AQUIFER

ZÁVEREČNÁ SPRÁVA



Názov geologickej úlohy: „Bratislava, Vrakuňa – Polyfunkčný komplex Nový Majerhof – doplnkový inžinierskogeologický prieskum“

Číslo geologickej úlohy:	04-03-22
Evidenčné číslo geolog. prác:	334/2022
Dátum vyhotovenia:	apríl 2022
Druh geologických prác:	inžiniersko-geologický prieskum
Etapa geologického prieskumu:	doplnkový
Názov riešiteľskej organizácie:	AQUIFER s.r.o. Bleduľová 66, 841 08 Bratislava
Číselný kód a názov okresu:	102 Bratislava II.
Číselný kód a názov obce:	529 338 Bratislava – Mestská časť Vrakuňa
Objednávateľ geologických prác:	Malý Dunaj Development, j.s.a. Mlynské Nivy 16 821 09 Bratislava - mestská časť Ružinov
Výtlačok:	1/4
Zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy:	RNDr. Katarína Kminiaková, PhD. Mgr. Milan Kminiak
Spolupracoval:	Ing. Miroslav Porubský
Štatutárny zástupca spoločnosti:	Mgr. Milan Kminiak

AQUIFER s.r.o.
Bleduľova 66, 841 08 Bratislava
IČO 35 825 235
IČ DPH: SK2020225361

OBSAH :

1. ÚVOD 1

1.1. PRESKÚMANOSŤ ÚZEMIA 1

2. PRÍRODNÉ POMERY 2

2.1. GEOMORFOLOGICKÉ POMERY 2
2.2. HYDROLOGICKÉ POMERY 2
2.3. KLIMATICKÉ POMERY 4
2.4. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMERY ŠIRŠEJ OBLASTI 6

3. METODIKA A ROZSAH REALIZOVANÝCH PRÁC 7

3.1. VRTNÉ PRÁCE 7
3.2. VZORKOVACIE PRÁCE 8
3.3. LABORATÓRNE PRÁCE 9
3.4. DYNAMICKÉ PENETRAČNÉ SKÚŠKY 9
3.5. MERAČSKÉ PRÁCE 10
3.6. GEOLOGICKÉ PRÁCE 10

4. VÝSLEDKY A ZHODNOTENIE PRIESKUMNÝCH PRÁC : 10

4.1. GEOLOGICKÉ POMERY – GEOLOGICKÁ DOKUMENTÁCIA SOND 10
4.2. ÚLOŽNÉ POMERY 14
4.2.1. HYDROGEOLOGICKÉ POMERY 15
4.3. INŽINIERSKOGEOLOGICKÉ ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV LABORATÓRNYCH ROZBOROV A SKÚŠOK Z MECHANIKY ZEMÍN 21
4.3.1. FYZIKÁLNO-MECHANICKÉ VLASTNOSTI ZEMÍN 22
4.3.2. FYZIKÁLNO-MECHANICKÉ VLASTNOSTI ÍLOVITO-SILTOVITÝCH ZEMÍN NA NEPORUŠENÝCH VZORKÁCH 23
4.3.2.1 SKÚŠKY STLAČITEĽNOSTI 23
4.3.3. ODPORÚČANÉ HODNOTY GEOTECHNICKÝCH PARAMETROV ZEMÍN 24
4.4. VÝSLEDKY DYNAMICKÝCH PENETRAČNÝCH SKÚŠOK 28
4.5. NÁVRH SPÔSOBU ZAKLADANIA 35
4.6. ŤAŽITEĽNOSŤ ZEMÍN A HORNÍN 37
4.7. KLASIFIKÁCIA ZEMÍN PRE DOPRAVNÉ STAVBY V ZMYSLE STN 73 6133 38
4.8. SEIZMICITA A STABILITA ÚZEMIA 41
4.9. CHEMICKÉ ZLOŽENIE PODZEMNÝCH VÔD VZHĽADOM NA STAVEBNÉ KONŠTRUKCIE 41

5. ZÁVER : 42

5.1. ZÁVEREČNÉ ODPORÚČANIA Z HĽADISKA IG PRE ZAKLADANIE OBJEKTOV 43

6. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY 46

ZOZNAM PRÍLOH:

A) Textová časť

Príloha č. 1: Výsledky laboratórnych geotechnických skúšok zemín
Príloha č. 2: Výsledky chemického rozboru podzemných vôd z hľadiska vplyvu na stavebné konštrukcie
Príloha č. 3: Polohopisné a výškopisné zameranie vrtov
Príloha č. 4: Preskúmanosť záujmového územia a jeho okolia

B) Grafická časť

Príloha č. 1: Situácia záujmovej lokality – širšie vzťahy – M 1:50 000
Príloha č. 2: Situácia záujmovej oblasti s vyznačením prieskumných sond a geologických rezov M 1:1200
Príloha č. 3: Geologické rezy A-A´,B-B´ M:1:700/100, M 1:800/100
Príloha č. 4: Fotodokumentácia

1. ÚVOD

Predkladaná záverečná správa bola vypracovaná na základe objednávky spoločnosti Malý Dunaj Development, j.s.a. z marca 2022.

Úlohou prieskumných prác bolo vyhodnotenie doplnkových prieskumných prác za účelom upresnenia inžiniersko-geologických a hydrogeologických pomerov v území uvažovaného polyfunkčného centra Majerhof, v mestskej časti Vrakuňa.

Názov geologickej úlohy:

„Bratislava, Vrakuňa – Polyfunkčný komplex Nový Majerhof

– doplnkový inžinierskogeologický prieskum“

Úlohy geologického prieskumu možno špecifikovať nasledovne:

- popísať geologické a hydrogeologické pomery záujmového územia (širšia oblasť)
- prieskumnými dielami upresniť inžinierskogeologické pomery v priestore celého navrhovaného objektu a parkoviska
- overiť výskyt hladiny podzemnej vody do hĺbkovej úrovne cca 8,0-15,0 m p.t.
- zistiť a popísať inžinierskogeologické pomery v mieste uvažovaného založenia objektu a zatriediť zeminy v zmysle STN 72 1001 do príslušných tried
- upresniť mocnosť a litologický charakter pokryvných, súdržných a nesúdržných zemín kvartéru
- pre výkopové práce zatriediť vyskytujúce sa typy zemín a hornín do príslušných tried ťažiteľnosti podľa STN 73 3050 „Zemné práce“
- stanoviť stupeň seizmicity územia - seizmické zaťaženie stavieb - v súlade s STN EN 1998-1/NA, eurokód 8
- klasifikovať zeminy pre dopravné stavby v zmysle STN 73 6133
- na základe výsledkov prieskumu odporučiť najvhodnejšie spôsoby zakladania objektu budúcej stavby.

Záujmové územie sa nachádza v intraviláne mesta Bratislava, v mestskej časti Vrakuňa, na Amarelkovej ulici. Jedná sa o územie bývalej panelárne, v ktorej neskôr sídlila fy ZEDA Beton, a. s., zabezpečujúca výrobu betónovej zmesi.

Riešené územie je z juhu ohraničené existujúcou zástavbou rodinných domov na Ihličnatej ulici, resp. bytovými domami vo výstavbe. So severu je ohraničené tokom Malý Dunaj.

Rozsah prieskumných prác bol zadaný investorom prác. Celkovo bolo za účelom upresnenia inžinierskogeologických a hydrogeologických pomerov odvŕtaných 6 prieskumných vrtov S-11 až S-16 (viď grafická príloha č. 3).

1.1 Preskúmanosť územia

Priamo v záujmovom území a jeho blízkom okolí boli v minulom období realizované prieskumné práce so zameraním na overenie geologických a hydrogeologických pomerov, konkrétne sa jedná o nasledovné elaboráty:

1.Kminiaková K.,-Kminiak M.-Porubský M, 2016.., : „Bratislava, Vrakuňa – obytný súbor Amarelo“ (AQUIFER s.r.o., 2016).

2.Šarlayová, M.., : „Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HV-1, inžinierskogeologický prieskum (Vodné zdroje n.p., máj 1972). Geofond: 27321.

3. Rajec M..: „Bratislava – Vrakuňa, hg.prieskum, (IGHP n.p. Žilina 05/1973) Geofond: 29998

4. Čakany Š. M. 1971): „ Posudok o základovej pôde – nová paneláreň" (Stavoprojekt Bratislava jún 1970) Geofond:25411

Stručná charakteristika litologických pomerov z uvedených archívnych prieskumov je bližšie uvedená v textovej prílohe 4.

2. PRÍRODNÉ POMERY

2.1. Geomorfologické pomery

Z geomorfologického hľadiska sa širšie územie záujmovej oblasti nachádza v oblasti, Podunajská nížina, celku Podunajská pahorkatina (Mazúr, E., Lukniš, M.,1986: In Atlas krajiny SR 2002).

Geomorfologické jednotky:

Sústava:	*Alpsko-himalájska*
Podsústava:	*Panónska panva*
Provincia:	*Západopanónska panva*
Subprovincia:	*Malá dunajská kotlina*
Oblasť:	*Podunajská nížina*
Celok:	*Podunajská rovina*

Základnou morfoštruktúrnou črtou Podunajskej nížiny je nepravidelná kryhová depresná štruktúra. V dôsledku nerovnakých poklesov a diferencovaných exogénnych reliéfotvorných procesov sa rozčlenila do dvoch morfo štruktúrnych typov :

- *akumulačno - eróznych pahorkatín*
- *akumulačných rovín, kde sa nachádza aj záujmové územie*

Geomorfologicky sa územie nachádza v údolnej nive rieky Dunaj. Konfigurácia terénu dobre korešponduje s geologickou stavbou územia. Ide tu o mladú štruktúrnu rovinu, ktorá sa formuje ešte aj v súčasnosti. Hlavným geomorfologickým činiteľom pri jej vytváraní boli jednak stále trvajúce poklesy a jednak akumulačná činnosť Dunaja a jeho ramien (napr.Malý Dunaj). Územie je morfologicky veľmi málo diferencované. Povrch terénu je rovinný. Pôvodné morfoštruktúrne znaky boli zotrené mnohými terénnymi úpravami. Medzi uvedené môžeme zahrnúť aj likvidáciu mnohých meandrov Malého Dunaja v blízkosti záujmovej lokality.

Nadmorská výška záujmového územia sa pohybuje v rozpätí cca 131,08 m n.m až 131,25 m n.m..

2.2 Hydrologické pomery

Riešené územie v zmysle vyhlášky č. 242/2016 Z.z. zaraďujeme do čiastkového povodia Váhu 4-21, do základného povodia Malý Dunaj pod Čiernou vodou 4-21-15.

Územie zaraďujeme do vrchovinno-nížinnej oblasti s dažďovo-snehovým typom režimu odtoku, s vysokou vodnosťou v mesiacoch február – apríl s najvyšším prietokom v mesiaci marec. Najnižšie prietoky sú zaznamenávané v mesiaci september (Šimo, E., Zaťko, M., Atlas krajiny SR 2002). Priemerný ročný špecifický odtok z územia je 3,0 až 5,0 l/s na km^2. Maximálny špecifický odtok s pravdepodobnosťou opakovania raz za 100 rokov je 0,2-0,4 m^3/s na km^2 a minimálny špecifický odtok 364-denný sa v oblasti pohybuje v úrovni 0,1-0,5 l/s na km^2 (zdroj: Lešková, D., Majerčáková, O., Atlas krajiny SR, 2002).

Riešené územie je odvodňované tokom Malý Dunaj, ktorý preteká vo vzdialenosti cca 30 m S od riešeného územia. Malý Dunaj v tomto úseku preteká v smere Z-V.

Ďalším významným tokom v širšom okolí riešeného územia je tok Dunaj, ktorý preteká vo vzdialenosti cca 5,3 km západným až juhozápadným smerom a ktorý je zároveň hlavnou hydrologickou osou širšieho územia. V súčasnosti je hladinový režim Dunaja v SR ovplyvnený vodným dielom Gabčíkovo. Vzdutie hladiny dosahuje približne po rkm 1860. Dlhodobý priemerný prietok Dunaja v Bratislave je 2 044 m^3.s^{-1}.

Prietokový a tým aj hydrologický režim Malého Dunaja je ovládaný v počiatočnom úseku dvomi zátvornými objektmi vzdialenými od seba asi 0,5 km v lokalite Malé Pálenisko.

Základné údaje z vodomernej stanice situovanej práve v lokalite Malé Pálenisko uvádzame v tab.2.2.1. Priemerné mesačné prietoky a extrémne prietoky (minimálny a maximálny stav) v pozorovanom období rokov (1968-2020) z najbližšej monitorovanej stanice k riešenému územiu uvádzame v tab. 2.2.2.

Tab. 2.2.1: Údaje z vodomernej stanice Malé Pálenisko (vzdialenej cca 4,7 km Z až JZ)

Tok	Databankové číslo	Stanica	Hydrologické číslo	Riečny km	Plocha povodia (km2)	Nadmorská výška (m n.m.)
Malý Dunaj	5150	Malé Pálenisko	4-21-15-001-01	126,00	0,10	126,71

Zdroj: Hydrologická ročenka – Povrchové vody, SHMÚ, 2021

Tab.2.2.2: Priemerné mesačné a extrémne prietoky zo stanice Malé Pálenisko na toku Malý Dunaj (m^3.s^{-1})

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Tok: Malý Dunaj					Stanica: Malé Pálenisko						rkm: 126,00		
Qm (2020)	27,738	28,071	25,111	25,762	27,610	27,759	28,061	27,672	27,997	25,923	27,132	26,547	27,110
Qmax 2020				35,33 (10.08.)			Qmin 2020			22,619 (15.10.)			
Qmax 1968-2019				96,74 (25.12.1983)			Qmin 1968-2019			0,030 (12.11.1975)			

Zdroj: Hydrologická ročenka – Povrchové vody, SHMÚ 2021

Ako vidno z tab.2.2.2, priemerný ročný prietok v roku 2020 v Malom Dunaji v monitorovanom mieste Malé Pálenisko (ktoré je od riešeného územia vzdialené cca 4,7 km Z až JZ) dosahoval 27,110 m^3.s^{-1}.

Minimálne, maximálne a priemerné ročné prietoky a vodné stavy v období rokov 2010-2020 v monitorovanom mieste Malé Pálenisko (rkm 126,0) uvádzame v tab. 2.2.3. a v tab.2.2.4.

Tabuľka č.2.2.3: Vybrané hydrologické údaje - prietok (m^3/s) - stanica Malé Pálenisko, tok Malý Dunaj

prietok (m^3/s)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Priemerný	28,48	28,47	28,74	28,47	25,44	26,05	26,30	23,99	26,69	28,88	27,11
Maximálny	36,46	34,32	36,58	34,32	33,98	34,98	35,39	32,72	35,34	33,89	35,33
Minimálny	7,725	12,10	15,21	12,10	11,13	8,34	19,10	16,58	22,33	22,85	22,62

zdroj: Štatistické ročenky Hlavného mesta SR Bratislavy

Tabuľka č.2.2.3: Vybrané hydrologické údaje - vodný stav (cm) - stanica Malé Pálenisko, tok Malý Dunaj

vodný stav (cm)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Priemerný	205	205	208	205	195	192	191	187	209	211	206
Maximálny	234	228	238	228	228	228	238	223	230	231	239
Minimálny	105	120	149	120	126	113	109	161	178	186	183

zdroj: Štatistické ročenky Hlavného mesta SR Bratislavy

Požiadavky na vodu v povodí Malého Dunaja sú riešené nadlepšovaním prietoku, prevodom vody z Dunaja cez objekt v Malom Pálenisku.

V roku 2019 bolo do povodia Malého Dunaja cez tento objekt prevedené 910,9 mil. m^3 vody, čo zodpovedá priemernému ročnému prietoku 28,885 $m^3.s^{-1}$. Prevod vody dosiahol najväčšiu hodnotu v mesiaci september 30,429 $m^3.s^{-1}$ a najmenšiu vo februári 27,270 $m^3.s^{-1}$.

V roku 2020 tento objem predstavoval 854,8 mil. m^3 vody, čo zodpovedalo priemernému ročnému prietoku 27,109 $m^3.s^{-1}$. Prevod vody dosiahol najväčšiu hodnotu v mesiaci február 28,070 $m^3.s^{-1}$ a najmenšiu v marci 25,110 $m^3.s^{-1}$ (zdroj: Vodohospodárska bilancia množstva povrchových vôd za rok 2019, 2020).

Vodné plochy

V blízkom okolí riešeného územia sa vodné plochy nenachádzajú.

Územie medzi Dunajom a Malým Dunajom je popretkávané zavlažovacími, odvodňovacími a zbernými kanálmi, ktorými je regulovaný vodný režim tejto oblasti. Hydrologický režim kanálov Žitného ostrova sa vplyvom rôznej manipulácie na nich líši od režimu Dunaja.

2.3 Klimatické pomery

V zmysle klimatických oblastí Slovenska [Lapin, M et. al. Atlas krajiny SR, 2002] záujmové územie patrí do teplej klimatickej oblasti, okrsku teplého, suchého s miernou zimou (T2). Priemerná ročná teplota aktívneho povrchu pôdy za obdobie 1961-1990 (Tomlain, J., Hrvoľ, J., Atlas Krajiny SR 2002) je 11 až viac ako 12°C. Priemerná teplota vzduchu v januári v období rokov 1961 až 1990 (Šťastný, P., Nieplová, E., Melo, M., Atlas krajiny SR 2002) je viac ako -2°C a v júli je priemerná teplota viac ako 20 °C. Počet dní so snehovou pokrývkou je v dlhodobom priemere (v období rokov 1961-1990) menej ako 40 dní (Faško, P., Handžák, Š., Šrámková, N., Atlas krajiny SR 2002).
Priemernú mesačnú a ročnú teplotu vzduchu v období rokov 2010-2020 zo stanice Bratislava - letisko uvádzame v tab.2.3.1

Tab. 2.3.1: Priemerná mesačná a ročná teplota vzduchu (v °C) v období rokov 2010-2020

rok	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Máj	Jún	Júl	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.	rok
2010	-2,6	0,5	6,0	11,1	15,3	19,7	23,2	19,9	14,5	8,1	7,4	-2,4	10,0
2011	0,1	-0,2	6,7	13,4	16,4	20,4	19,9	21,4	18,5	10,4	2,9	3,2	11,1
2012	2,1	-1,9	8,6	11,6	17,3	21,3	22,8	22,5	17,7	10,6	7,0	-0,7	11,6
2013	-0,2	1,5	3,1	12,2	15,5	19,3	23,6	22,1	15,2	11,6	6,6	2,8	11,1
2014	2,4	4,0	9,6	12,7	15,3	20,3	22,1	19,1	16,5	12,2	7,7	3,4	12,1
2015	2,4	1,9	6,5	11,4	15,5	20,5	24,4	23,8	16,8	10,2	7,4	3,0	12,0
2016	-0,4	6,1	6,7	11,4	16,2	20,9	22,6	20,2	18,8	9,8	4,6	0,6	11,5
2017	-4,4	3,0	9,6	10,5	17,3	22,7	22,8	23,4	15,7	12,0	6,1	3,0	11,8
2018	3,4	-0,4	3,7	15,8	19,1	21,5	23,0	23,7	17,6	13,2	6,6	2,3	12,4
2019	0,3	4,6	8,8	12,6	13,5	23,8	23,0	23,2	16,9	11,9	8,1	3,7	12,5
2020	0,8	6,2	7,2	12,4	14,6	19,8	22,1	22,7	17,3	11,4	5,6	3,5	12,0

zdroj: Štatistické ročenky Hlavného mesta SR Bratislavy

V dlhodobom pozorovaní (1961-1990) sa priemerný ročný úhrn zrážok pohybuje v rozmedzí 550-600 mm. V júli v dlhodobom priemere (1961-1990) padne menej ako 60 mm a v januári 40-50 mm zrážok (Faško, P., Šťastný, P., Atlas krajiny SR 2002).
Priemerný mesačný a ročný úhrn zrážok v období rokov 2010-2020 zo stanice Bratislava - letisko uvádzame v tab. 2.3.2.

Tab. 2.3.2: Priemerný mesačný a ročný úhrn zrážok (v mm) v období rokov 2010-2020

rok	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Máj	Jún	Júl	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.	rok
2010	60,8	16,9	9,9	78,6	139,9	62,3	92,3	139,1	83,4	25,4	48,2	38,1	794,9
2011	25,0	11,3	36,1	51,2	36,1	127,8	83,0	42,5	13,4	30,6	0,0	19,1	476,1
2012	77,1	34,5	8,8	18,2	92,5	36,6	85,9	30,9	25,3	79,6	28,4	49,5	567,3
2013	73,9	77,4	67,7	13,7	62,8	85,4	19,9	125,3	74,4	18,0	54,4	19,7	692,6
2014	12,3	34,3	13,1	58,0	67,7	39,7	125,1	118,2	154,8	37,0	36,0	49,4	745,6
2016	41,0	61,8	8,9	40,1	67,1	51,7	106,2	28,4	24,7	49,2	61,4	11,6	552,1
2017	13,6	22,8	18,5	19,7	16,5	20	61,7	23,2	56,5	44,7	51,2	51,8	400,2
2018	29,0	23,8	32,5	24,8	85,6	89,4	71,1	29,5	94,5	14,7	31,7	80,3	606,9
2019	59,7	17,9	27,3	20,6	118,2	17,5	41,4	31,7	45,1	20,3	68,3	56,6	524,6
2020	15,7	36,7	47,0	1,3	54,2	92,0	34,3	66,1	56,5	118,1	18,7	52,9	593,5
2021	38,9	23,6	3,1	15,0	72,9	12,3	59,3	63,1	75,1	14,3	43,8		421,4*

zdroj: Štatistická ročenka Hlavného mesta SR Bratislavy + údaje SHMÚ (2020) + údaje SHMÚ 2021
* - úhrn zrážok v období január až november 2021

Priemerný počet vykurovacích dní v záujmovej oblasti (v dlhodobom pozorovaní za obdobie rokov 1961-1990) je 220 až 240 dní. Letných dní za to isté pozorované obdobie je 69 a mrazových dní 88 – stanica Bratislava - letisko (Bochníček, O., Lapin, M., Soták, Š., Atlas krajiny SR 2002).

Z hľadiska výskytu prízemných inverzií (v období 1961-1990) je záujmová oblasť charakteristická mierne inverznými polohami (Lapin, M., Tekušová, M., Atlas Krajiny SR 2002). Územie je zaradené do oblasti so zníženým výskytom hmiel. Priemerný ročný počet dní s hmlou (Minďáš, J., Škvarenina, J., Atlas krajiny SR 2002) sa v záujmovom území pohybuje v rozmedzí 20-45. V záujmovej oblasti prevláda vietor severozápadného smeru.
Vybrané meteorologické údaje zo stanice Bratislava – letisko v období rokov 2010-2020 podávame v tab. 2.3.3.

Tab.2.3.3: Vybrané meteorologické údaje zo stanice Bratislava – letisko v období rokov 2010-2020

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Priemer za pozorované obdobie (2010-2020)
Počet jasných dní	30	46	39	28	16	26	32	31	28	26	31	30
Počet zamračených dní	131	101	104	134	129	115	113	108	119	126	124	119
Počet tropických dní	19	18	45	28	16	45	26	44	36	40	29	31
Počet letných dní	57	89	96	78	70	84	90	94	122	98	87	88
Počet mrazových dní	96	93	74	72	38	64	76	81	78	64	63	73
Počet ľadových dní	33	17	24	13	9	5	16	21	12	3	6	14
Počet dní so silným mrazom	13	4	13	2	3	0	2	14	5	0	0	5
Počet dní so súvislou snehovou prikrývkou	65	15	17	37	5	19	21	34	18	17	0	23
Počet dní so silným vetrom	24	23	45	31	23	33	19	32	17	38	27	28
Početnosť prevládajúceho smeru vetra v % (SZ smer)	19,3	24,7	29,0	26,3	21,7	24,8	24,7	27,0	22,4	24,8	23,7	24,4

zdroj: Štatistické ročenky Hlavného mesta SR Bratislavy

2.3 Geologické a hydrogeologické pomery širšej oblasti

V zmysle regionálneho geologického členenia Západných Karpát patrí záujmové územie do jedného geotektonicko-štruktúrneho celku Podunajskej nížiny, konkrétne do časti Podunajská rovina. Podunajskú rovinu tvoria vodorovne uložené, vrásnením neporušené mladotreťohorné vápnité íly a piesky, ktoré ležia na poklesnutom kryštalickom jadre. Pokrývajú ich naplaveniny Dunaja, ktorý ukladaním náplaveného materiálu vytvoril mohutný náplavový kužeľ. Počas štvrtohôr došlo k ukladaniu hrubších i jemnejších uložením (štrky, piesky a hliny).

Na geologickej stavbe hodnotenej lokality sa podieľajú jemnozrnné neogénne sedimenty výplne Podunajskej nížiny, ktoré sú prekryté kvartérnymi fluviálnymi náplavmi rieky Dunaj a priľahlých tokov.

Neogén je zastúpený pliocénnou formáciou, v ktorej prevládajú sladkovodné jemnozrnné piesky, ktoré sa striedajú s pestrofarebnými ílmi a miestami aj štrkmi.

Neogénne podložie nevystupuje na povrch. Neogénne sedimenty sa nachádzajú v hĺbkach viac ako 10 – 15 m a sú zastúpené pliocénnou formáciou reprezentovanou piesočnatými ílmi, prachovitými ílmi a ílovitými pieskami.

V nadloží neogénnych sedimentov sa vyskytujú kvartérne fluviálne sedimenty. Sú tvorené štrkmi, piesčitými štrkmi, pieskami so štrkom. Štrk je polymiktný, pričom rôzne opracované valúny i zrná sú tvorené hlavne granitoidmi, kremencami, pieskovcami, menej karbonátmi. Ich báza sa nachádza v hĺbke 10 - 15 m.

Na fluviálnych sedimentoch sa v podpovrchových úrovniach nachádzajú i siltovité až siltovito-piesčité zeminy + hrubé navážky antropogénneho a súčasne i heterogénneho charakteru.

Akumulačná činnosť Dunaja, ktorý meandrujúc územím ukladal v minulosti náplavový materiál do mohutného náplavového kužeľa (i Malého Dunaja) je v súčasnosti minimálna.

Hydrogeologické pomery

V zmysle klasifikácie hlavných hydrogeologických regiónov (Malík P., Švasta J. Atlas krajiny SR, 2002) spadá záujmové územie do regiónu „*51 - Kvartér západného okraja Podunajskej roviny*," s určujúcimi typom priepustnosti – medzizrnová.

Hydrogeologické pomery v záujmovom území sú podmienené geologickou stavbou, úložnými, litologickými, hydrogeologickými a geomorfologickými pomermi.

Na území sa stretávame s dvoma obehmi podzemnej vody :

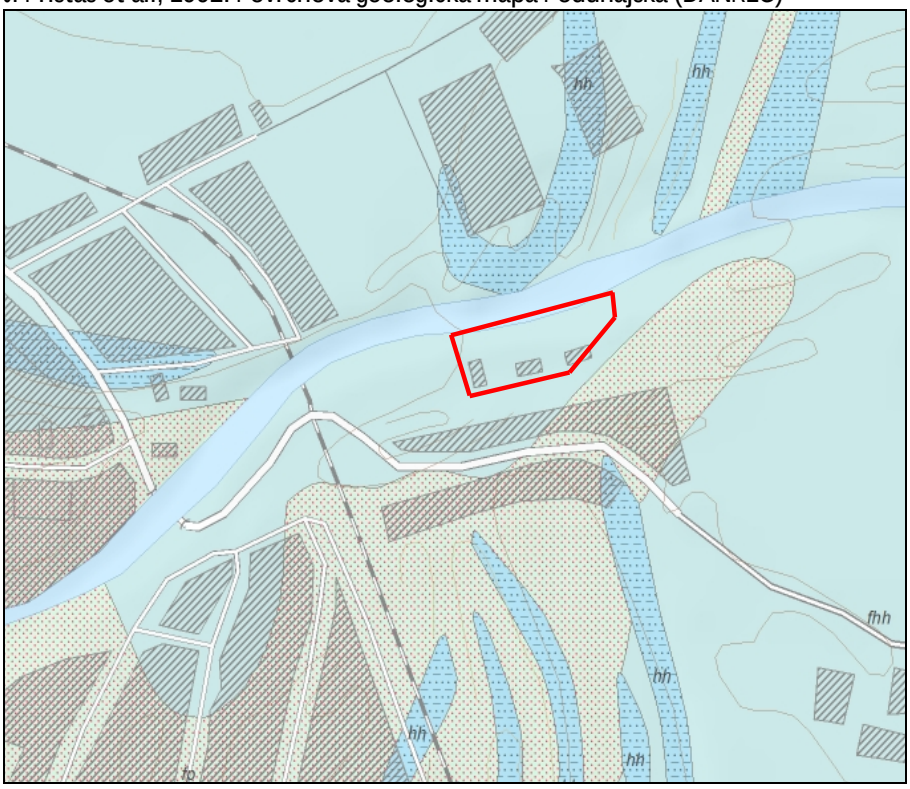
- plytkým, ktorý je viazaný na štrkopiesky kvartérneho pokryvu
- hlbokým, viazaným na uzatvorené piesčité kolektory neogénneho podložia

Hydrogeologická štruktúra je dominantne ovplyvňovaná povrchovým tokom Dunaj. Zvodnené prostredie je tvorené dunajskými fluviálnymi sedimentami. Lokálne je tento prvý zvodnený kolektor prepojený s piesčitými polohami podložného neogénu, čím lokálne dochádza k tvorbe komplikovanejších podmienok obehu a režimu podzemných vôd.

Súbor kvartérneho kolektora podzemnej vody sa vyznačuje pórovou priepustnosťou, prevažne s voľnou hladinou podzemnej vody. Charakteristickou vlastnosťou štrkopiesčitého súvrstvia kvartéru náplavov Dunaja je vrstevná heterogenita, podmienená častým striedaním priepustnejších a menej priepustných vrstiev, spojená s vlastnou anizotropiou danou orientáciou sedimentámych častí. Priepustnosť je smerovo variabilná, lokálne veľmi rozdielna. Vo všeobecnosti má komplex kvartérnych sedimentov koeficient filtrácie k_f = 2 až 4 x 10^{-3} až 7 x 10^{-4} m.s^{-1}.

Podložný komplex neogénnych sedimentov, ktorý je prevažne v ílovitom vývoji, predstavuje z hydrogeologického hľadiska poloizolátor až izolátor. Obeh vody v prostredí je značne spomalený. Zvodnené kolektory tvorené pieskami sú pomerne malých mocností a nevytvárajú výraznejšie akumulácie podzemných vôd. Tvoria väčšinou uzatvorené šošovky s napätou hladinou podzemnej vody.

Obr.1: Výrez z digitálnej geologickej mapy SR; č. mapového listu 44-24-04
J. Pristaš et al., 1992: Povrchová geologická mapa Podunajska (DANREG)



LEGENDA:

fhh - fluviálne sedimenty: litofaciálne nečlenené nivné hliny, alebo piesčité až štrkovité hliny dolinných nív a nív horských potokov

fp - fluviálne sedimenty: jemnozrnné a strednozrnné piesky až piesčité štrky v agradačných valoch

hh - fluviálno-organické sedimenty: jemnopiesčité, ílovité až hnilokalové humózne hliny mŕtvych ramien a močiarov

S

3. METODIKA A ROZSAH REALIZOVANÝCH PRÁC

3.1 Vrtné práce

Terénne geologické práce boli vykonané na lokalite dňa 23.3.2022. Vrtné práce boli realizované metódou jadrového vŕtania s priemerom 136-180 mm. Na upresnenie úložných pomerov v celom priestore záujmového staveniska bolo projektantom navrhnutých 6 prieskumných vrtov S-11 až S-16 do hĺbky 11-15 m p.t. Situovanie všetkých prieskumných je zrejmé z grafickej prílohy č.2.

Na upresnenie geotechnických vlastností nesúdržných štrkovitých zemín boli v záujmovom území zrealizované aj 3dynamické penetračné skúšky (DPS) v blízkosti vrtov S-14,15,16 do hĺbky 11,9-14,0 m p.t.

Po vyhĺbení prieskumných diel, spracovaní prvotnej geologickej dokumentácie, odbere požadovaných vzoriek zemín, podzemnej vody a zmeraní hladiny podzemnej vody boli jednotlivé vrty so súhlasom objednávateľa likvidované záhozom z vyťažených zemín.

Situovanie prieskumných diel bolo zadané projektantom. Vzhľadom na lokálny výskyt pivničných priestorov a stavebnej sute v priestore staveniska bola časť sond mierne posunutá od pôvodného zadania (cca 5-8m). Pozične sa však stále nachádzali v rámci uvažovaných objektov. Spracovanie prvotnej geologickej dokumentácie zabezpečili Mgr. Milan Kminiak a RNDr.Katarína

Kminiaková PhD. - riešitelia geologickej úlohy. Technické parametre realizovaných prieskumných sond sú uvedené v tabuľke 3.1.1.

Tab. 3.1.1:

Objekt	*S-11*	*S-12*	*S-13*	*S-14*	*S-15*	*S-16*
hĺbka vrtu	11,0 m	12,0 m	12,0 m	12,0 m	13,0 m	15,0 m
ϕ vŕtania (mm)	136-180	136-180	136-180	136-180	136-180	136-180
hladina podzemnej vody narazená/ustálená (m p.t)	6,0/6,0	6,0/5,89	5,9/5,82	6,2/6,16	6,1/6,06	6,1/6,04

3.2 Vzorkovacie práce

Vzorkovacie práce boli realizované počas vrtných prác firmou AQUIFER s.r.o..

a) Horninové prostredie - zeminy

Vzorkovanie zemín v priebehu vrtných prác bolo realizované za účelom:

- bližšej inžinierskogeologickej špecifikácie horninového prostredia
- základných popisných a klasifikačných charakteristík zemín a ich geotechnických parametrov
- priepustnosti nesúdržných zemín nepriamym spôsobom z kriviek zrnitosti

Vzorky zemín boli odoberané z každého realizovaného vrtu S-11 až S-16. Z vykonaných zrnitostných rozborov a klasifikačných skúšok zemín odobratých v rámci prieskumných prác bolo analyzovaných celkovo 28 ks porušených vzoriek zemín, konkrétne :

Súdržné zeminy

Silty s nízkou plasticitou (ML) triedy F5	n = 1 vzorka.
Silty so strednou plasticitou (MI) triedy F5	n = 3 vzorky
Silty piesčité (MS) triedy F3	n = 3 vzorky
Íly piesčité (CS) triedy F3	n = 1 vzorka

Nesúdržné zeminy

Piesky siltovité (SM) triedy S4	n = 3 vzorky
Piesky s prímesou jemnej zeminy (S-F) triedy S3	n = 2vzorky
Piesky so zle odstupňovanou zrnitosťou (SP) triedy S2	n = 1 vzorka
Štrky s prímesou jemnej zeminy (G-F) triedy G3	n = 5 vzoriek
Štrky so zle odstupňovanou zrnitosťou (GP) triedy G2	n = 5 vzoriek
Štrky s dobre odstupňovanou zrnitosťou (GW) triedy G1	n = 4 vzorky

b) Podzemné vody

Vzorkovanie podzemných vôd v priebehu vrtných prác bolo realizované za účelom stanovenia ich agresivity voči stavebným konštrukciám . Za daným účelom bola v záujmovom území odobratá 1 vzorka podzemnej vody z vrtu S-15.

Protokoly laboratórnych analýz sú súčasťou textovej prílohy č.1 (zeminy) a textovej prílohy č.2 (podzemná voda).

3.3 Laboratórne práce

Laboratórne práce pôdnej mechaniky na predmetnej úlohe vykonali pôdomechanické laboratóriá fy GES s.r.o. Výsledky laboratórnych rozborov z mechaniky zemín sú obsahom samostatnej prílohy geologického elaborátu (textová príloha č. 1).

Celkovo bolo odobratých 35 ks vzoriek zemín, na ktorých boli analyzované rozbory pôdnej mechaniky v nasledovnom rozsahu :

Počet vykonaných rozborov :
28 x zrnitostný rozbor zemín hustomernou skúškou kombinovanou s premývaním a preosievaním
28 x vlhkosť v prirodzenom uložení (sušením pri teplote 105°C)
11 x medza tekutosti
11 x index plasticity
8 x index konzistencie

Na vybraných vzorkách zemín bolo vykonané i nepriame stanovenie súčiniteľa filtrácie pieskov a štrkov z kriviek zrnitosti.
Spôsob vzorkovania v prípade jednotlivých vrtov je prehľadne spracovaný graficky v prílohe č. 3.

3.4 Dynamické penetračné skúšky

Na upresnenie geotechnických parametrov nesúdržných sedimentov boli realizované 4 dynamické penetračné sondy v nasledovnom rozsahu:

Sonda	Hĺbka /m/
DPS-14 (pri sonde S-14)	11,9 m
DPS-15(pri sonde S-15)	12,7m
DPS-16 (pri sonde S-16)	14,0 m

Ich situovanie je zobrazené v grafickej prílohe č.2.

Penetračná skúška bola realizovaná penetračnou súpravou ťažkého typu.
Parametre použitého prístroja :
- tiaž barana : 0,50 kN
- výška pádu barana : 50 cm ±1 cm
- počet úderov barana : 26-30 /min
- priemer skúšobného hrotu : 43,7 mm
vrcholový uhol hrotu : 90^0
- priemer tyčí : 32 mm
- dĺžka tyčí : 1,0 m
- použitý hrot "na strateno"

Metodika skúšok - spôsob merania

V priebehu skúšky je penetračná sonda pozostávajúca z hrotu, penetračného sútyčia a kovadliny zarážaná do podložia pravidelnými údermi barana o hmotnosti 50 kg, padajúceho z výšky 50 cm, rýchlosťou 26-30 úderov za minútu. Odpor zeminy proti vniku sondy sa vyjadruje počtom úderov potrebných na vnik hrotu o hĺbkový interval s, t.j. hodnotu N_{10}, resp. N_{20}.

Interpretácia skúšok – stanovenie merného dynamického penetračného odporu qd

Merný dynamický penetračný odpor qd zohľadňuje zmenu nárastu tiaže penetračného sútyčia s hĺbkou. Určí sa o.i. pomocou vzorca normy STN 72 1032 :

$$qd = A \cdot s \frac{Q^2 \cdot h}{(Q + q)} \quad (k Pa)$$

kde : h = výška pádu barana
q = tiaž sútyčia, kovadliny a hrotu v príslušnej hĺbke
A = plocha priečneho rezu hrotu
Q = tiaž barana
s = zarazenie sondy (hrotu), 1 úderom v príslušnej hĺbke

Merný dynamický penetračný odpor je pri skúškach v nesúdržných zeminách porovnateľný s odporom na hrote statickej penetračnej skúšky (qd ÷ qc).

Zhodnotenie výsledkov (grafický priebeh) a stanovenie geotechnických vlastností zemín je podrobnejšie spracované v kapitole 4.4. záverečného elaborátu.

3.5 Meračské práce

Polohopisné a výškopisné zameranie prieskumných diel v systéme S-JTSK bolo realizované zariadením SATLAB iSurvey SL 300. Výsledky uvádzame v textovej prílohe č.3.

3.6 Geologické práce

Geologické práce boli zrealizované v zmysle schválenej cenovej ponuky. Pri návrhu metodiky a rozsahu prieskumných prác sme vychádzali z požiadaviek navrhovateľa a z cieľa prác.

4. VÝSLEDKY A ZHODNOTENIE PRIESKUMNÝCH PRÁC :

Inžinierskogeologické a litologické pomery v mieste uvažovaného investičného zámeru podávame pomocou geologických rezov A-A´, B-B´, (grafická príloha č.3). Situovanie prieskumných diel je znázornené v situácii M 1:1000 (grafická príloha č. 2).

4.1. Geologické pomery – geologická dokumentácia sond

Ako bolo spomínané vyššie, v rámci doplnkového inžiniersko-geologického prieskumu bolo v záujmovom území odvŕtaných 6 prieskumných sond (S-11 až S-16) (viď grafická príloha č.3).

Výsledky vrtných prác dokumentuje nasledovný popis prieskumných sond:

S - 11	(131,15 m n.m.)	STN 731001	STN 733050
0,0 -1,6m	Navážka, charakteru siltu piesčitého, s prímesou val. štrku ϕ val. 0,5 -1-3cm, ojedinele do 5-8cm, s úlomkami tehly, uhlia, hnedého sfarbenia	$Y_{F3\ MS}$	2
1,6 -2,0m	Piesok siltovitý s prímesou val.štrku ϕ val. 0,5 -1-3cm (obsahu do 3%), hnedého sfarbenia, lokálne až charakteru až silt piesčitý, pevnej konzsitencie [1,8-2,0m]	S4 SM / F3 MS	2-3
2,0 – 2,3m	Piesok siltovitý, s prímesou valúnov štrku do 20-30%, ϕ val. 0,5 -1-3 cm, hnedého sfarbenia	S4 SM	2
2,3 - 3,9m	Fluviálne sedimenty - štrk zle zrnený, suchý, hnedého sfarbenia, ϕ val. 0,5 -1-2 cm, lokálne 3-4cm, [1,8-2,0m]	G2 GP	2
3,9 – 5,8m	Štrk zle zrnený, hnedé sfarbenie, ϕ val. 0,5-1-3-5cm, ojedinele do 7-8 cm, suchý, od úrovne 4,8m vlhký,	G2 GP	2
5,8 – 10,2m	Štrk zle zrnený, hnedé sfarbenie, ϕ val. 0,5-1-3cm, ojedinele do 5-7 cm, od úrovne 7,0m p.t. až do ϕ 10cm a viac, zvodnený, [8,0-9,0m]	G2 GP	3
10,2– 10,6m	Štrk s prímesou jemnozrnnej zeminy, hnedé sfarbenie, ϕ val. 0,5-1-3cm, zvodnený,	G3 G-F	2

S - 11	(131,15 m n.m.)	STN 731001	STN 733050
10,6– 11,0m	NEOGÉN - íl piesčitý, pevnej konzistencie (I_c=1,07), hnedého sfarbenia, s úlomkami pieskovca 3-5-8-10cm, suchý [10,6-11,0m]	F4 CS	3

Hladina podzemnej vody v čase vŕtania: narazená 6,0 m p.t. a ustálená 6,0 m p.t.

S - 12	(131,29 m n.m.)	STN 731001	STN 733050
0,0 - 0,15m	Humózny pokryv	O	1
0,15 -1,0m	Navážka, charakteru siltu piesčitého, s prímesou val. štrku ϕ val. 0,5 -1-3cm, hnedého sfarbenia	$Y_{F3\ MS}$	2
1,0 -1,6m	Silt piesčitý, tuhej konzistencie, hnedého sfarbenia s okrovým šmuhovaním, ojedinele s prímesou val.štrku ϕ val. 0,5 -1-2cm (obsahu do 10%)	F3 MS	2
1,6 – 2,3m	Silt piesčitý, pevnej konzistencie (Ic=1,10) s prímesou valúnov štrku (do 10%), ϕ val. 0,5 -1-2-3 cm, hnedého sfarbenia [1,6-2,3m]	F3 MS	3
2,3 - 2,7m	Štrk zle zrnený, suchý, hnedého sfarbenia, ϕ val. 0,5 -1-2-3 cm, fluviálny	G2 GP	2
2,7 – 3,4m	Silt s nízkou plasticitou, mäkkej až tuhej konzistencie (I_c=0,48), s vyšším obsahom piesčitej prímesi (do 20%), hnedého sfarbenia [2,7-3,4m]	F5 ML	1-2
3,4 – 5,8m	Fluviálne sedimenty - štrk zle zrnený, sivohnedého až svetlohnedého sfarbenia, ϕ val. 0,5-1-3-4cm,	G2 GP	2
5,8 – 11,3m	Štrk dobre zrnený, okrovohnedé – sivohnedé až hnedé sfarbenie, ϕ val. 0,5-1-3-4cm, od úrovne 6,0m p.t. ojedinele do ϕ 5-6 cm, zvodnený, [6,8-8,0m]	G1 GW	3
11,3– 11,8m	Štrk s prímesou jemnozrnnej zeminy, hnedé sfarbenie, ϕ val. 0,5-1-3cm, zvodnený,	G3 G-F	2
11,8– 12,0m	NEOGÉN – piesok siltovitý, žltohnedého sfarbenia, ojedinele s prímesou val.štrku ϕ val. 0,5-1-3cm (do 5%), slabo zvodnený [11,8-12,0m]	S4 SM	3

Hladina podzemnej vody v čase vŕtania: narazená 6,0 m p.t. a ustálená 5,89 m p.t.

S - 13	(131,07 m n.m.)	STN 731001	STN 733050
0,0 -0,4m	Navážka, charakteru siltu piesčitého, tuhej konzistencie, s prímesou val.štrku ϕ val. 2-3-5cm, s úlomkami tehly a kameňov, hnedého sfarbenia	$Y_{F3\ MS}$	2
0,4 -1,1m	Silt piesčitý, tuhej konzistencie, hnedosivého sfarbenia, ojedinele s prímesou val.štrku ϕ val. 0,5 -1-2cm	F3 MS	2
1,1 -1,8m	Piesok siltovitý, hnedosivého sfarbenia, [1,2-1,3m]	S4 SM	2
1,8 – 2,6m	Silt piesčitý, pevnej konzistencie (Ic=1,22) s prímesou valúnov štrku (do 15%), ϕ val. 0,5 -1-2-3 cm, hnedého sfarbenia [2,0-2,6m]	F3 MS	3
2,6 - 3,0m	Silt s nízkou plasticitou s vyšším obsahom piesčitej prímesi až silt piesčitý mäkkej až tuhej konzistencie , lokálne s prímesou val.štrku ϕ val. 0,5 -1-2 cm, sivého sfarbenia s okrovým šmuhovaním, vlhké polohy	F5 ML/ F3 MS	1-2
3,0 – 4,3m	fluviálne sedimenty- štrk zle zrnený, sivohnedého sfarbenia, ϕ val. 0,5-1-3cm,suchý, [3,2-4,5m]	G2 GP	2
4,3 – 5,5m	Štrk zle zrnený, hnedooranžového sfarbenia, od úrovne 4,7m p.t. sivohnedé, dobre opracované valúny štrku ϕ 0,5-1-3-4cm, vlhké polohy,	G2 GP	2

S - 13	(131,07 m n.m.)	STN 731001	STN 733050
5,5 – 7,5m	Štrk zle zrnený, sivohnedé sfarbenie, ϕ val. 0,5-1-3-4cm, ojedinele do ϕ 5 cm, zvodnený,	G2 GP	2-3
7,5 – 11,5m	Štrk dobre zrnený, okrovohnedé až hnedé sfarbenie, od úrovne 9,0m p.t. sivohnedé, ϕ val. 0,5-1-3-4-5cm, od úrovne 8,0m p.t. do ϕ 6-7 cm zvodnený, [8,5-9,5m]	G1 GW	3
11,5– 12,0m	Štrk s prímesou jemnozrnnej zeminy, sivohnedé sfarbenie, ϕ val. 1-2-3-5cm, zvodnený, [11,5-12,0m]	G3 G-F	2-3

Hladina podzemnej vody v čase vŕtania: narazená 5,90 m p.t. a ustálená 5,82 m p.t.

S - 14	(131,34 m n.m.)	STN 731001	STN 733050
0,0 -0,5m	Navážka, makadam, sivého sfarbenia, úlomky ϕ val. 3-5-7cm + železné dráty	Y	2-3
0,5 -1,2m	Navážka, charakteru siltu piesčitého, s prímesou kameňov ϕ 2-3-8cm, hnedého sfarbenia	$Y_{F3\ MS}$	2
1,2 -1,5m	Betón	-	-
1,5 -2,0m	Silt piesčitý, mäkkej až tuhej konzistencie, hnedosivého sfarbenia, vlhký	F3 MS	1-2
2,0 -3,0m	Piesok s prímesou jemnozrnnej zeminy, hnedého až hnedosivého sfarbenia, ojedinele valúny štrku ϕ val. 0,5-1-2cm (do 10%), od úrovne 2,5m p.t. vlhké polohy, [2,1-3,0m]	S3 S-F	2-3
3,0 -4,0m	Piesok s prímesou jemnozrnnej zeminy, hrubozrnný, hnedého až hnedosivého sfarbenia, s prímesou valúnov štrku ϕ val. 0,5-1-2cm (do 20%), od úrovne 2,5m p.t. vlhké polohy, [3,2-4,0m]	S3 S-F	2
4,0 – 5,9m	Fluviálne sedimenty - štrk zle zrnený, okrovohnedého sfarbenia, ϕ val. 0,5-1-3-4cm, suchý,	G2 GP	3
5,9 – 8,4m	Štrk zle zrnený, sivohnedého sfarbenia, od úrovne 8,0m p.t. okrovohnedý, ϕ val. 2-3-4-5cm, zvodnený, [6,3-7,5m]	G2 GP	3
8,4 – 9,7m	Štrk s prímesou jemnozrnnej zeminy, sivohnedého sfarbenia, ϕ val. 2-3-4-5-6cm, zvodnený, [8,7-9,7m]	G3 G-F	3
9,7 – 10,3m	Štrk zle zrnený, hnedého až hnedosivého sfarbenia, valúny štrku ϕ 1-3-5cm, zvodnený,	G2 GP	3
10,3 – 11,6m	Štrk s prímesou jemnozrnnej zeminy, sivohnedé sfarbenie, ϕ val. 1-3-5cm, zvodnený,	G3 G-F	3
11,6– 12,0m	NEOGÉN - silt piesčitý, pevnej konzistencie (I_c=1,22), žltohnedého sfarbenia, s úlomkami val.štrku ϕ 0,5-1cm (do 10%), suchý [11,6-12,0m]	F3 MS	3

Hladina podzemnej vody v čase vŕtania: narazená 6,2 m p.t. a ustálená 6,16 m p.t.

S - 15	(131,29 m n.m.)	STN 731001	STN 733050
0,0 -0,3m	Betón	-	-
0,3 -1,0m	Navážka, charakteru štrku s prímesou jemnozrnnej zeminy, ϕ 1-2-3cm, hnedého sfarbenia	$Y_{G3\ G-F}$	2
1,0 -1,8m	Silt piesčitý, tuhej konzistencie, hnedosivého sfarbenia s okrovým až hrdzavými šmuhami	F3 MS	2
1,8 -2,7m	Silt so strednou plasticitou, pevnej konzistencie (Ic=1,13), sivého sfarbenia, vlhký [2,4-2,5m]	F5 MI	3
2,7 -3,0m	Silt piesčitý, sivého sfarbenia, ojedinele valúny štrku ϕ val. 1-2-3cm, tuhý	F3 MS	2

S - 15	(131,29 m n.m.)	STN 731001	STN 733050
3,0 – 5,8m	Fluviálne sedimenty - štrk dobre zrnený, sivohnedého sfarbenia, ϕ val. 0,5-1-2-3cm, ojedinele 4-5cm, suchý, [3,5-4,8m]	G1 GW	2-3
5,8 – 7,1m	Štrk dobre zrnený, sivého sfarbenia, od úrovne 8,0m p.t. okrovohnedý, ϕ val. 2-3-4-5cm, zvodnený,	G2 GP	2-3
7,1 – 10,5m	Štrk s prímesou jemnozrnnej zeminy, žltohnedého sfarbenia,od úrovne 8,0m p.t. sivohnedé, ϕ val. 1-2-3-5cm, ojedinele 6-7cm, zvodnený, [7,6-9,0m]	G3 G-F	3
10,5 – 12,2m	Štrk dobre zrnený, sivohnedého sfarbenia, v úrovni 12,0-12,2m žlto-okrovo-hnedé, valúny štrku ϕ 1-3-5cm, zvodnený,	G1 GW	3
12,2– 12.3	NEOGÉN – slabo spevnená poloha pieskovca (R6-R5) , okrovohnedého sfarbenia,	R6-R5	3
12,3-13,0	NEOGÉN – štrk s prímesou jemnozrnnej zeminy, s úlomkami pieskovca ∅ 3-5-8cm, okrovohnedé sfarbenie, [12,2-13,0m]	G3	3

Hladina podzemnej vody v čase vŕtania: narazená 6,10 m p.t. a ustálená 6,06m p.t.

S - 16	(131,22 m n.m.)	STN 731001	STN 733050
0,0 -0,45m	Betón	-	-
0,45 -0,7m	Navážka, charakteru podsypového makadamu	Y	3
0,7 -1,0m	Navážka, charakteru štrku s prímesou jemnozrnnej zeminy, ϕ 1-2-3cm, hnedého sfarbenia	$Y_{G3\ G-F}$	2-3
1,0 -1,4m	Silt so strednou plasticitou, tuhej konzistencie, hnedého sfarbenia, s lokálnymi valúnami štrku ϕ val. 0,5-1-2cm	F5 MI	2
1,4 -2,9m	Silt so strednou plasticitou, tuhej až pevnej konzistencie (Ic=0,90), hnedého až sivohnedého sfarbenia, vlhký [1,7-1,8m]	F5 MI	2
2,9 -4,5m	Silt so strednou plasticitou, s vyšším obsahom piesčitej prímesi (do 20%), mäkkej až tuhej konzistencie (Ic=0,49), sivého sfarbenia, vlhký [3,9-4,0m]	F5 MI	1-2
4,5 – 6,0m	Fluviálne sedimenty-štrk zle zrnený, tmavosivého až sivého sfarbenia, ϕ val. 0,5-1-2-3-4cm, ojedinele 4-5cm, suchý, od úrovne 5,7m p.t. vlhký	G2 GP	2
6,0 – 10,6m	Štrk dobre zrnený, sivého až tmavosivého sfarbenia, od úrovne 8,0m p.t. okrovohnedý, ϕ val. 1-2-3-4cm, ojedinele 5-6cm, zvodnený, [6,5-7,7m]	G2 GP	3
10,6 – 11,0m	Piesok siltovitý, s prímesou valúnov štrku ϕ 0,5-1-2cm, sivohnedého až okrovohnedého sfarbenia, zvodnený,	S4 SM	4
11,0 – 11,7m	Štrk zle zrnený, hnedého sfarbenia, ϕ val. 1-2-3cm, zvodnený	G2 GP	2
11,7 – 13,3m	NEOGÉN? - Piesok zle zrnený, svetlohnedého sfarbenia, s prímesou valúnov štrku ϕ 1-2-3cm (do 15%), zvodnený, [12,0-13,0m]	S2 SP	4
13,3– 15,0m	NEOGÉN? – štrk s prímesou jemnozrnnej zeminy, hnedého až svetlohnedého sfarbenia, s valúnami štrku ϕ 1-2-3-4cm [14,0-15,0m]	G3 G-F	2

Hladina podzemnej vody v čase vŕtania: narazená 6,1 m p.t. a ustálená 6,04 m p.t.

Všetky novovybudované prieskumné sondy boli po ich odvŕtaní polohopisne a výškopisne zamerané v systéme S-JTSK. Súradnice novovybudovaných prieskumných diel sú uvedené v tab. č. 4.1.1. a grafickej prílohe č.3.

Tab.4.1.2a: Polohopisné a výškopisné zameranie vrtov

vrt	Y /m/	X /m/	Z /m n.m./ terén
S-11	565877.81	1280906.81	131.15
S-12	565860.26	1280837.13	131.29
S-13	565795.16	1280831.27	131.07
S-14	565758.86	1280876.83	131.34
S-15	565733.10	1280838.69	131.29
S-16	565647.45	1280825.43	131.22

Tab.4.1.2b: Polohopisné a výškopisné zameranie DPS

vrt	Y /m/	X /m/	Z /m n.m./ terén
DPS-14	565754.30	1280858.09	131.09
DPS-15	565733.27	1280834.80	131.26
DPS-16	565654.65	1280817.26	131.09

4.2. Úložné pomery

Realizovanými vŕtanými sondami S-11 až S-16 boli v záujmovom území overené kvartérne antropogénne, nivné a fluviálne sedimenty. V prípade sond S-11,12,14,15,16 bolo overené aj neogénne podložie.
Vzhľadom na bývalé a súčasné využitie pozemku (bývalá paneláreň, resp. neskôr betonárka) tvoria povrchovú vrstvu na lokalite antropogénne sedimenty, v prevažnej časti ukončené spevneným povrchom. Navážka siaha po úroveň 0,4-1,6m p.t. Má prevažne siltovito-piesčitých zemín (MS_Y), s rôznou prímesou štrkov, resp. štrkovitých zemín ($G\text{-}F_Y$).

Pod antropogénnymi navážkami boli prieskumnými sondami až do hĺbky 2,3-4,5m p.t. (resp. 128,85-126,72 m n.m.) overené celoplošne *siltovito-piesčité až siltovité sedimenty* (pozri tab.4.2.1).
V zmysle STN 72 1001 boli na základe laboratórnych rozborov overené *silty s nízkou až strednou plasticitou (tr. F5 MI-ML)* mäkkej, tuhej až pevnej konzistencie, ďalej *silty piesčité (tr.F3/MS) až piesky siltovité (tr.S4 /SM)* . Tieto sedimenty sú hnedého až hnedosivého sfarbenia, lokálne s okrovým šmuhovaním a obsahujú ojedinele i drobné valúny štrku Ø 1-2cm (obsah do 5-10%).
Hĺbkový priebeh jednotlivých typov zemín je zrejmý z geologických rezov (pozri grafická príloha 3).

Štrko-piesčité zeminy sú reprezentované prevažne *štrkmi zle/dobre zrnenými (tr.G2 GP/G1 GW) a štrkmi s prímesou jemnozrnnej zeminy (tr.G3 G-F).* Ich mocnosť sa pohybuje v rozpätí 7,2-9,2m - pozri tab. 4.2.1.
Skelet štrkov tvoria dobre opracované valúny štrkov veľkosti Ø 1-3-5cm, ojedinele 6-7cm. Ojedinele na báze kvartérneho útvaru sa môžu vyskytovať aj väčšie valúny, ktoré dosahujú 7-8cm, ojedinele až do 10cm. Sú hnedého, svetlohnedého, okrovohnedého až sivohnedého sfarbenia.
Dynamické penetračné skúšky potvrdili, že štrky vykazujú vlastnosti prevažne stredne uľahnutých až uľahnutých zemín (I_D=0,35-0,8 – pozri kapit. 4.4).

Neogénne sedimenty vystupujúce v podloží kvartérneho pokryvu boli overené prieskumnými prácami v hĺbkovej úrovni 10,6-12,2m p.t. (resp.119,09-120,55 m n.m) v prípade vrtov S-11,12,14,15,16. V neogénnej sedimentárnej sukcesii možno v okolí sond S-11,12,14 (v Z, SZ a centrálnej časti) pozorovať cyklické striedanie ílov/siltov, piesčitých ílov s ílovitými pieskami.
V severnej až severovýchodnej časti parcely (okolie sond S-15, S-16) boli overené piesčité až štrkovité zeminy charakteru pieskov zle zrnených (tr. S2 SP) až štrkov s prímesou jemnozrnnej zeminy (tr. G3

G-F). V danom prípade kvartérny kolektor podzemnej vody prechádza plynulo do neogénneho kolektora.
Hĺbkové rozhrania jednotlivých typov zemín v prieskumných sondách udávame v tab. 4.2.1.

Tab.4.2.1: Litologické pomery – prieskumné sondy S-11 až S-16.

vrt	niveleta sondy	navážka / pôdny horizont			silovité a siltovito-piesčité sedimenty						štrkovité sedimenty s vložkami pieskov						mocnosť štrkov	neogénne podložie	
			O		tr.F5 (MI/ML) a tr. F3-F4 (MS-CS)+S4-S3						tr.G2, G1, G3 + S4							tr.S4/S2+F3+G3	
	(m n.m)	do (mpt)/mnm			od (mpt)/mnm			do (mpt)/mnm			od (mpt)/mnm			do (mpt)/mnm				od (mpt)	mnm
S-11	131.15	1.60	/	129.55	1.60	/	129.55	2.30	/	128.85	2.30	/	128.85	10.20	/	120.95	8.30	10.6	120.55
	131.15										10.20	/	120.95	10.60	/	120.55			
S-12	131.29	1.00	/	130.29	1.00	/	130.29	2.30	/	128.99	3.40	/	127.89	5.80	/	125.49	8.40	11.8	119.49
	131.29	0.15	/	131.14	2.70	/	128.59	3.40	/	127.89	5.80	/	125.49	11.30	/	119.99			
	131.29										11.30	/	119.99	11.80	/	119.49			
S-13	131.07	0.40	/	130.67	0.40	/	130.67	1.10	/	129.97	3.00	/	128.07	7.50	/	123.57	9.00		
	131.08				1.10	/	129.98	1.80	/	129.28	7.50	/	123.58	11.50	/	119.58			
	131.07				1.80	/	129.27	2.60	/	128.47	11.50	/	119.57	12.00	/	119.07			
	131.07				2.60	/	128.47	3.00	/	128.07									
S-14	131.34	1.50	/	129.84	1.50	/	129.84	2.00	/	129.34	4.00	/	127.34	8.40	/	122.94	7.60	11.6	119.74
	131.34				2.00	/	129.34	4.00	/	127.34	8.40	/	122.94	9.70	/	121.64			
	131.34										9.70	/	121.64	10.30	/	121.04			
	131.34										10.30	/	121.04	11.60	/	119.74			
S-15	131.29	1.00	/	130.29	1.00	/	130.29	1.80	/	129.49	3.00	/	128.29	5.80	/	125.49	9.20	12.2	119.09
	131.29				1.80	/	129.49	2.70	/	128.59	5.80	/	125.49	7.10	/	124.19			
	131.29				2.70	/	128.59	3.00	/	128.29	7.10	/	124.19	10.50	/	120.79			
	131.29										10.50	/	120.79	12.20	/	119.09			
S-16	131.22	1.00	/	130.22	1.00	/	130.22	4.50	/	126.72	4.50	/	126.72	10.60	/	120.62	7.20	11.7	119.52
	131.22										10.60	/	120.62	11.00	/	120.22			
	131.22										11.00	/	120.22	11.70	/	119.52			
*	úroveň ovplyvnená hĺbkou prieskumného diela																		

4.2.1. Hydrogeologické pomery

Hydrogeologické pomery územia sú podmienené geologickou stavbou, morfológiou, klimatickými pomermi. Vodonosným horizontom sú fluviálne štrkopiesčité sedimenty.

Narazená hladina podzemnej vody sa v kvartérnom zvodnenci počas nami realizovaných prieskumných prác (03/2022) pohybovala v rozpätí 5,9-6,2 m p.t. (resp. 125,12-125,29 m n.m.), s ustálením v úrovni 5,82-6,16 m p.t, čo poukazuje na voľný až mierne napätý charakter. Podzemné vody sú v priamej hydraulickej spojitosti s povrchovými vodami Dunaja.

Vysoký výpar spôsobuje, že doplňovanie podzemných vôd v oblasti Podunajskej nížiny zrážkami je v porovnaní s tým veľmi nízke. Obdobne i prestup vôd z oblasti Malých Karpát a dotácia z Malého Dunaja sú zanedbateľné (Patschová-Chalupková, 2011).

Smer prúdenia podzemných vôd sa na základe archívnych prieskumných prác predpokladá SZ - JV až SSZ-JJV. Tento bol potvrdený i režimovými meraniami počas prieskumných prác v súčasnom období (03/2022) – pozri obr.2. Priemerná hodnota piezometrického gradientu v okolí hodnotenej oblasti je $0{,}883.10^{-3}$(Urban, 2015).

Tab. 4.2.1.1a: Narazené a ustálené hladiny podzemnej vody (03/ 2022)

		Hladiny podzemnej vody - lokalita Malý Dunaj Majerhof - Amarelková ul. 23.3.2022						
vrt	Hĺbka vrtu	nad. výška terénu	narazená hpv		ustálená hpv		Kolektor p.v.	Stratigrafický celok
		(m n.m.)	m p.t.	m n.m.	m p.t.	m n.m.		
S-11	11,0	131.15	6	125.15	6	125.15	G2 +G3	kvartér
S-12	12,0	131.29	6	125.29	5.89	125.4	G3 +G1	
S-13	12,0	131.07	5.9	125.17	5.82	125.25	G1 +G2 +G3	
S-14	12,0	131.34	6.2	125.14	6.16	125.18	G2+G3	
S-15	13,0	131.29	6.1	125.19	6.06	125.23	G1 +G2 +G3	
S-16	15,0	131.22	6.1	125.12	6.04	125.18	G2+ 4+S2+G3	kvartér + neogén

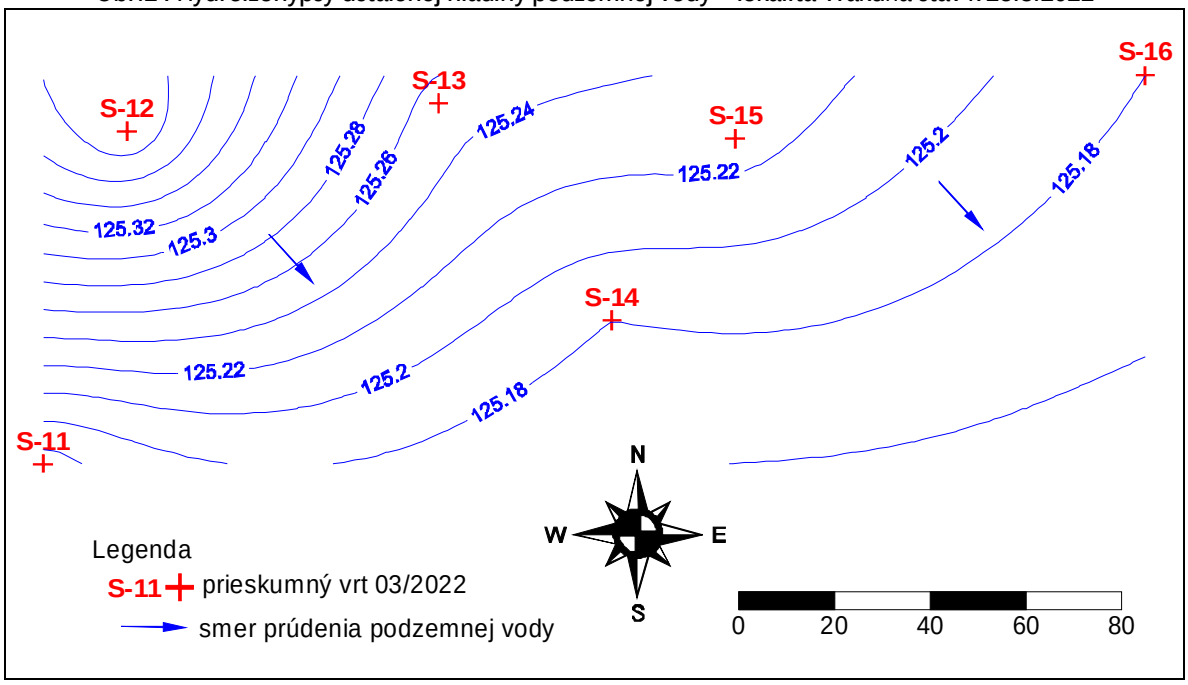
Tab. 4.2.1.1b: Vyššia až maxim.úroveň hladiny podzemnej vody v záujmovom území (predpoklad)

	nad. výška terénu	vyššia úroveň hladiny p.v.			maxim.hladina podz.vody		
	mpt	m n.m.	m pod súč.ter.	m od ±0.00	m n.m.	m pod súč.ter.	m od ±0.00
S-11	131.15	126.5	4.65	4.7	127	4.15	4.2
S-12	131.29	126.5	4.79	4.7	127	4.29	4.2
S-13	131.07	126.5	4.57	4.7	127	4.07	4.2
S-14	131.34	126.5	4.84	4.7	127	4.34	4.2
S-15	131.29	126.5	4.79	4.7	127	4.29	4.2
S-16	131.22	126.5	4.72	4.7	127	4.22	4.2

Tab. 4.2.1.2: Narazené a ustálené hladiny podzemnej vody v rámci realizovaných archívnych prieskumov

Hladiny podzemnej vody - archívne prieskumy			
vrt	nad. výška	narazená a ustálená hpv	
	(m n.m.)	m p.t.	m n.m.
HV-1 (Šarlayová M. 1972)	132,0	6,3 m p.t.	125,7
HVV-1 (Rajec M. 1973)	131,44	7,3 m p.t.	124,14
S-10 (Čakany Š. M. 1971)	131,3	5,7 m p.t.	125,6

Obr.2 : Hydroizohypsy ustálenej hladiny podzemnej vody – lokalita Vrakuňa stav k 25.3.2022



Stanovenie hydraulických parametrov štrko-piesčitého súvrstvia

Hydraulické parametre štrkopiesčitého súvrstvia boli orientačne stanovené i na základe kriviek zrnitostí z odobratých štrkovitých, resp. piesčitých sediementov. Ich súhrn podávame v nasledujúcom texte + v prílohe 1/1 textovej prílohy 1.

Filtračné súčinitele vyhodnotené z kriviek zrnitosti podľa Beyer-Schweigerovho vzťahu dosahujú pre jednotlivé typy pieskov a štrkov nasledujúce hodnoty :

Tab.4.2.1.3 : Koeficienty filtrácie stanovené výpočtom z kriviek zrnitosti

Typ zeminy	rozsah	Priemerná hodnota
Piesky siltovité S4/SM	$k_f = 2{,}0910^{-5}$ až $2{,}7\cdot10^{-5}$ m·s^{-1}	$k_f = 2{,}49\cdot10^{-5}$ m·s^{-1}
Piesky s prím..jemnozrnnej zeminy S3 S-F	$k_f = 1{,}16\cdot10^{-3}$ až $2{,}57\cdot10^{-3}$ m·s^{-1}	$k_f = 1{,}37\cdot10^{-3}$ m·s^{-1}
Piesky zle zrnené S2/SP		$k_f = 3{,}13\cdot10^{-3}$ m·s^{-1}
Štrky s prím.jemnoz.zeminy G3 G-F	$k_f = 2{,}65\cdot10^{-5}$ až $4{,}05\cdot10^{-4}$ m·s^{-1}	$k_f = 1{,}60\cdot10^{-4}$ m·s^{-1},
Štrky zle zrnené G2/GP	$k_f = 1{,}22\cdot10^{-3}$ až $5{,}85\cdot10^{-3}$ m·s^{-1}	$k_f = 2{,}51\cdot10^{-3}$ m·s^{-1},
Štrky dobre zrnené G1/GW	$k_f = 1{,}29\cdot10^{-3}$ až $2{,}44\cdot10^{-3}$ m·s^{-1}	$k_f = 1{,}80\cdot10^{-3}$ m·s^{-1}

Projektanta upozorňujeme, že stanovenie hydraulických parametrov uvedeným spôsobom (na základe kriviek zrnitostí) pokladáme ako hrubo orientačné. Pre stanovenie konkrétnych hydraulických parametrov štrkovitého súvrstvia záujmovej oblasti odporúčame v ďalšej etape realizovať hydrodynamické skúšky HDS (čerpacie/stúpacie), resp. vykonať archívnu excerpciu týchto skúšok na vrtoch v blízkom okolí.

Za daným účelom bol spracovaný prehľad dosiahnutých výsledkov HDS v minulom období (v trvaní 8 až 21 dní). Využité boli vrty situované jednak priamo v areáli (bývalá paneláreň), resp. v blízkom okolí – viď tab.4.2.1.3.

ARCHÍVNA PRESKÚMANOSŤ HG POMEROV ZÁUJMOVÉHO ÚZEMIA

⇒ Hg vrt HV-1 (Šarlayová M. 1972) bol situovaný priamo v hodnotenom území za účelom zabezpečenia nového zdroja vody pre paneláreň vo Vrakuni. Vrt bol odvŕtaný do hĺbky 15m a následne zabudovaný na definitívnu studňu ø 325 mm. Na vrte bola realizovaná 8-dňová čerpacia skúška. Pri znížení s = 0,3m od pôvodnej hladiny (6,30m p.t.) dosiahla výdatnosť 10,47l.s^{-1}. Detailný litologický popis vrtu HV-1 je zrejmý z textovej prílohy 4.

⇒ Archívny hg vrt HVV-1 (Rajec M. 1973) situovaný v rámci hodnotenej lokality bol zabudovaný na studňu oceľovou varnou rúrou priemeru 325mm do hĺbky 20m. Perforácia sa nachádza v hĺbke 10-18m a bola obalená silonovým pletivom (ø ok 2x2mm). Na vrte bola realizovaná 21-dňová čerpacia skúška, pričom bol vypočítaný koeficient filtrácie $k_f=10^{-02}$m·s^{-1} a maximálna čerpateľnosť studne 90l/sek.
Z hodnôt súčiniteľa filtrácie zvodnenej vrstvy, maximálnej vypočítanej čerpatelnosti studne a z podmienok dotácie zvodnenej vrstvy s uvažovaním sezónneho kolísania hladiny podzemnej vody bolo odporučené pre trvalý odber 30l/sek, pri znížení hladiny podzemnej vody o 0,25m od pôvodnej úrovne.
Detailný litologický popis vrtu HVV-1 je zrejmý z textovej prílohy 4.

Tab. 4.2.1.3. : Dosiahnuté hydraulické parametre počas čerpacích skúšok v minulom období (areál panelárne Vrakuňa)

	Hĺbka vrtu, zabudovanie filter od-do	Dĺžka ČS	Hpv pred čerpaním	Čerpaný Q (l/s)	Dosiah. zníženie s (m)	K_f (m.s^{-1}), resp. dopor.Q
Šarlayová M., 1972 vrt HV-1	15,0m, Ø325 mm 9,0-15,0m	8 dní	6,3 m p.t.	10,47	0,3	D_{dop}.=2,0l/s, v prípade potreby 5,0-10,0l/sek*
Rajec M., 1973, vrt HVV-1	20,0m, Ø325 mm 10,0-18,0m	21 dní	7,3 m p.t.	40,0	0,5	$k_f=1,06.10^{-2}$m.s^{-1} Q_{dop}.=30l/s pri znížení 0,25m
Porubský A., 1958, Vrt PM-10	20,0m, Ø267 mm 9,0-14,5m	17 dní	5,8 m p.t.	138,0	7,0	neuvedené

* Celkovú výdatnosť z technických príčin nebolo možné overiť

Zhrnutím dosiahnutých výsledkov možno usudzovať o pomerne dobrom zvodnení štrkovitých/štrko-piesčitých zemín a doplňovaní zásob podzemnej vody – pozri tab. 4.2.1.3.

V tabuľkách 4.2.2 a 4.2.3 uvádzame kritériá na slovné hodnotenie priepustnosti a drenážnej schopnosti zemín na základe súčiniteľa filtrácie (podľa Head, K. H.,1982).

Tab.4.2.2: Hodnotenie priepustnosti zemín podľa súčiniteľa filtrácie

Hodnotenie priepustnosti zemín	Súčiniteľ filtrácie k_f (m·s^{-1})
prakticky nepriepustné	< $1\cdot10^{-9}$
veľmi nízko priepustné	$1\cdot10^{-9}$ - $1\cdot10^{-7}$
nízko priepustné	$1\cdot10^{-7}$ - $1\cdot10^{-5}$
stredne priepustné	$1\cdot10^{-5}$ - $1\cdot10^{-3}$
vysoko priepustné	$1\cdot10^{-3}$ >

Tab.4.2.3: Hodnotenie drenážnej schopnosti podľa súčiniteľa filtrácie

Hodnotenie drenážnej schopnosti zemín	Súčiniteľ filtrácie k_f ($m \cdot s^{-1}$)
žiadna	$< 1 \cdot 10^{-8}$
zlá	$1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-6}$
dobrá	$1 \cdot 10^{-6} >$

Podľa vyššie uvedených kritérií hodnotíme piesky triedy S4 SM a štrky triedy G3 G-F ako „stredne prieoustné". Piesky tried S3 S-F, S2 SP a štrky tried G1/GW a G2/GP ako "vysoko priepustné".

Drenážna schopnosť, t.j. schopnosť odvádzať vodu pieskov tr. S4 SM, S3 S-F, S2 SP a štrkov tried G1/GW, G2/GP, G3 G-F je "dobrá".

Maximá hladín podzemnej vody v záujmovej oblasti

Pri charakteristike rozkyvu hladiny podzemnej vody záujmovej oblasti vychádzame z údajov hladín podzemnej vody pozorovacích sond SHMÚ, situovaných v jej širšom okolí.

Najbližšie k záujmovému územiu (cca 1200 m SV smerom) sa nachádza sonda č. 2731 (Bratislava –Vrakuňa). Základné údaje uvedenej sondy (obdobie rokov 1998-2017) uvádzame nižšie.

Nadmorská výška terénu, kde je situovaná táto sonda pozorovacej siete SHMÚ je 131,78 m n.m. Nadmorská výška našej záujmovej oblasti sa pohybuje približne v rozpätí cca 131,1-131,4 m n.m.

*Sonda **č**. 2731 (131,78 m n.m.)*
Pozorované obdobie (roky 1998–2016)
$H_{max.}$: 127,31 m.n.m. (14.07.1999), t.j. 4,47 m p.t.
$H_{min.}$: 126,05 m.n.m. (30.7.2014), t.j. 5,73m p.t.,
čo poukazuje na *rozkyv hladiny v sledovanom období 1,26 m.*
H_{priem} : 126,62 m n.m. t.j. 5,16 m p.t.

Pozorované obdobie rok 2017 :
$H_{max.}$ 126,32 m.n.m. (1.11.), t.j. 5,46 m p.t.
$H_{min.}$: 125,97 m.n.m. (27.10.), t.j. 5,81 m p.t.,
čo poukazuje na *rozkyv hladiny v sledovanom období 0,35 m.*
$H_{priem.}$: 126,11 m.n.m., t.j. 5,67 m p.t.

Prihliadajúc na vzdialenosť uvedenej sondy od záujmovej oblasti pokladáme uvedené hodnoty rozkyvu hladín podzemnej vody pre nami hodnotené územie len ako hrubo orientačné.

Hĺbka hladiny podzemnej vody záujmovej oblasti sa v čase prieskumných prác nachádzala v úrovni cca 5,9-6,2 m p.t. (resp. 125,12-125,29 m n.m.). Z hľadiska klimatických podmienok ide o nižší stav hpv.

S rozkyvom hladiny podzemnej vody v záujmovom území odporúčame na základe dosiahnutých výsledkov našich, ako i archívnych výsledkov v okolí uvažovať orientačne v úrovni cca ±1,0-1,5m, maxim. do 2,0m. V čase vyšších až maximálnych stavov tak možno v hodnotenom území uvažovať v úrovni 4,2-4,7m pod súčasným terénom, resp. 126,5-127,0 mnm (Patschová-Chalupková, 2011).

Zohľadnením petrografického charakteru horninového podložia v hodnotenej oblasti, overenej hĺbky hladiny podzemnej vody (v m p.t), klimatických podmienok v čase prieskumných prác (nižšia úroveň hpv) ovplyvnenie základových konštrukcií objektu tlakovou podzemnou vodou pri uvažovanom výškovom osadení objektov (±0,00=131,2 m n.m) pri plošnom spôsobe zakladania výraznejšie nepredpokladáme. V prípade zmeny výškového osadenia objektov, resp. budovania podzemných úrovní objektov je potrebné ich kontakt s podzemnej vodou prehodnotiť.

V prípade hĺbkového zakladania (piloty) je potrebné uvažovať s hpv uvedenou v tab.4.2.1.1a,b.

Pre s*tanovenie konkrétnej hodnoty maximálnej výšky hladiny podzemnej vody v hodnotenom území odporúčame projektantovi vyžiadať od SHMÚ údaje dlhodobých režimových pozorovaní hpv u všetkých sond ich monitorovacej siete v blízkom i širšom okolí.*

Posúdenie možnosti vsaku dažďových vôd v hodnotenom území

Pri posúdení možnosti odvedenia dažďových odpadových vôd pripadajú do úvahy 3 možnosti :
A) vypúšťanie odpadových vôd do mestskej kanalizácie
B) vypúšťanie odpadových vôd do podzemných vôd
C) vypúšťanie odpadových vôd do povrchového toku

A) V blízkom okolí hodnotenej oblasti, pod telesom cestnej komunikácie na Amarelkovej ulici prechádza mestská kanalizácia. Možnosti pripojenia je potrebné riešiť so správcom tejto siete v závislosti od veľkosti uvažovaného prietoku vypúšťaných vôd.

B) Z výsledkov nami realizovaných vrtných a laboratórnych prác, ako i výsledkov archívnych prieskumov v okolí možno v predmetnom území usudzovať o dobrom stupni zvodnenia kvartérnych fluviálnych sedimentov.

- V hodnotenej oblasti sa hladina podzemnej vody nachádza prevažne od úrovne cca 5,5-6,0 m od terénu, v závislosti od vodných stavov v povrchovom toku Dunaj.
- Hodnoty koeficienta filtrácie k_f štrkového súvrstvia dosahujú hodnoty rádovo 10^{-2} až 10^{-3} $m.s^{-1}$ (v závislosti od rôznej piesčitej a ílovitej prímesi štrkov)
- Bázu kolektora kvartérnych podzemných vôd tvoria relatívne nepriepustné neogénne silty/íly, silty piesčité v hĺbkovej úrovni cca 10,6-12,2 m pod súčasným terénom.
- Hydrogeologický celok fluviálnych štrkovitých sedimentov *je charakterizovaný medzizrnovou priepustnosťou a* predstavuje v riešenom území významný zdroj podzemných vôd.

- V pripovrchovej zóne riešeného územia je pre odvádzanie dažďových vôd do horninového prostredia najvhodnejšia vrstva fluviálnych štrkov. Vo všeobecnosti sa v tomto prípade jedná o priaznivé prostredie z pohľadu možného zasakovania. Prieskumnými prácami bola v území overená ich heterogenita, s premenlivým obsahom piesčitej a ílovitej prímesi v plošnom i hĺbkovom merítku (striedanie štrkov tr. G2, G1 a G3).
Štrky boli prieskumnými prácami v území overené v hĺbkach od 2,3-4,5m pod súčasným terénom (a súčasne i od ±0,00). Ich mocnosť dosahuje 7,2-9,6m.
Vzhľadom na uvedenú skutočnosť v prípade aplikácie vsaku dažďových vôd do horninového podložia odporúčame pomocou hĺbkových vrtov (hĺbky cca 7,5-8,0m).

- Projektanta upozorňujeme, že úroveň hladiny podzemnej vody v území sa nachádza pomerne v úrovni cca 5,8-6,1m od súčasného terénu, (resp. 5,8-6,0m od úrovne ±0,00) - pri nízkych až priemerných stavoch). Vykazuje voľný až mierne napätý charakter a je v priamej hydraulickej spojitosti s povrchovým tokom Dunaj.
V čase vyšších až maximálnych stavov možno predpokladať jej stúpnutie do úrovne cca 4,1-4,8m od úrovne ±0,00. Uvedenú skutočnosť je potrebné zohľadniť pri návrhu technického riešenia odvádzania vôd z povrchového odtoku do horninového prostredia (potreba zatláčania zasakovaných vôd).

- Definitívny návrh odvedenia dažďových vôd (pri úvahe spätného vsaku do horninového podložia) odporúčame riešiť v ďalšej etape pomocou vsakovacej skúšky v mieste uvažovaného odvádzania vôd (za účelom získania reálnych hodnôt k_f).

ü Pri návrhu technického riešenia je nutné mať na zreteli, že infiltrovaná voda nesmie v žiadnom prípade zhoršiť geotechnickú kvalitu zemín pod podlahou projektovaných objektov, vrátane zemnej pláne a aktívnej zóny obslužných komunikácií a parkovacích plôch.

ü Pri alternatíve spätného vsaku do horninového podložia je potrebné postupovať v zmysle súčasne platnej legislatívy, konkrétne § 37 a zákona č. 364/2004 Zz. (vodný zákon).
Povolenie na vypúšťanie odpadových vôd alebo osobitných vôd do podzemných vôd vydá orgán štátnej vodnej správy len po predchádzajúcom zisťovaní, ktoré zabezpečí žiadateľ o vydanie povolenia. Predchádzajúce zisťovanie sa zameriava najmä na :

- preskúmanie a zhodnotenie hydrogeologických pomerov v príslušnej oblasti
- zhodnotenie samočistiacich schopností pôdy a horninového prostredia danej lokality
- preskúmanie a zhodnotenie možných rizík znečistenia a zhoršenia kvality podzemných vôd

Odpadové dažďové vody vzhľadom na prítomnosť ropných látok (zo spevnených plôch a komunikácií) zaraďujeme medzi osobitné vody s obsahom škodlivých látok (rozložiteľné minerálne oleje a uhľovodíky ropného pôvodu).
Vypúšťanie odpadových vôd s obsahom znečisťujúcich látok, ktoré nie sú nebezpečné podľa Zoznamu II, prílohy č.1 sa musí obmedzovať (ropné látky patria do tejto skupiny).

Vzhľadom na tieto skutočnosti je okrem stanovenia priepustnosti, resp. „hltnosti“ horninového prostredia potrebné venovať pozornosť aj technológii čistenia dažďových odpadových vôd a sledovaniu účinnosti navrhovaného odlučovača ropných látok.

C) V blízkom okolí sa nachádza povrchový tok Malý Dunaj, vypúšťanie odpadových vôd do tohto povrchového toku je potrebné v prípade realizácie posúdiť v zmysle vodného zákona (zákon č.364/2004 Z.z.)

4.3. Inžinierskogeologické zhodnotenie výsledkov laboratórnych rozborov a skúšok z mechaniky zemín

Zeminy vyskytujúce sa v záujmovom území zatrieďujeme podľa výsledkov laboratórnych rozborov mechaniky zemín do príslušných tried v zmysle STN 72 1001. Na základe zistených pôdomechanických charakteristík im priraďujeme podľa uvedenej STN príslušné hodnoty fyzikálno-mechanických vlastností.

Symboly charakterizujúce geotechnické charakteristiky uvádzané v tejto kapitole:

w_n - vlhkosť zeminy v prirodzenom uložení
w_L - vlhkosť na medzi tekutosti
w_P - vlhkosť na medzi plasticity
I_P - číslo plasticity
I_C - stupeň konzistencie
E_{def} - modul deformácie
ϕ_u - totálny uhol vnútorného trenia
c_u - totálna súdržnosť
ϕ_{ef} - efektívny uhol vnútorného trenia
c_{ef} - efektívna súdržnosť
ν - Poissonovo číslo
β - súčiniteľ prevodu medzi modulom deformácie a oedometrickým modulom
γ - objemová tiaž

Prieskumnými prácami boli v záujmovom území overené :

Súdržné zeminy :

a/ silt so strednou plasticitou CI zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy F5 (3 vzorky)
b/ silt s nízkou plasticitou CL zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy F5 (1 vzorka)
c/ íl piesčitý zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy F4 (1 vzorka)
d/ silt piesčitý zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy F3 (3 vzorky)

Nesúdržné zeminy :

e/ piesok siltovitý SM zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy S4 (3 vzorky)
f/ piesok s prímesou jemnozrnnej zeminy S-F zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy S3 (2 vzorky)
g/ piesok zle zrnený SP zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy S2 (1 vzorka)
h/ štrk s prímesou jemnozrnnej zeminy G-F zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy G3 5 vzoriek/
i/ štrk zle zrnený GP zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy G2 /5 vzoriek/
j/ štrk dobre zrnený GW zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy G1 /4 vzorky/

4.3.1 Fyzikálno-mechanické vlastnosti zemín

Fyzikálno-mechanické charakteristiky zemín kvartéru sú spracované v tabuľke 4.3.1. pre

⇒ h o r i z o n t súdržných ílovitých/siltovitých až siltovito/piesčitých sedimentov, ktorý je tvorený zeminami prevažne triedy F5 /F3 /F4.

⇒ h o r i z o n t nesúdržných sedimentov, ktorý je tvorený prevažne zeminami triedy G3, G2, G1, S4, S3, S2 .

Priebeh laboratórnych skúšok spolu s dosiahnutými výsledkami uvádzame detailnejšie v textovej prílohe č.1.

Na základe výsledkov skúšok realizovaných na porušených i neporušených vzorkách zemín boli zistené ich popisné a fyzikálno-mechanické vlastnosti, ktoré uvádzame v tabuľke 4.3.1a.

tab.4.3.1a : Súhrnný prehľad výsledkov laboratórnych skúšok súdržných zemín z lokality Majerhoff - Vrakuňa

Označenie vrtu a hĺbky odberu vzorky	Ozna	Číslo vzorky	Fyzikálne vlastnosti vzoriek								Charakteristické priemery zŕn, číslo nerovnozrnnosti a krivosti					Konzistenčné medze, index plasticity a index konzistencie				Druh zeminy		Oedometrické skúšky - napätia		Oedometrické skúšky - moduly			Súčiniteľ filtrácie odvodené hodnoty
			w_n	ρ_n	ρ_d	γ_n	ρ_s	n	e	S_r	d_{10}	d_{30}	d_{60}	C_u	C_c	w_P	w_L	I_P	I_c	Trieda	Symbol	σ_{or}	σ_{max}	E_{oed}	β	E_{def}	k_f
			%	$kg \cdot m^{-3}$	$kg \cdot m^{-3}$	$kN \cdot m^{-3}$	$kg \cdot m^{-3}$	%	-	%	mm	mm	mm	-	-	%	%	%	-			MPa	MPa	MPa	-	MPa	$m \cdot s^{-1}$
S-11, hl.10,6-11,0m	PV4		11.99													16.5	26.2	9.7	1.07	F4	CS						
S-12, hl.1,6-2,3m	PV5		21.62													25.5	31.7	6.2	1.10	F3	MS						
S-13, hl.2,0-2,6m	PV9		20.29													24.7	30.7	6.0	1.22	F3	MS						
S-14, hl.11,6-12,0m	PV17		11.57													15.7	21.1	5.4	1.22	F3	MS						
S-15, hl.2,4-2,5m	NV2	E2	25.98	1992	1581	19.54	2766	42.8	0.749	95.9						27.6	39.5	11.9	1.13	F5	MI	0.050	0.350	11.88	0.47	5.58	
S-16, hl.1,7-1,8m	NV3	E3	28.19	1946	1518	19.09	2782	45.4	0.833	94.2						26.8	41.7	14.9	0.90	F5	MI	0.035	0.335	9.36	0.47	4.40	
S-16, hl.3,9-4,0m	NV4	E4	34.98	1871	1386	18.35	2765	49.9	0.995	97.2						26.9	43.1	16.2	0.49	F5	MI	0.080	0.380	5.34	0.47	2.51	
S-12, hl.2,7-3,4m	PV6		28.96													24.8	33.0	8.2	0.48	F5	ML						

Tab.4.3.1a : Súhrnný prehľad výsledkov laboratórnych skúšok nesúdržných zemín z lokality Majerhoff- Vrakuňa

Označenie vrtu a hĺbky odberu vzorky	Ozna	Označenie vzorky	Fyzikálne vlastnosti vzoriek								Charakteristické priemery zŕn, číslo nerovnozrnnosti a krivosti					Konzistenčné medze, index plasticity a index konzistencie				Druh zeminy		Oedometrické skúšky - napätia		Oedometrické skúšky - moduly			Súčiniteľ filtrácie odvodené hodnoty
			w_n	ρ_n	ρ_d	γ_n	ρ_s	n	e	S_r	d_{10}	d_{30}	d_{60}	C_u	C_c	w_P	w_L	I_P	I_c	Trieda	Symbol	σ_{or}	σ_{max}	E_{oed}	β	E_{def}	k_f
			%	kg·m^{-3}	kg·m^{-3}	kN·m^{-3}	kg·m^{-3}	%	-	%	mm	mm	mm	-	-	%	%	%	-			MPa	MPa	MPa	-	MPa	m·s^{-1}
S-11, hl.1,8-2,0m	PV1		18.47								0.021	0.050	0.14	6.7	0.9	19.9	25.2	5.3	-	S4	SM						2.70E-05
S-12, hl.11,8-12,0m	PV8		21.38								0.023	0.20	0.38	16.5	4.6	22.8	27.5	4.7	-	S4	SM						2.69E-05
S-13, hl.1,2-1,3m	NV1	E1	23.34	1961	1590	19.24	2740	42.0	0.723	88.4	0.018	0.07	0.1	5.2	2.9	26.6	39.5	12.9	-	S4	SM	0.025	0.325	12.85	0.74	9.51	2.09E-05
S-14, hl.2,1-3,0m	PV13		10.37								0.130	0.31	0.5	3.8	1.5	-	-	-	-	S3	S-F						1.16E-03
S-14, hl.3,2-4,0m	PV14		7.07								0.190	0.34	0.6	3.2	1.0	-	-	-	-	S3	S-F						2.57E-03
S-16, hl.12,0-13,0m	PV23		17.31								0.200	0.30	0.4	2.0	1.1	-	-	-	-	S2	SP						3.13E-03
S-13, hl.11,5-12,0m	PV12		7.65								0.051	0.40	5.0	98.0	0.6	-	-	-	-	G3	G-F						9.19E-05
S-14, hl.8,7-9,7m	PV16		5.94								0.070	0.71	5.0	71.4	1.4	-	-	-	-	G3	G-F						1.85E-04
S-15, hl.7,6-9,0m	PV19		7.16								0.100	1.30	5.0	50.0	3.4	-	-	-	-	G3	G-F						4.05E-04
S-15, hl.12,2-13,0m	PV21		7.00								0.050	0.80	4.5	90.0	2.8	-	-	-	-	G3	G-F						8.98E-05
S-16, hl.14,0-15,0m	PV24		7.29								0.028	0.33	3.4	121.4	1.1	-	-	-	-	G3	G-F						2.65E-05
S-11, hl.3,0-4,0m	PV2		1.26								0.180	0.67	5.0	27.8	0.5	-	-	-	-	G2	GP						1.48E-03
S-11, hl.8,0-9,0m	PV3		5.44								0.230	3.00	8.5	37.0	4.6	-	-	-	-	G2	GP						2.28E-03
S-13, hl.3,2-4,5m	PV10		2.55								0.200	1.10	7.0	35.0	0.9	-	-	-	-	G2	GP						1.74E-03
S-14, hl.6,3-7,5m	PV15		4.41								0.360	3.50	10.6	29.4	3.2	-	-	-	-	G2	GP						5.85E-03
S-16, hl.6,5-7,7m	PV22		6.80								0.170	0.50	7.0	41.2	0.2	-	-	-	-	G2	GP						1.22E-03
S-12, hl.6,8-8,0m	PV7		7.30								0.200	1.10	5.9	29.5	1.0	-	-	-	-	G1	GW						1.80E-03
S-13, hl.8,5-9,5m	PV11		5.98								0.180	1.90	9.9	55.0	2.0	-	-	-	-	G1	GW						1.29E-03
S-15, hl.3,5-4,8m	PV18		2.38								0.200	1.60	8.3	41.5	1.5	-	-	-	-	G1	GW						1.68E-03
S-15, hl.11,0-12,0m	PV20		4.61								0.240	2.50	9.7	40.4	2.7	-	-	-	-	G1	GW						2.44E-03

4.3.2 Fyzikálno-mechanické vlastnosti ílovito-siltovitých zemín na neporušených vzorkách

4.3.2.1 Skúšky stlačiteľnosti

Na neporušených vzorkách ílovito-siltovitých zemín z podpovrchového horizontu (charakteru siltov so strednou plasticitou, tuhej až pevnej konzistencie, resp. pieskov siltovitých, z hĺbky cca 1,2-4,0m p.t boli realizované skúšky stlačiteľnosti (4ks).

Priebeh laboratórnych skúšok stlačiteľnosti spolu s dosiahnutými výsledkami - hodnoty Eoed. pri rôznych stupňoch zaťaženia uvádzame detailnejšie v prílohe č. 3/1 až 3/4 textovej prílohy č.1 (záznam a vyhodnotenie skúšok stlačiteľnosti).

Tab. 4.3.2.1: Výsledky skúšok stlačiteľnosti - Oedometrický modul stlačiteľnosti Eoed.

sonda	Hĺbka (m p.t.)	Druh zeminy (STN 721 001)	I_c	intervaly napätia σ (MPa)	E_{oed} (MPa)	súčiniteľ b	E_{def} (MPa)
S-13	1,2-1,3	S4 SM	-	0,025÷0,325 MPa	12,85	0,74	9,51
S-15	2,4-2,5	F5 MI	1,13	0,050÷0,350 MPa	11,88	0,47	5,58
S-16	1,7-1,8	F5 MI	0,9	0,035÷0,335 MPa	9,36	0,47	4,4
S-16	3,9-4,0	F5 MI	0,49	0,080÷0,380 MPa	5,34	0,47	2,51

Pozn. : Oedometrický modul stlačiteľnosti bol prepočítaný na deformačný modul podľa vzťahu $E_{def} = \beta \cdot E_{oed}$.

Vykonané skúšky stlačiteľnosti preukázali hodnoty E_{def} :

- siltovitých zemín (tr.F5 MI) v rozpätí 2,5 až 5,6 MPa, (pri mäkkej, tuhej až pevnej konzistencii, tieto so zvyšovaním konzistencie u jednotlivých litologických typov narastajú).
- piesčito-siltovitých zemín (tr.S4 SM) 9,5 MPa (pri strednej uľahnutosti zemín)

Súhrn fyzikálno-mechanických vlastností neporušených vzoriek zemín uvádzame v tab. 4.3.2.2.

Tab. 4.3.2.2 : Fyzikálno-mechanické vlastnosti neporušených vzoriek zemín

Vrt a hĺbka odberu vzorky	S-13 hl.1,2-1,3m	S-15 hl.2,4-2,5m	S-16 hl.1,7-1,8m	S-16 hl.3,9-4,0m
Geotechnický typ zeminy	***S4/SM***	***F5/MI***	***F5/MI***	***F5/MI***
Vlhkosť w_n (%)	23.34	25.98	28.19	34.98
Objemová hmotnosť ρ_n (kg·m^{-3})	1961	1992	1946	1871
Objemová hmotnosť ρ_d (kg·m^{-3})	1590	1581	1518	1386
Objemová tiaž γ_n (kN·m^{-3})	***19.2***	***19.5***	***19.1***	***18.4***
Merná hmotnosť ρ_s (kg·m^{-3})	2740	2766	2782	2765
Pórovitosť n (%)	***42.0***	***42.8***	***45.4***	***49.9***
Číslo pórovitosti e (-)	0.723	0.749	0.833	0.995
Stupeň nasýtenia S_r (%)	88.4	95.9	94.2	97.2
Vlhkosť na medzi tekutosti w_L (%)	39.5	39.5	41.7	43.1
Index plasticity I_P (%)	12.9	11.9	14.9	16.2
Index konzistencie I_C (-)	-	***1.13***	***0.90***	***0.49***
Oedometrický modul E_{oed} (MPa)	***12.85***	***11.88***	***9.36***	***5.34***
Súčiniteľ β (-)	0.74	0.47	0.47	0.47
Deformačný modul E_{def} (MPa)	***9.51***	***5.58***	***4.40***	***2.51***

4.3.3 Odporúčané hodnoty geotechnických parametrov zemín

Odporúčané hodnoty geotechnických parametrov jednotlivých typov zemín na základe dosiahnutých výsledkov laboratórnych a technických prác v hodnotenom území (prieskumné sondy S-1 až S-8 + DPS) + zohľadnením archívnych výsledkov v širšom okolí uvádzame v tab.č.4.3.3.

KVARTÉR

- ŠTRKY S PRÍMESOU JEMNOZRNNEJ ZEMINY G-F zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy G3

Na základe výsledkov súčasnej etapy prieskumných prác v hodnotenej oblasti, s prihliadnutím na EUROKÓD 7 i výsledky archívnych prác v jej okolí *odporúčame* pre zeminy tr. *G3 G-F nasledovné geotechnické parametre zemín:*

Tab.4.3.3a: Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. G3 G-F

uľahnutosť		stredne uľahnutá (I_d 0,35-0,65)	uľahnutá (I_d 0,65-0,850)
E_{def}	modul deformácie	75-100 MPa	95-120 MPa
ϕ_{ef}	efektívny uhol vnútorného trenia	31-34°	35-37°
c_{ef}	efektívna súdržnosť	0 kPa	0 kPa
γ	objemová tiaž	19,0 kN.m^{-3}	
ν	Poissonovo číslo	0,25	
β	súčiniteľ prevodu medzi modulom deformácie a oedometrickým modulom	0,83	
m	súčiniteľ štruktúrnej pevnosti zeminy	0,3	

- ŠTRKY DOBRE ZRNENÉ GW zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy G1

Na základe výsledkov súčasnej etapy prieskumných prác v hodnotenej oblasti, s prihliadnutím na EUROKÓD 7 i výsledky archívnych prác v jej okolí *odporúčame* pre zeminy tr. *G1 GW nasledovné geotechnické parametre zemín:*

Tab.4.3.3b : Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. G1 GW

uľahnutosť		stredne uľahnutá (I_d 0,35-0,65)	uľahnutá (I_d 0,65-0,85)
E_{def}	modul deformácie	105-185 MPa	170-215 MPa
ϕ_{ef}	efektívny uhol vnútorného trenia	32-36°	35-39°
c_{ef}	efektívna súdržnosť	0 kPa	0 kPa
γ	objemová tiaž	21,0 kN.m^{-3}	
ν	Poissonovo číslo	0,20	
β	súčiniteľ prevodu medzi modulom deformácie a oedometrickým modulom	0,90	
m	súčiniteľ štruktúrnej pevnosti zeminy	0,2	

- ŠTRKY ZLE ZRNENÉ GP zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy G2

Na základe výsledkov súčasnej etapy prieskumných prác v hodnotenej oblasti, s prihliadnutím na EUROKÓD 7 i výsledky archívnych prác v jej okolí *odporúčame* pre zeminy tr. *G2 GP nasledovné geotechnické parametre zemín:*

Tab.4.3.3c: Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. G2 GP

uľahnutosť		kyprá (I_d < 0,35)	stredne uľahnutá (I_d 0,35-0,65)	uľahnutá (I_d 0,65-0,85)
E_{def}	modul deformácie	70-95 MPa	90-150 MPa	140-180 MPa
ϕ_{ef}	efektívny uhol vnútorného trenia	30-31°	32-35°	35-39°
c_{ef}	efektívna súdržnosť	0 kPa	0 kPa	0 kPa
γ	objemová tiaž	20,0 kN.m^{-3}		
ν	Poissonovo číslo	0,20		
β	súčiniteľ prevodu medzi modulom deformácie a oedometrickým modulom	0,90		
m	súčiniteľ štruktúrnej pevnosti zeminy	0,2		

- PIESKY S PRÍMESOU JEMNOZRNNEJ ZEMINY S-F zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy S3

Na základe výsledkov súčasnej etapy prieskumných prác v hodnotenej oblasti, s prihliadnutím na EUROKÓD 7 i výsledky archívnych prác v jej okolí *odporúčame* pre zeminy tr. S3 S-F (miestami s vyšším obsahom štrkovitej prímesi) *nasledovné geotechnické parametre zemín:*

Tab.4.3.3d: Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. S3 S-F s prímesou val.štrku

uľahnutosť		stredne uľahnutá (I_d 0,35-0,65)	uľahnutá (I_d 0,65-0,85)
E_{def}	modul deformácie	14-25 MPa	18-30 MPa
ϕ_{ef}	efektívny uhol vnútorného trenia	29-30 ^{o}	30-31°
c_{ef}	efektívna súdržnosť	0 kPa	0 kPa
γ	objemová tiaž	17,5 kN.m^{-3}	
ν	Poissonovo číslo	0,30	
β	súčiniteľ prevodu medzi modulom deformácie a oedometrickým modulom	0,74	
m	súčiniteľ štruktúrnej pevnosti zeminy	0,3	

- PIESKY SILTOVITÉ SM zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy S4

Na základe výsledkov súčasnej etapy prieskumných prác v hodnotenej oblasti, s prihliadnutím na EUROKÓD 7 i výsledky archívnych prác v jej okolí *odporúčame* pre zeminy tr. S4 SM *(lokálne s prímesou štrku) nasledovné geotechnické parametre zemín:*

Tab.4.3.3e : Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. S4 SM (lokálne s prímesou val.štrku)

uľahnutosť		kyprá (I_d< 0,35)	stredne uľahnutá (I_d 0,35-0,65)
E_{def}	modul deformácie	2-6 MPa	5-12 MPa
ϕ_{ef}	efektívny uhol vnútorného trenia	23-25°	25-27°
c_{ef}	efektívna súdržnosť	0-4 kPa	4-7 kPa
γ	objemová tiaž	18,0 kN.m^{-3}	
ν	Poissonovo číslo	0,30	
β	súčiniteľ prevodu medzi modulom deformácie a oedometrickým modulom	0,74	
m	súčiniteľ štruktúrnej pevnosti zeminy	0,3	

Ø Silty piesčité (MS) zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy F3

Na základe výsledkov súčasnej etapy prieskumných prác v hodnotenej oblasti odporúčame nasledovné geotechnické parametre zemín pre konzistenciu:

Tab.4.3.3f : Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. F3 MS

	tuhú	pevnú
E_{def}	4-6 MPa	6-8 MPa
ϕ_{ef}	22-24°	24-26°
c_{ef}	10-14 ^{o}	14-17 ^{o}
c_u	30-40 kPa	50-70 kPa
ν	0,35	
β	0,62	
γ	18,0 kNm^{-3}	
m	0,2	

Ø Silty s nízkou/strednou plasticitou (ML-MI) zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy F5
Na základe výsledkov súčasnej etapy prieskumných prác v hodnotenej oblasti odporúčame nasledovné geotechnické parametre zemín pre konzistenciu:

Tab.4.3.3g: Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. F5 MI-ML

	mäkkú	tuhú	pevnú
E_{def}	1-3 MPa	3-5 MPa	5-6 MPa
ϕ_{ef}	14-15 KPa	16-19 kPa	19-20 kPa
c_{ef}	6-7 KPa	8-12 kPa	12-15 kPa
c_u	20-30kPa	40-60 kPa	60-70 kPa
ν	0,40		
β	0,47		
γ	20,0 kNm^{-3}		
m	0,1	0,1-0,2	0,2

NEOGÉN :

Ø Silty/íly piesčité (MS/CS) zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy F3/F4
Na základe výsledkov súčasnej etapy prieskumných prác v hodnotenej oblasti odporúčame nasledovné geotechnické parametre zemín pre konzistenciu:

Tab.4.3.3h: Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. F3/F4

	tuhú	pevnú
E_{def}	4-6 MPa	6-10 MPa
ϕ_{ef}	22-24°	24-27°
c_{ef}	11-14°	14-18°
c_u	40-60 kPa	60-70 kPa
ν	0,35	
β	0,62	
γ	18,0 kNm^{-3}	
m	0,2	

- PIESKY ZLE ZRNENÉ SP zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy S2

Na základe výsledkov súčasnej etapy prieskumných prác v hodnotenej oblasti, s prihliadnutím na EUROKÓD 7 i výsledky archívnych prác v jej okolí *odporúčame* pre zeminy tr. S2 SP (miestami s vyšším obsahom štrkovitej prímesi) *nasledovné geotechnické parametre zemín:*

Tab.4.3.3i: Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. S2 SP (s prímesou val. štrku)

uľahnutosť		kyprá (I_d< 0,35)	stredne uľahnutá (I_d 0,35-0,65)
E_{def}	modul deformácie	9-18 MPa	15-22 MPa
ϕ_{ef}	efektívny uhol vnútorného trenia	25-29°	30-33°
c_{ef}	efektívna súdržnosť	0 kPa	0 kPa
γ	objemová tiaž	18,5 $kN.m^{-3}$	
ν	Poissonovo číslo	0,28	
β	súčiniteľ prevodu medzi modulom deformácie a oedometrickým modulom	0,78	
m	súčiniteľ štruktúrnej pevnosti zeminy	0,2	

- ŠTRKY S PRÍMESOU JEMNOZRNNEJ ZEMINY G-F zatrieďujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy G3

Na základe výsledkov súčasnej etapy prieskumných prác v hodnotenej oblasti, s prihliadnutím na EUROKÓD 7 i výsledky archívnych prác v jej okolí *odporúčame* pre zeminy tr. *G3 G-F nasledovné geotechnické parametre zemín:*

Tab.4.3.3j: Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. G3 G-F

uľahnutosť		stredne uľahnutá (I_d 0,35-0,65)	uľahnutá (I_d 0,65-0,850)
E_{def}	modul deformácie	75-110 MPa	100-135 MPa
ϕ_{ef}	efektívny uhol vnútorného trenia	31-35°	35-37°
c_{ef}	efektívna súdržnosť	0 kPa	0 kPa
γ	objemová tiaž	19,0 kN.m^{-3}	
ν	Poissonovo číslo	0,25	
β	súčiniteľ prevodu medzi modulom deformácie a oedometrickým modulom	0,83	
m	súčiniteľ štruktúrnej pevnosti zeminy	0,3	

4.4 Výsledky dynamických penetračných skúšok

Dynamické penetračné skúšky boli realizované v počte 3 ks (DPS-14, DPS-15, DPS-16) v blízkosti prieskumných vrtov S-14,15,16. Pomocou nich boli upresnené geotechnické parametre nesúdržných piesčitých a štrkovitých sedimentov. Hĺbka dynamických penetračných sond sa pohybovala v rozpätí 11,9-14,0 m. Ich situovanie je znázornené v grafickej prílohe č.2.

Výsledky prehľadne uvádzame v tab. 4.4.1. až 4.4.4. a na obrázkoch 3.1 až 3.3.

Na základe vykonaných penetračných skúšok možno nesúdržné zeminy podľa dosiahnutého indexu uľahnutosti I_D klasifikovať (Tabuľka 10 STN 72 1001) nasledovne:

Tab.4.4.1: Zatriedenie zemín podľa uľahnutosti - Tabuľka 10 STN 72 1001

Penetračná sonda DPS-14(pri sonde S-14) – hĺbka penetračnej sondy 11,9 m			
	m p.t.	Id	zatriedenie podľa Tabuľky 10 STN 72 1001
tr. S3 S-F	1,8-2,3	0,56	stredne uľahnuté
	2,3-3,2	0,7	uľahnuté
	3,2-3,9	0,64	stredne uľahnuté
tr. G2 GP	3,9-5,9	0,71	uľahnuté
	5,9-7,3	0,45	stredne uľahnuté
	7,3-8,4	0,35	stredne uľahnuté
	9,7-10,3	0,44	stredne uľahnuté
tr. G3 G-F	8,4-9,7	0,49	stredne uľahnuté
	10,3-11,6	0,36	stredne uľahnuté

Tab.4.4.2: Zatriedenie zemín podľa uľahnutosti - Tabuľka 10 STN 72 1001

Penetračná sonda DPS-15 (pri sonde S-15) – hĺbka penetračnej sondy 12,7 m			
kvartér	m p.t.	Id	zatriedenie podľa Tabuľky 10 STN 72 1001
tr. G1 GW	2,9-4,0	0,46	stredne uľahnuté
	4,0-4,7	0,78	uľahnuté
	4,7-5,8	0,59	stredne uľahnuté
	10,4-12,3	0,36	stredne uľahnuté
tr. G2 GP	5,7-7,0	0,49	stredne uľahnuté

tr. G3 G-F	7,0-8,4	0,35	stredne uľahnuté
	8,4-10,4	0,43	stredne uľahnuté
neogén			
tr. G3 G-F	12,5-12,7	0,8	uľahnuté

Tab.4.4.3: Zatriedenie zemín podľa uľahnutosti - Tabuľka 10 STN 72 1001

Penetračná sonda DPS-16 (pri sonde S-14) – hĺbka penetračnej sondy 11,9 m			
kvartér	m p.t.	Id	zatriedenie podľa Tabuľky 10 STN 72 1001
tr. G2 GP	4,4-7,6	0,52	stredne uľahnuté
	7,6-9,7	0,41	stredne uľahnuté
	9,7-10,7	0,33	kypré
	11,0-11,7	0,28	kypré
tr. S4 SM	10,7-11,0	0,32	kypré
neogén			
tr. S2 SP	11,7-13,2	0,28	kypré
tr. G3 G-F	13,2-14,0	0,58	stredne uľahnuté

Vysvetlivky : G1 – štrk dobre zrnený, G2 – štrk zle zrnený , G3 – štrk s prímesou jemnozrnnej zeminy, S4 –piesok siltovitý, S3 – piesok s prímesou jemnozrnnej zeminy

Z tabuľkových spracovaní realizovaných dynamických penetračných skúšok v záujmovom území je zrejmé, že:

kvartérne

- štrkovité sedimenty

-tr. G1 vykazujú vlastnosti stredne uľahnutých (I_D=0,46-0,59) až uľahnutých zemín (I_D=0,78) -pozri tab. 4.4.2. a obr. 3.2.

-tr.G2 vykazujú vlastnosti prevažne stredne uľahnutých zemín (I_D=0,35-0,52), miestami až uľahnutých zemín (I_D=0,71). Ojedinele boli na báze kvartérnej štrkovej formácie v okolí vrtu S-16 zistené i kypré polohy (I_D = 0,28-0,33) -pozri tab.4.4.1 až 4.4.3. + obr.3.1 až 3.3.

-tr. G3 vykazujú vlastnosti stredne uľahnutých (I_D=0,35-0,49) až uľahnutých zemín (I_D=0,8) -pozri tab. 4.4.1 až 4.4.3 + a obr. 3.1 až 3.3.

- piesčité sedimenty

-tr. S3 vykazujú vlastnosti stredne uľahnutých (I_D=0,56-0,64) až uľahnutých zemín (I_D= 0,7) -pozri tab. 4.4.1. a obr. 3.1.

-tr. S4 (na báze štrkovitého súvrstvia) vykazujú vlastnosti kyprých zemín (I_D=0,32) -pozri tab. 4.4.3. a obr. 3.3.

neogénne

- piesčité sedimenty

-tr. S2 (v podloží kvartérnych štrkov v okolí sondy S-16) vykazujú vlastnosti kyprých zemín (I_D=0,28) – pozri tab. 4.4.3 a obr. 3.3.

- štrkovité sedimenty

-tr. G3 vykazujú vlastnosti stredne uľahnutých až uľahnutých zemín (I_D=0,58-0,8) – pozri tab. 4.4.2, 4.4.3 + obr. 3.2 a 3.3.

Tab.4.4.2a: Zistené geotechnické parametre štrkovitých a piesčitých zemín na základe realizovaných DPS

označenie	trieda	m p.t.	Id	E_{def} (MPa)	E_{oed} (MPa)	j_{ef} (^{0})	c_{ef} (kPa)
tr. S3 S-F stredne uľahnuté							
DPS-14	tr.S3 S-F	1.8-2.3	0.56	13.74	18.57	29	0
DPS-14	tr.S3 S-F	3.2-3.9	0.64	18.18	24.57	30	0
tr. S3 S-F uľahnuté							
DPS-14	tr.S3 S-F	2.3-3.2	0.7	21.62	29.22	31	0
tr. S4 SM kypré							
DPS-16	tr.S4 SM	10.7-11.0	0.32	5.51	7.45	25	4
tr. S2 SP kypré							
DPS-16 N	tr.S2 SP	11.7-13.2	0.24	11.84	15.18	27	0
tr. G3 G-F - stredne uľahnuté							
DPS-14	tr. G3 G-F	8.4-9.7	0.49	92.01	110.86	32	0
DPS-14	tr. G3 G-F	10.3-11.6	0.36	77.83	93.77	31	0
DPS-15	tr. G3 G-F	7.0-8.4	0.35	74.95	90.3	31	0
DPS-15	tr. G3 G-F	8.4-10.4	0.43	87.32	105.2	32	0
DPS-16-N	tr. G3 G-F	13.2-14.0	0.58	93.23	112.33	34	0
		aritm.priemer	0.44	85.07	102.49	32.00	0
tr. G3 G-F – uľahnuté							
DPS-15 N	tr. G3 G-F	12.5-12.8	0.8	104.66	126.1	37	0
tr. G2 GP – kypré							
DPS-16-N	tr. G2 GP	9.7-10.7	0.33	92.23	102.48	31	0
DPS-16-N	tr. G2 GP	11.0-11.7	0.28	72.65	80.72	30	0
		aritm.priemer	0.31	82.44	91.60	30.50	0.00
tr. G2 GP – stredne uľahnuté							
DPS-14	tr. G2 GP	5.9-7.3	0.45	126.07	140.08	33	0
DPS-14	tr. G2 GP	7.3-8.4	0.35	96	106.67	32	0
DPS-14	tr. G2 GP	9.7-10.3	0.44	123.59	148.9	33	0
DPS-15	tr. G2 GP	5.8-7.0	0.49	139.31	154.79	34	0
DPS-16	tr. G2 GP	4.4-7.6	0.52	143.24	159.16	35	0
DPS-16	tr. G2 GP	7.6-9.7	0.41	107.59	119.54	32	0
		aritm.priemer	0.44	122.63	138.19	33.17	0
tr. G2 GP – uľahnuté							
DPS-14	tr. G2 GP	3.9-5.9	0.71	172.78	191.98	38	0
tr. G1 GW – stredne uľahnuté							
DPS-15	tr. G1 GW	2.9-4.0	0.46	148.39	164.88	34	0
DPS-15	tr. G1 GW	4.7-5.8	0.59	185.63	206.26	36	0
DPS-15	tr. G1 GW	10.4-12.3	0.36	109	121.11	32	0
		aritm.priemer	0.47	147.67	164.08	34.00	0
tr. G1 GW - uľahnuté							
DPS-15	tr. G1 GW	4.0-4.7	0.78	210.72	234.13	39	0

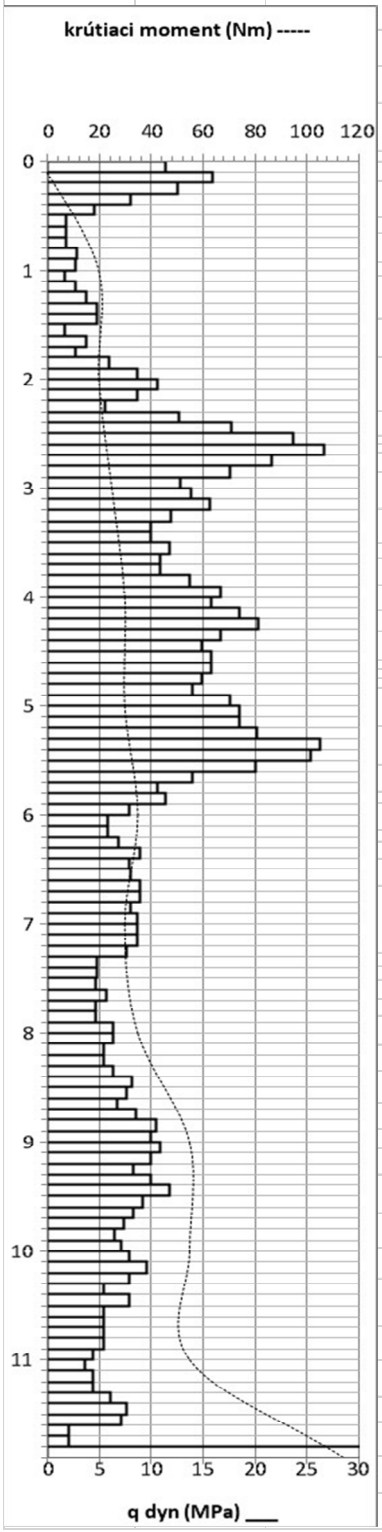
vysvetlivky: N-neogén.zeminy

Tab.4.4.2b: Zistené geotechnické parametre ílovitých/ílovito-piesčitých zemín na základe realizovaných DPS

označenie	trieda	m p.t.	Ic	E_{def} (MPa)	E_{oed} (MPa)	j_{ef} (^{0})	c_{ef} (kPa)
tr. F5 MI mäkká konzistencia							
DPS-16	tr. F5 MI	1.8-3.1	0.29	1.51	3.21	14	7
DPS-16	tr. F5 MI	3.1-4.4	0.4	2.25	4.79	15	7
		aritm.priemer	0.345	1.88	4	14.5	7
tr. F5 MI tuhá konzistencia							
DPS-15	tr. F5 MI	1.7-2.5	0.8	5.38	11.45	19	12
tr. F3 MS - tuhá až pevná konzistencia							
DPS-14/Y	tr. F3 MS	0.5-1.8	0.82	5.58	9	24	14
DPS-15	tr. F3 MS	1.0-1.7	1.22	9.16	14.77	26	17
DPS-15	tr. F3 MS	2.5-2.9	0.83	5.31	8.56	23	13
DPS-16	tr. F3 MS	0.8-1.8	1.06	7.08	11.41	24	14
DPS-14/N	tr. F3 MS	11.6-12.0	0.95	8.14	13.13	25	15
		aritm.priemer	0.98	7.05	11.37	24.40	14.60

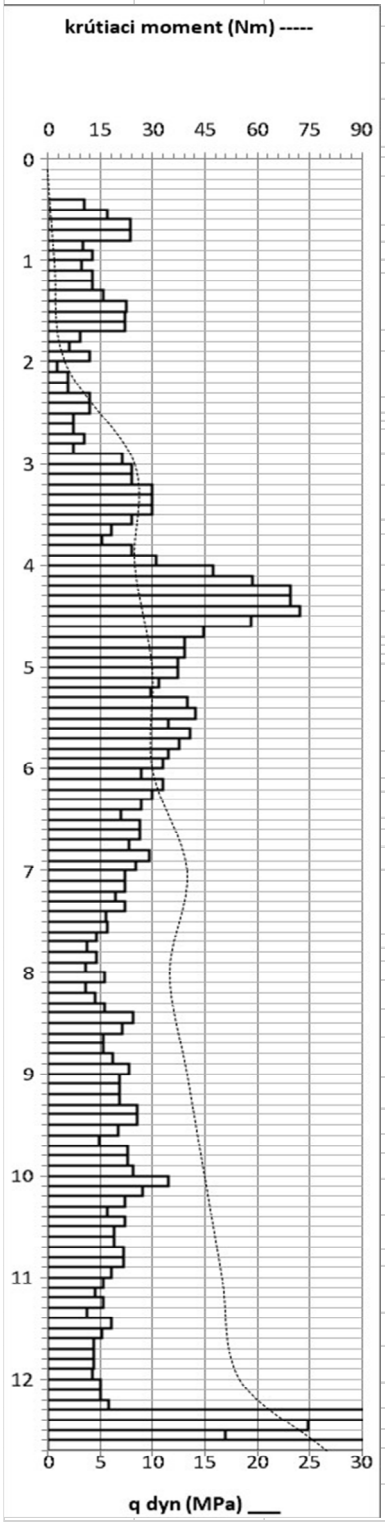
vysvetlivky: N-zeminy neogénneho veku, Y-antropogénna navážka

Zhotoviteľ: AQUIFER	Názov úlohy: Bratislava, Vrakuňa - Polyfunkčný súbor Majerhof			
	Realizoval: Kminiak, Porubský	Dátum realizácie: 25.3.2022	Súprava: DPH Stitz	Penetračná sonda: DPS-14 obr. 3.1



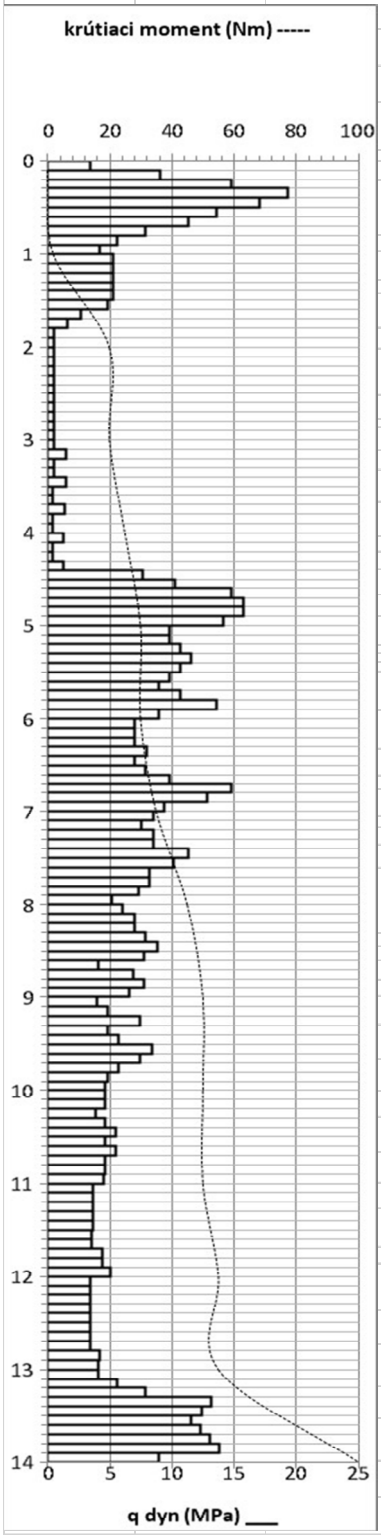
typ zeminy (symbol)	q_{dyn} (Mpa)	I_D/I_C*	konzistencia*	E_{def} (Mpa)	φ_{ef} (°)	E_{oed} (Mpa)	c_{ef} (kPa)
navážky (Y)	-	-	-	-	-	-	-
navážka-silt piesčitý (Y/ (F-S) MS)	2.79	0,82*	tuhá*	5.58	24	9.00	14
piesok s prímesou jemnozrnnej zeminy (S3/S-F)	7.85	0.56	stredne uľahnuté	13.74	29	18.57	0
	18.02	0.70	uľahnuté	21.62	31	29.22	0
	11.25	0.64	stredne uľahnuté	18.18	30	24.57	0
štrk zle zrnený (G2/GP)	17.26	0.71	uľahnuté	172.78	38	191.98	0
	7.88	0.45	stredne uľahnuté	126.07	33	140.08	0
	5.33	0.35	stredne uľahnuté	96.00	32	106.67	0
štrk s prímesou jemnozrnnej zeminy (G3/G-F)	9.20	0.49	stredne uľahnuté	92.01	32	110.86	0
štrk zle zmený (G2/GP)	7.72	0.44	stredne uľahnuté	123.59	33	148.90	0
štrk s prímesou jemnozrnnej zeminy (G3/G-F)	5.56	0.36	stredne uľahnuté	77.83	31	93.77	0
NEOGÉN/ silt piesčitý	2.03	0,95*	pevná*	8.14	25	13.13	15

Zhotoviteľ: AQUIFER	Názov úlohy: Bratislava, Vrakuňa - Polyfunkčný súbor Majerhof			
	Realizoval: Kminiak, Porubský	Dátum realizácie: 25.3.2022	Súprava: DPH Stitz	Penetračná sonda: DPS-15 obr.3.2



typ zeminy (symbol)	q_{dyn} (Mpa)	I_D/I_C*	ťahnutosť konzistencia*	E_{def} (Mpa)	φ_{ef} (°)	E_{oed} (Mpa)	c_{ef} (kPa)
navážky (Y)	-	-	-	-	-	-	-
silt piesčitý (F3/MS)	5.58	1,22*	pevná*	9.16	26	14.77	17
silt so strednou plasticitou (F5/MI)	2.69	0,80*	tuhá*	5.38	19	11.45	12
silt piesčitý (F3/MS)	2.65	0,83*	tuhá*	5.31	23	8.56	13
štrk dobre zmený (G1/GW)	8.24	0.46	stredne ťahnuté	148.39	34	164.88	0
	19.98	0.78	uľahnuté	210.72	39	234.13	0
	12.38	0.59	stredne ťahnuté	185.63	36	206.26	0
štrk zle zrnený (G2/GP)	9.29	0.49	stredne ťahnuté	139.31	34	154.79	0
štrk s prímesou jemnozrnnej zeminy (G3/G-F)	5.35	0.35	stredne ťahnuté	74.95	31	90.30	0
	7.27	0.43	stredne u	87.32	32	105.20	0
štrk dobre zmený (G1/GW)	5.45	0.36	stredne u	109.00	32	121.11	0
Neogén/pieskovec-pís	>30	-	-	>80	-	-	-
NEOGÉN - G3/G-F	20.93	0.80	uľahnuté	104.66	37	126.10	0

Zhotoviteľ: AQUIFER	Názov úlohy: Bratislava, Vrakuňa - Polyfunkčný súbor Majerhof			
	Realizoval: Kminiak, Porubský	Dátum realizácie: 24.3.2022	Súprava: DPH Stitz	Penetračná sonda: DPS-16 obr.3.3



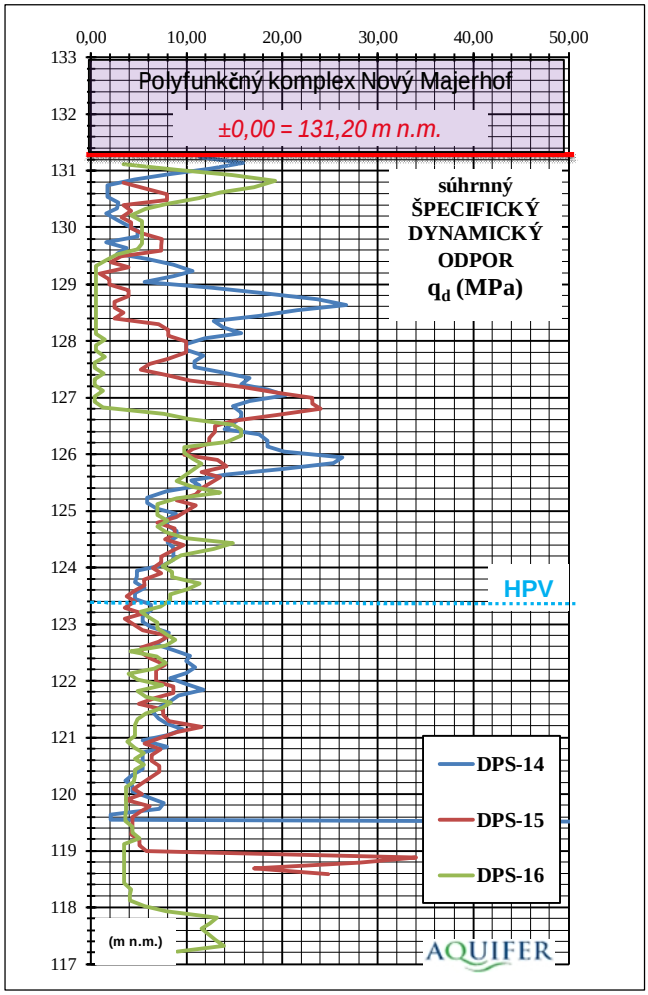
typ zeminy (symbol)	q_{dyn} (Mpa)	I_D/I_C*	ľahnutos konzistencia*	E_{def} (Mpa)	φ_{ef} (°)	E_{oed} (Mpa)	c_{ef} (kPa)
navážky (Y)	-	-	-	-	-	-	-
silt pies (F3/MS) ľahnuté	4.54	1,06*	pevná*	7.08	24	11.41	14
silt so strednou plasticitou (F5/MI)	0.50	0,29*	mäkká*	1.51	14	3.21	7
	0.75	0,40*	mäkká*	2.25	15	4.79	7
štrk zle zrnený (G2/GP)	10.23	0.52	stredne u	143.24 ľahnuté	35	159.16	0
	6.72	0.41	stredne u	107.59 ľahnuté	32	119.54	0
	4.85	0.33	kypré	92.23	31	102.48	0
piesok siltovitý (S4/SM)	4.59	0.32	kypré	5.51	25	7.45	4
štrk zle zmený (G2/GP)	3.63	0.28	kypré	72.65	30	80.72	0
piesok zle zrnený (S2/SP)	3.95	0.24	kypré	11.84	27	15.18	0
štrk s prímesou jemnozrnnej zeminy (G3/G-F)	11.65	0.58	stredne uľahnuté	93.23	34	112.33	0

4.5. Návrh spôsobu zakladania

Litologické a hydrogeologické pomery záujmovej oblasti sú podrobnejšie rozpracované v kapitole 4.1. a 4.2. Výskyt jednotlivých typov zemín a hornín v hĺbkových úrovniach prieskumných sond zobrazuje pre lepšiu názornosť tab. 4.1.1., tab.4.2.1 a geologické rezy (graf.príloha č.3).

Pri projektantom udanom výškovom osadení objektov sa bude úroveň ±0,00 nachádzať približne v úrovni súčasného terénu (konkrétne cca ±0,1m od súčasnej výšky (viď tab.4.7.1).

Výsledky realizovaného inžiniersko-geologického prieskumu preukázali, že pod vrstvou navážky (prevažne mocnosti 1,0-1,6 m) sa celoplošne náchadzajú vysokostlačiteľné siltovité až siltovito/ílovito-piesčité zeminy (charakteru tr.F5/F3/F4). Lokálne boli overené i zeminy tr.S4 (piesky siltovité) a tr.S3 (piesky s prímesou jemnozrnnej zeminy. Ich mocnosť sa pohybuje v rozpätí 2,0-3,5m m (pozri tab. 4.2.1), ojedinele boli overené aj polohy mocnosti 0,7m (S-11). Návrhová únosnosť týchto zemín v nezámrznej hĺbke dosahuje minimálne 340 kPa (pri pevnej konzistencii).



Obr.4 – Súhrnný dynamický odpor

Vzhľadom na premenlivú mocnosť stlačiteľných siltov, resp. siltov piesčitých a ich nízke pevnostné a deformačné parametre (Edef.= 1-8 MPa) v porovnaní s objemovo stabilnými a málo stlačiteľnými štrkmi odporúčame všetky objekty založiť až do prostredia štrkov rastlého terénu – pozri tab. 4.5.1.

Vykonané dynamické penetračné skúšky preukázali, že ide prevažne o stredne uľahnuté až uľahnuté zeminy (viď kapit. 4.4). Lokálne, na báze štrkovitých zemín boli overené i kypré polohy (v okolí sondy S-16 v úrovni 9,7-11,0 m p.t).

Mocnosť štrkovitých zemín (tr. G1, G2, G3) v záujmovom území dosahuje cca 7-9 m (pozri tab.4.5.1).

S prihliadnutím na hĺbkový výskyt štrkovitých zemín voči uvažovanej úrovni ±0,00 (131,2 m n.m), konkrétne boli zistené cca 2,4-4,5m od ±0,00, *odporúčame objekty založiť do prostredia štrkov hĺbkovo, a to pomocou krátkych širokoprofilových pilot.*

Únosnosť päty piloty bude v danom prostredí stredne uľahnutých štrkov dosahovať:

- *Pri priemere 900 mm – 720 kN*
- *Pri priemere 1230 mm - 1350 kN*

Tab.4.5.1 : Výskyt štrkovitých zemín v záujmovom území

vrt	niveleta sondy	štrkovité sedimenty						mocnosť štrkov	±0.00	výskyt štrkov od ±0.00
		tr.G2, G1, G3								
	(m n.m)	od (mpt)/mnm			do (mpt)/mnm					
S-11	131.15	2.30	/	128.85	10.60	/	120.55	8.30	131.20	2.35
S-12	131.29	3.40	/	127.89	11.80	/	119.49	8.40	131.20	3.31
S-13	131.07	3.00	/	128.07	12.00	/	119.07	9.00	131.20	3.13
S-14	131.34	4.00	/	127.34	11.60	/	119.74	7.60	131.20	3.86
S-15	131.29	3.00	/	128.29	12.20	/	119.09	9.20	131.20	2.91
S-16	131.22	4.50	/	126.72	11.70	/	119.52	7.20	131.20	4.48
*	mocnosť ovplyvnená hĺbkou prieskumného diela									

Konečný výber zakladania, vrátane hĺbky a technického prevedenia základovej konštrukcie bude stanovené projektantom a statikom zohľadňujúc celkové zaťaženie stavby, vrátane priťaženia od telesa násypu.

ü Hĺbkový priebeh geotechnických parametrov zemín u jednotlivých vrtov podávame pri vyhodnotení DPS (obr.3.1 až 3.3) + na obr.4 (vykreslenie súhrnného dynamického odporu q_d).

ü Odporučené hodnoty geotechnických parametrov pre jednotlivé typy zemín na základe výsledkov vrtných, laboratórnych prác v období 03/2022, ako i výsledkov archívnych prác v okolí podávame v tabuľkách 4.3.3a až 4.3.3j (kapit.4.3.3)

Únosnosť zemnej pláne pod podlahami obytných domov by mala dosahovať:

$E_{def\,2}$ = 60-80MPa (pri klasickej výstuži) pri $E_{def\,2} / E_{def\,1} \leq 2,5$

$E_{def\,2}$ = 90-120 MPa (pri použití drátkobetónu) pri $E_{def\,2} / E_{def\,1} \leq 2,5$

V daných podmienkach sa odporúča zemná pláň pod podlahami objektov obytných domov tvorená násypom z drveného kameňa, s plynulou krivkou zrnitosti zhutneným na požadované parametre. Drvený kameň musí mať ∅ zrna max. 12 cm. Hrúbku výmeny podložia, resp. hrúbku násypu pod objektom stanoví projektant na základe konkrétnych parametrov zaťaženia objektu.

Pre oblasť spevnených plôch vyplynuli na základe realizovaného prieskumu tieto závery :
- od hĺbky prevažne 1,0-1,5m pod súčasným terénom boli overené siltovité až siltovito-piesčité sedimenty. Z vykonaných laborat.rozborov ide o zeminy charakteru siltov/ílov piesčitých (F3/F4), siltov s nízkou až strednou plasticitou (F5), mäkkej, tuhej až pevnej konzistencie. Lokálne boli zistené i polohy pieskov siltovitých (S4), resp. pieskov s prímesou jemnozrnnej zeminy (S3).

Hlbšie pod nimi (cca 2,5-4,0 m p.t) vystupujú štrkovité zeminy (tr.G1, G2, resp. G3). Realizované DPS potvrdili, že vykazujú prevažne vlastnosti stredne uľahnutých až uľahnutých zemín (I_D=0,35-0,8).
Deformačné moduly E_{def} jemnozrnných súdržných zemín sa pohybujú v podpovrchových úrovniach v rozpätí cca 1-6 Mpa (u siltovitých zemín tr. F5), 4-8 MPa u siltovito-piesčitých zemín tr.F3, 2-12 MPa u piesčito-siltovitých zemín tr. S4 až 75-215 MPa (u štrkovitých zemín tr. G1,G2, G3).

V daných prípadoch ide o :

ü *nebezpečne namŕzavé zeminy – tr. F5 MI, F5 ML (z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky sú nevhodné)., resp. namŕzavé až nebezpečne namŕzavé zeminy - tr. F3 MS (z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky sú podmienečne vhodné).*

- ***namŕzavé až mierne namŕzavé zeminy** – **tr. S4 SM** (z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky sú podmienečne vhodné).*
- ***nenamŕzavé zeminy** – **tr. G2, G1** (z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky sú vhodné) a **tr. S3** (z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky sú podmienečne vhodné).*

Nepriaznivé podmienky v dôsledku lokálnej prítomnosti ílovitých zemín mäkkej až tuhej konzistencie v podloží uvažovaných spevnených plôch je nutné eliminovať vhodným násypom.

Vzhľadom na jemnozrnnú namŕzavú až vysokonamŕzavú siltovitú/siltovito-piesčitú vrstvu zemín tvoriacu vrchnú časť podložia *je potrebné dodržať nezámrznú hĺbku a konštrukciu spevnených plôch prispôsobiť stlačiteľnosti siltov.*

V danom geologickom prostredí je potrené nahradiť minimálne 1 meter ílov vhodným hrubozrnným materiálom s plynulou krivkou zrnitosti, ktorý je potrebné odseparovať od jeho základovej pláne, ktorú tvorí prírodné prostredie vhodným typom separačnej geotextílie. V opačnom prípade, realizáciou výmeny podložia bude dochádzať k zabáraniu po vrstvách zhutňovanej konštrukčnej vrstvy spevnených plôch. V danom heterogénnom prostredí odporúčame vylepšiť vlastnosti základovej pláne použitím vhodného typu geomreže, položenej na separačnú geotextíliu.

Konečnú mocnosť násypu pod cestným telesom, resp. úpravu podložia stanoví projektant na základe požadovaných prevádzkových zaťažení a nivelety vozovky v zmysle STN 736133.
Pevnosť zemnej pláne odporúčame po odkope overiť terénnymi skúškami.

Pod vozovkami a spevnenými plochami je nutné dosiahnuť parametre na zemnej pláni :

$E_{def\ 2}$ = 45MPa pri $E_{def\ 2} / E_{def\ 1} \leq 2,5$ - pre stredné dopravné zaťaženia (tr.dopravného zaťaženia II. a III),

$E_{def\ 2}$ > 60 MPa pri $E_{def\ 2} / E_{def\ 1} \leq 2,5$ - pre väčšie dopravné zaťaženia (tr.dopravného zaťaženia I), ak projektant nestanoví inak

Na hutnenie násypov z drveného kameňa sú vhodné valce s hmotnosťou na hladkom behúni min. 15 t. Kameň musí obsahovať frakciu prachovitú, piesčitú i kamenitú. Prekrytie stôp má byť 20 cm. Kontrolu hutnenia bude nutné realizovať statickou zaťažovacou skúškou - doskou.

4.6 Ťažiteľnosť zemín a hornín

Jednotlivé litologické typy zemín, ktoré boli overené prieskumnými prácami, zaraďujeme v súlade s STN 73 3050 "Zemné práce" do nasledovných tried ťažiteľnosti:

trieda 1: humózny pokryv (O)
silt piesčitý (MS), mäkký
silt s nízkou/strednou plasticitpou (ML/MI), mäkký

trieda 2: navážky - charakteru siltov piesčitých (MS_Y) s obsahom valúnov štrku Ø 0,5-1-3 cm, ojedinele do 5-8 cm
silt piesčitý (MS), tuhý
silt s nízkou/strednou plasticitpou (ML/MI), tuhý
piesok siltovitý (SM), s obsahom valúnov štrku Ø 0,5-1-3 cm, suchý
piesok s prímesou jemnozrnnej zeminy (S-F), stredne uľahnutý, suchý až vlhký
ojedinele s obsahom valúnov štrku Ø 0,5-1-2 cm
štrk dobre/zle zrnený (GW/GP), suchý až vlhký, stredne uľahnutý
štrk zle zrnený (GP), valúny Ø 0,5-1-3 cm, zvodnený
štrk s prímesou jemnozrnnej zeminy (G-F), valúny Ø 0,5-1-3 cm, zvodnený

trieda 3: navážky - charakteru makadamus obsahom železných drôtov
silt piesčitý (MS), pevný
silt so strednou plasticitou (MI), pevný
piesok s prímesou jemnozrnnej zeminy (S-F), stredne uľahnutý, suchý až vlhký
ojedinele s obsahom valúnov štrku Ø 0,5-1-2 cm, uľahnutý
štrk dobre/zle zrnený (GW/GP), suchý až vlhký, uľahnutý
štrk dobre zrnený (GW), zvodnený
štrk zle zrnený (GP), zvodnený
štrk s prímesou jemnozrnnej (G-F), zvodnený
piesok siltovitý, slabo zvodnený (neogén)
íl piesčitý (CS), pevný, (neogén)
pieskovec slabo spevnený (R6-R5)
trieda 4: piesok zle zrnený (SP), s obsahom valúnov štrku Ø 0,5-1-2 cm zvodnený
piesok siltovitý (SM), s obsahom valúnov štrku Ø 1-2-3 cm zvodnený

Triedu ťažiteľnosti udávame v dokumentácii prieskumných diel – tab. 4.1.1.

Prechodné/dočasné zárezy a násypy na stavenisku vydržia vo zvislých sklonoch bez paženia maximálne na výšku 1,0 m. Pri realizácii dočasných výkopov sa svahy upravia podľa STN 73 3050 čl.83 v pomere:

silt..... 1: 0,25 až 1:0,50
siltovitý piesok 1:1
silt piesčitý..... 1:1

4.7 Klasifikácia zemín pre dopravné stavby v zmysle STN 73 6133

Na základe výsledkov vrtných prác bolo overené, že do hĺbky 2-3 m p.t. od navrhovanej ±0,00=131,20 m n.m. sa v podloží jednotlivých objektov, spevnených plôch a príjazdových komunikácii nachádzajú nižšie uvedené litologické typy zemín (pozri tab.4.7.1).
Tab.4.7.1:

označ.	nadm.výška	stanovená ±0,00	Odkop (-) resp. násyp (+) vzhľadom na ±0,00	Zeminy v hĺbke 2,0- 3,0 m od ±0,00
sondy	mnm			
S-11	131,15	131,20	+0,05	S4 SM, F3 MS_1, G2 GP
S-12	131,29	131,20	- 0,09	F3 MS_1, G2 GP, F5 ML
S-13	131,07	131,20	+0,13	F3 MS_1, S4 SM, F5 ML
S-14	131,34	131,20	- 0,14	F3 MS_1, S3 S-F
S-15	131,29	131,20	- 0,09	F3 MS_1, F5 MI, G1 GW
S-16	131,22	131,20	- 0,02	F5 MI

Z tabuľky 4.7.1 je zrejmé, že mimo pôdneho pokryvu a navážky (ktoré je potrebné odstrániť) sa v podloží spevnených plôch nachádzajú zeminy typu : F3 MS_1, F5 ML, F5 MI, S3 S-F, S4 SM, G1 GW, G2 GP. Z toho dôvodu ich klasifikujeme v zmysle STN 73 6133.

Podľa Bochníček, O., Lapin, M., Soták, Š., (Atlas SR, 2002) patrí územie do oblasti, ktorá je charakterizovaná v dlhodobom pozorovaní (obdobie rokov 1961-1990) počtom mrazových dní 88 v roku (pozorovacia stanica Bratislava-letisko). Hĺbka premŕzania podľa ON 736196 je:
$h_{pr.} = \sqrt{2}. \alpha_0 . Tm = \sqrt{2}.57.88 = 100,2$ cm (pri uvažovaní mrazového súčiniteľa $\alpha_0 = 57$), t.j. $h_{pr.}$ = min. 1,0 m.

Klasifikácia zemín pre dopravné stavby podľa STN 73 6133:

- silt piesčitý I zaraďujeme v zmysle tabuľky 4 STN 73 6133 pod poradové číslo 3, a označujeme symbolom F3 MS_1, čo do vhodnosti do násypov zaraďujeme ako vhodné. Z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky sú podmienečne vhodné. Z hľadiska namŕzavosti podľa upraveného Scheibleho kritéria ich zaraďujeme medzi namŕzavé až nebezpečne namŕzavé zeminy.

- silt s nízkou plasticitou zaraďujeme v zmysle tabuľky 4 STN 73 6133 pod poradové číslo 7, a označujeme symbolom F5 ML, čo do vhodnosti do násypov zaraďujeme ako podmienečne vhodné. Z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky sú nevhodné. Z hľadiska namŕzavosti podľa upraveného Scheibleho kritéria ich zaraďujeme medzi nebezpečne namŕzavé zeminy.

- silt so strednou plasticitou zaraďujeme v zmysle tabuľky 4 STN 73 6133 pod poradové číslo 8, a označujeme symbolom F5 MI, čo do vhodnosti do násypov zaraďujeme ako podmienečne vhodné. Z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky sú nevhodné. Z hľadiska namŕzavosti podľa upraveného Scheibleho kritéria ich zaraďujeme medzi nebezpečne namŕzavé zeminy.

- piesok s prímesou jemnozrnnej zeminy zaraďujeme v zmysle tabuľky 4 STN 73 6133 pod poradové číslo 19, a označujeme symbolom S3 S-F, čo do vhodnosti do násypov zaraďujeme ako vhodné. Z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky sú podmienečne vhodné. Z hľadiska namŕzavosti podľa upraveného Scheibleho kritéria ich zaraďujeme medzi nenamŕzavé zeminy.

- piesok siltovitý zaraďujeme v zmysle tabuľky 4 STN 73 6133 pod poradové číslo 20, a označujeme symbolom S4 SM, čo do vhodnosti do násypov zaraďujeme ako vhodné. Z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky sú podmienečne vhodné. Z hľadiska namŕzavosti podľa upraveného Scheibleho kritéria ich zaraďujeme medzi mierne namŕzavé až namŕzavé zeminy.

- štrk dobre zrnený zaraďujeme v zmysle tabuľky 4 STN 73 6133 pod poradové číslo 22, a označujeme symbolom G1 GW, čo do vhodnosti do násypov zaraďujeme ako vhodné. Z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky sú vhodné. Z hľadiska namŕzavosti podľa upraveného Scheibleho kritéria ich zaraďujeme medzi nenamŕzavé zeminy.

- štrk zle zrnený zaraďujeme v zmysle tabuľky 4 STN 73 6133 pod poradové číslo 23, a označujeme symbolom G2 GP, čo do vhodnosti do násypov zaraďujeme ako vhodné. Z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky sú vhodné. Z hľadiska namŕzavosti podľa upraveného Scheibleho kritéria ich zaraďujeme medzi nenamŕzavé zeminy.

tab. 4.7.3: Parametre geotechnických vlastností (STN 73 6133) tab. C.1:

	Obsah jemných častíc (%)	Medza tekutosti W_L (%)	Proctor standard		Pomer únosnosti CBR	
			Max.objem. Hmotnosť ($kg.m^{-3}$)	Optim.vlhkosť zeminy (%)	za optim. vlhkosti	za 95 % saturácie vodou
F3 MS_1	35-50	do 60	1750-2000	10-25	5-25	4-15
F5 ML	nad 65	do 30	1600-1800	12-20	3-20	2-7
F5 MI	nad 65	35-50	1500-1750	15-25	2-15	1-6
S3 S-F	5-15	-	1700-2100	8-16	8-70	6-25
S4 SM	15-35	-	1730-2050	8-18	6-50	4-15
G1 GW	do 5	-	-	-	-	-
G2 GP	do 5	-	-	-	-	-

Vodný režim:

Pod pojmom vodný režim podložia rozumieme priebeh zmien rozdelenia a miery vlhkosti zeminy v podloží, prípadne prítomnosť a charakter podzemnej vody v horninovom prostredí.

Určujúcimi činiteľmi pre hodnotenie vplyvu vodného režimu je :

- úroveň hladiny podzemnej vody - h_{pv}
- hĺbka premŕzania - h_{pr}
- výška kapilárneho výstupu vody pri plnej saturácii zemín - h_s

Rozlišujeme režim :

difúzny,	ak $h_0 > hs$	$h_0 \neq 0$ – výmrazky nevzniknú
pendulárny,	ak $h_0 < hs$	$h_0 \neq 0$ – výmrazky nevzniknú
kapilárny	ak $h_0 = 0$, hs zasahuje až do h_{pr}	– tvorba výmrazkov

Výška kapilárneho výstupu vody pri plnej (100%) saturácii zemín - h_s a maximálnej výške kapilárnej vzlínavosti zemín – h_{max}. jednotlivých zemín :

- štrkovitej zeminy triedy G1	h_s = 0,0 m	h_{max} = 0,0 m
- štrkovitej zeminy triedy G2	h_s = 0,0 m	h_{max} = 0,0 m
- siltovitej zeminy triedy F5 MI	h_s = 0,0 m	h_{max} = 0,0 m

V záujmovom prostredí uvažujeme s hĺbkou premŕzania h_{pr} = minimálne 100cm od terénu.

Tab. 4.7.3 : Stanovenie výšky kapilárneho výstupu pri zohľadnení hpv počas prieskumných prác (03/2022)

Názov sondy	hpv od ±0,00	hĺbka premŕzania	hpv od hpr	h_s	h_0
S-11	6,05m	100 cm	5,05 m	0,0m (G2)	5,05 m
S-12	5,80m	100 cm	4,80 m	0,0m (G2/G1)	4,80 m
S-13	5,95m	100 cm	4,95 m	0,0m (G2/G1)	4,95 m
S-14	6,02m	100 cm	5,02 m	0,0m (G2)	5,02 m
S-15	5,97m	100 cm	4,97 m	0,0m (G1)	4,97 m
S-16	6,02m	100 cm	5,02 m	0,0m (G1)	5,02 m

Hladina podzemnej vody bola v čase prieskumných prác narazená vo všetkých prieskumných sondách S-11 až S-16 v úrovni 5,90-6,20 m p.t., (resp. v úrovni 125,12-125,29 m n.m), s ustálením v úrovni 5,82-6,16 m p.t. resp. 5,80-6,05 od ±0,00 (125,15-125,40 m n.m.). Kolektorom podzemných vôd v území sú fluviálne štrkové sedimenty charakteru štrkov dobre/zle zrnených (tr.G1/G2), lokálne charakteru štrkov s prímesou jemnozrnnej zeminy (G-F). Vzhľadom na veľmi nízky obsah jemnozrnnej frakcie v týchto štrkovitých zeminách dosahuje kapilárny zdvih (h_s) 0,0 m.

V niektorých prípadoch je kvartérny kolektor spojený s neogénnym v jeho podloží. Konkrétne v prípadoch, keď fluviálne štrky prechádzajú s hĺbkou plynulo do neogénnych zemín charakteru pieskov a štrkov (napr.u S-16).

Po zohľadnení narazenej a ustálenej hladiny podzemnej vody, stanovenej úrovne ±0,00 a výšky kapilárneho zdvihu štrkov, možno v čase nižších až priemerných stavov hpv v riešenom území uvažovať s priaznivým difúznym režimom.

V čase vyšších vodných stavov podzemnej vody (126,5-127,0 m n.m.) bude v riešenom území taktiež prevažne priaznivý difúzny vodný režim, s výnimkou vrtu S-16, kde možno predpokladať podmienečne vhodný pendulárny vodný režim.

S uvedenými poznatkami kapilárnej vzlínavosti i chemizmu podzemnej vody (pozri kap. 4.9) odporúčame uvažovať pri návrhu ochrany základových konštrukcií.

4.8. Seizmicita a stabilita územia

V zmysle STN EN 1998-1 Eurokód 8 „Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť“ podľa článku 3.1.2 „Identifikácia kategórie podložia“ patrí záujmové územie do kategórie C s nasledovnými parametrami:

$V_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (počet úderov /30cm)	C_u (kPa)
180-360	15-50	70-250

$V_{s,30}$ (m/s) – priemerná hodnota rýchlosti šírenia šmykových vĺn S v horných 30m podložia pri šmykovej pomernej deformácií 10^{-5} alebo menšej
N_{SPT} - počet úderov pri štandartnej penetračnej skúške
C_u (kPa) – neodvodená šmyková pevnosť zeminy

V zmysle STN EN 1998-1/NA/Z2 Eurokód 8 „Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť“ zdrojových oblastí seizmického rizika na území Slovenska patrí lokalita do zdrojovej oblasti s referenčným špičkovým seizmickým zrýchlením a_{gR}=0,63 m.s^{-2}.

V mieste prieskumu neboli boli zistené prejavy nestability územia. Vzhľadom na rovinatý charakter a opevnenie brehov vrátane protipovodňových úprav je územie stabilné a vznik svahových pohybov nie je možný.

4.9. Chemické zloženie podzemných vôd vzhľadom na stavebné konštrukcie

V rámci uvedenej zákazky bola odobratá jedna vzorka podzemnej vody z vŕtanej sondy S-15 v lokalite Bratislava Vrakuňa. Vzorka bola odobratá dňa 25.3.2022. Účelom odberu vzorky vody bolo stanovenie základného chemizmu náporovej vody v sledovanej lokalite z hľadiska jej agresívneho účinku voči stavebninám, najmä voči betónu a oceli. Rozbor vody bol vykonaný ihneď po prevoze vzorky do laboratória.

Vzorka vody z vŕtanej sondy S-15

Analyzovaná vzorka vody bola pri subjektívnom hodnotení mierne zakalená, s malým zemitým sedimentom (zákal 12 ZF, farba 64 mg/l Pt). Merná vodivosť vody bola 104,4 mS/m. Vzorka je vysoko mineralizovaná s odparkom sušeným pri 105 °C 810 mg/l, hydrogeochemicky prevládajúcim hydrogénuhličitanovým aniónom (586,8 mg/l) a vápnikovým katiónom (187,4 mg/l). Reakcia vody bola mierne zásaditá s pH 7,11. Z hľadiska znečistenia organickými látkami bola hodnota $CHSK_{Mn}$ 2,71 mg/l pod limitom pre pitné vody (Vyhláška č. 247/2017 Z.z.). V sledovanej lokalite nebola zistená prítomnosť agresívneho oxidu uhličitého podľa Heyera, z Tillmansovej teórie vyplýva nulový obsah agresívneho CO_2 na železo a na mramor, z teórie podľa Lehmann-Reussa nebola zistená prítomnosť agresívneho CO_2 na mramor, na základe normy STN EN 75 7151 „Požiadavky na akosť vody dopravovanej potrubím je hodnota Langelierovho indexu nasýtenia -0,13 (pre teplotu vody 12 °C), z čoho vyplýva, že voda má nepatrné agresívne účinky (v praxi ±0,25 sa berie ešte ako rovnovážny stav). Ide o veľmi tvrdú vodu (7,095 mmol/l, 39,73 °N), v porovnaní s Vyhláškou č. 247/2017 pre pitné vody nevyhovuje vzorka vody norme v parametri mangán, amoniak, zákal a farba. Na základe koncentrácie agresívneho CO_2 podľa Heyera, síranov (84,67 mg/l), amónnych iónov (0,81 mg/l), horčíka (58,79 mg/l) a hodnoty pH vody (7,11) je vzorka vody pod kritériami, ktoré udáva tab. 2 STN EN 206-1, preto sa neuvádza stupeň XA.

Hodnotenie agresivity voči betónu

V lokalite odberu vzorky podzemnej vody v daných hydrogeologických podmienkach sledované ukazovatele agresivity vody voči betónovej stavebnej konštrukcii (agr. CO_2, pH, sírany, amoniak, horčík) neprevyšujú žiadne limitné hodnoty STN EN 206-1, pre danú kvalitu vody sa neuvádza stupeň XA. Podľa národnej prílohy STN EN 206-1/NA takéto chemické prostredie nevyžaduje osobitné protikorózne opatrenia.

Hodnotenie agresivity voči oceli

Porovnaním analyzovaných koncentrácií ukazovateľov s limitnými obsahmi legislatívy na kovové konštrukcie podľa STN 03 8375 možno konštatovať:

V podzemnej vode odobratej z vrtu S-15 bola analyzovaná

- suma ukazovateľov $SO_3^-+Cl^-$ (165,18 mg/l) nad limitnú koncentráciu 100 mg/l, na základe čoho patrí *k vodám so strednou agresivitou prostredia* na kovové konštrukcie.
- hodnota mernej elektrolytickej vodivosti 1044 μS/cm, t.j.nad limitnú hodnotu 430 μS/cm, na základe čoho patrí k vodám *s veľmi vysokou agresivitou prostredia na kovové konštrukcie*

Zhrnutím možno konštatovať, že vo vzorke vody zo sondy S-15 je najnepriaznivejším ukazovateľom merná elektrická vodivosť so zaradením do stupňa IV., kde na ochranu kovových materiálov je potrebné použiť zosilnenú izoláciu.

Protokoly laboratórnych analýz sú súčasťou textovej prílohy č.2.

5. ZÁVER

Za účelom upresnenia inžinierskogeologických a hydrogeologických pomerov územia pre navrhovanú výstavbu Polyfunkčného komplexu Nový Majerhof na Amarelkovej ulici bol v období 03-04 2022 vykonaný doplnkový inžinierskogeologický prieskum.

Vrtné práce pozostávali s realizácie prieskumných sond v počte 6 ks do hĺbky 1,0-15,0m pod terénom. Pre upresnenie geotechnických parametrov nesúdržných sedimentov boli realizované aj 3 dynamické penetračné sondy do hĺbky 11,9-14,0m.

- Realizovanými vŕtanými sondami S-11 až S-16 boli v záujmovom území overené kvartérne antropogénne, nivné a fluviálne sedimenty, v podloží ktorých vystupujú sedimenty neogénu.

Vzhľadom na bývalé a súčasné využitie pozemku (bývalá paneláreň, neskôr betonárka) tvoria povrchovú vrstvu na lokalite antropogénne sedimenty. Tieto siahajú po úroveň 0,4-1,6 p.t.

Pod antropogénnymi navážkami, resp.humóznym pokryvom boli prieskumnými sondami až do hĺbky 1,4-4,7m p.t. (resp. 129,74-126,47 m n.m.) overené celoplošne *siltovito-piesčité až siltovité sedimenty* (pozri tab.4.2.1). V zmysle STN 72 1001 boli na základe laboratórnych rozborov overené *silty piesčité (tr.F3/MS) až piesky siltovité (tr.S4 /SM)*. Okrem zemín s výraznejším zastúpením piesčitej zložky boli v tomto súvrství overené aj polohy *siltov s nízkou až strednou plasticitou (tr.F5 /MI,resp.ML) mäkkej až tuhej konzistencie.*

Hĺbkový priebeh jednotlivých typov zemín je zrejmý z geologických rezov (pozri grafická príloha 3).

Pod súdržnými sedimentami boli vrtnými prácami vo všetkých sondách overené fluviálne štrkopiesčité sedimenty. Štrky boli vrtnými prácami zistené od úrovne 2,3m až 4,5m pod súčasným terénom (resp. i od uvažovanej ±0,00).

Štrko-piesčité zeminy sú reprezentované prevažne *štrkmi zle zrnenými (tr.G2 GP), štrkmi dobre zrnenými (tr.G1 GW) a štrkmi s prímesou jemnozrnnej zeminy (tr. G3 G-F).* Ich mocnosť sa pohybuje v rozpätí 7,2-9,2m. Dynamické penetračné skúšky potvrdili, že štrky vykazujú vlastnosti prevažne stredne uľahnutých až uľahnutých zemín (I_D=0,35-0,8 – pozri kapit. 4.4). Lokálne boli na báze štrkového súvrstvia overené i kypré plohy (u S-16 v úrovni 9,7-11,7m).

Neogénne sedimenty vystupujúce v podloží kvartérneho pokryvu boli overené prieskumnými prácami v hĺbkovej úrovni 10,6-12,2m p.t. (resp.119,09-120,55m n.m) v prípade vrtov S-11,12,14,15,16. V záujmovej lokalite sú v povrchovej úrovni tvorené siltami piesčitými (tr. F3), resp.pieskami siltovitými (tr.S4) – okolie sond S-11,S-12,S-14.

V severnej až severovýchodnej časti parcely (okolie sond S-15, S-16) boli overené piesčité až štrkovité zeminy charakteru pieskov zle zrnených (tr. S2 SP) až štrkov s prímesou jemnozrnnej zeminy (tr. G3 G-F). V danom prípade kvartérny kolektor podzemnej vody prechádza plynulo do neogénneho kolektora.

Hĺbkové rozhrania jednotlivých typov zemín v prieskumných sondách udávame v tab. 4.2.1.

Hydrogeologické pomery územia sú podmienené geologickou stavbou, morfológiou, klimatickými pomermi. Vodonosným horizontom sú fluviálne štrkopiesčité sedimenty.

Narazená hladina podzemnej vody sa v kvartérnom zvodnenci počas nami realizovaných prieskumných prác (03/2022) pohybovala prevažne v úrovni 5,9-6,2 m p.t. (resp. 125,12-125,29 m n.m.), s ustálením v úrovni 5,82-6,16 m p.t resp. 125,15-125,4 m n.m), čo poukazuje na jej voľný až mierne napätý charakter. Podzemné vody sú v priamej hydraulickej spojitosti s povrchovými vodami Dunaja. Smer prúdenia podzemných vôd sa na základe archívnych prieskumných prác predpokladá v smere SZ - JV až SSZ-JJV (smerom k toku Dunaj).

5.1. Záverečné odporúčania z hľadiska IG pre zakladanie objektov:

- Pri projektantom udanom výškovom osadení objektov sa bude úroveň ±0,00 (131,2 m n.m) nachádzať cca ±0,1 m od súčasného terénu (viď tab.4.7.1).
- Výsledky realizovaného inžiniersko-geologického prieskumu preukázali, že pod vrstvou navážky (prevažne mocnosti 0,4-1,6 m) sa celoplošne náchadzajú vysokostlačiteľné siltovito-piesčité zeminy (charakteru tr.F3/F5). Lokálne boli overené i zeminy tr.S4 (piesky siltovité) a tr.S3 (piesky s prímesou jemnozrnnej zeminy. Ich mocnosť dosahuje cca 2,0-3,5m m (pozri tab. 4.2.1), ojedinele boli overené aj polohy mocnosti 0,7m (S-11) Návrhová únosnosť týchto zemín v nezámrznej hĺbke dosahuje minimálne 340 kPa (pri pevnej konzistencii).
- Vzhľadom na premenlivú mocnosť stlačiteľných siltov a ich nízke pevnostné a deformačné parametre (Edef.=1-8 MPa) v porovnaní s objemovo stabilnými a málo stlačiteľnými štrkmi odporúčame všetky objekty založiť až do prostredia štrkov rastlého terénu) – pozri tab. 4.5.1.

Vykonané dynamické penetračné skúšky preukázali, že ide prevažne o stredne uľahnuté až uľahnuté zeminy. Lokálne, na báze štrkovitých zemín boli overené i kypré polohy (v okolí sondy S-16 v úrovni 9,7-11,0 m p.t) - viď kapit. 4.4.

Mocnosť štrkovitých zemín (tr. G1, G2, G3) v záujmovom území dosahuje cca 7-9 m (pozri tab.4.5.1).

S prihliadnutím na hĺbkový výskyt štrkovitých zemín voči uvažovanej úrovni ±0,00 (131,2 m n.m), konkrétne boli zistené cca 2,4-4,5m od ±0,00, *odporúčame objekty založiť do prostredia štrkov hĺbkovo, a to pomocou krátkych širokoprofilových pilot.*

Únosnosť päty piloty bude v danom prostredí stredne uľahnutých štrkov dosahovať:

- *Pri priemere 900 mm – 720 kN*
- *Pri priemere 1230 mm - 1350 kN*

ü Konečný výber zakladania, vrátane hĺbky a technického prevedenia základovej konštrukcie bude stanovené projektantom a statikom zohľadňujúc celkové zaťaženie stavby, vrátane priťaženia od telesa násypu.

ü Hĺbkový priebeh geotechnických parametrov zemín u jednotlivých vrtov podávame pri vyhodnotení DPS (obr.3.1 až 3.3) + na obr.4 ((vykreslenie súhrnného dynamického odporu q_d).

ü Odporučené hodnoty geotechnických parametrov pre jednotlivé typy zemín na základe výsledkov vrtných, laboratórnych prác v období 03/2022, ako i výsledkov archívnych prác v okolí podávame v tabuľkách 4.3.3a až 4.3.3j (kapit.4.3.3).

Únosnosť zemnej pláne pod podlahami obytných domov by mala dosahovať:

$E_{def\,2}$ = 60-80MPa (pri klasickej výstuži) pri $E_{def\,2} / E_{def\,1} \leq 2,5$

$E_{def\,2}$ = 90-120 MPa (pri použití drátkobetónu) pri $E_{def\,2} / E_{def\,1} \leq 2,5$

Pod vozovkami a spevnenými plochami je nutné dosiahnuť parametre na zemnej pláni :

$E_{def\ 2}$ = 45MPa pri $E_{def\ 2}$ / $E_{def\ 1}$ ≤ 2,5 - pre stredné dopravné zaťaženia (tr.dopravného zaťaženia II. a III),

$E_{def\ 2}$ > 60 MPa pri $E_{def\ 2}$ / $E_{def\ 1}$ ≤ 2,5 - pre väčšie dopravné zaťaženia (tr.dopravného zaťaženia I), ak projektant nestanoví inak.

Návrh zakladania uvádzame detailnejšie v kapit.4.5.

HYDROGEOLOGICKÉ POMERY

ü Najvýznamnejším zvodnencom v hodnotenej oblasti sú kvartérne štrkovité fluviálne sedimenty Dunaja (charakteru štrkov dobre/zle zrnených, resp. s prímesou jemnozrnnej zeminy).

ü Lokálne je tento prvý zvodnený kolektor prepojený s piesčitými polohami podložného neogénu, čím dochádza k tvorbe komplikovanejších podmienok obehu a režimu podzemných vôd.
Súbor kvartérneho kolektora podzemnej vody sa vyznačuje pórovou priepustnosťou, prevažne s voľnou až mierne napätou hladinou podzemnej vody. 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.
Z výsledkov nami realizovaných vrtných a laboratórnych prác, ako i výsledkov archívnych prieskumov v okolí možno v predmetnom území usudzovať o dobrom stupni zvodnenia kvartérnych fluiviálnych sedimentov. Priepustnosť je smerovo variabilná, lokálne veľmi rozdielna. Vo všeobecnosti má komplex kvartérnych sedimentov koeficient filtrácie k_f = n. x 10^{-2} až n x 10^{-3} m.s^{-1}.

ü Vysoký výpar spôsobuje, že doplňovanie podzemných vôd v oblasti Podunajskej nížiny zrážkami je v porovnaní s tým veľmi nízke. Obdobne i prestup vôd z oblasti Malých Karpát a dotácia z Malého Dunaja sú zanedbateľné (Patschová-Chalupková, 2011).

ü Smer prúdenia podzemných vôd sa na základe archívnych prieskumných prác sa predpokladá SZ - JV až SSZ-JJV (smerom k toku Dunaj). Tento bol potvrdený aj režimovými meraniami v období prieskumných prác (pozri obr.2). Priemerná hodnota piezometrického gradientu v okolí hodnotenej oblasti je 0,883.10^{-3}(Urban, 2015).

ü Narazená hladina podzemnej vody sa v kvartérnom zvodnenci počas nami realizovaných prieskumných prác (03/2022) pohybovala v rozpätí 5,9-6,2 m p.t. (resp. 125,12-125,29 m n.m.), s ustálením v úrovni 5,82-5,16 m p.t, čo poukazuje na voľný až mierne napätý charakter. Podzemné vody sú v priamej hydraulickej spojitosti s povrchovými vodami Dunaja. Z hľadiska dlhodobejších klimatických podmienok sa v čase prieskumných prác jednalo o nižšie vodné stavy.

ü V riešenom území na základe dlhodobejších režimových meraní na sondách SHMÚ v okolí uvažujeme orientačne s rozkyvom hladiny ±1,0-1,5m, maxim. do 2,0m. V zmysle uvedených predpokladov úroveň maximálnej hladiny možno v území očakávať v úrovni 4,2-4,7 m pod súčasným terénom, resp. v úrovni 126,5-127,0 m n.m (Patschová-Chalupková, 2011). Stanovenie konkrétnej hodnoty maximálnej hladiny podzemnej vody v hodnotenom území odporúčame projektantovi v spolupráci s organizáciou SHMÚ.

ü Zohľadnením petrografického charakteru horninového podložia v hodnotenej oblasti, overenej hĺbky hladiny podzemnej vody (v m p.t), klimatických podmienok v čase prieskumných prác (nižšia úroveň hpv) a uvažovanej úrovne ±0,00 prítomnosť tlakovej podzemnej vody počas výstavby (pri plošnom spôsobe zakladania) výraznejšie nepredpokladáme. V prípade zmeny výškového osadenia objektov, resp. budovania podzemných častí objektov je potrebné ich kontakt s podzemnej vodou prehodnotiť.

ü S výskytom hladiny podzemnej vody v prípade hĺbkového zakladania treba uvažovať vo vyššie uvedených hĺbkach (tab.4.2.2).

Do úvahy ďalej prichádza kapilárna vzlínavosť podzemnej vody, ktorá sa podrobnejšie hodnotí len pri dopravných stavbách. *Z výsledkov je zrejmé, že v čase nižších až priemerných stavov hpv možno uvažovať celoplošne s priaznivým difúznym režimom. V čase vyšších až maxim.vodných stavov možno v riešenom území uvažovať taktiež prevažne s priaznivým difúznym režimom,* s výnimkou vrtu S-16, kde možno predpokladať podmienečne vhodný pendulárny vodný režim. S uvedenými poznatkami kapilárnej vzlínavosti i chemizmu podzemnej vody (pozri kap. 4.9) odporúčame počítať pri návrhu ochrany základových konštrukcií – pozri kapitola 4.7.

ü Archívnou excerpciou výsledkov čerpacích skúšok v okolí riešeného územia možno v území predpokladať štrkové zeminy s koeficientom filtrácie v rozmedzí $k_f = n.10^{-2} – n.10^{-3}$ $m.s^{-1}$, poukazujúci na dobré zvodnenie a zásobnosť tohoto kolektora.

ü V pripovrchovej zóne riešeného územia je pre odvádzanie dažďových vôd do horninového prostredia najvhodnejšia vrstva fluviálnych štrkov. Vo všeobecnosti sa v tomto prípade jedná o priaznivé prostredie z pohľadu možného zasakovania. Štrky boli prieskumnými prácami v území overené v hĺbkach od 2,3-4,5m pod súčasným terénom (a súčasne i od ±0,00). Ich mocnosť dosahuje 7,2-9,6m. Vzhľadom na uvedenú skutočnosť v prípade aplikácie vsaku dažďových vôd do horninového podložia odporúčame pomocou hĺbkových vrtov (hĺbky cca 7,5-8,0m).

Hodnotenie agresivity podzemnej vody voči betónu

V lokalite odberu vzorky podzemnej vody (S-15) v daných hydrogeologických podmienkach sledované ukazovatele agresivity vody voči betónovej stavebnej konštrukcii (agr. CO_2, pH, sírany, amoniak, horčík) neprevyšujú žiadne limitné hodnoty STN EN 206-1, pre danú kvalitu vody sa neuvádza stupeň XA. Podľa národnej prílohy STN EN 206-1/NA takéto chemické prostredie nevyžaduje osobitné protikorózne opatrenia.

Hodnotenie agresivity voči oceli

Porovnaním analyzovaných koncentrácií ukazovateľov s limitnými obsahmi legislatívy na kovové konštrukcie podľa STN 03 8375 je zrejmé, že hodnota mernej elektrolytickej vodivosti 1044µS/cm bola analyzovaná nad limitnú hodnotu 430 µS/cm, na základe čoho patrí k vodám *s veľmi vysokou agresivitou prostredia na kovové konštrukcie.* Ďalej došlo k prekročeniu limitnej koncentrácie 100 mg/l i v prípade sumy ukazovateľov $SO_3^-+Cl^-$ (165,18 mg/l), zaraďujúce k vodám *so strednou agresivitou prostredia* na kovové konštrukcie – bližšie pozri kapit. 4.9.

ü Zeminy vyskytujúce sa v záujmovom území v zmysle STN 73 3050 zaraďujeme do 1. až 4.triedy ťažiteľnosti (bližšie pozri kapit. 4.6 záverečnej správy).

ü V mieste prieskumu neboli boli zistené prejavy nestability územia. Prechodné zárezy a násypy na stavenisku vydržia vo zvislých sklonoch bez paženia maximálne na výšku 1,0 m. Svahovanie výkopov (dočasných) odporúčame v zmysle STN 733050 so sklonom 1: 0,25 (íl) až 1:0,50 (Íl + silt piesčitý) až 1:1 (štrk piesčitý).

V Bratislave, dňa 30.4.2022

Vypracovali : Mgr. Milan Kminiak

RNDr. Katarína Kminiaková, PhD.

Spolupracoval : Ing. Miroslav Porubský

6. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- Atlas krajiny SR, 2002
- Čakany Š. M. 1971): „ Posudok o základovej pôde – nová paneláreň“ (Stavoprojekt Bratislava jún 1970) Geofond:25411
- Kminiaková K.,-Kminiak M.-Porubský M, 2016.., : „Bratislava, Vrakuňa – obytný súbor Amarelo“ (AQUIFER s.r.o., 2016).
- Rajec M..: „Bratislava – Vrakuňa, hg.prieskum, (IGHP n.p. Žilina 05/1973) Geofond: 29998
- Šarlayová, M.., : „Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HV-1 n lokalite , inžinierskogeologický prieskum (Vodné zdroje n.p., máj 1972). Geofond: 27321.
- STN 73 1001 „Základová pôda pod plošnými základmi“
- STN 72 1001 „Klasifikácia zemín a skalných hornín“
- STN 73 3050 „Zemné práce“
- STN 73 6133 „Stavba ciest. Teleso pozemných komunikácií.“
- STN EN 1998-1/NA, eurokód 8 – navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť
- STN 73 0036 “Seizmické zaťaženie stavieb”
- STN 72 1012 „Laboratórne stanovenie vlhkosti zemín“
- STN 72 1013 „Laboratórne stanovenie medze plasticity zemín“
- STN 72 1014 „Laboratórne stanovenie medze tekutosti zemín“
- STN 72 1010 „Objemová hmotnosť“
- STN 72 1011 „Zdanlivá hustota pevných častíc“