

**GEON, s. r. o.**

*hydrogeologie - ochrana podzemních vod - inženýrská geologie*

*sanace podzemních vod a horninového prostředí*

*posuzování vlivů na životní prostředí*

664 52 Sokolnice, Na Padělkách 421

tel 602736902

e-mail [info@geon.cz](mailto:info@geon.cz)

***Inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum***

**Pelhřimov**

**Objekt Pelhřimovská vodárenská**

**p.č. 2360/95 a 2360/96**

***Závěrečná zpráva o výsledcích inženýrsko-geologického průzkumu  
provedeného za účelem zjištění podkladů pro zpracování projektové  
dokumentace***

**LAPLAN**

**Cejl 504/38**

**602 00 Brno**

**Brno – září 2024**

## ***1/ Úvod a použité podklady***

Předmětná etapa geologicko-průzkumných prací byla provedena za účelem posouzení úložních poměrů na lokalitě Pelhřimov v prostoru projektované výstavby objektu společnosti Pelhřimovská vodárenská . Náplní geologicko-průzkumných prací bylo určení inženýrsko-geologických a hydrogeologických poměrů v místě projektované výstavby v rozsahu dle zadání.

## ***2/ Přírodní poměry***

Z hlediska regionálně geologického se zájmová oblast nachází v prostoru moldanubického plutonu, který se táhne přibližně v sj. směru. Moldanubický pluton nelze v žádném případě charakterizovat jako jednotné těleso. Vedle dvou hlavních částí se skládá ještě z celé řady drobných masívků a apofýz, které prorážejí pláštěm cordieriticko-biotitických pararul a migmatitů. Avšak i na velkých tělesech žulových se vyskytují velmi hojně drobné ostrůvky a kry rulové a migmatitové. Celkové geologické vystupování masívu i značná petrografická jednotnost jednotlivých oddělených těles nasvědčují nepochybně tomu, že všechna tělesa v nevelké hloubce navzájem souvisejí a jsou součástí jednotného, celkem málo diferencovaného masívu. Masív se uplatňuje též jako činitel morfologicky produktivní a buduje nejvyšší centrální části Českomoravské vrchoviny. Petrografické složení masívu je značně homogenní. Rozdíly, které je možno v terénu pozorovat, jsou téměř výhradně ve velikosti zrna, rozdíly v minerálním složení jsou celkem nepatrné. V zájmové oblasti jsou nejrozšířenější cordierit-biotitické migmatity, biotitická a sillimanit-bitotočká pararula a dále se v zájmové oblasti nacházejí granity. Metamorfity jsou převážně zřetelně břidličnaté, tence nebo hrubě plástevnaté s výraznou foliací. Bývají intenzívně zvrásněny, porušeny několika systémy puklin různých směrů. Četnost puklin je značná. Bývají porušeny i poruchovými pásmy.

Zvětralé mají vždy rezavohnědou barvu, nezvětralé jsou šedé až tmavě šedé. Zvětrávají snadno od eluvia povahy jílovitopísčité zeminy s úlomky zvětralých hornin přecházejí do hlinitokamenité horninové masy až do zvětralých poloh.. Metamorfity jsou převážně zřetelně břidličnaté, tence nebo hrubě plástevnaté s výraznou foliací. Bývají intenzívně zvrásněny, porušeny několika systémy puklin různých směrů. Četnost puklin je značná. Bývají porušeny i poruchovými pásmy. Zvětralé mají vždy rezavohnědou barvu, nezvětralé jsou šedé až tmavě šedé. Zvětrávají snadno od eluvia povahy jílovitopísčité zeminy s úlomky zvětralých hornin přecházejí do hlinitokamenité horninové masy až do zvětralých poloh.

## Geologická situace 1 : 20 000



## kvartér

## KENOZOIKUM

## KVARTÉR

- |  |   |                  |
|--|---|------------------|
|  | 6 | nivní sediment   |
|  | 7 | smíšený sediment |

## moldanubická oblast (moldanubikum)

## magmatity v moldanubiku

## PALEOZOIKUM

## KARBON

- |  |      |                            |
|--|------|----------------------------|
|  | 1530 | aplopegmatit, pegmatit     |
|  | 1536 | leukokráttní žilné granity |
|  | 1545 | granit                     |

## metamorfnní jednotky v moldanubiku

## PROTEROZOIKUM–PALEOZOIKUM

- |  |      |                      |
|--|------|----------------------|
|  | 1268 | kvarcit, pararula    |
|  | 1299 | migmatit až anatexit |
|  | 1308 | migmatit             |
|  | 1325 | pararula až migmatit |

Horniny skalního podkladu byly podrobeny procesům intenzivního zvětrávání, kde můžeme rozlišit tři morfogenní typy:

- Plošná přípovrchová zvětrávání postihuje všechny druhy hornin bez ohledu na petrografické složení
- Vrstevní zvětrávání zasahuje hlouběji jen ve vrstvách málo odolných, jakými jsou např. amfibolicko-biotitické ruly
- Podél tektonických dislokací zprostředkovává zvětrávání hlavně podzemní voda, většinou v úzké zóně okolo vlastní dislokace

Nejmladší sedimenty ( holocén ) vyplňují údolní dna řek a potoků. Jsou to většinou inundační území, ještě dnes zaplavovaná velkými vodami. Holocenní náplavy potoků mívají odlišné složení. Štěrkopísky tvoří obvykle jen málo mocnou vrstvu při bázi, v jejichž nadloží jsou hlinité a jílovité zeminy s příměsí siltu až písku, většinou obsahují zetlelé organické látky. Jsou málo únosné a značně a nepravidelně stlačitelné, zvodnělé, hladina podzemní vody je mělko pod povrchem. Příměs organických látek, dosahující někdy i desítky procent, způsobuje tmavé zbarvení náplavů, často s typickým zápachem.

Hydrogeologická charakteristika zájmového území je dána množstvím srážek, velikostí infiltračního území, horopisnými poměry i povahou půdního krytu, v němž probíhá vsak, odtok, výpar i transpirace srážkových vod. V rámci hydrogeologické rajonizace patří zdejší území k rajonu 6520 – Krystalinikum v povodí Sázavy, stejnojmenný útvar podzemní vody č. 65200. Krystalické horniny moldanubika, ať již metamorfity nebo vyvřeliny, představují z hydrogeologického hlediska jeden celek obdobných vlastností. Uvedené horniny mají naprostý nedostatek prūlin a vyznačují se puklinovou propustností. Puklinová propustnost může být v pásmu podpovrchového rozpukání zvýrazněna prūlinovou propustností eluvií, které se však vyznačují vyšším podílem jílovitých příměsí. Ve větších hloubkách než 10-15 metrů dochází ke svírání a tmelení puklin a na vodu lze narazit jen na tektonických poruchách. Puklinová propustnost může být v pásmu podpovrchového rozpukání zvýrazněna prūlinovou propustností eluvií. Prūběh volné hladiny podzemní vody je úzce závislý na morfologii terénu a na klimatických činitelích. Mladší - pleistocenní - vývoj říčních toků, jež získaly po miocénu nový směr i nové spádové poměry, nezanechal vzhledem k eroznímu charakteru utváření většiny údolních úseků akumulární terasové stupně, které by měly hydrogeologický význam. Nejvydatnějšími zdroji mělkých podzemních vod s volnou hladinou bývají proto štěrkopísčité uloženiny přehloubeného údolního dna řek. Po chemické stránce se převážně jedná o vody s malým obsahem rozpuštěných minerálních látek s malou tvrdostí.

### ***3/ Provedené průzkumné práce***

Vlastní posouzení sestávalo z provedení rekognoskace terénu, rešerši archivních podkladů a dále z provedení vrtaných sond situovaných v zájmovém území. Vrtné práce byly provedeny vrtnou soupravou Nordmeyer v průběhu měsíce srpna 2024. Jako vrtná technologie bylo použito jádrové vrtání na sucho, při použitém vrtném průměru 175 mm do maximální konečné hloubky 10 m p.t.

Účelem tohoto sondování bylo důkladné ověření geologických poměrů, provedení ovzorkování jednotlivých vrstev v geologickém profilu jak z hlediska mechanicko-fyzikálních vlastností zemin, tak z hlediska posouzení hloubky výskytu a kvality podzemní vody. Uvedená vrtná technologie byla použita z důvodu možnosti reprezentativního odběru vzorků zemin z jednotlivých hloubkových horizontů a dále možnosti indikace i nepatrného přítoku podzemních vod při možnosti hloubení v relativně nestabilním podloží.

### ***4/ Výsledky průzkumných prací***

Vlastní lokalita se nachází na východním okraji města Pelhřimov. Průběh terénu lokality je mírně svažité do erozní údolní nivy bezejmenné místní vodoteče.

Na lokalitě se pod svrchním horizontem humózních a organických zemin a místně se vyskytujících poloh navážek - násypů vyskytují rulové eluvium charakteru hlinito-písčitých a jílovito-písčitých zemin CS-MS-SM až navětralé rulové podloží ( R5-R6 ) ověřené do hloubkové úrovně cca 10metrů p.t.

*Charakter svrchního horizontu*

Profily sond

**S 1**

**Souřadnice JTSK - Y 694764, X 1124993**

**B p.v. – 516,5 m n.m.**

**m .p.t.**

0,0-0,2 - humózní hlína

0,2-5,8 – písčité a jílovito-písčité hlíny, tuhé - pevné, písčité polohy, vlhké vodonasyčené CS-MS-SM

5,8-10,0 - navětralé pararuly, proměnlivý stupeň zvětrání R6-R5

Naražená voda 4,5 m p.t., minimální přítok cca n.0,001 l/s

**S 2****Souřadnice JTSK - Y 694718, X 1124986****B p.v. – 517 m n.m.****m .p.t.**

0,0-0,3 - humózní hlína

0,3-6,8 – písčité a jílovito-písčité hlíny, tuhé - pevné, písčité polohy, vlhké vodonasyčné CS-MS-SM

6,8-10,0 - navětralé pararuly, proměnlivý stupeň zvětrání R6-R5

Naražená voda 6,8 m p.t., ustálená cca 6 m p.t., přítok cca n.0,01 l/s

Charakter a stupeň zvětrání podložních metamorfovaných hornin je v ploše a profilu proměnlivý.

Tab. č. 1 Fyzikální a indexové vlastnosti vzorků zemín

Sonda	Hloubka ( m )	ČSN 73 6133 Třída a symbol	w ( % )	w <sub>L</sub> ( % )	w <sub>p</sub> ( % )	I <sub>p</sub>	I <sub>c</sub>
S 1	3,0	S4 SM	16,1	-	-	-	-
S 2	9,0	F3 MS	24,6	50	35	15	1,69

V charakteristických vlastnostech dosahují podložní zeminy následující hodnoty:

**jílovito-písčité hlíny**–Geotechnické vlastnosti jsou následující:

Objemová tíha  $\gamma_n$  ( kN.m<sup>-3</sup> )

= 20

Poissonovo č.  $\nu$ 

= 0,40

Modul přetvárnosti E<sub>def</sub> ( MPa )

= 6-8

Úhel vnitřního tření  $\varphi_{ef}$  ( ° )

= 21

Soudržnost c<sub>ef</sub> ( kPa )

= 15

Zatřídění

CS-MS

Tabulková výpočtová únosnost R<sub>dt</sub> ( kPa ) = 150 - orientačně

Těžitelnost dle 73 3055 – 3-4, dle 73 6133 - I

Vrtatelnost pro piloty je podle Katalogu popisů a směrných cen stavebních prací - III-IV

**hlinito-písčité zeminy - eluvium**

Geotechnické vlastnosti jsou následující:

Objemová tíha  $\gamma_n$  ( kN.m<sup>-3</sup> )

= 19

Poissonovo č.  $\nu$ 

= 0,35

Modul přetvárnosti E<sub>def</sub> ( MPa )

= 10 - 15

Úhel vnitřního tření  $\varphi_{ef}$  ( ° )

= 28-30

Soudržnost c<sub>ef</sub> ( kPa )

= 0 - 5

Zatřídění

SM – R 6

Tabulková výpočtová únosnost R<sub>dt</sub> ( kPa ) = 225 - 275 orientačně

Těžitelnost dle 73 3055 – 4-5, dle 73 6133 - I-II

Vrtatelnost pro piloty je podle Katalogu popisů a směrných cen stavebních prací - III-IV

**Navětralé pararuly** Jedná se o horniny v povrchové zóně velmi silně rozpukané systémem téměř svislých a přibližně na sebe kolmých hlavních linií. Patří do třídy R 5 – R 6, modul deformace je minimálně 100 – 200 MPa, Poissonovo číslo 0,20. Hodnota tabulkové únosnosti je minimálně 0,5 MPa.

*Těžitelnost dle 73 3055 – 5-6, dle 73 6133 - II-III*

*Vrtatelnost pro piloty je podle Katalogu popisů a směrných cen stavebních prací - IV-V*

Hladina podzemní vody byla v průběhu sondážních prací zastižena v hloubkové úrovni cca 5,8-6,8 m p.t. ( 08/2024 ), kdy se jednalo o nesouvislou zvědeň o proměnlivých vydatnostech.

Z hlediska chemismu se jedná o měkké až velmi měkké vody, s převládající přechodnou složkou tvrdosti, její reakce je kyselá. Ve smyslu ČSN EN 206-1, tabulka 2 se z hlediska chemického působení vody na beton jedná o slabě agresivní chemické prostředí ( XA1) a to vzhledem k výskytu CO<sub>2</sub>, z hlediska chemického působení na ocel je agresivita podle tabulky 1 a 2 velmi vysoká

V případě budování opěrné stěny je nutné zamezení dotace srážkovými a podpovrchovými vodami zásypových zemin za rubem opěrné zdi, případně její odvodnění. V případě terénního zářezu je nutno provedení odvodnění paty terénního zářezu, a dále stabilizace svahu dostatečným sklonem zářezu, případně vhodně nadimenzovanou opěrnou stěnou.

Při provádění zemních prací je nutné postupovat zodpovědně a minimalizovat míru a rozsah odlehčení paty svahu formou svahových zářezů, kdy úklon svahu by neměl být menší jak 1 : 2. Je rovněž nutné zabezpečit dokonalé odvedení srážkových vod od objektu.

Vzhledem k charakteristice základových půd je nutno dodržet v případě plošného zakládání základovou spáru situovat minimálně 1,2 m pod upraveným terénem.

**V případě hlubinného zakládání je nutné předpokládat nestabilitu zemin od hloubkové úrovně cca 5-6 m p.t. – nutné propažování pilot.**

Při stanovení svislé i vodorovné únosnosti pilot jsou rozhodující základové poměry a přípustné přetvoření horní konstrukce. Dále je nutno přihlédnout k průřezovým rozměrům dříku a paty, hloubce vetknutí do únosné vrstvy, způsobu zatížení, ke geometrii piloty, k výrobnímu postupu, způsobu přenášení zatížení do základové půdy a ke druhu materiálu piloty.

### ***komunikace a zpevněné plochy***

Z hlediska klasifikace zemin pro podloží komunikace se na lokalitě pod svrchním horizontem zpevněných ploch vyskytují proměnlivé mocné polohy násypů a různorodých navážek. Z daného důvodu bude na lokalitě pravděpodobně nutná úprava pláň formou výměny podloží násypem z drceného kameniva – šterkodrtě ( na cca 0,1 m hutněného násypu lze docílit navýšení hodnoty  $E_{def2}$  o cca 6-8 MPa, kdy konečná skladba a mocnost by vyplynula z požadované únosnosti na pláni pod konstrukcí vozovek ( předpoklad 45 MPa). Po terénních úpravách na lokalitě je doporučeno provedení kontrolního protokolárního určení modulu přetvárnosti na projektované pláni komunikace a provedení návrhu vlastního navrženého technologického postupu úpravy podloží – nutné posoudit geotechnikem který navrhne konečné řešení.

### ***5/ Vlastnosti horninového prostředí z hlediska možnosti zasakován DV***

V podloží svrchního horizontu se vyskytuje rulové eluvium charakteru ulehých hlinito-písčitých zemin až navětralé rulové podloží. Stupeň zvětrání podložních metamorfovaných hornin je v ploše a profilu proměnlivý.

Na základě zrnitostních rozborů se orientační hodnoty koeficientu filtrace nesoudržných zemin pohybují v rozmezí n.  $10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$ . Hladina podzemní vody byla v průběhu sondážních prací zastižena v hloubkové úrovni cca 5,8-6,8 m p.t. ( 08/2024 ), kdy se jednalo o nesouvislou zvědeň o proměnlivých vydatnostech. Z hlediska propustnosti horninového prostředí, se v případě horizontu zahliněných šterků vzhledem ke tvaru úlomků, jejich ulehlosti a proměnlivému obsahu hlinité složky se z hlediska zrnitostního složení jedná o materiály slabě až mírně propustné (  $k_f = \text{n. } 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$  ), kdy koeficient vsaku  $k_v$  svrchního horizontu nesaturované zóny horninového prostředí ve smyslu ČSN 75 90 10 byl stanoven na hodnotu  $k_v = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$

Z výsledku posouzení lokality vyplývá, že jako možné řešení pro likvidaci dešťových vod je použití retenčního prostoru sdruženého se zasakovacím objektem o dostatečném akumulacním objemu ( voštinové bloky, krechty atd. ), kdy vlastní konstrukce vyplyne z výpočtu potřebné akumulace v případě přívalového deště a z velikosti akumulacího prostoru objektu v souladu s ČSN 759010 a TNV 759011.



Na základě výsledků průzkumných prací na lokalitě je z hlediska posouzení dopadu na hydrogeologické a hydrologické poměry v zájmovém území možno konstatovat, že navržený způsob likvidace srážkových vod se jeví v daném území jako možný, což je podmíněno vybudováním retenčního prostoru o dostatečné okamžité jímací schopnosti v souladu s ČSN 759010.

Z hlediska situování zasakovacího systému dešťových vod ve vztahu k ochraně kvality a množství podzemních a povrchových vod v oblasti a následně ke stávajícím zdrojům podzemních vod je možno konstatovat, že při splnění uvedených podmínek nedojde vsakem dešťových vod do nesaturované zóny horninového prostředí k ohrožení režimu a kvality podzemních, případně povrchových vod v zájmovém území a následně ohrožení stávajících a projektovaných zdrojů podzemní vody a zároveň nedojde k negativnímu ovlivnění stability přilehlých pozemků a staveb na nich umístěných, což je podmíněno výše uvedenými opatřeními. Pro vlastní ověření parametrů zemin bude provedena přejímka základové spáry projektantem a geologem, před zahájením ukládání vlastních zasakovacích prvků, případně přizvání geologa při výskytu jakýkoliv anomálií v průběhu výkopových prací – výskyt nepropustných zemin, abnormálně vysoká hladina podzemní vody apod.

Po ukončení vystrojovacích prací bude na jednotlivých objektech provedena poloprovozní nálevová zkouška za účelem ověření funkčnosti zasakovacího systému.

vypracoval: Ing. Albert Kmet'

Situace sond



## Fotofokumentace sond

