

ZÁVEREČNÁ SPRÁVA



Názov geologickej úlohy: „Bratislava, Bajkalská ulica – areál DRUDOP – inžinierskogeologický prieskum.“

Číslo geologickej úlohy: 19-09-22
Evidenčné číslo geolog. prác: 759/2022
Dátum vyhotovenia: december 2022
Druh geologických prác: Inžinierskogeologický prieskum
Etapa geologického prieskumu: orientačný
Názov riešiteľskej organizácie: AQUIFER s.r.o.
Bleduňová 66, 841 08 Bratislava
Číselný kód a názov okresu: 102 Bratislava II.
Číselný kód a názov obce: 529320 Bratislava – mestská časť Ružinov
Objednávateľ geologických prác: MTS SVK Development 06, s.r.o.
Mlynské nivy 68
Bratislava - mestská časť Ružinov 821 05

Výtlačok: 1/5
Zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy: Mgr. Milan Kminiak
RNDr. Katarína Kminiaková
Spolupracoval: Ing. Miroslav Porubský
Štatutárny zástupca spoločnosti: Mgr. Milan Kminiak



AQUIFER s.r.o.
Bleduňová 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	3
2.4.	GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMERY - ŠIRŠIA OBLASŤ.....	4
3.	METODIKA A ROZSAH REALIZOVANÝCH PRÁČ	7
3.1.	VRTNÉ PRÁCE	7
3.2.	VZORKOVACIE PRÁCE	7
3.3.	LABORATÓRNE PRÁCE	8
3.4.	DYNAMICKÉ PENETRAČNÉ SKÚŠKY	10
3.5.	MERAČSKÉ PRÁCE	11
3.6.	GEOLOGICKÉ PRÁCE.....	11
4.	VÝSLEDKY A ZHODNOTENIE PRIESKUMNÝCH PRÁČ :	11
4.1.	GEOLOGICKÉ POMERY – GEOLOGICKÁ DOKUMENTÁCIA SOND	11
4.2.	ÚLOŽNÉ POMERY	15
4.2.1	HYDROGEOLOGICKÉ POMERY.....	17
4.3.	INŽINIERSKOGEOLOGICKÉ ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV LABORATÓRNYCH ROZBOROV A SKÚŠOK Z MECHANIKY ZEMÍN	21
4.3.1	ODPORÚČANÉ HODNOTY GEOTECHNICKÝCH PARAMETROV ZEMÍN.....	22
4.4.	VÝSLEDKY DYNAMICKÝCH PENETRAČNÝCH SKÚŠOK	26
4.5.	NÁVRH 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	40
4.9.	CHEMICKÉ ZLOŽENIE PODZEMNÝCH VÔD VZHLADOM NA STAVEBNÉ KONŠTRUKCIE	41
4.10.	KONTAMINÁCIA HORNINOVÉHO PROSTREDIA	42
4.10.1	VYMEDZENIE POTENCIÁLNYCH ZDROJOV ZNEČISTENIA V RÁMCI HODNOTENEJ PARCELY A JEJ OKOLIA	42
4.10.2	KVALITA ZEMÍN	48
4.10.3	KVALITA PODZEMNÝCH VÔD	53
5.	ZÁVER.....	58
5.1.	ZÁVEREČNÉ ODPORÚČANIA Z HĽADISKA ENVIRONMENTÁLNEHO ZAŤAŽENIA POZEMKU	58
5.2.	ZÁVEREČNÉ ODPORÚČANIA Z HĽADISKA IG	59
6.	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	62

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. 3a: Výsledky laboratórnych analýz vzoriek zemín z kvalitatívneho hľadiska – natívna vzorka
 Príloha č. 3b: Výsledky laboratórnych analýz vzoriek podzemnej vody z kvalitatívneho hľadiska
 Príloha č. 4: Polohopisné a výškopisné zameranie vrtov
 Príloha č. 5: Preskúmanosť záujmového územia a jeho okolia

B) Grafická časť

- Príloha č. 1: Situácia záujmovej lokality – širšie vzťahy – grafická mierka
 Príloha č. 2: Situácia záujmovej oblasti s vyznačením prieskumných diel a geologických rezov M 1:1000
 Príloha č. 3: Geologické rezy A-A', B-B' C-C' M 1:500/100, M 1:600/100, M 1:600/100
 Príloha č. 4: Fotodokumentácia

1. ÚVOD

Predkladaná záverečná správa bola vypracovaná na základe objednávky spoločnosti MTS SVK Development 06, s.r.o. z mesiaca december 2022.

Úlohou prieskumných prác bolo vyhodnotenie inžiniersko-geologických, hydrogeologických pomerov, ako i posúdenia stavu environmentálneho zaťaženia pozemku v areáli spoločností DRUDOP, stavebné a opravárenské družstvo a Rental BA s.r.o. na Bajkalskej ulici.

Názov geologickej úlohy:

„Bratislava, Bajkalská ulica – areál DRUDOP – inžinierskogeologický prieskum“

Úlohy geologického prieskumu možno špecifikovať nasledovne:

- popísať geologické a hydrogeologické pomery záujmového územia
- prieskumnými dielami upresniť inžinierskogeologické pomery v riešenom území a zatriediť zeminy v zmysle STN 72 1001 do príslušných tried
- overiť výskyt hladiny podzemnej vody do hĺbkovej úrovne cca 10-18,0 m p.t.
- upresniť mocnosť a litologický charakter pokryvných, súdržných a nesúdržných zemín kvartéru a neogénu
- 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
- posúdiť a stanoviť prípadnú mieru kontaminácie zemín a podzemných vôd
- na základe výsledkov prieskumu odporučiť najvhodnejšie spôsoby zakladania

Miesto realizácie prieskumných prác sa nachádza v MČ Bratislava – Ružinov, v k.ú. Nivy na Bajkalskej ulici, v areáli spoločností DRUDOP, stavebné a opravárenské družstvo a Rental BA s.r.o.. Riešené územie zo severnej ohraničuje voľná nezastavaná plocha, zo západnej strany ul. Bajkalská, z južnej strany areál spoločnosti LABAŠ s.r.o., a z východnej strany areál spoločnosti PERSET a.s.. Povrch riešeného územia bol v čase realizácie prieskumných prác tvorený spevnenými plochami.

1.1 Preskúmanosť územia

V blízkom, ako aj širšom okolí riešeného územia boli v minulom období realizované prieskumné práce so zameraním na overenie inžinierskogeologických a hydrogeologických pomerov. Konkrétne sa jedná o nasledovné elaboráty:

- Vlasko, I., - Vlasko, I., 2012: „Bajkalská – areál spoločnosti Reality development a.s. - Bratislava“ – záverečná správa z orientačného inžinierskogeologického prieskumu, V&V GEO, s.r.o. (Geofond: 91557)
- Vlasko, I., 2010: „Bratislava, Prievozská – Bajkalská, Forum Business Center“ – záverečná správa z podrobného inžinierskogeologického prieskumu, V&V GEO, s.r.o. (Geofond: 90050)
- Dobiš, M., 1980: „Bratislava – nadväzná investícia DŽM I. stavba Bajkalská ulica km 0,0-0,995 s mimoúrovňovou križovatkou s Prievozskou ulicou“ – záverečná správa z inžinierskogeologického prieskumu, Dopravoprojekt, Bratislava (Geofond: 46565)

Lokalizácia uvedených archívnych prác je zrejmá z grafickej prílohy č.1. Ich stručnú charakteristiku udávame v textovej prílohe 5.

2. PRÍRODNÉ POMERY

2.1. Geomorfologické pomery

V zmysle geomorfologickej klasifikácie SR (Mazúr, Lukniš, 1980 in Atlas krajiny SR 2002) záujmové územie patrí do:

- sústavy Alpsko – Himalájskej
- podsústavy – Panónska panva
- provincie – Západoslovenská panva
- subprovincie – Malá Dunajská kotlina
- oblasti – Podunajská nížina
- celku – Podunajská rovina

Podunajská rovina je rovinný krajinný celok v juhozápadnej časti Podunajskej nížiny. Na severozápade susedí s Malými Karpatmi, na severe a východe s Podunajskou pahorkatinou, na juhu a juhozápade s Maďarskom a Rakúskom. Monotónny rovinatý povrch s malými výškovými rozdielmi (nadmorská výška 110-130m) tvoria riečne usadeniny na niektorých miestach prekryté nánosmi naviatych pieskov. Najmladšie časti roviny sa nachádzajú na nivách jednotlivých tokov.

Nad ich plochý povrch, so zvyškami mŕtvych ramien sa miestami dvíhajú mierne vyklenuté vyvýšeniny – agradačné valy, ktoré sú budované štrkami a štrkopieskami, väčšinou prekrytými hlinitými riečnymi sedimentmi, alebo lokálne previatymi pieskami a sprašami. Najrozsiahlejšia vyvýšenina sa tiahne stredom Žitného ostrova a predstavuje jeho morfológicky najstaršiu a zároveň najsuššiu časť. Takéto mierne vyvýšené formy lemujú celý Žitný ostrov a nachádzajú sa pozdĺž Dunaja i Malého Dunaja. Nivy tokov s charakterom sústav agradačných valov sú veľmi široké. Niva Dunaja má šírku až vyše 30km, niva Váhu 7-15km. Na ramená sa vetviaca riečna sieť podporovala ukladanie materiálu na vrchole vyvýšení. Priestory medzi vyvýšenými valmi a ich znížené okraje boli zamokrené. Niektoré mali charakter močiarov, počas vysokých vodných stavov až jazier. Vyšší stupeň roviny patrí riečnym terasám (do 30m relatívnej výšky nad Dunajom).

Terén záujmového územia je rovinatý, nadmorská výška sa pohybuje v úrovni cca 136 m n.m. $\pm 0,5$ m.

2.2. Hydrologické pomery

Záujmové územie patrí do základného povodia rieky Dunaj 4-20-01 Dunajos ústia Moravy po ústie Váhu. Dunaj je typickou alpskou riekou s pomerne vyrovnaným rozdelením odtoku v priebehu roka. Prietokový režim je do istej miery ovplyvnený vodnými dielami vybudovanými na nemeckom a rakúskom úseku rieky. V súčasnosti je hladinový režim Dunaja v SR ovplyvnený vodným dielom Gabčíkovo. Vzduť hladiny dosahuje približne po rkm 1860. Dlhodobý priemerný prietok Dunaja v Bratislave je $2\,044\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$. Územie patrí k vrchovino-nížinnej oblasti, s dažďovo-snehovým režimom odtoku, s maximálnymi prietokmi v mesiaci marec a s minimálnymi v mesiaci september. Vysokú vodnosť dosahuje Dunaj a jeho prítoky v mesiacoch február až apríl. Sú viazané na topenie snehov.

Na základe zhodnotenia zrážkovo-odtokových vzťahov v období rokov 1931 až 1980 sa priemerný ročný špecifický odtok v oblasti pohybuje prevažne okolo $1,0\text{--}5,0\text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\text{ na km}^2$, maximálny špecifický odtok v úrovni $0,2\text{--}0,4\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$ a minimálny špecifický odtok sa pohybuje v rozmedzí $0,1\text{--}0,5\text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$ (Lešková D., Majerčáková O. Atlas krajiny SR 2002).

Vodný tok Dunaj je od riešeného územia vzdialený cca 1,4 km juhozápadným smerom a preteká v smere Z-V a v oblasti prístavu mení tok prúdenie v smere S-J. V tab. 2.2.1 uvádzame vybrané hydrologické údaje rieky Dunaj v období rokov 2012-2020.

Tab. 2.2.1: Vybrané hydrologické údaje rieky Dunaj v meranom mieste Bratislava

Prietok	rkm 1879,80	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Priemerný	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	2121	2417	1788	1700	1944	1844	1644	1962	1840
Maximálny	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	5404	10640	5931	5262	5645	4861	5206	5490	5751
Minimálny	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1101	1081	943	789	822	844	731	970	993
Vodný stav	rkm 1868,75	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
priemerný	cm	357	386	338	331	355	339	325	357	343
najvyšší	cm	645	1034	693	647	681	607	636	675	690
najnižší	cm	225	227	264	241	242	248	241	258	267

zdroj: Štatistické ročenky Hlavného mesta SR Bratislavy

Vodné plochy

V širšom okolí záujmového územia cca 870 m SSV smerom sa nachádza vodná plocha Ružinovské jazero.

2.3. Klimatické pomery

Územie Bratislavy sa vyznačuje špecifickými vlastnosťami klímy mesta a jeho okolia. Cirkulačné pomery v území (najmä v znížených častiach) ovplyvňuje predovšetkým oblasť Malých Karpát.

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) sa pohybuje v rozmedzí 11-12°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 sa teplota pohybuje okolo 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 2015-2020 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 2015-2020 (stanica Bratislava-letisko)

rok	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Máj	Jún	Júl	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.	rok
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	10,7	5,0	2,5	12,0

zdroj: Štatistické ročenky Hlavného mesta SR Bratislavy 2016-2021

V dlhodobom pozorovaní (obdobie rokov 1961-1990) sa priemerný ročný úhrn zrážok v záujmovej oblasti 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 2015-2020 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 2015-2020 (stanica Bratislava-letisko)

rok	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Máj	Jún	Júl	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.	rok
2015	68,1	29,8	31,3	26,1	49,4	15,2	30,4	74,4	33,6	82,4	31,5	21,2	493,4
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	20,0	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

zdroj: Štatistické ročenky Hlavného mesta SR Bratislavy 2016-2021

Priemerný počet vykurovacích dní v záujmovej oblasti (v dlhodobom pozorovaní 1961-1990) je 210-220 dní. Letných dní za to isté pozorované obdobie je 69 a mrazových dní 88 dní- stanica Bratislava letisko (Bochníček, O., Lapin, M., Soták, Š., Atlas krajiny SR 2002).

Z hľadiska výskytu prízemných inverzií je záujmová oblasť charakteristická mierne inverznými polohami (Lapin, M., Tekušová, M., Atlas Krajiny SR 2002). Územie je zaradené do oblasti rovín a nížin so zníženým výskytom hmiel. Priemerný ročný počet dní s hmlou sa v záujmovom území pohybuje v rozmedzí 20-45 (Mindáš, J., Škvarenina, J., Atlas krajiny SR 2002). Vybrané meteorologické údaje zo stanice Bratislava – letisko v období rokov 2015-2020 podávame v tab. 2.3.3:

Tab.2.3.3: Vybrané meteorologické údaje zo stanice Bratislava – letisko v období rokov 2015-2020

Stanica Bratislava-letisko	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Priemer za pozorované obdobie (2015-2020)
Počet jasných dní	26	32	31	28	26	31	29,0
Počet zamračených dní	115	113	108	119	126	124	117,5
Počet tropických dní	45	26	44	36	40	29	36,7
Počet letných dní	84	90	94	122	98	87	95,8
Počet mrazových dní	64	76	81	78	64	63	71,0
Počet ľadových dní	5	16	21	12	3	6	10,5
Počet dní so silným mrazom	-	2	14	5	-	-	7,0
Počet dní so súvislou snehovou prikrývkou	19	21	34	18	17	-	21,8
Počet dní so silným vetrom	33	19	32	17	38	27	27,7
Početnosť prevládajúceho smeru vetra v %	24,8	24,7	27,0	22,4	24,8	23,7	24,6

zdroj: Štatistické ročenky Hlavného mesta SR Bratislavy 2016-2021

2.4. Geologické a hydrogeologické pomery oblasti – širšia oblasť

Podľa základného regionálneho geologického členenia Slovenska (Vass, D., et. al., 1988) sa záujmové územie nachádza v jednotke:

- I. rádu ... Vnútrohorské panvy a kotliny
- II. rádu ... Podunajská panva
- III. rádu ... Gabčíkovská panva

Na geologickej stavbe širšieho okolia, ako aj záujmového územia sa podieľajú sedimenty kvartéru a neogénu.

Kvartér

Kvartérne sedimenty v širšom okolí riešeného územia sú tvorené vrstvami náplavových sedimentov pod ktorým je vyvinutý štrkovo-piesčitý komplex.

Vrstva náplavových sedimentov je tvorená ílmi, piesčitými siltami a siltovitými pieskami. Mocnosť tejto vrstvy sa spravidla pohybuje v rozmedzí 3,0-4,0 m p.t.. V mieste bývalých mŕtvych ramien je mocnosť náplavových sedimentov väčšia.

Pod náplavovými sedimentmi je vyvinutý štrko-piesčitý komplex. Štrky po petrografickej stránke obsahujú klastický materiál – kremeň, rohovec, žulu a v menšej miere vápence. Priemer valúnov štrku sa pohybuje prevažne do 8 cm, ojedinele do 10-12 cm. Výplň je tvorená prevažne pieskom, miestami siltovitým pieskom. Lokálne sa na báze kvartéru môžu vyskytovať balvany do 20-40 cm

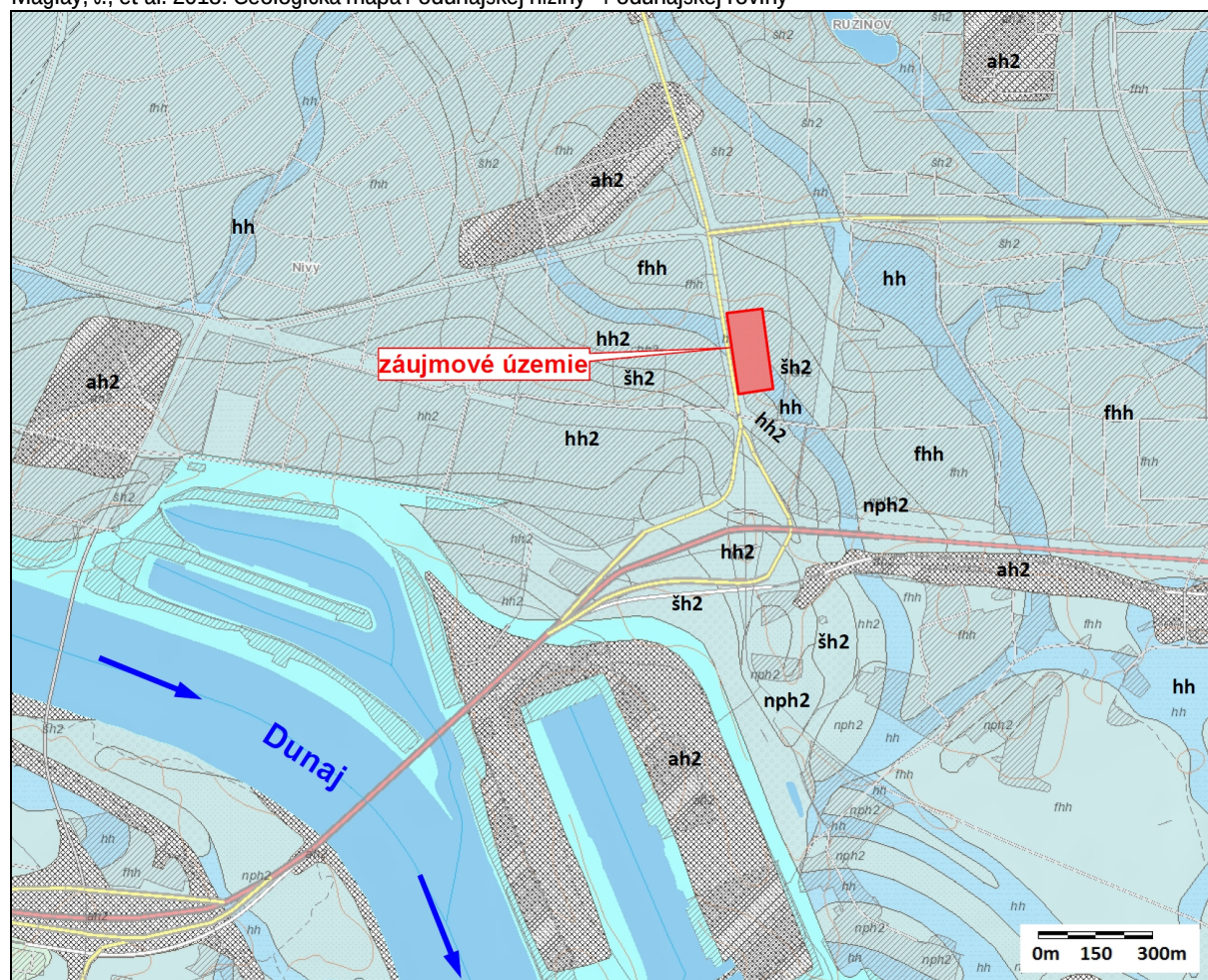
Mocnosť kvartérnych sedimentov v okolí riešeného územia značne varíruje. Realizovanými prieskumnými prácami v okolí riešeného územia (Dobiš, M., 1980; Vlasko, I., 2010; Vlasko, I., - Vlasko, I., 2012) bola celková mocnosť kvartérnych sedimentov overená do hĺbky 13,1 – 18,9 m p.t.

Neogén

Neogénne vrstvy v okolí riešeného územia sú tvorené hlavne nesúdržnými zeminami, a to jemno až strednozrnnými pieskami siltovitými s výplňou tuhej až pevnej konzistencie a drobnými štrkami s prímiesou jemnozrnnnej zeminy s valúnmi do priemeru 0,5-2 cm, stredne uľahnutými až uľahnutými. V menšej miere sú zastúpené zeminami charakteru strednozrnných pieskov s prímiesou jemnozrnnnej zeminy s obsahom valúnov štrku a ílmi piesčitými, pevnej konzistencie. Sú prevažne žltosivej až hrdzavosivej farby a miestami aj slabo spevnené.

Ako už bolo uvedené vyššie prieskumnými prácami v okolí riešeného územia boli neogénne sedimenty overené od úrovne 13,1 až 18,9 m p.t. (Dobiš, M., 1980; Vlasko, I., 2010; Vlasko, I., - Vlasko, I., 2012;). Lokálne boli prieskumnými prácami (Dobiš, M., 1980) overené neogénne sedimenty bez piesčitej prímiesy, modrastosivé íly s nízkou plasticitou, pevnej konzistencie.

Obr.1: Výrez z digitálnej geologickej mapy SR; č. mapového listu 44-24
Maglay, J., et al. 2018: Geologická mapa Podunajskej nížiny - Podunajskej roviny



zdroj: <http://mapserver.geology.sk>

Legenda k obr.1: Výrezu z geologickej mapy		
index	charakteristika	Útvar (oddiel)
hh	fluviálno-organické sedimenty: jemnopiesčité, ílovité až hnílokalové humózne hliny mŕtvych ramien a močiarov	Kvartér (holocén)
hh2	fluviálne sedimenty: nivné povodňové jemnopiesčité hliny, jemno až strednozrnné piesky	Kvartér (holocén)
šh2	fluviálne sedimenty: resedimentované nivné piesčité štrky prikrytovej zóny	Kvartér (holocén)
fhh	fluviálne sedimenty: litofaciálne nečlenené nivné hliny, alebo piesčité až štrkovité hliny dolinných nív a nív horských potokov	Kvartér (holocén)
nph2	fluviálne sedimenty: resedimentované nivné jemnozrnné piesky	Kvartér (holocén)
ah2	antropogénne sedimenty: navážky, haldy a skládky	Kvartér (holocén)

Hydrogeologické pomery širšej oblasti

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 určujúcim typom priepustnosti – medzizrnová priepustnosť.

Územie prieskumu je podľa hydrogeologickej rajonizácie (J. Šuba a kol. 1984) zaradované do rajónu Q 051 „Kvartér Z okraja Podunajskej roviny“. Jedná sa o oblasť trvalého dopĺňovania zásob podzemnej vody z Dunaja. V tomto území tečie Dunaj vyvýšene nad hladinou podzemnej vody a dopĺňa zásoby podzemnej vody trvale po celý rok. Dunaj má v tomto území základný význam pri tvorbe, formovaní a dynamike podzemnej vody. Voda z neho infiltruje do náplavov po oboch stranách koryta.

Priemerná hladina podzemnej vody sa na základe prieskumných prác v okolí riešeného územia pohybuje v úrovni cca 129,9 až 131,1 m n.m. (5,3 až 5,8 m p.t.).

Koeficient filtrácie štrko-piesčitých sedimentov, sa na základe realizovaných čerpacích skúšok v blízkom okolí (Dulovičová, K., 1986; Kopecký, M., 1991; Mesko, M., 2001) pohybuje v rozmedzí $5,88 \cdot 10^{-3}$ až $8,77 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Smer prúdenia podzemných vôd, ktoré sú v priamej hydraulikej spojitosti s hladinou vody v rieke Dunaj je v čase priemerných hladín prevažne východným smerom. Pri maximálnom vodnom stave je markantnejší väčší vplyv Dunaja na dotovanie podzemnej vody, dôsledkom čoho je prúdenie viac orientované smerom od juhozápadu na severovýchod (Vlasko, I., -Vlasko, I., 2012).

Podľa Rámцovej smernice o vodách (2000/60/EC) zaradujeme podzemné vody záujmového územia do:

- kvartérneho útvaru: SK1000200P Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov západnej časti Podunajskej panvy oblasti povodia Dunaj

Ako kolektorské horniny sú zastúpené najmä fluviálne štrky, piesčité štrky, piesky stratigrafického zaradenia holocén. V hydrogeologických kolektoroch prevažuje medzizrnová priepustnosť. Priemerný rozsah hrúbky zvodnencov je > 100 m. Generálny smer prúdenia podzemných vôd v aluviálnej nive kvartérneho útvaru SK1000200P je viac-menej paralelný s priebehom hlavného toku.

-predkvartérneho útvaru: SK200050OP Medzizrnové podzemné vody Podunajskej panvy oblasti povodia Dunaj

Ako kolektorské horniny sú zastúpené najmä štrky, piesčité štrky, piesky stratigrafického zaradenia neogén. V hydrogeologických kolektoroch útvaru prevažuje medzizrnová priepustnosť. Priemerný rozsah hrúbky zvodnencov je 30 m - 100 m. Generálny smer prúdenia podzemných vôd je z vyšších častí panvy k nižším, resp. k drenážnym prvkom viazaným na priebeh tektonických línií.

3. METODIKA A ROZSAH REALIZOVANÝCH PRÁČ

Prieskumné práce boli zahájené v mesiaci august 2022 spracovaním cenovej ponuky pre ich zadávateľa. V ňom bola spracovaná metodika a ich rozsah.

Po ich odsúhlasení bolo v zmysle požiadaviek zadávateľa vytýčených v záujmovom území celkom 5 prieskumných sond (označené ako S-1 až S-5) a 4 dynamické penetračné sondy (DPS-1,2,3,5).

3.1 Vrtné práce

Terénne geologické práce boli vykonané na lokalite dňa 03.09.-05.09.2022. Vrtné práce boli realizované vrtnou súpravou HVS-497 na podvozku MAN, metódou jadrového vrtania, s priemerom vrtania 156-137 mm.

Sondy boli situované s ohľadom na existujúcu objektovú sústavu areálu, ako aj na inžinierske siete v záujmovom území. Rozmiestnenie prieskumných vrtov je znázornené v grafickej prílohe č. 2.

Sondy S-1,2,3,5 boli za účelom reprezentatívneho odberu podzemnej vody provizórne zabudované pomocou (PVC, Ø110 mm). Odber podzemných vôd je možné z takto provizórne zabudovaných sond v prípade zistenia znečistenia zopakovať a sledovať tak jeho vývoj v rámci hodnotenej parcely i v čase.

Celková metráž prieskumných diel dosahovala 76,5 bm. Technické parametre realizovaných mapovacích vrtov sú uvedené v tab. 3.1.1.

Po vyhlásení prieskumných diel, spracovaní prvotnej geologickej dokumentácie a odbere požadovaných vzoriek bol mapovací vrt S-4 zlikvidovaný záhozom z vyťažených zemín. Vytýčenie prieskumných diel a spracovanie prvotnej geologickej dokumentácie zabezpečili Mgr. Milan Kminiak a RNDr. Katarína Kminiaková, PhD. – riešitelia geologickej úlohy.

Tab. 3.1.1.: Prieskumné sondy realizované v záujmovej oblasti (hĺbka + údaj o hpv)

Objekt	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5
<i>hĺbka vrtu m p.t.</i>	16,5m	15,5 m	16,5 m	10,0 m	18,0 m
<i>Øvrtania</i>	156-137 mm	156-137 mm	156-137 mm	156-137 mm	156-137 mm
<i>hladina podzemnej vody narazená /ustálená m p.t. (po 24hod.)</i>	6,845/6,845	6,535/6,535	6,79/6,79	6,59/6,59	6,615/6,515
<i>provizórne zabudovanie vrtu (Ø110mm)</i>	Áno	Áno	Áno	Nie	Áno
<i>Perforácia (m p.t)</i>	6,5-15,5m	4,9-13,9m	4,9-13,9m	-	5,4-14,4m
<i>kalník (m p.t)</i>	9,5-10,0m	13,9-14,4m	13,9-14,4m	-	14,4-15,4m

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
- stanovenia miery prípadnej plošnej a hĺbkovej kontaminácie (v členení na nesaturovanú a saturovanú zónu)

Za účelom inžinierskogeologickej charakteristiky horninového prostredia bolo podľa pokynov zodpovedného riešiteľa odobratých celkom 30 ks vzoriek zemín, z toho 27 porušených vzoriek so zachovaním prirodzenej vlhkosti (ozn.PV) a 3 neporušené vzorky (ozn.NV).

Vzorkované boli sedimenty rôznych litologických celkov, konkrétne :

Súdržné zeminy

- ⇒ Silty s vysokou plasticitou (MH) triedy F7 n = 1 vzorka,
- ⇒ Silty so strednou plasticitou (MI) triedy F5 n = 1 vzorka,
- ⇒ Silty s nízkou plasticitou (ML) triedy F5 n = 2 vzorky,
- ⇒ Silty piesčité (ML) triedy F3 n = 1 vzorka.

Nesúdržné zeminy

- ⇒ Piesky siltovité (SM) triedy S4 n = 6 vzoriek,
- ⇒ Štrky siltovité (GM) triedy G4 n = 1 vzorka,
- ⇒ Štrky s prímiesou jemnej zeminy (G-F) triedy G3 n = 13 vzoriek,
- ⇒ Štrky zle zrnené (GP) triedy G2 n = 3 vzorky,
- ⇒ Štrky dobre zrnené (GW) triedy G1 n = 2 vzorky

Za účelom stanovenia miery prípadnej plošnej a hĺbkovej kontaminácie zemín bolo odobratých celkom 39 ks vzoriek zemín (povrchové + hĺbkové odbery). Odber zemín bol realizovaný na základe predchádzajúceho senzorického posúdenia (vzhľad, pach) a zdokumentovaného litologického charakteru.

Zoznam vzoriek zemín odobratých z jednotlivých sond z hľadiska posúdenia kvality horninového prostredia, spolu s udaním hĺbok odberov a dosiahnutými koncentráciami uvádzame v tabuľkách č. 4.10.2.1 až 4.10.2.5 (kapit. 4.10.2).

b) Podzemné vody

Vzorkovanie podzemných vôd v priebehu vrtných prác bolo realizované za účelom:

- stanovenia ich agresivity voči stavebným konštrukciám (sonda S-3)
- stanovenia miery ich prípadnej kontaminácie v záujmovom území (5 ks, z vrtov S-1 až S-5).

V prípade provitórne zabudovaných vrtov bol odber podzemných vôd realizovaný dynamickým začerpaním pomocou nízkoprietokového čerpadla Gigant po jeho predchádzajúcom odpieskovaní.

V prípade nezabudovaného vrtu (S-4) bol odber vzorky podzemnej vody realizovaný staticky – odberným valcom.

Dosiahnuté koncentrácie odobratých vzoriek podzemných vôd uvádzame v tabuľkách č. 4.10.3.1 až 4.10.3.7 (kapit. 4.10.3).

Odber vzoriek zemín a podzemných vôd, ako aj ich preprava do laboratória boli realizované pod dozorom zodpovedného riešiteľa.

3.3. Laboratórne práce

Laboratórne práce pôdnej mechaniky na predmetnej úlohe vykonali pôdomechanické laboratóriá fy GES s.r.o. Analyzovaných bolo celkovo 30 ks vzoriek zemín, z toho 27 ks porušených a 3 ks neporušených vzoriek. Výsledky laboratórnych rozborov z mechaniky zemín sú obsahom samostatnej prílohy geologického elaborátu (textová príloha č. 1).

Náplňou skúšobného programu bolo stanovenie :

- ⇒ základných popisných a klasifikačných charakteristík zemín,

- ⇒ oedometrickej stlačiteľnosti
- ⇒ priepustnosti nesúdržných zemín nepriamym spôsobom z kriviek zrnitosti.

Na odobratých vzorkách zemín boli analyzované laboratórne rozborý pôdnej mechaniky v nasledovnom rozsahu:

30 x vlhkosť,
30 x zrnitosť
Konzistenčné medze:
11 x medza plasticity,
11 x medza tekutosti,
11 x index plasticity,
5 x index konzistencie,
3 x stlačiteľnosť.

Na vybraných vzorkách zemín bolo vykonané i nepriame stanovenie súčiniteľa filtrácie piesčitých a štrkovitých zemín z kriviek zrnitosti. Spôsob vzorkovania v prípade jednotlivých vrstev je prehľadne spracovaný graficky v prílohe č. 3 a tab. 4.1.1.

Laboratórne skúšky a merania boli vykonané v plnom rozsahu podľa metodík príslušných STN, STN EN a literatúry uvedenej v prílohe.

KVALITATÍVNE STANOVENIA - ZEMINY

V rámci terénnych prieskumných prác bolo celkom odobratých 39 ks vzoriek zemín (z prieskumných vrstev). Laboratórne skúšky vykonali akreditované chemické laboratória spoločnosti INGEO - ENVILAB s.r.o. so zameraním na vybrané ukazovatele kvality:

- nepolárnych extrahovateľných látok (NEL-IR) – 15ks
- nepolárnych extrahovateľných látok (NEL-GC) – 7ks
- vybraných kovov (As, Cr_{celk.}, Cd, Cu, Pb) – 10ks;
- chlorovaných uhľovodíkov CIU (*1,1-dichlóretylén, 1,2-dichlóretán, cis 1,2-dichlóretylén, trans 1,2-dichlóretylén, 1,1,2 TCE, 1,1,2,2 PCE, chloroform, Chlórbenzén, 1,2-dichlórbenzén, 1,3-dichlórbenzén, 1,4-dichlórbenzén, dichlórmétán, tetrachlórmétán, 1,1-dichlóretán, 1,1,1-trichlóretán, 1,1,2-trichlóretán, 1,1,2,2-tetrachlóretán, vinylchlorid*) – 10ks
- aromatických uhľovodíkov (benzén, toluén, etylbenzén, xylény, styren) – 10ks
- polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU) – 10ks
- polychlórovaných bifenylov (PCB) – 8ks

Výsledky laboratórnych rozborov zemín z hľadiska kvality tvoria textovú prílohu č. 3a.

Úprava vzorky a chemická analýza

Vzorky boli po transporte sušené pri izbovej teplote, následne zbavené rastlinných zvyškov a rozvalcované. Ďalej boli sitované a homogenizované kvartáciou. Analyzovaná bola podsitná frakcia s veľkosťou zrn menšou ako 0,125mm.

KVALITATÍVNE STANOVENIA - Podzemné vody

Obdobne, ako v prípade zemín, vykonali laboratórne skúšky akreditované chemické laboratória INGEO-ENVILAB s.r.o., so zameraním na stanovenie obsahu:

Kvalita podzemnej vody bola sledovaná so zreteľom na tieto ukazovatele:

- nepolárne extrahovateľné látky (NEL-IR) – 5ks
- nepolárnych extrahovateľných látok (NEL-GC, resp. C10-C40) – 4ks
- vybraných kovov (As, Pb, Cd, Cu, Cr) – 5ks
- chlorovaných uhľovodíkov CIU (*Chloroform, Tetrachlórmétán, 1,2-dichlóretán, 1,1-dichlóretén, cis-1,2-Dichlóretén, Trichlóretylén, 1,1,2,2-tetrachlóretylén, trans-1,2-Dichlóretén, Chlórbenzén,*

- 1,2-dichlórbenzén, 1,3-dichlórbenzén, 1,4-dichlórbenzén, Dichlórmétán, 1,2,4-Trichlórbenzén, Vinylchlorid) – 5ks
- aromatických uhľovodíkov (benzén, toluén, etylbenzén, xylény) – 5ks
 - polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU) – 5ks
 - polychlórovaných bifenylov (PCB) – 4 ks
 - pH, vodivosť, teplota – 5 ks; O₂, redox potenciál – 4 ks
 - amónnych iónov – 5 ks
 - vo vzorkách S-2 a S-5 boli navyše stanovené: Chloridy (*Cl*⁻), Dusitany (*NO*₂⁻), Dusičnany (*NO*₃⁻), Sírany (*SO*₄²⁻), mangán (*Mn*), železo celk. (*Fe*_{celk.})

Výsledky laboratórnych rozborov podzemnej vody z pohľadu kvality tvoria textovú prílohu č.3b. Výsledky z hľadiska agresivity voči stavebným konštrukciám uvádzame v textovej prílohe č.2.

3.4 Dynamické penetračné skúšky

Pre zistenie geotechnických parametrov nesúdržných sedimentov (stupňa uľahnutosti-I_D) boli realizované dynamické penetračné sondy (4 ks) do hĺbky 5,0 – 20,0 m p.t. Penetračné sondy boli umiestnené v bezprostrednej blízkosti prieskumných vrtov S-1,2,3,5. Celková metráž DPS dosahovala 57,5 bm. Technické parametre realizovaných penetračných skúšok uvádzame v tab. 3.4.1.

Tab. 3.4.1. Technické parametre dynamickej penetračnej skúšky

Označenie penetračnej sondy	Situovanie sondy	Hĺbka sondy
DPS-1	v blízkosti vrtu S-1	20,0 m
DPS-2	v blízkosti vrtu S-2	16,0 m
DPS-3	v blízkosti vrtu S-3	16,5 m
DPS-5	v blízkosti vrtu S-5	5,0 m

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°
- priemer tyčí : 32 mm
- dĺžka tyčí : 1,0 m
- použitý hrot "na stratenie"

Metodika skúšok - spôsob merania

V priebehu skúšky je penetračná sonda pozostávajúca z hrotu, penetračného sútyčia a kovadliny zarážaná do podlažia 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 *q_d*

Merný dynamický penetračný odpor *q_d* zohľadňuje zmenu nárastu tiaže penetračného sútyčia s hĺbkou.

$$q_d = \frac{Q^2 \cdot h}{A \cdot s \cdot (Q + q)} \quad (\text{kPa})$$

kde : *h* = výška pádu barana

q = tiaž sútyčia, kovadliny a hrotu v príslušnej hĺbke

A = plocha priečného 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 ($q_d \div q_c$).

3.5 Meračské práce

Zameranie prieskumných diel bolo vykonané v systéme S-JTSK zariadením SATLAB iSurvey SL 800. Výsledky sú súčasťou tab.4.1.2 a textovej prílohy č.4.

3.6 Geologické práce

Geologické práce boli zrealizované v zmysle schválenej metodiky a rozsahu prieskumných prác.

4. VÝSLEDKY A ZHODNOTENIE PRIESKUMNÝCH PRÁČ

Inžinierskogeologické a litologické pomery v mieste uvažovaného investičného zámeru podávame pomocou geologických rezov A-A', B-B' a C-C' (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

V rámci geologického prieskumu bolo v záujmovom území odvrtných celkom 5 prieskumných sond (S-1 až S-5) do hĺbky 10-18,0 m.

Tab. Tab. 4.1.1. : Litologický profil – prieskumné vrty S-1 až S-5

S-1	136,22 m n.m.	STN 72 1001	STN 733050
0,0-0,15m	Betónový panel	-	-
0,15-0,5m	Makadamový podsyp	Y	2
0,5-1,5m	Navážka – charakteru siltu piesčitého s obsahom úlomkov kameňa, tehly a valúnov štrku $\varnothing$ 0,5-1-2-3cm, hnedého až tmavohnedého sfarbenia, pevnej konzistencie	Y _{F3 MS}	2-3
1,5-2,0m	betón	-	-
2,0-3,0m	Navážka – charakteru siltu piesčitého s obsahom drôtov, úlomkov betónu a valúnov štrku $\varnothing$ 0,5-1-2cm (do 5%), lokálne s obsahom škváry, hnedého sfarbenia, pevnej konzistencie	Y _{F3 MS}	2-3
3,0-3,2m	Navážka – charakteru piesku siltovitého s obsahom úlomkov betónu, hnedého sfarbenia	Y _{S4 SM}	2
3,2-4,9m	Piesok siltovitý, hnedého sfarbenia, suchý s obsahom valúnov štrku $\varnothing$ 0,5-1-2 cm (do 5%), jemnozrnný, od úrovne 4,8 m p.t. s vyšším obsahom valúnov štrku (5-10%), [3,5-4,5m]	S4 SM	2
4,9-6,8m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, hnedého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 0,5-1-2cm, ojedinile $\varnothing$ 3-5-6cm [5,5-6,5m]	G3 G-F	2
6,8-7,3m	Dtto, zvodnený, hnedosivého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 0,5-1-3-4cm, ojedinile $\varnothing$ 5-7-8cm	G3 G-F	3
7,3-8,4m	Štrk zle zrnený, zvodnený, hnedosivého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 0,5-1-3-4cm, ojedinile $\varnothing$ 5-7cm	G2 GP	3
8,4-10,0m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, v úrovni 9,0-9,3 m p.t. s vyšším obsahom jemnozrnej prímеси až charakteru piesku	G3 G-F	3

S-1	136,22 m n.m.	STN 72 1001	STN 733050
	siltovitého, hnedosivého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 1-3-4cm, ojedinele $\varnothing$ 5-6cm, [9,3-10,0m]		
10,0-11,5m	Štrk dobre zrnený, zvodnený, hnedého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 0,5-1-3-4cm, ojedinele $\varnothing$ 6-8-10cm, [10,5-11,5m]	G1 GW	3
11,5-13,5m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, zvodnený, hnedého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 0,5-1-3cm, ojedinele $\varnothing$ 5-7-8-10cm, lokálne aj viac [12,5-13,2m]	G3 G-F	3
13,5-13,8m	Balvan kremenca $\varnothing$ 30-40 cm?	G3 G-F	3-4
	NEOGÉN		
13,8-15,0m	Neogén ? - štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, zvodnený, žltohnedého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 0,5-1-2-3cm, ojedinele $\varnothing$ 4-5 cm	G3 G-F	3
15,0-15,5m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy až štrk zle zrnený, zvodnený, žltohnedého sfarbenia, drobné valúny štrku $\varnothing$ 0,5-1-2cm, ojedinele $\varnothing$ 3-5 cm	G3 G-F/ G2 GP	3
15,5-16,5m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, zvodnený, hnedosivého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 0,5-1-2-3cm, ojedinele $\varnothing$ 4cm [15,5-16,5m]	G3 G-F	3

Hladina podzemnej vody: narazená a ustálená: 6,845 m p.t.

S-2	135,96 m n.m.	STN 72 1001	STN 733050
0,0-0,1m	Dlažobné kocky	-	-
0,1-0,3m	Podkladový betón	-	-
0,3-0,5m	Makadamový podsyp	Y	2
0,5-1,0m	Navážka – charakteru siltu piesčitého až siltu so strednou plasticitou, sivohnedého sfarbenia s okrovými zátekmi, tuhej konzistencie	Y _{F3 MS-F6 CI}	2
1,0-1,3m	Navážka – charakteru štrku s prímiesou jemnozrnej zeminy s obsahom úlomkov tehly, valúny štrku $\varnothing$ 0,5-1-2cm, hnedého sfarbenia	Y _{G3 G-F}	2
1,3-2,2m	Navážka - charakteru piesku siltovitého s obsahom valúnov štrku $\varnothing$ 0,5-1-2cm (20-30%), hnedého sfarbenia	Y _{S4 SM}	2
2,2-2,5m	Dtto, s nižším obsahom valúnov štrku (10-20%)	Y _{S4 SM}	2
2,5-3,3m	Navážka - charakteru piesku siltovitého s obsahom valúnov štrku $\varnothing$ 0,5-1-2-3cm a úlomkov tehly, + železné drôty, hnedého a sivočierneho sfarbenia, slabý zápach po organických látkach	Y _{S4 SM}	2
3,3-3,6m	Navážka - charakteru siltu piesčitého s obsahom valúnov štrku $\varnothing$ 1-2-3cm, sivočierneho sfarbenia, tuhej konzistencie, zápach po organických látkach	Y _{F3 MS}	2
3,6-4,2m	Silt piesčitý s obsahom valúnov štrku $\varnothing$ 1-3-4cm, sivého sfarbenia, (navážka?), tuhej konzistencie, slabý zápach po organických látkach	Y _{F3 MS}	2
4,2-6,5m	Štrk dobre zrnený, svetlohnedého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 1-2-3 cm, ojedinele 5-6 cm, suchý, bez prejavu znečistenia, bez zápachu [4,2-5,2m]	G1 GW	2
6,5-7,8m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, svetlohnedého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 1-2-3 cm, ojedinele 5-6 cm, zvodnený [6,5-7,5m]	G3 G-F	3
7,8-9,5m	Štrk zle zrnený, hnedého až sivohnedého sfarbenia, valúny štrku	G2 GP	3

S-2	135,96 m n.m.	STN 72 1001	STN 733050
	ø 0,5-1-3cm, ojedinele ø 5-8cm, zvodnený		
9,5-12,0m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, hnedého až sivohnedého sfarbenia, valúny štrku ø 1-2-3-4 cm, ojedinele 5-8-10 cm, zvodnený [11,0-12,0m]	G3 G-F	3
12,0-14,1m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, hnedého až sivohnedého sfarbenia, valúny štrku ø 1-2-3-4 cm, ojedinele 5-8-10 cm, s vyšším obsahom piesčitej prímеси (do 40%), zvodnený [12,5-13,5m]	G3 G-F	3
14,1-14,3m	Balvan granitu	G3 G-F	4
	NEOGÉN		
14,3-14,5m	Neogén – piesok siltovitý, okrovohnedého sfarbenia, lokálne s obsahom valúnov štrku ø 0,5-1-2 cm, slabo zvodnený	S4 SM	3-4
14,5-15,5m	Neogén – piesok siltovitý, hnedého sfarbenia, slabo zvodnený [14,5-15,5m]	S4 SM	3-4

Hladina podzemnej vody: narazená a ustálená 6,535 m p.t.

S-3	136,13 m n.m.	STN 72 1001	STN 733050
0,0-0,1m	Dlažobné kocky	-	-
0,1-0,3m	Podkladový betón	-	-
0,3-0,5m	Makadamový podsyp	Y	2
0,5-1,5m	Navážka – charakteru štrku s prímiesou jemnozrnej zeminy s obsahom úlomkov kameňa 8-10cm, valúny štrku ø 0,5-1-3-5cm, hnedého sfarbenia	Y _{G3} G-F	2
1,5-2,1m	Silt s nízkou plasticitou, hnedého sfarbenia, tvrdej konzistencie (I _c =1,61) [1,5-2,1m]	F5 ML	3
2,1-2,5m	Silt s vysokou plasticitou, hnedého sfarbenia, pevnej konzistencie (I _c =1,21) [2,4-2,5m]	F7 MH	3
2,5-3,8m	Piesok siltovitý, sivého od 3,0 m p.t. hnedého sfarbenia, suchý s obsahom valúnov štrku ø 0,5-1-2 cm (do 5%) [3,0-3,8m]	S4 SM	2
3,8-4,5m	Dtto, s vyšším obsahom valúnov štrku (5-10%), suchý, v úrovni 3,8-4,0 m p.t. vlhký	S4 SM	2
4,5-6,8m	Štrk zle zrnený až štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, hnedého sfarbenia, valúny štrku ø 0,5-1-3 cm, ojedinele 4-5-7 cm, suchý, v úrovni 6,5-6,8m vlhký [5,0-6,0m]	G2 GP/ G3 G-F	2
6,8-11,8m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, zvodnený, hnedého sfarbenia, v úrovni 8,5-9,5 m p.t. a 10,0-10,6 m p.t. žltohnedého sfarbenia, valúny štrku ø 1-2-3-5cm, ojedinele ø 7-8cm [10,5-11,5m]	G3 G-F	3
11,8-13,0m	dtto, sivého sfarbenia, valúny štrku ø 1-3-5cm, ojedinele ø 8-10cm	G3 G-F	3
13,0-14,1m	dtto, valúny štrku ø 0,5-1-3cm [13,0-14,0m]	G3 G-F	3
14,1-14,8m	Piesok siltovitý, hnedého sfarbenia, slabo zvodnený	S4 SM	3-4
	NEOGÉN		
14,8-15,0m	Neogén – Piesok s prímiesou jemnozrnej zeminy až piesok siltovitý, žltohnedého sfarbenia, hrubozrnný, slabo zvodnený	S3 S-F/ S4 SM	3-4
15,0-16,3m	Štrk siltovitý, slabo zvodnený, žltohnedého sfarbenia s okrovými šmuhami, valúny štrku ø 0,5-1-2cm, zvodnený [15,0-15,8m]	G4 GM	3

S-3	136,13 m n.m.	STN 72 1001	STN 733050
16,3-16,5m	Piesok siltovitý, zvodnený, hnedého sfarbenia [16,3-16,5m]	S4 SM	3-4

Hladina podzemnej vody: narazená a ustálená : 6,79 m p.t.

S-4	135,99 m n.m.	STN 72 1001	STN 733050
0,0-0,1m	Betónová dlažba	-	-
0,1-1,0m	Navážka – charakteru štrku s prísadou jemnozrnnej zeminy a siltu piesčitého s obsahom valúnov štrku $\varnothing$ 1-3-4 cm (do 5%)	Y _{G3 G-F-F3 MS}	2
1,0-3,2m	Silt so strednou plasticitou, hnedého sfarbenia, pevnej konzistencie ($I_c=1,15$), ojedinele s obsahom val štrku (do 5%) [2,1-2,2m]	F5 MI	3
3,2-4,9mm	Piesok siltovitý, sivého sfarbenia s okrovými šmuhami, vlhký [3,0-3,8m]	S4 SM	2
4,9-6,6m	Štrk zle zrnitý, hnedého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 0,5-1-2-3 cm, ojedinele 4-5 cm, suchý [5,3-6,0m]	G2 GP	2
6,6-10,0m	Štrk s prísadou jemnozrnnej zeminy, zvodnený, sivohnedého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 0,5-1-3cm, ojedinele $\varnothing$ 5-7cm [8,5-9,5m]	G3 G-F	3

Hladina podzemnej vody: narazená a ustálená : 6,59 m p.t.;

S-5	136,06 m n.m.	STN 72 1001	STN 733050
0,0-0,1m	Betónová dlažba	-	-
0,1-0,4m	betón	-	-
0,4-0,6m	makadam	Y	2
0,6-1,0m	Silt so strednou plasticitou, tmavohnedého sfarbenia, tuhej konzistencie	F5 MI	2
1,0-2,2m	Silt s nízkou plasticitou, hnedého sfarbenia, tvrdej konzistencie ($I_c=1,69$) [1,0-1,6m]	F5 ML	3
2,2-3,2m	Silt piesčitý, hnedého sfarbenia s okrovými šmuhami, v úrovni 2,7-3,0 m p.t. s obsahom valúnov štrku $\varnothing$ 0,5-1-2 cm, tuhý až pevný [2,3-2,4m]	F3 MS	2-3
3,2-6,1m	Štrk zle zrnitý, hnedého od úrovne 4,0 m p.t. svetlohnedého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 0,5-1-2-3cm, ojedinele $\varnothing$ 5-7cm, suchý, od 5,9 m p.t. vlhký [3,8-4,8m]	G2 GP	2-3
6,1-6,6m	Štrk zle zrnitý, hnedého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 0,5-1-3-4 cm, ojedinele do 7 cm vlhký,	G2 GP	2-3
6,6-11,0m	Štrk s prísadou jemnozrnnej zeminy, zvodnený, hnedého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 1-3-5cm, ojedinele $\varnothing$ 7cm, od úrovne 9,0m p.t. ojedinele až do 8-10cm [10,0-11,0m]	G3 G-F	3
11,0-12,2m	dtto, zvodnený, hnedého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 0,5-1-3cm, ojedinele $\varnothing$ 5-7-8cm	G3 G-F	3
12,2-12,7m	Piesok s prísadou jemnozrnnej zeminy, s vyšším obsahom štrkovitej prímеси (do 45%), zvodnený, hnedého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 1-3-5-6 cm, [12,2-12,7m]	S3 S-F	4
12,7-14,2m	Štrk s prísadou jemnozrnnej zeminy, zvodnený, hnedého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 0,5-1-3-5cm, ojedinele $\varnothing$ 8cm	G3 G-F	3
14,2-15,2m	Štrk s prísadou jemnozrnnej zeminy, zvodnený, hnedého sfarbenia, valúny štrku $\varnothing$ 0,5-1-3cm, ojedinele $\varnothing$ 4-5cm [14,2-15,0m]	G3 G-F	3

S-5	136,06 m n.m.	STN 72 1001	STN 733050
	NEOGÉN		
15,2-17,9m	Piesok siltovitý, žltohnedého sfarbenia s okrovými šmuhami, lokálne s obsahom valúnov štrku $\varnothing$ 0,5-1 cm (10-15%), v úrovni 15,3-15,5 m p.t. a 15,9-16,2 m p.t. s obsahom valúnov štrku (20-30%), slabo zvodnený (16,0-17,0m]	S4 SM	3-4
17,9-18,0m	Piesok siltovitý, hnedého sfarbenia, slabo zvodnený	S4 SM	3-4

Hladina podzemnej vody: narazená a ustálená : 6,615 m p.t.;

vysvetlivky : G3 G-F[14,2-15,0m] - horizont s vykonanou laboratórnou analýzou pre klasifikáciu zemín

Realizované prieskumné vrty boli po ich odvrátení polohopisne a výškopisne zamerané v systéme S-JTSK (textová príloha č.4). Súradnice prieskumných diel uvádzame v tab. 4.1.2.

Tab. 4.2.1: Súradnice prieskumných vrtov

vrt	Y /m/	X /m/	Z (m n.m.)
S-1	570466.64	1280838.00	136.22
S-2	570491.34	1280886.47	135.96
S-3	570425.09	1280911.01	136.13
S-4	570485.39	1280983.39	135.99
S-5	570431.28	1281014.23	136.06

4.2. Úložné pomery

V hodnotenom území boli terénnymi prieskumnými prácami do hĺbky 10-18 m p.t. overené súdržné a nesúdržné sedimenty kvartéru, v podloží ktorých vystupujú zeminy neogénu.

Povrch riešeného územia je tvorený prevažne spevnenými plochami (betónové panely, betónová dlažba, asfaltové plochy). Pod betónovou dlažbou bol mimo sond S-1 a S-4 overený podkladový betón hrúbky 0,3-0,4 m. V jeho podloží bola celoplošne overená navážka do hĺbkovej úrovne 0,6-3,2 m p.t., lokálne až do 4,2 m p.t. (vrt S-2).

Navážka je heterogénneho zloženia, prevažne charakteru siltivito- piesčitej zeminy (tr. F3, S4), občasne i štrkovitej zeminy (tr. G3) s prímiesou stavebného odpadu (tehla, úlomky betónu, kameňa, drôtov, skla). Najväčšie hrúbky navážky boli zdokumentované v severovýchodnej časti riešeného územia (v okolí vrtov S-1 a S-2). Navážky sú prevažne hnedého, menej tmavohnedého až sivohnedého sfarbenia s okrovými šmuhami.

V severovýchodnej časti hodnoteného územia - v okolí mapovacej sondy S-2 v úrovni cca 2,5-4,2 m p.t. bola v navážke overená poloha so slabým zápachom po organických látkach, s maximálnym senzorickým prejavom znečistenia v úrovni 3,3-3,6 m p.t. (sivočierne sfarbenie so zápachom po organických látkach).

V podloží navážok v riešenom území vystupuje vrstva náplavových hĺn, pod ktorou sa nachádza fluviálny štrko-piesčité komplex.

Vrstva náplavových sedimentov bola prieskumnými prácami overená od úrovne 0,6 až 3,2 m p.t. (133,02 - 135,46 m n.m.) do hĺbky 3,2-4,9 m p.t. (131,09 - 132,86 m n.m.), s hrúbkou v rozpätí 1,7 až 3,9 m. Najvýznamnejšie zastúpenie v tomto súvrství zaznamenali *silty so strednou a nízkou plasticitou* (v zmysle STN 72 1001 tr.F5, symbol MI, ML). Lokálne boli zistené aj *silty piesčité* (tr.F3, symbol MS) a *silty s vysokou plasticitou* (tr.F7, symbol MH) - pozri tab.4.2.1.

Súdržné sedimenty uvedeného súvrstvia vykazujú prevažne pevnú až tvrdú, lokálne i tuhú konzistenciu, sú prevažne hnedého ojedinele až tmavohnedého sfarbenia.

V menšej miere boli v tomto súvrství zastúpené aj nesúdržné zeminy charakteru pieskov siltovitých (tr.S 4 symbol SM). Piesčité sedimenty sú hnedého až sivého sfarbenia, prevažne s prímiesou drobných valúnov štrku ($\varnothing$ 0,5-1-2cm (do 5-10%)). Realizované penetračné skúšky preukázali prevažne ich stredne uľahnuté vlastnosti ($I_D=0,46$), lokálne s kyprými polohami (okolie sondy S-1 / $I_D=0,12-0,18$) – pozri kap. 4.4.1.

Smerom do hĺbky (prevažne od úrovne 4,2-4,9 m p.t. resp. 131,09 až 131,76 m n.m.) prechádza fácía náplavových sedimentov do fluvialných štrko-piesčitých zemín. Sú zastúpené štrkami dobre/zle zrnými, resp. štrkami s prímiesou jemnozrnnej zeminy (tr.G1 symbol GW, tr.G2 symbol GP a tr.G3 symbol G-F). Lokálne v prípade sondy S-5 (v južnej časti hodnoteného územia) boli štrkovité sedimenty overené už od úrovne 3,2 m pod súčasným terénom/resp. od úrovne 132,86 m n.m.) – pozri tab.4.2.1.

Fluviálne štrky nad hladinou podzemnej vody vykazujú hnedé až svetlohnedé sfarbenie. V zóne nasýtenia sú prevažne hnedého až sivohnedého, ojedinele sivého a žltohnedého sfarbenia. Veľkosť valúnov štrku sa pohybuje v rozpätí $\varnothing$ 0,5-1-2-3-4-5 cm, ojedinele do 6-8-10cm. Vo vrtoch S-1 a S-2 (v severnej až severovýchodnej časti riešeného územia) boli na báze súvrstvia zaznamenané aj balvany $\varnothing$ 20-30 cm.

V štrkovitom súvrství boli miestami zistené polohy pieskov. Na základe výsledkov laboratórnych skúšok ich zaradujeme medzi piesky s prímiesou jemnozrnnej zeminy (tr. S3 symbol S-F - vrt S-5 v úrovni 12,2-12,7 m p.t), resp. pieskov siltovitých (tr. S4 symbol SM - vrt S-3 v úrovni 14,1-14,8 m p.t).

Mocnosť štrkopiesčitého súvrstvia ako celku varíruje v rozpätí 8,9m až 12,0m, pričom maximálna hrúbka bola zaznamenaná v južnej časti územia (okolie vrtu S-5).

Realizované penetračné skúšky potvrdili prevažne strednú uľahnutosť ($I_D=0,35-0,64$) až veľmi uľahnuté polohy štrkovitých zemín ($I_D=0,65-1$). V úrovniach do cca 7,0 m p.t. boli v štrkoch zaznamenané miestami aj kypré polohy ($I_D=0,22-0,32$) – okolie sond S-2 a S-3 (v okolí sondy S-3 i vo väčších hĺbkach 12,7-13,4m – pozri kap. 4.4.1. Celková hrúbka kvartérnych sedimentov v záujmovom území dosahuje 13,8-15,2m.

Úroveň neogénneho podložía bola vrtnými prácami overená v podloží štrkopiesčitého súvrstvia v hĺbkových úrovniach od 13,8 m až 15,2m pod súčasným terénom (resp. od 120,86 -122,42 m n.m).

Zastúpené sú prevažne podobnou zrnitosťou facií ako nadložné horizonty, t.j. štrko-piesčitémi zeminami. Z vykonaných laboratórnych rozborov ich zaradujeme medzi štrky s prímiesou jemnozrnnej zeminy (tr. G3 G-F), štrky siltovité (tr. G4 GM) a piesky siltovité (tr. S4 SM), lokálne boli zistené i piesky s prímiesou jemnozrnnej zeminy (tr. S3 S-F). Vo vrchnej časti sú žltohnedého sfarbenia a postupne prechádzajú do hnedého až hnedosivého sfarbenia. Veľkosť valúnov štrku je v porovnaní s kvartérnymi menšia, pohybuje sa prevažne v rozsahu $\varnothing$ 0,5-1-2-3 cm, ojedinele do 4-5 cm. Práve sfarbenie (prechod do pestrofarebnejších odtieňov-žltohnedého) je kritériom identifikácie pri stratigrafickom začlenení horninového podložía neogénu.

Realizované penetračné skúšky potvrdili prevažne ich strednú uľahnutosť až uľahnutosť ($I_D=0,35-0,73$), ojedinele i s kyprými polohami nevýrazných mocností (DPS-1) – pozri kap. 4.4.4. Neogénne zeminy boli v hodnotenom území overené až do konečnej hĺbky vrtov 15,5-18,0 m p.t. (mimo vrtu S-4 realizovaného do 10 m p.t).

Úložné pomery v mieste realizovaných prieskumných prác (sondy S-1 až S-5) podávame prehľadne pomocou geologických rezov A-A', B-B', C-C' (pozri grafická príloha 3) a tabuľky 4.2.1.

Tab.4.2.1: Hĺbkové rozhrania jednotlivých typov zemín v prieskumných sondách

vrt	niveleta sondy (m n.m.)	Navážka Y		mocnosť	siltovito - piesčité sedimenty tr. F3, F5, F7, S4		mocnosť	štrkovité sedimenty lokálne s vložkami pieskov tr. S3, S4, G1, G2, G3		mocnosť	neogénne piesky a štrky tr. S3, S4, G3, G4	
		od (mpt)/mnm	do (mpt)/mnm		od (mpt)/mnm	do (mpt)/mnm		od (mpt)/mnm	do (mpt)/mnm		od (mpt)/mnm	do (mpt)/mnm
S-1	136,22	0,00 / 136,22	3,20 / 133,02	3,20	3,20 / 133,02	4,90 / 131,32	1,70	4,90 / 131,32 7,30 / 128,92 8,40 / 127,82 10,00 / 126,22 11,50 / 124,72	7,30 / 128,92 8,40 / 127,82 10,00 / 126,22 11,50 / 124,72 13,80 / 122,42	2,40 1,10 1,60 1,50 2,30	13,80 / 122,42	16,50 / 119,72
S-2	135,96	0,00 / 135,96	4,20 / 131,76	4,20				4,20 / 131,76 6,50 / 129,46 7,80 / 128,16 9,50 / 126,46	6,50 / 129,46 7,80 / 128,16 9,50 / 126,46 14,30 / 121,66	2,30 1,30 1,70 4,80	14,30 / 121,66	15,50 / 120,46
S-3	136,13	0,00 / 136,13	1,50 / 134,63	1,50	1,50 / 134,63 2,10 / 134,03 2,50 / 133,63	2,10 / 134,03 2,50 / 133,63 4,50 / 131,63	0,60 0,40 2,00	4,50 / 131,63 6,80 / 129,33 14,10 / 122,03	6,80 / 129,33 14,10 / 122,03 14,80 / 121,33	2,30 7,30 0,70	14,80 / 121,33 15,00 / 121,13 16,30 / 119,83	15,00 / 121,13 16,30 / 119,83 16,50 / 119,63
S-4	135,99	0,00 / 135,99	1,00 / 134,99	1,00	1,00 / 134,99 3,20 / 132,79	3,20 / 132,79 4,90 / 131,09	2,20 1,70	4,90 / 131,09 6,60 / 129,39	6,60 / 129,39 10,00 / 125,99	1,70 3,40		
S-5	136,06	0,00 / 136,06	0,60 / 135,46	0,60	0,60 / 135,46 2,20 / 133,86	2,20 / 133,86 3,20 / 132,86	1,60 1,00	3,20 / 132,86 6,60 / 129,46 12,20 / 123,86 12,70 / 123,36	6,60 / 129,46 12,20 / 123,86 12,70 / 123,36 15,20 / 120,86	3,40 5,60 0,50 2,50	15,20 / 120,86	18,00 / 118,06

dosiahnutá celková metráž vrtu

4.2.1. Hydrogeologické pomery

Hydrogeologické pomery územia sú podmienené geologickou stavbou, morfológiou a klimatickými pomermi.

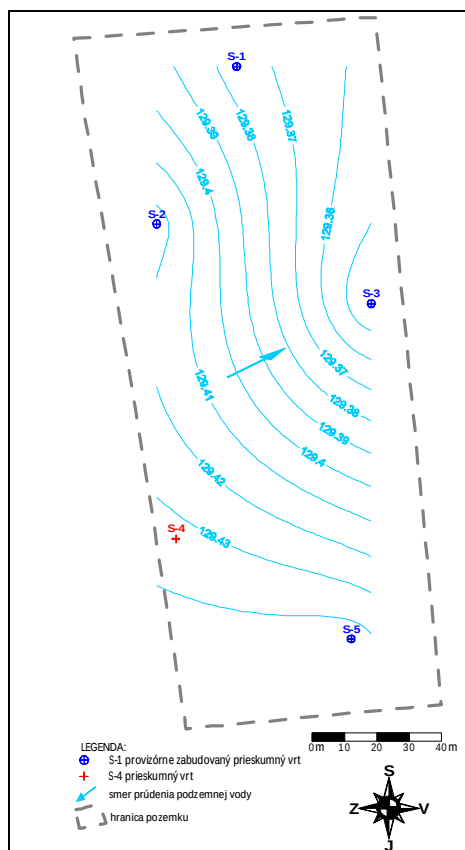
Počas prieskumných prác bola hladina podzemnej vody overená vo všetkých prieskumných sondách v hĺbkovej úrovni cca 6,53 – 6,84m pod súčasným terénom (resp. 131,34 - 131,45 m n.m.). Kolektorom podzemnej vody do hĺbky 10-18,0 m p.t. sú kvartérne a neogénne štrkovité až štrko-piesčité sedimenty (tr. G1/G2/G3/G4/S4).

Ustálená hladina sa pohybuje v rovnakej úrovni ako jej narazená úroveň, čo nasvedčuje o jej voľnom charaktere. Podzemné vody sú v priamej hydraulikej spojitosti s hladinou vody v rieke Dunaj. Smer prúdenia podzemných vôd je v čase priemerných hladín prevažne východným smerom. Pri maximálnom vodnom stave rieky Dunaj je zreteľne väčší vplyv Dunaja na dotáciu podzemnej vody povrchovými vodami a prúdenie je viac orientované smerom od juhozápadu na severovýchod. Smer prúdenia podzemných vôd v smere Z-V až JZ - SV bol potvrdený i režimovými meraniami počas prieskumných prác na provízorne zabudovaných sondách (S-1,2,3,5) v mesiaci september 2022 (pozri obr. 2).

Tab. 4.2.1.1. Narazené a ustálené hladiny podzemnej vody v prieskumných vrtoch počas prieskumných prác (09/2022)

VRT	terén	narazená a ustálená HPV		stratigrafia
	m n.m.	m p.t.	m n.m.	kvartér
S-1	136.22	6,845	129,375	G3
S-2	135.96	6,535	129,425	G1/G3
S-3	136.13	6,790	129,340	G2/G3
S-4	135.99	6,590	129,400	G2/G3
S-5	136.06	6,615	129,445	G2

Obr. 2: Hydroizohypsy ustálenej hladiny podzemnej vody – lokalita Bratislava, Bajkalská ul. (stav ku dňu 05.09.2022)



Hydraulické parametre piesčitého súvrstvia boli orientačne stanovené i v rámci realizovaného prieskumu na základe kriviek zrnitosti štrko-piesčitých sedimentov. Ich súhrn podávame v nasledujúcom texte a textovej prílohe 1.

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

Tab. 4.2.1.2: Filtračné súčinitele vyhodnotené z kriviek zrnitosti pre piesky a štrky

Typ zeminy	Minimálna až maximálna hodnota	Priemerná hodnota
Piesky siltovité (S4 SM)	$k_f = 3,26 \cdot 10^{-6}$ až $4,08 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	$k_f = 2,15 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Štrky dobre zrnéné (G1 GW)	$k_f = 1,23 \cdot 10^{-3}$ až $7,85 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	$k_f = 3,99 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Štrky zle zrnéné (G2 GP)	$k_f = 9,93 \cdot 10^{-4}$ až $1,84 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	$k_f = 1,46 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Štrky s prímесou jemnozrnnéj zeminy (G3 G-F)	$k_f = 3,34 \cdot 10^{-5}$ až $8,62 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	$k_f = 3,08 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Štrky siltovité (G4 GM)		$k_f = 3,27 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

V tabuľkách 4.2.1.3 a 4.2.1.4 uvádzame kritériá na slovné hodnotenie priepustnosti a drenážnej schopnosti zemín na základe súčiniteľa filtrácie (podľa Head, K. H., 1982).

Tab.4.2.1.3: Hodnotenie priepustnosti zemín podľa súčiniteľa filtrácie

Hodnotenie priepustnosti zemín	Súčiniteľ filtrácie k_f ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
prakticky nepriepustné	$< 1 \cdot 10^{-9}$
veľmi nízko priepustné	$1 \cdot 10^{-9} - 1 \cdot 10^{-7}$

nízko priepustné	$1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-5}$
stredne priepustné	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-3}$
vysoko priepustné	$1 \cdot 10^{-3} >$

Tab.4.2.1.4: 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 (tab.2 a 3) hodnotíme piesky triedy S4 SM ako "nízko až stredne priepustné". Štrky triedy G4 GM sú "nízko priepustné" a triedy G3 G-F sú "stredne priepustné". Štrky triedy G2 GP vyhodnocujeme ako "stredne až vysoko priepustné" a triedy G1 GW ako "vysoko priepustné".

Drenážna schopnosť, t.j. schopnosť odvádzať vodu pieskov triedy S4 SM a štrkov tried G4/GM, G3/G-F, G2/GP a G1/GW je "dobrá".

Projektanta upozorňujeme, že stanovenie hydraulických parametrov uvedeným spôsobom na základe kriviek zrnitosti možno považovať ako hrubo orientačné. Pre stanovenie reálnych hodnôt k_f kvartérnych zemín (charakteru štrkov a pieskov) odporúčame v záujmovom území realizáciu hydrodynamických skúšok, resp. archívnu rešerš týchto skúšok v okolí hodnotenej oblasti.

Z uvedeného dôvodu podávame ich bližšiu charakteristiku nižšie v texte.

Zvodnenie štrkopiesčitého súvrstvia:

Ako už bolo vyššie uvedené, kvartér je zastúpený mohutným náplavovým kužeľom dunajských fluviálnych štrkopiesčitých sedimentov, s premenlivým obsahom piesčitej prímеси, s veľmi nepravidelným plošným vývojom, čo má za následok veľkú nerovnorodosť sedimentov vo vertikálnom i horizontálnom smere. Na predmetnej lokalite sú štrkovité zeminy zastúpené prevažne štrkami s prímесou jemnozrnej zeminy, ďalej štrkami dobre a zle zrnými (tr. G1,G2,G3), s veľkosťou valúnov $\varnothing$ 0,5-1-3-5cm, ojedinele $\varnothing$ 7-8-10 cm. Lokálne sa môžu v spodnejších horizontoch štrkového súvrstvia vyskytovať i balvany priemeru 20-40 cm (vrt S-1 v hĺbke 13,5-13,8 m p.t.; S-2 v úrovni 14,1-14,3 mp.t.).

Územie prieskumu je podľa hydrogeologickej rajonizácie (J. Šuba a kol. 1984) zaradované do rajónu Q 051 „Kvartér západného okraja Podunajskej roviny“. Jedná sa o oblasť trvalého doplňovania zásob podzemnej vody z Dunaja. *V tomto území tečie Dunaj vyvýšene nad hladinou podzemnej vody a doplňuje zásoby podzemnej vody trvale po celý rok.* Dunaj má v tomto území základný význam pri tvorbe, formovaní a dynamike podzemnej vody. Voda z neho infiltruje do náplavov po oboch stranách koryta. Priemerná hladina podzemnej vody sa na základe dlhodobých pozorovaní SHMÚ v okolí riešeného územia pohybuje v úrovni cca 128,95-130,55 m n.m. (t.j. 5,64-6,45 m p.t.) – bližšie pozri tab.4.2.1.6.

Smer prúdenia podzemných vôd, ktoré sú v priamej hydraulickej spojitosti s hladinou vody v rieke Dunaj je v čase priemerných hladín prevažne východným smerom. Pri maximálnom vodnom stave je viditeľný väčší vplyv Dunaja na dotovanie podzemnej vody a prúdenie je viac orientované smerom od juhozápadu na severovýchod (Vlasko, I.,-Vlasko, I., 2012).

Prieskumné práce realizované v okolí záujmovej oblasti (Dulovičová, K.,1986; Kopecký, M., 1991; Mesko, M., 2001) dokumentujú celkovo dobré zvodnenie štrkopiesčitého súvrstvia, s hodnotami k_f v úrovni 5,88 – 8,77 $\cdot 10^{-3} m \cdot s^{-1}$. Stručný prehľad dosiahnutých hodnôt parametra k_f z prieskumných prác v okolí podáva tab. 4.2.1.5.

Hydrogeologické vlastnosati štrkového zvodnenca boli hodnotené v nasledovných elaborátoch :

- ⇒ 1.) Kopecký, M., 1991: „Navrtnie studne a čerpacia skúška“ – záverečná správa z hydrogeologického prieskumu, DOPRAVOPROJEKT, š.p. Bratislava, (Geofond: 76511)
- ⇒ 2.) Dulovičová, K., 1986: „Vyhodnotenie čerpacej skúšky na jestvujúcej studni PS-5 na lokalite Mlynské Nivy – Pozemné stavby Bratislava“ – záverečná správa o hydrogeologickom prieskume, Vodné zdroje, n.p. Bratislava (Geofond: 63610)
- ⇒ 3.) Mesko, M., 2001: „BRATISLAVSKÉ BUSINESS CENTRUM V. inžinierskogeologický prieskum – záverečná správa z podrobného inžinierskogeologického prieskumu, GEOS a.s. Bratislava (Geofond: 83179)

Tab. 4.2.1.5: Dosiahnuté hydraulické parametre zabudovaných objektov v okolí hodnotenej oblasti

Označenie/ autor	vzdialenosť od hodnoteného územia	Hĺbka vrtu / terén (m n.m.)	Litologický popis	Hladina nar. / ust. (m p.t.)	Čerpané množstvo $Q(l.s^{-1})$ / dĺžka čs	zníženie (s) v m	Koeficient filtrácie ($m.s^{-1}$)
HV-1 Kopecký, M., 1991	155 m SSZ	12,0 / 135,54	0,0-2,5m – hlinitý piesok 2,5-12,0m – štrk piesčitý	6,60 m	2,5 l/s (0,5 dňa) 8,5 l/s (3 dni) 12,0 l/s (3,5 dňa)	0,10 0,60 0,70	$1,77 \cdot 10^{-3}$ $6,19 \cdot 10^{-3}$ $8,795 \cdot 10^{-3}$
PS-5 Dulovičová, K., 1986	430 m JJZ	16,2 / -	0,0-1,0m – navážka 1,0-13,0m – štrk piesčitý 13,0-15,0m – štrk s balvanmi 30-60cm 15,5-16,2m – piesok jemnozrnný	7,20/7,00 m	5,0 l/s (2 dni) 10,0 l/s (2 dni) 15,0 l/s (2 dni) 20,0 l/s (8 dní)	0,05 0,06 0,07 0,08	$6,088 \cdot 10^{-3}$
HG-1 Mesko, M., 2001	580 m Z	13,0 / 136,80	0,0-1,0m – navážka 1,0-2,0m – hlina slabo piesčitá 2,0-3,0m – piesok hlinitý 3,0-4,0m piesok jemnozrnný s ojed. obsahom štrku 4,0-7,0m – štrk piesčitý 7,0-8,0m – piesok štrkovitý 8,0-13,0m – štrk	5,70/5,50 m	3,012 l/s 7 dní	0,93	$8,77 \cdot 10^{-3}$

Maximá hladín podzemnej vody v záujmovej oblasti

Pri charakteristike rozkvyu hladiny podzemnej vody záujmovej oblasti vychádzame z údajov hladín podzemnej vody u okolitých pozorovacích sond Slovenského hydrometeorologického ústavu (ďalej SHMÚ).

Z pozorovacích objektov podzemnej vody siete SHMÚ sa v širšom okolí riešeného územia nachádzajú sondy č.3449 (BA-Ružinov), č.724 (BA-Prievoz) a č. 705 (BA-Mlynské Nivy). Základné údaje z uvedených sond uvádzame nižšie.

Nadmorská výška riešeného územia sa pohybuje približne v úrovni cca 136,0 m n.m. $\pm$ 0,5 m.

Tab.4.2.1.6: Základné údaje z okolitých pozorovacích sond hladín podzemnej vody – monitorovacia sieť SHMÚ

číslo sondy	3449	724	705
názov sondy	BA-Ružinov	BA-Prievoz	BA-Mlynské Nivy
nadmorská výška terénu sondy (m n.m.)	135,85	135,14	137,00
hydrogeologický rajón	Q 051	Q 051	Q 051
vzdialenosť od riešeného územia (m)	490 SSZ smerom	850 JV smerom	1200 Z smerom
pozorované obdobie	2004-2016	1969-2016	1962-2016
minimálna hladina (m n.m.) (dátum)	129,88 (31.12.2004)	127,60 (13.03.1991)	128,67 (18.12.1991)
(m)	5,97	7,54	8,33
maximálna hladina (m n.m.) (dátum)	130,88 (07.06.2006)	129,99 (22.05.1996)	133,30 (20.07.1966)
(m)	4,97	5,15	3,70
rozkyv hladiny v pozorovanom období (m)	1,00	2,39	4,63
priemerná hladina v pozorovanom období (m n.m.)	130,21	128,95	130,55

(m)	5,64	6,19	6,45
pozorované obdobie rok	2017	2017	2017
minimálna hladina (m n.m.) (dátum)	129,60 (25.10.)	128,80 (25.10.)	130,38 (18.10.)
(m)	6,25	6,34	6,62
maximálna hladina (m n.m.) (dátum)	129,93 (02.11.)	129,08 (02.11.)	130,84 (17.05.)
(m)	5,92	6,06	6,16
rozkyv hladiny v pozorovanom roku (m)	0,33	0,28	0,46
priemerná hladina v pozorovanom roku (m n.m.)	129,79	128,96	130,60
(m)	6,06	6,18	6,40

Ako je zrejmé z tab. 4.2.1.6 rozkyv hladín podzemnej vody v okolitých pozorovacích objektoch SHMÚ v širšom okolí riešeného územia sa pohybuje v rozmedzí cca 1,0-4,63 m. Vyšší rozkyv dokumentuje sonda SHMÚ č. 705 pri maximálnej hladine v úrovni 3,7 m p.t. v roku 1966. Toto stúpnutie hladiny bolo zaznamenané ešte pred uvedením vodného diela Gabčíkovo do prevádzky.

Prihliadajúc na skutočnosť, že od roku 1992 je v prevádzke VD Gabčíkovo, ktorého spustením došlo k výraznejšiemu poklesu kolísania hladiny podzemnej vody v oblasti celého Žitného ostrova uvažujeme v riešenom území orientačne s rozkyvom hladiny $\pm 1,5$ až 2,0 m od stavu zisteného počas prieskumných prác (2022).

Ako už bolo vyššie uvedené, v čase prieskumných prác bola hladina podzemnej vody zistená u všetkých prieskumných sond v hĺbkach 6,535-6,845 m pod súčasným terénom (129,34 – 129,45 m n.m.). Z hľadiska klimatických podmienok považujeme zistené hladiny z dlhodobého hľadiska za nižšie až priemerné vodné stavy.

V zmysle uvedených predpokladov úroveň maximálnej hladiny možno v území očakávať v úrovni 4,5-4,8 m pod súčasným terénom (131,3-131,4 m n.m.). Stanovenie konkrétnej hodnoty maximálnej hladiny podzemnej vody v hodnotenom území odporúčame projektantovi riešiť v budúcom období v spolupráci s organizáciou SHMÚ.

Do úvahy ďalej prichádza i kapilárna vzliňavosť podzemnej vody, ktorá sa podrobnejšie hodnotí len pri dopravných stavbách – pozri kapitola 4.7.

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

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

Symbody 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 :

kvartér

Súdržné zeminy :

- a/ silt piesčitý MS zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy F3 /1 vzorka/
b/ silt so strednou plasticitou MI zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy F5(1 vzorka)
c/ silt s nízkou plasticitou ML zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy F5(2 vzorky)
d/ silt s vysokou plasticitou MH zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy F7(1 vzorka)

Nesúdržné zeminy :

- e/ piesok siltovitý SM zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy S4 (3 vzorky)
f/ piesok s prímесou jemnozrnnej zeminy S-F zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy S3 (1 vzorka)
g/ štrk dobre zrnený GW zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy G1 /2 vzorky/
h/ štrk zle zrnený GP zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy G2 /3 vzorky/
i/ štrk s prímесou jemnozrnnej zeminy G-F zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy G3 /11 vzoriek/

neogén

neúdržné zeminy :

- j/ piesok siltovitý SM zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy S4 (3 vzorky)
k/ štrk s prímесou jemnozrnnej zeminy G-F zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy G3 /1 vzorka/
l/ štrk siltovitý GM zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy G4 /1 vzorka/

4.3.1 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-5 a DPS-1,,2,3,5), ako i zohľadnením archívnych výsledkov v širšom okolí záujmovej oblasti uvádzame v tab.č.4.3.1 a tab.4.3.2.

Ø SILT PIESČITÝ CS (kvartér) zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy F3

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. F3 MS nasledovné *geotechnické parametre zemín*:

Tab.4.3.1a : Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. F3 MS

Konzistencia	tuhá ($I_c=0,5-0,9$)	pevná ($I_c=0,9-1,3$)	tvrdá ($I_c>1,3$)
E_{def}	4-6 MPa	5-8 MPa	9-10 MPa
ϕ_u	0°	0-5°	6-11°
c_u	40-50 kPa	60-70 kPa	80-90 kPa
ϕ_{ef}	22-24°	24-26°	26-28°
c_{ef}	10-13 kPa	12-18 kPa	18-22 kPa
γ	18,0 kN.m ⁻³		
v	0,35		
β	0,62		
m	0,2	0,2	0,2

- Ø SILT SO STREDNOU AŽ NÍZKOU PLASTICITOU **MI_ML** (kvartér) zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy F5

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. *F5 MI nasledovné geotechnické parametre zemín:*

Tab.4.3.1b : Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. F5 MI

Konzistencia	tuhá ($I_c=0,5-0,9$)	pevná ($I_c=0,9-1,3$)	tvrdá ($I_c>1,3$)
E_{def}	3-6 MPa	5-7 MPa	7-9 MPa
ϕ_u	0°	0°	0°
c_u	50-60 kPa	70-80 kPa	80-90 kPa
ϕ_{ef}	17-19°	19-22°	21-23°
c_{ef}	8-12 kPa	12-15 kPa	13-18 kPa
γ	20,0 kN.m ⁻³		
v	0,40		
β	0,47		
m	0,1-0,2	0,2	0,2

- Ø SILT S VYSOKOU PLASTICITOU **MH** (kvartér) zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy F7

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. *F7 MH nasledovné geotechnické parametre zemín:*

Tab.4.3.1c : Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. F7 MH

Konzistencia	tuhá ($I_c=0,5-0,9$)	pevná ($I_c=0,9-1,3$)
E_{def}	2-4 MPa	4-6 MPa
ϕ_u	0°	0°
c_u	40-60 kPa	60-80 kPa
ϕ_{ef}	13-15°	15-17°
c_{ef}	2-6 kPa	6-12 kPa
γ	21,0 kN.m ⁻³	
v	0,40	
β	0,47	
m	0,1-0,2	0,2

- Ø PIESKY S PRÍMESOU JEMNOZRNNEJ ZEMINY **S-F** (kvartér) zatriedujeme 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 prímеси) nasledovné geotechnické parametre zemín:*

Tab.4.3.1d : Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. S3 S-F

uľahnutosť		stredne uľahnutá (I_d 0,35-0,65)	uľahnutá (I_d 0,65-0,85)
E_{def}	modul deformácie	12-17 MPa	17-22 MPa
ϕ_{ef}	efektívny uhol vnútorného trenia	28-29°	28-31°
c_{ef}	efektívna súdržnosť	0 kPa	0 kPa
γ	Poissonovo číslo	17,5 kN.m ⁻³	
ν	súčiniteľ prevodu medzi modulom deformácie a oedometrickým modulom	0,30	
β	objemová tiaž	0,74	
m	súčiniteľ štruktúrnej pevnosti zeminy	0,3	

Ø **PIESKY SILTOVITÉ SM (KVARTÉR)** zatriedime 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 nasledovné *geotechnické parametre zemín*:

Tab.4.3.1e : Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. S4 SM

uľahnutosť	kypré (I_d <0,35)	stredne uľahnuté (I_d =0,35-0,65)
E_{def}	2-4 MPa	6-8 MPa
ϕ_{ef}	22-25°	25-26°
c_{ef}	0-3 kPa	2-6 kPa
γ	18,0 kN.m ⁻³	
ν	0,30	
β	0,74	
m	0,1-0,2	0,2

Ø **ŠTRKY DOBRE ZRNENÉ GW (KVARTÉR)** zatriedime 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.4.3.1f : Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. G1 GW

uľahnutosť	kypré (I_d <0,35)	stredne uľahnuté (I_d =0,35-0,65)	uľahnuté (I_d =0,65-0,85)	veľmi uľahnuté (I_d =0,85-1,0)
E_{def}	80-95 MPa	90-140 MPa	120-200 MPa	180-250 MPa
ϕ_{ef}	29-30°	31-33°	33-38°	38-43°
c_{ef}	0 kPa	0 kPa	0 kPa	0 kPa
γ	21,0 kN.m ⁻³			
ν	0,20			
β	0,90			
m	0,2			

Ø ŠTRKY ZLE ZRZENÉ GP (KVARTÉR)zatriedujeme 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.4.3.1g : Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. G2 GP

uľahnutosť	kypré ($I_d < 0,35$)	stredne uľahnuté ($I_d = 0,35-0,65$)	uľahnuté ($I_d = 0,65-0,85$)	veľmi uľahnuté ($I_d = 0,85-1,0$)
E_{def}	50-70 MPa	85-135 MPa	150-195 MPa	180-250 MPa
ϕ_{ef}	28-29 °	31-37 °	37-38 °	39-43 °
c_{ef}	0 kPa	0 kPa	0 kPa	0 kPa
γ	20,0 kN.m ⁻³			
ν	0,20			
β	0,90			
m	0,2			

NEOGÉN :

Ø PIESKY SILTOVITÉ SM (NEOGÉN)zatriedujeme 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 *nasledovné geotechnické parametre zemín*:

Tab.4.3.1h : Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. S4 SM

uľahnutosť	stredne uľahnuté ($I_d = 0,35-0,65$)	uľahnuté ($I_d = 0,65-0,85$)
E_{def}	8-13 MPa	12-16 MPa
ϕ_{ef}	26-28 °	28-29 °
c_{ef}	6-7 kPa	7-8 kPa
γ	18,0 kN.m ⁻³	
ν	0,30	
β	0,74	
m	0,2	

Ø ŠTRKY SILTOVITÉ GM (NEOGÉN)zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy G4

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. G4 GM *nasledovné geotechnické parametre zemín*:

Tab.4.3.1i : Odporúčané geotechnické parametre – zeminy tr. SGGM

uľahnutosť	stredne uľahnuté ($I_d = 0,35-0,65$)	uľahnuté ($I_d = 0,65-0,85$)
E_{def}	45-65 MPa	55-75 MPa
ϕ_{ef}	28-31 °	30-32 °
c_{ef}	1-5 kPa	4-6 kPa
γ	19,0 kN.m ⁻³	
ν	0,30	
β	0,74	
m	0,2	

Geotechnické parametre v hĺbkovom profile prieskumných sond, kde boli realizované súbežne aj DPS podávame pre prehľadnosť v tabuľke č. 4.3.2.

4.4. Výsledky dynamických penetračných skúšok

Dynamické penetračné skúšky boli realizované v počte 4 ks (s označením DPS v blízkosti prieskumných sond S-1,2,3,5 - pozri graf.príloha č.2). Pomocou nich boli upresnené geotechnické parametre nesúdržných kvartérnych a neogénnych piesčitých a štrkovitých sedimentov. Hĺbka dynamických penetračných sond dosahovala 5,0-20,0 m.

Dosiahnuté výsledky uvádzame v tab. 4.4.1. až 4.4.2., a na obrázku 3.1 až 3.4.

Podľa dosiahnutého indexu uľahnutosti I_d (Tabuľky 10 STN 72 1001) možno nesúdržné zeminy klasifikovať nasledovne:

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

Penetračná sonda DPS-1 (pri sonde S-1)			
	m p.t.	I_d	zatriedenie podľa Tabuľky 10 STN 72 1001
Y/tr. G4 (GM)	2,2-2,4	0,39	stredne uľahnuté
tr.S4 (SM)	3,0-3,6	0,45	stredne uľahnuté
	3,6-4,9	0,18	kypré
	6,0-6,4	0,12	kypré
tr.G3 (G-F)	4,9-6,0	0,46	stredne uľahnuté
	6,4-7,5	0,52	stredne uľahnuté
	8,1-9,0	0,32	kypré
	9,0-10,0	0,49	stredne uľahnuté
	11,6-13,7	0,38	stredne uľahnuté
tr.G2 (GP)	7,5-8,1	0,44	stredne uľahnuté
	10,0-11,6	0,35	stredne uľahnuté
neogén – tr.G3 (G-F)	13,7-14,7	0,65	stredne uľahnuté
	14,7-16,4	0,35	stredne uľahnuté
	16,4-18,8	0,28	kypré
	18,8-20,0	0,38	stredne uľahnuté

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

Penetračná sonda DPS-2 (pri sonde S-2)			
	m p.t.	I_d	zatriedenie podľa Tabuľky 10 STN 72 1001
Y/tr.S4 (SM)	1,6-2,8	0,16	kypré
	2,8-3,3	0,47	stredne uľahnuté
tr. G1 (GW)	4,6-5,8	1,0	veľmi uľahnuté
	5,8-6,4	0,32	kypré
tr. G3 (G-F)	6,4-6,8	0,40	stredne uľahnuté
	6,8-7,8	0,66	uľahnuté
tr. G2 (GP)	7,8-9,0	0,37	stredne uľahnuté
	9,0-9,5	0,64	stredne uľahnuté
tr.G3 (G-F)	9,5-10,2	0,43	stredne uľahnuté
	10,2-11,0	0,79	uľahnuté
	11,0-11,6	0,36	stredne uľahnuté
	11,6-12,6	0,47	stredne uľahnuté
	12,6-13,3	0,64	stredne uľahnuté
	13,3-13,8	0,35	stredne uľahnuté

	13,8-14,2	0,56	stredne uľahnuté
neogén tr.S4 (SM)	14,2-16,0	0,73	uľahnuté

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

Penetračná sonda DPS-3 (pri sonde S-3)			
	m p.t.	Id	zatriedenie podľa Tabuľky 10 STN 72 1001
Y/tr.G3 (G-F)	0,5-0,9	0,54	stredne uľahnuté
	0,9-1,4	0,42	stredne uľahnuté
tr.S4 (SM)	2,7-4,1	0,46	stredne uľahnuté
tr.G2 (GP)	4,1-4,8	0,79	uľahnuté
	4,8-5,2	0,23	kypré
	5,2-5,9	0,65	stredne uľahnuté
	5,9-6,3	0,37	stredne uľahnuté
	6,3-6,9	0,22	kypré
tr.G3 (G-F)	6,9-8,2	0,37	stredne uľahnuté
	8,2-10,7	0,45	stredne uľahnuté
	10,7-12,7	0,54	stredne uľahnuté
	12,7-13,4	0,30	kypré
	13,4-13,9	0,50	stredne uľahnuté
tr.S4 (SM)	13,9-14,8	0,60	stredne uľahnuté
neogén – tr.S4 (SM)	14,8-15,0	0,50	stredne uľahnuté
	16,0-16,5	0,64	stredne uľahnuté
neogén – tr. G4 (GM)	15,0-16,0	0,66	uľahnuté

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

Penetračná sonda DPS-5 (pri sonde S-5)			
	m p.t.	Id	zatriedenie podľa Tabuľky 10 STN 72 1001
tr.G2 (GP)	2,9-3,8	0,62	stredne uľahnuté
	3,8-4,5	1,0	veľmi uľahnuté
	4,5-5,0	1,0	veľmi uľahnuté

Vysvetlivky : G3 – štrk s prímiesou jemnozrnnej zemin, G2 – štrk zle zrný, G1 – štrk dobre zrný, G4 – štrk siltovitý, S4 – piesok siltovitý, S3 – piesok s prímiesou jemnozrnnej zemin,

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

- štrkovité sedimenty kvartéru

-tr. G3, G2, G1 vykazujú vlastnosti prevažne stredne uľahnutých až uľahnutých zemín ($I_D=0,35-0,79$) - pozri tab.4.4.1a až 4.4.1d a obr. 3.1 až 3.4. Lokálne bola zistená i polohy kyprých štrkov tr. G3, G2, G1 (DPS-1,2,3 v úrovni 4,5-9,0m, občasne i na báze v hĺbke 12,7-13,5m, o mocnosti 0,5m až 2,0m s hodnotou $I_D=0,22-0,32$), resp. veľmi uľahnutých štrkov (tr.G1, G2, s hodnotou $I_D=1,0$).

- piesčité sedimenty kvartéru

-tr.S4 a S3 vykazujú vlastnosti prevažne stredne uľahnutých zemín ($I_D=0,45-0,64$), - pozri tab.4.4.2b a obr. 3.1 a 3.3, občasne boli zistené i kypré polohy tr.S4 ($I_D=0,0,12-0,18$).

- štrkovité sedimenty neogénu

-tr. G3 vykazujú vlastnosti prevažne stredne uľahnutých až uľahnutých zemín ($I_D=0,35-0,65$) - pozri tab.4.4.2c a obr. 3.1. Lokálne bola zistená i polohy kyprých štrkov tr. G3 (DPS-1,2,3 v úrovni 17,0-18,7m, s hodnotou $I_D=0,28$),

- piesčité sedimenty neogénu

-tr.S4 vykazujú vlastnosti prevažne uľahnutých zemín ($I_D=0,73$ - pozri tab.4.4.2b a obr. 3.2

Zistené geotechnické parametre štrko-piesčitých zemín na základe realizovaných DPS udávame súhrnne v tabuľke 4.4.2b.

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

označenie	trieda	m p.t.	I_c	E_{def} (MPa)	E_{oed} (MPa)	$j_{ef} (^{\circ})$	c_{ef} (kPa)
tr. F5 MI tuhá až pevná konzistencia							
DPS-3	tr. F5 MI	1.5-2.1	1.05	6.6	14.4	19	12
DPS-5	tr. F5 MI	0.7-1.0	0.92	6.6	14.06	20	12
DPS-5	tr. F5 MI	1.0-2.2	0.6	3.46	7.36	19	10
		aritm.priemer	0.86	5.55	11.94	19.33	11.33
tr. F3 MS tuhá konzistencia							
DPS-5	tr. F5 MI	2.2-2.9	0.81	6.07	9.79	23	13
tr. F7 MH pevná konzistencia							
DPS-3	tr. F7 MH	2.1-2.6	0.92	5.3	14.32	16	7

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

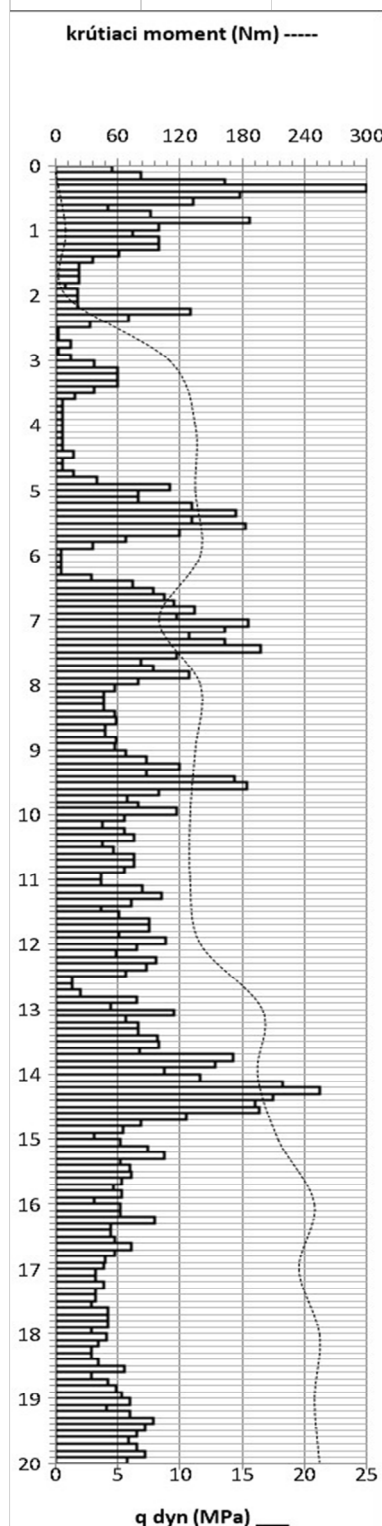
označenie	trieda	m p.t.	I_D	E_{def} (MPa)	E_{oed} (MPa)	$j_{ef} (^{\circ})$	c_{ef} (kPa)
tr. S4 SM stredne uľahnuté							
DPS-1	tr. S4 SM	2.9-3.5	0.45	6.63	8.95	26	6
DPS-3	tr. S4 SM	2.6-4.1	0.46	7.69	10.39	25	5
		aritm.priemer	0.46	7.16	9.67	25.50	5.50
neogén							
DPS-3	tr. S4 SM	13.9-14.8	0.6	12.32	16.65	27	7
DPS-3	tr. S4 SM	14.8-15.1	0.5	10	13.51	26	6
DPS-3	tr. S4 SM	16.0-16.5	0.64	13.3	17.97	28	6
		aritm.priemer	0.58	11.87	16.04	27.00	6.33
tr. S4 SM - kypré							
DPS-1	tr. S4 SM	3.5-4.7	0.18	3.18	4.29	24	0
DPS-1	tr. S4 SM	5.9-6.2	0.12	2.32	3.16	22	0
DPS-1	tr. S4 SM	5.9-6.2	0.12	2.32	3.16	22	0
		aritm.priemer	0.14	2.61	3.54	22.67	0.00
NEOGÉN tr. S4 SM - uľahnuté							
DPS-2	tr. S4 SM	14.2-16.0	0.73	14.88	20.1	29	8

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

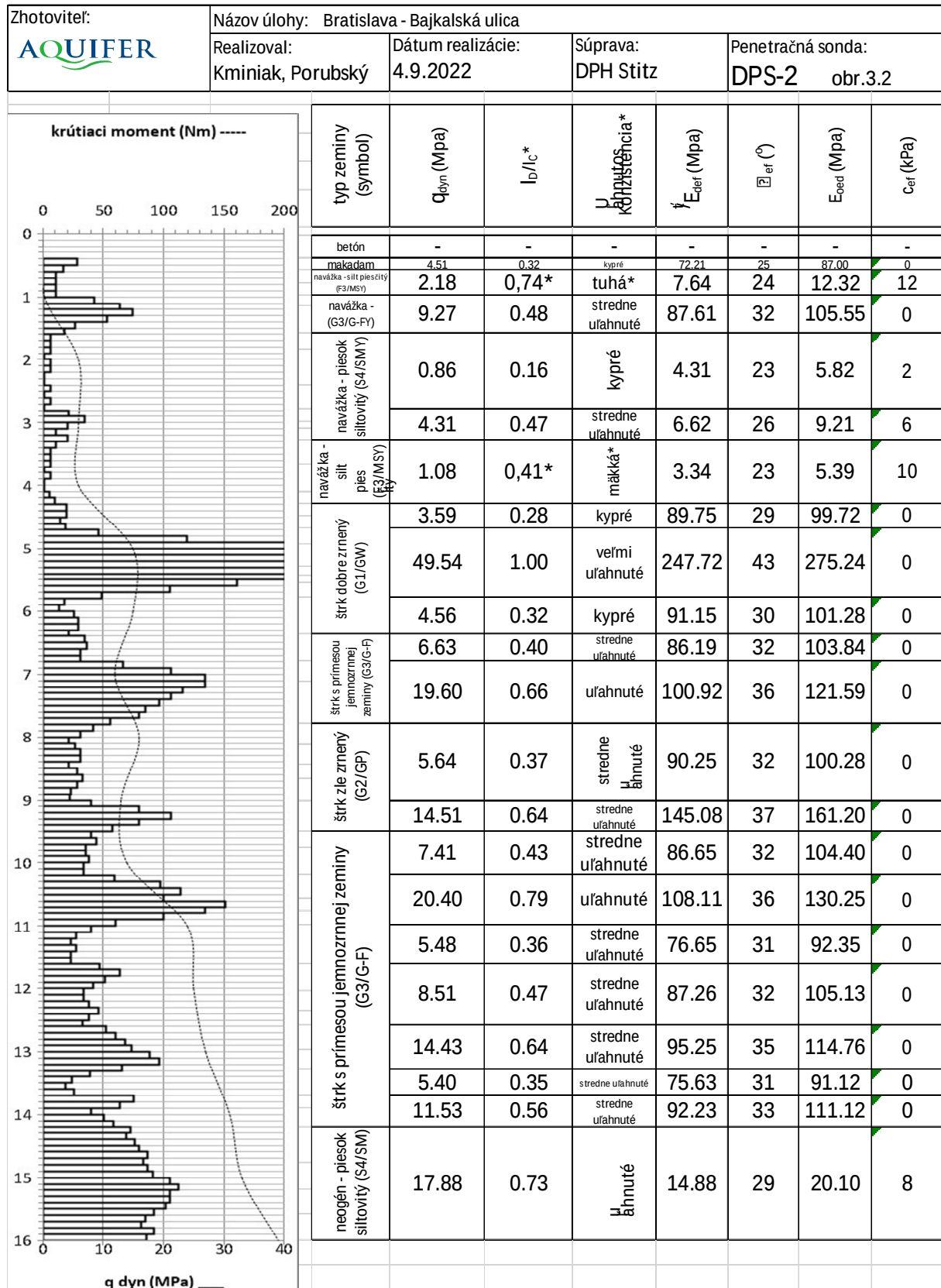
tr. G3 G-F - stredne uľahnuté							
DPS-1	tr. G3 G-F	4.7-5.9	0.46	87.33	105.22	32	0
DPS-1	tr. G3 G-F	6.3-7.5	0.52	89.31	107.6	32	0
DPS-1	tr. G3 G-F	9.2-10.0	0.49	88.08	106.12	33	0
DPS-1	tr. G3 G-F	11.5-13.7	0.38	81.94	98.72	31	0
DPS-1	tr. G3 G-F	14.5-17.0	0.35	80.88	97.44	31	0
DPS-1	tr. G3 G-F	18.7-20.0	0.38	82.36	99.23	32	0
DPS-2	tr. G3 G-F	6.4-6.8	0.4	86.19	103.84	32	0
DPS-2	tr. G3 G-F	9.4-10.2	0.43	86.65	104.4	32	0
DPS-2	tr. G3 G-F	11.0-11.6	0.36	76.65	92.35	31	0
DPS-2	tr. G3 G-F	11.6-12.6	0.47	87.26	105.13	32	0
DPS-2	tr. G3 G-F	12.6-13.3	0.64	95.25	114.76	35	0
DPS-2	tr. G3 G-F	13.3-13.7	0.35	75.63	91.12	31	0
DPS-2	tr. G3 G-F	13.7-14.2	0.56	92.23	111.12	33	0
DPS-3	tr. G3 G-F	6.9-8.2	0.37	77.54	93.42	32	0
DPS-3	tr. G3 G-F	8.2-10.7	0.45	86.94	104.75	33	0
DPS-3	tr. G3 G-F	10.7-12.7	0.54	90.84	108.45	34	0
DPS-3	tr. G3 G-F	13.4-13.9	0.5	88.71	106.88	33	0
		aritm.priemer	0.45	85.52	102.97	32.29	0.00
tr. G3 G-F – uľahnuté							
DPS-1	tr. G3 G-F	13.7-14.5	0.65	95.77	115.39	36	0
DPS-2	tr. G3 G-F	6.8-7.8	0.66	100.92	121.59	36	0
DPS-2	tr. G3 G-F	10.2-11.0	0.79	108.11	130.25	36	0
		aritm.priemer	0.70	101.60	122.41	36.00	0.00
tr. G3 G-F – kypré							
DPS-1	tr. G3 G-F	8.1-9.2	0.32	75.35	90.78	30	0
DPS-1	tr. G3 G-F	17.0-18.7	0.28	68.43	82.45	29	0
DPS-3	tr. G3 G-F	12.7-13.4	0.3	70.29	84.69	30	0
		aritm.priemer	0.90	214.07	257.92	89.00	0.00
tr. G2 GP – kypré							
DPS-3	tr. G2 GP	4.8-5.2	0.23	63.16	70.18	28	0
DPS-3	tr. G2 GP	6.3-6.9	0.22	61.39	68.21	28	0
		aritm.priemer	0.225	62.275	69.195	28	0
tr. G2 GP – stredne uľahnuté							
DPS-1	tr. G2 GP	7.5-8.1	0.44	116.74	129.71	33	0
DPS-2	tr. G2 GP	7.8-8.8	0.37	90.25	100.28	32	0
DPS-2	tr. G2 GP	8.8-9.4	0.64	145.08	161.2	37	0
DPS-3	tr. G2 GP	5.8-6.3	0.37	93.67	104.08	32	0
DPS-5	tr. G2 GP	2.9-3.8	0.62	134.79	149.77	36	0
		aritm.priemer	0.49	116.11	129.01	34.00	0
tr. G2 GP – uľahnuté							
DPS-3	tr. G2 GP	4.1-4.8	0.79	170.24	189.16	38	0
DPS-3	tr. G2 GP	5.2-5.8	0.65	150.62	167.36	37	0
		aritm.priemer	0.72	160.43	178.26	37.50	0
tr. G2 GP – veľmi uľahnuté							

DPS-5	tr. G2 GP	3.8-4.5	1	184.01	204.46	41	0
DPS-5	tr. G2 GP	4.5-5.0	1	204.11	226.79	43	0
		aritm.priemer	1.00	194.06	215.63	42.00	0
tr. G1 GW – stredne uľahnuté							
DPS-1	tr. G1 GW	10.0-11.5	0.35	107.02	118.91	33	0
tr. G1 GW - veľmi uľahnuté							
DPS-2	tr. G1 GW	4.7-5.8	1	247.72	275.24	43	0
tr. G1 GW - kypré							
DPS-2	tr. G1 GW	4.3-4.7	0.28	89.75	99.72	29	0
DPS-2	tr. G1 GW	5.8-6.4	0.32	91.15	101.28	30	0
		aritm.priemer	0.3	90.45	100.5	29.5	0
tr. G4 GM – uľahnuté							
neogén							
DPS-3	G4 GM	15.1-16.0	0.66	64.88	87.67	32	6

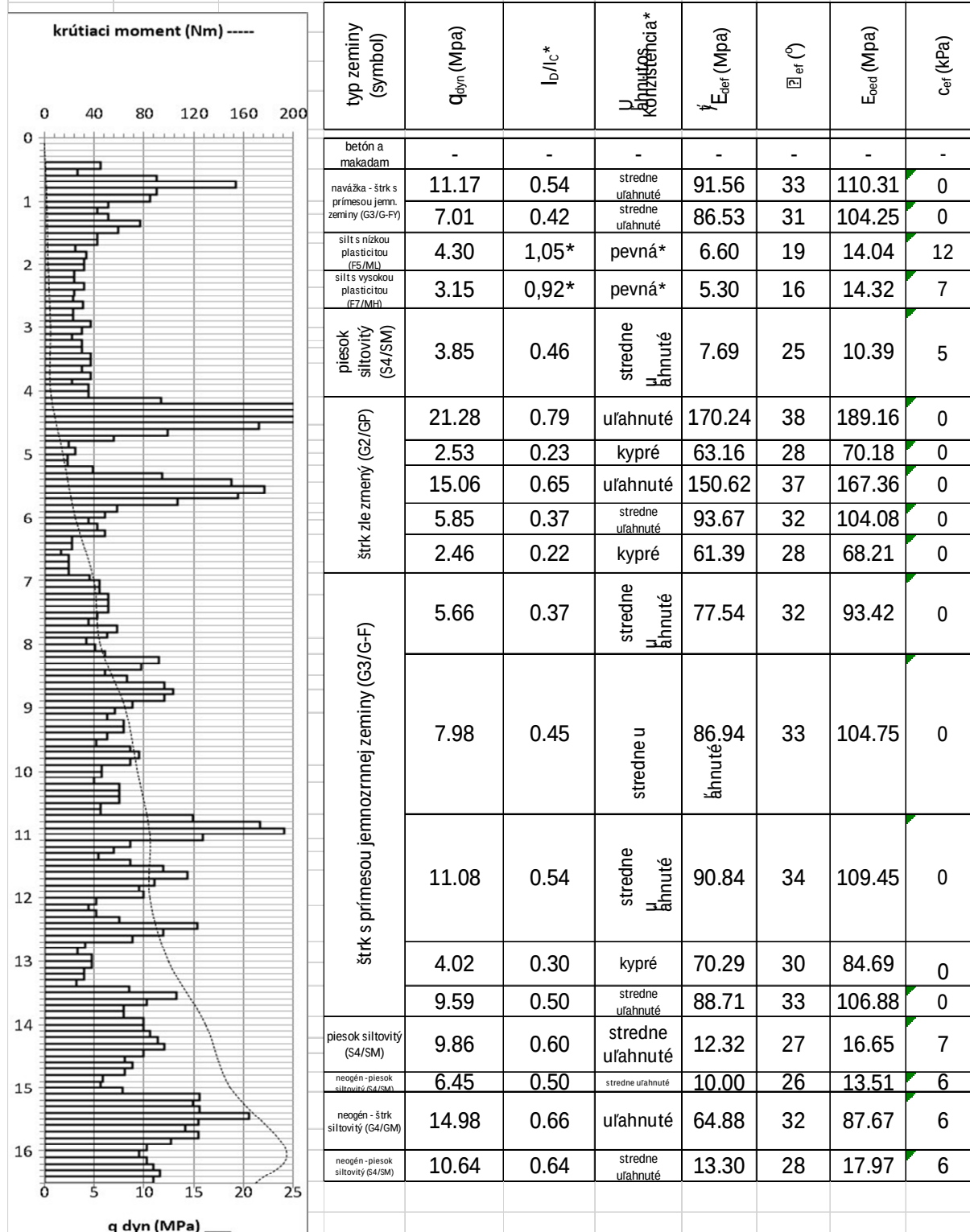
Zhotoviteľ: AQUIFER	Názov úlohy: Bratislava - Bajkalská ulica			
	Realizoval: Kminiak, Porubský	Dátum realizácie: 3.9.2022	Súprava: DPH Stitz	Penetračná sonda: DPS-1 obr.3.1

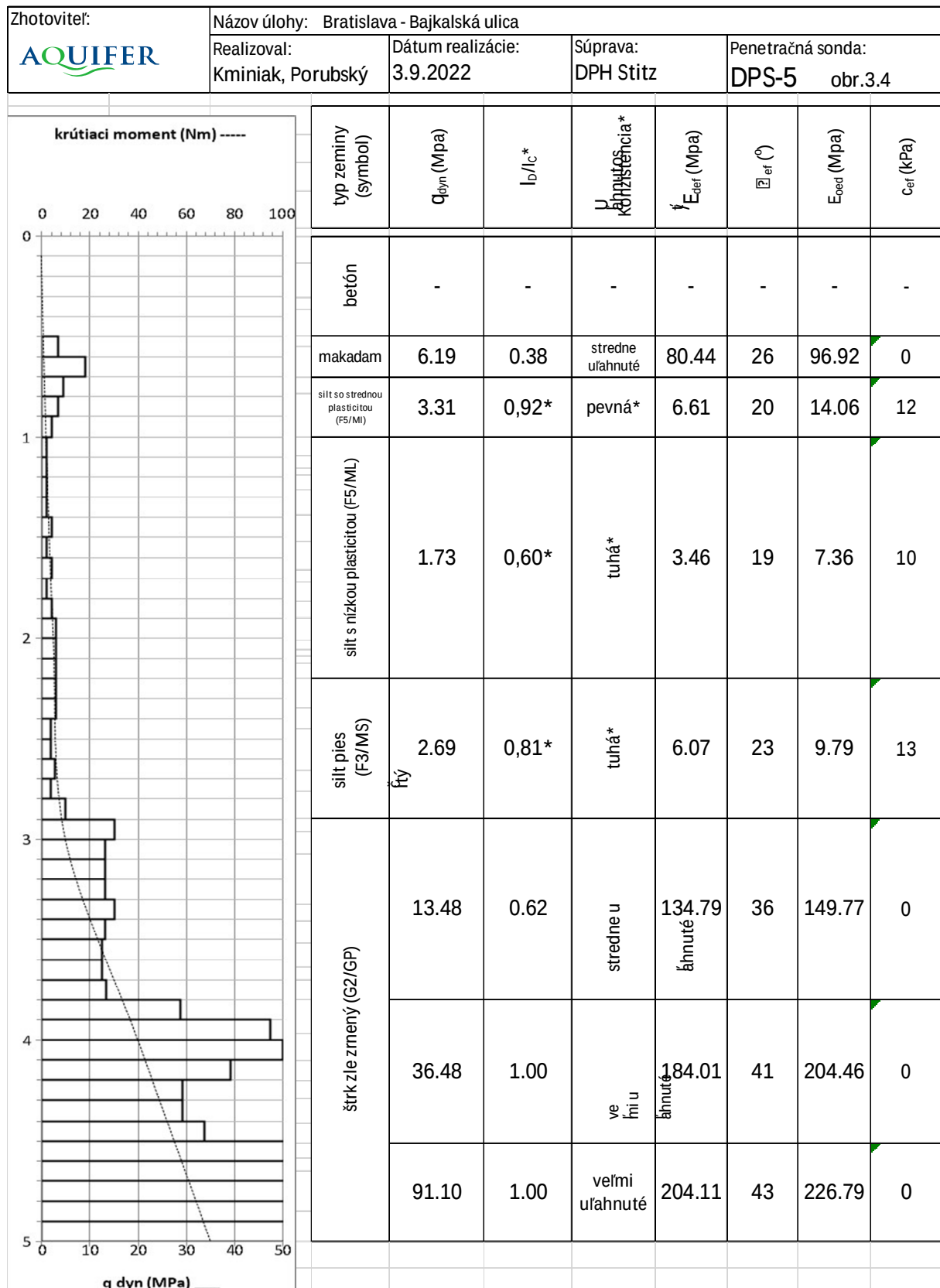


typ zeminy (symbol)	q_{dyn} (Mpa)	I_0/I_c^*	konzistencia*	$f_{E_{def}}$ (Mpa)	φ_{ef} (°)	E_{oed} (Mpa)	C_{ef} (kPa)
makadam	12.94	0.58	stredne uľahnuté	90.60	32	109.16	0
navážka - silt piesčitý (F3/MSY)	8.30	>1,3*	tvrdá*	12.45	28	20.08	24
	1.83	0,65*	tuhá*	4.42	24	7.12	12
navážka (G4/GMY)	6.49	0.39	stredne uľahnuté	45.89	28	62.01	2
navážka - silt piesčitý (F3/MSY)	0.64	0,26*	mäkká*	3.41	21	5.50	10
piesok siltovitý (S4/SM)	3.82	0.45	stredne uľahnuté	6.63	26	8.95	6
	0.73	0.18	kypré	3.18	24	4.29	0
štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-F)	8.73	0.46	stredne uľahnuté	87.33	32	105.22	0
piesok siltovitý (S4/SM) 222	0.42	0.12	kypré	2.32	22	3.16	0
štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-F)	10.51	0.52	stredne uľahnuté	89.31	32	107.60	0
štrk zle zmený (G2/GP)	7.78	0.44	stredne uľahnuté	116.74	33	129.71	0
štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-F)	4.46	0.32	kypré	75.35	30	90.78	0
	9.42	0.49	stredne uľahnuté	88.08	33	106.12	0
štrk dobre zmený (G1/GW)	5.35	0.35	stredne uľahnuté	107.02	33	118.91	0
štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-F)	6.07	0.38	stredne uľahnuté	81.94	31	98.72	0
neogén - štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-F)	14.73	0.65	uľahnuté	95.77	36	115.39	0
	5.35	0.35	stredne uľahnuté	80.88	31	97.44	0
	3.60	0.28	kypré	68.43	29	82.45	0
	6.10	0.38	stredne uľahnuté	82.36	32	99.23	0



Zhotoviteľ:	Názov úlohy: Bratislava - Bajkalská ulica			
AQUIFER	Realizoval:	Dátum realizácie:	Súprava:	Penetračná sonda:
	Kminiak, Porubský	3.9.2022	DPH Stitz	DPS-3 obr.3.3





4.5. Návrh zakladania

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

- Povrchovú časť záujmovej lokality tvorí navážka premenlivej mocnosti v rozpätí 0,6-4,2m. Výraznejšie mocnosti (3,2-4,2m) boli overené v S a SZ časti územia, vo východnej a južnej časti parcely dosahuje jej hrúbka 0,6-1,5m – pozri tab.4.2.1. Z pohľadu zrnitostného zloženia je tvorená siltom piesčitým, siltami a štrkami s prímiesou stavebného odpadu. Navážka je v zmysle STN 731001 nevhodnou základovou pôdou a je potrebné ho z hodnotenej oblasti odstrániť.

- Podložie navrhovaných objektov je mimo sondy S-2 v podpovrchovej úrovni do hĺbky cca 3,2-4,9 m pod súčasným terénom tvorené siltovitými až piesčito-siltovitými zeminami. Laboratórnymi skúškami ich možno v zmysle STN 721001 charakterizovať ako silty piesčité (tr. F3), silty so strednou, nízkou a vysokou plasticitou (tr.F5, F7), piesky siltovité (tr. S4).

- Základovú pôdu pod vyššie uvedeným súvrstvím tvoria prevažne stredne uľahnuté až veľmi uľahnuté štrky s prímiesou jemnozrnej zeminy (tr.G3 (G-F) až štrky dobre/zle zrnené (tr.G1, symbol GW, resp. tr.G2, symbol GP), s hodnotou E_{def} v rozpätí cca 80-250 MPa (pozri kapit.4.4). Z obr.4.5.1. je zrejmé, že pevnostné a deformačné charakteristiky sú v tejto vrstve niekoľkonásobné vyššie oproti nadložným siltovitým/siltovito-piesčitým horizontom.

Prihliadajúc na uvažovanú súčasnú úroveň terénu (úroveň $\pm 0,00$ nie je v súčasnosti známa) sa tieto zeminy nachádzajú od hĺbkovej úrovne cca 3,2-4,9m p.t – pozri tab. 4.5.1.

Celkovú mocnosť štrkov v hodnotenom území predpokladáme v rozpätí minimálne 10,0-12,0m. Vrtnými prácami do hĺbky 16,0-18,0 m p.t vykazovali neogénne sedimenty často pokračovanie štrkovitej formácie, jej celkový hĺbkový dosah tak nebol vo všetkých prípadoch ozrejmený.

Výskyt štrkovitých zemín v hodnotenom území podávame detailnejšie pomocou tab. 4.5.1.

Tab.4.5.1 : Výskyt štrkovitých zemín v hodnotenom území (súčasný terén/ $\pm 0,00$)

vrt	niveleta sondy (m n.m.)	štrkovité sedimenty (tr.G1, G2, G3) lokálne s vložkami pieskov tr. S3, S4		mocnosť (m)	neogénne piesky a štrky tr. S3, S4, G3, G4	
		od (mpt)/mm	do (mpt)/mm		od (mpt)/mm	do (mpt)/mm
S-1	136.22	4.90 / 131.32	7.30 / 128.92	2.40	13.80 / 122.42	16.50 / 119.72
		7.30 / 128.92	8.40 / 127.82	1.10		
		8.40 / 127.82	10.00 / 126.22	1.60		
		10.00 / 126.22	11.50 / 124.72	1.50		
		11.50 / 124.72	13.80 / 122.42	2.30		
S-2	135.96	4.20 / 131.76	6.50 / 129.46	2.30	14.30 / 121.66	15.50 / 120.46
		6.50 / 129.46	7.80 / 128.16	1.30		
		7.80 / 128.16	9.50 / 126.46	1.70		
		9.50 / 126.46	14.30 / 121.66	4.80		
S-3	136.13	4.50 / 131.63	6.80 / 129.33	2.30	14.80 / 121.33	15.00 / 121.13
		6.80 / 129.33	14.10 / 122.03	7.30	15.00 / 121.13	16.30 / 119.83
		14.10 / 122.03	14.80 / 121.33	0.70	16.30 / 119.83	16.50 / 119.63
S-4	135.99	4.90 / 131.09	6.60 / 129.39	1.70		
		6.60 / 129.39	10.00 / 125.99	3.40		
S-5	136.06	3.20 / 132.86	6.60 / 129.46	3.40	15.20 / 120.86	18.00 / 118.06
		6.60 / 129.46	12.20 / 123.86	5.60		
		12.20 / 123.86	12.70 / 123.36	0.50		
		12.70 / 123.36	15.20 / 120.86	2.50		

dosiahnutá celková metráž vrtu

Navrhované objekty polyfunkčného centra odporúčame v daných podmienkach založiť hĺbkovo - pomocou krátkych širokoprofilových pilot (ich hĺbka bude upresnená po dodaní úrovne $\pm 0,00$), ktoré bezpečne prenesú zaťaženie cez menej únosné siltovité až siltovito-piesčité zeminy do čistých vysokoúnosných štrkov (minimálne strednej uľahnutosti).

Minimálna návrhová únosnosť širokoprofilovej piloty posadenej do prostredia stredne uľahnutých štrkov v závislosti na jej priemere dosahuje:

- Pri priemere Φ 600 – 320 kN (ešte nie je širokoprofilová)
- Pri priemere Φ 800 – 570 kN
- Pri priemere Φ 900 – 720 kN
- Pri priemere Φ 1230 – 1357 kN

Projektanta upozorňujeme, že v štrkovitom súvrství boli v okolí sond S-2 a S-3 overené v povrchových úrovniach kypré polohy mocnosti cca 0,4-0,6m (prevažne do hĺbkovej úrovne 6,5-7,0 m pod súčasným terénom. Prehĺbením základovej konštrukcie tým dôjde k jej priblíženiu k uvedeným kyprým polohám, čo môže v budúcnosti viesť k nerovnomernému sadaniu základových konštrukcií.

I keď nosný systém bude posadený do únosného prostredia objemovo stálych štrkov, podlahy budú posadené do rôzne stlačiteľného prostredia (charakteru siltov, pieskov, siltov piesčitých). Tejto skutočnosti je potrebné venovať zvýšenú pozornosť a podľa druhu konštrukcie podlahy dodržať kvalitu základovej pláne podlahy.

Únosnosť zemnej pláne pod podlahami objektov by mala dosahovať:

$$E_{def2} E_{def2} = 80 \text{ MPa (pri klasickej výstuži) pri } E_{def2} / E_{def1} \leq 2,5$$

$$E_{def2} = 100 \text{ MPa (pri použití drátkobetónu) pri } E_{def2} / E_{def1} \leq 2,5$$

Za týmto účelom odporúčame v daných podmienkach zemnú pláň pod podlahou objektu tvorenú násypom z drveného kameňa (konštantnej mocnosti), s plynulou krivkou zrnitosti zhutneným na požadované parametre. Drvený kameň musí mať $\varnothing$ zrna max. 12 cm.

Základovú škáru je potrebné ochrániť pred poveternostnými vplyvmi (premáčanie, premrzanie) a terén okolo stavby upraviť tak, aby bol zabezpečený odtok zrážkových vôd smerom od stavby.

Spevnené plochy

V mieste spevnených komunikácií a parkovísk boli v horninovom podloží do hĺbky cca 1,2-3,5 m pod súčasným terénom (resp. 132-133 m p.t) overené siltovité až piesčito-siltovité zeminy. Z pohľadu zrnitostného zloženia boli overené zeminy charakteru tr. F5, F7, resp. F3, S4. V daných prípadoch ide prevažne o

- *mierne namrzavé až namrzavé zeminy – tr. S4 s hodnotou E_{def} v rozpätí 2-8 MPa – pozri kapit. 4.7 + tab.4.3.1). Tieto z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky (STN 736133) hodnotíme ako podmiennečne vhodné.*

- *namrzavé až nebezpečne namrzavé zeminy*

tr. F3, s hodnotou E_{def} v rozpätí 4-10 MPa – pozri kapit. 4.7 + tab.4.3.1). Tieto z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky (STN 736133) hodnotíme ako podmiennečne vhodné.

tr.F5, s hodnotou E_{def} v rozpätí 3-9 MPa – pozri kapit. 4.7 + tab.4.3.1). Tieto z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky (STN 736133) hodnotíme ako nevhodné.

- *nebezpečne namrzavé zeminy* - tr.F7, s hodnotou E_{def} v rozpätí 2-6 MPa – pozri kapit. 4.7 + tab.4.3.1). Tieto z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky (STN 736133) hodnotíme ako nevhodné.

Zeminy tr. F5/F7 odporúčame v prípade ich výskytu v dosahu základovej škáry spevnených plôch vzhľadom na ich nebezpečne namrzavé vlastnosti a nízke pevnostné a deformačné charakteristiky v priestore príjazdových komunikácií a spevnených plôch odťažiť.

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

$E_{\text{def } 2} = 45-60 \text{ MPa}$ (pre osobnú dopravu) a $E_{\text{def } 2} = 90 \text{ MPa}$ (pre nákladnú dopravu) pri $E_{\text{def } 2} / E_{\text{def } 1} \leq 2,5$.

Na dosiahnutie projektantom požadovanej hodnoty $E_{\text{def } 2}$ pod telesom parkoviska odporúčame násyp z hrubozrnného materiálu konštantnej mocnosti (makadamu) s plynulou krivkou zrnitosti mocnosti, minimálne 0,6-0,7m. Konečnú mocnosť násypu pod cestným telesom, resp. úpravu podložia stanoví projektant na základe požadovaných prevádzkových zaťažení a nivelety vozovky v zmysle STN 736133.

Nespevnenú konštrukčnú vrstvu vozovky odporúčame realizovať po vrstvách hrúbky 0,25-0,3m zhutňovaného hrubozrnného makadamu, alebo kameniva s plynulou krivkou zrnitosti. Pri tomto spôsobe osadenia vozovky bude povrch nespevnenej konštrukčnej vrstvy vozovky dosahovať $E_{\text{def } 2}$ 60-90 MPa, v závislosti od kvality a hrubozrnnosti makadamového lôžka.

Kontrolu hutnenia bude nutné realizovať statickou zaťažovacou skúškou - doskou. Počas zemných prác je potrebné zemnú pláň upravovať v strechovitom sklone pre stály odtok povrchovej vody.

4.6 Ťažiteľnosť zemín a hornín

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

- | | |
|-----------|--|
| trieda 1: | piesok siltovitý (SM) kyprý, suchý
piesok s prímесou jemnozrnej zeminy (S-F), kyprý, suchý |
| trieda 2: | humózný pokryv
piesok siltovitý (SM) stredne uľahnutý, suchý
piesok s prímесou jemnozrnej zeminy (S-F), stredne uľahnutý, suchý
štrk dobre (GW) a zle zrnený (GP), suchý, stredne uľahnutý

silt so strednou plasticitou (MI), tuhej konzistencie
silt s vysokou plasticitou (MI), tuhej konzistencie
silt piesčitý (MS), tuhej konzistencie |
| trieda 3: | silt so strednou plasticitou (MI), pevnej až tvrdej konzistencie
silt s vysokou plasticitou (MI), pevnej až tvrdej konzistencie
silt piesčitý (MS), pevnej-tvrdej konzistencie
piesok s prímесou jemnozrnej zeminy (S-F), uľahnutý, suchý
štrk dobre (GW) a zle zrnený (GP), štrk s prímесou jemnozrnej zeminy, zvodnený, stredne uľahnutý až veľmi uľahnutý |

trieda 4: piesok s prímiesou jemnozrnej zeminy (S-F), stredne uľahnutý až uľahnutý, zvodnený
piesok siltovitý (SM), stredne uľahnutý až uľahnutý, zvodnený

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

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

Siltovitý piesok.....1: 1
Piesčitý silt.....1:1
Íl/silt.....0,25 až 1:0,50

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 súčasného terénu sa v podloží nachádzajú nižšie uvedené litologické typy zemín (pozri tab.4.7.1).

Tab.4.7.1

označ. sondy	nadm. výška mnm	Zeminy v hĺbke 2,0- 3,0 m od súčasného terénu
S-1	136,22	navážka ($Y_{F3 MS}$)
S-2	135,96	navážka ($Y_{F3 MS}$, $Y_{F6 Cl}$, $Y_{G3 G-F}$, $Y_{S4 SM}$)
S-3	136,13	navážka ($Y_{G3 G-F}$), F5 ML, F7 MH, S4 SM
S-4	135,99	navážka ($Y_{F3 MS}$, $Y_{G3 G-F}$), F5 MI
S-5	136,06	navážka, F5 MI, F5 ML, F3 MS

Ako je z tabuľky 4.7.1 zrejmé, mimo podkladového betónu a navážky (charakteru ílov, siltov, pieskov a štrkov tr.F3, F6, S4, G3) ide o zeminy typu:

F3 MS₁, F5 ML, F5 MI, F7 MH a S4 SM. 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 premrzania podľa ON 736196 je:

$$h_{pr} = \sqrt{2 \cdot \alpha_0 \cdot T_m} = \sqrt{2 \cdot 57 \cdot 88} = 100,2 \text{ cm}$$

(pri uvažovaní mrazového súčiniteľa $\alpha_0 = 57$), t.j. $h_{pr} = \text{min. } 1,0 \text{ m}$.

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 MS₁, čo do vhodnosti do násypov zaraďujeme ako vhodné. Z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky sú podmienečne vhodné. Z hľadiska namrzavosti podľa upraveného Scheibleho kritéria ich zaraďujeme medzi namrzavé až nebezpečne namrzavé 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 nehodné. Z hľadiska namrzavosti podľa upraveného Scheibleho kritéria ich zaraďujeme medzi namrzavé až nebezpečne namrzavé 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 namrzavosti podľa upraveného Scheibleho kritéria ich zaraďujeme medzi nebezpečne namrzavé zeminy.

- silt s vysokou plasticitou zaraďujeme v zmysle tabuľky 4 STN 73 6133 pod poradové číslo 11, a označujeme symbolom F7 MH, čo do vhodnosti do násypov zaraďujeme ako nevhodné. Z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky sú nevhodné. Z hľadiska namrzavosti podľa upraveného Scheibleho kritéria ich zaraďujeme medzi nebezpečne namrzavé 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 namrzavosti podľa upraveného Scheibleho kritéria ich zaraďujeme prevažne medzi mierne namrzavé až namrzavé zeminy.

Navážka charakteru zemín tr. F6, G3:

- íl so strednou plasticitou zaraďujeme v zmysle tabuľky 4 STN 73 6133 pod poradové číslo 10, a označujeme symbolom F6 CI, čo do vhodnosti do násypov zaraďujeme ako podmienečne vhodné. Z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky sú nevhodné. Z hľadiska namrzavosti podľa upraveného Scheibleho kritéria ich zaraďujeme prevažne medzi nebezpečne namrzavé zeminy.

- štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy zaraďujeme v zmysle tabuľky 4 STN 73 6133 pod poradové číslo 24, a označujeme symbolom G3 G-F, čo do vhodnosti do násypov zaraďujeme ako vhodné. Z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky sú vhodné. Z hľadiska namrzavosti podľa upraveného Scheibleho kritéria ich zaraďujeme prevažne medzi nenamrzavé až mierne namrzavé zeminy.

tab. 4.7.2 : 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
F7 MH	nad 65	50-70	1400-1700	15-33	3-7	0-4
S4 SM	15-35	-	1730-2050	8-18	6-50	4-15
F6 CI	nad 65	35-50	1550-1900	15-35	2-20	0-6
G3 G-F	5-15	-	1800-2150	6-16	20-90	6-60

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 premrзания - h_{pr}
- výška kapilárneho výstupu vody pri plnej saturácii zemín - h_s

Rozlišujeme režim :

difúzny, ak $h_0 > h_s$ $h_0 \neq 0$ – výmrazky nevzniknú

pendulárny, ak $h_0 < h_s$ $h_0 \neq 0$ – čiastočné nebezpečie
 kapilárny ak $h_0 = 0$, h_s zasahuje až do h_{pr} – tvorba výmrazkov

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

- štrkovitej zeminy triedy G1	$h_s = 0,0m$	$h_{max} = 0,0m$
- štrkovitej zeminy triedy G2	$h_s = 0,0m$	$h_{max} = 0,0m$
- štrkovitej zeminy triedy G3	$h_s = 0,0-0,8m$	$h_{max} = 0,0-2,4m$
- piesčitej zeminy triedy S4	$h_s = 0,8m$	$h_{max} = 2,4-2,5m$

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

Tab. 4.7.3 : Stanovenie výšky kapilárneho výstupu pri zohľadnení h_{pv} (ustálená hladina) počas prieskumných prác (09/2022)

Názov sondy	h _{pv} od súčas.ter.	hĺbka premrzania	h _{pv} od h _{pr}	h_s	h_0
S-1	6,845m	100 cm	5,845m	0,0-0,8m (G3)	5,045-5,845m
S-2	6,535m	100 cm	5,535m	0,0-0,8m (G1/G3)	4,735-5,535m
S-3	6,790m	100 cm	5,790m	0,0-0,8m (G2/G3)	4,990-5,790m
S-4	6,590m	100 cm	5,590m	0,0-0,8m (G2/G3)	4,790-5,590m
S-5	6,615m	100 cm	5,615m	0,0m (G2)	5,615m

Hladina podzemnej vody bola počas prieskumných prác zaznamenaná vo všetkých sondách v 6,535-6,845 m (narazená/ustálená) pod súčasným terénom. Hladina podzemnej vody vykazovala voľný charakter. Kolektorom podzemných vôd sú štrkovito-piesčité sedimenty (tr.G1/G2/G3), u ktorých je kapilárny zdvih 0-ový až 0,8m (štrky tr.G3).

Zohľadnením ustálenej hladiny podzemnej vody v čase prieskumných prác, litologického charakteru horninového prostredia a úrovne súčasného terénu možno v záujmovom území v čase nižších až priemerných stavov h_{pv} uvažovať celoplošne s priaznivým difúznym režimom.

Rozkvy hladiny podzemnej vody možno v území uvažovať cca $\pm 1,5-2,0$ m (pozri kapit. 4.2.1). V čase vyšších až maximálnych vodných stavov tak možno očakávať h_{pv} v úrovni cca 131,3-131,4 m n.m., t.j. v hĺbke cca 4,54-4,85 m pod súčasným terénom.

Počas týchto vyšších vodných stavov sa bude hladina podzemnej vody stále nachádzať v prostredí prevažne štrkovitých zemín (tr.G1,G2,G3), lokálne v okolí vrtu S-1 v prostredí piesčitých zemín (tr.S4). Z uvedeného vyplýva, že aj počas vyšších vodných stavov možno v riešenom území predpokladať celoplošne priaznivý difúzny vodný režim.

S uvedenými poznatkami kapilárnej vzĺnavosti i chemizmu podzemnej vody (pozri kap. 4.9) odporúčame počítať 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 vln S v horných 30m podlažia pri šmykovej pomernej deformácii 10^{-5} alebo menšej

N_{SPT} – počet úderov pri štandardnej 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 $a_{gR}=0,63 \text{ m.s}^{-2}$.

V mieste prieskumu neboli boli zistené prejavy nestability územia.

4.9. Chemické zloženie podzemných vôd vzhľadom na stavebné konštrukcie

V rámci uvedenej zákazky bola odobratá jedna vzorka podzemnej vody z vrtanej sondy S-3. Vzorka bola odobratá dňa 5.9.2022. 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.

Vzorka podzemnej vody S-3

Analyzovaná vzorka vody bola pri subjektívnom hodnotení číra, bez farby, zákalu a sedimentu (zákal 2 ZF, farba 11 mg/l Pt). Merná vodivosť vody bola 64,5 mS/m. Vzorka je stredne mineralizovaná s odparkom sušeným pri 105 °C 480 mg/l, hydrogeochemicky prevládajúcim hydrogénuhlíčanovým aniónom (455,7 mg/l) a vápnikovým kationom (116,3 mg/l). Reakcia vody bola mierne zásaditá s pH 7,13. Z hľadiska znečistenia organickými látkami bola hodnota $CHSK_{Mn}$ 0,32 mg/l pod limitom pre pitné vody (Vyhláška č. 247/2017 Z.z.). V sledovanej lokalite bola zistená nepatrná hodnota agresívneho oxidu uhličitého podľa Heyera (6,03 mg/l), 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 -0,03 (pre teplotu vody 12 °C), z čoho vyplýva, že voda má mierne agresívne účinky (v praxi $\pm 0,25$ sa berie ešte ako rovnovážny stav). Ide o dosť tvrdú vodu (3,885 mmol/l, 21,75 °N), v porovnaní s Vyhláškou č. 247/2017 pre pitné vody nevyhovuje vzorka vody norme v parametri mangán. Na základe koncentrácie agresívneho CO_2 podľa Heyera, síranov, amónnych iónov, horčíka a hodnoty pH vody 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 protikoročné opatrenia.

Hodnotenie agresivity voči oceli

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

- suma ukazovateľov $SO_3^{2-}+Cl^-$ (64,10 mg/l) bola pod limitnú koncentráciu 100 mg/l, na základe čoho patrí k vodám s veľmi nízkou agresivitou prostredia na kovové konštrukcie.

- hodnota mernej elektrolytickej vodivosti 645 $\mu\text{S}/\text{cm}$ však bola analyzovaná nad limitnú hodnotu 430 $\mu\text{S}/\text{cm}$, na základe čoho patrí k vodám s *veľmi vysokou agresivitou prostredia na kovové konštrukcie*

Zhrnutím možno konštatovať, že vo vzorke vody zo sondy S-3 je nepriaznivým ukazovateľom merná elektrická vodivosť so zaradením vôd do stupňa IV., kde je potrebné použiť zosilnenú izoláciu na ochranu kovových materiálov.

4.10. Kontaminácia horninového prostredia

4.10.1 Vymedzenie potenciálnych zdrojov znečistenia v rámci hodnotenej parcely a jej okolí

Miesto realizácie prieskumných prác sa nachádza v MČ Bratislava – Ružinov, v k.ú. Nivy na Bajkalskej ulici, v areáli spoločností DRUDOP, stavebné a opravárenské družstvo a Rental BA s.r.o.. Riešené územie zo severnej strany ohraničuje voľná nezastavaná plocha, zo západnej strany ul. Bajkalská, z južnej strany areál spoločnosti LABAŠ s.r.o., a z východnej strany areál spoločnosti PERSET a.s.. Povrch riešeného územia bol v čase realizácie prieskumných prác tvorený celoplošne spevnenými plochami.

V riešenom území sa v čase realizácie vrtných prác nachádzali zväčša opravárenské dielne automobilov (mechanické, lakovnícke, zámočnícke a pod.) rôznych súkromných spoločností. Časť pozemku riešeného územia je využívaná na parkovanie vozidiel pre požičovne automobilov.

V širšom okolí záujmového územia sú podľa informačného systému environmentálnych záťaží (ďalej EZ) evidované tieto EZ (pozri obr.5):

Pravdepodobné EZ (register A)

- ⇒ B2 (1836) / Bratislava - Ružinov - Drutechna - Záhradnícka - Bajkalská
- ⇒ B2 (2171) / Bratislava - Ružinov - znečistenie pod Prístavným mostom

Potvrdené EZ (register B)

- ⇒ B1 (003) / Bratislava - Staré Mesto - Chalupkova-Bottova ul.- Chemika - areál závodu
- ⇒ B1 (2084) / Bratislava - Staré Mesto - Čulenova - New City Centre, IV. obytná veža
- ⇒ B2 (008) / Bratislava - Ružinov - Na paši č. 4 - chemická čistiareň

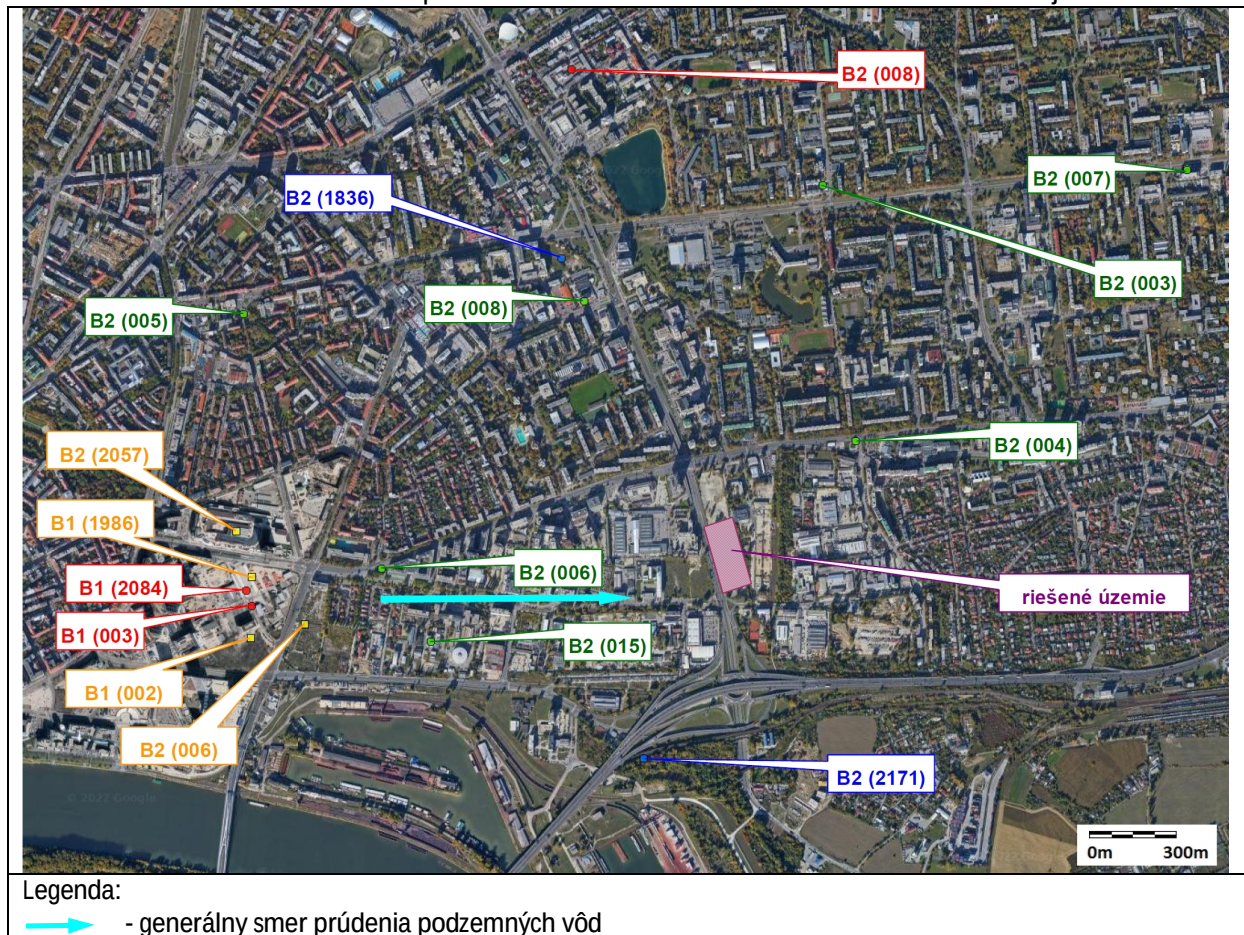
Sanované/rekultivované lokality

- ⇒ B2 (003) / Bratislava - Ružinov - ČS PHM Herlianska
- ⇒ B2 (004) / Bratislava - Ružinov - ČS PHM Hraničná
- ⇒ B2 (005) / Bratislava - Ružinov - ČS PHM Kvačalova
- ⇒ B2 (006) / Bratislava - Ružinov - ČS PHM Prievozská
- ⇒ B2 (007) / Bratislava - Ružinov - ČS PHM Ružinovská
- ⇒ B2 (008) / Bratislava - Ružinov - ČS PHM Trenčianska
- ⇒ B2 (015) / Bratislava - Ružinov - SPP Votrubova ul.

EZ vedené vo viacerých registroch

- ⇒ B1 (1986) / Bratislava - Staré Mesto - Twin City - južná časť (register B,C)
- ⇒ B1 (002) / Bratislava - Staré Mesto - Apollo - širší priestor bývalej rafinérie (register B,C)
- ⇒ B2 (006) / Bratislava - Ružinov - Gumon - areál závodu (register B,C)
- ⇒ B2 (2057) / Bratislava - Ružinov - Twin City - severná časť (register B,C)

Obr. 5: Evidované EZ v informačnom portáli EZ v okolí riešeného územia – lokalita Bratislava-Bajkalská ulica



Vzhľadom na generálny smer prúdenia podzemnej vody Z-V, resp. JZ-SV (v čase vyšších vodných stavov) možno za potenciálne zdroje znečistenia považovať najmä areály situované západne od riešeného územia (B1 (003), B1 (2084), B2 (2057), B1 (1986), B1 (002), B2 (006)) B5 006 a B5 007. Sanované environmentálne záťaž (B2 (006) a B2 (015) - register C, vzhľadom na skutočnosť, že zdroje znečistenia už boli z týchto území v minulosti odstránené, nepokladáme za významné. Stručnú charakteristiku environmentálnych záťaží v okolí riešeného územia, uvádzame nižšie:

Potvrdené environmentálne záťaž :

⇒ **B1 (003)** / Bratislava - Staré Mesto - Chalupkova-Bottova ul.- Chemika - areál závodu

Lokalita je situovaná v intraviláne obce, v priemyselnej zóne. Doba vzniku EZ sa predpokladá v rokoch 1950-1995, kedy počas chemickej výroby, skladovania a prečerpávania chemikálií dochádzalo k ich únikom do horninového prostredia a podzemnej vody.

Areál bývalého chemického závodu Chemika, zahŕňa širší priestor bývalej rafinérie Apollo. Tento priestor je konglomerovanou environmentálnou záťažou. Daná oblasť je kontaminovaná ropnými látkami v dôsledku únikov po bombardovaní v roku 1944 ako aj zo samotnej činnosti rafinérie a okolitých závodov Gumon, Chemika, Kablo, Tepláreň a ZSE.

Chemika – areál závodu sa nachádza v inundačnej nive Dunaja, kde dochádza k sezónnej zmene hladiny podzemnej vody. Zdrojom kontaminácie územia sú okrem ropného znečistenia z bývalej rafinérie Apollo i bývalé objekty pôvodného chemického závodu *Chemika*, v ktorom sa od začiatku 20. storočia vyrábali rôzne farby a laky vrátane skladovania a prečerpávania rôzneho druhu chemikálií (epoxidov, polyesterov, glycerínu, formaldehydu, vodného skla, hydroxidu sodného, asfaltu

i minerálnych kyselín). V území sídlila i chemická čistiareň (Komunálne služby mesta Bratislava) a chemické laboratórium.

Prieskum geologických činiteľov životného prostredia v okolí závodu Chemika, a.s. Bratislava sa začal v 90-tych rokoch 20. storočia a potvrdil kontamináciu podzemnej vody najmä chlórovanými alifatickými uhľovodíkmi (DCE, TCE a PCE), benzénom a ropnými látkami. V súvislosti s výstavbou mosta Apollo sa v roku 2001 v rámci prieskumu širšieho okolia bývalej rafinérie Apollo potvrdila kontaminácia zemín, podzemnej vody i pôdneho vzduchu i v okolí bývalého závodu Chemika.

Hlavnými kontaminantmi bolo ropné znečistenie, ďalej nadlimitné koncentrácie ukazovateľa NELUI, BTEX, DCE, TCE, PCE a PAU. V období rokov 2004 – 2006 bola v širšom okolí záťaže realizovaná sanácia, ktorou sa podarilo zredukovať plošné rozšírenie kontaminácie územia voľnou fázou ropných látok približne o dve tretiny a jej hrúbku znížiť zo 130 cm cca na 16 cm. Pokračovanie sanačných prác v 2. etape zamerané na posilnenie sanačných sústav v centre znečistenia nebolo do roku 2015 realizované. Na základe výpočtov v roku 2006 sa predpokladalo, že v území zostalo ešte cca 2000 m³ ropných látok.

V súčasnosti prebieha na celom území bývalého závodu Chemika intenzívna výstavba s dielčimi geologickými prieskumami a sanáciami.

V roku 2015 boli na lokalite realizované štyri nové monitorovacie vrtý VN4-2,4,5,7. Do monitorovacej siete boli zaradené i staršie objekty z predchádzajúcich prieskumov VO4-1,2,3,4,5 a jeden zrekonštruovaný vrt VR4-1. Terénymi prácami bol potvrdený generálny smer prúdenia podzemnej vody JZ – SV, t.j. od Dunaja smerom do územia, resp. Z-V – rovnobežne s Dunajom. Na základe analytického hodnotenia bola v predmetnom území podzemná voda v roku 2015 znečistená najmä organickými ukazovateľmi, čoho dôkazom boli prekročené IT limity pre koncentráciu Cl⁻, NH₄⁺, TOC, tenzidov, NELUI, PCE, PAU a prítomnosť VFRL (Kordík et al., 2015).

Výsledky monitorovania environmentálnej záťaže v rokoch 2016 až 2020 potvrdili na lokalite výskyt VFRL o hrúbke 0,5 – 57 cm, vo vzorkách podzemnej vody prekročené IT kritéria najmä pre Cl⁻, NH₄⁺, CHSKMn, TOC, tenzidov, NELUI, benzén, DCE, TCE, PCE, VC, DCB a PAU (Benková, K., et al. 2020).

⇒ **B1 (2084)** / Bratislava - Staré Mesto - Čulenova - New City Centre, IV. obytná veža

Lokalita je situovaná v intraviláne obce, v obytnej zástavbe. Doba vzniku EZ sa predpokladá v rokoch 1944-1995, v dôsledku bombardovania rafinérie Apollo, ktorá bola vážne poškodená resp. zničená v dôsledku čoho došlo k masívnemu úniku ropy a ropných produktov do okolia. Areál taktiež zasahuje do priestoru bývalej Chemiky, kde sa vyrábali rôzne chemické látky (viď vyššie v texte).

Prieskum znečistenia nadväzoval na prieskumné práce na parcelách v centre Bratislavy v predmetnej oblasti pre plánovanú výstavbu na pozemkoch Sky Park Bratislava a súčasne nadväzoval na staršie práce geologického prieskumu životného prostredia a dopĺňujúcich prác v priestore EZ s označením B1 (002) / Bratislava – Staré Mesto – Apollo – širší priestor bývalej rafinérie (Maloveský a kol., 2002, Auxt a kol., 2002, Vlasko a kol., 2015, Matiová a kol., 2015a, 2015b, 2017, Lichý a kol., 2017, Masiar a kol., 2016, Masiar a Piegsová, 2017, Antal a kol., 2017, Mészárosová a kol., 2017, Schwarz a Hovorič, 2017).

Predmetný priestor (cca 100 x 160m) reprezentuje okraj kontaminačného mraku, zo smeru od ulice Bottova. Znečistenie ropnými látkami bolo spôsobené predovšetkým masívnym únikom znečisťujúcich látok počas bombardovania bývalej ropnej rafinérie Apollo. Primárny zdroj znečistenia sa vyskytuje mimo predmetný areál a smer prúdenia podzemných vôd poukazuje na skutočnosť, že nedochádza ku šíreniu hlavného masívneho znečistenia z pôvodného primárneho zdroja znečistenia na predmetný pozemok. Ako dominantné znečisťujúce látky boli stanovené pre podzemné vody ropné látky ako parameter NEL-IČ, pri jednej vzorke podzemných vôd sa vyskytli aj prekročené ID a IT hodnôt pre ukazovatele PAU (vrt PC8). Na lokalite EZ bolo preukázané environmentálne riziko znečistenia podzemných vôd ropnými látkami pre parameter NEL-IČ.

Prieskumné práce v predmetnom území nepotvrdili environmentálne riziko znečistenia zemín v pásme prevzdušnenia ani v pásme nasýtenia (neboli prekročené ID hodnoty pre jednotlivé ukazovatele).

V zeminách kontaktnej zóny, ako aj celom horninovom prostredí sa nevyskytuje kontaminácia ropnými uhľovodíkmi (v parametri NEL-IČ) presahujúca hodnotu kritéria ID smernice MŽP SR č. 1/2015 - 7.

V budúcom období na predmetnom pozemku bude realizovaná výstavba, ktorá zahŕňa odťaženie neznečistenej biologickej kontaktnej zóny a následnú stavebnú činnosť (podzemné parkovisko do hĺbky 5 m - jeho založenie bude nad úrovňou maximálnej hladiny podzemnej vody v území), ktorá zamedzí vstupu kontaminovanej podzemnej vody do priestoru predmetnej lokality. Stavebnou činnosťou s vhodnými technologickými parametrami sa zamedzí potenciálnemu riziku šírenia kontaminácie podzemnými vodami a úplne sa eliminujú potenciálne zdravotné riziká z inhalácie prítomných znečisťujúcich látok organickej povahy (ropné látky NEL). Pre danú lokalitu s plánovanou výstavbou „Čulenova - New City Centre, IV. obytná veža“, vzhľadom na výsledky AR, nie je potrebný aktívny sanačný zásah. V prípade nečakaného výskytu alebo priesaku podzemných vôd, táto udalosť implikuje povinnosť navrhnuť a realizovať sanáciu územia (napr. sanačné čerpanie a čistenie podzemnej vody zo stavebnej jamy a jej spätnú infiltráciu do zvodne), vrátane použitia stanovených cieľov sanácie (izolácia parcely od zdroja znečistenia podzemnej vody) a cieľových hodnôt sanácie.

EZ vedené vo viacerých registroch

⇒ **B1 (1986)** / Bratislava - Staré Mesto - Twin City - južná časť (register B,C)

Lokalita je situovaná v intraviláne obce v obytnej zástavbe obce. Doba vzniku EZ sa predpokladá od roku 1944 (po bombardovaní rafinérie Apollo).

Z výsledkov podrobného prieskumu (Vlasko, I., 2011) vyplývalo, že stupeň kontaminácie v časti A nie je závažný (jednalo sa o zbytkové znečistenie). V minulosti (v rokoch 1997 – 2001 a v roku 2005) vykonané sanačné práce v danom areáli podniku Kablo vylepšili podmienky v horninovom prostredí územia časti A.

Stupeň kontaminácie v časti B bol rôzny: vrchná časť horninového prostredia (po hladinu podzemnej vody) bola viac menej čistá. Vrchná a stredná zóna kvartérneho kolektoru podzemných vôd bola mierne znečistená chlórovanými uhľovodíkmi (CIU). V okrajových južných častiach územia B boli zistené vo vrchných a stredných častiach zvodneného kolektora aj mierne zvýšené obsahy ropných látok a benzénu v podzemných vodách.

Stupeň kontaminácie v časti C bol závažný. Horninové prostredie a podzemné vody v tejto časti územia bolo v rozsahu sledovaných ukazovateľov hodnotené ako prevažne silne znečistené. Znečistenie prevyšovalo prípustné IT limity v ukazovateľoch NEL, POX, BTEX.

Doplňkovým prieskumom (Mészárosová, Masiar, 2012) bol zistený stav znečistenia pôdneho vzduchu aromatickými uhľovodíkmi a alifatickými chlórovanými uhľovodíkmi v celom plánovanom priestore stavby TWIN CITY – juh a taktiež bol zistený dosah znečistenia podzemnej vody chlórovanými uhľovodíkmi v spodnej časti kvartéru (horizont 123 – 124 m n. m.) v sz. časti územia stavby (časť A) v nadväznosti na sekundárne zdroje (centrá) znečistenia zistené podrobným prieskumom. Zistené hodnoty koncentrácií alifatických chlórovaných uhľovodíkov v podzemnej vode v časti A boli vo všeobecnosti nižšie ako ID limity. Z priebehu izolínií koncentrácií dominantných kontaminantov (trichlóreténu, tetrachlóreténu a cis1,2- dichlóreténu) vyplývalo, že znečistenie zistené v roku 2011 v severovýchodnej časti záujmového územia (s pravdepodobným pôvodom v bývalej Chemike) nemá súvislé pokračovanie v západnej a severozápadnej časti skúmaného územia. V uvedenej oblasti bolo v podzemnej vode zistené iba podružné zvýšenie koncentrácie tetrachlóreténu (sonda TCV-8 situovaná v priestoroch bývalého Kabla).

V pôdnom vzduchu boli zistené koncentrácie alifatických chlórovaných uhľovodíkov (trichlóreténu, tetrachlóreténu) významne prekračujúce limitné hodnoty C kategórie pokynu

1617/97-min. Plošne najrozsiahlejší výskyt nadlimitných koncentrácií týchto látok bol zistený v severozápadnom cípe - v časti A (sondy PS-17 a PS-18). Maximálne koncentrácie tetrachlóreténu v tejto oblasti prekračujú limit C kategórie pokynu 1617/97-min. viac ako štvornásobne a koncentrácie trichlóreténu tento limit prekračujú viac ako trojnásobne. Maximálna hodnota tetrachlóreténu, presahovala viac ako 14 x limitnú hodnotu C kategórie metodického pokynu 1617/97-min., bola zistená v sonde PS-8.

Išlo o dve samostatné ohniská znečistenia. Jedno bolo pravdepodobne reliktom starého znečistenia v okolí bývalých manipulačných plôch Chemiky na Chalupkovej ulici (okolie sondy PS- 8) a druhé súviselo pravdepodobne s činnosťou v bývalých objektoch Kabla.

V roku 2015 prebehli na lokalite sanačné práce (Matiová, Z., 2015). V rámci sanačných prác na lokalite (konkrétne objekt označovaný ako A4) bolo odčistených 3364 m³ neznečistených zemín a 101657,21 t znečistených zemín zhodnotených na prevádzkach spoločnosti EBA s.r.o. Cieľ sanačných prác pre objekt A4 - dosiahnuť koncentrácie NEL-IR v zemine nižšie ako 1000 mg/kg sušiny bol splnený.

Počas celého obdobia posanačného monitorovania sa nevyskytovala voľná fáza ropných látok na hladine podzemnej vody. Koncentrácie NEL-IR v podzemnej vode boli počas celého obdobia posanačného monitoringu nižšie ako cieľové hodnoty sanačných prác.

Z výsledkov analýzy rizika (Macek, J., et al. 2019) vyplýva, že na lokalite bolo prítomné environmentálne riziko vo forme znečisťujúcich látok v zeminách (NEL-IR, C10-C40) a v podzemnej vode (CIU, VFRL). Na lokalite bolo prítomné riziko šírenia sa znečisťujúcich látok podzemnou vodou vo forme VFRL na hladine podzemnej vody. Hodnotenie rizík nepotvrdilo prítomnosť zdravotných rizík ani pre jeden z uvažovaných scenárov a expozičných ciest. Neboli zistené ani karcinogénne, ani nekarcinogénne riziká.

Výsledkom súboru realizovaných geologických prác ako aj analýzy rizika znečisteného územia je identifikácie potreby sanačných prác na lokalite. Cieľmi navrhovanej sanácie sú odstrániť VFRL z hladiny podzemnej vody, čerpať a čistiť podzemnú vodu počas stavebného čerpania a zhodnotiť alebo zneškodniť znečistené zeminy z výkopových prác.

⇒ **B1 (002)** / Bratislava - Staré Mesto - Apollo - širší priestor bývalej rafinérie (register B,C)

Lokalita je situovaná v extraviláne obce. Doba vzniku EZ bol jún 1944, kedy počas bombardovania rafinérie Apollo spojeneckými vojskami vytieklo do podlažia veľké množstvo ropných látok (objem zásobníkov bol 54 709,6 m³).

Územie bolo priemyselne využívané od roku 1896, kedy bola spustená prevádzka bývalej ropnej rafinérie Apollo. Výroba prebiehala nepretržite do roku 1944, kedy v dôsledku bombardovania bola väčšina výrobných prevádzok vážne poškodená alebo úplne zničená, pričom došlo k masívnemu úniku ropných látok do horninového prostredia a podzemnej vody. V roku 1963 bola výroba definitívne ukončená. V minulosti bolo viacerými prieskumnými prácami potvrdené výrazné rozsiahle znečistenie horninového prostredia a podzemnej vody. K danému znečisteniu prispievali aj výrobné prevádzky ako napr. Kablo, Gumon, Tepláreň ZSE a Chemika. Viaceré kontaminanty prekračovali v horninovom prostredí a podzemnej vode niekoľkonásobne ID a IT kritériá. Jedná sa najmä o kontaminanty ako NEL, C10-C40, BTEX, PAU a CIU. V rokoch 2004 - 2006 bola realizovaná sanácia starej ekologickej záťaže v širšom priestore priemyselnej zóny bývalej rafinérie Apollo (Maloveský, et al., 2006). Sanačnými prácami sa zredukovalo plošné rozšírenie kontaminácie voľnou fázou RL na cca 1/3 pôvodnej plochy z 141 781 m² na 49 558 m². Ďalšími prieskumnými prácami (Masiar, 2016), (Žitňan, 2016) potvrdená prítomnosť znečistenia vo vzorkách zemín a podzemnej vody pre ukazovatele NEL, BTEX, C10-C40, PAU, prekračujúce IT kritériá. Sanačnými prácami bola odstránená len časť EZ.

⇒ **B2 (006)** / Bratislava - Ružinov - Gumon - areál závodu (register B,C)

Lokalita je situovaná v intraviláne obce v bývalej priemyselnej zóne. Gumon Bratislava bola chemická továreň, v ktorej sa takmer sto rokov (1911 – 2005) vyrábali vrstvené elektroizolačné materiály, bakelit, tvrdý papier, tvrdé plátno, olejové lakované plátno, umelé živice, káblový papier, umelý asfalt, gumon, gumoid a futurit. Továreň mala vlastné výskumné pracovisko s laboratóriami.

Územie je súčasťou rozsiahlejšieho znečisteného územia, ktoré tvoria Apollo, či Chemika. K rozsiahlemu úniku znečisťujúcich látok došlo počas bombardovania prevádzky Apollo počas 2. svetovej vojny. V súčasnosti je na lokalite plánovaná rozsiahla výstavba polyfunkčných komplexov.

Prieskumnými prácami bolo zistené, že bývalý areál Gumonu prispieva k celkovému znečisteniu podzemných vôd v širšom priestore bývalej rafinérie Apollo. Aktuálnejším podrobným geologickým prieskumom životného prostredia v širšom priestore tohto areálu (Meszárosová, Z. a kol., 2016: Podrobný geologický prieskum životného prostredia a analýza rizika polyfunkčného komplexu Klingerka) bolo preukázané závažné znečistenie horninového prostredia v pásme nasýtenia a v podzemnej vode. V území bolo prítomné znečistenie horninového prostredia (pásmo nasýtenia) v koncentráciách presahujúcich limit IT pre obytné zóny podľa smernice MŽP SR č. 1/2015-7. Dominujúcimi znečisťujúcimi látkami sú látky ropného pôvodu, identifikované ako nepolárne extrahovateľné látky resp. uhľovodíky C10 – C40. Dominuje frakcia C16-C35, ktorá poukazuje na staré znečistenie ropnými uhľovodíkmi, čiastočne degradovanými na neprchavú, menej rozpustnú frakciu. Znečistenie je viazané na pásmo nasýtenia a zónu fluktuácie hladiny podzemnej vody. V prípade podzemnej vody sú hlavným zdrojom znečistenia ropné uhľovodíky, ktoré sa koncentrujú na hladine podzemnej vody vo forme voľnej fázy ropných látok resp. vo forme filmu. Podobne ako v prípade horninového prostredia sú dominantnými znečisťujúcimi látkami ropné uhľovodíky NEL-IR a C10-C40.

V období máj až december 2018 bola na území ohraničenom ulicami Prístavná, Súkenická, Valchárska a Plátenická realizovaná sanácia. V rámci realizácie sanácie bolo na začiatku prác potvrdené znečistenie horninového prostredia ropnými látkami, pričom koncentrácie NEL-IR a C10-C40 v zeminách a podzemných vodách prekračovali IT kritériá v zmysle Smernice MŽP SR č.1/2015-7. Na hladine podzemnej vody bola zároveň identifikovaná VFRL. V rámci sanačných prác bola vybudovaná neúplná podzemná tesniaca stena o celkovej dĺžke 280 m, ktorej účelom bolo zabrániť prítoku VFRL zo susediacich pozemkov.

Následne bolo vybudovaných 5 HG čerpacích vrtov a tri čerpacie šachty, z ktorých boli odčerpávané ropné látky plávajúce na hladine podzemnej vody.

Celkovo bolo odčerpaných 782 l ropných látok. Počas hĺbenia stavebnej jamy bolo odčatených a odvezených na likvidáciu celkovo 17 658,86 t zemín znečistených ropnými látkami. Na základe zhodnotenia výsledkov sanácie územia a výsledkov posanačnej analýzy rizika znečisteného územia je možné konštatovať, že v predmetnom území boli realizovanými prácami dosiahnuté ciele geologickej úlohy a znečistenie podzemnej vody na konci sanácie spĺňalo cieľové hodnoty sanácie stanovené rozhodnutím MŽP SR č. R-AR 01/2017. Na základe uvedených výsledkov sanačných prác bola lokalita zaradená aj do REZ-časti C, ako sanovaná lokalita. Pre ďalšie obdobie je navrhované posanačné monitorovanie prostredníctvom 4 monitorovacích objektov, a to 4x ročne po dobu 2 rokov.

⇒ **B2 (2057)** / Bratislava - Ružinov - Twin City - severná časť (register B,C)

Lokalita je situovaná v intraviláne obce, v obytnej zástavbe. Doba vzniku EZ sú 40. roky 20. storočia.

Zdrojom znečistenia na lokalite je aj prevádzka umývárne a čerpacej stanice PHM autobusov v centrálnej južnej časti spolu s už uzavretou čerpacou stanicou PHM Slovnaftu na ul. Mlynské Nivy.

Predmetná lokalita z južnej strany priamo susedí s bývalým podnikom Kablo, ktorá sa zaoberala výrobou elektrotechnického materiálu (silnoprúdové káble a vodiče). V rámci výroby boli používané zmäkčovadlá obsahujúce ftaláty, ktoré spôsobovali kontamináciu horninového prostredia a podzemnej vody.

Skúmané územie sa nachádza v bývalej priemyselnej zóne starej Bratislavy s koncentráciou najmä chemickej výroby, kde dochádzalo k únikom škodlivín do horninového prostredia a následne do podzemnej vody. Priamo susedí z areálmi bývalých priemyselných a obchodných podnikov Kablo a Chemika. Ich areály sa nachádzali južne a juhozápadne od skúmaného územia v rámci pozemkov južnej časti komplexu TWIN CITY, t.j. proti smeru prúdenia podzemných vôd, z čoho vyplýva možný transport znečistenia z týchto zdrojov na skúmané územie podzemnou vodou. V blízkosti predmetného územia sa nachádzajú ďalšie dve environmentálne záťaže. Jedná sa o lokalitu B1 (1986) / Bratislava - Staré Mesto - Twin City - južná časť registrovanú zároveň aj v REZ - časti B,C a lokalitu B1 (003) / Bratislava - Staré Mesto - Chalupkova-Bottova ul.- Chemika - areál závodu. Prieskumnými prácami bolo v roku 2015 potvrdené znečistenie najmä NEL v podzemnej vode aj zemine, ktoré lokálne prekračovalo IT kritériá pre podzemné vody aj zeminy. Znečistenie podzemnej vody CIU nad IT kritériá bolo potvrdené v JV časti skúmaného územia. Ohnisko znečistenia bolo situované v okolí Chalupkovej ulice.

Od mája 2017 do septembra 2019 prebiehali v riešenom území sanačné práce. Cieľom geologickej úlohy (Jurkovič, Ľ., et al. 2020) bola realizácia sanácie environmentálnej záťaže, dokumentácia prác realizovaných počas sanácie, ich zhodnotenie v záverečnej správe a spracovanie posanačnej analýzy rizika. Sanačné práce zahŕňali vybudovanie podzemnej tesniacej steny (po celom obvode stavebnej jamy) technológiou ťažby lanovým drapákom s výplňou vyťaženej ryhy samotvrdnúcou zmesou. Počas hĺbenia stavebnej jamy bolo zo staveniska odvezených 521986,72 t zemín, z čoho zeminy znečistené ropnými látkami tvorili množstvo 17273,82 t. Znečistené zeminy predstavovali množstvo cca 3,3% z celkového množstva odvezených zemín. Odvozom znečistených zemín bolo pri ich priemernej koncentrácii 436,19 mg/kg z predmetnej lokality odvezených cca 7,53 t ropných látok. V 5 HG vrtoch situovaných v JV časti záujmového územia bolo identifikované znečistenie CIU. Znečistená podzemná voda čerpaná z vrtovej bola pre splnenie cieľov sanácie pred jej zasakovaním do horninového prostredia za tesniacou stenou čistená v sanačnej technológii.

Zo záverov posanačnej analýzy rizika vyplýva, že na lokalite je prítomné zvyškové znečistenie vo forme ropných látok v zeminách (stanovených ako NEL-IR) a CIU v podzemnej vode (stanovených ako DCE, TCE, PCE), na lokalite nie je aktuálne riziko pre receptory v biologickej kontaktnej zóne pre znečisťujúcu látku NEL-IR a taktiež nie je riziko šírenia sa znečistenia podzemnou vodou pre CIU.

Keďže je zvyškové znečistenie súčasťou rozsiahleho mraku znečistenia, je predpoklad, že transport znečistenia podzemnou vodou bude naďalej prebiehať. Smer prúdenia znečistenej vody bude po línii vybudovanej podzemnej tesniacej steny. Prísun nového znečistenia na lokalitu je zamedzený vybudovaním podzemnej tesniacej steny.

4.10.2 Kvalita zemín

Aktuálny stav kvality horninového prostredia a jeho prípadného plošného a hĺbkového znečistenia bol zisťovaný na základe výsledkov analytických stanovení celkom 39 ks vzoriek zemín so zreteľom na obsah:

- nepolárnych extrahovateľných látok (NEL-IR) – 15ks
- nepolárnych extrahovateľných látok (NEL-GC) – 7ks
- vybraných kovov (As, Cr_{celk.}, Cd, Cu, Pb) – 10ks;
- chlorovaných uhľovodíkov CIU (1,1-dichlóretylén, 1,2-dichlóretán, cis 1,2-dichlóretylén, trans 1,2-dichlóretylén, 1,1,2 TCE, 1,1,2,2 PCE, chloroform, Chlórbenzén, 1,2-dichlórbenzén, 1,3-dichlórbenzén, 1,4-dichlórbenzén, dichlórmétán, tetrachlórmétán, 1,1-dichlóretán, 1,1,1-trichlóretán, 1,1,2-trichlóretán, 1,1,2,2-tetrachlóretán, vinylchlorid) – 10ks
- aromatických uhľovodíkov (benzén, toluén, etylbenzén, xylény, styrén) – 10ks
- polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU) – 10ks
- polychlórovaných bifenylov (PCB) – 8ks

Zoznam odberných miest vzoriek zemín so stanoveným obsahom sledovaných kvalitatívnych parametrov je uvedený v tabuľkách 4.10.2.1. až 4.10.2.5. Protokoly laboratórnych analýz sú súčasťou textovej prílohy č.3a.

Vyhodnotenie výsledkov vzoriek zemín bolo realizované porovnaním s platnými legislatívnymi predpismi: „smernica MŽP SR z 28.januára 2015 č. 1/2015-7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia“ (účinná od 20.februára 2015).

Smernicou MŽP SR č.1/2015-7 sú indikačné (ID) a intervenčné (IT) kritériá definované nasledovne:

Indikačné kritérium ID je hraničná hodnota koncentrácie znečisťujúcej látky stanovenej pre pôdu, horninové prostredie a podzemnú vodu, ktorej prekročenie môže ohroziť ľudské zdravie a životné prostredie, tzn. táto situácia vyžaduje monitorovanie znečisteného územia.

Intervenčné kritérium IT je kritická hodnota koncentrácie znečisťujúcej látky stanovenej pre pôdu, horninové prostredie a podzemnú vodu, ktorej prekročenie pri danom spôsobe využitia územia predpokladá vysokú pravdepodobnosť ohrozenia ľudského zdravia a životného prostredia, tzn. je nutné vykonať podrobný geologický prieskum životného prostredia s analýzou rizika znečisteného územia.

Legenda k tab. 4.10.2.1 až 4.10.2.5.

IT - intervenčné kritériá – SM MŽP SR pre vyprac. analýzy rizika znečistených území

ID - indikačné kritériá – SM MŽP SR pre vyprac. analýzy rizika znečistených území

x - koncentrácia ukazovateľa kvality pod úrovňou ID (indikačných kritérií) – v zmysle SM MŽP, 2015

x - koncentrácia ukazovateľa kvality v úrovni ID (indikačných kritérií) – v zmysle SM MŽP, 2015

x - koncentrácia ukazovateľa kvality v úrovni IT (intervenčných kritérií) – v zmysle SM MŽP, 2015

Ø Zhodnotenie výsledkov laboratórnych analýz organických látok -NEL-IR

Prítomnosť ropných látok v zeminách bola zisťovaná pomocou skupinového ukazovateľa NEL (nepolárne extrahovateľné látky), spektrofotometrickou metódou v infračervenej oblasti spektra. Vo vybraných vzorkách bola použitá aj metóda plynovej chromatografie (C₁₀-C₄₀) – pozri tab.4.10.2.1a.

Z výsledkov je zrejmé, že odobraté vzorky zemín u sledovaného ukazovateľa NEL-IR poukazujú celkovo na ich vyhovujúci stav, a to jednak v povrchových, ako i hĺbkových úrovniach horninového prostredia (v členení na zónu prevzdušnenia a nasýtenia). V rastlom teréne boli zistené obsahy NEL-IR prevažne v rozpätí <8-76.3 mg/kg v sušine, s maximami v prostredí navážky (200-205 mg/kg sušiny). V zmysle platnej legislatívy (smernica MŽP, 2015) ide vo všetkých prípadoch o hodnoty pod úrovňou indikačných (ID), ako i intervenčných kritérií (IT).

V prípade makroskopického zhodnotenia kvality bol určitý náznak prítomnosti organických látok (organický zápach/sivocierne sfarbenie) overený u sondy S-2 v úrovni 0,3-3,6m, dosiahnutá koncentrácia NEL-IR = 200 mg/kg sušiny však limitné obsahy (ID) neprekročila.

Z rozdelenia jednotlivých frakcií uhľovodíkov (tab.4.10.2.1b) v tejto vzorke vyplýva, že ide o ťažšie frakcie C₂₁-C₄₀, ktoré sa vyznačujú nízkou mobilitou a rozpustnosťou, čo korešponduje s dosiahnutými výsledkami.

Tab. 4.10.2.1a: Obsahy NEL - povrchové a hĺbkové horizonty (mg/kg/sušiny)

NEL		NEL-IR (mg/kg suš.)		C10-C40 (mg/kg suš.)	
		ID	IT _{obyt.}	ID	IT _{obyt.}
hĺbka odberu	litológia	400	500	200	250
S-1 /0,8-1,3m/	Y _{F3 MS}	205		-	
S-1 /2,4-3,0m/	Y _{F3 MS}	-		101	
S-1 /5,8-6,5m/	G3 G-F	<8		-	
S-1 /7,5-8,3m/	G2 GP _{zv.}	<8		-	
S-2 /2,5-3,2m+3,4-3,6m/	Y _{S4 SM}	200		111	
S-2 /4,4-5,0m/	G1 GW	<8		-	

NEL		NEL-IR (mg/kg suš.)		C10-C40 (mg/kg suš.)	
		ID	IT _{obyt.}	ID	IT _{obyt.}
hĺbka odberu	litológia	400	500	200	250
S-2 /6,3-7,0m/	G1/G3 _{zv.}	31,4		<100	
S-2 /10,8-11,5m/	G3 G-F _{zv.}	-		<100	
S-3 /0,5-1,2m/	Y _{G3 G-F}	203		-	
S-3 /4,6-5,3m/	G2/G3	45		-	
S-3 /7,5-8,5m/	G3 G-F _{zv.}	14,8		-	
S-3 /10,5-11,2m/	G3 G-F _{zv.}	-		<100	
S-4 /0,5-1,0m/	Y _{G3-F3}	141,8		-	
S-4 /3,8-4,5m/	S4 SM	60,7		-	
S-4 /7,0-7,7m/	G3 G-F _{zv.}	39,1		-	
S-5 /1,0-1,6m/	F5 ML	24,8		-	
S-5 /2,2-3,0m/	F3 MS	-		<100	
S-5 /4,0-5,0m/	G2 GP	102,3		-	
S-5 /6,1-6,7m/	G2 GP	-		<100	
S-5 /9,5-10,5m/	G3 G-F _{zv.}	76,3		-	

vysvetlivky:

X – koncentrácia ukazovateľa kvality pod úrovňou ID (indikálnych kritérií) – v zmysle smernice MŽP, 2015

Y- navážka, F3 – silt piesčitý, F5-silt s nízkou plasticitou, S4 – piesok siltovitý, G1 – štrk dobre zrnitý, G2 – štrk zle zrnitý, G3 – štrk s prímiesou jemnozrnnnej zeminy, zv. – zvodnený horizont,

Tab.4.10.2.1b: Podiel frakcií C₁₀-C₄₀

Frakcie C ₁₀ -C ₄₀ S-2 /2,5-3,2m+3,4-3,6m/	
C10-C12	2,72%
C12-C16	3,90%
C16-C21	11,42%
C21-C35	53,76%
C35-C40	28,20%

Obdobne nebola prítomnosť znečistenia ropnými látkami potvrdená ani v prípade ukazovateľa C₁₀-C₄₀. Konkrétne boli zistené prevažne obsahy pod medzu stanovenia použitej analytickej metódy (< 100 mg/kg v sušine).

Ø Zhodnotenie výsledkov laboratórnych analýz prchavých aromatických (BTX):

V prípade monocyklických aromatických uhľovodíkov (BTX) známky znečistenia preukázané neboli. Analyzované vzorky zemín preukázali vo všetkých prípadoch (povrchových i hĺbkových horizontov) nízke koncentrácie týchto látok – pod medzu detekcie použitých analytických metód (pozri tab. 4.10.2.2).

Na základe dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že antropogénne ovplyvnenie kvality zemín ropnými látkami v hodnotenom území preukázané nebolo (nízke obsahy NEL a BTX).

Tab. 4.10.2.2: Obsah BTX v zemínach - povrchové a hĺbkové horizonty v mg/kg/sušiny, (09/2022)

BTX (mg/kg suš.)	Litológia	Benzén		Toluén		Xylény		Styrén		Etylbenzén		ΣBTX		BTX	
		ID	IT _{obyt.}	ID	IT _{obyt.}	ID	IT _{obyt.}	ID	IT _{obyt.}	ID	IT _{obyt.}	ID	IT	ID	IT
hĺbka odberu		0,5	0,8	50	100	25	30	15	30	25	50	N	N	N	N
S-1 /0,5-1,1m/	Y _{F3 MS}	<0,1		<0,1		<0,10		<0,1		<0,1		<0,3		-	
S-1 /6,8-7,1m/	G3 G-F _{zv.}	<0,1		<0,1		<0,10		-		<0,1		-		<0,5	
S-1 /16,0-16,5m/	G3 G-F _{zv.}	-		-		-		<0,1		-		-		-	
S-2 /3,4-3,6m/	Y _{F3 MS}	<0,1		<0,1		<0,10		<0,1		<0,1		<0,3		-	
S-2 /6,1-6,3m/	G1 GW	<0,1		<0,1		<0,10		-		<0,1		-		<0,5	
S-2 /13,7-14,0m/	G3 G-F _{zv.}	-		-		-		<0,1		-		-		-	
S-3 /0,5-0,8m/	Y _{G3 G-F}	<0,1		<0,1		<0,10		<0,1		<0,1		<0,3		-	
S-3 /7,0-7,2m/	G3 G-F _{zv.}	<0,1		<0,1		<0,10		-		<0,1		-		<0,5	
S-3 /13,5-13,8m/	G3 G-F _{zv.}	-		-		-		<0,1		-		-		-	
S-4 /0,5-0,8m/	Y _{G3-F3}	<0,1		<0,1		<0,10		<0,1		<0,1		<0,3		-	
S-4 /6,8-7,2m/	G3 G-F _{zv.}	<0,1		<0,1		<0,10		-		<0,1		-		<0,5	
S-4 /9,5-10,0m/	G3 G-F _{zv.}	-		-		-		<0,1		-		-		-	

BTEX (mg/kg suš.)	Litológia	Benzén		Toluén		Xylény		Styrén		Etylbenzén		ΣBTX		BTEX	
		ID	IT _{obyt.}	ID	IT _{obyt.}	ID	IT _{obyt.}	ID	IT _{obyt.}	ID	IT _{obyt.}	ID	IT	ID	IT
hlbka odberu		0,5	0,8	50	100	25	30	15	30	25	50	N	N	N	N
S-5 /0,6-1,0m/	F5 MI	<0,1		<0,1		<0,10		<0,1		<0,1		<0,3		-	
S-5 /6,0-6,4m/	G2 GP	<0,1		<0,1		<0,10		-		<0,1		-		<0,5	
S-5 /14,8-15,1m/	G3 G-F _{ZV}	-		-		-		<0,1		-		-		-	

x – koncentrácia ukazovateľa kvality pod úrovňou ID (indikačných kritérií) – v zmysle smernice MŽP, 2015

Ø Zhodnotenie výsledkov laboratórnych analýz chlórovaných uhľovodíkov (CIU):

V prípade chlórovaných uhľovodíkov boli sledované obsahy v povrchových a hĺbkových úrovniach (vzhľadom na ich špecifické vlastnosti predovšetkým na báze zvodnenej zóny sond, resp. ich hlbších profilov – tab. 4.10.2.3).

Z tabuľkového spracovania výsledkov je zrejmé, že vo všetkých sledovaných foriem CIU boli stanovené koncentrácie pod medzu detekcie použitých analytických metód.

Tab. 4.10.2.3a: Koncentrácia chlórovaných uhľovodíkov (CIU) v povrchových a hĺbkových horizontoch zemín (v mg/kg/sušiny, 9/2022)

CLU (mg/kg suš.)	Lito- lógia	cis 1,2 dichlóretén		trans 1,2 dichlóretén		trichló- etén		tetra- chlóretén		Vinyl- chlorid		Dichló- metán		1,1- dichlóretén		1,1- dichlóretén		1,2- dichlóretén	
		ID	IT	ID	IT	ID	IT	ID	IT	ID	IT	ID	IT	ID	IT	ID	IT	ID	IT
hlbka odberu		10	15	10	15	10	15	1,5	2	0,1	0,12	7	10	15	20	15	20	1,5	2
S-1 /0,5-1,1m/	Y _{F3 MS}	<0,4		<0,4		<0,4		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
S-1 /16,0-16,5m/	G3 G-F _{ZV}	<0,4		<0,4		<0,4		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
S-2 /3,4-3,6m/	Y _{F3 MS}	<0,4		<0,4		<0,4		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
S-2 /13,7-14,0m/	G3 G-F _{ZV}	<0,4		<0,4		<0,4		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
S-3 /0,5-0,8m/	Y _{G3 G-F}	<0,4		<0,4		<0,4		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
S-3 /13,5-13,8m/	G3 G-F _{ZV}	<0,4		<0,4		<0,4		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
S-4 /0,5-0,8m/	Y _{G3-F3}	<0,4		<0,4		<0,4		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
S-4 /9,5-10,0m/	G3 G-F _{ZV}	<0,4		<0,4		0,52		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
S-5 /0,6-1,0m/	F5 MI	<0,4		<0,4		<0,4		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
S-5 /14,8-15,1m/	G3 G-F _{ZV}	<0,4		<0,4		<0,4		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	

x – koncentrácia ukazovateľa kvality pod úrovňou ID (indikačných kritérií) – v zmysle smernice MŽP, 2015

CLU (mg/kg suš.) - pokračovanie	Lito- lógia	Chloro- form		1,1,1-Tri- chlóretán		1,1,2-Tri- chlóretán		1,1,2,2- tetra- chlóretán		Tetrachló- metán		Chlór- benzén		1,2-dichló- benzén		1,3-dichló- benzén		1,4-dichló- benzén	
		ID	IT _{obyt.}	ID	IT	ID	IT	ID	IT	ID	IT	ID	IT	ID	IT	ID	IT	ID	IT
hlbka odberu		15	20	15	20	15	20	15	20	0,4	0,5	2,5	3	2,5	3	2,5	3	2,5	3
S-1 /0,5-1,1m/	Y _{F3 MS}	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
S-1 /16,0-16,5m/	G3 G-F _{ZV}	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
S-2 /3,4-3,6m/	Y _{F3 MS}	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
S-2 /13,7-14,0m/	G3 G-F _{ZV}	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
S-3 /0,5-0,8m/	Y _{G3 G-F}	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
S-3 /13,5-13,8m/	G3 G-F _{ZV}	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
S-4 /0,5-0,8m/	Y _{G3-F3}	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
S-4 /9,5-10,0m/	G3 G-F _{ZV}	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
S-5 /0,6-1,0m/	F5 MI	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
S-5 /14,8-15,1m/	G3 G-F _{ZV}	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	

x – koncentrácia ukazovateľa kvality pod úrovňou ID (indikačných kritérií) – v zmysle smernice MŽP, 2015

x – koncentrácia ukazovateľa kvality v úrovni ID (indikačných kritérií) – v zmysle smernice MŽP, 2015

Ø Zhodnotenie výsledkov laboratórnych analýz polychlórovaných bifenylov (PCB) a polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU):

Ani v prípade ďalších organických látok - polychlórovaných bifenylov (PCB) a polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU), sledovaných na vybraných sondách záujmovej oblasti *výraznejší prejav znečistenia zistený nebol*.

Dosiahnuté koncentrácie sa v prípade látok PCB pohybovali vo všetkých analyzovaných vzorkách pod medzou stanovenia použitej analytickej metódy (< 0,025 mg/kg v sušine u PCB). Antropogénne ovplyvnenie zemín týmito látkami v záujmovom území tak preukázané nebolo.

V prípade látok PAU boli u prevažnej väčšiny vzoriek zistené taktiež koncentrácie pod medzou použitej analytickej metódy (<1 mg/kg v sušine), relatívny nárast v úrovni jednotiek mg/kg (3,2 až 3,5 mg/kg v sušine) bol zistený len v prostredí navážky u sond S-1, S-2.

Z pohľadu platnej legislatívy ide aj v daných prípadoch o hodnoty hlboko < ID (smernica MŽP, 2015). V zeminách v podloží navážky už tieto látky absentujú (<1 mg/kg v sušine) - pozri tab.4.10.2.4.

Tab. 4.10.2.4 : Koncentrácia PAU a PCB v povrchových a hĺbkových horizontoch zemín (v mg/kg/sušiny, 09/2022):

hĺbka odberu	Litológia	Σ PAU (mg/kg suš.)		Σ PCB (mg/kg suš.)	
		ID	IT _{obyt.}	ID	IT _{obyt.}
		190	280	2,5	5,0
S-1 /0,8-1,3m/	Y _{F3 MS}	3,196	-	-	-
S-1 /2,4-3,0m/	Y _{F3 MS}	-	<0,025	<0,025	<0,025
S-1 /11,0-11,5m/	G1 GW _{zv.}	<1	<0,025	<0,025	<0,025
S-2 /2,5-3,2m+3,4-3,6m/	Y _{F3-S4}	3,495	<0,025	<0,025	<0,025
S-2 /6,3-7,0m/	G1/G3 _{zv.}	<1	-	-	-
S-2 /13,5-14,0m/	G3 G-F _{zv.}	-	<0,025	<0,025	<0,025
S-3 /0,5-1,2m/	Y _{G3 G-F}	<1	<0,025	<0,025	<0,025
S-3 /7,5-8,5m/	G3 G-F _{zv.}	<1	-	-	-
S-3 /13,0-13,8m/	G3 G-F _{zv.}	-	<0,025	<0,025	<0,025
S-4 /0,5-1,0m/	Y _{G3-F3}	<1	-	-	-
S-4 /7,0-7,7m/	G3 G-F _{zv.}	<1	-	-	-
S-5 /1,0-1,6m/	F5 ML	<1	<0,025	<0,025	<0,025
S-5 /9,5-10,5m/	G3 G-F _{zv.}	<1	-	-	-
S-5 /14,2-15,2m/	G3 G-F _{zv.}	-	<0,025	<0,025	<0,025

x – koncentrácia ukazovateľa kvality pod úrovňou ID (indikačných kritérií) – v zmysle smernice MŽP, 2015

Ø Zhodnotenie výsledkov laboratórnych analýz vybraných kovov (As, Pb, Cd, Cu, Cr)

Porovnaním výsledkov vybraných kovov s platnou legislatívou (smernica MŽP, 2015) dosiahnuté koncentrácie nevykazujú známky znečistenia.

V hĺbkových i povrchových horizontoch (v členení na zónu prevzdušnenia a zónu nasýtenia) zaznamenali všetky sledované prvky nízke koncentrácie - hlboko pod limitom indikačných kritérií (ID) – pozri tab. 4.10.2.5.

Konkrétne boli zistené koncentrácie u vybraných prvkov:

As	3,4-9,9 mg/kg sušiny (v nesaturovanej zóne) a 1,5-6,0 mg/kg sušiny (v saturovanej zóne),
Cr	14,8-33,2 mg/kg sušiny (v nesaturovanej zóne) a 6,2-12,6 mg/kg sušiny (v saturovanej zóne)
Cd	pod medzu detekcie < 0,1 mg/kg v sušine (vo všetkých prípadoch nesaturovanej i saturovanej zóny)
Cu	11,81-32,24 mg/kg sušiny (v nesaturovanej zóne) a 9,61-31,11 mg/kg sušiny (v saturovanej zóne)
Pb	7,6-22,8 mg/kg sušiny (v nesaturovanej zóne) s maximom v navážke lokálne až do 77,1 mg/kg sušiny a 2,3-6,5 mg/kg sušiny (v saturovanej zóne).

4.10.2.5: Obsahy kovov v povrchových a hĺbkových horizontoch zemín (v mg/kg v sušine, 09/2022)

Kovy (mg/kg suš.)	litológia	Arzén (As)		Chrómk _{celk.} (Cr)		Kadmium (Cd)		Meď (Cu)		Olovo (Pb)	
		ID	IT _{obyt.}	ID	IT _{obyt.}	ID	IT _{obyt.}	ID	IT _{obyt.}	ID	IT _{obyt.}
hĺbka odberu		65	70	450	500	10	20	500	600	250	300
S-1 /2,4-3,0m/	Y _{F3 MS}	9,9		33,2		<0,1		31,33		77,1	
S-1 /11,0-11,5m/	G3 G-F _{zv.}	6,0		11,0		<0,1		15,32		6,5	
S-2 /2,5-3,2m+3,4-3,6m/	Y _{F3-S4}	9,1		26,4		<0,1		32,24		22,1	
S-2 /6,3-7,0m/	G1/G3 _{zv.}	2,3		12,6		<0,1		15,96		2,3	
S-3 /0,5-1,2m/	Y _{G3 G-F}	6,4		23,7		<0,1		15,35		22,8	
S-3 /7,5-8,5m/	G3 G-F _{zv.}	2,4		8,0		<0,1		31,11		3,3	
S-4 /0,5-1,0m/	Y _{G3-F3}	3,4		14,8		<0,1		11,81		7,6	
S-4 /7,0-7,7m/	G3 G-F _{zv.}	3,8		10,5		<0,1		12,72		4,1	
S-5 /1,0-1,6m/	F5 MI	7,8		29,7		<0,1		15,65		7,8	
S-5 /9,5-10,5m/	G3 G-F _{zv.}	1,5		6,2		<0,1		9,61		2,4	

Vysvetlivky:

x – koncentrácia ukazovateľa kvality pod úrovňou ID (indikálnych kritérií) – v zmysle smernice MŽP, 2015

4.10.3 Kvalita podzemných vôd

Najdôležitejšími skutočnosťami chemického zloženia podzemnej vody v podmienkach skúmaného pozemku sú:

Ø záujmové územie sa nachádza v blízkosti frekventovanej komunikácie Bajkalská (západná hranica riešeného územia)

Ø v riešenom území sa nachádzajú prevažne opravárenské dielne automobilov (mechanické, lakovnicke, zámočnicke a pod.) rôznych súkromných spoločností, časť pozemku riešeného územia je využívaná na parkovanie vozidiel pre požičovne automobilov. Uvedená činnosť predstavujúe potenciálny zdroj znečistenia prednostne pre organické látky a vybrané kovy.

Ø počas prieskumných prác bola hladina podzemnej vody overená vo všetkých prieskumných sondách v hĺbkovej úrovni cca 6,53 – 6,84m pod súčasným terénom (resp. 131,34 - 131,45 m n.m.).

Ø kolektorom podzemnej vody do hĺbky 10-18,0 m p.t. sú kvartérne štrkovité až štrko-piesčité sedimenty (tr. G1/G2/G3/G4/S4/S3). Podlozie uvedeného kolektora tvoria opäť piesky a štrky neogénneho veku, ktoré tvoria s nadložnými štrkami jeden súvislý horizont podzemnej vody, resp. v prípade výskytu ílovitých prepláskov sa v nich často nachádza ďalší horizont podzemnej vody.

Ø v tomto území tečie Dunaj vyvýšene nad hladinou podzemnej vody a dopĺňa zásoby podzemnej vody trvale po celý rok. Voda z neho infiltruje do náplavov po oboch stranách koryta. Priemerná hladina podzemnej vody sa na základe dlhodobých pozorovaní SHMÚ v okolí riešeného územia pohybuje v úrovni cca 128,95-130,55 m n.m. (t.j. 5,64-6,45 m p.t.) – bližšie pozri tab.4.2.1.6.

Ø Smer prúdenia podzemných vôd je v čase priemerných hladín prevažne východným smerom. Pri maximálnom vodnom stave rieky Dunaj je zreteľne väčší vplyv Dunaja na dotáciu podzemnej vody povrchovými vodami a prúdenie je viac orientované smerom od juhozápadu na severovýchod. Tento (Z-V až JZ – SV) bol potvrdený i režimovými meraniami počas prieskumných prác na provizórne zabudovaných sondách (S-1,2,3,5) v mesiaci september 2022 (pozri obr. 2).

Ø za potenciálne zdroje znečistenia považovať najmä areály situované pred vstupom podzemných vôd do hodnotenej parcely v blízkom okolí, situované západne od riešeného územia, v ktorých bolo znečistenie prieskumnými prácami v minulosti preukázané. Konkrétne sa jedná o overené environmentálne záťaž: B1 (003), B1(2084), B2(2057), B1(1986), B1(002), B2(006)) B5 006 a B5 007. Sanované environmentálne záťaž (B2 (006) a B2 (015) - register C, vzhľadom na skutočnosť, že zdroje znečistenia už boli z týchto území v minulosti odstránené, nepokladáme za významné.

Miera environmentálneho zaťaženia *podzemnej vody* bola overená pomocou 5-ich prieskumných/monitorovacích sond. Celkovo bola za účelom overenia aktuálneho kvalitatívneho stavu podzemnej vody realizovaná 1 geochemická snímka v období 4.9.-5.9.2022.

S prihliadnutím na situovanie prieskumných diel a overený smer prúdenia podzemnej vody (Z-V) možno sondy S-1, S-2 a S-4 považovať za referenčné (mapujúce stav kvality na vstupe podzemnej vody do územia) a sondy S-3 a S-5 za indikačné (mapujúce stav kvality na ich výstupe z riešeného územia).

Kvalita podzemnej vody bola sledovaná so zreteľom na tieto ukazovatele:

- nepolárne extrahovateľné látky (NEL-IR) – 5ks
- nepolárnych extrahovateľných látok (NEL-GC, resp. C10-C40) – 4ks
- vybraných kovov (As, Pb, Cd, Cu, Cr) – 5ks
- chlorovaných uhľovodíkov CIU (*Chloroform, Tetrachlórmétán, 1,2-dichlóretán, 1,1-dichlóretén, cis-1,2-Dichlóretén, Trichlóretylén, 1,1,2,2-tetrachlóretylén, trans-1,2-Dichlóretén, Chlórbenzén, 1,2-dichlórbenzén, 1,3-dichlórbenzén, 1,4-dichlórbenzén, Dichlórmétán, 1,2,4-Trichlórbenzén, Vinylchlorid*) – 5ks
- aromatických uhľovodíkov (benzén, toluén, etylbenzén, xylény) – 5ks
- polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU) – 5ks
- polychlórovaných bifenylov (PCB) – 4 ks
- pH, vodivosť, teplota – 5 ks; O₂, redox potenciál – 4 ks
- amónnych iónov – 5 ks;
- vo vzorkách S-2 a S-5 boli navyše stanovené: Chloridy (Cl⁻), Dusitany (NO₂⁻), Dusičnany (NO₃⁻), Sírany (SO₄²⁻), mangán (Mn), železo celk. (Fe_{celk})

Dosiahnuté výsledky uvádzame v tab. 4.10.3.1 až 4.10.3.7. Protokoly laborat.analýz sú súčasťou textovej prílohy č.3b.

Vyhodnotenie výsledkov vzoriek podzemnej vody bolo realizované porovnaním s platnými legislatívnymi predpismi :

- „Smernica MŽP na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia č.1/2015-7
- vyhláškou č.247/2017 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o kvalite pitnej vody, kontrole kvality pitnej vody, programe monitorovania a manažmente rizík pri zásobovaní pitnou vodou

Legenda k tab. 4.10.3.1 až 4.10.3.7:

IT - intervenčné kritériá – SM MŽP SR pre vyprac. analýzy rizika znečistených území

ID - indikačné kritériá – SM MŽP SR pre vyprac. analýzy rizika znečistených území

X - koncentrácia ukazovateľa kvality pod úrovňou ID (indikačných kritérií) – v zmysle SM MŽP, 2015

X - koncentrácia ukazovateľa kvality v úrovni ID (indikačných kritérií) – v zmysle SM MŽP, 2015

X - koncentrácia ukazovateľa kvality v úrovni IT (intervenčných kritérií) – v zmysle SM MŽP, 2015

X - koncentrácia ukazovateľa kvality nad úrovňou MH (medzných hodnôt) – v zmysle Vyhlášky MZ SR č. 247/2017 Z.z.,

X - koncentrácia ukazovateľa kvality pod úrovňou MH (medzných hodnôt) – v zmysle Vyhlášky MZ SR č. 247/2017 Z.z.,

ORGANICKÉ LÁTKY

Ø OBSAH NEPOLÁRNYCH EXTRAHOVATEĽNÝCH LÁTKOK (NEL-IR A C10-40)

Ropné látky boli v podzemnej vode bola zisťované pomocou skupinového ukazovateľa NEL (nepolárne extrahovateľné látky) v prevažnej miere spektrofotometrickou metódou v infračervenej oblasti spektra - pozri tab.4.10.3.1. Vo vybraných vzorkách boli použité aj metódy plynovej chromatografie (NEL-GC) – pozri tab.4.10.3.1.

Z dosiahnutých koncentrácií je zrejmé, že v sledovaných vzorkách podzemných vôd boli dosiahnuté ich nízke koncentrácie (NEL-IR <0,2 mg.l⁻¹, NEL-GC <0,1 mg.l⁻¹). V zmysle platnej legislatívy (smernica MŽP) spadajú vo všetkých prípadoch formy NEL-IR aj NEL-GC hlboko pod úroveň indikačných kritérií (ID).

Tab. 4.10.3.1. : Koncentrácie NEL v podzemnej vode (09/2022)

NEL (mg/l)	ID SM 2015	IT SM 2015	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5
NEL-IR	0,50	1,00	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
C10-C40	0,25	0,50	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1

x – koncentrácia ukazovateľa kvality pod úrovňou ID (indikačných kritérií) – v zmysle smernice MŽP, 2015

Ø OBSAH AROMATICKÝCH UHLÍKOVODÍKOV (BTEX)

V prípade monocyklických arómatov (BTEX), ako ďalšieho nepriameho indikátora výskytu ropných látok, sledovaných u sond S-1,2,3,4,5 známky znečistenia zaznamenané neboli (hodnoty pod úrovňou medze stanovenia použitých laborat.metód) – pozri tab.4.10.3.2.

Tab. 4.10.3.2. : Koncentrácie BTEX v podzemnej vode (09/2022)

BTEX (µg/l)	ID SM 2015	IT SM 2015	S-1		S-2		S-3		S-4	S-5	
			B	A	B	A	B	A		B	A
Benzén	15	30	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluén	350	700	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Xylény	250	500	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Etylbenzén	150	300	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Suma BTX	N	N	<1,00	-	<1,00	-	<1,00	-	<1,00	<1,00	-
BTEX	N	N	-	<0,5	-	<0,5	-	<0,5	-	-	<0,5

x – koncentrácia ukazovateľa kvality pod úrovňou ID (indikačných kritérií) – v zmysle smernice MŽP, 2015

Vzorkovanie pv: A – vzorka odobratá vo vrchnej časti zvodnenca- tesne pod hladinou B- vzorka odobratá na báze vrtu

Ø OBSAH CHLÓROVANÝCH UHLÍKOVODÍKOV (CLU)

V prípade obsahu chlórovaných uhľovodíkov (CIU) boli v sledovaných formách (aromatické + alifatické) potvrdené u všetkých vzoriek koncentrácie pod medzou detekcie použitých analytických metód (pozri tab.4.10.3.3).

Z dosiahnutých výsledkov je zrejmé, že prejav znečistenia týmito látkami v záujmovom území preukázaný nebol (obsahy < ID).

Tab. 4.10.3.3 : Obsah CIU v podzemnej vode záujmovej oblasti (09/2022)

CLU (µg/l)	ID SM 2015	IT SM 2015	S-1		S-2		S-3		S-4	S-5	
			B	A	B	A	B	A		B	A
Chloroform	50	100	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Tetrachlórmetán	5	10	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
1,2-dichlóretán	25	50	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
1,1-dichlóretén	10	20	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
cis-1,2-Dichlóretén	25	50	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
trans-1,2-Dichlóretén	25	50	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
Trichlóretylén	25	50	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
1,1,2,2-tetrachlóretylén	10	20	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Chlórbenzén	15	30	<0,10	-	<0,10	-	<0,10	-	<0,10	<0,10	-
1,2-dichlórbenzén	1,5	3	<0,08	-	<0,08	-	<0,08	-	<0,08	<0,08	-
1,3-dichlórbenzén	1,5	3	<0,07	-	<0,07	-	<0,07	-	<0,07	<0,07	-
1,4-dichlórbenzén	1,5	3	<0,08	-	<0,08	-	<0,08	-	<0,08	<0,08	-
Dichlórmétán	15	30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
1,2,4-Trichlórbenzén	5	10	<0,10	-	<0,10	-	<0,10	-	<0,10	<0,10	-
Výlchlorid	5	10	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Σ alifat. chlorov. uhľovodíkov	N	N	-	<1	-	<1	-	<1	-	-	<1
bromoform	50	100	-	<0,8	-	<0,8	-	<0,8	-	-	<0,8
Bromdichlórmétán	50	100	-	<0,8	-	<0,8	-	<0,8	-	-	<0,8
Dibromchlórmetán	50	100	-	<0,8	-	<0,8	-	<0,8	-	-	<0,8
1,1,1-Trichlóretán	50	100	-	<0,50	-	<0,50	-	<0,50	-	-	<0,50

CLU (µg/l)	ID SM 2015	IT SM 2015	S-1		S-2		S-3		S-4	S-5	
			B	A	B	A	B	A		B	A
1,1,2-Trichlóretán	50	100	-	<0,50	-	<0,50	-	<0,50	-	-	<0,50
1,1,2,2-tetrachlóretán	50	100	-	<0,5	-	<0,5	-	<0,5	-	-	<0,5
1,1-dichlóretán	50	100	-	<0,20	-	<0,20	-	<0,20	-	-	<0,20

x – koncentrácia ukazovateľa kvality pod úrovňou ID (indikačných kritérií) – v zmysle smernice MŽP, 2015

Vzorkovanie pv: A – tesne pod hladinou B- tesne na báze vrtu

Ø OBSAH POLYCHLÓROVANÝCH BIFENYLOV (PCB) A POLYCYKlickÝCH AROMATICKÝCH UHLŮVODÍKOV (PAU)

Ani v prípade ďalších organických látok - polychlórovaných bifenylov (PCB) a polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU) známky znečistenia zaznamenané neboli. Dosiahnuté koncentrácie sa v prípade látok PCB pohybujú u všetkých sledovaných objektov pod medzou stanovenia použitých laboratórnych metód (< 0,05 µg/l).

U ukazovateľa PAU boli zaznamenané taktiež hodnoty pod medzou stanovenia laborat.metódy (<0,025 µg/l). V zmysle platnej legislatívy (smernica MŽP, 2015) išlo vo všetkých prípadoch o hodnoty hlboko pod úroveň ID kritérií, t.j. bez prejavu znečistenia týmito látkami – pozri tab.4.10.3.4.

Tab. 4.10.3.4 : Obsah PAU a PCB v podzemnej vode záujmovej oblasti (09/2022)

PAU a PCB (µg/l)	ID SM 2015	IT SM 2015	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5
Suma PAU	60	120	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Suma PCB	0,25	1,0	<0,05	<0,05	<0,05	-	<0,05

x – koncentrácia ukazovateľa kvality pod úrovňou ID (indikačných kritérií) – v zmysle smernice MŽP, 2015

Ø OBSAH VYBRANÝCH KOVOV (As, Pb, Cd, Cu, Cr)

Z toxických kovov boli pre hodnotenie kvality podzemnej vody sledované obdobné prvky, ako v prípade zemín (As, Pb, Cd, Cu, Cr). Stanovené koncentrácie sa pohybovali u väčšiny sond pod medzou detekcie použitých analytických metód, resp. vykazovali nízke hodnoty (v rozsahu tisícín mg/l) – pozri tab.4.10.3.5.

Z výsledkov možno konštatovať, že prejav znečistenia vybranými kovmi v podzemnej vode hodnotenej oblasti zaznamenaný taktiež nebol.

Tab. 4.10.3.5 : Obsah vybraných kovov v podzemnej vode záujmovej oblasti (09/2022)

KOVY (mg/l)	ID SM 2015	IT SM 2015	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5
Arzén	0,050	0,100	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chróm celkový	0,150	0,300	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Kadmium	0,005	0,020	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Meď	1,000	2,000	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	0,001
Olovo	0,100	0,200	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

x – koncentrácia ukazovateľa kvality pod úrovňou ID (indikačných kritérií) – v zmysle smernice MŽP, 2015

Ø OBSAH VYBRANÝCH ANORGANICKÝCH UKAZOVATEĽOV A ĎALŠÍCH MAKROPRVKOV

V prípade obsahu anorganických ukazovateľov a makroprvkov (síraný, chloridy, amónne ióny, dusičnany, dusitany, fosforečnany, železo a mangán) v podzemnej vode neboli taktiež zistené ich výraznejšie prekročenia (pozri tab.4.10.3.6).

Tab. 4.10.3.6 : Obsah vybraných anorganických látok a makroprvkov v podzemnej vode záujmovej oblasti (09/2022)

Ostatné anorganické látky (mg/l)	ID SM 2015	IT SM 2015					
			S-1	S-2	S-3	S-4	S-5
Chloridy	150	250	-	69,5	-	-	29,1
Amónne ióny	1,2	2,4	0,06	1,45	0,03	1,30	0,03
Dusitany	0,4	0,5	-	0,06	-	-	0,20
	vyhl. MZ SR č.247/2017 Z.z.						
Dusičnany		50 NMH	-	18,3	-	-	2,05
Sírany		250 MH	-	67,1	-	-	34,1
Mangán		0,05 MH	-	0,244	-	-	0,534
Železo celkové		0,2 MH	-	0,018	-	-	0,016

vysvetlivky :

N – limit nie je stanovený

x – koncentrácia ukazovateľa kvality pod úrovňou ID (indikačných kritérií) – v zmysle smernice MŽP 2015

x – koncentrácia ukazovateľa kvality v úrovni ID (indikačných kritérií) – v zmysle smernice MŽP 2015

resp. medznou hodnotou (MH) a najvyššou medznou hodnotou (NMH) vyhl. 247/2017 Z.z.

0,244 koncentrácie prekračujúce MH (vyhl.č.247/2017 Z.z.)

Nadlimitné obsahy boli zistené len u

- mangánu Mn (0,244-0,534 mg/l obidvoch sledovaných sond S-2 a S-5 na vstupe i výstupe podzemnej vody do/z areálu).

V danom prípade uvedené nárasty však nepokladáme za indikátor znečistenia, ale ako odraz oxidačno-redukčných podmienok v horninovom podloží.

- amónnych iónov (NH_4^+) u referenčnej sondy S-2 (na vstupe podzemnej vody) tesne nad hranicou ID kritérií (1,45 mg/l). Indikačná sonda S-5 (výstup podzemnej vody) už preukazuje vyhovujúci stav kvality. Zistené výsledky tak poukazujú na nevýrazný zdroj týchto látok mimo hodnotené územie, ešte pred vstupom podzemnej vody do hodnoteného areálu.

Terénne merania :

Hodnota pH podzemnej vody sa v záujmovom území pohybuje v rozpätí 6,8-7,4, čo poukazuje na jej neutrálny až mierne zásaditý charakter. Hodnota elektrolytickej vodivosti sa pohybovala v rozpätí 58,6-100 mS/m (pozri tab.4.10.3.7). Závisí prakticky od obsahu disociovaných iónov, t.j. katiónov a aniónov v podzemnej vode, ktoré odrážajú mineralogické zloženie horninového podložia, resp. môžu byť antropogénne ovplyvnené v prípade preukázaného znečistenia. Nárast vodivosti u sondy S-2 odráža pravdepodobne zvýšený obsah NH_4^+ .

Tab. 4.10.3.7: Výsledky terénnych meraní – pH, vodivosť 09/2022

Parameter	ID SM 2015	IT SM 2015	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5
pH	6,0-6,5 a 8,5-9,0	<6,0 a >9,0	7,129	6,881	7,238	7,377	7,122
vodivosť	200 mS.m ⁻¹	300 mS.m ⁻¹	75,3	100,0	65,6	92,1	58,6
Redoxný potenciál (mV)	N	N	-198,60	-265,42	130,42	-	-128,18
kyslík (mg/l)	N	N	0,06	0,11	0,14	-	0,05
teplota °C	N	N	17,5	18,4	15,6	14,8	14,3

5. ZÁVER

Za účelom zistenia geologickej stavby územia a posúdenia stavu environmentálneho zaťaženia pozemku v mieste uvažovaného polyfunkčného centra v Bratislave, na Bajkalskej ulici bolo v období 09/2022 zrealizovaných 5 prieskumných/monitorovacích sond S-1 až S-5 do hĺbky 10,0 - 18,0m m a 4 ks DPS do hĺbky 5,0-20,0 m. Situovanie sond podáva graf.príloha 2.

Sondy S-1,2,3,5 boli za účelom reprezentatívneho odberu podzemnej vody provizórne zabudované (PVC, Ø110 mm). Uvedeným spôsobom je možné vzorkovanie vôd v prípade preukázania znečistenia zopakovať.

Realizovanými vŕtanými sondami boli v záujmovom území overené *kvarterné súdržné a nesúdržné* sedimenty, v podloží ktorých vystupujú neogénne sedimenty. Bližšie sú úložné a hydrogeologické pomery hodnotenej oblasti popísané v kapitole 4.1. a 4.2, tab.4.1.1, tab.4.2.1. a zobrazené pomocou geologických rezov (graf.príloha č.3).

5.1. Záverečné odporúčanie z hľadiska environmentálneho zaťaženia pozemku

Posúdenie environmentálneho zaťaženia pozemku bolo na základe požiadavky objednávateľa prác realizované v celej časti záujmovej oblasti (sondy S-1 až S-5).

V riešenom území sa nachádzajú prevažne opravárenské dielne automobilov (mechanické, lakovnícke, zámočnícke a pod.) rôznych súkromných spoločností, časť pozemku riešeného územia je využívaná na parkovanie vozidiel pre požičovne automobilov. Uvedená činnosť predstavujúce potenciálny zdroj znečistenia prednostne pre organické látky a vybrané kovy.

Z dosiahnutých výsledkov je zrejmé, že *prejav antropogénneho znečistenia v horizonte zemín overený nebol*. V prípade prevažnej väčšiny sledovaných ukazovateľov kvality, a to jednak vybraných organických látok (NEL-IR, NEL-GC, CIU, BTEX, PCB, PAU), ako i vybraných kovov (As, Pb, Cd, Cu, Cr) boli dosiahnuté nízke koncentrácie, spadajúce v zmysle platnej legislatívy (smernica MŽP, 2015) hlboko pod úroveň indikačných (ID) i intervenčných kritérií (IT).

Vyhovujúci stav kvality bol zaznamenaný i v horizonte podzemnej vody, kedy vo všetkých 5-ich sledovaných vzorkách boli v prípade sledovaných organických, anorganických látok a vybraných kovov zistené nízke koncentrácie (obsahy pod úrovňou ID kritérií-smernica MŽP, 2015).

Mierny nárast koncentrácií (> ID) bol v podzemnej vode zistený výraznejšie iba v prípade amónnych iónov (NH_4^+) u referenčnej sondy S-2 (1,45 mg/l). Indikačná sonda S-5 (výstup podzemnej vody) už preukazuje vyhovujúci stav kvality. V danom území ho z uvedených dôvodov pokladáme skôr za indikátor antropogénnych prejavov v širšom merítku, mimo hodnotené územie, ešte pred vstupom podzemnej vody do hodnoteného areálu.

Z ostatných látok bol zvýšený obsah zistený ešte výraznejšie u mangánu Mn (0,244-0,534 mg/l, nad MH vyhlášky MZ SR č.247/2017 Z.z) obidvoch sledovaných sond S-2 a S-5 na vstupe i výstupe podzemnej vody do/z areálu) - pozri tab.4.10.3.6. V danom prípade však zvýšené koncentrácie nepokladáme za indikátor znečistenia, ale ako odraz lokálne mierne anoxických podmienok v horninovom podloží.

Zhrnutím možno konštatovať, že nutnosť realizácie doplnkových prieskumných, ani sanačných prác na základe dosiahnutých výsledkov preukázaná nebola.

5.2. Záverečné odporúčanie z hľadiska inžinierskej geológie

Ø Litologické a hydrogeologické pomery záujmovej oblasti sú podrobnejšie rozpracované v kapitole 4.1. a 4.2. Výskyt jednotlivých typov zemín v hĺbkových úrovniach prieskumných sond zobrazuje pre lepšiu názornosť tab. 4.1.1., 4.2.1 + geologický rez A-A', B-B', C-C' (graf.príloha č.3).

Ø Povrchovú časť záujmovej lokality tvorí navážka premenlivej mocnosti v rozpätí 0,6-4,2m. Výraznejšie mocnosti (3,2-4,2m) boli overené v S a SZ časti územia, vo východnej a južnej časti parcely dosahuje jej hrúbka 0,6-1,5m – pozri tab.4.2.1. Z pohľadu zrnitostného zloženia je tvorená siltom piesčitým, siltami a štrkami s prímесou stavebného odpadu. Navážka je v zmysle STN 731001 nevhodnou základovou pôdou a je potrebné ho z hodnotenej oblasti odstrániť.

Ø Podložie navrhovaných objektov je mimo sondy S-2 v podpovrchovej úrovni do hĺbky cca 3,2-4,9 m pod súčasným terénom tvorené siltovitými až piesčito-siltovitými zeminami. Laboratórnymi skúškami ich možno v zmysle STN 721001 charakterizovať ako silty piesčité (tr. F3), silty so strednou, nízkou a vysokou plasticitou (tr.F5, F7), piesky siltovité (tr. S4).

Ø Základovú pôdu pod vyššie uvedeným súvrstvím tvoria prevažne stredne uľahnuté až veľmi uľahnuté štrky s prímесou jemnozrnnej zeminy (tr.G3 (G-F) až štrky dobre/zle zrnené (tr.G1, symbol GW, resp. tr.G2, symbol GP), s hodnotou E_{def} v rozpätí cca 80-250 MPa (pozri kapit.4.4). Z obr.4.5.1. je zjavné, že pevnostné a deformačné charakteristiky sú v tejto vrstve niekoľkonásobne vyššie oproti nadložným siltovitým/siltovito-piesčitým horizontom. Prihliadajúc na uvažovanú súčasnú úroveň terénu (úroveň $\pm 0,00$ nie je v súčasnosti známa) sa tieto zeminy nachádzajú od hĺbkovej úrovne cca 3,2-4,9m p.t – pozri tab. 4.5.1. Celkovú mocnosť štrkov v hodnotenom území predpokladáme v rozpätí minimálne 10,0-12,0m. Vrtnými prácami do hĺbky 16,0-18,0 m p.t vykazovali neogénne sedimenty často pokračovanie štrkovitej formácie, jej celkový hĺbkový dosah tak nebol vo všetkých prípadoch ozrejmý. Výskyt štrkovitých zemín v hodnotenom území podávame detailnejšie pomocou tab. 4.5.1.

Ø Navrhované objekty polyfunkčného centra odporúčame v daných podmienkach založiť hĺbkovo - pomocou krátkych širokoprofilových pilot (ich hĺbka bude upresnená po dodaní úrovne $\pm 0,00$), ktoré bezpečne prenesú zaťaženie cez menej únosné siltovité až siltovito-piesčité zeminy do čistých vysokoúnosných štrkov (minimálne strednej uľahnutosti).

Minimálna návrhová únosnosť širokoprofilovej piloty posadenej do prostredia stredne uľahnutých štrkov v závislosti na jej priemere dosahuje:

- Pri priemere Φ 600 – 320 kN (ešte nie je širokoprofilová)
- Pri priemere Φ 800 – 570 kN
- Pri priemere Φ 900 – 720 kN
- Pri priemere Φ 1230 – 1357 kN

Projektanta upozorňujeme, že v štrkovitom súvrství boli v okolí sond S-2 a S-3 overené v povrchových úrovniach kypré polohy mocnosti cca 0,4-0,6m (prevažne do hĺbkovej úrovne 6,5-7,0 m pod súčasným terénom. Prehĺbením základovej konštrukcie tým dôjde k jej priblíženiu k uvedeným kyprým polohám, čo môže v budúcnosti viesť k nerovnomernému sadaniu základových konštrukcií.

I keď nosný systém bude posadený do únosného prostredia objemovo stálych štrkov, podlahy budú posadené do rôzne stlačiteľného prostredia (charakteru siltov, pieskov, siltov piesčitých). Tejto skutočnosti je potrebné venovať zvýšenú pozornosť a podľa druhu konštrukcie podlahy dodržať kvalitu základovej pláne podlahy.

Únosnosť zemnej pláne pod podlahami objektov by mala dosahovať:

E_{def2} $E_{def2} = 80\text{MPa}$ (pri klasickej výstuži) pri $E_{def2} / E_{def1} \leq 2,5$

$E_{def2} = 100\text{MPa}$ (pri použití drátkobetónu) pri $E_{def2} / E_{def1} \leq 2,5$

Za týmto účelom odporúčame v daných podmienkach zemnú pláň pod podlahou objektu tvorenú násypom z drveného kameňa (konštantnej mocnosti), s plynulou krivkou zrnitosti zhutneným na požadované parametre. Drvený kameň musí mať $\varnothing$ zrna max. 12 cm.

Spevnené plochy

V mieste spevnených komunikácií a parkovísk boli v horninovom podloží do hĺbky cca 1,2-3,5 m pod súčasným terénom (resp. 132-133 m p.t.) overené siltovité až piesčito-siltovité zeminy. Z pohľadu zrnitostného zloženia boli overené zeminy charakteru tr. F5, F7, resp. F3, S4. V daných prípadoch ide prevažne o

- mierne namrzavé až namrzavé zeminy – tr. S4 s hodnotou E_{def} v rozpätí 2-8 MPa – pozri kapit. 4.7 + tab.4.3.1). Tieto z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky (STN 736133) hodnotíme ako podmiennečne vhodné.

- namrzavé až nebezpečne namrzavé zeminy

tr. F3, s hodnotou E_{def} v rozpätí 4-10 MPa – pozri kapit. 4.7 + tab.4.3.1). Tieto z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky (STN 736133) hodnotíme ako podmiennečne vhodné.

tr.F5, s hodnotou E_{def} v rozpätí 3-9 MPa – pozri kapit. 4.7 + tab.4.3.1). Tieto z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky (STN 736133) hodnotíme ako nevhodné.

- nebezpečne namrzavé zeminy - tr.F7, s hodnotou E_{def} v rozpätí 2-6 MPa – pozri kapit. 4.7 + tab.4.3.1). Tieto z hľadiska vhodnosti pre podložie vozovky (STN 736133) hodnotíme ako nevhodné.

Zeminy tr. F5/F7 odporúčame v prípade ich výskytu v dosahu základovej škáry spevnených plôch vzhľadom na ich nebezpečne namrzavé vlastnosti a nízke pevnostné a deformačné charakteristiky v priestore príjazdových komunikácií a spevnených plôch odťažiť.

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

$E_{\text{def } 2} = 45-60 \text{ MPa}$ (pre osobnú dopravu) a $E_{\text{def } 2} = 90 \text{ MPa}$ (pre nákladnú dopravu) pri $E_{\text{def } 2} / E_{\text{def } 1} \leq 2,5$.

Na dosiahnutie projektantom požadovanej hodnoty $E_{\text{def } 2}$ pod telesom parkoviska odporúčame násyp z hrubozrnného materiálu konštantnej mocnosti (makadamu) s plynulou krivkou zrnitosti mocnosti, minimálne 0,6-0,7m. Konečnú mocnosť násypu pod cestným telesom, resp. úpravu podložia stanoví projektant na základe požadovaných prevádzkových zaťažení a nivelety vozovky v zmysle STN 736133.

Kontrolu hutnenia bude nutné realizovať statickou zaťažovacou skúškou - doskou. Počas zemných prác je potrebné zemnú pláň upravovať v strechovitom sklone pre stály odtok povrchovej vody.

Hydrogeologické pomery

Ø Hladina podzemnej vody bola počas prieskumných prác narazená vo všetkých vrtoch S-1 až S-5 v hĺbkovej úrovni cca 6,53 – 6,84m pod súčasným terénom (resp. 131,34 - 131,45 m n.m).

Ø Ustálená hladina sa pohybovala v rovnakej úrovni ako jej narazená úroveň, čo nasvedčuje prevažne o jej voľnom charaktere.

Ø Kolektorom podzemnej vody do realizovanej hĺbky prieskumných sond 10,0-18,0 m p.t. sú kvartérne štrkovité a štrko-piesčité sedimenty (tr. G3/G1/G2, s vložkami pieskov tr.S3). Kapilárny zdvih týchto zemín pri ich plnej saturácii (h_s) = 0,0m (pozri vyššie). Ide o dobre priepustné zeminy, s vyšším stupňom zvodnenia (pri hodnotách k_f rádovo $n \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Ø Zohľadnením narazenej hladiny podzemnej vody v čase prieskumných prác (09/2022), litologického charakteru horninového prostredia a súčasnej úrovne terénu možno v záujmovom území

uvažovať prevažne s *priaznivým difúznym režimom* (v čase *minimálnych až priemerných stavov hladiny podzemnej vody*).

Ø Rozkvyv hladiny podzemnej vody v záujmovom území predpokladáme $\pm 1,5-2,0$ m (pozri kapit. 4.2.1). V čase vyšších až maximálnych vodných stavov tak možno očakávať hpv v úrovni cca 131,3-131,4 m n.m., t.j. v hĺbke cca 4,54-4,85 m pod súčasným terénom.

Počas týchto vyšších vodných stavov sa bude hladina podzemnej vody stále nachádzať v prostredí prevažne štrkovitých zemín (tr.G1,G2,G3), lokálne v okolí vrtu S-1 v prostredí piesčitých zemín (tr.S4). Z uvedeného vyplýva, že aj počas vyšších vodných stavov možno v riešenom území predpokladať celoplošne priaznivý difúzny vodný režim. S uvedenými poznatkami kapilárnej vzliňavosti i chemizmu podzemnej vody (pozri kap. 4.9) odporúčame počítať pri návrhu ochrany základových konštrukcií.

Ø Zohľadnením petrografického charakteru horninového podložia v hodnotenej oblasti, overenej hĺbky hladiny podzemnej vody (v m p.t.), klimatických podmienok v čase prieskumných prác (nižšia až priemerná úroveň hpv) a uvažovanej úrovne $\pm 0,00$, prítomnosť podzemnej vody počas výkopových prác pri plošnom zakladaní objektov polyfunkčného centra výraznejšie nepredpokladáme vylúčiť ich však nemožno (najmä počas vyšších a maximálnych vodných stavov a v prípade podpivničenia objektov). S výskytom hladiny podzemnej vody v prípade pilótového zakladania, treba uvažovať vo vyššie uvedených hĺbkach.

Ø smer prúdenia podzemných vôd je v čase priemerných hladín prevažne východným smerom. Pri maximálnom vodnom stave rieky Dunaj je zreteľne väčší vplyv Dunaja na dotáciu podzemnej vody povrchovými vodami a prúdenie je viac orientované smerom od juhozápadu na severovýchod. Tento (Z-V až JZ – SV) bol potvrdený i režimovými meraniami počas prieskumných prác na provizórne zabudovaných sondách (S-1,2,3,5) v mesiaci september 2022 (pozri obr. 2).

Ø Hodnotenie agresivity voči betónu

V lokalite odberu vzorky podzemnej vody (sonda S-3) v daných hydrogeologických podmienkach sledované ukazovatele agresivity vody voči betónovej stavebnej konštrukcii (agr. CO₂, 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.

Ø Hodnotenie agresivity voči oceli

Na základe mernej vodivosti (645 mS/m) vyplýva, že voda daného chemického zloženia môže pôsobiť korozívne na oceľové konštrukcie. Takéto chemické prostredie s *veľmi vysokou agresivitou prostredia na kovové konštrukcie* vyžaduje osobitné protikorózne opatrenia – bližšie pozri kapit. 4.9.

Ø Predmetné územie na základe dosiahnutých výsledkov pokladáme pre daný účel za vhodné.

Bratislava, 31.12.2022

Zodpovedný riešiteľ: Mgr. Milan Kminiak

Spolupracovali : RNDr. Katarína Kminiaková PhD.

Ing. Miroslav Porubský

6. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- Atlas krajiny SR 2002
- Vlasko, I., - Vlasko, I., 2012: „Bajkalská – areál spoločnosti Reality development a.s. - Bratislava“ – záverečná správa z orientačného inžinierskogeologického prieskumu, V&V GEO, s.r.o. (Geofond: 91557)
- Vlasko, I., 2010: „Bratislava, Prievozská – Bajkalská, Forum Business Center“ – záverečná správa z podrobného inžinierskogeologického prieskumu, V&V GEO, s.r.o. (Geofond: 90050)
- Dobiš, M., 1980: „Bratislava – nadväzná investícia DŽM I. stavba Bajkalská ulica km 0,0-0995 s mimoúrovňovou križovatkou s Prievozskou ulicou“ – záverečná správa z inžinierskogeologického prieskumu, Dopravoprojekt, Bratislava (Geofond: 46565)
- Ministerstvo životného prostredia: Smernica z 28.januára 2015 č. 1/2015-7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia.
- Vyhláška MZ SR č. 247/2017 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o kvalite pitnej vody, kontrole kvality pitnej vody, programe monitorovania a manažmente rizík pri zásobovaní pitnou vodou
- 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“