TERRATEST s.r.o., Podunajská 25, 821 06 Bratislava 214
e-mail: terratest@terratest.sk

Spoločnosť vykonávajúca:

Inžiniersko-geologický prieskum
Hydrogeologický prieskum
Stavebné čerpanie
Posudzovanie vplyvov činností na životné prostredie – EIA
Obchodná činnosť

Laboratórne práce pre:
- *inžiniersku geológiu*
- *hydrogeológiu*
- *geologický prieskum pre životné prostredie*
- *líniové stavby*

Záverečná správa geologickej úlohy.

Názov geologickej úlohy:	**Bratislava- LAKE SIDE, 3.etapa**
Druh geologických prác:	**Inžinierskogeologický, hydrogeologický prieskum a radónový prieskum**
Etapa geologického prieskumu:	**Podrobný prieskum**
Číslo geologickej úlohy:	**061/2021**
Evidenčné číslo ŠGUDŠ:	**1055/2021**
Objednávateľ:	**Lakeside 3, s.r.o. Tomašikova 64 831 04 Bratislava**
Zhotoviteľ:	**TERRATEST s.r.o. Podunajská 25 821 06 Bratislava 214**
Zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy:	**RNDr. Danko Ján**
Spoluriešitelia geologickej úlohy:	**RNDr. Husár Robert Mgr. Maas Peter Mgr. Sabaka Martin**
Dátum vyhotovenia:	**január 2022**

Objednávateľ:	**Lakeside 3, s.r.o.** **Tomašikova 64** **831 04 Bratislava**
Zhotoviteľ:	**TERRATEST s.r.o.** **Podunajská 25** 821 06 Bratislava 214
Názov geologickej úlohy:	**Bratislava- LAKE SIDE , 3.etapa**
Číslo geologickej úlohy:	**61/2021**
Etapa geologických prác podľa navrhovateľa:	podrobný inžinierskogeologický, hydrogeologický a radónový prieskum
Termín záverečnej správy:	január 2022
Počet vyhotovení :	3 x

Identifikačné údaje:

Názov katastrálneho územia:	Bratislava - k.ú. Nové mesto
Názov obce: číselný kód obce IČZÚJ:	Bratislava mestská časť Nové mesto 529346
Názov okresu: číselný kód:	Bratislava III 103
Názov kraja: číselný kód:	Bratislavský 1

Povinnosti objednávateľa geologického prieskumu voči MŽP SR

Podľa Zákona o geologických prácach (geologický zákon) č. 569/2007 Z. z. § 19 Odovzdávanie a sprístupňovanie záverečných správ odsek 1) Objednávateľ je povinný bezodplatne odovzdať záverečnú správu a inú geologickú dokumentáciu Štátnemu geologickému ústavu Dionýza Štúra v určenom rozsahu a v úprave na trvalé uchovanie a ďalšie využitie, a to do jedného mesiaca od jej schválenia alebo od jej prevzatia podľa § 18 ods. 2 a 3. Podľa § 19 ods.2 Objednávateľ pri odovzdaní záverečnej správy oznámi Štátnemu geologickému ústavu Dionýza Štúra podmienky na jej sprístupňovanie a poskytovanie informácií z nej vrátane požadovaných finančných úhrad; podmienky sú záväzné desať rokov od ich odovzdania

Obsah

1. Úvod 5
2. Predmet prieskumu. 5
3. Zisťovanie a riešenie stretov záujmov chránených osobitnými predpismi. 6
4. Prehľad preskúmanosti územia. 7
5. Ciele geologickej úlohy. 7
6. Stručný prehľad geologických a hydrogeologických pomerov územia. 8
6.1. Geologické pomery širšieho okolia. 8
6.2. Hydrogeologické pomery širšieho okolia. 8
7. Spôsob riešenia geologickej úlohy. 9
8. Rozsah a metodika prieskumných prác. 9
8.1. Dynamické penetračné skúšky. 9
8.2. Vrtné a vzorkovacie práce. 10
8.3. Metodika laboratórnych prác 11
8.4. Vytýčenie a zameranie sond. 12
8.5. Radónový prieskum 12
8.6. Výkony geologickej služby 13
9. Inžinierskogeologické pomery v záujmovom území. 13
9.1. Kvartérne sedimenty 14
9.1.1. Navážky – antropogénne sedimenty. 14
9.1.2. Povodňové hliny. 15
9.1.3. Štrkopiesčité sedimenty. 15
9.2. Neogénne sedimenty. 16
10. Geotechnické vlastnosti zemín 19
10.1. Geotechnické vlastnosti kvartérnych zemín. 19
10.1.1. Antropogénne sedimenty 19
10.1.2. Fluviálne sedimenty. 20
10.2. Geotechnické vlastnosti neogénnych zemín. 23
11. Hydrogeologické pomery v záujmovom území. 28
11.1. Režim hladín podzemných vôd 30
12. Hodnotenie rizík spojených s odvodnením stavebnej jamy 33
13. Posúdenie agresivity podzemných vôd voči stavebným materiálom. 34
13.1. Agresivita kvartérnych vôd voči betónu. 35
13.2. Agresivita kvartérnych vôd voči oceli. 35
14. Seizmicita územia. 35
14.1. Oblasti seizmického ohrozenia na území Slovenska. 35
14.2. Podmienky v podloží a seizmické zaťaženie. 35
15. Zhodnotenie radónového rizika. 38
16. Záver. 38
17. Zoznam použitej literatúry 41

Zoznam príloh.

1. Prehľadná situácia územia 1:10 000
2. Situácia sond 1:500
3. Geologické rezy - Legenda ku geologickým rezom
   3.1. Geologický rez 1-1´
   3.2. Geologický rez 2-2´
   3.3. Geologický rez 3-3´
   3.4. Geologický rez 4-4´
   3.5. Geologický rez 5-5´
   3.6. Geologický rez 6-6´
   3.7. Geologický rez 7-7´
   3.8. Geologický rez 8-8´ a Geologický rez 9-9´
4. Dokumentácia sond
   4.1. Písomná dokumentácia vŕtaných sond s geotechnickými vlastnosťami zemín
   4.2. Písomná dokumentácia prevzatých archívnych sond
5. Fotodokumentácia vŕtaných sond
6. Výsledky laboratórnych rozborov a skúšok zemín
7. Výsledky dynamických penetračných skúšok
8. Výsledky chemických analýz agresivity vôd
9. Výsledky radónového prieskumu
10. Geodetický elaborát

1. Úvod

Spoločnosť **Lakeside 3, s.r.o., Tomášikova 64, 831 04 Bratislava** si u našej spoločnosti TERRATEST s.r.o. Bratislava, objednala realizáciu podrobného inžinierskogeologického, hydrogeologického a radónového prieskumu pre stavebný zámer polyfunkčného komplexu **LAKE SIDE 3.etapa v Bratislave.**

Na základe objednávky geologických prieskumných prác bol vypracovaný projekt geologickej úlohy a po jeho schválení sme zrealizovali terénne a laboratórne práce a na ich základe sme vypracovali záverečnú správu.

Záverečná správa bola vypracovaná v súlade so Zákonom č. 569/2007 Z. z a s Vyhláškou MŽP SR č. 51/2008, ktorou sa vykonáva geologický zákon, v súlade s Eurokódom 7 EN 1997-2 a podľa podstatných a kvalitatívnych podmienok dodávok geologických prác ako aj podľa požiadaviek objednávateľa.

Metodické postupy a rozsah prác inžinierskogeologického, hydrogeologického a radónového prieskumu boli zvolené v súlade s príslušnými STN, geologickým zákonom a príslušnej vykonávacej vyhlášky ako aj s požiadavkami projektanta statika.

2. Predmet prieskumu.

Predmetná lokalita sa nachádza v mestskej časti Nové mesto, na území vymedzenom zo severu stavbami LAKE SIDE 2.etapy. Zo západu ulicou Tomášikova – z východnej strany železnicou – z južnej strany obratiskom električkovej trate.
(Obr. č. l)

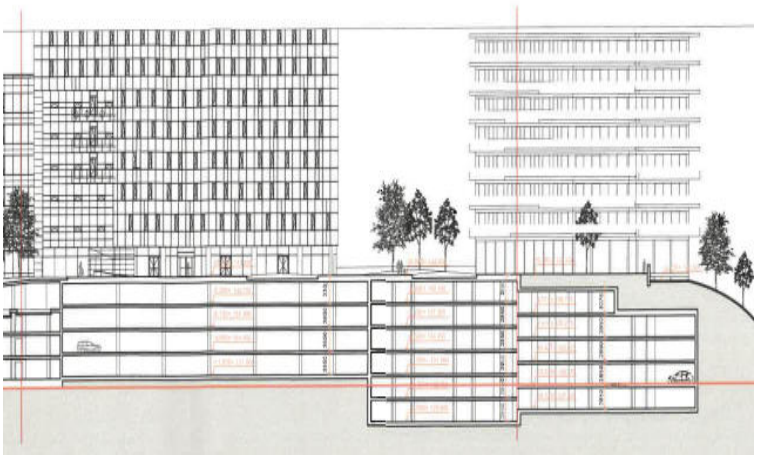
Obr. č. l. Vymedzenie predmetného územia.



Na území sa plánuje 3. etapa výstavby projektu LAKE SIDE**,** ktorý bude pozostávať z dvoch výškových polyfunkčných objektov s cca 35 NP resp. 19 NP a menších polyfunkčných objektov do 8 NP.

Obr. č. 2: Časť vizualizácie projektu LAKE SIDE fáza 3.





Pod celým územím sa plánuje vybudovanie parkovných suterénov do –4 PP.

Predpokladaná stavebná nula ± 0,000 = 143,45 m n.m. B.p.v.,
predpokladaná úroveň najhlbšej základovej škáry = 124,90 m n.m.

3. Zisťovanie a riešenie stretov záujmov chránených osobitnými predpismi.

V záujmovom území už prebiehali z časti stavebné práce na etape č.2. Na časti predmetného územia sú umiestnené depónie výkopku do výšky cca 3-4m.. V miestach sond sa podľa overených dokladov stretov záujmov sústredených u objednávateľa prác nenachádzali v čase prieskumu žiadne podzemné vedenia. Vo východnej časti územia paralelne s železničnou traťou vedie kolektor horúcovodu a ochranné pásmo železníc. Preto boli všetky navrhované vrty v tejto časti vytyčované geodetom mimo tohto pásma horúcovodu, čo sa týkalo hlavne sondy VS-1.

4. Prehľad preskúmanosti územia.

Pri spracovaní projektu geologických prác sme v archíve ŠGÚDŠ (Geofond) a archíve zhotoviteľa preštudovali všetky dostupné výsledky geologických prieskumov, ktoré boli realizované v záujmovom území a v blízkom okolí. V zozname použitej literatúry uvádzame zoznam autorov a správ.

V minulosti boli v širšom okolí záujmového územia vykonané inžinierskogeologické prieskumy:

- Lakeside Office Park – Bratislava , orientačný inžinierskogeologický prieskum (Pokorný, Šujan – STAS spol. s r.o. Trnava, EQUIS Bratislava, 2004)
- Bratislava - Lakeside Office Park, podrobný inžinierskogeologický prieskum (Pokorný, Šujan – STAS spol. s r.o. Trnava, EQUIS Bratislava, 2005)
- Posúdenie a navrhnutie základovej špáry pre nízku časť objektu s ôsmimi nadzemnými podlažiami, 3 podzemnými podlažiami a pre podzemné parkoviská dynamickými penetračnými skúškami (Danko – TERRATEST 2006)
- LAKE SIDE 2.etapa, podrobný IGHP, (Danko- TERRATEST, 2008)

5. Ciele geologickej úlohy.

Po konzultácii s objednávateľom geologickej úlohy a projektantom statikom boli spresnené požiadavky na podrobný inžinierskogeologický, hydrogeologický prieskum a radónový prieskum.. Objednávateľ prác nám poskytol architektonickú štúdiu, mapové a výkresové podklady, vedenia inžinierskych sietí.
Od statikov sme pre potreby návrhu laboratórnych postupov skúšania obdržali rozmiestnenie prieskumných sond, pravdepodobný rozsah a priebehy napätí, predpokladanú úroveň základovej škáry.

Cieľom geologického prieskumu bolo:

- určiť mocnosti jednotlivých vrstiev podložia
- stanoviť geotechnické vlastnosti podložia, tak aby bola zaručená spoľahlivosť geotechnických charakteristík podložia pod objekt so zameraním na deformačný modul E_{def}, v podzákladí stavby pre jednotlivé litologické typy zemín aj v závislosti od hĺbkového dosahu napätí od priťaženia stavbou, definovať hydraulické parametre neogénnych zemín
- overiť mieru uľahnutosti a geotechnické parametre v štrkopiesčitej vrstve kvartérnych sedimentov, resp. navážok.
- stanoviť hydrogeologické pomery a režimné stavy podzemných vôd v oblasti staveniska , stanovenie agresivity podzemných vôd voči betónovým konštrukciám
- spracovať možnosti odvodnenia budúcej stavebnej jamy
- zhodnotiť seizmicitu územia
- radónový prieskum

6. Stručný prehľad geologických a hydrogeologických pomerov územia.

6.1.Geologické pomery širšieho okolia.

Po stránke orografickej sa záujmové územie nachádza v západnej časti Podunajskej nížiny.
Po geologickej stránke je budované sedimentami neogénu a kvartéru.
Neogén - je v záujmovom území zastúpený ílovito-piesčitými sedimentami panónu, pričom vrstevný sled je laterálne a vertikálne veľmi premenlivý . Je to v dôsledku sedimentácie v tektonicky nekľudnom prostredí v blízkosti pobrežia. Spodné časti súvrstvia sú budované vápnitými ílmi, miestami na báze sa vyskytujú polohy štrkov a pieskov. V ich nadloží sa nachádzajú prevažne zelenkavošedé , miestami modrošedé prachovito-piesčité íly a vápnité íly s podradnými vložkami ílovitých pieskov. Lokálne sa vyskytujú polohy pieskovcov a lignitu mocné niekoľko desiatok cm.

Nesúdržné sedimenty sú zastúpené nepravideľne rozloženými piesčitými polohami. V prevažnej miere sa jedná o hlinité a ílovité piesky, stredne uľahlé až uľahlé, lokálne sa v nich vyskytujú diagenetické polohy pieskovca s vápnitým tmelom, mocné niekoľko cm až dm.

Kvartérne sedimenty - sú v záujmovom území zastúpené:

- antropogénnymi sedimentami – navážkami
- fluviálnymi sedimentami

Antropogénne sedimenty - navážky sú pozostatkami úpravy okolitého terénu pri výstavbe v tejto časti mesta. Majú mocnosť do 1,0 – 7 m.
Pod nimi leží pestré holocénne fluviálne súvrstvie sedimentov fácií: náplavových hlín, príbrežných plytčín a agradačných valov, svetlých sivožltých farieb, lokálne s mierne zvýšeným obsahom organických látok.
Dominantným typom kvartérneho pokryvu územia sú fluviálne drobnozrnné až hrubozrnné piesčité štrky, ako predstaviteľ fluviálnych sedimentov fácie koryta vodného toku. Vykazujú premenlivú triedenosť. Petrografická asociácia štrkov poukazuje na ich pôvod z náplavov rieky Dunaj. Ležia prevažne od hĺbky 3,0 až 4,0 m pod terénom (iba lokálne od väčšej hĺbky - od okolo 4,5 m p.t). Ich mocnosť je nepravidelná 3~6m.

6.2.Hydrogeologické pomery širšieho okolia.

Územie patrí do hydrogeologického rajónu Q 051 „Kvartér západného okraja Podunajskej roviny". Táto hydrogeologická štruktúra bola vyčlenená na základe geologického vývoja. Zo západnej strany rajón ohraničujú Malé Karpaty s odlišnou geologickou stavbou, hydrogeologickými pomermi, obehom a režimom podzemných vôd. Hydrogeologická štruktúra v rajóne Q 051 je dominantne ovplyvňovaná povrchovým tokom Dunaja. Zvodnené prostredie je tvorené dunajskými fluviálnymi sedimentami. Lokálne je tento prvý zvodnený kolektor prepojený s piesčitými polohami podložného neogénu, čím sú miestne vytvorené komplikovanejšie podmienky obehu a režimu podzemných vôd.

7. Spôsob riešenia geologickej úlohy.

Na základe požiadaviek objednávateľa boli požadované výsledky zisťované pomocou vŕtaných sond, dynamických penetračných skúšok, statických penetračných skúšok a laboratórnych skúšok na vzorkách zemín a vôd odobratých z vŕtaných sond.

8. Rozsah a metodika prieskumných prác.

8.1.Dynamické penetračné skúšky.

Označenie dynamických penetračných sond bolo DP-1 až DP-5. Poradie technických prác v danom mieste bolo – najprv penetračná sonda – potom následne v tom istom bode prieskumný vrt.(vid. Príloha č. 2).
Výsledky z penetračných sond slúžili k stanoveniu uľahlosti kvartérnych sedimentov a k definovaniu niektorých geotechnických parametrov, ktoré budú potrebné k dimenzovaniu základových prvkov, výkopov a podzemných tesniacich stien.

Sondy boli realizované tak, aby sa získali geotechnické hodnoty hlavne kvartérnych nesúdržných sedimentov (navážok, štrkov a pieskov).
Pre dynamické penetračné skúšky boli použité 2 typy prístrojov.

- Superťažký penetračný prístroj typu GEOTOOL GTR 780 (v zmysle EN ISO 22476-2 označený ako DPH) s hmotnosťou barana 63,5 kg s výškou pádu 75 cm. (obr. č. 3).
- Ťažký penetračný prístroj (v zmysle EN ISO 22476-2 označený ako DPH) výrobca CARL HAMM GMBH, ESSEN s hmotnosťou barana 50 kg a výškou pádu 50 cm (obr. č.4).

Výsledky dynamických penetračných skúšok uvádzame v prílohe č.7 a ich vyhodnotenie je prezentované aj v geologických rezoch (Príloha č.3).
Hĺbky jednotlivých sond a druh použitého prístroja uvádzame v tabuľke č. 1.

Tabuľka č. 1

označenie penetračnej sondy	hĺbka v metroch	Použitý typ penetračného prístroja
DP-1	15	Ťažký penetračný prístroj (DPH)
DP-4	19	Ťažký penetračný prístroj (DPH)
DP-5	16	Superťažký penetračný prístroj (DPSH)
DP-7	17	Ťažký penetračný prístroj (DPH)
DP-8	15,7	Superťažký penetračný prístroj (DPSH)
celkove	**82,7**	

Obr.č.3.: Realizácia penetračnej sondy DP-5 superťažkým penetračným prístrojom



Obr. č. 4. Realizácia penetračnej sondy DP-7 ťažkým penetračným prístrojom



Metodiku dynamických penetračných skúšok jednotlivými typmi penetračných prístrojov uvádzame v prílohe č. 7. „Výsledky dynamických penetračných skúšok“

8.2. Vrtné a vzorkovacie práce.

Počet vrtov, lokalizácia a ich hĺbka bola určená po konzultácii so statikom a objednávateľom geologických prác, pričom boli využité poznatky z predchádzajúcich prieskumov. Miesta realizácie jednotlivých vŕtaných sond boli ovplyvnené prebiehajúcimi stavebnými prácami na susednom objekte Lakeside 2 a objektami zariadenia staveniska, ktoré vždy neumožňovali prístup súpravy ku projektovanému obrysu budovy. Týkalo sa to sond VS-3, VS-6 a VS-7) viď príloha č. 2 „ Situácia sond)

V území bolo v tejto etape realizovaných 8 inžinierskogeologických vrtov. Ich rozmiestnenie je vyobrazené v prílohe č. 2 „ Situácia sond „
Hĺbka jednotlivých vrtov je uvedená v tabuľke č. 2

Tabuľka č. 2:

označenie vrtu	hĺbka vrtu m
VS-1	25,00
VS-2	25,00
VS-3	25,00
VS-4	45,00
VS-5	30,00
VS-6	30,00
VS-7	35,00
VS-8	30,00
celkove	**245,00**

Vŕtanie bolo zrealizované jadrovacou súpravou značky PRAKLA (viď obr. č.5)

Obr. č. 5: vŕtanie vrtu VS-3 súpravou PRAKLA



Vrtné práce boli realizovane pod ochranou pažníc. Priemer vŕtania bol prispôsobený požiadavkám odberu neporušených vzoriek tak aby minimálny konečný priemer jadrovky bol 137 mm..

Podľa pokynov geológa boli z vrtov odoberané tiež laboratórne vzorky zemín pre stanovenie vybraných fyzikálno - mechanických a technologických vlastností ako aj vzorky podzemnej vody.

Bola sledovaná narazená aj ustálená hladina podzemnej vody. V hlbších vrtoch boli narazené v neogénnych sedimentoch viaceré horizonty podzemnej vody, ktorá sa ustaľovala na úrovni vôd kvartérnych.

Neporušené vzorky zemín boli odoberané ako vrtné jadrá hlavne z neogénnych zemín. Vrtné jadrá ako neporušené vzorky boli po vytiahnutí z vrtu očistené a zakonzervované proti úniku vlhkosti podľa pokynov geológa. Vzorky boli priebežne niekoľkokrát za deň dopravené do laboratória mechaniky zemín TERRATEST s.r.o. v Bratislave.

Chemická vzorka vody na agresivitu bola spracovaná v akreditovanom laboratóriu ALS Czech Republic, s.r.o. Praha.

Celý výnos návrtov boli odkladaný do vzorkovníc. Po makroskopickom vyhodnotení vrtu boli vzorky dokumentované fotograficky a následne bol vrt po dohode s objednávateľom skartovaný a zemina použitá na spätný zásyp príslušného vrtu.

8.3. Metodika laboratórnych prác

Odobraté vzorky zemín, či už s porušenou alebo neporušenou štruktúrou, boli spracované v laboratóriu mechaniky zemín spoločnosti TERRATEST s.r.o. Bratislava.

Pre stanovenie základných fyzikálnych vlastností a to zrnitosti, parametrov plasticity, objemových hmotností, vlhkosti, zdanlivej hustoty bola použitá metodika odporúčaná príslušnými STN a v prípade stanovenia jemných frakcií zrnitosti bude použitá metóda aerometrická pomocou hustomeru Cassagrande.

Z mechanických vlastností boli urobené stanovenia oedometrických modulov E_{oed} a parametrov efektívnej šmykovej pevnosti Φ_{ef} a c_{ef} a priepustnosti neogénnych zemín.

Každý zaťažovací stupeň sa nechal pôsobiť až do úplnej konsolidácie zeminy. Vlastnému zaťažovaciemu cyklu predchádzala tzv. rekonsolidácia na priťaženie od hmotnosti nadložnej zeminy s akceptovaním hladiny podzemnej vody a jej hmotnosti

Efektívne šmykové parametre boli stanovené konsolidovanou šmykovou skúškou s možnosťou odvodnenia vzorky v priebehu konsolidácie a šmýkania.

Rozsah laboratórnych stanovení je v tabuľke č.3.

Tabuľka č. 3:

Laboratórne skúšky mechanika zemin				
	zeminy - pôdomechanické skúšky			
	klasifikačný rozbor neporušené vzorky zemín	32		32
	klasifikačný rozbor porušené vzorky zemín	32		32
	stlačiteľnosť v oedometri s rekonsolidáciou a modelovaním odľahčenia a priťaženia stavbou	16		16
	efektívne šmykové parametre súdržných zemín	10		10
	stanovenie priepustnosti neogénnych sedimentov	6		6
	chemický rozbor vody na agresivitu	1		1

8.4. Vytýčenie a zameranie sond.

Miesta vŕtaných sond boli definované statikom následne zakreslené do situácie. Na požadovaných miestach boli sondy v teréne vytýčené geodetom až po overení inžinierskych sietí. Týkalo sa to hlavne sondy VS-1 v blízkosti horúcovodu.
Sondy boli po odvŕtaní polohovo a výškovo zamerané spoločnosťou GEODET-Ing. Boris Gabura spol. s r.o., Jaskový rad 49, 83103 Bratislava. Výsledky zamerania sú uvedené v geodetickom elaboráte v prílohe č. 10.

8.5. Radónový prieskum

Za účelom stanovenia prieniku radónu z podložia a následného návrhu opatrení sa bol realizovaný aj radónový prieskum. Tento spočíval z odberu vzoriek pôdneho vzduchu v miestach, kde sa nenachádzajú spevnené plochy resp. veľké násypy v rastri odberov tak, aby pokryli cele územie. Merania boli zabezpečené spôsobilou osobou RNDr. Miroslavom Nahálkom v subdodávke. Podrobné výsledky radónového prieskumu sú v prílohe č. 9.

8.6. Výkony geologickej služby

Výkony geologickej služby pozostávali z nasledovných prác:

- vypracovanie projektu geologickej úlohy
- sled a riadenie terénnych prác, odbery príslušných vzoriek zemín, podzemných vôd, dokumentácia a fotodokumentácia sond
- vyhodnotenie penetračných sond
- geotechnické zhodnotenie zemín
- stanovenie hydrogeologických pomerov a režimných stavov podzemných vôd v oblasti staveniska , stanovenie agresivity podzemných vôd voči betónovým konštrukciám
- konštrukcia geologických rezov, vypracovanie záverečnej správy

Ťažisko inžinierskogeologických prác spočívalo v riadení a vyhodnocovaní prieskumných diel a v hodnotení laboratórnych rozborov zemín.

Inžinierskogeologické makroskopické vyhodnocovanie vrtných prác bolo robené skúseným inžinierskym geológom, v zmysle príslušných smerníc a STN, zameraných na vyhodnocovanie inžinierskogeologických prieskumných prác pre stavebné účely.

Pri všetkých terénnych prácach boli zabezpečované pravidlá BOZP a ochrany životného prostredia.

9. Inžinierskogeologické pomery v záujmovom území.

Inžinierskogeologické pomery sú popísané ku parametrom projektu LAKE SIDE**,** ktorý bude pozostávať z dvoch výškových polyfunkčných objektov s cca 35 NP resp. 19 NP a menších polyfunkčných objektov do 8 NP.

Pod celým územím sa plánuje vybudovanie parkovných suterénov do –4 PP.

Predpokladaná stavebná nula ± 0,000 = 143,45 m n.m. B.p.v.,
predpokladaná úroveň najhlbšej základovej škáry = 124,90 m n.m.

Tieto úrovne sme vyznačili aj do deviatich geologických rezov v prílohe č. 3.1 až 3.9.

Predpokladá sa založenie na základovej doske v kombinácii s pilótami.

Založenie objektu predpokladá aj zakladanie pod hladinou podzemnej vody. V tomto území je priemerná hladina v úrovni cca 6-7 m pod okolitým terénom, podľa najbližšej dlhodobo pozorovanej sondy SHMU č 1440 (viď tabuľku č. 4) je priemerná úroveň cca 130,79 m n.m.

Tabuľka č. 4

SHMU 1440											
rok	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
max	131,16	130,97	130,81	131,09	130,74	130,87	131,27	131,33	131,15	130,86	131,34
priemer	130,81	130,76	130,67	130,79	130,56	130,77	130,89	130,96	130,93	130,7	130,93

Treba pri zakladaní podzemných podlaží uvažovať s vybudovaním podzemnej tesniacej steny a nutnom odvodnení stavebnej jamy.

Základové pomery pod plánovanými objektami Lakeside 3. etapa charakterizujeme na základe geologických rezov v prílohe č. 3 „ Geologické rezy“ nasledovne:

Stavebná nula je podľa poskytnutých projekčných podkladov na kóte ±0,00=143,450 m n.m. Túto úroveň sme vykreslili oranžovou bodkočiarkovanou čiarou aj do geologických rezov v prílohách č 3.1. až 3.9.

Predpokladaná najnižšia úroveň základovej škáry vyššie uvedených stavebných objektov na úrovni podlahy -4PP sa nachádza na kóte 124,90 m n.m **Túto úroveň sme do geologických rezov v prílohách č 3.1. až 3.9 vyznačili oranžovou bodkočiarkovanou čiarou.**

Úroveň súčasného terénu v okolí projektovaného objektu sa pohybuje v úrovni cca 135,78-139,41 čo je cca 7,5 m pod stavebnou nulou. Úroveň širšieho okolia je na kótach cca 136 m nad morom.

V záujmovom území sme zostrojili 9 geologických rezov (viď prílohy č. 3.1. až 3.9.). Pri ich interpretácii sme použili vŕtané sondy, dynamické penetračné sondy.

Na ich základe možno predpokladať, že dno stavebnej jamy budúceho staveniska z geologického hľadiska je budované kvartérnymi štrkopiesčitými sedimentami. Na báze týchto kvartérnych štrkopiesčitých sedimentov sa nachádzajú ílovito-piesčité neogénne sedimenty v hĺbkach cca 13-18,3 m pod terénom (121,03-126,42 m n.m.).

9.1.Kvartérne sedimenty

9.1.1. Navážky – antropogénne sedimenty.

Záujmové územie bolo pred cca 4 rokmi rovinaté, teraz väčšinu územia tvoria haldy navážok výkopových zemín a stavebného odpadu z 2. etapy výstavby dosahujúceho výšky cca 3,5 m nad úroveň okolitého terénu. Úroveň terénu pred rokom 2018 sme v geologických rezoch 1-1´až 9-9´(prílohy č. 3.1. až 3.9) vyznačili šedou bodkočiarkovanou čiarou, zatiaľ čo súčasná úroveň terénu je v rezoch znázornená plnou čiernou čiarou. V minulosti sa tu na rovine nachádzal park, ktorý vznikol splanírovaním územia so zasypanými jamami, z ktorých sa v 19. storočí ťažili tehliarske hliny a neskôr aj štrk. (viď obr. č. 6) Hĺbka týchto jám bola rôzna, z čoho následne vyplýva aj rozdielna mocnosť antropogénnych navážok od 2,5 do cca 5 m. Vrtnými prácami boli v celom záujmovom území zistené **antropogénne sedimenty vo forme hlinito-štrkovitých navážok**. Niekde sa navážky jasne prejavujú prítomnosťou úlomkov tehál, úlomkami betónu a muriva. Občas sa vyskytujú aj popol, škvára a zvyšky komunálneho odpadu. Často sa navážky dajú len obtiažne odlíšiť od zeminy in situ, pokiaľ neobsahujú jasne rozlíšiteľný antropogénny materiál.

Obr. č. 6: Výrez mapy 3. vojenského mapovania 1:25 000 vykonaného v rokoch 1869-1887



9.1.2. Povodňové hliny.

Pod navážkami sa vyskytuje **vrstva hlinito-piesčitých sedimentov naplavených Dunajom**. Tieto zeminy sú často uvádzané pod spoločným názvom povodňové hliny a predstavujú finálnu fázu dunajskej sedimentácie. V záujmovom území boli sčasti odťažené pri ťažbe štrkov, sčasti tvoria podložie navážok v hrúbkach cca 0,5-2 m. Sú poväčšine svetlosivej farby, tuhej až pevnej konzistencie, granulometricky zodpovedajú siltom piesčitým F3 MS až siltom s nízkou plasticitou F5 ML. V oblasti sond VS-5, VS-7 a VS-8 a prevzatých sond V-6F2 a V-7F2 sú nahradené piesčitými sedimentmi príbrežných fácií pieskov zle zrnených triedy S2 SP a pieskov s prímesou jemnozrnnej zeminy S3 S-F.

9.1.3. Štrkopiesčité sedimenty.

Pod povodňovými hlinami sa nachádza **súvrstvie štrkopiesčitých zemín**. Tieto sú tvorené hlavne štrkmi zle zrnenými G2 GP, menej sa vyskytujú štrky dobre zrnené G1 GW i štrky s prímesou jemnozrnnej zeminy G3 G-F. V miestach, kde piesčitá zložka je v prevahe nad štrkovou zeminy nadobúdajú charakter pieskov so štrkom S2 SP až pieskov s prímesou jemnozrnnej zeminy s obsahom štrku S3 S-F. **Mocnosť štrkopiesčitého súvrstvia je cca 3-8 m**, v oblasti sondy VS-4 dosahujú až 10 m. Ich báza je v hĺbkach cca 13-18,3 m pod terénom (121,03-126,42 m n.m.). Podľa výsledkov dynamických penetračných sond sú štrky kypré až stredne uľahlé. Piesky so štrkom sú prevažne kypré až stredne uľahlé.

Nakoľko štrky sú prevažne kypré a málo únosné, bude potrebné uvažovať s ich miestnym dohutnením.

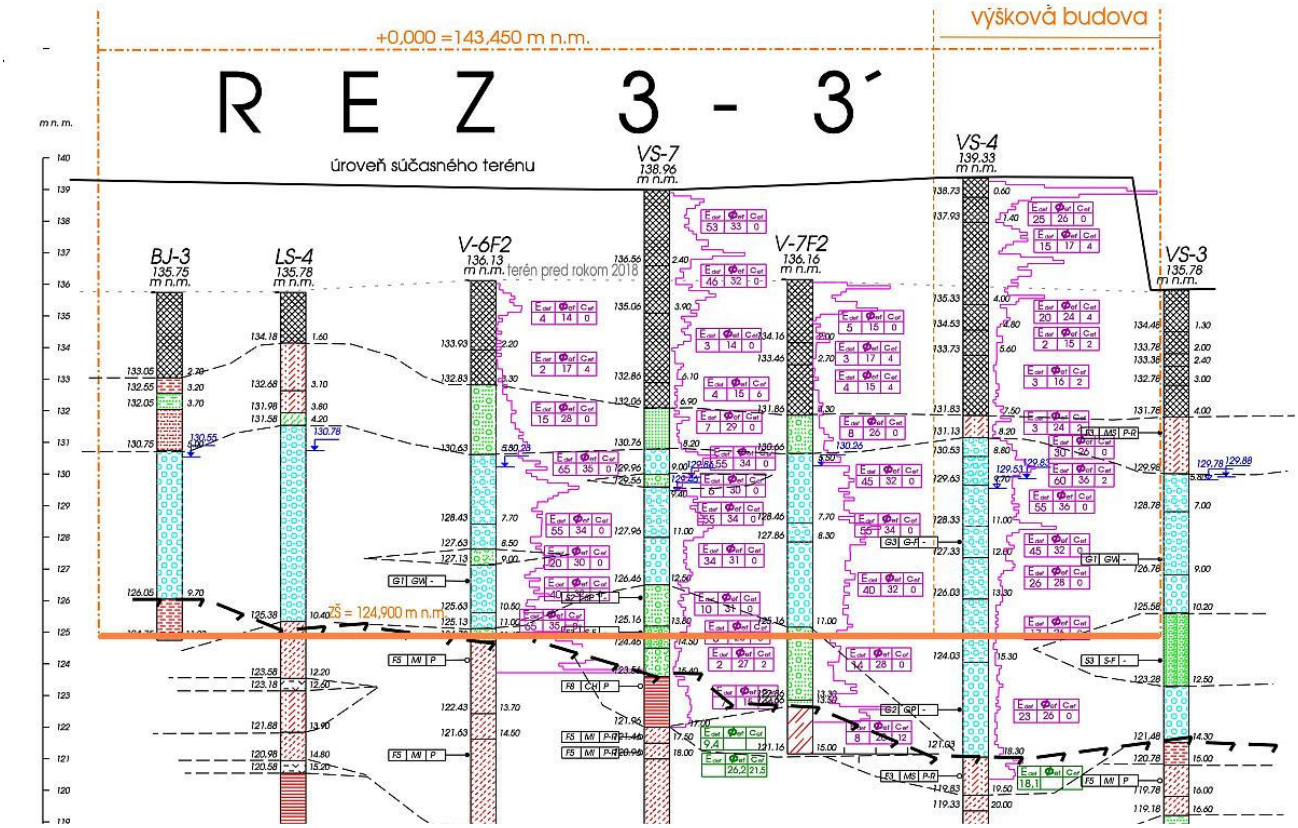
9.2. Neogénne sedimenty.

V podloží štrkopiesčitých sedimentov nastupujú **neogénne sedimenty.** Hĺbky a kóty výskytu neogénnych sedimentov v jednotlivých sondách vŕtaných v súčasnej etape prieskumu uvádzame v tabuľke číslo 5. Pri využití výsledkov výskytu neogénnych zemín sme skonštruovali mapu izolínií neogénneho podložia v predmetnom území, ktorú uvádzame na obrázku č. 8.

Ich priebeh poklesáva v smere od severozápadu na juhovýchod, čo je v súlade s predpokladmi uvedenými vo výsledkoch inžinierskogeologického prieskumu pre Lakeside druhú etapu (Danko 2008).

Do pozdĺžneho rezu územím na obr. č. 7 sme zvýraznili poklesávanie neogénneho podložia hrubou čiernou zatrhávanou čiarou. Úroveň základovej škáry sme v tomto reze zvýraznili hrubou oranžovou čiarou.

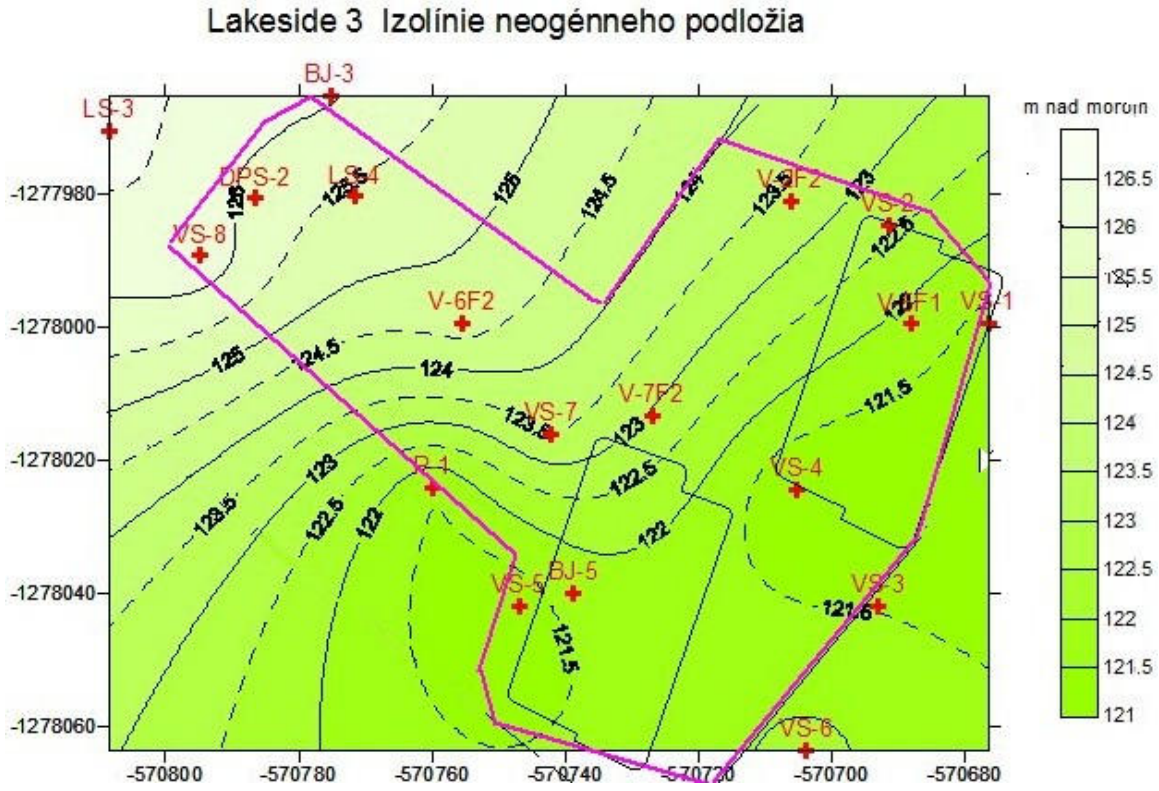
Obr. č. 7: Pozdĺžny rez územím so zvýraznením poklesávania neogénneho podložia.



Tabuľka č. 5:

	výška sondy v m n.m.	hĺbka bázy štrkopieskov – nástup neogénu v m p.t.	hĺbka neogénu v m n.m.
VS-1	135,85	14,5	121,35
VS-2	135,82	13,2	122,62
VS-3	135,78	14,3	121,48
VS-4	139,33	18,3	121,03
VS-5	136,78	15,6	121,18
VS-6	139,37	17,2	122,17
VS-7	138,96	15,4	123,56
VS-8	139,41	13	126,41

Obr. č. 8: Mapa izolínií neogénneho podložia



Výskyt neogénnych sedimentov začína prevažne 13,0-18,6 m pod úrovňou súčasného terénu v hĺbkových úrovniach cca 121,03-126,42 m n.m.). m n.m. (viď tabuľka č. 5.)

Tieto sú tvorené zeminami šedých, miestami hnedošedých až šedohnedých odtieňov, na prvý pohľad dosť podobných. Úložné pomery neogénnych sedimentov sú veľmi premenlivé, čo je vidno aj geologických rezoch. neogénnych sedimentoch sa vyskytujú krížové zvrstvenia. Zeminy

rôzneho charakteru tak nastupujú a vykliňujú na pomerne krátke vzdialenosti. Smery sklonov i sklony sa menia miesta ku miestu.

Nástup neogénnych sedimentov začína súdržnými zeminami, kde prevažujú strednoplastické silty F5 MI, menej sa vyskytujú silty vysokoplastické F7 MH. Konzistencia týchto zemín je pevná až tvrdá. Miestami sa vyskytujú aj íly so strednou plasticitou F6 CI a íly s vysokou plasticitou F8 CH pevnej, miestami až tvrdej konzistencie. Všetky tieto súdržné zeminy sú makroskopicky veľmi podobné, často rozhoduje o ich zatriedení niekoľko percentný rozdiel v siltovitej či ílovitej zložky. Vo farbách prevažujú šedé odtiene. Lokálne hnedé sfarbenie spôsobuje uhoľný pigment miestami sa vyskytujúci v týchto zeminách.

Ojedinele sa vyskytujú aj tenké slojky lignitu hrúbky do 5 cm, bez väčšieho plošného rozšírenia. Vyskytli sa vo vrtoch VS-1 v hĺbke 21,2-21,3 m (118,3 m n.m.), vo VS-2 v hĺbke 24,8-25,0 m (110,9 m n.m.), vo VS-4 v hĺbke 23,2 m (116,3 m n.m.), vo VS-5 v hĺbke 20 m (115,5 m n.m.),

Pri vyššom podiele piesčitej prímesi zeminy zodpovedajú ílom piesčitým triede F4 CS až siltom piesčitým F3 MS. Ich zastúpenie je pomerne malé.

V severovýchodnej časti predmetného územia vo vrtoch VS-8, V-6F2 a LS-4 sa v hĺbkach cca 21 m pod terénom na kótach 116,98-118,41 vyskytla vrstva piesčitých sedimentov zodpovedajúcim pieskom siltovitým S4 SM mocnosti 1,6-3,4 m. V tabuľke č. 6 uvádzame hĺbku a kótu ich výskytu, ktorú sme označili ako hĺbku výskytu prvej úrovne neogénnych pieskov. Je na nich viazané tlakové zvodnenie.

Tabuľka č. 6

vrt	hĺbka výskytu prvej úrovne neogénnych pieskov v m pod terénom	kóta výskytu prvej úrovne neogénnych pieskov v m n.m.
VS-8	21,00	118,41
V-6F2	19,10	117,03
LS-4	18,80	116,98

Vo vrtoch vo východnej až juhovýchodnej časti predmetného územia sa tieto siltovité piesky vyskytovali na kótach 111,39-114,57. V tabuľke č. 7 uvádzame hĺbku a kótu ich výskytu, ktorú sme označili ako hĺbku výskytu druhej úrovne neogénnych pieskov. Je na nich tiež viazané tlakové zvodnenie. Z pozdĺžnych geologických rezov 3.3. a 4.4´ v prílohách č. 31. a 4.1. nie je celkom jasné, či sa jedná o tektonický pokles medzi vrtmi VS-8 a VS-7 alebo o zmeny v sedimentárnom prostredí.

Tabuľka č. 7

vrt	hĺbka výskytu druhej úrovne neogénnych pieskov v m pod terénom	kóta výskytu druhej úrovne neogénnych pieskov v m n.m.
VS-2	23,20	112,62
VS-4	25,50	113,83
VS-5	23,00	113,78
VS-6	27,20	112,70
VS-7	25,00	113,96
V-2F2	24,80	111,39
LS-4	23,40	113,38
BJ-5	21,40	114,57

Vo vrtoch zasahujúcich do hĺbok väčších ako 30 m pod terén (VS-4, VS-7, V-2F2) sa zvodnené siltovité piesky vyskytovali vo vrtoch VS-7 a V-2F2 aj v hĺbkach cca 32 m pod terénom na kótach 106,26-106,83 m n.m. a vo vrte VS-4 v hĺbke 36 m na kóte 100,19 m n.m. . V tabuľke č. 8 uvádzame hĺbku a kótu ich výskytu, ktorú sme označili ako hĺbku výskytu tretej úrovne neogénnych pieskov.

V úrovniach medzi druhou a treťou úrovňou neogénnych pieskov medzi kótami cca 100-106 m n.m. sa vyskytujú zeminy F5 MI, menej F7 MH. F6 CI a F8 CH pevnej, miestami až tvrdej konzistencie.

Tabuľka č. 8

vrt	hĺbka výskytu tretej úrovne neogénnych pieskov v m pod terénom	kóta výskytu tretej úrovne neogénnych pieskov v m n.m.
VS-4	36,00	100,19
VS-7	32,00	106,83
V-2F2	32,70	106,26

10. Geotechnické vlastnosti zemín

Zeminy vyskytujúce sa v záujmovom území sme v zmysle požiadaviek na prieskum preskúšali pomocou dynamických penetračných skúšok a laboratórne na neporušených vzorkách. Hustota ich odberu bola determinovaná litologickými zmenami a zadaním statika. V hĺbkach dosahu najväčších napätí cca 15-25m pod terénom sme odoberali vzorky s menším intervalom, hlbšie už hustota vzorkovania proporcionálne klesala.

Geotechnické vlastnosti zemín popisujeme v nasledovných podkapitolách.

10.1. Geotechnické vlastnosti kvartérnych zemín.

Kvartérne zeminy možno z hľadiska genézy a geotechnických vlastností rozčleniť nasledovne.

10.1.1. Antropogénne sedimenty

Celé predmetné územie je v pripovrchových častiach budované navážkami.

Väčšinu plochy predmetného územia tvoria haldy navážok výkopových zemín a stavebného odpadu dosahujúceho výšky cca 3-3,5 m nad úroveň okolitého terénu. Úroveň terén pred rokom 2018 sme v geologických rezoch 1-1´až 9-9´(prílohy č. 3.1. až 3.9) vyznačili šedou bodkočiarkovanou čiarou, zatiaľ čo súčasná úroveň terénu je v rezoch znázornená plnou čiernou čiarou. V tabuľke č. 9 sme rozčlenili v miestach jednotlivých vrtov celkovú mocnosť navážok. Odčlenili sme z nich mocnosti navážok do roku 2018 tvorenými veľmi heterogénnym materiálom hlinito-štrkovito úlomkovitým, miestami aj charakteru komunálneho odpadu. Navážky ktoré pribudli vo forme háld po roku 2018a sú tvorené hlavne výkopovou zeminou a stavebným odpadom.

Tabuľka č. 9

vrt	kóta terénu	celková mocnosť navážok v metroch	mocnosť starých navážok do roku 2018	mocnosť nových navážok po roku 2018
VS-1	135,845	3,4	3,4	0
VS-2	135,815	3,6	3,6	0
VS-3	135,778	4	4	0
VS-4	139,329	7,5	3,5	3,529
VS-5	136,78	3,5	2,5	0,98
VS-6	139,366	7	3	3,566
VS-7	138,957	6,9	3	3,157
VS-8	139,414	6,4	2,3	3,614

Zeminy na haldách navezených po roku 2018 sú slabo konsolidované, len v pripovrchových častiach do hĺbky cca 1 m pod terén sú podľa výsledkov dynamických penetračných sond stredne uľahnuté až uľahnuté, čo je spôsobené častými pojazdmi stavebných mechanizmov v tých miestach. Hlbšie sú už skôr kypré. Ich geotechnické vlastnosti sme orientačne určili na základe penetračných sond:

objemová tiaž	γ	=	17-19 kN.m^{-3}
deformačný modul	E_{def}	=	3-25 MPa
efektívny uhol vnútorného trenia	ϕ_{ef}	=	20-28^{o}
efektívna súdržnosť	c_{ef}	=	0 kPa

Pre dočasné výkopy do 3,0 m doporučujeme počítať so sklonmi 1:1.

Staršie navážky vzniknuté zasypaním starých ťažobných jám sú slabo konsolidované.

Ich geotechnické vlastnosti sme orientačne určili na základe penetračných sond:

objemová tiaž	γ	=	16-18 kN.m^{-3}
deformačný modul	E_{def}	=	2-5 MPa
efektívny uhol vnútorného trenia	ϕ_{ef}	=	13-18^{o}
efektívna súdržnosť	c_{ef}	=	0-2 kPa

10.1.2. Fluviálne sedimenty.

Pod navážkami nastupuje vrstva ***fluviálnych sedimentov vo forme súdržných i nesúdržných sedimentov.***

Tie sú do hĺbok cca 5-6 m pod úrovňou okolitého terénu (zhruba po kóty 130-131 m n.m.) tvorené vrstvou náplavových hlín a náplavových pieskov. Pod nimi vystupuje štrkopiesčité súvrstvie.

Súdržné náplavové sedimenty v závislosti na obsahu ílovitej, siltovitej a piesčitej zložky sú tvorené ílmi s nízkou až strednou **plasticitou F6 CL, F6 CI, ílmi piesčitými F4 CS prípadne siltmi piesčitými F3 MS.** Ich konzistencia je pevná, smerom do hĺbky sa mení na tuhú. V oblasti sond VS-5, VS-7 a VS-8 a prevzatých sond V-6F2 a V-7F2 sú nahradené

nesúdržnými piesčitými sedimentmi príbrežných fácií pieskov zle zrnených triedy **S2 SP a pieskov s prímesou jemnozrnnej zeminy S3 S-F.**

Základné geotechnické charakteristiky súdržných náplavových sedimentov:

objemová tiaž	γ	=	18 kN.m^{-3}
deformačný modul	E_{def}	=	3,0-6,0 MPa
efektívny uhol vnútorného trenia	ϕ_{ef}	=	17-28^{o}
efektívna súdržnosť	c_{ef}	=	4-8 kPa

Základné geotechnické charakteristiky nesúdržných náplavových piesčitých sedimentov na základe výsledkov dynamických penetračných sond sme stanovili nasledovné:

objemová tiaž	γ	=	16,5-17 kN.m^{-3}
deformačný modul	E_{def}	=	4,0-10,0 MPa
efektívny uhol vnútorného trenia	ϕ_{ef}	=	28-30^{o}
efektívna súdržnosť	c_{ef}	=	0 kPa

Štrkopiesčité zeminy v hĺbkach 5-14 m pod úrovňou okolitého terénu sme podrobili granulometrickým rozborom a testovaním in situ dynamickými penetračnými sondami.
Sú tvorené prevažne štrkmi zle zrnenými G2 GP a štrky s prímesou jemnozrnnej zeminy G3 G-F, menej sa vyskytujú štrky dobre zrnené Gl GW. Miestami prevláda piesčitá výplň nad valúnmi a zeminy nadobúdajú charakter pieskov zle zrnených so štrkom S2 SP až pieskov s prímesou jemnozrnnej zeminy s obsahom štrku S3 S-F.

Nesúdržné zeminy sú zastúpené celou škálou štrkopiesčitých zemín, ktoré sa v závislosti na obsahu výplne a prímesi valúnov delia na štrky **zle zrnené G2 GP, štrky s prímesou jemnozrnnej zeminy G3 G-F, piesky zle zrnené a piesky zle zrnené so štrkom S2 SP, piesky s prímesou jemnozrnnej zeminy so štrkom G3 G-F, piesky siltovité a piesky siltovité so štrkom S4 SM.** Na základe dynamických penetračných skúšok sú prevažne kypré až stredne uľahlé. Stredná uľahnutosť nesúdržných zemín v hĺbkach 6-8 m pod úrovňou okolitého terénu na kótach cca 127-129 m n.m. daná osciláciou hladiny podzemnej vody v týchto hĺbkach a inkrustáciou stmeľujúcich solí v pieskoch a štrkoch.

Podľa súčasných i prevzatých výsledkov dynamických penetračných skúšok (viď príloha č. 7) je evidentné, že tieto zeminy sú prevažne kypré, menej sa vyskytujú stredne uľahlé zeminy. Vo výsledkoch dynamických penetračných skúšok pre časť nízkych budov pre 1. i 2.fázu bol trend poklesu uľahlosti štrkopiesčitých zemín v smere od západu na východ. Prejavilo sa to v mapách izolínií deformačného modulu (Danko 2006, Danko 2008). Tento trend sa potvrdil aj v 3. etape Lakeside. Vidno to aj na geologických rezoch v prílohách č. 3.1 až 3.8., kde sme vyniesli do príslušných sond fialovou čiarou priebeh dynamického penetračného odporu

Geotechnické parametre štrkopiesčitých zemín - deformačného modulu, efektívneho uhlu vnútorného trenia a efektívnej súdržnosti sú zobrazené fialovou farbou priamo v geologických rezoch (príloha č.3. 1 až 3.8) pri jednotlivých hĺbkových úrovniach a sú definované v prílohe č. 4.1. Písomná dokumentácia vŕtaných sond a v prílohe č. 7. „Vyhodnotenie dynamických penetračných sond“.
Geotechnické parametre pre najčastejšie sa vyskytujúce štrkovité v tabuľke č. 10

Tabuľka č. 10

	vlastnosť	jednotka	**G2 GP** Kyprý až stredne uľahnutý I_D=0,25-0,36	**G2 GP** Stredne uľahnutý I_D=0,36-0,65	**G3 G-F** Kyprý až stredne uľahnutý I_D=0,25-0,36	**G3 G-F** Stredne uľahnutý I_D=0,36-0,65
deformačný modul	E_{def}	MPa	35-50	50-70	30-50	50-60
efektívny uhol vnútorného trenia	ϕ_{ef}	^{o}	28-30	32-34	28-30	32
efektívna súdržnosť	c_{ef}	kPa	0	0	0	0
objemová tiaž	γ	kN.m^{-3}	18-19,5	19-20	18-19,5	18-19
Poissonova konštanta	ν		0,2	0,2	0,2	0,25
súčiniteľ	β		0,9	0,9	0,9	0,83

Geotechnické parametre pre najčastejšie sa vyskytujúce piesčité v tabuľke č. 11

Tabuľka č. 11

	vlastnosť	jednotka	**S2 SP** Kyprý až stredne uľahnutý I_D=0,25-0,36	**S2 SP** stredne uľahnutý I_D=0,36-0,65	**S3 S-F** Kyprý až stredne uľahnutý I_D=0,25-0,36	**S3 S-F** stredne uľahnutý I_D=0,36-0,65	**S4 SM** Kyprý až stredne uľahnutý I_D=0,25-0,36	**S4 SM** stredne uľahnutý I_D=0,36-0,65
deformačný modul	E_{def}	MPa	4-6	6-12	3-5	5-12	2-4	4-6
efektívny uhol vnútorného trenia	ϕ_{ef}	^{o}	26-28	28-31	26-28	26-28	25-26	*27*
efektívna súdržnosť	c_{ef}	kPa	0	0	0	0	2	2
objemová tiaž	γ	kN.m^{-3}	16-17	17-17,5	16-17	17-17,5	17,5-18	20,5
Poissonova konštanta	ν		0,25	0,25	0,3	0,3	0,3	0,3
súčiniteľ	β		0,83	0,83	0,74	0,74	0,74	0,74

Ťažiteľnosť kvartérnych zemín – je stanovená v zmysle STN 73 3050

Navážky	- trieda 3-4
Íl piesčitý, piesok siltovitý	- trieda 2
Piesky pod hladinou vody	- trieda 4
Štrk zle zrnený, dobre zrnený	- trieda 2-3

10.2. Geotechnické vlastnosti neogénnych zemín.

Približne od úrovne 126,00 až 121,00 m n.m do hĺbky presahujúcej hĺbku vrtov (45 m) sa v priestore záujmového územia nachádzajú **neogénne a súdržné jemnozrnné zeminy a neogénne piesčité zeminy** pričom do hĺbok cca 25 m pod terénom prevládajú zeminy súdržné. Hlbšie sa striedajú piesčité a súdržné zeminy.

Súdržné strednoplastické zeminy charakteru siltu so strednou plasticitou F6 CL a ílu so strednou plasticitou F6 CI sa vyskytovali už vo väčšej miere vo všetkých sondách.

Pre súdržné zeminy silt so strednou plasticitou F5 MI a íl so strednou plasticitou F6 CI uvádzame na základe laboratórnych rozborov hodnoty fyzikálnych charakteristík nasledovne:

Hodnota objemovej hmotnosti vlhkej zeminy sa pohybuje od 1965-2100 kg.m^{-3}, priemer 2031 kg.m^{-3}, suchej 1557-1779 kg.m^{-3} , priemer 1675 kg.m^{-3}. Objemová tiaž 19,3-20,6 kN.m^{-3}, priemer 19,9 kN.m^{-3}, merná hmotnosť 2610-2805 kg.m^{-3} , priemer 2744 kg.m^{-3} a pórovitosť 34,0 -43%. Stupeň nasýtenia týchto zemín dosahuje hodnoty v rozsahu 69,8-100%.

Pre zeminy silt s vysokou plasticitou F7 MH a íl s vysokou plasticitlu CH a F8 CV uvádzame na základe laboratórnych rozborov hodnoty fyzikálnych charakteristík nasledovne:

Hodnota objemovej hmotnosti vlhkej zeminy sa pohybuje od 2039-2098 kg.m^{-3}, priemer 2073 kg.m^{-3}, suchej 1687-1745 kg.m^{-3} , priemer 1715 kg.m^{-3}. Objemová tiaž 20,0-20,6 kN.m^{-3}, priemer 20,3 kN.m^{-3}, merná hmotnosť 2680-2797 kg.m^{-3} priemer 2739 kg.m^{-3} a pórovitosť 35-39%. Stupeň nasýtenia týchto zemín dosahuje hodnoty v rozsahu 87,0-99,5%.

Pre súdržné zeminy silt piesčitý F3 MS a íl piesčitý F4 CS uvádzame na základe laboratórnych rozborov hodnoty fyzikálnych charakteristík nasledovne:

Hodnota objemovej hmotnosti vlhkej zeminy sa pohybuje od 1994-2258 kg.m^{-3}, priemer 2104 kg.m^{-3}, suchej 1659-2009 kg.m^{-3} , priemer 1784 kg.m^{-3}. Objemová tiaž 19,6-22,1 kN.m^{-3}, priemer 20,6 kN.m^{-3}, merná hmotnosť 2700-2764 kg.m^{-3} priemer 2734 kg.m^{-3} a pórovitosť 26-40 %, priemer 35%. Stupeň nasýtenia týchto zemín dosahuje hodnoty v rozsahu 84,1-97,4%, priemer 92,8%.

Pre nesúdržné zeminy piesok siltovitý S4 SM uvádzame na základe laboratórnych rozborov hodnoty fyzikálnych charakteristík nasledovne:

Hodnota objemovej hmotnosti vlhkej zeminy sa pohybuje od 2008-2201 kg.m^{-3}, priemer 2109 kg.m^{-3}, suchej 1709-1911 kg.m^{-3} , priemer 1807 kg.m^{-3}. Objemová tiaž 19,7-21,6kN.m^{-3}, priemer 20,7 kN.m^{-3}, merná hmotnosť 2700-2720 kg.m^{-3} priemer 2708 kg.m^{-3} a pórovitosť 29-

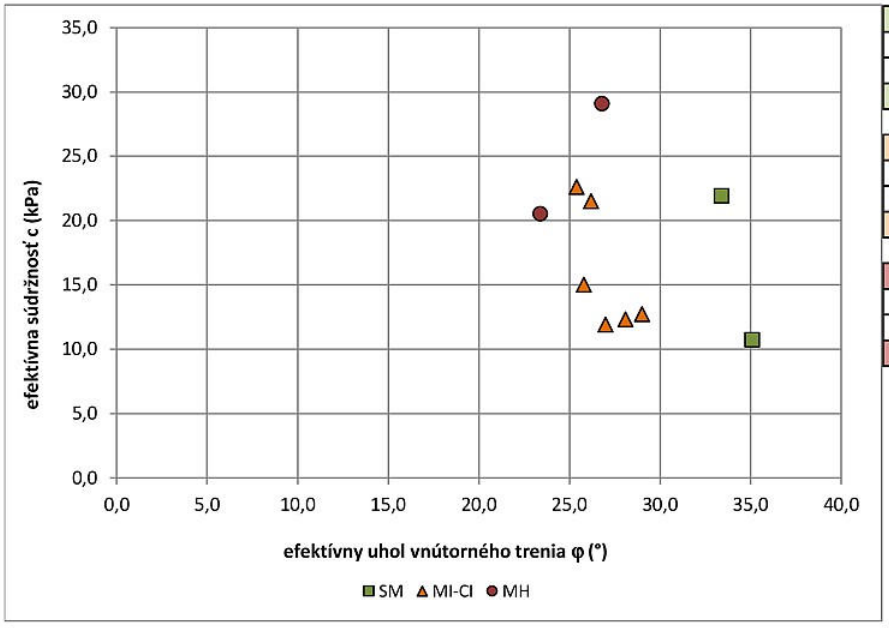
37 %, priemer 33%. Stupeň nasýtenia týchto zemín dosahuje hodnoty v rozsahu 81,5-99,0% ,priemer 91,4%.

Základné geotechnické charakteristiky neogénnych zemín v miestach odberov neporušených vzoriek uvádzame E_{def}, ϕ_{ef} a c_{ef} zelenou farbou aj v geologických rezoch (príloha č.3.1 až 3.8) pre jednotlivé prieskumné sondy a sú uvedené aj pri popise prieskumných sond (príloha č.4.1. Písomná dokumentácia vŕtaných sond s geotechnickými vlastnosťami zemín).

Šmykové charakteristiky pre jednotlivé typy zemín udávame v tabuľke č. 12

tabuľka č. 12

č. vzorky	sonda	od (m)	do (m)	STN721001	Merná hm. (kg/m^3)	m. tek. (%)	č. plast. (%)	obj hm. such. (kg/m^3)	n (%)	Sr (%)	fi (°)	c (kPa)
618	VS-4	27,3	27,4	S4 SM	2720	27	5	1801	34	93,8	33,4	21,9
623	VS-4	37,5	37,6	S4 SM	2700	23	6	1709	37	81,5	35,1	10,7
593	VS-1	21,3	21,5	F6 CI	2610	44	18	1688	35	92,7	25,4	22,6
611	VS-3	24,0	24,2	F5 MI	2750	47	16	1557	43	94,0	25,8	15,0
615	VS-4	21,0	21,2	F5 MI	2740	42	13	1733	37	69,8	29,0	12,7
636	VS-6	25,8	25,9	F5 MI	2750	48	18	1627	41	91,2	27,0	11,9
644	VS-7	17,8	18,0	F5 MI	2710	38	11	1669	38	89,5	26,2	21,5
651	VS-8	20,7	20,8	F5 MI	2720	46	18	1730	36	90,8	28,1	12,3
630	VS-5	27,0	27,2	F7 MH	2760	55	21	1730	37	98,7	23,4	20,5
648	VS-7	28,2	28,3	F7 MH	2720	57	24	1687	38	99,1	26,8	29,1



SM	fi (°)	c (kPa)
max	35,1	21,9
min	33,4	10,7
priem	34,3	16,3

MI-CI	fi (°)	c (kPa)
max	29,0	22,6
min	25,4	11,9
priem	26,9	16,0

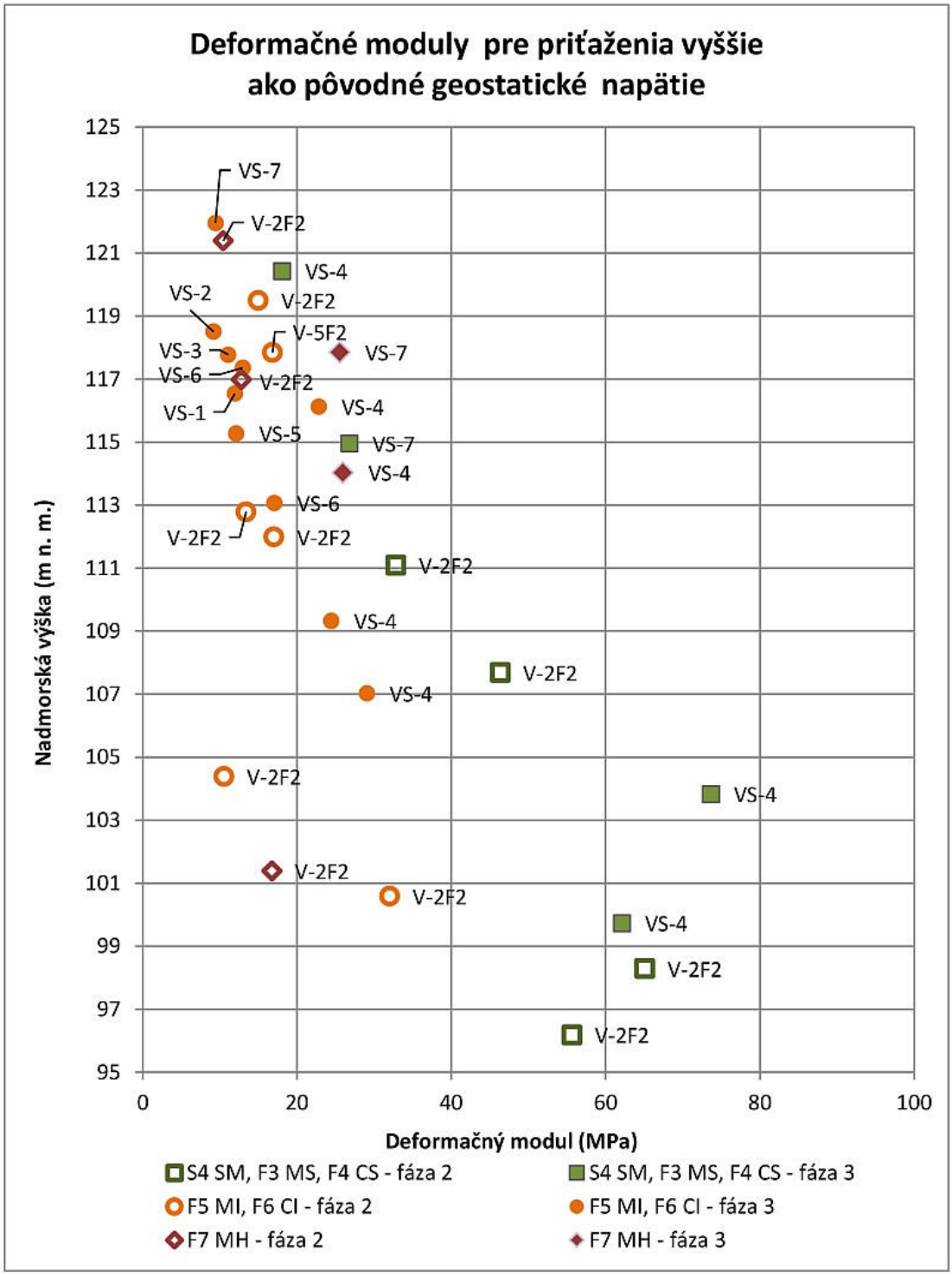
MH		
max	26,8	29,1
min	23,4	20,5
priem	25,1	24,8

Skúšky stlačiteľnosti. Pri návrhu režimu zvislého zaťaženia vzorky sa vychádzalo z predpokladaného napätia v základovej škáre, ktoré nám zadal statik. Vzorky boli prvotne rekonsolidované na pôvodné geostatické napätie a následne bolo modelované odľahčenie výkopom. Potom boli priťažované v 4 stupňoch po 100 kPa. Vo vyhodnotení jednotlivých skúšok je možné si nájsť hodnoty oedometrických modulov aj so započítaním fázy odľahčenia, resp. jednotlivo pre oblasti napätí, príp. konzultovať s riešiteľom. Oedomerické moduly je treba pri prepočte na moduly prostredia vynásobiť súčiniteľom beta pre príslušnú zeminu.

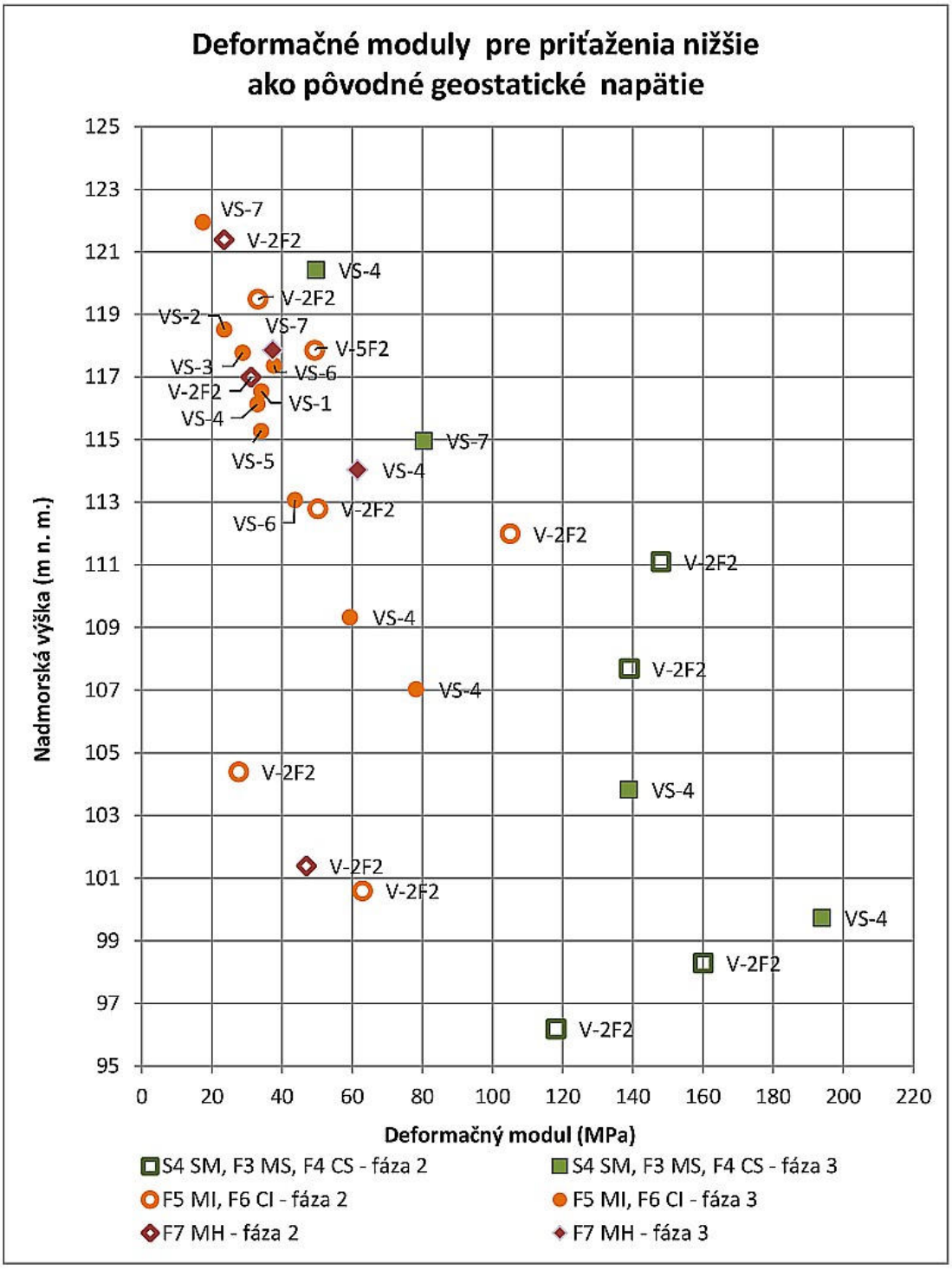
Výsledky sme spracovali aj vo forme grafov. Na grafe (obr. č. 9) sú znázornené deformačné moduly pre priťaženia vyššie, ako pôvodné geostatické napätie v oblasti výškových budov .

Na grafe (obr. č. 9) sú znázornené deformačné moduly pre priťaženia nižšie, ako pôvodné geostatické napätie.

Obr. č. 9. Graf deformačných modulov pre priťaženia vyššie, ako pôvodné geostatické napätie



Obr. č. 11. Graf deformačných modulov pre priťaženia nižšie, ako pôvodné geostatické napätie



Zdrojové údaje deformačných modulov, z ktorých boli vyššie uvedené grafy skonštruované uvádzame v tabuľke č. 13.

tabuľka č. 13

sonda	nadm. v. (m n.m.)	Edef. POD (MPa)	Edef. NAD (MPa)	symbol	beta (-)	fáza
VS-4	120	49,6	18,1	MS	0,62	3
VS-4	104	138,9	73,7	SM	0,74	3
VS-7	115	80,4	26,8	CS	0,62	3
VS-4	100	194,0	62,1	CS	0,62	3
VS-7	122	17,4	9,4	MI	0,47	3
VS-2	119	23,6	9,2	MI	0,47	3
VS-3	118	28,7	11,1	CI	0,47	3
VS-6	117	37,7	13,0	CI	0,47	3
VS-1	117	34,1	12,0	MI	0,47	3
VS-4	116	32,9	22,8	CI	0,47	3
VS-5	115	34,0	12,1	MI	0,47	3
VS-6	113	43,6	17,0	MI	0,47	3
VS-4	109	59,4	24,4	CI	0,47	3
VS-4	107	78,2	29,0	CI	0,47	3
VS-7	118	37,3	25,5	MH	0,47	3
VS-4	114	61,5	25,9	MH	0,47	3
V-2F2	111	148,1	32,8	SM	0,74	2
V-2F2	108	139,0	46,3	SM	0,74	2
V-2F2	98	160,2	65,1	SM	0,74	2
V-2F2	96	118,2	55,6	SM	0,74	2
V-2F2	94	107,6	58,4	SM	0,74	2
V-2F2	91	67,3	83,1	SM	0,74	2
V-2F2	119	33,2	15,0	MI	0,47	2
V-5F2	118	49,4	16,8	MI	0,47	2
V-2F2	113	50,2	13,4	MI	0,47	2
V-2F2	112	105,1	17,0	MI	0,47	2
V-2F2	104	27,7	10,5	CI	0,47	2
V-2F2	101	63,0	32,0	MI	0,47	2
V-2F2	121	23,5	10,4	MH	0,47	2
V-2F2	117	31,1	12,8	MH	0,47	2
V-2F2	101	47,0	16,7	MH	0,47	2

Neogénne zeminy v ílovitom vývoji sú vápnité čo podmieňuje vznik pomerne častých vápnitých konkrécií a vyvoláva lokálne stmelenie zemín impregnovaním uhličitanmi do niekoľkocentimetrových až decimetrových polôh tvrdých ílovcov, **čo môže spôsobovať problémy pri realizácii pilót.** Aj keď našimi vrtnými prácami takého pieskovcové a ílovcové polohy neboli zistené, z archívnych sond realizovaných v širšom okolí existujú indície, že ojedinele sa môžu objaviť aj v predmetnom území.

11. Hydrogeologické pomery v záujmovom území.

Súbor **kvartérneho kolektora** podzemnej vody sa vyznačuje pórovou priepustnosťou s voľnou hladinou. Charakteristickou vlastnosťou štrkopiesčitého súvrstvia kvartéru náplavov Dunaja je vrstevná heterogenita, podmienená častým striedaním priepustnejších a menej priepustných vrstiev spojená s vlastnou anizotropiou danou orientáciou sedimentárnych častí. V predmetnom území, čiastočne ovplyvňovaná sedimentačným splachom sedimentov z úbočí Malých Karpát. Priepustnosť je preto smerovo variabilná, lokálne môže byť veľmi rozdielna. Vo všeobecnosti má komplex kvartérnych sedimentov stredný stupeň prietočnosti s hodnotami v intervale 1 x 10^{-3} m^2. s^{-1} až 1 x 10^{-4} $m^2.s^{-1}$ a horizontálnou priepustnosťou s koeficientmi filtrácie **k_f = 1 x 10^{-4} (štrky G1 a G2) až 5 x 10^{-5} m. s^{-1} (u štrkov G3) .**
Všetkými prieskumnými sondami bola zistená hladina podzemnej vody s voľnou hladinou v štrkovom súvrství. Úrovne narazenej a ustálenej hladiny sú uvedené v nasledujúcej tabuľke č. 14.

Tabuľka č. 14

označenie sondy	výška sondy m n.m.	hĺbka sondy m	I. horizont hladina narazená m p.t.	I. horizont hladina narazená m n. m.	I. horizont hladina ustálená m p.t.	I. horizont hladina ustálená m n. m.	II. Horizont hladina narazená m p.t.	II. Horizont hladina narazená m n. m.	III. Horizont hladina narazená m p.t.	III. Horizont hladina narazená m n. m.
VS-1	135,845	25,00	6,50	129,35	6,00	129,85				
VS-2	135,815	25,00	6,00	129,82	5,90	129,92	23,20	112,62		
VS-3	135,778	25,00	6,00	129,78	5,90	129,88				
VS-4	139,329	45,00	9,80	129,53	9,50	129,83	25,50	113,83	32,50	106,83
VS-5	136,78	30,00	7,20	129,58	7,00	129,78	23,00	113,78		
VS-6	139,366	30,00	9,70	129,67	9,50	129,87	27,20	112,17		
VS-7	138,957	35,00	9,50	129,46	9,10	129,86	25,00	113,96	32,70	106,26
VS-8	139,414	30,00	9,80	129,61	9,50	129,91	21,00	118,41		

Úroveň ustálenej hladiny podzemnej vody sa na skúmanom území pohybovala v čase prieskumu okolo 5,90 m až 9,50 m pod terénom (v závislosti od výšky terénu), čo predstavuje úroveň 129,78 – 129,92 m n.m.

Počas celej dĺžky realizácie prieskumných prác boli zaznamenané aj údaje o úrovni hladiny vody v rieke Dunaj. V predmetnom čase 11/2021 sa hladina v rieke Dunaj v mieste merania

Propeler, pohybovala okolo 250-325 cm t.j. na úrovni 130,93 – 131,67 m n.m., čo korešponduje s dlhodobými **nízkymi stavmi** hladiny v Dunaji.

Podložný komplex **neogénnych sedimentov**, predstavuje z hydrogeologického hľadiska poloizolátor až izolátor. Obeh vody v prostredí je značne spomalený. Zvodnené kolektory (II. a II. horizonty narazenej hladiny podzemnej vody), sú prevažne tvorené pieskom siltovitým S4 SM, resp. menej pieskami ílovitými F4 CS, resp. piesok s prímesou jemnozrnnej zeminy S3 S-F, piesok ílovitý S5 SC sú v danom území nerovnomerne plošne rozmiestnené.

V týchto častiach predmetného územia neogénne sedimenty nastupujú priamo pod kvartérnymi štrkovými formáciami hlavne vo vývoji siltu so strednou plasticitou F5 MI.

Niekde hlbšie tento vývoj prechádza do sedimentov charakteru ílu s nízkou plasticitou F6 Cl a siltov s vysokou plasticitou F7 MH.

V hlbších polohách vytvárajú piesčité sedimenty vzhľadom na meniaci sa obsah ílovitej frakcie vrstvenia, ktoré sa prejavujú uzatvorenými vrstvami, vrstvičkami, resp. šošovkami s napätou hladinou podzemnej vody. V predmetnom území takéto zvodnené tlakové vrstvy prebiehajú v úrovniach cca okolo 112,00 – 114,00 m n.m. a v úrovni 106-107,00 m n.m.. Viazané sú na vrstvy piesku siltovitého S4 SM resp. ílu piesčitého F4 CS.

Pri realizácii prieskumných vrtov boli zaznamenané aj úrovne hladín podzemných vôd v neogénnych sedimentoch v oblasti výskytu zemín s vyšším obsahom piesčitej frakcie. Uvádzame ich v nasledujúcej tabuľke. č.14

Ustálenie hladín z týchto horizontov bolo až na úrovni hladín v kvartérnych štrkoch.

Na základe hodnôt k_f stanovených podľa Carman-Kozeneho z kriviek zrnitosti a laboratórnych skúšok v triaxiálnej komore, pre vyššie uvedené polohy a typy neogénnych zemín F5 MI, S3 S-F, S5 SC, F4 CS, ktoré môžu ovplyvňovať prítoky do tesnenej stavebnej jamy, uvádzame niektoré hodnoty v tab.č.15

Tabuľka č. 15

Sonda	Hĺbka (m)	Typ zeminy	k_f (triaxialna komora) (m/s)	k_f(Carman-Kozeny) (m/s)
VS-1	16,0	F4 CS	1,25 E-08	7,17 E-08
VS-2	15,7	F5 MI	3,18 E-08	6,27 E-08
VS-3	15,5	F5 MI	1,35 E-08	2,99 E-08
VS-3	17,8	S5 SC		1,57 E-06
VS-4	19,0	F3 MS		9,72 E-08
VS-5	16,2	F5 MI	4,13 E-10	3,13 E-09
VS-6	17,6	F5 MI	1,53 E-09	9,38 E-08
VS-7	14,0	S3 S-F		5,01 E-06
VS-8	13,4	F5 MI	3,85 E-09	3,25 E-09

Doporučujeme pre neogénne súvrstvie, aktívne vstupujúce do výpočtov použiť pri výpočtoch priemernú hodnotu hydraulického parametra koeficientov filtrácie k_f = 9,00 E-07 m/s, ktorú považujeme za konzervatívnu hodnotu na strane bezpečnosti.

Je zrejmé, že nižšie zvodnené piesčité vrstvy neogénnych sedimentov sú tlakové a pri realizácii hĺbkových základových prvkov – pilót, podzemných stien bude potrebné počítať v oblasti prechádzania vrstvami výskytu sedimentov charakteru piesku siltovitého S4 SM s prítokom neogénnej vody so vztlakom a snahou vyrovnať sa úrovni hladiny kvartérnej.

Z hľadiska zakladania stavby, zabezpečenia stien stavebnej jamy, prípadne dimenzovania tesniacich a statických prvkov je dôležitý režim kolísania hladiny podzemných vôd v predmetnom území.

11.1. Režim hladín podzemných vôd

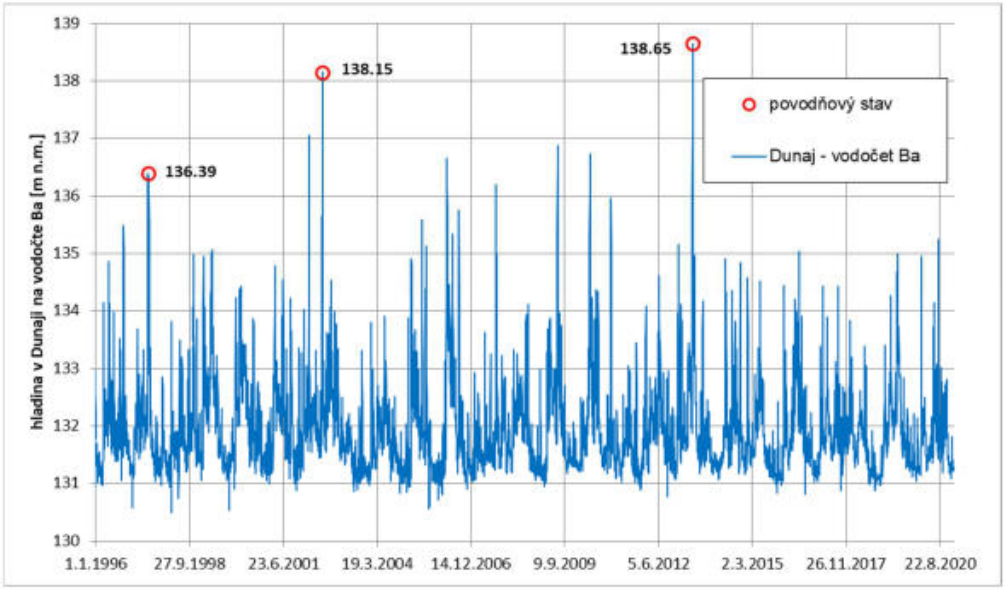
Úroveň hladiny podzemnej vody je v danom území ovplyvňovaná dvomi faktormi. Stavom hladiny v povrchovom toku Dunaja, ktorý bočnou infiltráciou ovplyvňuje prevažne podzemné vody iba pri svojich zvýšených stavoch. Druhým faktorom sú dažďové zrážky v oblasti Malých Karpát a ich stekanie a nasycovanie hydrogeologických štruktúr v čase dlhodobejších zrážkových období.

Z hľadiska hodnotenia vplyvu výšky hladiny v území majú rozhodujúci vplyv rieka Dunaj a dažďové zrážky a ich dĺžka trvania. Dokumentovať sa to dá na úrovniach hladiny vsonde SHMU č. 1440 - najbližšie k predmetnému územiu. Maximá v danom bode z posledného obdobia boli v r. 2010 (výdatný zrážkový rok) a v r. 2013 (najvyšší povodňový stav na Dunaji) (obr.č.12.), (tab.č. 4, kapitola.9.).

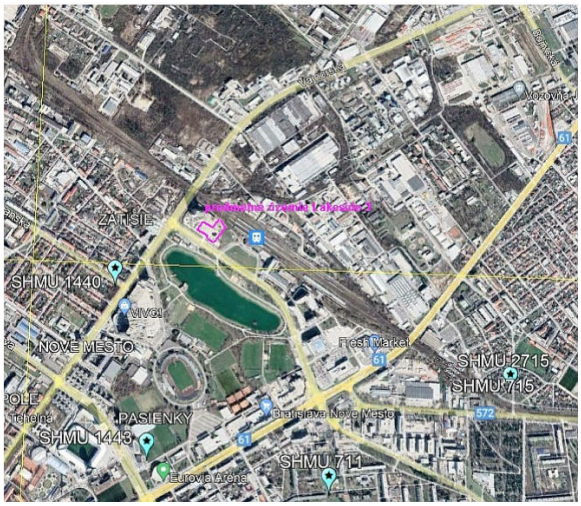
Na obr. č.12 je časový vývoj hladín v Dunaji na vodočte Bratislava od roku 1996 po rok 2021. Je to obdobie, ktoré už možno považovať za ustálené z hľadiska zmien po napustení vodného diela Gabčíkovo. Rozkyv hladín v Dunaji bol od 130.49 m n.m. do 138.65 m n.m, čo je interval 8.16 m

.

Obr.č.12. Časový vývoj hladín v Dunaji na vodočte Bratislava



Obr.č.13: Situácia územia so sondami SHMÚ v blízkom okolí



V tab. č. 15 je znázornený časový vývoj výšok hladín podzemných vôd k záujmovej oblasti najbližších sondách SHMÚ č. 711, 1440 a 2715 (obr.č.13)

Tabuľka č.15

SHMU

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
711	130,23	129,99	129,93	130,34	129,83	129,99	130,22	130,32	130,22	129,89	130,3
1440	131,16	130,97	130,81	131,09	130,74	130,87	131,27	131,33	131,15	130,86	131,34
2715	129,81	129,54	129,48	129,9	129,4	129,55	129,8	129,96	129,87	129,48	129,89

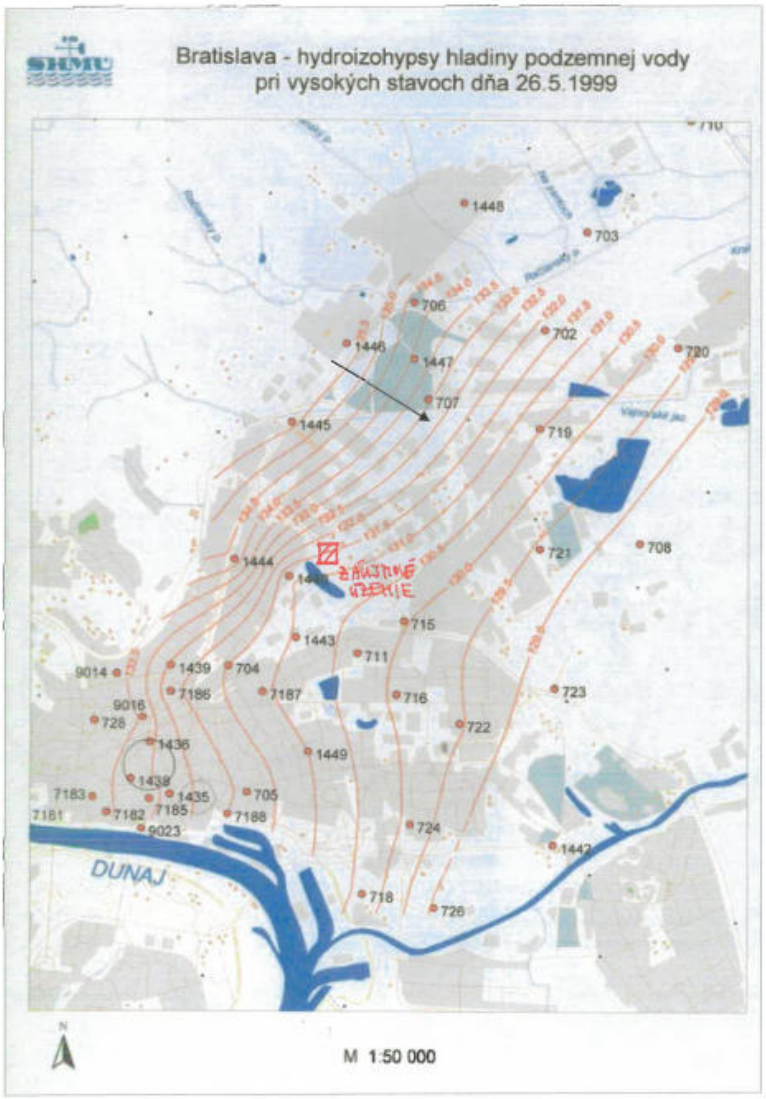
V tab.č.16 sú minimálne, maximálne a priemerné hodnoty výšok hladín podzemných vôd v uvedených sondách SHMÚ.
Najbližšie k predmetnému územiu je sonda č.1440.

Tabuľka č.16: Minimálne, maximálne a priemerné hladiny podzemnej vody v sondách SHMU

SHMU	max	roku	priemer v tom roku
711	130,34	2006	129,93
1440	131,34	2013	130,93
2715	129,96	2010	129,67
1443	131,03	2013	130,71

Pri maximálnych stavoch hladiny v Dunaji, resp. zrážkových nadpriemerných obdobiach v Malých Krpatoch, je úroveň hladín v širšom okolí ilustrovaná na priebehu izolínií hladín podzemnej vody (GUDŠ Bratislava 2015) obr.č.14

Obr.č.14: Priebehy izolinií maximálnych hladín podzemnej vody v širšom území (GÚDŠ Bratislava, 2015)



Priemerná hladina podzemnej vody v území sa pohybuje v úrovni cca 130,70 m n.m.

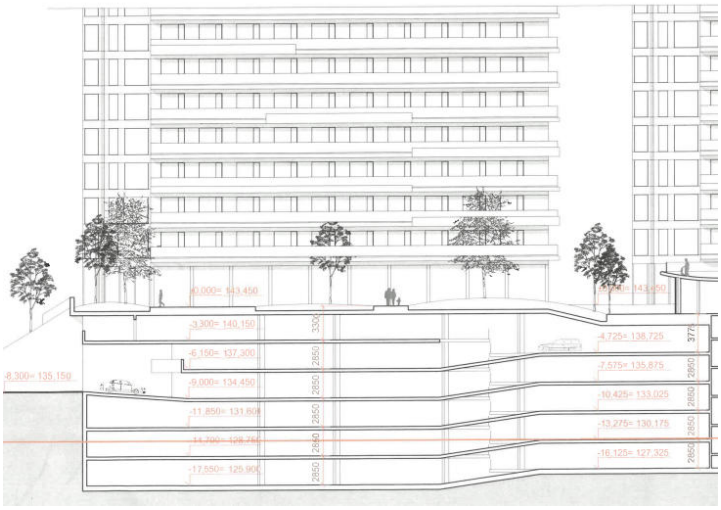
Hladina podzemnej vody v oblasti stavby pri existencii podzemných stien okolitých projektov môže stúpnuť pri povodňových vlnách v mimoriadnych prípadoch až na úroveň 131,50 m n.m..

V okolí budúcej stavby boli v minulosti už postavené etapy 1. a 2., pri ktorých boli realizované podzemné steny až do neogénnych sedimentov, čím sa v horninovom prostredí vytvorila určitá hydraulická bariéra, ktorá by mala priaznivo ovplyvňovať aj súčasnú plánovanú etapu projektu Lakeside 3. - zabránením možného transportu prvkov znečistenia z územia bývalých závodov Juraja Dimitrova (registrovaná záťaž životného prostredia), po dokončení 3.etapy aj smerom ku jazeru Kuchajda.

12. Hodnotenie rizík spojených s odvodnením stavebnej jamy

Projektový zámer počíta realizovať pod celou plochou predmetného objektu suterén s tromi (-3PP) až štyrmi podzemnými podlažiami (-4 PP) ako garážovým domom. Pri zakladaní sa počíta s výkopom stavebnej jamy do max. úrovne cca – 11,00 m od pôvodného rastlého terénu (cca 136,00 m n.m.) t.j. na kóte cca 124,90 m n.m..

Obr. č. 15: Rez architektúra



Predpokladaná plocha stavebnej jamy je cca 7 000m^2 s obvodovými stenami cca 420m.

Úroveň základovej škáry bude trvalo pod hladinou podzemnej vody. Pri priemerných úrovniach hladín podzemnej vody v danom území (130,70 m n.m.) je rozdiel hladín pre väčšinu zakladania cca 5,8 m. Pri max. hladine v území (131,50 m n.m.) je to až 6,6 m.

Riešenie zabezpečenia stavebnej jamy si bude vyžadovať vybudovanie a ochranu stavebnej jamy pažiacimi a tesniacimi prvkami. Ich dimenzovanie musí navrhnúť projektant statik s ohľadom na statickú bezpečnosť a zároveň na také zabezpečenie tesnosti a votknutie PTS tak, aby nedošlo k prelomeniu dna a dali sa realizovať výkopy a následná realizácia stavby pri efektívnom odvodnení stavebnej jamy.

Pri zabezpečení takýchto podmienok je nutné uvažovať s dočasným zabezpečením odvodnenia stavebnej jamy, ktorý musí vyriešiť odčerpanie statických zásob podzemnej vody a zároveň sanovať prítoky dnom stavebnej jamy a netesnosťami v podzemnej stene.

Pri výpočtoch prítokov do stavebnej jamy je nutné poznať detaily navrhnutých technických riešení tesniacich stien a geologického prostredia do ktorého bude PTS zaviazaná. Upozorňujeme na nerovnomerné hĺbkové priebehy neogénneho podložia, do ktorého treba PTS zaväzovať (obr.č.8, kap.9.2.) .

Nepriaznivé môžu byť aj zásahy pri realizácii hĺbkových základových prvkov, pri ktorých bude dochádzať k prepojovaniu prevažne horizontálne uložených vrstiev sedimentov neogénu a tým znižovaniu účinkov filtračnej anizotropie prostredia.

Orientačný výpočet prítokov do stavebnej jamy sme realizovali analogicky podľa vzťahov uvedených v literatúre Ťavoda a Šabo (1985) literatúra č. 5], Turček a Hulla (2004) [literatúra č. 6],

Pri zmenách tvaru, votknutia PTS, hrúbky a ich tesniacich parametrov je potrebné výpočet aktualizovať.

Zabezpečenie stavebnej jamy doporučujeme pomocou technológie tesniacich a pažiacich podzemných stien zaviazaných minimálne 2,5 m po celom obvode do neogénnych sedimentov – čiže podľa priebehu poklesu neogénu.

Dôvodom nerovnakej dĺžky PTS je zistenie o poklese sedimentov neogénu smerom k JV. (viď obr. č. 8, kap.9.2.).

Uvažované boli tieto kóty:

- ⇨ celková plocha odvodňovanej stavebnej jamy **A = 7 000 (m^2)**
- ⇨ Obvod tesnenej stavebnej jamy – **L = 420 m.**
- ⇨ Hrúbka tesniacej steny – **h_{rs}: 0,5 m,**

Úroveň hladiny podzemnej vody: výpočtová (maximálna): **131,50 m.n.m,**

Najhlbšia základová škára:

- ⇨ je **124,90 m.n.m,** uvažovaná trvalá pracovná úroveň zníženia hladiny podzemnej vody v stavebnej jame sa uvažuje na **124,50 m.n.m.**
- ⇨ hrúbka prírodnej málo priepustnej vrstvy je priemerne **t_d = 2,50 (m)**
- ⇨ max. zníženie hladiny podzemnej vody na požadovanú úroveň **Δs = 7,0 (m) od 131,50 m n.m.**

V našom prípade uvažujeme že budú podzemné steny votknuté tak ako navrhujeme potom

Spolu celkový prítok Qc = 10 l/s

Tento výpočet môžeme zaťažiť neočakávanými udalosťami – pilóty, netesnosti v PTS, o ďalších cca 10-15 l/s - potom celkový prítok môže byť 20-35 l/s

Uvedená hodnota prítokov je orientačná a zodpovedá predpokladaným výpočtovým vstupom.

Návrh odvodnenia musí byť spracovaný samostatným projektom aj v kontexte dekontaminácie znečistenia daného územia ropnými látkami a možnosťami odvádzania odčerpanej vody.

13. Posúdenie agresivity podzemných vôd voči stavebným materiálom.

Agresivitu vôd kvartéru hodnotíme na základe vzorky podzemnej vody odobratej zo sondy VS-5 z hĺbky 7,0 m pod terénom.

Elektrolytická vodivosť bola 147 mS/m, s hodnotou pH =7,39.

13.1. Agresivita kvartérnych vôd voči betónu.

V hydrogeologických podmienkach skúmanej lokality a z porovnania analýz s medznými hodnotami SO_4, Mg_2, NH_4, agresívneho CO_2 a hodnoty pH , podľa STN EN 206-1(73 2403) vyplýva, že vody vytvárajú **pre betón slabo agresívne chemické prostredie stupňa XA1.**

13.2. Agresivita kvartérnych vôd voči oceli.

V lokalite odberu vzorky vody v daných hydrogeologických podmienkach boli analyzované agresívne zložky na oceľ. Z porovnania výsledkov analýz s medznými hodnotami (elektrolytická vodivosť, obsah SO_3+C1, agresívny CO_2 a hodnota pH) podľa STN 03 8375 vyplýva, že analyzované vzorky podzemnej vody spôsobujú v dôsledku zvýšenej hodnoty elektrolytickej vodivosti a obsahom SO_3+Cl **veľmi vysokú agresivitu prostredia na oceľ**. **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 na oceľ podľa** STN 03 8375 a STN 03 8372.

Podrobné správy k fyzikálno-chemickým rozborom vody je v prílohe č.8. „Výsledky chemických analýz agresivity vôd“.

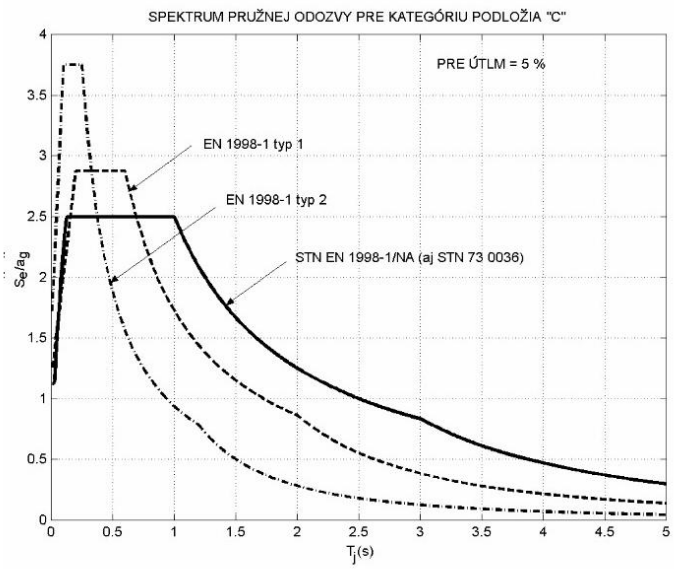
14. Seizmicita územia.

14.1. Oblasti seizmického ohrozenia na území Slovenska.

Podľa STN EN 1998-1/NA/Z2 , 73 0036 Eurokód 8 Navrhovanie konštrukcií pre seizmickú odolnosť , časť 1: Všeobecné pravidlá, seizmické zaťaženia a pravidlá pre budovy Národná príloha Zmena 2 , obrázok NB.6.1 „Oblasti seizmického ohrozenia na území Slovenska„ a tabuľka NB.6.1. „ Hodnoty referenčného špičkového zrýchlenia a_{gR} pre obce nad 5000 obyvateľov“ je pre Bratislavu platná hodnota a_{gR}=0,63 ($m.s^{-2}$).

14.2. Podmienky v podloží a seizmické zaťaženie.

V zmysle STN EN 1998-1, 73 0036 Eurokód 8 Navrhovanie konštrukcií pre seizmickú odolnosť časť 1: Všeobecné pravidlá, seizmické zaťaženia a pravidlá pre pozemné stavby kapitola 3.1.2. tabuľka 3.1. sme vykonali kategorizáciu podložia. Na základe zistených geologických pomerov v záujmovom území sme zatriedili podložie do kategórie C ako pôdny profil pozostávajúci uloženiny uľahnutých alebo stredne uľahnutých pieskov, štrkov, alebo tuhých ílov hrúbky od niekoľko desiatok do niekoľko stoviek metrov.
V zmysle STN EN 1998-1/NA, 73 0036 Eurokód 8 Navrhovanie konštrukcií pre seizmickú odolnosť , časť 1: Všeobecné pravidlá, seizmické zaťaženia a pravidlá pre budovy Národná príloha, obrázok NB.5.3 uvádzame Spektrum pružnej horizontálnej seizmickej odozvy pre kategóriu podložia C



Obrázok NB.5.3 – Spektrum pružnej horizontálnej seizmickej odozvy pre kategóriu podložia C

Pri navrhovaní stavieb na územie Slovenska sa údaje tabuľky A1 z STN EN 1998-1 modifikujú podľa tabuľky NB1.1.

Tabuľka NB1.1 – Doplnkové kontrolné periódy pre výchylkové spektrum na použitie pri navrhovaní stavieb pre územie Slovenska

Pre kategóriu C uvádzame hodnoty vyznačené v červenom ráme.

Tabuľka NB1.1 -Doplnkové kontrolné periódy pre výchylkové spektrum na použitie pri navrhovaní stavieb pre územie Slovenska

Kategória podložia	T_D(S)	T_E(S)	T_F (s)
A	125	5,0	10.0
B	2,0	5,0	10,0
C	3,0	6,0	10,0
D	4,0	6,0	10,0
E	2,0	5,0	10,0

Taktiež v zmysle STN EN 1998-/NA, Tabuľka NB.5.1 pre spektrum horizontálnej pružnej seizmickej odozvy pre územie Slovenska uvádzame v červenom rámčeku odporúčané hodnoty súčiniteľa podložia *S* a hraničné periódy T_B, T_C, T_D pre kategóriu C nasledovné:

Tabuľka NB.5.1 - Súčiniteľ podložia S a hraničné periódy T_B, T_c, T_D pre spektrum horizontálnej pružnej seizmickej odozvy pre územie Slovenska

STN EN 1998-1/NA aj STN 73 0036				
Kategória podložia a maximum pomerného spektra	S	T_B(s)	T_c (s)	T_D (s)
A 2,4	1,0	0,1	0,33	1,25
B 2,42	1,1	0,11	0,64	2,0
C ... 2,50	1,25	0,125	1,0	3,0
D ... 3,00	1,5	0,125	1,25	4,0
E = Bx1,2....2,90	1,32	0,11	0,64	2,0

Podľa STN EN 1998-1/NA/Z1 Národná príloha NB (informatívna)
Doplnkové ustanovenia platné v Slovenskej republike, NB.6.3.1 poznámka 2 Návrhové seizmické zrýchlenie pre lokalitu výstavby a povrch terénu sa vypočíta z návrhového seizmického zrýchlenia na podloží typu A prenásobením parametrom podložia S podľa tabuľky NB. 5.1 národnej prílohy k STN EN 1998-1. Potom pre kategóriu C

návrhové seizmické zrýchlenie = $S.a_{gR}$ =1,25.0,63 = **0,787**

Túto hodnotu bude potrebné upraviť podľa Tabuľky 4.3 STN EN 1998-1 o súčiniteľ významnosti budovy γ_I

Pre zeminy vyskytujúce sa v záujmovom území dopĺňame ešte tabuľky s hodnotami potrebnými pre výpočty technickej seizmicity podľa STN EN 1998-1/NA/Z1 STN EN 1998-1/NA/Z1 Národná príloha NB.

Tabuľka NB.7.2 - Informatívne hodnoty konštanty absorpcie **a**

Horninové prostredie	Konštanta absorpcie a (m^{-1})
Jemnozrnné piesky a piesčité hliny, zeminy nasýtené vodou	od 0,03 do 0,04
Piesok ílovitý, silt piesčitý, si!t s nízkou až vysokou plasticitou, s konzistenciou mäkkou až pevnou	od 0,03 do 0,05
Silt piesčitý, silt s vysokou plasticitou, mäkký až pevný	od 0,04 do 0,06
Piesok ílovitý, silt piesčitý, silt, s tvrdou konzistenciou	od 0,08 do 0,10
Skalné a poloskalné horniny	od 0,10 do 0,13
Zvodnené štrkovité zeminy	od 0,01 do 0,015
[1] Pre iné typy hornín treba stanoviť konštantu absorpcie a individuálne.	

Tabuľka NB.7.3 - Modul reakcie podložia k_f

Horninové prostredie	k_f (MNm^{-3})	Trieda hornín podľa STN 72 1001
Zeminy jemnozrnné mäkkej až tuhej konzistencie	do 30	F1 až F8
Zeminy jemnozrnné s pevnou konzistenciou, piesky	od 30 do 50	F1 až F8, S1 až S5
Štrky a poloskalné horniny	od 60 do 100	G1 až G5, R5, R6
Skalné horniny	viac ako 100	R0 až R4

Tabuľka NB.7.4 - Informatívne hodnoty modulu pružnosti základovej pôdy $\mathbf{E_s}$

Horninové prostredie	Trieda hornín podľa STN 72 1001	E_s(MPa)
Skalné a poloskalné horniny	R0 a R1	od 1000 do 50000
	R2	od 400 do 20000
	R3	od 200 do 10000
	R4	od 100 do 6000
	RS	od 50 do 2000
	R6	od 20 do 1000
Zeminy štrkovité	G1 až G5	od 50 do 1000
Zeminy piesčité	S1 ažS5	od 20 do 300
Zeminy jemnozrnné	F1ažF6	od 5 do 100
POZNÁMKA. - Hodnoty modulu pružnosti základovej pôdy sa stanovujú na základe skúšok		

15. Zhodnotenie radónového rizika.

Po korelácii interpretačnej hodnoty objemovej aktivity pôdneho ^{222}Rn (Qc_A = 15,90 kBq.m^{-3}) s maximálnou, teda dobrou plynopriepustnosťou geologického prostredia (štrk zle zrnený G2/GP, štrk s prímesou jemnozrnnej zeminy G3/G-F, piesok zle zrnený S2/SP, piesok s prímesou jemnozrnnej zeminy S3/S-F), dosiahnutého prievlakom základového trámu hĺbkovej základovej konštrukcie konštatujeme, že smerná hodnota zásahovej úrovne pre vykonanie opatrení proti prenikaniu radónu z podložia stavby (10,00 kBq.m^{-3}) bola prekonaná, riešenú plochu klasifikujeme ako ***územie so stredným radónovým rizikom*** (10,00 < Qc_A < 30,00 kBq.m^{-3}).

Kategória "stredného radónového rizika" charakterizuje radiačnú záťaž obyvateľstva z ožiarenia radónom a jeho dcérskymi prvkami ako zvýšenú, z čoho vyplýva, že ***ozdravné protiradónové opatrenia*** týkajúce sa zníženia radiačnej záťaže obyvateľstva na uvedených plochách ***je potrebné realizovať*** (STN 73 0601).

Podrobné výsledky radónového prieskumu uvádzame v prílohe č. 9. “Výsledky radónového prieskumu“.

16. Záver.

Na základe vykonanej etapy podrobného inžinierskogeologického, hydrogeologického prieskumu a radónového prieskumu konštatujeme nasledovné skutočnosti:

- V predmetnom území sa plánuje 3. etapa výstavba projektu LAKE SIDE**,** ktorý bude pozostávať z dvoch výškových polyfunkčných objektov s cca 35 NP resp. 19 NP a menších polyfunkčných objektov do 8 NP.
- Stavebná nula je podľa poskytnutých projekčných podkladov na kóte ± 0,000 = 143,45 m n.m. B.p.v. Túto úroveň sme vykreslili oranžovou čiarou aj do geologických rezov v prílohách č 3.1. až 3.8.
- Predpokladaná úroveň základovej škáry vyššie uvedených stavebných objektov na úrovni podlahy -4 PP je 124,90 m n.m. Túto úroveň sme do geologických rezov v prílohách č 3.1. až 3.8 vyznačili oranžovou bodkočiarkovanou čiarou.
- Rastlý terén v okolí projektovaného objektu sa pohybuje v úrovni cca 136 m n.m., čo je cca 7,45 m pod stavebnou nulou.
- Na základe vŕtaných sond a dynamických penetračných sond a prevzatých archívnych sond zo starších prieskumov v okolí sa získali ucelenejšie predstavy o základových pomeroch pod úrovňou základovej škáry pod jednotlivými objektami a v miestach realizácie pažiacich a tesniacich podzemných stien, ktoré bude potrebné vzhľadom ku úrovni hladiny podzemne vody potrebné realizovať.
- Geologické pomery sú tvorené antropogénnymi sedimentami, sedimentami kvartéru a neogénu.
- Väčšinu plochy predmetného územia tvoria antropogénne sedimenty - haldy navážok výkopových zemín a stavebného odpadu dosahujúceho výšky cca 3-3,5 m nad úroveň okolitého terénu. Úroveň terénu pred rokom 2018 sme v geologických rezoch 1-1´až 9-9´(

prílohy č. 3.1. až 3.9) vyznačili šedou bodkočiarkovanou čiarou, zatiaľ čo súčasná úroveň terénu je v rezoch znázornená plnou čiernou čiarou. Navážky do roku 2018 tvorenými veľmi heterogénnym materiálom hlinito-štrkovito úlomkovitým, miestami aj charakteru komunálneho odpadu. Navážky ktoré pribudli vo forme háld po roku 2018 a sú tvorené hlavne výkopovou zeminou a stavebným odpadom.

- Pod navážkami sa vyskytuje vrstva fluviálnych ílovito-piesčitých sedimentov naplavených Dunajom, označovaných aj ako povodňové hliny. . V záujmovom území zasahujú do hĺbok cca 5-6 m pod terén, miestami však chýbajú, nakoľko sa do týchto úrovní vyskytujú navážky.
- Pod povodňovými hlinami sa nachádza **súvrstvie štrkopiesčitých zemín**. Tieto sú tvorené hlavne štrkmi zle zrnenými G2 GP, menej sa vyskytujú štrky dobre zrnené G1 GW i štrky s prímesou jemnozrnnej zeminy G3 G-F. V miestach, kde piesčitá zložka je v prevahe nad štrkovou zeminy nadobúdajú charakter pieskov so štrkom S2 SP až pieskov s prímesou jemnozrnnej zeminy s obsahom štrku S3 S-F.
- **Mocnosť štrkopiesčitého súvrstvia je cca 3-8 m**, v oblasti sondy VS-4 dosahujú až 10 m. Ich báza je v hĺbkach cca 13-18,3 m pod terénom (121,03-126,42 m n.m.). Sú zastúpené celou škálou štrkopiesčitých zemín, ktoré sa v závislosti na obsahu výplne a prímesi valúnov delia na štrky **zle zrnené G2 GP, štrky s prímesou jemnozrnnej zeminy G3 G-F, piesky zle zrnené a piesky zle zrnené so štrkom S2 SP, piesky s prímesou jemnozrnnej zeminy so štrkom G3 G-F, piesky siltovité a piesky siltovité so štrkom S4 SM.**
- Podľa výsledkov dynamických penetračných sond sú štrky kypré až stredne uľahlé. Piesky so štrkom sú prevažne kypré až stredne uľahlé. Stredná uľahnutosť nesúdržných zemín v hĺbkach 6-8 m pod úrovňou okolitého terénu na kótach cca 127-129 m n.m. daná osciláciou hladiny podzemnej vody v týchto hĺbkach a inkrustáciou stmeľujúcich solí v pieskoch a štrkoch.
- Nakoľko štrky sú prevažne kypré a málo únosné, bude potrebné uvažovať s ich lokálnym dohutnením.
- Približne od úrovne 126,00 až 121,00 m n.m do hĺbky presahujúcej hĺbku vrtov (45 m) sa v priestore záujmového územia nachádzajú **neogénne a súdržné jemnozrnné zeminy a neogénne piesčité zeminy** pričom do hĺbok cca 25 m pod terénom prevládajú zeminy súdržné. Hlbšie sa striedajú piesčité a súdržné zeminy.
- Pri využití výsledkov výskytu neogénnych zemín sme skonštruovali mapu izolínií neogénneho podložia v predmetnom území, ktorú uvádzame na obrázku č. 8. v podkapitole č. 9.2.
- Do geologických rezov územím v prílohách č. 3.1. až 3.8. sme zvýraznili poklesávanie neogénneho podložia hrubou čiernou zatrhávanou čiarou. Úroveň základovej škáry sme v tomto reze znázornili oranžovou čiarou.
- Hĺbka výskytu neogénneho podložia poklesáva v smere od severozápadu na juhovýchod, čo je v súlade s predpokladmi uvedenými vo výsledkoch inžinierskogeologického prieskumu pre Lakeside druhú etapu (Danko 2008).
- Nástup neogénnych sedimentov začína súdržnými zeminami, kde prevažujú strednoplastické silty F5 MI, menej sa vyskytujú silty vysokoplastické F7 MH. Konzistencia týchto zemín je pevná až tvrdá. Miestami sa vyskytujú aj íly so strednou plasticitou F6 CI a íly s vysokou plasticitou F8 CH pevnej, miestami až tvrdej konzistencie. Všetky tieto súdržné zeminy sú makroskopicky veľmi podobné, často rozhoduje o ich zatriedení niekoľko percentný rozdiel v siltovitej či ílovitej zložky. Pri vyššom podiele piesčitej prímesi zeminy zodpovedajú ílom piesčitým triede F4 CS až siltom piesčitým F3 MS. Ich zastúpenie je pomerne malé.

- Ojedinele sa vyskytujú aj tenké slojky lignitu hrúbky do 5 cm, bez väčšieho plošného rozšírenia.
- V severovýchodnej časti predmetného územia vo vrtoch VS-8, V-6F2 a LS-4 sa v hĺbkach cca 21 m pod terénom na kótach 116,98-118,41 vyskytla vrstva piesčitých sedimentov zodpovedajúcim pieskom siltovitým S4 SM mocnosti 1,6-3,4 m. V tabuľke č. 6 podkapitoly č. 9.2. uvádzame hĺbky a kóty ich výskytu, ktorú sme označili ako hĺbku výskytu prvej úrovne neogénnych pieskov. Je na nich viazané tlakové zvodnenie.
- Vo vrtoch vo východnej až juhovýchodnej časti predmetného územia sa tieto siltovité piesky vyskytovali na kótach 111,39-114,57. V tabuľke č. 7 podkapitoly č. 9.2. uvádzame hĺbky a kóty ich výskytu, ktoré sme označili ako hĺbku výskytu druhej úrovne neogénnych pieskov. Je na nich tiež viazané tlakové zvodnenie. Z pozdĺžnych geologických rezov 3.3. a 4.4´ v prílohách č. 31. a 4.1. nie je celkom jasné, či sa jedná o tektonický pokles medzi vrtmi VS-8 a VS-7 alebo o zmeny v sedimentárnom prostredí.
- Vo vrtoch zasahujúcich do hĺbok väčších ako 30 m pod terén (VS-4, VS-7, V-2F2) sa zvodnené siltovité piesky vyskytovali vo vrtoch VS-7 a V-2F2 aj v hĺbkach cca 32 m pod terénom na kótach 106,26-106,83 m n.m. a vo vrte VS-4 v hĺbke 36 m na kóte 100,19 m n.m. . V tabuľke č. 8 podkapitoly č. 9.2 uvádzame hĺbku a kótu ich výskytu, ktorú sme označili ako hĺbku výskytu tretej úrovne neogénnych pieskov.
- V úrovniach medzi druhou a treťou úrovňou neogénnych pieskov medzi kótami cca 100-106 m n.m. sa vyskytujú zeminy F5 MI, menej F7 MH. F6 CI a F8 CH pevnej, miestami až tvrdej konzistencie.
- Upozorňujeme na **horizonty zvodnených piesčitých polôh s tlakovou podzemnou vodou,** čo môže spôsobovať problémy pri realizácii pilót
- Vo vrstvách piesku siltovitého sú naviazané **tlakové zvodnenia vo viacerých horizontoch.** Ich výskyt sme zakreslili do geologických rezov a uvádzame ich v tabuľke hladín podzemných vôd v kapitole 11 „Hydrogeologické pomery“ (tabuľka č. 14). **Ich prítomnosť môže spôsobovať problémy pri realizácii pilót**

- **Ustálená hladina podzemnej vody z neogénnych sedimentov vystupuje až na úroveň hladiny kvartérnej vody v štrkoch.**
- **Úroveň ustálenej hladiny podzemnej vody** sa na skúmanom území pohybovala v čase prieskumu okolo **5,90 m až 9,50 m pod terénom** (v závislosti od výšky terénu), čo predstavuje úroveň **129,78 – 129,92 m n.m.**
- Počas celej dĺžky realizácie prieskumných prác boli zaznamenané aj údaje o úrovni hladiny vody v rieke Dunaj. V predmetnom čase 11/2021 sa hladina v rieke Dunaj v mieste merania Propeler, pohybovala okolo 250-325 cm t.j. na úrovni 130,93 – 131,67 m n.m., čo korešponduje s dlhodobými **nízkymi stavmi** hladiny v Dunaji.
- **Priemerná hladina podzemnej vody v území sa pohybuje v úrovni cca 130,70 m n.m.**
- **Hladina podzemnej vody** v oblasti stavby pri existencii podzemných stien okolitých projektov môže **stúpnuť pri povodňových vlnách v mimoriadnych prípadoch až na úroveň 131,50 m n.m..**
- V okolí budúcej stavby boli v minulosti už postavené etapy 1. a 2., pri ktorých boli realizované podzemné steny až do neogénnych sedimentov, čím sa v horninovom prostredí vytvorila určitá hydraulická bariéra, ktorá by mala priaznivo ovplyvňovať aj súčasnú plánovanú etapu projektu Lakeside 3. - zabránením možného transportu prvkov znečistenia z územia bývalých závodov Juraja Dimitrova (registrovaná záťaž životného prostredia), po dokončení 3.etapy aj smerom ku jazeru Kuchajda.

- Horninové prostredie hodnotíme ako zložité. Doporučujeme objekt zakladať na kombinácii hĺbkových základov a plošného základu (základovej dosky)
- Úroveň základovej škáry bude trvalo pod hladinou podzemnej vody. Pri priemerných úrovniach hladín podzemnej vody v danom území (130,70 m n.m.) je rozdiel hladín pre väčšinu zakladania cca 5,8 m. Pri max. hladine v území (131,50 m n.m.) je to až 6,6 m.
- Nepriaznivé môžu byť aj zásahy pri realizácii hĺbkových základových prvkov, pri ktorých bude dochádzať k prepojovaniu prevažne horizontálne uložených vrstiev sedimentov neogénu a tým znižovaniu účinkov filtračnej anizotropie prostredia.
- **Zabezpečenie stavebnej jamy doporučujeme pomocou technológie tesniacich a pažiacich podzemných stien zaviazaných minimálne 2,5 m po celom obvode do neogénnych sedimentov – čiže podľa priebehu poklesu neogénu.**
- **Dôvodom nerovnakej dĺžky PTS je zistenie o poklese sedimentov neogénu smerom k JV.** (viď obr. č. 8, kap.9.2.).
- Z porovnania chemických analýz podzemných vôd analýz s medznými hodnotami SO4, Mg2, NH4, agresívneho CO2 a hodnoty pH , podľa STN EN 206-1(73 2403) vyplýva, že vody vytvárajú pre betón slabo agresívne chemické prostredie stupňa XA1.
- Z porovnania výsledkov analýz s medznými hodnotami vyplýva, že analyzované vzorky podzemnej vody spôsobujú v dôsledku zvýšenej hodnoty elektrolytickej vodivosti a obsahom SO_3+Cl **veľmi vysokú agresivitu prostredia na oceľ**. **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 na oceľ podľa** STN 03 8375 a STN 03 8372.
- Po korelácii interpretačnej hodnoty objemovej aktivity pôdneho ^{222}Rn (Qc_A = 15,90 kBq.m^{-3}) s maximálnou, teda dobrou plynopriepustnosťou geologického prostredia konštatujeme, že smerná hodnota zásahovej úrovne pre vykonanie opatrení proti prenikaniu radónu z podložia stavby (10,00 kBq.m^{-3}) bola prekonaná, riešenú plochu klasifikujeme ako ***územie so stredným radónovým rizikom*** (10,00 < Qc_A < 30,00 kBq.m^{-3}).
- Kategória "stredného radónového rizika" charakterizuje radiačnú záťaž obyvateľstva z ožiarenia radónom a jeho dcérskymi prvkami ako zvýšenú, z čoho vyplýva, že ***ozdravné protiradónové opatrenia*** týkajúce sa zníženia radiačnej záťaže obyvateľstva na uvedených plochách ***je potrebné realizovať*** (STN 73 0601).

17. Zoznam použitej literatúry

Č	autor	rok	názov	organizácia
1.	Pokorný, Šujan	2004	Lakeside Office Park – Bratislava , - orientačný inžinierskogeologický prieskum	Stavby a sanácie, s.r.o. Trnava
2.	Pokorný, Šujan	2005	Lakeside Office Park – Bratislava , - podrobný inžinierskogeologický prieskum	Stavby a sanácie, s.r.o. Trnava
3.	Danko	2006	LakeSide Park – Phase I. v Bratislave - Posúdenie a navrhnutie základovej špáry pre nízku časť objektu s ôsmimi nadzemnými podlažiami, 3 podzemnými podlažiami a pre podzemné parkoviská	TERRAEST .s.r.o. Bratislava
4.	Danko	2008	Lakeside Park 2. fáza	TERRAEST .s.r.o.

			- podrobný inžinierskogeologický prieskum	Bratislava
5.	Ťavoda a Šabo	1985	Zakladanie stavieb pod hladinou podzemnej vody	
6.	Turček a Hulla	2004	Predpoklady a skutočnosť v geotechnickom inžinierstve	
			STN 72 1001 Klasifikácia zemín a skalných hornín STN 73 1001 Geotechnické konštrukcie Zakladanie stavieb STN 73 0090 Geotechnický prieskum Geotechnický a inžinierskogeologický prieskum pre zakladanie stavieb STN 73 3050 Zemné práce STN 73 6133 Stavba ciest Teleso pozemných komunikácií STN EN 1997-2, Eurokód 7 Navrhovanie geotechnických konštrukcií, časť 2 Prieskum a skúšanie horninového prostredia STN EN ISO 22476-2 Geotechnický prieskum a skúšanie. Terénne skúšky. Časť 2 Dynamické penetračné skúšky	Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo SR

V Bratislave : január 2022

Vypracoval: RNDr. Danko Ján