY ZÁJMŮ)

Zájmové území bylo prověřeno z pohledu, zda se nenachází v území chráněném zvláštními právními předpisy dle zákona č.114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny, zákona č.254/2001 Sb. o vodách a zákona č.44/1988 Sb. – zákon o ochraně a využití nerostného bohatství (ano – nachází, ne – nenachází). Jednalo se o:

- Chráněné ložiskové území – ne
- Chráněná území
 - Velkoplošná chráněná území – ne
 - Maloplošná chráněná území – ne
 - Evropsky významná lokalita – ne
- Mezinárodně významné části přírody
 - EU Evropsky významná lokalita – ne
 - EU Ptačí oblast – ne
 - IUCN Ramsarský mokřad – ne
 - UNESCO Biosférická rezervace – ne
 - UNESCO Geopark – ne
- Přírodní park – ne
- Chráněné území přirozené akumulace vod – ne
- Chráněné území přirozené akumulace povrchových vod – ne
- Ochranné pásmo vodních zdrojů – ne
- Ochranné pásmo vodárenských nádrží – ne
- Záplavové území pro stoletou vodu Q₁₀₀ – ne
- Poddolované území – ne

Pozn.: Údaje o oblastech chráněných zvláštními právními předpisy získávány standardní cestou ze státem provozovaných elektronických databází. Jednalo se o databázi HEIS (Hydroekologický informační systém provozovaný Výzkumným ústavem vodohospodářským T.G. Masaryka, v.v.i.) a o databázi Národního geoportálu INSPIRE, provozovanou Státním fondem životního prostředí České republiky. Výše uvedené informace jsou platné v době zpracování této zprávy, tedy v listopadu 2019. Ochranná pásma technické infrastruktury je nutné řešit v rámci přípravy projektu.

6. ROZSAH A METODIKA PROVEDENÝCH PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

Rozsah průzkumných prací byl specifikován v nabídce prací N255/2019/Po/1 a vycházel z prvotních požadavků projektanta a technických předpisů na geologický průzkum pro stavby 2.geotechnické kategorie dle ČSN EN 1997–1 a danou etapu průzkumu dle ČSN 73 1005.

Pro potřeby průzkumu byly realizovány 4 ks jádrové vrty JV1–JV4 do hloubky 7 m p.t. Hlavní terénní práce byly provedeny dne 31.10.2019.

Průzkumné vrty byly hloubeny pomocí vrtné soupravy Wirth B01 (viz příloha č.B.1 – obr.č.1) na podvozku Mercedes Atego, a to bezvýplachovou jádrovou technologií s \varnothing jádrovnice 156 a 137 mm.

Vrt JV4 byl pro potřebu provedení hydrodynamické čerpací zkoušky dočasně vystrojen PVC DN125 mm s perforací v etáži 1,0–7,0 m.

Celkem bylo odvrtáno 28 bm.

Technická zpráva o vrtných pracích je obsahem přílohy č.B.2.

Aktuálně provedené průzkumné práce jsou přehledně shrnuty v tab.č.6.1.

Tab.č.6.1: Přehled provedených průzkumných geologických prací

Označení vrtu	Y	X	nadmořská výška terénu [m n.m.]	účel vrtu	konečná hloubka [m]
průzkumné práce aktuálně provedené					
JV1	616588,54	1203277,45	181,33	IG	7,0
JV2	616588,30	1203209,12	182,69	IG	7,0
JV3	616638,26	1203200,63	183,45	IG	7,0
JV4	616653,31	1203258,49	182,49	HG	7,0

vysvětlivky: IG...inženýrskogeologický průzkumný nevystrojený vrt
HG...hydrogeologický průzkumný dočasně vystrojený vrt

Během hloubení průzkumných vrtů bylo vrtné jádro makroskopicky popsáno a klasifikováno v souladu s ČSN EN ISO 14688-1 (resp. ČSN 73 1005).

V průběhu popisu vrtného jádra byla doplňkově prováděna ruční penetrometrická měření na určení prosté pevnosti v tlaku a byly odebírány vzorky zemin k laboratorním rozborům geomechanických vlastností.

Realizované průzkumné vrty byly po dokumentaci, odběru vzorků a změření hladiny podzemní vody dne 11.11.2019 likvidovány hutněným záhozem a výškopisně a polohopisně zaměřeny.

Zkoušky mechaniky zemin a kvalitativní analýzy podzemních vod byly stanoveny v laboratořích akreditovaných dle ČIA.

K laboratorním rozborům mechaniky zemin byly odebrány čtyři porušené a jeden technologický vzorek zemin se zaznamenáním hloubky a místa jejich odběru v třídě kvality 3 ve smyslu ČSN 73 1005 (tab.3). Kompletní laboratorní protokoly mechaniky zemin jsou obsahem přílohy č.B.4. Zde je uvedena i podrobná metodika zkoušek.

Dále byly odebrán jeden vzorek podzemní vody z vrtu JV1 za účelem zjištění agresivity na betonový základ dle ČSN EN 206. Kompletní protokol je dokladován v příloze č.B.5.

Hydrodynamická čerpací zkouška byla uskutečněna dne 11.11.2019 a provedena v režimu neustáleného proudění podzemní vody v intervalech dle metodiky ČSN EN ISO 22282-4. Její dokumentace je uvedena v příloze č.B.3.

Čerpaná voda byla odváděna volně na terén. Vydatnost čerpání byla měřena vodoměrem a ověřena kalibrovanou odměrnou nádobou o objemu 20 l.

Pro průzkumné práce byla využita následující technika:

- *elektrokontaktní kabelový hladinoměr G20* (měření hloubky hladiny podzemní vody)
- *manometrické sondy Solinst Levellogger* (měření hloubky hladiny podzemní vody)
- *multifunkční přístroj WTW – pH/Cond 340i* (elektrochemická měření)
- *čerpadlo Ruche 1 NG* (hydrodynamické zkoušky)

7. VÝSLEDKY INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉHO PRŮZKUMU

7.1 Charakteristika geologického profilu na lokalitě

V zájmovém území bylo provedeno celkem 4 ks průzkumných vrtů do hloubky 7 m rozmístěných v rozích pozemku p.č. 10944 (k.ú. Hrabětice), kde se plánuje výstavba akumulční nádrže.

S přihlédnutím ke stratigrafii, litologii a kvalitativním charakteristikám laboratorně stanovených a makroskopicky zjištěných v terénu byly materiály, zastížené v zájmovém prostoru, rozčleněny do geotechnických typů dle tabulky č.7.1.1 dále, slučující zeminy a horniny vyznačující se stejnými fyzikálními a geomechanickými vlastnostmi.

Přehled fyzikálně-mechanických, případně i přetvárných charakteristik je uveden v samostatné tabulce č.7.2.1.

Plošná a prostorová distribuce zemin jednotlivých geotechnických typů je znázorněna v geologických řezech v příloze č.A.4.

Tab.č.7.1.1.: Přehled geotechnických typů

G- typ	G- podtyp	Geneze	Stáří		Základní petrografický popis	Třída zeminy dle ČSN 73 6133
GT0		pedologické procesy	KVARTÉ R	Q (holocén)	kulturní vrstvy - ornice a podorniční	F6
GT1	GT1A	mořský sediment	TERCIÉR	neogén, baden	vysoce plastické jíly tuhé konzistence	F8
	GT1B				vysoce plastické jíly pevné konzistence	
	GT1C				vysoce plastické jíly tvrdé konzistence	
	GT1D				středně plastické jíly tvrdé konzistence až charakteru poloskalní horniny	F6 (R6)

GT2		hlinité písky	S4
-----	--	---------------	----

Kulturní vrstvy (ornice a podorniční) GT0

Humózní horizont kulturních vrstev byl identifikován v místech téměř všech průzkumných vrtů v mocnosti od 0,5 do 1,0 m. Tvoří jej černě zbarvené jílovité hlíny tuhé konzistence.

Tyto zeminy nemají z hlediska založení objektu význam, a proto nejsou dále hodnoceny. Předpokládá se jejich sejmutí v ploše výstavby (na základě doporučení pedologického průzkumu) a zpětné využití, případně poskytnutí k zúrodnění jiných ploch.

Mořské neogenní jíly až málo zpevněné jílovce GT1A–D

Tvoří na lokalitě hlavní zeminový typ ve svrchní části geologického profilu v etáži založení nádrže. Klasifikačně převažují zeminy typu jílu s vysokou až velmi vysokou plasticitou F8 CH (CV). Barva těchto zemin je světle šedo- zelenohnědá s bílými povlaky vysrážených síranů. Dle konzistence a tedy míry pevnosti zemin jsou vyčleněny 4 subtypy – tuhé jíly GT1A, pevné GT1B a tvrdé již na hranici poloskalní horniny GT1C. Subtyp GT1D zahrnuje mírně prachovité jíly F6 CI, rovněž na úrovni slabě zpevněné horniny.

Písčité proplástky až méně mocné polohy GT2

Jsou uzavřené v okolních jílech a byly ověřeny pouze v malé míře v místě vrtu JV2 a v podobě významnějších proloh pak i v místě vrtu JV3, kde nesou poměrně intenzivní zvodnění. Písky jsou střednězrné stejnozrné v tl. vrstev od 1 do 4 dm uložené v etáži 1,1–2,1 m p.t.

Podzemní voda

Hladina podzemní vody byla zastižena všemi vrty, je vázaná na granulometricky příhodné polohy v jílech a nastoupala do úrovně 1,11–1,46 m p.t. Výškové a základní kvalitativní parametry podzemní vody jsou dále uvedeny a diskutovány v kap.č.7.5.

7.2 Souhrn inženýrskogeologických a geotechnických vlastností zemin a hornin (charakteristické hodnoty)

Zastiženým zeminám a horninám v rozsahu vyčleněných geotechnických typů dle tab.č.7.1.1 byly přiděleny charakteristické hodnoty fyzikálně mechanických, případně i přetvárných parametrů (viz tab.č.7.2.1). Hodnoty těchto parametrů jsou získávány přednostně z výsledků provedených laboratorních zkoušek, případně pomocí korelačních vztahů, odborné literatury a technických předpisů, a tvoří v souladu s článkem 2.4.5.2 EN 1997-1:2004 základ pro výběr charakteristických hodnot vlastností zemin a hornin použitých v návrhu geotechnických staveb.

Vymezené geotechnické typy reprezentují zeminy a horniny s rozdílnými geotechnickými vlastnostmi, které jsou vertikálně a horizontálně definované v geologických řezech v příloze č.A.4.

Tab.č.7.2.1: Charakteristické hodnoty zastižených zemin a hornin doporučené pro geotechnické výpočty

geotechnický typ			GT1A	GT1B	GT1C	GT1D	GT2	
třída zeminy ČSN 73 6133			F8 CH (CV)			F6 CI (R6)	S4 SM	
konzistence/ulehlost ČSN 73 6133			tuhá	pevná	tvrdá	tvrdá	středně ulehlý	
třída zeminy ČSN EN ISO 14688-2			C1				sisa	
konzistence/ulehlost ČSN EN ISO 14688-2			měkká/tuhá	tuhá/pevná		velmi pevná	středně ulehlý	
Veličina		jednotka	rozsah hodnot ¹⁾					
přirozená vlhkost	w	[%]	28,4-31,6	21,1	-	-	-	
stupeň konzistence	I _c	-	0,87-0,92	1,07	-	-	-	
index plasticity	I _p	[%]	41-45	40	-	-	-	
koeficient filtrace (z křivky zrnitosti) ²⁾	k _f	[m s ⁻¹]	4,1E-10 až 9,2E-11	9,2E-11	-	-	-	
Veličina		jednotka	rozsah hodnot ³⁾					
objemová tíha zeminy	γ	[kN/m ³]	19,0	19,5	20,5	21,0	18,5	
Poissonovo číslo	ν	[-]	0,43-0,44	0,41-0,42	0,39-0,40	0,37-0,38	0,30-0,31	
totální soudržnost	C _u	[kPa]	65-75	100-110	130-140	140-150	-	
totální úhel vnitřního tření	φ _u	[°]	4-6	9-11	13-15	14-16	-	
deformační modul	E _{def}	[MPa]	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	
edometrický modul	E _{oed}	[MPa]	5-10	10-15	13-17	15-19	13-17	
efektivní soudržnost	C _{ef}	[kPa]	16-19	17-20	20-23	25-28	3-5	
efektivní úhel vnitřního tření	φ _{ef}	[°]	15-17	18-20	21-23	22-24	29-30	
pevnost horniny v prostém tlaku	σ _c	[MPa]	-	-	0,5-1,0	1,0-1,5	-	
tabulková výpočtová únosnost ⁴⁾	šířka základu 0,5 m	R _{ot}	[kPa]	80	160	200	250	220
	šířka základu 1 m							
	šířka základu 3 m							
	šířka základu 6 m							

¹⁾hodnoty zjištěné exaktně na základě výsledků laboratorních zkoušek

²⁾filtrační součinitel byl stanoven empirickým výpočtem se zrnitostí křivky podle Jákyho

³⁾hodnoty vycházející ze směrných normových charakteristik dle ČSN 731001 "Základová půda pod plošnými základy" (norma již není v platnosti, hodnoty uvedené v normě jsou pouze orientační) a upřesněné dle publikace "Mechanika zemín, inženýrská geologie a hydrogeologie v praxi" [8] a dílčích laboratorních rozborů

⁴⁾hodnoty výpočtové únosnosti při hloubce založení 0,8-1,5 m a šířku základu ≤ 3 m

Kompletní laboratorní protokoly mechaniky zemín jsou obsahem přílohy č.B.4.

7.3 Posouzení zemín a hornin z hlediska využitelnosti při následných zemních pracích

Z hlediska využitelnosti při výkopových pracích připadají v úvahu zejména zeminy geotechnických typů GT0, GT1A a GT1B. Zeminy a slabě zpevněné horniny GT1C a GT1D budou dotčeny jen minimálně vzhledem k jejich hloubkovému uložení, u písků GT2 není reálná jejich selekce při odtěžbě, a tedy jejich druhotné využití.

Zeminy GT0 nelze uvažovat pro navazující zemní práce vzhledem k vysokému obsahu organického podílu. Jílovité zeminy GT1A a GT1B jsou vzhledem k převaze jemné prachovité a jílovité složky při napojení vodou nestabilní a velmi rozhrdávavé. Podle Schaibleho kritérií namrzavosti se jedná o zeminy vysoce namrzavé. Hodnota únosnosti CBR resp. IBI byla laboratorně stanovena mezi 7–8%, což je hodnota podlimitní pro využití neupravených zemín do násypu (min. 10% IBI dle ČSN 73 6133) a proto hodnotíme tyto zeminy jako **nehodné** do násypu a rovněž **nehodné** pro podloží vozovky (aktivní zóny).

V případě nutnosti použití do zemního tělesa bude nutné kvalitativní parametry zemín geotechnických typů GT1A a GT1B zvýšit úpravou pomocí vápenatých pojiv, případně je nahradit kvalitnějšími a únosnějšími materiály.

Tab.č.7.3.1: Orientační posouzení vlastností zemín z hlediska dalšího využití

G-typ (podtyp)	klasifikace zeminy/horniny	vhodnost do násypu	vhodnost pro podloží vozovky (aktivní zónu)	namrzavost
		ČSN 73 6133		
GT0	F6 CI	nevhodné	nevhodné	vysoce namrzavé
GT1A	F8 CH (CV)	nevhodné	nevhodné	vysoce namrzavé
GT1B	F8 CH (CV)	nevhodné	nevhodné	vysoce namrzavé
GT1C	F8 CH (CV)	nevhodné	nevhodné	vysoce namrzavé
GT1D	F6 CI (R6)	podmínečně vhodné	nevhodné	nebezpečně namrzavé
GT2	S4 SM	podmínečně vhodné	podmínečně vhodné	namrzavé

Tab.č.7.3.2: Orientační stanovení sklonu dočasných a trvalých svahů

G-typ (podtyp)	klasifikace zeminy/horniny	doporučené sklony šikmých svahů u dočasných výkopů s maximální hloubkou 3 m (výška : délka) pro nepodmáčené výkopy	doporučené sklony šikmých svahů u trvalých výkopů s maximální hloubkou 3 m (výška : délka) pro nepodmáčené výkopy
GT0	F6 CI	1 : 0,25 až 1 : 0,50	1 : 1 až 1 : 1,25
GT1A	F8 CH (CV)	1 : 0,25 až 1 : 0,40	1 : 1 až 1 : 1,25
GT1B	F8 CH (CV)	1 : 0,25 až 1 : 0,40	1 : 1 až 1 : 1,25
GT1C	F8 CH (CV)	1 : 0,50 až 1 : 0,75	1 : 1,25 až 1 : 1,5
GT1D	F6 CI (R6)	1 : 0,50 až 1 : 0,75	1 : 1,25 až 1 : 1,5
GT2	S4 SM	1 : 0,75 až 1 : 1	1 : 1,5 až 1 : 2

7.4 Těžitelnost zemin a hornin

Veškeré průzkumem ověřené materiály řadíme dle normy ČSN 73 6133 do I. třídy rozpojitelnosti a těžitelnosti. Těžba je prováděna běžnými výkopovými mechanismy (buldozery, rypadla, ručně prováděné výkopy).

Pozn.: Klasifikace tříd těžitelnosti dle již neplatné normy ČSN 73 3050 je uvedena rovněž v profilech v příloze č.A.3.

Tab.č.7.4.1: Klasifikace do tříd těžitelnosti

G-typ	třída těžitelnosti ČSN 73 6133	třída těžitelnosti ČSN 73 3050*
GT0	I	2
GT1A	I	3
GT1B	I	4
GT1C	I	4
GT1D	I	4
GT2	I	3

* neplatná norma

7.5 Údaje o podzemní vodě

Podzemní voda, která byla v zájmovém území vrtnými pracemi přímo zastižena, patří ke komplexu neogenní zvodně vázané zpravidla na písčité proplásky, případně diskontinuity v jílovité formaci.

Hladina podzemní vody je spojitá a sleduje výškově terén – aktuálně se pohybuje v hloubce 1,11–1,46 m p.t. tj. na kótě 179,89–181,58 m n.m. Generelní směr proudění podzemní vody v prostoru stavby sleduje sklon povrchu terénu (viz obr.č.7.5.2).

Výškové údaje naražené a ustálené hladiny podzemní vody jsou uvedeny v tab.č.7.5.1.

Tab.č.7.5.1: Úrovně hladiny podzemní vody (PV)

Vrt	Y	X	nadmořská výška terén [m n.m.]	Ustálená hladina PV			Naražená hladina PV	
				[m p. t.]	[m n. m.]	datum měření	[m p. t.]	[m n. m.]
JV1	616588,54	1203277,45	181,33	1,44	179,89	11.11.2019	-	-
JV2	616588,30	1203209,12	182,69	1,11	181,58		-	-
JV3	616638,26	1203200,63	183,45	1,45	182,00		1,30	182,15
JV4	616653,31	1203258,49	182,49	1,46	181,03		6,00	176,49

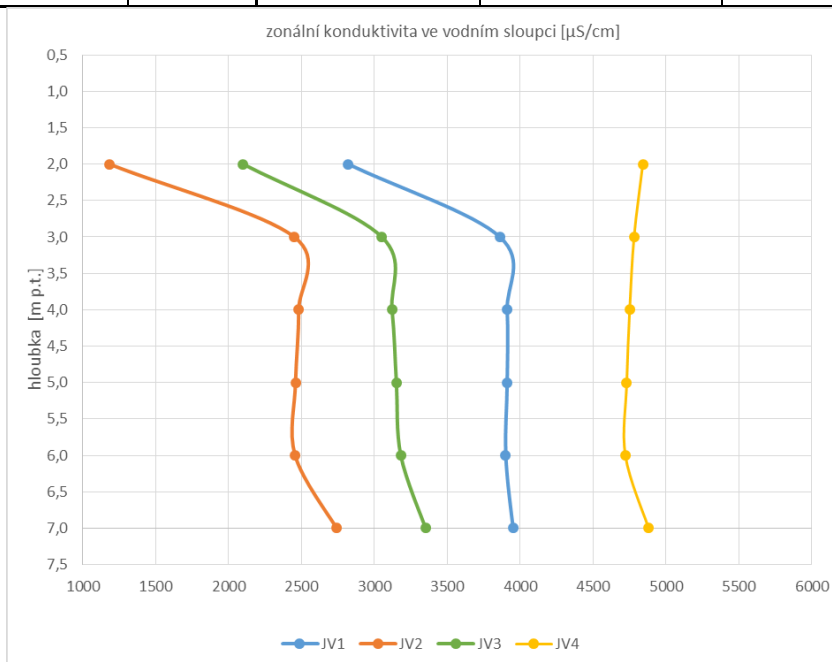
Po stránce základního chemismu je podzemní voda velmi tvrdá a silně mineralizovaná, zejména vlivem vysokých koncentrací síranových aniontů a rovněž i dalších rozpuštěných anorganických látek. Ukazatel pH se pohybuje v mírně zásaditém spektru.

Karotážím měřeníem ve vodním sloupci byla u všech vrtů prokázána vysoká hodnota konduktivity, indikující neogenní vysoce mineralizované podzemní vody bez výrazných oscilací mineralizace s výjimkou stropu vodního sloupce, který je pod vlivem vnějších podmínek tj. zejména ředění vod atmosférickými srážkami.

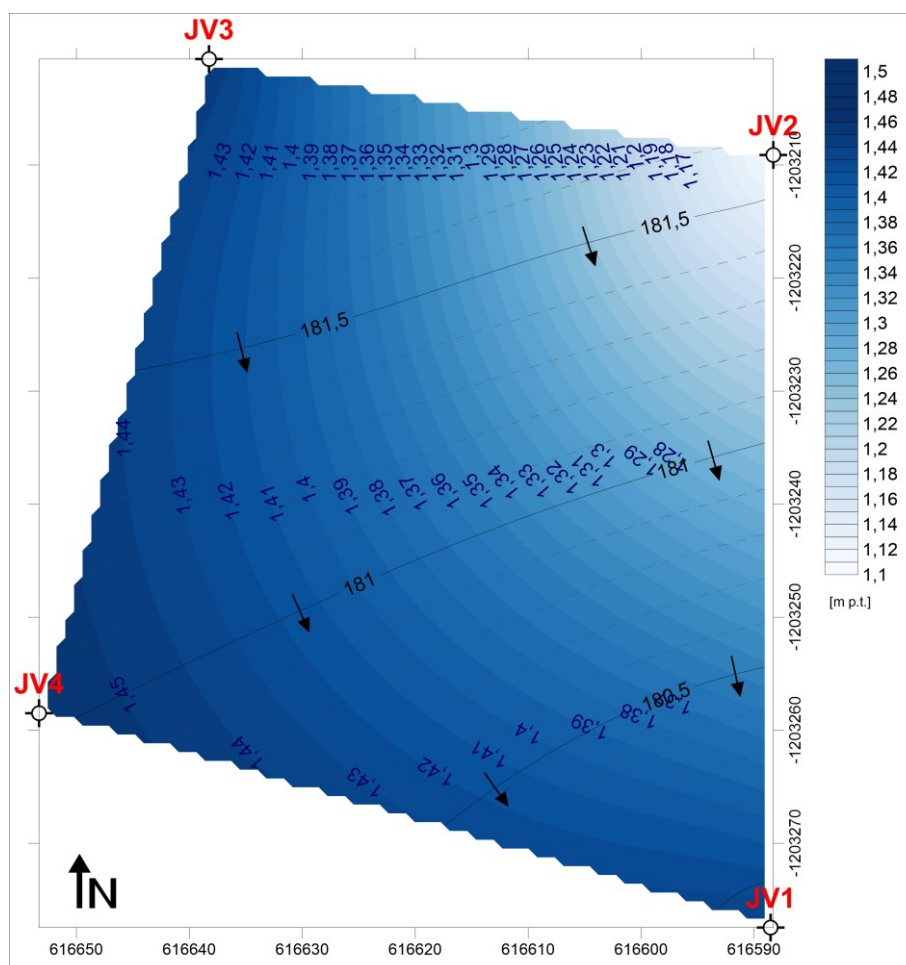
Podzemní voda byla testována ve smyslu ČSN EN 206, přičemž vůči betonovým stavebním konstrukcím vykazuje podzemní voda střední síranovou agresivitu stupně XA2.

Tab.č.7.5.2: Agresivita podzemní vody na beton ve smyslu ČSN EN 206

ukazatel	jednotky	JV1	limity dle ČSN EN 206 + A1		
			XA1	XA2	XA3
CO ₂ agres.	mg/l	0	≥ 15 a ≤ 40	> 40 a ≤ 100	> 100 až do nasycení
SO ₄ ²⁻	mg/l	2430	≥ 200 a ≤ 600	> 600 a ≤ 3000	> 3000 a ≤ 6000
NH ₄ ⁺	mg/l	1,83	≥ 15 a ≤ 30	> 30 a ≤ 60	> 60 a ≤ 100
pH	-	7,22	≤ 6,5 a ≥ 5,5	< 5,5 a ≥ 4,5	< 4,5 a ≥ 4,0
Mg ²⁺	mg/l	252	≥ 300 a ≤ 1000	> 1000 a ≤ 3000	> 3000 až do nasycení



Obr.č.7.5.1: Karotážní měření konduktivity v jednotlivých vrtech



Obr.č.7.5.2: Hydroizohypsy a směry proudění podzemních vod v rámci pozemku výstavby a hloubka hladiny podzemní vody v m p.t.

K výpočtu hydraulických parametrů saturované zóny horninového prostředí byla na průzkumném vrtu JV4 dne 11.11.2019 provedena hydrodynamická čerpací zkouška, a to v režimu neustáleného proudění podzemní vody v intervalech dle metodiky ČSN EN ISO 22282-4.

Čerpací zkouška byla provedena čerpadlem RUCHE 1 NG. Vzhledem k nízké vydatnosti došlo i při nízkém čerpaném množství (cca 0,3 l/s) k rychlému vyčerpání statických zásob a následně byl měřen nástup hladiny podzemní vody. Na základě stoupací části lze vydatnost vrtu kvantifikovat v intervalu 0,05–0,1 l/s.

Grafické vyhodnocení čerpací a stoupací zkoušky je uvedeno na obr.č.7.5.3–4. Kompletní dokumentace hydrodynamické zkoušky je obsahem přílohy č.B.3.

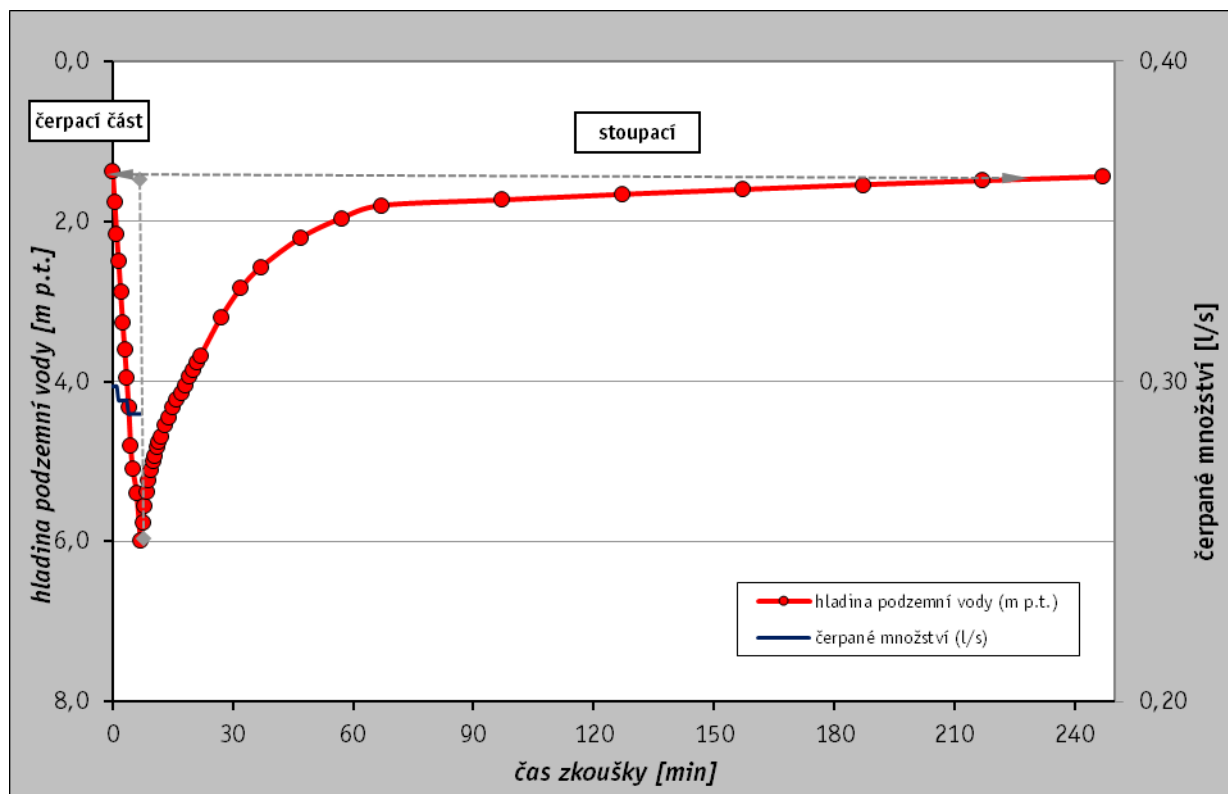
Pozn.: Výpočty transmisivity T a hydraulické vodivosti k_f byly provedeny pouze ze stoupací části, snížení během čerpací části je zvětšené o studňové ztráty (o 20–40%) a tedy zatíženo velkou chybou. K výpočtům hydraulických parametrů je vhodné použít čerpací zkoušky jen z pozorovacích vrtů, ty ale nebyly k dispozici (snížení se na okolních vrtech neprojevil).

Hodnota hydraulické vodivosti je pouze orientační z důvodu neznalosti mocnosti zvodně. Mocnost zvodně je pro potřebu výpočtu koeficientu filtrace stanovena stanovena na 2 m.

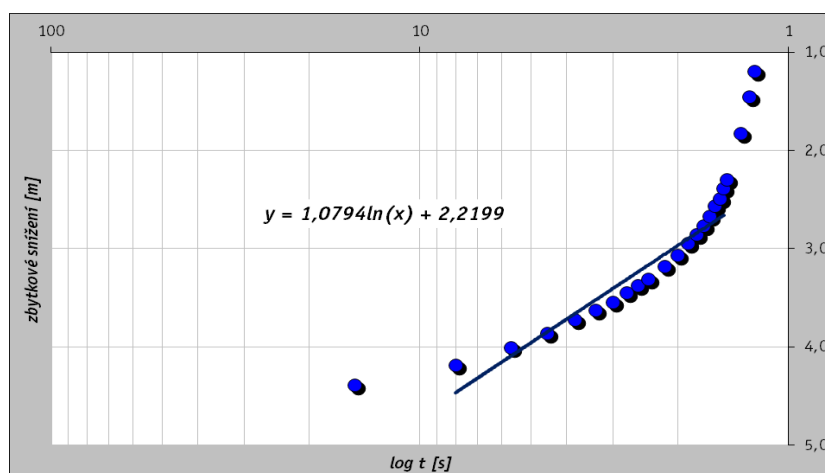
Hydrodynamická zkouška byla vyhodnocena dle Jacobovy metody přímkové transformace [1].

$$T = \frac{2,303 \cdot Q}{4 \cdot \pi \cdot \Delta s}, [\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}]$$

Pozn.: Při prokládání křivek se zpravidla nezahrnuje úvodní část stoupací zkoušky, která je zatížena skinovým efektem vrtu, vyhodnotitelný a objektivní je pouze iniciální úsek, který je dostatečně dlouhý



Obr.č.7.5.3: Celkový průběh hydrodynamické zkoušky na vrtu JV4 ze dne 11.11.2019



Obr.č.7.5.4: Průběh zbytkového snížení při stoupací zkoušce na vrtu JV4 při interpretaci Jacobovou metodou

Hodnota transmisivity, jakožto základní hydraulický parametr definující odporové charakteristiky zvodnělého horninového prostředí, zjištěná při aktuálně prováděné hydrodynamické zkoušce byla spočtena na $2,16 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, odpovídající koeficient filtrace pak při mocnosti zvodně 2 m činí $1,08 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Zvodnělé prostředí neogenních převážně jílovitých formací lze dle Jetela klasifikovat jako prostředí mírně až dosti slabě propustné.

8. ZÁVĚR A NÁSLEDNÁ DOPORUČENÍ

Předložená zpráva shrnuje výsledky komplexního geologického průzkumu pro výstavbu akumulční nádrže v k.ú. Hrabětice. Průzkum byl proveden v období říjen – listopad 2019 a v jeho rámci byly vyhloubeny 4 ks jádrových vrtů JV1–JV4 do úrovně 7 m p.t. Průzkum byl zaměřen zejména na inženýrskogeologické a hydrogeologické poměry lokality z pohledu založení betonové konstrukce nádrže.

Shrnutí a doporučení IG a HG průzkumu:

- geologický profil na pozemku výstavby je relativně monotónní a tvoří jej dominantně jílovitá formace neogénu, která začíná jako tuhé vysoce plastické jíly (F8 CH, CV) a směrem do hloubky postupně přechází přes pevné jíly až do téměř poloskálních hornin (jílovců, prachovců); v rámci jílu jsou nepravidelně zastoupeny písčité zvodněné proplásky až polohy o mocnosti několika dm, které na velké části plochy budou zcela chybět;
- popis zemin (hornin) a jejich vertikální a horizontální distribuce jsou obsahem kap.č.7.1 a grafických příloh A.3 a A.4;
- zeminy a horniny byly rozčleněny na geotechnické typy – viz tab.č.7.1.1, tj. materiály obdobných geomechanických vlastností, pro statické výpočty lze použít hodnoty doporučených geotechnických charakteristik uvedených v samostatných tabulkách v kap.č.7.2;
- zastižené zeminy (tj. prioritně materiál z výkopu budoucí stavební jámy a terénních úprav) byly orientačně klasifikovány z hlediska dalšího využití do zemního tělesa, převážně se ale jedná o plastické jíly, které jsou do zemního tělesa (násypu, aktivní zóny) klasifikovány jako nevhodné;
- veškeré průzkumem ověřené materiály řadíme dle normy ČSN 73 6133 do I. třídy rozpojitelnosti a těžitelnosti, těžba bude prováděna běžnými výkopovými mechanismy (buldozery, rypadla, ručně prováděné výkopy);
- podzemní voda se aktuálně pohybuje v hloubce 1,11–1,46 m p.t. tj. na kótě 179,89–181,58 m n.m.; je velmi tvrdá, silně mineralizovaná a vykazuje střední síranovou agresivitu XA2 ve smyslu ČSN EN 206; úroveň hladiny je graficky znázorněna na obr.č.7.5.2;
- čerpací zkouškou byla stanovena dílčí hodnota transmisivity $2,16 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a koeficientu filtrace $1,08 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; je zřejmé, že zastižené prostředí je z hlediska proudění a propustnosti zvodně značně nehomogenní a kvantitativní vlastnosti jednotlivých vrtů se budou lišit v závislosti na míře zastižených písčitých poloh, které do prostoru budoucího staveniště přivádějí poměrně významné množství mělkých podzemních vod;
- základové poměry lze hodnotit jako složité, důvodem je vysoká hladina podzemní vody a nízká únosnost základové půdy, kterou tvoří tuhé plastické jíly (F8 CH, CV), jejichž

geotechnická kvalita bude při kontaktu s vodou klesat; stavební jámu bude nutné důkladně odvodnit systémem čerpacích jímek a zakládat do suchého podloží, využití svislých nepropustných pažících prvků (např. larseny) pomůže eliminovat podstatnou část vod natékajících horizontálním směrem přes písčité prolohy, ale pravděpodobně nezajistí dokonalé zatěsnění stavební jámy.

V Brně, dne 25.11.2019

9. SEZNAM CITOVANÉ LITERATURY, POUŽITÝCH TECHNICKÝCH A LEGISLATIVNÍCH PŘEDPISŮ

- [1] Fetter C.W.: Applied Hydrogeology, 4th Edition, 2000.
- [2] Chlupáč I. a kol.: Geologická minulost České republiky. Academia, Praha, 2002.
- [3] Jetel J.: Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech. ÚÚG Praha, 1982.
- [4] Krásný J. a kol.: Podzemní vody České Republiky, Vyd.1. - Česká geologická služba, Praha, 2012.
- [5] Olmer M. a kol.: Hydrogeologická rajonizace České republiky. In Sborník geologických věd: Hydrogeologie, inženýrská geologie. 1. vyd. Metodika rajónování. s. 6-10. ISBN 80-7075-660-8. Česká geologická služba, Praha, 2006.
- [6] Ptáčková D.: Výsledky hydrogeologického průzkumu za účelem zajištění vodního zdroje pro zásobování skupinového vodovodu obce Drnholec a okolí. Geologický průzkum Praha, závod stavební geologie, 1959.
- [7] Quitt E.: Klimatické oblasti Československa. Studia geographica 16. ČSAV, Brno, 1971.
- [8] Vrtek F.: Mechanika zemin. Inženýrská geologie a hydrogeologie v praxi. MS František Vrtek, Brno, 1998.
- [9] http://mapy.geology.cz/hydro_rajony/ [2019]
- [10] <http://www.amet.cz/> [2019]
- [11] <https://geoportal.gov.cz/web/guest/home/> [2019]
- [12] <https://heis.vuv.cz/> [2019]
- [13] <https://mapy.geology.cz/> [2019]
- [14] https://mapy.geology.cz/svahove_nestability/ [2019]
- [15] https://mapy.geology.cz/vrtna_prozkoumanost/ [2019]

Použité legislativní předpisy:

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

Zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon)

Zákon č. 62/1988 Sb., o geologických pracích a o Českém geologickém úřadu

Vyhláška č. 282/2001 Sb., o evidenci geologických prací

Vyhláška č. 369/2004 Sb., o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek

Použité technické normy:

ČSN 73 6133 *Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací* (2010)

ČSN EN 1997-1 *Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla* (2006)

ČSN EN 1997-2 *Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí Část 2 - Průzkum a zkoušení základové půdy* (2008)

ČSN EN 206+A1 *Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda* (2018)

ČSN EN ISO 14688-1 *Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zatřídování zemin - Část 1: Pojmenování a popis* (2018)

ČSN EN ISO 14688-2 *Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zatřídování zemin – Část 2: Zásady pro zatřídování* (2018)

ČSN EN ISO 14689 *Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování, popis a klasifikace hornin* (2018)

ČSN EN ISO 22282-4 *Geotechnický průzkum a zkoušení - Hydrotechnické zkoušky – část 4: Čerpací zkoušky* (2012)

ČSN P 73 1005 *Inženýrskogeologický průzkum* (2016)

Použité technické normy (neplatné):

ČSN 73 1001 *Základová půda pod plošnými základy* (1988), zrušená ke dni 1.4.2010

ČSN 73 3050 *Zemné práce. Všeobecné ustanovenia* (1987), zrušená ke dni 1.3.2010