

WH GEOTREND, s. r. o., Piaristická 2, 949 24 NITRA

=====

INŽINIERSKOGEOLOGICKÝ POSUDOK

Názov geologickej úlohy: Nitra – Radlinského ul., kino Palace

Číslo geologickej úlohy: 3419

Druh geologických prác: inžinierskogeologický posudok

Objednávateľ geolog. prác: Mesto Nitra, Štefánikova trieda 80/60, 950 06 Nitra

Zhotoviteľ geolog. prác: WH GEOTREND, s. r. o., Piaristická 2, 949 24 Nitra

Zodpovedný riešiteľ úlohy: RNDr. Viliam Horváth

Dátum vypracovania: október 2019

Počet exemplárov: 4x písomná forma, 1x elektronická forma

Názov katastrálneho územia: Nitra I.

Identif. číslo katastr. územia: 839914

Názov okresu: Nitra

Kód okresu: 403

RNDr. Viliam Horváth

.....
meno a podpis štatutár. zástupcu
zhotoviteľa geologických prác

OBSAH:

- 1. Úvod**
- 2. Cieľ posudku**
- 3. Charakteristika skúmaného územia a doterajšia geologická preskúmanosť**
 - 3.1 Geologické a hydrogeologické územia
 - 3.2 Seizmicita a stabilita územia
 - 3.3 Hydrochemické pomery a agresivita vody
 - 3.4 Preskúmanosť územia
- 4. Výsledky riešenia posudku**
 - 4.1 Dokumentácia prevzatých geologických diel (vrtov)
 - 4.2 Klasifikácia zemín základovej pôdy a ich fyzikálno-mechanické vlastnosti
 - 4.3 Vyhodnotenie základových pomerov
 - 4.4 Odporúčanie bezpečného postupu realizácie podzemných konštrukcií
- 5. Záver a odporúčania**
- 6. Použitá literatúra**

PRÍLOHY:

1. Situácia prevzatých geolog. diel (vrtov) v $M = 1 : 2\,500$
2. Inžinierskogeologický profil prevzatého vrtu VS-1

1. ÚVOD

Na základe objednávky č. 20191789 zo dňa 26. 09. 2019 od Mesta Nitra sme vypracovali inžinierskogeologický posudok základovej pôdy kina Palace. Inžinierskogeologický posudok je evidovaný pod názvom:

„Nitra – Radlinského ul., kino Palace“

Predmetom posudku je pozemok kina Palace resp. Moskva na Radlinského ul. v centre mesta. Pozemok je celý zastavaný objektom kina. Existujúci objekt je z časti podpivničený s technickým suterénom. V priestore pôvodnej kinosály sa plánujú nové podzemné konštrukcie s kótou podlahy -2,600 t. j. so základovou škárou na úrovni cca -3,000.

2. CIEĽ POSUDKU

Cieľom posudku na základe doterajšej geologickej preskúmanosti blízkeho okolia pozemku t. j. bez realizácie technických (vrtných) prác bolo zabezpečiť nasledovné inžinierskogeologické a hydrogeologické podklady pre potreby projektovej dokumentácie:

- objasniť geologickú stavbu, zloženie a úložné pomery vrstiev v základovej pôde na základe geologickej preskúmanosti blízkeho okolia územia
- objasniť hydrogeologické pomery - výskyt a hĺbku hladiny podzemnej vody, posúdiť jej vplyv na zakladanie nových podzemných konštrukcií, určiť maximálnu hladinu podzemnej vody
- klasifikovať zeminy základovej pôdy podľa STN 72 1001
- zhodnotiť základové pomery - únosnosť a stlačiteľnosť základovej pôdy

3. CHARAKTERISTIKA SKÚMANÉHO ÚZEMIA A DOTERAJŠIA GEOLOGICKÁ PRESKÚMANOSŤ

3.1 Geologické a hydrogeologické územia

Podľa Inžinierskogeologickej mapy SR M = 1 : 200 000 patrí územie do regionu neogénnych tektonických vkleslín, oblasti vnútrokarpatských nížin - Podunajskej nížiny a do rajónu údolných riečnych náplavov rieky Nitra typu F. Povrch územia je rovinatý s nadmorskou výškou cca 140,70 – 141,00 m n. m.

Z **geomorfologického** hľadiska sa záujmové územie nachádza v údolnej nive rieky Nitry. Podľa geomorfologického členenia Slovenska šetrené územie patrí do geomorfologickej oblasti Podunajskej nížiny, celku Podunajskej pahorkatiny. podcelku Nitrianskej nivy a časti Dolnonitrianskej nivy. Dolnonitrianska niva v širšej oblasti mesta vytvára nerovnako široký pás s generálnym smerom SZ-JV. Severne od mesta Nitra dosahuje šírku asi 2750 m, v priestore mesta sa zužuje na 600 m a zase juhovýchodným smerom sa roširuje až na 5 750 m. Niva predstavuje mladú štruktúrnu rovinu, ktorú v podstate formuje hlavný tok rieky Nitry. Zúženie údolnej nivy vytvára hradný masív, ktorý je budovaný prevažne mezozoickými vápencami obalovej jednotky. Celá aluviálna niva rieky Nitra patrí do rovinného stupňa, pre ktorý je charakteristický akumulčný typ reliéfu.

Na geologickej stavbe územia sa podieľajú sedimenty **recentu, kvartéru a neogénu**.

Recentné antropogénne sedimenty (navážky) pod spevnenými plochami dosahujú hrúbku asi 2,00 m. Navážky vznikli ľudskou činnosťou v minulosti. Navážky vo všeobecnosti, aj na šetrenom pozemku patria do skupiny nevhodných základových pôd, i napriek staršiemu veku.

Pod recentnými sedimentami sú usadené prírodné sedimenty **kvartéru a neogénu**.

Kvartér je reprezentovaný náplavovými (fluviálnymi) sedimentami, ktoré siahajú do hĺbky 7,30 m pod súčasným terénom, podľa výsledkov predchádzajúceho prieskumu vedľa reštaurácie Radlinka (V. Horváth 1999). Sú to náplavy rieky Nitra. Fluviálne sedimenty patria k najpestrejším pokryvným útvarom. Ich zloženie a vlastnosti sa menia na krátke vzdialenosti. Časté je vyklíňovanie a premenlivá hrúbka vrstiev, prípadne šikmé zvrstvenie ako výsledok sedimentácie počas meandrovania koryta rieky Nitry a povodní. Komplex fluviálnych sedimentov tvoria najhlbšie usadené a najstaršie pleistocénne štrky a štrkopiesky fácie riečného dna hrúbky asi 3,50 m. Sú to strednozrnné až hrubozrnné, zle zrnené štrkovité zeminy resp. štrkopiesky (prevaha frakcie valúnov priemeru 1 – 3 cm, ojediniele do 5 cm. Vrchná časť štrkového súvrstvia býva ílovitá resp. hlinitá. Opracovanosť valúnov je stredná až dobrá. Prírodný sedimentačný komplex v nadloží štrkovej vrstvy reprezentuje súvrstvie mladších holocénnych povodňových piesčito-ílovitých a ílovitých zemín, v ktorých sa lokálne môžu vyskytovať vrstvičky a vrstvy s menším i vysokým obsahom organických látok. Litologicky sú zastúpené hlavne íly piesčité a íly strednej plasticity. Toto ílovité súvrstvie dosahuje hrúbku asi 1 m. Pod typickými riečnymi štrkami a štrkopieskami od hĺbky 7,30 m do hĺbky 10,0 m pod terénom sa nachádza súvrstvie svetlých sivých, hnedosivých, žltosivých a žltých kamenitých a balvanitých štrkov s prímiesou jemnozrnej zeminy resp. pieskov ílovitých stmelených s kameňmi a balvanmi. Táto vrstva je ťažko vrtateľná, lebo obsahuje balvanité kamene rozmerov do 10 – 15 – 20 i viac cm. Podľa výsledkov prieskumu pod objektom divadla (Golka, 1982) v rámci ktorého boli odvrtané 20 m hlboké jadrové vrty, táto vrstva siaha do hĺbky 10,30 – 10,70 m.

Starší **neogén** v podloží kvartéru v hĺbke viac ako 10 m je reprezentovaný pontom väčšinou v ílovitom vývoji. Litologicky sú tu zastúpené hlavne íly vysoko plastické hnedosivej a modrosivej farby.

Hydrogeologické pomery územia sú podmienené geologickou stavbou, morfológiou, klimatickými pomermi a predovšetkým okrajovou hydrogeologickou podmienkou - riekou Nitra. Podľa hydrogeologickej rajonizácie je šetrené územie súčasťou **hydrogeologického rajónu Q 072**, ktorého určujúcim typom je medzizrnová priepustnosť. Z hľadiska očakávaného stavebného zásahu do zvodneného horninového prostredia nás zaujíma iba podzemná voda kvartérneho útvaru. Kolektorom podzemnej vody sú štrky a štrkopiesky. V čase vrtných prác na prevzatom vrte VS-1 (november 1999) bol zistený horizont kvartérnej podzemnej vody s charakterom režimu prúdenia s mierne napätou hladinou. V prieskumných vrte bola narazená hladina podzemnej vody v hĺbke 3,80 m pod terénom a ustálená hladina v rovnakej hĺbke 3,40 m pod súčasným povrchom terénu. Stav podzemnej vody hodnotíme v čase vykonávania prieskumných prác ako nízky. Podzemná voda prúdi a akumuluje sa vo vysoko až stredne priepustných štrkovitých zeminách. Koeficient filtrácie k_f štrkovitých zemín vypočítaný z kriviek zrnitosti v predchádzajúcom prieskume (V. Horváth, 2016) je nasledovný :

- štrky a štrkopiesky so zlou zrnitosťou (GP, SP) $k_f = 6,53 - 6,74 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- štrky s prímiesou jemnozrnej zeminy (G-F) $k_f = 3,44 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Podložné i nadložné ílovité zeminy sú veľmi nízko priepustné až prakticky nepriepustné, ktorých $k_f = 1 \cdot 10^{-8} - 10^{-10} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Hodnotenie priepustnosti zemín podľa koeficienta filtrácie udávame v nasledovnej tabuľke:

Hodnotenie priepustnosti zemín	Koeficient filtrácie k_f (m . s ⁻¹)
prakticky nepriepustné	$< 1 \cdot 10^{-9}$
veľmi nízko priepustné	$1 \cdot 10^{-9} - 1 \cdot 10^{-7}$
nízko priepustné	$1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-6}$
stredne priepustné	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-3}$
vysoko priepustné	$> 1 \cdot 10^{-3}$

Podzemná voda je v priamej hydrodynamickej spojitosti s povrchovými vodami v rieke Nitra. **Šetrený pozemok sa nachádza cca 250 m smerom Z od od pravého brehu koryta rieky Nitra, preto treba očakávať pulzáciu hladiny podzemnej vody v závislosti na vodnom stave v tomto toku.** Zásoby kvartérnej podzemnej vody sú doplňované hlavne brehovou infiltráciou z rieky Nitra. Generálny smer prúdenia kvartérnej podzemnej vody v riešenom úseku rieky Nitra pri prevládajúcom priemernom stave počas roka je od S na J. Podmienky prúdenia v kolektore sa teda menia v závislosti na úrovni hladiny podzemnej vody, priepustnosti a hrúbke štrkov a stave povrchovej vody v tomto recipiente. **Rozkvy hladiny podzemnej vody pri minimálnom a maximálnom stave dosahuje až 3 m.** Vzhľadom na to, že povodie Nitry nemá v súčasnosti v centre mesta pozorovaciu sondu SHMÚ Bratislava (v smere toku rieky je až v Nitre – Dol. Kráľanoch resp. Nitra – Mikov Dvor a v smere proti toku v Nitre – Dražovciach) za účelom dlhodobého sledovania stavu podzemných vôd. Pri stanovení maximálnej hladiny podzemnej vody sme vychádzali z výsledkov inžinierskogeologických prieskumov uskutočnených v blízkom okolí v minulosti a z výsledkov meraní na monitorovacom vrte MV-1 (V. Horváth, 2009) na pozemku plánovanej budovy NSK (na ľavom brehu rieky Nitra), v ktorom bola dňa 3. 6. 2010 nameraná najvyššia hladina podzemnej vody na kóte 138,64 m n. m. a dňa 12. 9. 2012 najnižšia hladina podzemnej vody na kóte 135,23 m n. m. Na stavbe „Dom módy“ na pešej zóne na pravom brehu rieky Nitra bola dňa 2. 12. 1974 nameraná výška hladiny podzemnej vody na kóte 138,48 m n. m. Na stavbe obchodného centra „MLYNY“ tiež na pravom brehu rieky bola doporučená maximálna hladina podzemnej vody na kóte 138,60 m n. m. V areáli bývalej Ferenitky sa nachádzala studňa PS-1, ktorú HMÚ Bratislava využíval v rokoch 1953 – 1970 na meranie hladiny podzemnej vody. Na tejto pozorovacej studni bola počas povodňového stavu na rieke Nitra v roku 1965 nameraná hladina podzemnej vody na kóte 138,96 m n. m. V kinosále Palace predpokladáme výskyt podzemnej vody v hĺbke asi 3,00 – 3,20 m pod súčasnou podlahou, ktorá má rovnakú niveletu ako chodník na Radlinského ul. (východ z kina). Na základe týchto znalostí a údajov s úrovňou **maximálnej hladiny** podzemnej vody, vzhľadom na predchádzajúce prieskumy realizované v tejto časti Nitry a výsledky merania na studni PS-1, doporučujeme uvažovať **na kóte 139,00 m n. m.**

3.2 Seizmicita a stabilita územia

Podľa STN EN 1198-1/NA/Z1 a „Mapy zdrojových oblastí seizmického rizika na území Slovenska“ (obr. NB.6.1) tejto normy sa Nitra nachádza v zdrojovej oblasti **seizmického rizika 4**. Tejto zdrojovej oblasti seizmického rizika priradujeme referenčné špičkové seizmické zrýchlenie a_{gR} podľa „Mapy oblasti seizmického ohrozenia na území Slovenska“ uvedenej v STN EN 1998-1/NA/Z2 (obr. NB.6.1). Referenčné špičkové **seizmické zrýchlenie** má hodnotu $a_{gR} = 0,40$. Pri stanovení kategórie podložia sme vychádzali z STN EN 1998-1 tab. 3.1. Podľa geologického a stratigrafického profilu podložie zaraďujeme do **kategórie E**. Pre účely hodnotenia technickej seizmicity zaraďujeme základovú pôdu šetreného územia do **kategórie a** podľa STN EN 1998-1/NA/Z1.

Z hľadiska stability hodnotíme územie a jeho blízke okolie v súčasnosti ako **stabilné**, bez najnebezpečnejších svahových deformácií – zosuvov. Územie je rovina.

3.3 Hydrochemické pomery a agresivita vody

Z vrtu S-1 v areáli bývalej Ferenitky (V. Horváth, 2016) bola odobraná vzorka podzemnej vody na skrútený chemický rozbor pre posúdenie agresivity zvodneného horninového prostredia na betónovú základovú konštrukciu a oceľové potrubia. Podľa chemického rozboru ide o vodu hydrogénuhličitanovú vápenatú, podľa prechodnej tvrdosti vodu mimoriadne tvrdú, slabo zásaditej reakcie podľa pH = 7,22.

Hodnotenie agresivity na betón

V mieste odberu vzorky vody v daných geologických a hydrogeologických podmienkach boli analyzované agresívne zložky na betón. Z porovnania výsledkov analýz s medznými hodnotami (SO_4 , Mg^{2+} , NH_4 , agresívny CO_2 , hodnota pH) podľa STN EN 206-1 tab. 2 vyplýva, že analyzovaná vzorka podzemnej vody z vrtu S-1 **nevytvára neagresívne síranové ($\text{SO}_4 = 56,4 \text{ mg.l}^{-1}$) prostredie** na betón z portlandského cementu.

Hodnotenie agresivity na oceľ

Z porovnania výsledkov analýz s medznými hodnotami (elektrolitická vodivosť, agresívny CO_2 , hodnota pH) podľa STN 03 8375 vyplýva, že analyzovaná vzorka vody z vrtu S-1 spôsobuje v dôsledku vysokej elektrolitickej vodivosti (**$148,0 \text{ mS/m} = 1480 \text{ }\mu\text{S/cm}$**) **veľmi vysokú agresivitu prostredia IV**. Všetky oceľové telesá, ktoré budú uložené v zemi a prídu do styku s náporovými vodami, treba chrániť ochranou, ktorá zodpovedá prostrediu s veľmi vysokou agresivitou.

3.4 Preskúmanosť územia

Štúdiom archívnych materiálov v Geofonde Bratislava a v domácom archíve sme zistili, že v blízkom okolí záujmového územia boli v minulosti uskutočnené geologické práce prevažne inžinierskogeologického charakteru. Ide o predovšetkým o tieto geologické práce :

- 1) V. Horváth : Nitra – bytový dom Ferenit, podrobný inžinierskogeologický prieskum (WH Geotrend, s. r. o. Nitra, 2016)
- 2) V. Horváth : Nitra – Kmeťkova 32, polyfunkčný objekt podrobný inžinierskogeologický prieskum (WH Geotrend, s. r. o. Nitra, 2012)
- 3) V. Horváth : Nitra – Radlinská reštaurácia, orientačný inžinierskogeologický prieskum (RNDr. V. Horváth – Geotrend Nitra, 1999)

Z tohoto prieskumu sme prevzali vrt VS-1. Dokumentácia vrtu je súčasťou Kapitoly 4.

- 4) V. Horváth : Nitra – Radlinského č. 1, úprava suterénnych priestorov orientačný inžinierskogeologický prieskum (RNDr. V. Horváth – Geotrend Nitra, 1999)
- 5) I. Medek : Evanjelický kostol v Nitre, predbežný inžinierskogeologický prieskum (Stavoprojekt Nitra, 1991)

- 6) V. Horváth : Nitra – premostenie rieky Nitry na Kmeťkovu ul.,
podrobný inžinierskogeologický prieskum (Geotrend – RNDr. V. Horváth Nitra, 1998)
- 7) Golka : Nitra – novostavba A. Bagara, záverečná správa geologického prieskumu
(Geologický prieskum n. p. Ostrava, 1982)
- 8) E. Kollárik : Nitra - GO Nábřežie februárového víťazstva, jednoetapový inžinierskogeologický
prieskum (Štavoprojekt Nitra, 1973)
- 9) P. Uvačik : Nitra – očistné kúpele, geologický prieskum (ŠPÚ Nitra, 1956)

Z tohoto prieskumu sme prevzali 3 vrtý s pôvodným označením č. 1 až č. 3. Dokumentácia vrtov je súčasťou Kapitoly 4.

4. VÝSLEDKY RIEŠENIA POSUDKU

4.1 Dokumentácia prevzatých geologických diel (vrtov)

**V. Horváth : Nitra – Radlinská reštaurácia, orientačný inžinierskogeologický prieskum
(RNDr. V. Horváth – Geotrend Nitra, 1999)**

VRT č. VS – 1	trieda - symbol STN 72 1001
Od 0,00 - 2,00 m navážka (recent)	Y
2,00 - 3,10 m tmavý sivozelenkavý íl piesčitý, pevný (kvartér)	F4 - CSp
3,10 - 3,40 m hnedozelenkavý štrk ílovitý ϕ val. 1 – 3 cm, tuhá konzistencia jemnozrnnej výplne (kvartér)	G5 - GC
3,40 - 3,80 m hnedosivý piesok s prímiesou jemnozrnnej zeminy a štrku 1 - 2 cm stredne uľahnutý (kvartér)	S3 - S-F
3,80 - 7,30 m svetlosivý štrk zle zrnený, drobný ϕ val. 1 – 2 ojed. 3 cm stredne uľahnutý (kvartér)	G2 - GP
7,30 - 9,20 m sivožltý kamenitý štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy, ϕ úlom. 2 - 5 ojed. 8 cm, stredne uľahnutý	G3 - G-F
9,20 - 10,0 m kamenitý štrk ílovitý, ϕ kam. 5 - 15 cm, ílovitý, spevnený (kvartér)	G5 - GC

Hladina podzemnej vody : narazená v hĺbke 3,80 m pod terénom
ustálená v hĺbke 3,40 m pod terénom

P. Uvačik : Nitra – očistné kúpele, geologický prieskum (ŠPÚ Nitra, 1956)
terminológia podľa pôvodnej geologickej dokumentácie

Sonda č. 1 (141,20 m n. m.)

Od 0,00 - 2,00 m navážka – čierna hlina
2,00 - 3,20 m navážka s tehliami
3,20 - 6,20 m šedý riečny štrk
6,20 - 6,90 m hnedý riečny štrk
6,90 - 7,00 m žltý piesčitý íl

7,00 - 9,50 m šedý riečny štrk

Hladina podzemnej vody : narazená v hĺbke 3,40 m pod terénom
ustálená v hĺbke 3,20 m pod terénom

Sonda č. 2 (140,95 m n. m.)

Od 0,00 - 2,00 m navážka
2,00 - 3,00 m tmavohnedá uľahlá hlina
3,00 - 3,80 m riečny štrk
3,80 - 4,30 m tvrdý šedohnedý piesčitý íl
4,30 - 5,30 m riečny štrk
5,30 - 10,5 m šedý riečny štrk s pieskom

Hladina podzemnej vody : narazená v hĺbke 3,20 m pod terénom
ustálená v hĺbke 3,10 m pod terénom

Sonda č. 3 (140,60 m n. m.)

Od 0,00 - 2,00 m navážka
2,00 - 2,50 m tmavošedý tuhý íl
2,50 - 6,50 m tmavošedý riečny štrk
6,50 - 10,0 m šedý riečny štrk

Hladina podzemnej vody : narazená v hĺbke 3,20 m pod terénom
ustálená v hĺbke 3,10 m pod terénom

4.2 Klasifikácia zemín základovej pôdy a ich fyzikálno-mechanické vlastnosti

Na základe výsledkov prevzatých výsledkov laboratórnych skúšok, prevzatých dynamických penetračných skúšok (V. Horváth, 2016) a pomocou STN 73 1001 sme stanovili hodnoty fyzikálnych a mechanických vlastností zemín, ktoré predpokladáme v základovej pôde pod objektom kina Palace. Použité symboly sú v súlade s STN 72 1001, pomocné symboly reprezentujú konzistenčný stav zemín:

Jemnozrnné zeminy :

m - mäkká konzistencia ($I_c = 0,00$ až $0,50$)
t - tuhá konzistencia ($I_c = 0,50$ až $0,90$)
p - pevná konzistencia ($I_c = 0,90$ až $1,30$)

Štrkovité zeminy :

$I_D < 0,35$ kypré
 $I_D = 0,35$ až $0,66$ stredne uľahnuté
 $I_D > 0,66$ uľahnuté

Ďalšie symboly charakterizujúce fyzikálno-mechanické vlastnosti:

E_{def} - modul deformácie
 E_{oed} - oedometrický modul deformácie
 c_{ef} - efektívna súdržnosť
 φ_{ef} - efektívny uhol vnútorného trenia

- c_u - totálna súdržnosť
 φ_u - totálny uhol vnútorného trenia
 γ - objemová tiaž zeminy
 γ' - objemová tiaž zeminy pod hladinou podzemnej vody
 ν - Poissonove číslo
 β - súčiniteľ prevodu medzi modulom deformácie a oedometrickým modulom
 I_D - stupeň relatívnej uľahnutosti

1) JEMNOZRNNÉ ZEMINY SKUPINY F

a/ **trieda F4** – íly piesčité (CS) pevnej konzistencie - **kvartér**

trieda - symbol inžinierskogeologickom reze	F4 - CSp
E_{def} (MPa)	6,5
E_{oed} (MPa)	10,5
c_u (MPa)	0,070
φ_u (°)	5
c_{ef} (MPa)	0,018
φ_{ef} (°)	28
γ (kN . m ⁻³)	18,5
ν	0,35
β	0,62

Uvedené hodnoty sú charakteristické hodnoty geotechnických parametrov podľa STN 73 1001 z roku 1987.

2) PIESČITÉ ZEMINY SKUPINY S

a/ **trieda S2** - piesky s prímiesou jemnozrnej zeminy a štrku (S-F), stredne uľahnuté

trieda-symbol v inžinierskogeologickom reze	S3 - S-F
E_{def} (MPa)	19,0
E_{oed} (MPa)	25,7
c_{ef} (MPa)	0
φ_{ef} (°)	30
γ (kN . m ⁻³)	17,5
γ' (kN . m ⁻³)	7,5
ν	0,30
β	0,74

Uvedené hodnoty sú charakteristické hodnoty geotechnických parametrov podľa STN 73 1001 z roku 1987.

3) ŠTRKOVITÉ ZEMINY SKUPINY G

a/ **trieda G2** - štrky zle zrnené (GP) stredne uľahnuté, riečne do hĺbky 7,30 m - **kvartér**

trieda-symbol v inžinierskogeologickom reze	G2 - GP stredne uľahnuté
I_D	0,55
E_{def} (MPa)	125
E_{oed} (MPa)	144
c_{ef} (MPa)	0
φ_{ef} (°)	35,4
γ (kN . m ⁻³)	20,0
γ' (kN . m ⁻³)	10,0
ν	0,20
β	0,90

Hrubo vytlačené hodnoty sú preukazné priemerné hodnoty, odvodené z dynamických penetračných skúšok (DPH testov) z ig. prieskumu a areáli Ferenit (V. Horváth, 2016). Ostatné hodnoty sú charakteristické hodnoty geotechnických parametrov podľa STN 73 1001 z roku 1987.

b/ **trieda G3** - štrky s prímiesou jemnozrnej zeminy (G-F) stredne uľahnuté, neopracované kamenité až balvanité, výplň tvorí aj ílovitý piesok – **kvartér**

trieda G5 - štrky ílovité (GC), tuhá konzistencia výplne – **kvartér**

trieda-symbol v inžinierskogeologickom reze	G3 - G-F stredne uľahnuté	G5 - GC
I_D	0,58	-
E_{def} (MPa)	130	40,0
E_{oed} (MPa)	157	54,0
c_{ef} (MPa)	0	0,005
φ_{ef} (°)	35,6	29
γ (kN . m ⁻³)	19,0	19,5
γ' (kN . m ⁻³)	9,0	9,5
ν	0,25	0,30
β	0,83	0,74

Hrubo vytlačené hodnoty sú preukazné priemerné hodnoty, odvodené z dynamických penetračných skúšok (DPH testov) z ig. prieskumu a areáli Ferenit (V. Horváth, 2016). Ostatné hodnoty sú charakteristické hodnoty geotechnických parametrov podľa STN 73 1001 z roku 1987.

4.3 Vyhodnotenie základových pomerov

Pri vyhodnotení základových pomerov šetreného pozemku kina Palace sme vychádzali z výsledkov prevzatých geologických prác realizovaných v blízkom okolí v minulosti a z STN 73 1001 z roku 2010.

Na základe výsledkov týchto prác a v zmysle citovanej STN čl. 3.2 plánované podzemné konštrukcie a základové pomery šetreného pozemku zaraďujeme do **2. geotechnickej kategórie**. Uloženie vrstiev nepoznáme. Základová pôda do hĺbky 2 m je budovaná nevhodnými navážkami (symbol Y). Pod

navážkami do hĺbky 3,10 je budovaná ílmi piesčitými pevnej konzistencie. Až od cca hĺbky 3,10 m pod povrchom terénu je budovaná štrkami, najprv ílovitými a potom od hĺbky cca 3,80 málo stlačiteľnými a stabilnými čistými štrkami resp. štrkopieskami. Podzemná voda trvalého charakteru môže komplikovať zakladanie plánovaných podzemných konštrukcií a ich prevádzkovanie. Maximálnu hladinu doporučujeme rešpektovať na kóte 139,00 m n. m.

Na základe prevzatého prieskumného vrtu VS-1 sme zistili, že geologická stavba základovej pôdy je vrstevnatá. Na geologickej stavbe základovej pôdy sa pod **antropogénnou vrstvou navážok** podieľa kvartérny **fluviálny komplex sedimentov** naplavený riekou Nitrou, ktorý siaha do hĺbky 10 m i viac metrov pod terénom a pod ním neogénne podložie. Komplex fluviálnych sedimentov tvoria :

a/ typické „čisté“ **štrky a štrkopiesky** riečného dna dosahujú hrúbku cca 3,50 m. Vyskytujú sa v hĺbke od 3,80 do 7,30 m. Sú to prevažne strednozrnné štrkovité a drobnozrnné štrkopiesčité zeminy. Tieto zeminy poskytujú najmenej stlačiteľnú a najstabilnejšiu základovú pôdu pod objektom kina.

b/ nadložné holocénné **povodňové ílovité zeminy** usadené nad štrkami a štrkopieskami, ktoré sú litologicky zastúpené ílmi piesčitými tuhej a pevnej konzistencie, ale aj ílmi strednej plasticity mäkkej a tuhej konzistencie a siltami (hlinami) mäkkej konzistencie podľa výsledkov predchádzajúcich prieskumov. Tieto kvartérne súdržné zeminy tr. F4 až tr. F7 majú rôzne pevnostné a deformačné vlastnosti v základovej pôde. Sú málo stabilné, značne a nerovnomerne stlačiteľné a väčšinou málo únosné. Vplyvom meniacich sa vlhkostných pomerov (stúpanie a klesanie hladiny podzemnej vody) dochádza k zhoršeniu fyzikálno-mechanických vlastností týchto zemín.

a/ únosnosť piesčito-ílovitých zemín tr. F4 – CSp, pevnej konzistencie

Výpočtová únosnosť R_d prírodného horninového podložia **v neodvodnených podmienkach** okrem totálnych pevnostných parametrov zemín závisí od hĺbky založenia, tvaru a rozmeroch základových prvkov a súčiniteľoch spolupôsobenia. Zvolili sme nasledovné orientačné parametre zakladania:

- **hĺbka zakladania $D = 2,60$ m a šírka základu $B = 1,50$ m.** Únosnosť prírodného horninového prostredia udávame hodnotou výpočtovej únosnosti podľa STN 73 1001 z roku 2010 čl. 4.2.1.1.2 odst. (1) :

$$R_d = ((\pi + 2) c_{ud} s_{c1c} + q_d) / \gamma_R \quad /2/$$

Návrhová hodnota c_{ud} dosadené do vzorca /2/ je upravená príslušným parciálnym súčiniteľom. Ako vstupnú hodnotu c_u sme dosadili charakteristickú geotechnickú hodnotu **tr. F4 – CSp**.

Ďalšie dosadené hodnoty súčiniteľov únosnosti do vzorca /2/ :

$$\pi = 3,14 \quad c_{ud} = 70 \text{ kPa} \quad s_c = 1,2 \quad i_c = 0,70 \quad q_d = 48,1 \text{ kPa} \quad \gamma_R = 1,4$$

$$R_d = (302,2 + 48,1) / 1,4$$

$$\underline{R_d = 250 \text{ kPa} = 0,250 \text{ MPa}}$$

Výpočtová únosnosť základovej pôdy musí byť väčšia ako výpočtové kontaktné napätie od výpočtového zaťaženia stavbou, alebo sa mu môže rovnať. Rozhodujúce pre návrh založenia podzemných konštrukcií bude statické posúdenie podľa I. a II. skupiny medzných stavov s použitím skutočných parametrov zakladania.

b/ únosnosť fluvialných štrkovitých zemín (GP)

Najúnosnejšiu, najmenej stlačiteľnú a najstabilnejšiu základovú pôdu na pozemku poskytujú fluvialne štrkovité zeminy (symbol GP), ktorých sedimentácia začína v hĺbke 3,80 m pod súčasným povrchom terénom, kde sa nachádza aj podzemná voda, ktorá môže komplikovať zakladanie nových podzemných konštrukcií.

4.4 Odporúčanie bezpečného postupu realizácie podzemných konštrukcií

Pri návrhu zakladania nových podzemných konštrukcií bude potrebné rešpektovať zistené zložité inžinierskogeologické podmienky výstavby.

Hydrogeologické pomery šetreného pozemku hodnotíme ako komplikované, z hľadiska krátkodobého (pri zakladaní nových podzemných konštrukcií) i dlhodobého (pri prevádzkovaní podzemných konštrukcií – tlaková izolácia pri stúpnutí hladiny podzemnej vody). Úroveň novej podlahy sa bude nachádzať pod úrovňou maximálnej hladiny podzemnej vody. To znamená, že pokiaľ by sa stavebné práce vykonávali v období tesne nad minimálnou hladinou podzemnej vody, ako sme zistili pri vrtných prácach v novembri 1999, t. j. v hĺbke 3,80 m, nebolo by potrebné uvažovať s vplyvom podzemnej vody. V prípade výskytu podzemnej vody v hĺbke 2,50 – 3,00 m treba už počítať s negatívnym vplyvom podzemnej vody. Je potrebné mať na zreteli fakt, že rozkvyv hladiny podzemnej vody pri minimálnom a maximálnom stave je až 3 m.

Plošné zakladanie podzemných konštrukcií je nutné vykonať na dne stavebnej jamy hĺbky cca 3 m pod súčasným povrchom terénu. To znamená, že treba počítať s pažením stavebnej jamy, aby sa zabránilo zosúvaniu stien, a v prípade výskytu podzemnej vody aj za spoluúčinnosti odvodnenia stavebnej jamy. Vzhľadom na stiesnené pomery vo vnútri objektu, kde sa budú vykonávať stavebné práce, je ťažké nájsť optimálny variant.

Ako trvalé paženie je možné použiť celoobvodovú tesniacu stenu vybudovanú tryskovou iniektážou zapustenú do nepriepustného ílovitého podlažia. Zamedzí sa tak prítoku podzemnej vody do stavebnej jamy cez jej dno aj steny pri vysokých stavoch hladiny podzemnej vody a dlhodobému odčerpávaniu podzemnej vody počas výstavby podzemných konštrukcií.

Tento spôsob hĺbenia stavebnej jamy a zakladania podzemných konštrukcií dáva záruku bezpečného postupu realizácie stavby.

5. ZÁVER A ODPORÚČANIA

V súlade s cieľom geologickej úlohy a požiadavkami uvedenými v úvodnej kapitole môžeme výsledky inžinierskogeologického posudku na geologickej úlohe :

„Nitra – Radlinského ul., kino Palace”

zhrnúť do nasledovných bodov:

1) Na základe prevzatého vrtu VS-1 bola objasnená geologická stavba, zloženie vrstiev základovej pôdy a hydrogeologické pomery šetreného pozemku, ktoré sú vykreslené v priloženom inžinierskogeologickom profile. Na základe výsledkov týchto prác a v zmysle citovanej STN čl. 3.2 plánované podzemné konštrukcie a základové pomery šetreného pozemku zaraďujeme do 2. geotechnickej kategórie. Podzemná voda trvalého charakteru môže komplikovať zakladanie plánovaných podzemných konštrukcií a ich prevádzkovanie. Maximálnu hladinu doporučujeme rešpektovať na kóte 139,00 m n. m.

2) Prevzatým vrtom VS-1 do hĺbky 10 m sme zistili, že geologická stavba základovej pôdy je vrstevnatá. Na geologickej stavbe základovej pôdy záujmového územia do tejto hĺbky sa podieľa najprv recentný antropogénny materiál hrúbky 2,00 m a pod ním sedimenty kvartéru – fluvialné sedimenty naplavené riekou Nitra. Kvartérne sedimenty sú uložené na neogénnom ílovitom podloží, ktorého povrch sa nachádza v hĺbke viac ako 10 m. Zeminý boli klasifikované v zmysle platných STN a prisúdené im geomechanické a indexové vlastnosti na základe prevzatých laboratórnych výsledkov, dynamických penetračných skúšok a podľa STN 73 1001.

3) Plošné zakladanie podzemných konštrukcií je nutné vykonať na dne stavebnej jamy hĺbky cca 3 m pod súčasným povrchom terénu. To znamená, že treba počítať s pažením stavebnej jamy, aby sa zabránilo zosúvaniu stien, a v prípade výskytu podzemnej vody aj za spoluúčinnosti odvodnenia stavebnej jamy. Vzhľadom na stiesnené pomery vo vnútri objektu, kde sa budú vykonávať stavebné práce, je ťažké nájsť optimálny variant. Ako trvalé paženie je možné použiť celoobvodovú tesniacu stenu vybudovanú tryskovou injektážou zapustenú do nepriepustného ílovitého podložia. Zamedzí sa tak prítoku podzemnej vody do stavebnej jamy cez jej dno aj steny pri vysokých stavoch hladiny podzemnej vody a dlhodobému odčerpávaniu podzemnej vody počas výstavby podzemných konštrukcií.

4) Hydrogeologické pomery šetreného pozemku hodnotíme ako komplikované, z hľadiska krátkodobého (pri zakladaní nových podzemných konštrukcií) i dlhodobého (pri prevádzkovaní podzemných konštrukcií – tlaková izolácia pri stúpnutí hladiny podzemnej vody). Podzemná voda je v priamej hydrodynamickej spojitosti s povrchovými vodami v rieke Nitra. Šetrený pozemok sa nachádza cca 250 m smerom Z od od pravého brehu koryta rieky Nitra, preto treba očakávať pulzáciu hladiny podzemnej vody v závislosti na vodnom stave v tomto toku. Rozkvy hladiny podzemnej vody pri minimálnom a maximálnom stave dosahuje až 3 m. Pri stanovení maximálnej hladiny podzemnej vody sme vychádzali z výsledkov inžinierskogeologických prieskumov uskutočnených v blízkom okolí v minulosti a z výsledkov meraní na monitorovacom vrte MV-1 (V. Horváth, 2009) na pozemku plánovanej budovy NSK (na ľavom brehu rieky Nitra), v ktorom bola dňa 3. 6. 2010 nameraná najvyššia hladina podzemnej vody na kóte 138,64 m n. m. a dňa 12. 9. 2012 najnižšia hladina podzemnej vody na kóte 135,23 m n. m. Na stavbe „Dom módy“ na pešej zóne bola dňa 2. 12. 1974 nameraná výška hladiny podzemnej vody na kóte 138,48 m n. m. Na stavbe obchodného centra „MLYNY“ tiež na pravom brehu rieky bola doporučená maximálna hladina podzemnej vody na kóte 138,60 m n. m. V areáli bývalej Ferenitky sa nachádzala studňa PS-1, ktorú HMÚ Bratislava využíval v rokoch 1953 – 1970 na meranie hladiny podzemnej vody. Na tejto pozorovacej studni bola počas povodňového stavu na rieke Nitra v roku 1965 nameraná hladina podzemnej vody na kóte 138,96 m n. m. V kinosále Palace predpokladáme výskyt podzemnej vody v priemernej hĺbke asi 3,00 – 3,20 m pod súčasnou podlahou, ktorá má rovnakú niveletu ako chodník na Radlinského ul. (východ z kina). Pri stanovení maximálnej hladiny podzemnej vody sme vychádzali z výsledkov dlhodobých pozorovaní, z inžinierskogeologických prieskumov uskutočnených v blízkom okolí a z aktualizovaných hydrogeologických podmienok na lokalite. Na základe týchto znalostí s úrovňou maximálnej hladiny podzemnej vody v prierečnej zóne pri extrémne vysokých vodných stavoch doporučujeme uvažovať na kóte 139,00 m n. m.

6. POUŽITÁ LITERATÚRA

- 1) V. Horváth : Nitra – bytový dom Ferenit, podrobný inžinierskogeologický prieskum (WH Geotrend, s. r. o. Nitra, 2016)
- 2) V. Horváth : Nitra – Kmeťkova 32, polyfunkčný objekt podrobný inžinierskogeologický prieskum (WH Geotrend, s. r. o. Nitra, 2012)
- 3) V. Horváth : Nitra – Radlinská reštaurácia, orientačný inžinierskogeologický prieskum (RNDr. V. Horváth – Geotrend Nitra, 1999)
- 4) V. Horváth : Nitra – Radlinského č. 1, úprava suterénnych priestorov orientačný inžinierskogeologický prieskum (RNDr. V. Horváth – Geotrend Nitra, 1999)
- 5) I. Medek : Evanjelický kostol v Nitre, predbežný inžinierskogeologický prieskum (Stavoprojekt Nitra, 1991)
- 6) V. Horváth : Nitra – premostenie rieky Nitry na Kmeťkovu ul., podrobný inžinierskogeologický prieskum (Geotrend – RNDr. V. Horváth Nitra, 1998)
- 7) Golka : Nitra – novostavba A. Bagara, záverečná správa geologického prieskumu (Geologický prieskum n. p. Ostrava, 1982)
- 8) E. Kollárik : Nitra - GO Nábrežie februárového víťazstva, jednoetapový inžinierskogeologický prieskum (Stavoprojekt Nitra, 1973)
- 9) P. Uvačik : Nitra – očistné kúpele, geologický prieskum (ŠPÚ Nitra, 1956)
- 10) STN 72 1001: Klasifikácia zemín a skalných hornín
 STN 73 1001: Geotechnické konštrukcie, zakladanie stavieb
 STN 73 1001: Základová pôda pod plošnými základmi z r. 1987
 STN 73 0090: Geotechnický prieskum
 STN 73 3050: Zemné práce
 STN EN 206-1: Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda
 STN 03 8375: Ochrana kovových potrubí uložených v pôde alebo vo vode proti korózii
 Eurokód 7 STN EN 1997-1: Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá
 Eurokód 7 STN EN 1997-2: Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 2: Prieskum a skúšanie horninového prostredia
 Eurokód 8 STN EN 1998-1: Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť. Časť 1: Všeobecné pravidlá, seizmické zaťaženia a pravidlá pre pozemné stavby
 Eurokód 8 STN EN 1998-1/NA/Z1: Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť. Časť 1: Všeobecné pravidlá, seizmické zaťaženia a pravidlá pre budovy
 Eurokód 8 STN EN 1998-1/NA/Z2: Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť