

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

=====

ZÁVEREČNÁ SPRÁVA GEOLOGICKEJ ÚLOHY

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

Registr. číslo geolog. prác: 872/2019

Číslo geologickej úlohy: 3619

Druh geologických prác: inžinierskogeologický prieskum

Etapa prieskumu: podrobný

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: november 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 geologickej úlohy**
- 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 a použité podklady
- 4. Postup riešenia geologickej úlohy a jeho odôvodnenie**
 - 4.1 Odôvodnenie riešenia inžinierskogeologického prieskumu
 - 4.2 Rozsah a metodika podrobného inžinierskogeologického prieskumu
- 5. Výsledky riešenia geologickej úlohy**
 - 5.1 Dokumentácia geologických diel (vrtov)
 - 5.2 Klasifikácia zemín základovej pôdy a ich fyzikálno-mechanické vlastnosti
 - 5.3 Vyhodnotenie základových pomerov
 - 5.4 Odporúčanie bezpečného postupu realizácie podzemných konštrukcií
- 6. Záver a odporúčania**
- 7. Údaje o uložení geologickej dokumentácie**
- 8. Použitá literatúra**

PRÍLOHY:

1. Prehľadná situácia záujmového územia v $M = 1 : 25\,000$
2. Situácia geologických diel (vrtov) v $M = 1 : 250$
3. Inžinierskogeologický rez vrtov $1 - 1'$
4. Výsledky laboratórnych skúšok zemín
5. Protokol o chemickej analýze podzemnej vody

1. ÚVOD

Na základe objednávky č. 20191842 zo dňa 3. 10. 2019 od Mesta Nitra sme uskutočnili podrobný inžinierskogeologický prieskum základovej pôdy pozemku kina Palace na Radlinského ul. Geologické práce sú registrované pod názvom:

„Nitra – Radlinského ul., kino Palace“

Predmetom prieskumu je pozemok kina Palace resp. predtým 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 GEOLOGICKEJ ÚLOHY

Cieľom podrobného inžinierskogeologického prieskumu, ktorý nadväzuje na predchádzajúci inžinierskogeologický posudok, bolo zabezpečiť nasledovné inžinierskogeologické a hydrogeologické podklady a uskutočniť nasledovné geologické práce pre vypracovanie projektovej dokumentácie základovej konštrukcie podzemných konštrukcií:

- uskutočniť geologické diela (vrty) v dohodnutom počte 2 a príslušnej hĺbky 10 m, odbery vzoriek zemín a vody a laboratórne práce na odobraných vzorkách
- objasniť geologickú stavbu, zloženie, úložné pomery a vek vrstiev v základovej pôde na šetrenom pozemku, zhodnotiť seizmicitu a stabilitu územia
- objasniť hydrogeologické pomery lokality – výskyt, hĺbku hladiny podzemnej vody, smer a charakter režimu prúdenia, posúdiť vplyv podzemnej vody na plánovanú zástavbu resp. agresivitu na betónovú základovú konštrukciu a ocelové potrubia
- identifikovať a klasifikovať zeminy základovej pôdy podľa slovenskej technickej normy STN 72 1001 určiť fyzikálno-mechanické vlastnosti zemín základovej pôdy na základe výsledkov laboratórnych rozborov zemín a slovenskej technickej normy STN 73 1001 z roku 1987
- zhodnotiť základové pomery – únosnosť a stlačiteľnosť zemín základovej pôdy s odporúčaním na optimálny spôsob založenia podzemných konštrukcií
- určiť kategorizáciu zemín pre výkopové práce

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 vlnení, oblasti vnútrokarpatských nížin - Podunajskej nížiny a do rájónu údolných riečnych náplavov rieky Nitra typu F. Povrch územia je rovinatý s nadmorskou výškou cca 140,40 – 144,00 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 rozširuje 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 spevnenou plochou (asfalt + pôvodná kamenná dlažba) dosahujú hrúbku asi 2,00 m. Antropogénne sedimenty **recentu** (symbol Y) tvoria súvislé pokryvné súvrstvie značnej hrúbky. Sú to sedimenty, ktoré vznikli ľudskou činnosťou, charakteristické pre územie podhradia Nitrianskeho hradu. Väčšinou bývajú predmetom archeologického výskumu, ako to bolo aj v prípade novostavieb na Mostnej ul., resp. počas rekonštrukcie Kupeckej ul. a Pešej zóny. Podľa výsledkov našich prieskumných prác na šetrenom pozemku siahajú typické antropogénne sedimenty do hĺbky 2,30 – 2,40 m pod povrchom súčasného terénu. Navážky obsahujú rôzne úlomky antropogénneho pôvodu i stavebného odpadu a prímies organických látok. Farba týchto sedimentov je typická tmavohnedá až čierna, niekedy od priesakov z netesnej kanalizačnej siete resp. starých žump. Taktiež konzistencia zemín je často mäkká a tuhá od priesakov. 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 typickými náplavovými (fluviálnymi) sedimentami, ktoré siahajú do hĺbky 7,10 m pod súčasným terénom, podľa výsledkov predchádzajúceho prieskumu podľa reštaurácie Radlinka (V. Horváth 1999) i súčasného prieskumu. 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 štrkopiesky fácie riečného dna premenlivej hrúbky 2,40 - 3,80 m. Sú to drobno až strednozrnné štrkopiesky (prevaha frakcie valúnov priemeru 1 – 2 cm, ojedinele do 5 cm). Opracovanosť valúnov je stredná až dobrá. Prírodný sedimentačný komplex v nadloží štrkovej vrstvy reprezentuje súvrstvie mladších holocénnych povodňových piesčito-ílovitých a pieskov ílovitých s prímiesou štrku a organických látok premenlivej hrúbky 1,00 – 2,30 m. Tmavohnedé až čierne ílovité piesky majú charakter sedimentov fácie mŕtvych ramien. Litologicky sú zastúpené íly piesčité (symbol CS) a piesky ílovité (symbol SC). Pod typickými riečnymi štrkopieskami od hĺbky 7,10 m do hĺbky 7,50 m pod terénom sa nachádza vrstva sivých prevažne drobných pieskov ílovitých, často stmelených. Pod nimi je usadená vrstva kamenitých a balvanitých štrkov s prímiesou jemnozrnnnej zeminy resp. pieskov s prímiesou jemnozrnnnej zeminy stmelených, s kameňmi a balvanmi. Táto vrstva je ťažko vrtateľná, lebo obsahuje balvanité kamene rozmerov do 8 – 12 – 15 i viac cm. Podľa výsledkov prieskumu pod objektom divadla (Golka, 1982) v rámci ktorého boli odvrtné 20 m hlboké 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 zvodnelého horninového prostredia nás zaujíma iba podzemná voda kvartérneho útvaru. Kolektorom podzemnej vody sú štrky a štrkopiesky. V čase vrtných prác (október 2019) bol zistený horizont kvartérnej podzemnej vody s charakterom režimu prúdenia s mierne napätou hladinou. V prieskumných vrtoch bola **narazená hladina** podzemnej vody v hĺbke 3,30 - 3,40 m m pod terénom t. j. **na kóte 137,04 – 137,10 m n. m.** a **ustálená hladina** v hĺbke 3,05 – 3,10 m pod súčasným povrchom terénu t. j. **na kóte 137,34 – 137,35 m n. m.** Stav podzemnej vody hodnotíme v čase vykonávania prieskumných prác medzi nízkym a priemerným. Podzemná voda prúdi a akumuluje sa v stredne priepustných štrkovitých a štrkopiesčitých zeminách. Koeficient filtrácie k_f štrkovitých zemín vypočítaný z kriviek zrnitosti je nasledovný :

- štrkopiesky s dobrou a zlou zrnitosťou (SW+G, SP+G) $k_f = 9,8 \cdot 10^{-5} - 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- štrky s prímiesou jemnozrnej zeminy (G-F) $k_f = 6,00 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

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 $k_f \text{ (m} \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$
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. **Rozkryv 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. Krškanoch 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. Na pozemku kina Palace sme zistili počas vrtných prác (október 2019) narazenú hladinu podzemnej vody v hĺbke 3,30 – 3,40 m pod povrchom asfaltovej cesty na Radlinského ul., t. j. na kóte 137,04 – 137,10 m n. m. a ustálenú hladinu podzemnej vody v hĺbke 3,05 – 3,10 m t. j. na kóte 137,34 – 137,35 m n. m. Na základe týchto znalostí a údajov s úrovňou **maximálnej hladiny** podzemnej vody, vzhľadom na predchádzajúce prieskumy realizované v tejto časti Nitry, 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 oblastí 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 podložia 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. Pozemok a jeho okolie je rovina.

3.3 Hydrochemické pomery a agresivita vody

Z vrtu V-2 bola odobraná vzorka podzemnej vody na skrátený chemický rozbor pre posúdenie agresivity zvodnelého horninového prostredia na betónovú základovú konštrukciu a ocelové potrubia. Podľa chemického rozboru ide o vodu hydrogénuhličitanovú vápenatú, podľa prechodnej tvrdosti vodu mimoriadne tvrdú, slabo zásaditej reakcie podľa pH = 7,28.

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 V-2 **nevytvára agresívne síranové ($\text{SO}_4 = 89,8 \text{ mg.l}^{-1}$), ani uhličité (agr. CO_2 podľa Heyera = 0 mg.l^{-1}) prostredie** na betón z portlandského cementu.

Hodnotenie agresivity na ocelové potrubia

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 V-2 spôsobuje v dôsledku vysokej elektrolitickej vodivosti (**$123,0 \text{ mS/m} = 1230 \text{ } \mu\text{S/cm}$**) **veľmi vysokú agresivitu prostredia IV**. Všetky ocelové 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)
- 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 (Stavoprojekt Nitra, 1973)
- 9) P. Uvačik : Nitra – očistné kúpele, geologický prieskum (ŠPÚ Nitra, 1956)

4. POSTUP RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY A JEHO ODVOVDNENIE

4.1 Odôvodnenie riešenia geologickej úlohy

Riešenie problematiky a vykonanie podrobného inžinierskogeologického prieskumu súvisí s plánovaným zámerom investora zrekonštruovať pôvodný objekt kina a vybudovať nové podzemné konštrukcie. Vykonanie prieskumu je potrebné s cieľom objasnenia geologickej stavby, úložných pomerov vrstiev základovej pôdy a jej vlastností, hydrogeologických pomerov šetreného pozemku za účelom vypracovanie projektovej dokumentácie nových konštrukcií.

4.2 Rozsah a metodika podrobného inžinierskogeologického prieskumu

Kvalita vykonaných geologických prác zodpovedá kvalitatívnym podmienkam stanovených pre odbor 904 - geologické výkony. Všetky práce boli vykonané podľa platných STN a v súlade s príslušnými

predpismi týkajúcich sa týchto prác. Geologické práce pozostávali z technických (vrtných) prác, vzorkovacích prác, laboratórnych prác, geodetických prác a výkonov geologickej služby pre inžiniersku geológiu.

a/ Technické (vrtné) práce

Na šetrenom území sme odvrtili 2 inžinierskogeologické vrty, ktoré sme označili ako V - 1 a V - 2. Hĺbka vrtov bola navrhnutá aj odvrtná 10 m. Celková metráž bola tak dosiahnutá 20 bm. Vrty odvrtala osádka pod vedením vrtmajstra T. Bratha vrtnou súpravou ÚGB – 1 VS spôsobom nárazovotočivým pomocou nastaviteľných špirálových vrtákov priemeru 180 mm v októbri 2019 za účasti zodpovedného riešiteľa geologickej úlohy. Dokumentácia geologických diel (vrtov) je súčasťou kapitoly 5.1.

b/ Vzorkovacie práce

V priebehu vrtných prác boli z vrtov odoberané poloporušené vzorky zemín so zachovalou prirodzenou vlhkosťou pri každej zmene vrstevného sledu na makroskopické vyhodnotenie zodpovedným riešiteľom geologickej úlohy a podľa návrhu zodpovedného riešiteľa. Na laboratórne spracovanie boli vybrané nasledovné počty a druhy vzoriek :

- 8 ks poloporušených vzoriek zemín
- 1 vzorka podzemnej vody

Vo vrtoch sme sledovali podzemnú vodu a v prípade výskytu merali jej narazenú a ustálenú hladinu pod povrchom terénu. Po zdokumentovaní vrtov a vyhodnotení vzoriek zemín sme vrty zlikvidovali zahádzaním vyťaženým horninovým materiálom a povrch terénu upravili do pôvodného stavu.

c/ Laboratórne práce

Laboratórnym skúškami na 8 poloporušených vzorkách zemín boli stanovené nasledovné fyzikálne a indexové vlastnosti: w , w_L , w_p , I_p , I_c , zrnitosťné zloženie – krivka zrnitosti, koeficient filtrácie k_f . Poloporušené vzorky zemín boli spracované v našom laboratóriu. Výsledky laboratórnych rozborov zemín sú súčasťou prílohy č. 4. Vzorka podzemnej vody bola analyzovaná v laboratóriu spoločnosti EUROFINS-BEL/NOVAMAN v Nových Zámkoch. Výsledky analýzy vody na agresivitu sú súčasťou prílohy č. 5.

d/ Geodetické práce

Geologické diela (vrty) boli po realizácii vrtných prác geodeticky zamerané Ing. Š. Hudákom zo spoločnosti GEO-KON Nitra. Vytýčenie a zameranie výšok geologických diel bolo vykonané metódou GPS systémom. Na základe toho sme vyhotovili situáciu realizovaných geologických diel (vrtov) $M = 1 : 250$ so zoznamom súradníc v systéme JTSK a výšok v BpV (príloha č. 2).

e/ Výkony geologickej služby

Popri zhromažďovaní a štúdiu archívnych materiálov a ich aplikácie pri vypracovaní správy, tieto výkony pozostávali zo sledu, riadenia, koordinácie a dokumentácie vyššie uvedených geologických prác. Pozostávali tiež z vykreslenia inžinierskogeologického rezu vrtov a vypracovania záverečnej správy o dosiahnutých výsledkoch. Počas prieskumu ako i pri vypracovaní záverečnej správy sme postupovali podľa príslušných noriem STN a EN, vychádzali z literatúry zaoberajúcou sa touto problematikou.

[illegible]

5.2 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 sa nachádzajú 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) SYPANÝ ZEMNÝ MATERIÁL

Y - navážky. Vo všeobecnosti tieto heterogénne zeminy (íl, hlina piesčitá, stavebný a antropogénny odpad, zasypané jamy, žumpy, pivnice) poskytujú nevhodnú základovú pôdu pre plošné zakladanie objektov. Reprezentatívne hodnoty ich fyzikálno-mechanických vlastností vzhľadom na takéto zloženie je ťažko určiť. Preto ich doporučujeme z podzákladia odstrániť. Základnú hmotu tvoriace piesčité hliny a íly. Majú konzistenciu pevnú i mäkkú. Obsahujú aj prímies organických látok a priesaky zo starých žump, čím nadobúdajú charakteristickú tmavohnedú až čiernu farbu. Iba orientačne im prisudzujeme nasledovné vlastnosti :

trieda - symbol v inžinierskogeologickom reze	Y
E_{def} (MPa)	1,5 - 6,0
E_{oed} (MPa)	2,4 - 9,7
c_u (MPa)	0,025 - 0,060
φ_u (°)	0
c_{ef} (MPa)	0,008 - 0,016
φ_{ef} (°)	17 - 26

γ (kN . m ⁻³)	18,00 - 20,0
ν	0,35 - 0,40
β	0,47 - 0,62

2) JEMNOZRNÉ ZEMINY SKUPINY F

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

trieda - symbol inžinierskogeologickom reze	F4 - CSm
E_{def} (MPa)	3,5
E_{oed} (MPa)	5,6
c_u (MPa)	0,030
φ_u (°)	0
c_{ef} (MPa)	0,010
φ_{ef} (°)	22
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.

3) PIESČITÉ ZEMINY SKUPINY S

a/ **trieda S1** - piesky dobre znené so štrkom drobným (SW+G), stredne uľahnuté

b/ **trieda S2** - piesky zle znené so štrkom drobným (SP+G), stredne uľahnuté

trieda-symbol v inžinierskogeologickom reze	S1 - SW+G	S2 - SP+G
E_{def} (MPa)	36,0	26,5
E_{oed} (MPa)	46,2	34,0
c_{ef} (MPa)	0	0
φ_{ef} (°)	34	31,3
γ (kN . m ⁻³)	20,0	18,5
γ' (kN . m ⁻³)	10,0	8,5
ν	0,28	0,28
β	0,78	0,78

Hrubo vytlačená hodnota E_{def} , φ_{ef} je odvodená z výsledkov dynamickej penetračnej skúšky uskutočnenej pre laboratória a učebne UKF Nitra (V. Horváth, 2013). Ostatné hodnoty sú smerné normové charakteristiky podľa STN 73 1001 z roku 1987. .

c/ **trieda S3** - piesky s prímiesou jemnozrnej zeminy a štrku (S-F+G), stredne uľahnuté

d/ **trieda S5** - piesky ílovité so štrkom drobným (SC+G), mäkká konzistencia výplne a piesky ílovité so štrkom drobným, pevná konzistencia výplne

trieda-symbol v inžinierskogeologickom reze	S5 - SC+G do hĺbky 3,30 – 4,70m	S5 - SC+G v hĺbke 7,10 m	S3 - S-F+G
E_{def} (MPa)	5,0	12,0	40,0
E_{oed} (MPa)	8,1	19,4	54,1
C_{ef} (MPa)	0,004	0,012	0
φ_{ef} (°)	26	28	31
γ (kN . m ⁻³)	18,5	18,5	17,5
γ' (kN . m ⁻³)	8,5	8,5	7,5
ν	0,35	0,35	0,30
β	0,62	0,62	0,74

Hrubo vytlačená hodnota E_{def} je odvodená z výsledkov dynamickej penetračnej skúšky uskutočnenej v priestoroch bývalej Ľudovej banky ul. Fraňa Mojtu (V. Horváth, 1992). Ostatné hodnoty sú smerné normové charakteristiky podľa STN 73 1001 z roku 1987.

4) ŠTRKOVITÉ ZEMINY SKUPINY G

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

trieda-symbol v inžinierskogeologickom reze	G3 - G-F stredne uľahnuté
I_D	0,58
E_{def} (MPa)	130
E_{oed} (MPa)	157
C_{ef} (MPa)	0
φ_{ef} (°)	35,6
γ (kN . m ⁻³)	19,0
γ' (kN . m ⁻³)	9,0
ν	0,25
β	0,83

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

5.3 Vyhodnotenie základových pomerov

Pri vyhodnotení základových pomerov šetreného pozemku kina Palace sme vychádzali z výsledkov realizovaných i prevzatých geologických prác uskutočnených 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 nie je vodorovné. Základová pôda do hĺbky 2,30 – 2,40 m je budovaná nevhodnými navážkami (symbol Y). Pod navážkami do hĺbky 2,80 – 3,00 m je budovaná ílmi piesčitými mäkkej konzistencie (symbol CSm). Pod vrstvou piesčitých ílov sú usadené tiež málo únosné piesky ílovité so štrkom s mäkkou

konzistenciou výplne (symbol SC+G), ktoré siahajú do rôznej hĺbky 3,30 – 4,70 m. Až od hĺbky 3,30 m – 4,70 m pod povrchom terénu je základová pôda budovaná málo stlačiteľnými a stabilnými „čistými“ štrkopieskami (symbol SW+G, SP+G). Podzemná voda trvalého charakteru môže komplikovať zakladanie plánovaných podzemných konštrukcií a ich prevádzkovanie.

Uskutočnenými geologickými prácami 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 od spodu:

a/ v hĺbke od 7,40 – 7,50 m najúnosnejšie **kamenité až balvanité štrky a štrkopiesky s prímiesou jemnozrnnéj zeminy**, ktoré siahajú do hĺbky 10 m.

b/ typické „čisté“ **štrkopiesky** riečného dna dosahujú premenlivú hrúbku 2,40 - 3,80 m. Vyskytujú sa v hĺbke od 3,30 – 4,70m do hĺbky 7,10 m. Sú to prevažne drobnozrnné štrkopiesčité zeminy. Tieto zeminy poskytujú málo stlačiteľnú a stabilnú základovú pôdu pod objektom kina.

c/ nadložné holocénne **povodňové piesčito-ílovité zeminy a sedimenty fácie mrtvych ramien** usadené nad štrkopieskami, ktoré sú litologicky zastúpené **ílmi piesčitými mäkkej konzistencie a pieskami ílovitými s mäkkou konzistenciou výplne**. Tieto kvartérne súdržné a polosúdržné zeminy tr. F4 a tr. S5 majú najmenej priaznivé pevnostné a deformačné vlastnosti v základovej pôde. Nachádzajú sa v zóne pohybu hladiny podzemnej vody. Sú málo stabilné, značne a nerovnomerne stlačiteľné a väčšinou málo únosné. Vplyvom meniacich sa vlhkostných pomerov (stúpanie a klesanie hladiny podzemnej vody) dochádza k zmene fyzikálno-mechanických vlastností týchto zemín.

a/ únosnosť piesčito-ílovitých zemín tr. F4 – CSm, mäkkej 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) :

$$R_d = ((\pi + 2) c_{ud} s_{cl} + q_d) / \gamma_R \quad /1/$$

Návrhová hodnota c_{ud} dosadené do vzorca /1/ je upravená príslušným parciálnym súčiniteľom. Ako vstupnú hodnotu c_u sme dosadili charakteristickú geotechnickú hodnotu **tr. F4 – CSm**.

Ďalšie dosadené hodnoty súčiniteľov únosnosti do vzorca /2/ :

$$\pi = 3,14 \quad c_{ud} = 30 \text{ kPa} \quad s_c = 1,2 \quad i_c = 0,70 \quad q_d = 48,1 \text{ kPa} \quad \gamma_R = 1,4$$

$$R_d = (129,5 + 48,1) / 1,4$$

$$\underline{R_d = 126,9 \text{ kPa} = 0,127 \text{ MPa}}$$

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 štrkopiesčitých zemín (SW+G, SP+G, G-F)

Najúnosnejšiu, najmenej stlačiteľnú a najstabilnejšiu základovú pôdu na pozemku poskytujú fluválne kamenité až balvanité štrkovité zeminy (symbol G-F resp. S-F+G), ktorých sedimentácia začína v hĺbke 7,50 m pod súčasným povrchom terénom a siaha do hĺbky minimálne 10 m. Nadložné prevažne drobnozrnné štrkopiesčité zeminy (symbol SW+G, SP+G) sú menej únosné.

5.4 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, ktorú stanovujeme na kótu 139,00 m n. m.** V čase vrtných prác (október 2019) bol zistený horizont kvartérnej podzemnej vody s charakterom režimu prúdenia s mierne napätou hladinou. V prieskumných vrtoch bola **narazená hladina** podzemnej vody v hĺbke 3,30 - 3,40 m pod terénom t. j. **na kóte 137,04 – 137,10 m n. m.** a **ustálená hladina** v hĺbke 3,05 – 3,10 m pod súčasným povrchom terénu t. j. **na kóte 137,34 – 137,35 m n. m.** Stav podzemnej vody hodnotíme v čase vykonávania prieskumných prác medzi minimálnym a priemerným. To znamená, že pokiaľ by sa stavebné práce vykonávali v období tesne nad minimálnou hladinou podzemnej vody, ako sme zistili pri vrtných prácach t. j. v hĺbke 3,40 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 rozkvy 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 paženia.

Ako trvalé paženie je možné použiť celoobvodovú tesniacu stenu vybudovanú tryskovou injektážou zapustenú do nepriepustného ílovitého podložia v hĺbke viac ako 10 m. 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.

6. ZÁVER A ODPORÚČANIA

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

„Nitra – Radlinského ul., kino Palace”

zhrnúť do nasledovných bodov:

1) Realizovanými geologickými prácami bola objasnená geologická stavba, zloženie vrstiev základovej pôdy a hydrogeologické pomery šetreného pozemku, ktoré sú vykreslené v priloženom inžinierskogeologickom reze (príloha č. 3). **Môžeme konštatovať, že boli zistené horšie základové a hydrogeologické pomery, ako sme predpokladali v inžinierskogeologickom posudku.** Na základe výsledkov geologických prác a v zmysle citovanej STN 73 1001 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) Prieskumnými vrtmi do hĺbky 10 m sme zistili, že geologická stavba základovej pôdy je vrstevnatá. Na geologickej stavbe základovej pôdy pozemku do tejto hĺbky sa podieľa najprv recentný antropogénny materiál hrúbky 2,30 – 2,40 m a pod ním sedimenty kvartéru – fluvialne sedimenty naplavené riekou Nitra. Kvartérne sedimenty sú uložené na neogénnom ílovitom podloží, ktorého povrch sa nachádza v hĺbke viac ako 10 m. Zeminy boli klasifikované v zmysle platných STN a prisúdené im geomechanické a indexové vlastnosti na základe výsledkov realizovaných laboratórnych prác, výsledkov prevzatých dynamických penetračných skúšok a podľa STN 73 1001.

3) Základová pôda v hĺbke 2,60 m pod povrchom terénu je budovaná ílmi piesčitými mäkkej konzistencie s výpočtovou únosnosťou $R_d = 126,9$ kPa v neodvodnených podmienkach. Z uvedenej hodnoty vyplýva, že kvartérne piesčité íly pod navažkami majú nízku únosnosť. 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. Jednou z možností ako sa vyhnúť čiastočnému vplyvu podzemnej vody pri zakladaní, je zdvihnúť úroveň základovej škáry na kótu cca 138,10 m n. m. t. j. nad úroveň priemernej hladiny podzemnej vody v hĺbke cca 2,30 m.

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. V čase vrtných prác (október 2019) bol zistený horizont kvartérnej podzemnej vody s charakterom režimu prúdenia s mierne napätou hladinou. V prieskumných vrtoch bola narazená hladina podzemnej vody v hĺbke 3,30 - 3,40 m m pod terénom t. j. na kóte 137,04 – 137,10 m n. m. a ustálená hladina v hĺbke 3,05 – 3,10 m pod súčasným povrchom terénu t. j. na kóte 137,34 – 137,35 m n. m. Stav podzemnej vody hodnotíme v čase vykonávania prieskumných prác medzi nízkym a priemerným. Podzemná voda prúdi a akumuluje sa v stredne priepustných štrkopiesčitých zeminách. Pri stanovení maximálnej hladiny podzemnej vody sme vychádzali z výsledkov dlhodobých pozorovaní, z inžinierskogeologických prieskumov uskutočnených v minulosti v blízkom okolí a z aktualizovaných hydrogeologických podmienok na pozemku. Na základe týchto

znalostí s úrovňou maximálnej hladiny podzemnej vody pri extrémne vysokých vodných stavoch doporučujeme uvažovať na kóte 139,00 m n. m.

5) Prieskum zhodnotil agresivitu podzemnej vody a prostredia, ktoré príde do styku s betónovými základovými konštrukciami a ocelovými potrubiami na základe výsledkov analýzy vody z vrtu V-2. Z výsledkov analýzy vyplýva, že podzemná voda nevytvára agresívne síranové ($\text{SO}_4 = 89,8 \text{ mg.l}^{-1}$), ani uhličitú (agresívny CO_2 podľa Heyera = 0 mg.l^{-1}) prostredie na betón z portlandského cementu. Avšak v dôsledku vysokej elektrolitickej vodivosti ($123,0 \text{ mS/m} = 1230 \text{ }\mu\text{S/cm}$) vykazuje veľmi vysokú agresivitu prostredia IV. Všetky ocelové telesá, ktoré budú uložené v zemi a prídu do styku s náporovými vodami, treba chrániť ochranou, ktorá zodpovedá prostrediu s veľmi vysokou agresivitou.

7. ÚDAJE O ULOŽENÍ GEOLOGICKEJ DOKUMENTÁCIE

Prvotná písomná a grafická geologická dokumentácia, denné hlásenia o vrtných prácach sú uložené v archíve zhotoviteľa geologických prác na obdobie 3 rokov. Hmotná geologická dokumentácia (vzorky zemín) je uschovávaná len do dátumu odovzdania záverečnej správy geologickej úlohy objednávateľovi.

8. POUŽITÁ LITERATÚRA

- 1) V. Horváth : Nitra – Radlinského ul., kino Palace, inžinierskogeologický posudok (WH Geotrend, s. r. o. Nitra, 2019)
- 2) V. Horváth : Nitra – bytový dom Ferenit, podrobný inžinierskogeologický prieskum (WH Geotrend, s. r. o. Nitra, 2016)
- 3) V. Horváth : Nitra – Kmeťkova 32, polyfunkčný objekt podrobný inžinierskogeologický prieskum (WH Geotrend, s. r. o. Nitra, 2012)
- 4) V. Horváth : Nitra – Radlinská reštaurácia, orientačný inžinierskogeologický prieskum (RNDr. V. Horváth – Geotrend Nitra, 1999)
- 5) V. Horváth : Nitra – Radlinského č. 1, úprava suterénnych priestorov orientačný inžinierskogeologický prieskum (RNDr. V. Horváth – Geotrend Nitra, 1999)
- 6) I. Medek : Evanjelický kostol v Nitre, predbežný inžinierskogeologický prieskum (Stavoprojekt Nitra, 1991)
- 7) V. Horváth : Nitra – premostenie rieky Nitry na Kmeťkovu ul., podrobný inžinierskogeologický prieskum (Geotrend – RNDr. V. Horváth Nitra, 1998)
- 8) Golka : Nitra – novostavba A. Bagara, záverečná správa geologického prieskumu (Geologický prieskum n. p. Ostrava, 1982)

- 9) E. Kollárik : Nitra - GO Nábřežie februárového víťazstva, jednoetapový inžinierskogeologický prieskum (Stavoprojekt Nitra, 1973)
- 10) P. Uvačík : Nitra – očistné kúpele, geologický prieskum (ŠPÚ Nitra, 1956)
- 11) 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