

**HAGEOS, s. .o., Vyšné Fabriky 25/16, 03301 Liptovský Hrádok**  
Telefón, fax: 044/5223131 E-mail: hageos@hageos.sk

Číslo úlohy: 1533/2018

Registračné číslo Geofondu: 982/2018

## Z Á V E R E Ć N Á   S P R Á V A

Názov úlohy: Jamník IBV – Jamnická vyhládka

Odberateľ: Regionálny rozvoj Liptova, s.r.o., ul. 1. Mája 112, Liptovský Mikuláš

Ětapa : Podrobný jednoetapový inžinierskogeologický prieskum

Riešiteľ : Ing. Havčo

Uhorská Ves, december 2018

Objednávateľ:

Zhotoviteľ:

6

## OBSAH:

1. Úvod	strana	4
2. Geomorfologické a klimatické pomery územia		5
3. Seizmicita územia		6
4. Geologické pomery územia a širšieho okolia		6
5. Inžinierskogeologické a geotechnické pomery staveniska		5
6. Hydrogeologické pomery a chemizmus vody		11
7. Zakladanie objektov		13
8. Zatriedenie zemín a hornín podľa tried rozpojiteľnosti		15
9. Záver		15
10. Zoznam použitej literatúry		16

## Prílohy:

- Číslo 1 : Geologická dokumentácia vrtov
- Číslo 2 : Situácia územia M 1:10 000
- Číslo 3 : Situácia prieskumných prác M 1:1000
- Číslo 4.1- 4.3: Inžinierskogeologické profily A-Á, B-B', C-C', D-D', E-Ě, F-F', G-G',  
H-H' M 1:500/1:200
- Číslo : Výsledky laboratórnych skúšok zemín a
- Číslo 6 : Výsledky laboratórnych skúšok vôd
- Číslo 7 : Fotodokumentácia

## ROZDEĽOVNÍK:

- Exemplár č. 1-5 : Regionálny rozvoj Liptova, s.r.o., ul. 1. Mája 112, Lipt. Mikuláš
- Exemplár č. 6 : HAGEOS, s.r.o., Vyšné Fabriky 25/16, 033 01 Liptovský Hrádok

## POUŽITÉ SYMBOLY

x	priemerná hodnota
$x_{\min}$	minimálna hodnota
$x_{\max}$	maximálna hodnota
N	počet skúšok
w	vlhkosť zeminy (%)
$w_L$	vlhkosť zeminy na medzi tekutosti (%)
$w_p$	vlhkosť zeminy na medzi plasticity (%)
$I_p$	číslo plasticity (%)
$I_c$	stupeň konzistencie
$\rho$	objemová hmotnosť vlhkej zeminy ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )
$\rho_d$	objemová hmotnosť suchej zeminy ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )
$\rho_{d\max}$	maximálna objemová hmotnosť suchej zeminy ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )
$\rho_s$	zdanlivá hustota pevných častíc ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )
n	objem pórov (%)
$S_r$	stupeň nasýtenia (%)
$\phi_u$	totálny uhol vnútorného trenia ( $^\circ$ )
$\phi_{ef}$	efektívny uhol vnútorného trenia ( $^\circ$ )
$c_u$	totálna súdržnosť (kPa, MPa)
$c_{ef}$	efektívna súdržnosť (kPa, MPa)
$E_{def}$	modul deformácie (MPa)
$\gamma$	objemová tiaž zeminy ( $\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$ )
$\nu$	Poissonovo číslo
$\beta$	súčiniteľ pre prevod medzi modulom pretvárnosti a oedometrickým modulom
$I_D$	relatívna uľahnutosť
$R_{dt}$	tabuľková výpočtová únosnosť (kPa, MPa)
$a_r$	základné seizmické zrýchlenie ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ )
$a_g$	návrhové seizmické zrýchlenie ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ )
T	koeficient prietočnosti ( $\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ )
k	koeficient filtrácie ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )

## 1. ÚVOD

Na základe objednávky zaslanej spoločnosťou Regionálny rozvoj Liptova, s.r.o., Liptovský Mikuláš bol na lokalite v k.ú. obce Jamník na parcele číslo KN-E 1177/1 v novembri 2018 zrealizovaný podrobný inžinierskogeologický prieskum zameraný na overenie geologických pomerov pre plánovanú IBV.

Úlohou realizovaného prieskumu bolo:

- ✓ overiť inžinierskogeologické pomery v mieste plánovanej výstavby,
- ✓ overiť hladinu podzemnej vody v rámci hodnoteného územia,
- ✓ zatriediť zeminy v overenom geologickom profile v zmysle STN 72 1001 na základe laboratórnych rozborov vzoriek zemín,
- ✓ stanovenie fyzikálno-mechanických vlastností overených typov zemín,
- ✓ stanovenie únosnosti pre zeminy v základovej škáre budúcich rodinných domov,
- ✓ stanovenie agresívnych vlastností podzemnej vody na betónové a kovové konštrukcie,
- ✓ doporučiť vhodný spôsob založenia novo navrhovanej výstavby,
- ✓ zatriediť zeminy v zmysle STN 73 3050 do tried ťažiteľnosti.

Pre splnenie danej úlohy bolo v rámci skúmaného územia pôvodne navrhnutých a vytýčených 10 ks strojne kopaných prieskumných sond R-5 až R-15 a štyri prieskumné jadrové vrty JI-1 až JI-4 po ich predošlom vytýčení v spolupráci s objednávateľom prác.

Vrtné sondy boli vyhlbené pomocou vrtnej súpravy UGB 50 M pod vedením vrtmajstra P. Fiedora. Kopané sondy boli vyhlbené kopacím zariadením JCB. Zo všetkých realizovaných kopaných sond a vrtov bolo odobratých celkovo 18 ks porušených vzoriek zemín na laboratórny rozbor a následné zatriedenie podľa STN 72 1001. Vzorka podzemnej vody bola odobratá z vrtu JI-4 vzhľadom na skutočnosť, že jej úroveň je podstatne hlbšia ako je predpokladaná úroveň založenia plánovanej IBV (s najväčšou pravdepodobnosťou k jej styku so stavebnými konštrukciami nedôjde). Rozbor vzoriek zemín a vody vykonal akreditované laboratórium mechaniky zemín a vôd INGEO-ENVILAB, s.r.o., Žilina.

## 2. GEOMORFOLOGICKÉ A KLIMATICKÉ POMERY ÚZEMIA

Z geomorfologického hľadiska hodnotené územie patrí do Fatransko - Tatranskej oblasti, celku Liptovská Kotlina. Na základnej topografickej mape M 1:10 000 sa zhodnocované územie nachádza na mapovom liste číslo 264416. Hodnotené územie leží v katastri obce Jamník v mieste trávinatej plochy - pasienku na parcele číslo KN-E177/1.

Záujmové územie je zobrazené v topografickej mape mierky M 1: 10 000 (príloha č.2) číslo listu 264412.

Identifikačné údaje záujmového územia:

Názov okresu:	Liptovský Mikuláš
Kód okresu:	505
Názov obce:	Jamník
Kód obce:	510 521
Identifikačné číslo územnej technickej jednotky:	822 019
IČZÚJ:	510 521

Z hľadiska klimatických pomerov patrí územie do chladnej klimatickej oblasti, so studenou horskou klímou, okrsku mierne chladného.

Klimatické pomery charakterizujú nasledovnú údaje:

- priemerná teplota vzduchu v januári -4° C
- detto, ale v júli 16 - 17° C
- počet letných dní v roku s max. teplotou vzduchu 25° C a viac 35 dní
- trvanie obdobia s teplotou vzduchu pod 0° C 91 dní
- priemerná max. výška snehovej pokrývky 30 cm
- prevládajú západné vetry
- hĺbka premrznania zemín  $h_{pr}$  (netuhé vozovky) 1,35 m
- index mrazu s periodicitou 1:10 podľa mapy mraz. indexov 800-900°C deň

### 3. SEIZMICITA ÚZEMIA

Podľa STN 73 0036 leží záujmové územie v zdrojovej oblasti seizmického rizika č.4, ktorej sa priraduje základné seizmické zrýchlenie  $\alpha_r = 0,3$  m.s. Geologické podložie možno zatriediť do kategórie B.

### 4. GEOLOGICKÉ POMERY ÚZEMIA, ŠIRŠIEHO OKOLIA A PRESKÚMANOSŤ ÚZEMIA

Z hľadiska geologického začlenenia skúmané územie patrí do Liptovskej kotliny. Táto je tvorená centrálnokarpatským paleogénom. Zastupujú ho ílovce v striedaní s pieskovecami. Na báze eocénu sa nachádza súvrstvie brekcií, zlepencov, detritických karbonátov a pieskovecov a súvrstvie organodetritických a organogénnych vápencov. Bazálne súvrstvie sa na svoje mezozoické podložie usadzovalo v transgresívnej a diskordantnej pozícii.

Odzrazom výraznej subsidencie morského dna bol vznik ílovcovej litofácie. Táto hlavne v strednej a západnej časti kotliny dosahuje hrúbky o značnej mocnosti i plošné rozšírenie. Ílovcová litofácia predstavuje hrubé a monotónne súvrstvie premenlivo vápnitých ílovcov, ktoré sú v absolútnej prevahe nad lavičkami pieskovecov alebo drobnozrnných zlepencov.

V nezvetranom stave sú ílovce zdanlivo celistvé a homogénne, sivožlté, sivé alebo zelenomodré, zvetrávaním nadobúdajú bridličnatý, lístkovitý, lokálne i lastúrnatý rozpad. Vyskytujú sa v nich polohy siltovcov, jemnozrnných pieskovecov a drobnozrnných zlepencov, organodetritických piesčitých vápencov, lokálne aj pelokarbonátov.

V nadloží ílovcovej litofácie sa usadzovala litofácia flyšová s vývinom pieskovecov a ílovcov v pomere 1:2 až 2:1. Najmä v strednej a východnej časti kotliny je flyš charakterizovaný miernou prevahou ílovcov nad pieskovecami. Pieskovce sú obyčajne stredne a drobnozrnné, homogénne, menej gradačne zvrstvené, vápnité. Dosahujú 2-38 cm, ojedinile až 100 cm. Ílovce dosahujú o niečo väčšiu hrúbku a sú takmer vápnité, kusovité, bridličnaté, lístkovité, často s

piesčitou, resp. siltovcovou prímiesou. Lokálne rozšírenie má neflyšový pieskovcovo-zlepencový vývoj, ktorý predstavujú uloženiny podmorských náplavových kužeľov a kanálov. Paleogénne súvrstvie dosahuje značné hrúbky, maximálna hrúbka je v západnej časti kotliny okolo 1 500 m.

Prevažná časť paleogénu je prekrytá kvartérnymi sedimentami niekoľkých genetických typov vyznačujúcich sa rôznym litologicko - petrografickým zložením a pestrou faciálnou skladbou. Často sa vyskytujú fluviálne a svahové uloženiny. Ďalej sa vyskytujú glacifluviálne, proluviálne, eluviálne i organické sedimenty. Ich hrúbka je veľmi premenlivá.

Na plánovanom stavenisku do hĺbky minimálne 7,30 m pod úroveň súčasného terénu boli realizovanými sondami overené kvartérne sedimenty a to glacifluviálne sedimenty vo forme vysokého náplavového kužeľa zastúpené štrkovitými zeminami (vek starší pleistocén), ktoré sú na povrchu zastreté súvrstvom piesčito-ílovitých zemín a piesčitých siltov patriacich taktiež ku „pleistocénu“.

Spodnú časť overeného geologického profilu tvorí elúvium paleogénu Liptovskej kotliny tvorenej ílovcami a pieskovcami patriacimi k centrálni-karpatskému paleogénu. Tento však bol overený len v jedinom vrte JI-4 a to v hĺbke 7,30 m p.t. Ostatnými prieskumnými dielami do hĺbky 6,0 až 12,0 m p.t. paleogén overený nebol.

V blízkosti hodnoteného územia boli v minulosti realizované nasledovné práce so zameraním na inžiniersku geológiu:

- ❖ Jamník - učebný pavilón, Agrostav SPP, L. Hrádok-IGP-1981, riešiteľ M.Stanček
- ❖ Jamník - poľné hnojisko, Agrostav SPP, L.Hrádok -IGP-1987, riešiteľka M. Lošonská
- ❖ Jamník - ČOV, Agrostav SPP, L. Hrádok-IGHG prieskum-1991, riešiteľ J. Havčo
- ❖ Jakobovany - pioniersky tábor, Agrostav SPP, L. Hrádok-IGP-1988, riešiteľ M. Stanček

- ❖ Jamník - Jochy - závlahová nádrž, IGP - Hageos s.r.o., Ul. Nová 146, Uhorská Ves, r. 2016, riešiteľ Ing. Havčo

Výsledky uvedených prieskumov boli okrajovo využité pri spracovaní nami predkladanej záverečnej správy.

## 5. INŽINIERSKOGEOLOGICKÉ A GEOTECHNICKÉ POMERY STAVENISKA

Realizovaným prieskumom boli overené nasledovné inžinierskogeologické pomery. Povrchovú vrstvu v rámci budúceho staveniska tvorí 0,20-0,25 m hrubá vrstva sivohnedého až hnedého siltu piesčitého (MS) tr. F3 humózneho - ornice - pevnej konzistencie.

Pod uvedenou povrchovou vrstvou vo vrchnej časti overeného geologického profilu vo všetkých vrtaných aj kopaných sondách vystupuje súvrstvie glaciálno-fluviálnych sedimentov a to: siltov piesčitých (MS) tr. F3, ílov piesčitých (CS) tr. F4 až ílov so strednou plasticitou (CI) tr. F6 ojedinele ílov štrkovitých (CG) tr. F2 a pieskov siltovitých (SM) tr. S4 s občasnými valúnkami štrkov priemeru 1-3 cm o obsahu do 10%, ktorých hrúbka dosahuje od 0,20-2,60 m.

Jedná sa o glaciálno-fluviálne typy zemín, ktoré boli na predmetnom území ukladané na glaciofluviálne, resp. na terasové štrkovité sedimenty vysokého náplavového kužela ako ich terasový pokryv.

Íly majú: index plasticity  $I_p = 21-28\%$  - priemer 24,30%, medza tekutosti  $W_L = 42-50\%$  - priemer 45,80%, medza plasticity  $W_p = 20-28\%$  - priemer 22,50%, vlhkosť  $w = 14,70-19,40\%$  - priemer 17,03%. Hrúbka uvedených ílov sa pohybuje od 0,20-2,60 m. Celková hrúbka pokryvných siltov a ílov môže v rámci hodnoteného územia kolísať v závislosti od sklonu terénu, ale hlavne v závislosti od pozície súvrstvia glaciálno-fluviálnych štrkov, ktoré ležia v ich podloží.

Fyzikálnomechanické vlastnosti uvedených siltov a ílov a ich geotechnické hodnoty na základe porovnateľných skúseností sú nasledovné.



Tabuľka číslo: 1

Vlastnosť zemín	(MS) tr.F3 pevný	(SM) tr.S4 stredne uľahlý	(CS) tr.F4 tuhopevný	(CI) tr.F6 pevný	(CG)tr.F2 tuhopevný
objemová tiaž $\gamma$ (kNm <sup>-3</sup> )	19,0	18,0	18,5	21,0	19,5
modul deformácie $E_{def}$ (MPa)	12 - 14	5,0 - 6,0	6 - 8	7 - 8	10 - 11
totálna súdržnosť $C_u$ (kPa)	70	-	70	80	50 - 60
totálny uhol vnútorného trenia $\varphi_u$ (°)	10	-	5,0	0	10
efektívna súdržnosť $C_{ef}$ (kPa)	10 - 13	3 - 4	15 - 18	12 - 16	10 - 14
efektívny uhol vnútor. trenia $\varphi_{ef}$ (°)	26 - 27	27 - 28	25 - 26	19 - 21	26 - 27
Poissonovo číslo $\nu$	0,35	0,30	0,35	0,40	0,35
súčiniteľ $\beta$	0,62	0,74	0,62	0,47	0,62
tabuľková výpočtová únosnosť $R_{dt}$ (kPa)	250 - 275	175	200-250	200	275

### Terasové štrky

Uvedené štrky boli vrtmi aj kopanými sondami overené v celom rozsahu skúmaného územia a patria tiež ku glaciálnofluviálnym sedimentom vzniknutom v období staršieho pleistocénu. Tvorené sú prevažne sivohnedým štrkom s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G-F) tr. G3, ktorý vzhľadom na obsah jemnozrnnej zeminy lokálne prechodí do štrkov siltovitých (GM) tr. G4 až štrkov ílovitých (GC) tr. G5. Valúny sú tvorené v prevažnej miere granitoidmi, ojedinele karbonátmi a metamorfitmi o priemere 3-8-12 cm so značným stupňom zvetrania, lokálne kameňmi priemeru 15-25 cm výnimočne 30 až 40 cm (zvetranými). Opracovanosť valúnov je dobrá, štrky sú vo vrchných partiách stredne uľahlé a na ich báze až uľahlé. Ich celková hrúbka nebola do realizovanej hĺbky kopaných sond a vrtov overená s výnimkou vrtu JI-4. Ostatné realizované vrty JI-1, JI-2 a JI-3 neboli ukončené v paleogénnom podloží. Skutočná hrúbka terasových štrkov bola preto zistená len vrtom JI-4 7,30 m pod povrchom terénu.

Fyzikálnomechanické a geotechnické vlastnosti uvedených štrkov na základe porovnateľných skúseností sú nasledovné.

Tabuľka číslo: 2

Vlastnosť zemín	(G-F) tr G3	(GM-GC) tr. G4-G5
objemová tiaž $\gamma$ (kNm <sup>-3</sup> )	19,0	19,0 - 19,5
modul deformácie $E_{def}$ (MPa)	80 - 90	70 - 50
totálna súdržnosť $C_u$ (kPa)	-	-
totálny uhol vnútorného trenia $\varphi_u$ (°)	-	-
efektívna súdržnosť $C_{ef}$ (kPa)	0	1,0 - 2,0
efektívny uhol vnútor. trenia $\varphi_{ef}$ (°)	32 - 33	32 - 28
Poissonovo číslo $\nu$	0,25	0,30
súčiniteľ $\beta$	0,83	0,74
tabuľková výpočtová únosnosť $R_{dt}$ (kPa)	300	200 - 150

### Paleogén

Spodnú časť overeného geologického profilu budujú horniny patriace k centrálnu-karpatskému paleogénu, ktorý vyplňa prakticky celú Liptovskú kotlinu.

Zo spomínaného paleogénu bola v rámci skúmaného územia overená jeho vrchná časť v podobe ílovcov tr. R6 (skalná hornina s najvyšším stupňom zvetrania), kde zatriedenie do skalných hornín typu R je len formálne a prakticky sa jedná o zeminu íl so strednou plasticitou (CI) tr. F6 tuhej až pevnej konzistencie s úlomkami. Íly majú vo vrchnej časti na styku s kvartérnymi štrkmi žltohnedú farbu, hlbšie sú sivé. S postupne sa zvyšujúcou hĺbkou zvetranie ílovcov sa znižuje a postupne narastá ich pevnosť R6/(CI) - pevné až tvrdé.

Fyzikálno-mechanické vlastnosti uvedených ílovcov a ich a ich geotechnické hodnoty na základe porovnateľných skúseností uvádza nasledovná tabuľka.

Tabuľka č. 3

Fyzikálno-mechanické vlastnosti	(CS) tr. F6 pevný
objemová tiaž $\gamma$ ( $\text{kNm}^{-3}$ )	21,0
modul deformácie $E_{\text{def}}$ (MPa)	13 - 14
totálna súdržnosť $C_u$ (kPa)	80
totálny uhol vnútor. trenia $\varphi_u$ ( $^\circ$ )	12
efektívna súdržnosť $C_{\text{ef}}$ (kPa)	22 - 25
efektívny uhol vnútorného trenia $\varphi_{\text{ef}}$ ( $^\circ$ )	20 - 22
Poissonovo číslo $\nu$	0,40
súčiniteľ $\beta$	0,47
tabuľková výpočt. únosnosť $R_{\text{dt}}$ (kPa)	200
Koeficient filtrácie $k_f$ ( $\text{ms}^{-1}$ )	$< 10^{-68}$

## 6. HYDEOGEOLOGICKÉ POMERY A CHEMIZMUS VODY

Hydrogeologické pomery hodnoteného územia sú podmienené jeho geologickou stavbou a celkovou morfológiou terénu. V rámci jednotlivých vrtov bola zistená hladina podzemnej vody v rozličných úrovniach. Podzemná voda je u vrtov JI-1, JI-2, JI-3 a JI-4 viazaná na terasové štrky, v ktorých bola v uvedených vrtoch narazená ako súvislá hladina podzemnej vody. Do hĺbky kopaných sond jej hladina overená nebola.

K dotácii prostredia dochádza v hlavnej miere zrážkovými vodami vsakujúcimi v širšej infiltračnej oblasti v rámci celého hodnoteného územia a taktiež vodami napájajúcimi terasové sedimenty vyššie položených svahov Západných Tatier.

Podzemné vody sa v rámci hodnoteného územia vyznačujú len mierne napätou až voľnou hladinou. K ustáleniu ich hladín došlo v menšej hĺbke ako bola úroveň ich narazenia s výnimkou vrtu JI-3, kde bola hladina podzemnej vody narazená a ustálená v rovnakej úrovni. Uvedené vody v smere spádovej krivky

odtekajú do nižších častí územia do recipientu potoka Jamníček, prípadne až do alúvia rieky Belá. Kolektorom podzemnej vody sú terasové štrky s prímiesou jemnozrnnej zeminy, ktorých koeficient priepustnosti sa pohybuje od  $1,80 \cdot 10^{-5}$  -  $2,6 \cdot 10^{-3} \text{ ms}^{-1}$  v závislosti od obsahu jemnozrnnej prímiesi, pričom dané prostredie vytvára vhodné podmienky pre vsakovanie dažďových vôd zo striech a spevnených plôch.

Prehľad o úrovniach narazených a ustálených vôd v rámci jednotlivých vrtov uvádza nasledovná tabuľka.

Tabuľka číslo 4:

Označenie sondy JI - IG vrt R - kopaná sonda	Hladina podzemnej vody narazená (m p.t.)	Hladina podzemnej vody ustálená (m p.t.)	Rozdiel (m)
JI - 1	4,80	4,60	+ 0,20
JI - 2	5,70	4,90	+ 0,80
JI - 3	5,70	5,70	-
JI - 4	3,20	2,80	+ 0,40
R - 5	-	-	-
R - 6	-	-	-
R - 7	-	-	-
R - 8	-	-	-
R - 9	-	-	-
R - 10	-	-	-
R - 11	-	-	-
R - 12	-	-	-
R - 13	-	-	-
R - 14	-	-	-
R - 15	-	-	-

Z realizovaného vrtu JI-4 bola odobratá vzorka podzemnej vody na rozbor prípadných agresívnych vlastností, hoci pri zakladaní rodinných domov pod zámraznú hĺbku s najväčšou pravdepodobnosťou nedôjde k jej styku so základovými konštrukciami plánovanej výstavby. Pri jej náhodnom styku so základovými konštrukciami sú jej fyzikálnomechanické vlastnosti nasledovné:

Podľa klasifikácie Palmer Gazdu sa jedná o zmiešaný kalcium-natrium-bikarbonátovo-chloridový typ. Celková mineralizácia je 549 mg/l, čo je voda so strednou mineralizáciou. Voda je slabo kyslá pH = 6,56, dosť tvrdá 16,29°N.

Voda vykazuje v zmysle STN EN 206-1 Betón, časť 1 a STN 73 1215 (STSEV 2440-80) stupeň agresivity XA1 na betónové konštrukcie obsahom agresívneho CO<sub>2</sub> = 38,86 mg/l. Vzhľadom na spoločný obsah síranov a chloridov (135,20 mg/l<sup>-1</sup>) voda v zmysle STN 73 038375 má strednú chloridvosíranovú a veľmi vysokú uhličitú agresivitu na oceľové prvky základových konštrukcií, s ktorými by eventuálne mohla byť vo vzájomnej interakcii. Vzhľadom na zistené skutočnosti pri styku základových konštrukcií s podzemnou vodou je potrebné uvažovať s ochrannými opatreniami na ochranu výstuže - je potrebná ich ochrana proti uvedenej veľmi vysokej agresivite dodržaním zvýšeného krytia výstuže betónom a na betonáž použiť troskoportlandský cement. V prípade, že k jej styku nedôjde, nie sú potrebné žiadne zvláštne opatrenia.

Celkovo možno konštatovať, že hydrogeologické pomery na zhodnocovanom území sú podmienené jeho geologickou stavbou, geomorfológiou a spádovými pomermi.

## **7. ZAKLADANIE OBJEKTOV**

Zakladanie objektov IBV pod nezámrznú hĺbku cca 1,30-1,50 m p.t. by bolo na značnej časti hodnoteného územia v priestore sond JI-1, JI-2, JI-4, R-5, R-6, R-7, R-11 a R-12 situované do vrstvy terasových štrkov tr. G3-G4, ktoré sú dostatočne únosné  $R_{dt} = 250 - 300$  kPa a málo stlačiteľné a preto poskytujú pre zamýšľaný druh výstavby vhodnú základovú pôdu.

Na značnej časti územia sondy JI-3, R-8, R-9, R-10, R-13, R-14 a R-15 by však v základovej škáre vystupovali terasové íly so stredou plasticitou (CI) tr. F6, silty a íly piesčité (MS) tr. F3, (CS) tr. F4 pevné a tiež íly štrkovité (CG) tr. F2 - pevnej konzistencie.

V prípade výskytu uvedených typov zemín, (ktorých únosnosť dosahuje  $R_{dt} = 200-250$  kPa) v základovej škáre rodinných domov, nie je potrebné realizovať výmenu podlažia až po hornú hranu štrkov nakoľko sa jedná o zeminy s postačujúcou únosnosťou pre zamýšľaný druh výstavby. Nemalo by však nastať prevlhčenie týchto typov zemín, čím by došlo k výraznému zníženiu únosnosti. V takom prípade doporučujem tieto zeminy (íly a silty) odťažiť a odťažené íly nahradiť hutným štrkopieskovým vankúšom zhutneným na relatívnu hutnosť min.  $I_D = 0,67$ , prípadne zvoliť väčšiu šírku základových pásov tak, aby hodnota kontaktného napätia  $\sigma_{de}$  v základovej škáre objektu bola nižšie ako uvedená hodnota  $R_{dt}$ .

Pri zakladaní jednotlivých objektov (domov) doporučujem u každého domu zvlášť vykonať revíziu zemín vystupujúcich v základovej škáre, ktorú vykoná inžiniersky geológ prípadne geotechnik za účelom verifikácie predpokladaných inžinierskogeologických a hydrogeologických pomerov. Revíziu inžinierskogeologických a hydrogeologických pomerov je potrebné vykonať z toho dôvodu, že v rámci aktuálneho inžinierskogeologického prieskumu boli jednotlivé sondy od seba značne vzdialené a situácia inžinierskogeologických pomerov sa v rámci jednotlivých objektov môže do istej miery odlišovať.

Celkovo je územie z hľadiska globálnej stability bez svahových degradácií, stabilné a výstavba na ňom si nebude vyžadovať žiadne stabilizačné opatrenia na zaistenie stability.

Z hľadiska cestného podlažia časť trasy plánovanej cesty (spojovacích a prístupových komunikácií) medzi jednotlivými objektmi plánovanej IBV bude budovaná do hĺbky aktívnej zóny podlažia vozovky ílovitými zeminami triedy F6, F3, F4 a F2, ktoré patria medzi zeminy mierne namrzavé až namrzavé a do násypov málo vhodné, ktoré vykazujú pomerne veľké objemové zmeny, ktoré svojimi vlastnosťami z hľadiska bezpečnosti pred účinkami premrzania možno považovať za málo vhodné. Uvedené zeminy doporučujem v danom úseku vylepšiť ich

premiešaním s vhodnejšími štrkovitými zeminami, ktoré sú nenamrzavé a dobre zhutniteľné. Vodný režim takmer na celom území vzhľadom na výskyt zamokrení je možné považovať za difúzny (priaznivý).

## 8. ZATRIEDENIE ZEMÍN A HORNÍN PODĽA TRIED ROZPOJITEĽNOSTI

V zmysle STN 73 3050 zeminy zaraďujeme podľa tried rozpojiteľnosti nasledovne:

- ❖ trieda 2 - silt piesčitý s humusom - pevný
- ❖ trieda 2 - 3 - terasové íly so strednou plasticitou (CI) a íly piesčité (CS) a štrkovité (CG) - pevné
- ❖ trieda 3 - 4 - štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G-F), štrk siltovitý (GM)

Výkopy hlbšie ako 1,20 m z hladiska bezpečnosti doporučujem zapažiť.

## 9. ZÁVER

Realizovaným inžinierskogeologickým prieskumom na plánovanom stavenisku individuálnej bytovej výstavby Jamnická Vyhládka boli zistené nasledovné skutočnosti:

- Geologickú stavbu územia tvoria kvartérne sedimenty v podobe glaciálno-fluviálnych pokryvných ílov ležiacich na súvrství glaciálno-fluviálnych, resp. terasových štrkov. Podložie uvedených kvartérnych zemín tvoria sedimenty paleogénu Liptovskej kotliny - ílovce a pieskovce, tieto však do hĺbky realizovaných vrtaných a kopaných sond s výnimkou vrtu JI-4 overené neboli.
- Hodnotené územie leží v zdrojovej oblasti seizmického rizika č.4 so základným seizmickým zrýchlením  $\alpha_r = 0,3$  m.s.
- Hladina podzemnej vody sa nachádza v hĺbke od 3,20 - 5,70 m p.t. v závislosti od konfigurácie terénu a podzemná voda má voľný až mierne napätý charakter. Chemické vlastnosti vody skúmané boli, hoci sa

nepredpokladá jej styk so základovými konštrukciami. Voda má mierne agresívne účinky na betón (stupeň vplyvu prostredia XA1) obsahom CO<sub>2</sub> a má veľmi vysokú agresivitu na kovové prvky (železo), s ktorými príde do vzájomnej interakcie. Tieto doporučujem pri jej prípadnom styku chrániť zvýšeným krytím výstuže a na betonáž použiť min. struskoportlandský cement, prípadne betóny tr. C30/37 s minimálnym obsahom cementu 300 kg/m<sup>3</sup> zmesi. Pri betonáži základových pomeroch v suchom prostredí postačuje na betonáž použiť struskoportlandský cement a betóny tr. C20/25.

- Únosnosť zemín z hľadiska zakladania rodinných domov je dostačujúca  $R_{dt}=300$  kPa (štrky tr. G3). V miestach vrtov a kopaných sond, kde boli overené pokryvné íly tr. F6, F4 a tr. F2 a silty tr. F3 pevnej konzistencie. Ich únosnosť dosahuje hodnoty  $R_{dt} = 200 - 250$  kPa, čo bude pre daný typ výstavby taktiež postačovať. Založenie je taktiež možné vykonať prehĺbením výkopu základových pásov až do únosnej zeminy štrkov tr. G3 a to v prípade, že by došlo k prevlhčeniu súdržných zemín (ílov a siltov) vplyvom atmosferických zrážok. Betonáž základových konštrukcií doporučujem realizovať v suchom období bez zrážok.
- Zeminy na základe ich rozpojiteľnosti možno zatriediť do tried 2-4.

Záverom poznamenávame, že realizovaný inžinierskogeologický prieskum je súčasťou podkladov pre daný investičný zámer a je vypracovaný ako podrobný inžinierskogeologický prieskum. V prípade potreby podrobnejších údajov o inžinierskogeologických a hydrogeologických pomeroch doporučujem realizovať doplňujúci IGHG prieskum a to doplnením potrebného počtu prieskumných diel.

## 10. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY A STN

- Mahel' a kol. : Regionální geologie ČSSR II. díl ÚÚG Academií nakladatelství  
ČSAV, Praha 1967
- T. Buday : Regionální geologie ČSSR II. díl zv.2 ČSAV Praha 1967



Atlas SSR : SAV Slovenský úrad geológie a kartografie Bratislava 1977  
I. Vaškovič : Kvartér Slovenska, GÚDŠ Bratislava 1977  
Z. Bažant : Zakládání staveb SNTL-ALFA, Praha 1981  
Geologická mapa ČSSR M 1:200 000  
Inžinierska geológia- VŠ skriptá, Čabalová SVŠT Bratislava  
Cvičenia z mechaniky hornín a zakladania stavieb- VŠ skriptá M. Matys, UK-  
Bratislava 1987  
Použité záverečné správy z predchádzajúcich IGP uvedených v kapitole č.4

STN 73 0090 - Geotechnický prieskum, 2011

72 1001 - Klasifikácia zemín a skalných hornín, 2010

73 1001 - Geotechnické konštrukcie -zakladanie stavieb, 2010

73 3050 - Zemné práce, 1986

73 0036 - Seizmické zaťaženie stavebných konštrukcií

73 1215 - Betónové konštrukcie- klasifikácia agresívnych prostredí, 1983

73 1215 (ST SEV 2440-80) - Betónové konštrukcie, klasifikácia agresívnych  
prostredí

03 8375 - Ochrana kovových potrubí uložených vo vode alebo v pôde proti  
korózii, 1971

EN 206-1 - Betón časť 1 špecifikácia, vlastnosti, výroba

ON 73 6196 - Ochrana cestných komunikácií pred účinkami premrznania  
podložia, 1981

**JI – 1**

Kóta vrtu: 717,30 m n.m.

**0,00-0,25 m** hnedý silt piesčitý (MS) tr. F3- pevný s korenkami tráv

**0,25-1,50 m** okrovohnedý íl štrkovitý (CG) tr. F2 – tuhopevnej konzistencie so sivými šmuhami s valúnami štrku  $\varnothing$  3-8 cm lokálne 10-25 cm (na báze) – glaciáluviálne

**1,50-12,00 m** okrovohnedý štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G-F) tr. G3 s priemerom valúnov 3-8 cm lokálne 10-12 cm. Materiál štrkov tvoria granitoidy silne navetrané až zvetrané, rozpadavé, pri poklepe kladivom sa často drobia na ostrohranný piesok až úlomky. Lokálne sa objavujú hrdzavookrové šmuhy pieskov (S-F). Na báze v intervale od 10,0 sa stupeň zaílovania štrkov zvyšuje a zemina nadobúda charakter štrkov ílovitých (GC) tr. G5. Štrky sú stredne uľahlé až uľahlé.

Hladina podzemnej vody: narazená - 4,80 m p.t.  
ustálená - 4,60 m p.t.

Vzorka zeminy (porušená): 4,10-4,40 m p.t.  
10,00-10,30 m p.t.

**JI – 2**

Kóta vrtu: 713,10 m n.m.

**0,00-0,20 m** hnedosivý silt piesčitý (MS) tr. F3- pevný s korenkami tráv

**0,20-0,50 m** hnedookrový íl piesčitý (CS) tr. F4 – tuhopevný so zrnami živcov – glaciofluviálny

**0,50-1,50 m** okrovohnedohrdzavý štrk ílovitý (GC) tr. G5 až štrk siltovitý (GM) tr. G4, výplň tvorí íl piesčitý, pevný až tuhopevný, priemer valúnov 5-7 cm lokálne do 10-12 cm. Valúny sú navetrané až zvetrané – granitoidy (glaciáluviálne sedimenty) štrky sú stredne uľahlé

**1,50-8,00 m** okrovohrdzavohnedý štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G-F) tr. G3 s valúnami granitoidov priemeru 3-8 cm, v spodnej časti prechádzajú do štrkov siltovitých (GM) tr. G4 – uľahlých

Hladina podzemnej vody: narazená - 5,70 m p.t.  
ustálená - 4,90 m p.t.

Vzorka zeminy (porušená): 3,00-3,20 m p.t.

**JI – 3**

Kóta vrtu: 713,70 m n.m.

**0,00-0,25 m** tmavohnedý silt piesčitý (MS) tr. F3- pevný s humusom – ornica?

**0,25-0,60 m** svetlosivohnedý silt piesčitý (MS) tr. F3 – pevný - suchý

**0,60-2,00 m** okrovožltohnedý íl so strednou plasticitou (CI) tr. F6 pevný s občasne sa vyskytujúcimi valúnkami štrku, priemer do 3 cm (glaciofluviálny)

**2,00-6,00 m** okrovohnedý štrk siltovitý (GM) tr. G4. Výplň tvorí íl piesčitý pevný až tuhopevný, pod hladinou podzemnej vody kašovitý. Valúny štrku tvoria granitoidy  $\varnothing$  5-7 cm lokálne 10-12 cm navetrané až zvetrané (glaciálnofluviálne)

Hladina podzemnej vody: narazená - 5,70 m p.t.

ustálená - 5,70 m p.t.

Vzorka zeminy (porušená): 0,80-1,00 m p.t.

3,10-3,30 m p.t.

#### **JI – 4**

Kóta vrtu: 706,80 m n.m.

**0,00-0,20 m** tmavohnedý silt piesčitý (MS) tr. F3- pevný s humusom – ornica

**0,20-1,20 m** svetlosivohnedý silt piesčitý (MS) tr. F3 – pevný

**1,20-7,30 m** okrovohrdzavohnedý štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy (G-F) tr. G3 s valúnami štrku, priemer 3-8 cm lokálne 10-12 cm – zvetrané až rozvetrané, stredne uľahlé až uľahlé

**7,30-8,00 m** žltohnedý íl so strednou plasticitou (CI) tr. F6, tuhý so zachovanou textúrou – prechod do elúvia paleogénu – oxidačnoredukčná zóna

**8,00-9,00 m** elúvium paleogénu, ílovce sivej farby tr. R6 rozložené na íly so strednou plasticitou (CI), pevné s úlomkami

Hladina podzemnej vody: narazená - 3,20 m p.t.

ustálená - 2,80 m p.t.

Vzorka zeminy (porušená): 3,80-4,00 m p.t.

7,50-7,70 m p.t.

Z vrtu bola odobratá vzorka podzemnej vody

#### **R – 5**

Kóta vrtu: 709,20 m n.m.

**0,00-0,20 m** hnedý silt piesčitý (MS) tr. F3- pevný s humusom

**0,20-0,40 m** hnedý silt piesčitý (MS) tr. F3 s valúnami štrku – pevný (glaciofluviálny)

**0,40-1,50 m** hnedý štrk ílovitý (GC) tr. G5 s valúnami štrku, priemer 8-12 cm lokálne 15-20 cm (s balvanmi) - uľahlý. Materiál štrkov tvoria granitoidy zvetrané až rozvetrané (glaciofluviálne)

Hladina podzemnej vody: sonda bola suchá bez zistenia hladiny podzemnej vody

Vzorka zeminy (porušená): 1,40-1,50 m p.t.

## **R – 6**

Kóta vrtu: 700,70 m n.m.

**0,00-0,20 m** tmavohnedý silt piesčitý (MS) tr. F3- pevný s humusom – ornica

**0,20-0,60 m** svetlosivohnedý silt piesčitý (MS) tr. F3 s výskytom kameňov a zbytkami tehly (navážka?)

**0,60-1,40 m** okrovohnedý íl so strednou plasticitou (CI) tr. F6 pevný so svetlosivými šmuhami (mramorovaním) s lokálnym výskytom kameňov až balvanov žúl priemeru 30-40 cm 15 – 20% (B)

**1,40-2,00 m** okrovohnedý štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G-F) tr. G3 s priemerom valúnov 5-8 cm lokálne 10-25 cm

Hladina podzemnej vody: sonda bola suchá bez zistenia hladiny podzemnej vody

Vzorka zeminy (porušená): 1,40-1,50 m p.t.

## **R – 7**

Kóta vrtu: 709,90 m n.m.

**0,00-0,20 m** svetlosivý až hnedosivý silt piesčitý (MS) tr. F3- pevný s humusom

**0,20-1,30 m** svetlosivookrový íl piesčitý (CS) tr. F4 – pevný s mramorovaním svetlosivými šmuhami s občasnými valúnami priemeru 5-8 cm lokálne 10 cm

**1,30-2,00 m** okrovohnedý štrk siltovitý (GM) tr. G4 stredne uľahlý

Hladina podzemnej vody: sonda bola suchá bez zistenia hladiny podzemnej vody

Vzorka zeminy (porušená): 1,10-1,20 m p.t.

## **R – 8**

Kóta vrtu: 710,60 m n.m.

**0,00-0,20 m** svetlosivý až hnedosivý silt piesčitý (MS) tr. F3- pevný s koreňmi tráv a humusom

**0,20-0,70 m** svetlohnedosivý silt piesčitý (MS) tr. F3 pevný (glaciofluviálny)

**0,70-2,00 m** hnedosivookrový íl so strednou plasticitou (CI) tr. F6 pevný s ojedinelými valúnami štrku priemeru 3-8 cm lokálne 10-12 cm

**2,00-2,50 m** hnedookrový štrk siltovitý (GM) tr. G4, výplň tvorí íl piesčitý- pevný, priemer valúnov 3-8 cm lokálne 15-20 cm, stredne uľahlý (glaciofluviálny)

Hladina podzemnej vody: sonda bola suchá bez zistenia hladiny podzemnej vody  
Vzorka zeminy (porušená): 2,20-2,30 m p.t.

## **R – 9**

Kóta vrtu: 712,00 m n.m.

**0,00-0,20 m** hnedosivý silt piesčitý (MS) tr. F3- pevný s koreňmi tráv

**0,20-0,50 m** hnedosivý silt piesčitý (MS) tr. F3 pevný s lokálnymi hrdzavými šmuhami (glaciálnofluviálny)

**0,50-2,60 m** okrovohnedý íl piesčitý (CS) tr. F4 tuhopevný s čiernymi šmuhami vyžrážané (konkrécie mangánových minerálov?) vo forme zhlukov čiernej farby s občasným výskytom drobných valúnov štrku priemeru 2-3 cm, ktorých obsah pribúda postupne so zvyšujúcou sa hĺbkou

**2,60-3,00 m** okrovohnedý štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G-F) tr. G3 s valúnami granitoidov priemeru 3-8 cm lokálne 12-15 cm, zvetrané až rozvetrané valúny. Štrky sú stredne uľahlé až uľahlé

Hladina podzemnej vody: sonda bola suchá bez zistenia hladiny podzemnej vody  
Vzorka zeminy (porušená): 1,10-1,10 m p.t.  
2,70-2,70 m p.t.

## **R – 10**

Kóta vrtu: 714,00 m n.m.

**0,00-0,20 m** hnedosivý silt piesčitý (MS) tr. F3- pevný s humusom

**0,20-0,80 m** svetlosivohnedý silt piesčitý (MS) tr. F3 pevný

**0,80-1,50 m** okrovožltohnedý íl so strednou plasticitou (CI) tr. F6 tuhopevný s hrubozrnnými zrnami piesku (živcov) a ojedinelými valúnami štrku priemeru do 3 cm (glaciofluviálny)

**1,50-2,00 m** okrovohnedý štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy (G-F) tr. G3. Materiál štrkov tvoria valúny granitoidov priemeru 3-8 cm lokálne 10-12 cm, navetrané s občasným výskytom balvanov do priemeru 25 cm. Štrky sú stredne uľahlé

Hladina podzemnej vody: sonda bola suchá bez zistenia hladiny podzemnej vody  
Vzorka zeminy (porušená):

## **R – 11**

Kóta vrtu: 714,65 m n.m.

**0,00-0,25 m** svetlohnedý silt piesčitý (MS) tr. F3- pevný s humusom – ornica

**0,25-1,40 m** okrovohnedý íl so strednou plasticitou (CI) tr. F6 pevný s variabilným množstvom štrku, lokálne zemina nadobúda charakter ílu štrkovitého (CG) tr. F2 - pevný

**1,40-2,00 m** okrovohnedý štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy (G-F) tr. G3 s valúnami štrku (granitoidov) priemeru 5-10 cm lokálne v intervale 1,60-1,80 m s kameňmi (cb) priemeru 15-20 cm a šmuhami ílov piesčitých (CS) – tuhopevných. Štrky sú stredne uľahlé

Hladina podzemnej vody: sonda bola suchá bez zistenia hladiny podzemnej vody  
Vzorka zeminy (porušená): 1,20-1,30 m p.t.  
1,70-1,80 m p.t.

## **R – 12**

Kóta vrtu: 716,40 m n.m.

**0,00-0,20 m** hnedý silt piesčitý (MS) tr. F3- pevný s humusom

**0,20-0,50 m** okrovohnedý silt piesčitý (MS) tr. F3 pevný s valúnkami štrku priemeru 8-10 cm lokálne 10-15 cm

**0,50-2,00 m** okrovohnedý štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy (G-F) tr. G3 s valúnami granitoidov priemeru 8-10 cm lokálne 10-15 cm. Materiál štrkov je navetraný, lokálne až zvetraný – štrky sú monomiktné, stredne uľahlé

Hladina podzemnej vody: sonda bola suchá bez zistenia hladiny podzemnej vody  
Vzorka zeminy (porušená): 1,30-1,40 m p.t.

## **R – 13**

Kóta vrtu: 714,60 m n.m.

**0,00-0,20 m** hnedý silt piesčitý (MS) tr. F3- s korenkami tráv

**0,20-2,10 m** okrovohnedý íl piesčitý (CS) tr. F4 s valúnami štrku priemeru 3-5 cm – pevný, obsah valúnov je variabilný, zemina lokálne nadobúda charakter ílu štrkovitého (CG) (glaciálnofluviálny)

**2,10-2,80 m** okrovohnedý piesok siltovitý (SM) tr. S4 s valúnami štrku priemeru 3-5 cm, zavlhlý, stredne uľahlý (glaciálnofluviálne sedimenty)

**2,80-3,00 m** okrovohnedý štrk s prímесou jemnozrnnej zeminy (G-F) tr. G3 s valúnami granitoidov priemeru 8-10 cm – stredne uľahlý. Materiál štrkov tvoria výlučne granitoidy (štrky sú monomiktné) (glaciálnofluviálne sedimenty)

Hladina podzemnej vody: sonda bola suchá bez zistenia hladiny podzemnej vody  
Vzorka zeminy (porušená): 1,80-1,90 m p.t.

#### **R – 14**

Kóta vrtu: 714,30 m n.m.

**0,00-0,20 m** hnedý silt piesčitý (MS) tr. F3- pevný s humusom

**0,20-0,80 m** svetlosivohnedý silt piesčitý (MS) tr. F3 – pevný s ojedinelými valúnami priemeru 3-5 cm

**0,80-1,30 m** okrovohnedý íl piesčitý (CS) tr. F4 – pevný s občasnými valúnami 5-10 cm (glaciálnofluviálny)

**1,30-2,00 m** okrovohnedý štrk s prímесou jemnozrnnej zeminy (G-F) tr. G3 valúny štrku tvoria granitoidy priemeru 3-8 cm lokálne 10-12 cm – stredne uľahlé až uľahlé (glaciálnofluviálne sedimenty)

Hladina podzemnej vody: sonda bola suchá bez zistenia hladiny podzemnej vody  
Vzorka zeminy (porušená):

#### **R – 15**

Kóta vrtu: 715,71 m n.m.

**0,00-0,25 m** hnedý silt piesčitý (MS) tr. F3- pevný s koreňmi tráv

**0,25-0,80 m** svetlosivohnedý silt piesčitý (MS) tr. F3 – pevný

**0,80-1,90 m** svetlookrovohnedý íl piesčitý (CS) tr. F4 – pevný so svetlými šmuhami (mramorovaním) s ojedinelým výskytom valúnov štrku priemeru do 3 cm (glaciálnofluviálny)

**1,90-2,20 m** okrovohrdzavohnedý štrk s prímесou jemnozrnnej zeminy (G-F) tr. G3, priemer valúnov 5-10 cm lokálne 12 cm – štrky sú uľahlé, navetrané až zvetrané – granitoidy (glaciálnofluviálne)

Hladina podzemnej vody: sonda bola suchá bez zistenia hladiny podzemnej vody  
Vzorka zeminy (porušená): 1,10-1,20 m p.t.